

平成10年度林野庁委託調査

天然広葉樹林病害虫対策調査 報 告 書

平成11年 3 月

林 野 庁

は じ め に

森林は、木材生産のほか、国土の保全、水資源のかん養、保健休養や教育の場の提供、さらに、二酸化炭素の吸収・固定、生物多様性の保全等多様な機能を有する。近年、こうした森林の公益的機能の発揮に対する国民の期待には大きなものがある。また、平成8年11月に「森林資源に関する基本計画並びに重要な林産物の需要及び供給に関する長期の見通し」が改定され、我が国の森林整備の方向として、森林資源の質的充実や公益的機能の一層の発揮の必要であるといわれている。

このような状況の中で、広葉樹林の整備、充実が一層求められてきている。一方、これまで林業の主たる対象は針葉樹人工林であったため、その整備方法も含め広葉樹林に関する研究成果は針葉樹林と比較すると少ない状況にある。このようなことから、本調査においては、天然広葉樹林の病害虫について、既往の調査研究成果等の知見の整理等を行い、さらに異常発生時の対策、施業管理のあり方等について検討を行うものである。

なお、本調査は（社）日本林業技術協会に委託して実施したものである。

平成11年3月

林野庁

目 次

I 調査の目的	1
II 調査の実施経過	2
1 検討委員会の設置	2
2 調査経過の概要	3
III 広葉樹病害虫対策	5
1 広葉樹病害	5
1-1 はじめに	5
1-2 総 論	7
1-2-1 天然下種更新稚苗に発生する病害	7
1-2-2 更新稚樹ないし若木の病害	8
1) 葉の病害	8
2) 胴・枝枯性病害	9
1-2-3 萌芽更新小径木の病害	10
1-2-4 成木（大径木）の病害	10
1-3 各 論	17
1-3-1 天然更新稚樹病害－ブナ林を中心として－	17
1) ブナ実生の早急な枯死・消失に関与する病原菌	17
2) ブナに認められるその他の病害	23
3) ブナ以外の広葉樹における天然更新稚樹病害	23
1-3-2 胴・枝枯性病害	26
1) ヤマナラシ類	26
2) ヤナギ類	30
3) カンバ類	31
4) ブ ナ	33

5) ナラ・カシ類	34
6) シイノキ類	36
7) ニレ類	37
8) ケヤキ	37
9) カエデ類	38
10) トネリコ類	40
1-3-3 広葉樹腐朽病害	45
1) 材質腐朽病の形態	45
2) 腐朽菌の生態および生活史	50
3) 主要な樹種における被害の実態・特徴と腐朽の原因	56
4) 被害の防止方法	91
1-3-4 広葉樹病害の被害及び発生生態	98
1) 稚樹立枯病	98
2) 葉の病害	100
3) 胴・枝枯性病害	100
4) ならたけ病	101
5) 材質腐朽病害	102
6) ナラ類集団枯損被害	103
1-4 施業管理を含む広葉樹病害の防除対策	104
2 広葉樹害虫	107
2-1 はじめに	107
2-2 総論ー加害形態別の広葉樹害虫概要ー	107
2-2-1 食葉性害虫	108
1) ナラ類、カシ類の害虫	109
2) ブナ、イヌブナの害虫	109
3) ケヤキの害虫	110
4) カンバ類、ハンノキ類の害虫	110
2-2-2 穿孔性害虫	111

1) ナラ類、カシ類の害虫	111
2) ブナ、イヌブナの害虫	112
3) ケヤキの害虫	113
4) カンバ類、ハンノキ類の害虫	113
2-2-3 吸汁性害虫	114
1) ナラ類、カシ類の害虫	114
2) ブナ、イヌブナの害虫	114
3) ケヤキの害虫	114
4) カンバ類、ハンノキ類の害虫	115
2-2-4 虫えい形成害虫	115
1) ナラ類、カシ類の害虫	115
2) ブナ、イヌブナの害虫	115
3) ケヤキの害虫	116
4) カンバ類、ハンノキ類の害虫	116
2-2-5 球果・種子害虫	116
1) ナラ類、カシ類の害虫	116
2) ブナ、イヌブナの害虫	117
(付) ブナ類の害虫	123
1) 食葉性害虫	123
2) 穿孔性害虫	134
3) 吸汁性害虫	144
4) 虫えい形成害虫	147
5) 球果・種子害虫	148
2-3 各 論	152
2-3-1 ブナアオシャチホコ	152
1) ブナアオシャチホコの大発生	152
2) 分布・形態・生活史	156
3) 大発生とブナ林	160
4) ブナの食葉性昆虫ギルド	163
5) ブナアオシャチホコの個体群動態	169

6) 密度変動要因	174
7) 大発生時の死亡要因—概説—	174
8) 天敵—クロカタビロオサムシ—	177
9) 天敵—鳥類—	179
10) 天敵—サナギタケなどの昆虫病原菌—	181
11) ブナアオシャチホコ個体群の質の変化	185
12) ブナの誘導防御反応と maternal effects	186
13) 周期的な密度変動を引き起こすものは何か?	188
14) なぜ大発生は同調的に起こるのか?—気候の影響—	190
15) 場所依存的な大発生—なぜ特定の場所で発生するのか?—	191
2-3-2 カシノナガキクイムシ	198
1) 総 論	198
2) 各地域における被害状況等の概況	214
(1) 全国での概況	214
(2) 東北地方における被害と生態	217
(3) 関西地域における被害と生態	228
(4) 九州地域における被害と生態	238
(5) ナラ類集団枯損に関連する菌類	249
2-3-3 カミキリムシ類	264
1) ウスバカミキリ	266
2) ミヤマカミキリ	268
3) ジャコウカミキリ	271
4) アオカミキリ	272
5) トラフカミキリ	273
6) タテジマカミキリ	274
7) イタヤカミキリ	274
8) ゴマダラカミキリ	276
9) センノキカミキリ	281
10) キボシカミキリ	282
11) ホシベニカミキリ	282
12) ヨコヤマヒゲナガカミキリ	284

13) シロスジカミキリ	285
14) クワカミキリ	287
15) シナカミキリ	290
16) ハンノキカミキリ	291
2-3-4 主要害虫の生態と被害実態及び被害発生要因の分析	296
1) ブナアオシャチホコ	296
2) カシノナガキクイムシ	298
3) カミキリムシ類	300
2-4 施業管理を含む害虫防除対策	305

I 調査の目的

針葉樹林の病害虫についてはこれまで多くの調査研究等が行われてきているが、天然広葉樹林の病害虫については一部のものを除き未だ手付かずのものが多く、かつ体系的な取りまとめがほとんどなされていない。このようなことから、本調査は既往の調査研究成果等の知見の整理や被害状況などの概況を把握するとともに、天然広葉樹林のブナ、カンバ類、カシ類、ナラ類等を枯死させるなど、相当規模の被害を及ぼす病害虫等について、異常発生時の対策、施業管理のあり方等について検討を行い、貴重な森林資源である天然広葉樹林の適正な保全に資することを目的としている。なお、調査は平成8年度より3ヶ年にわたっておこなわれた。

Ⅱ 調査の実施経過

1 検討委員会の設置

本調査では、調査を効果的かつ効率的に行うため、天然広葉樹林に被害をもたらす病害虫に関して専門的な知識を有する者で構成する検討委員会を設置し、調査方法の検討及び調査結果の分析等を行った。

検討委員会の構成は下表のとおりである。また検討委員会は、各年度ごとに2回、計6回開催した。

《委員等名簿》

氏 名	所 属
<委員> 五十音順	
金子 繁	森林総合研究所 森林生物部 森林微生物科長
小林 享夫	東京農業大学 国際食料情報学部 教授
小林 富士雄	大日本山林会 副会長
田畑 勝洋	森林総合研究所 多摩森林科学園 園長
榎原 寛	森林総合研究所 森林生物部 昆虫生態研究室長
山根 明臣(座長)	日本大学 生物資源科学部 森林資源科学科 教授
<林野庁>	
関 厚	林野庁 造林保全課 森林保護対策室長
宿利 一弥	林野庁 造林保全課 森林保護対策室 課長補佐
岡部 久	林野庁 造林保全課 防除技術専門官
<事務局>	
喜多 弘	(社)日本林業技術協会 理事
谷口 勝正	(社)日本林業技術協会 調査研究部長
大津 佳代	(社)日本林業技術協会 調査研究部 課長代理

2 調査経過の概要

本調査では、有用広葉樹林の病害虫について、文献等からその概要を整理するとともに、各論として初年度に数種の病害虫を候補としてあげ、そのうちから重要なものを各年度ごとに選定し、研究成果の収集、事例調査などを行い被害発生要因等进行分析し、異常発生時の対策、施業管理のあり方等の検討を行った。

天然広葉樹林の病害虫についての総括的概要の整理は、病害については平成8年度に行い、害虫については平成8年度にブナ類の害虫について、平成9年度には広葉樹の害虫全般について行った。また、上記の病害虫のうち、近年の被害発生の動向や研究成果の蓄積等を勘案して、各論として各年度ごとに取り上げたものは以下のとおりである。

- ・平成8年度 森林病害：材質腐朽病
森林害虫：ブナアオシャチホコ
- ・平成9年度 森林病害：天然更新稚樹病害
森林害虫：カシノナガキクイムシ
- ・平成10年度 森林病害：胴・枝枯病
森林害虫：カミキリムシ

調査においては、各専門家に調査・執筆を依頼した。その執筆分担は次表のとおりである。

《執筆者名簿》

氏 名	所 属	執筆分担 (Ⅲ 広葉樹病虫害対策)
伊藤 進一郎	三重大学生物資源学部助教授	2-3-2のうち2)(5)
浦野 忠久	森林総合研究所 関西支所 保護部 昆虫研究室 主任研究官	2-3-2のうち2)(3)
遠田 暢男	ファイザー製薬株式会社 技術顧問	2-3-3
鎌田 直人	金沢大学理学部助教授	2-3-1
衣浦 晴生	森林総合研究所 東北支所 保護部 昆虫研究室 主任研究官	2-3-2のうち 1)、2)(1)、(2)
窪野 高德	森林総合研究所 東北支所 保護部 樹病研究室長	1-3-4
小林 享夫	東京農業大学 国際食料情報学部教授	1-1、1-2 1-3-2、1-4
佐橋 憲生	森林総合研究所 東北支所 保護部 樹病研究室 主任研究官	1-3-1
滝沢 幸雄	(財)林業科学技術振興所 主任研究員	2-2
田畑 勝洋	森林総合研究所 多摩森林科学園 園長	2-3-4
牧野 俊一	森林総合研究所 森林生物部 昆虫生態研究室長	2-3-2のうち 2) 4)
山口 岳広	森林総合研究所 北海道支所 保護部 樹病研究室 主任研究官	1-3-3

注：五十音順

Ⅲ 広葉樹病害虫対策

1 広葉樹病害

1-1 はじめに

わが国の人工造林面積はおよそ 1,000 万 ha であり、その大部分は針葉樹（スギ・ヒノキ・マツ類・カラマツ・トドマツ）によって占められている。残りのおよそ 1,300 万 ha の森林は、高海拔あるいは高緯度地域の亜高山帯ないし高山帯針葉樹（モミ類・トウヒ類・ツガ類、高地性マツ類）が大半を占める針葉樹の天然林と、一部亜熱帯地域のマツ林、および亜寒帯から亜熱帯までの各種広葉樹混交林からなる。後者には亜高山地帯の天然林のほか、里山地域の落葉あるいは常緑広葉樹の二次林が含まれ、最近では西南暖地のマツ林の材線虫病による消滅跡地がシイ・カシ等の暖帯照葉樹林に移り変わりつつある。また、戦後、我が国経済の高度成長が大気汚染や騒音公害といった生活環境の悪化や、都市及びその周辺部での緑の減少をもたらしたこと等の教訓から公園・道路・施設等の各種緑地への緑化樹木の増加も著しい。

いっぽう、わが国における樹木病害研究は、田中延二郎（1888）によるアオキ・ツバキ・ヤブニッケイのすす病に関する論文をはじめとする。以後、日本における樹木病害とその病原菌類の探索・調査が大学・農業試験場の植物病理学者および菌学者によって続けられる。林業試験場に樹病研究者が配属されたのは 1907 年のことであるが、これは当時日本中で発生していたスギ赤枯病の防除法確立のためであり、新病害探索を含め他の樹病の研究が行われるようになったのは 1915 年頃からである。

農林学校（現在の農林高等学校）における樹病学の教科書としては出田 新（1921）「樹病学教科書」、原 摂祐（1923）「樹病学提要」が相次いで編まれた。そしてそれまでの探索・調査の蓄積を踏まえて原 摂祐（1923）「樹病学各論」が発刊された。大学の学生や研究者・技術者を対象にした樹病学の体系だった著述は、原 摂祐（1927）「実験樹木病害編」および北島君三（1933）「樹病学及び木材腐朽論」に始まる。さらに第二次大戦後は樹病学の教科書としては伊藤一雄（1952）「樹病」、同（1960）「樹病学概論」、赤井重恭（1970）「樹病学総論」、千葉 修（1971）「樹病学」、同（1975）「改訂樹病学」、小林享夫ら（1986）「新編樹病学概論」と引き継がれ、各論としては伊藤一雄（1959）「図説苗畑病害診断法（前編）」を始めとする診断法シリーズ、小林享夫（1977）「緑化樹木の病害虫

（上）病害とその防除」、同（1983）「新版緑化樹木の病虫害（上）病害とその防除」、同（1988）「カラー解説庭木・花木・林木の病害」などがあって、それぞれの時代に応用上の役割を果たしてきた。なお、伊藤一雄には樹病学の発達の歴史と研究内容の要約を解説した「日本樹病学史Ⅰ（1965）、Ⅱ（1965）、Ⅲ（1966）」があり、さらに樹病学の総論と各論を収めた「樹病学大系Ⅰ（1971）、Ⅱ（1973）、Ⅲ（1974）」の大著がある。

いわゆる有用樹木の範囲は時代とともに変化するため、今日でも樹木病害の探索・調査は続けられている。これらを含め、今日まで多数の樹木病害および病原菌に関する観察・調査・研究の記録あるいは論文が発表されてきた。しかし、その大半は造林対象針葉樹の苗畑および森林病害に関するものであった。近年の緑化樹の生産・流通の増加と緑地の造成拡大もあって、広葉樹の病害や病原菌の記録も決して少なくはないが、それらは主として苗畑・養成畑・植栽緑地における病気と病原菌の発生記録であり、また広葉樹林にあっては材質腐朽病菌（サルノコシカケ類）の菌学的記録であって、広葉樹林における病害発生の意義や被害解析など、被害回避や予防といった健全な林分への誘導を意識した、生態的立場にたった論文はきわめて少ない。したがって、我が国の広葉樹林業における体系だった病害の位置づけや総括をすることは難しいが、現状の乏しい蓄積の中から、広葉樹林における生育段階の違いによる病害発生の傾向を紹介することにしたい。

1-2 総論

1-2-1 天然下種更新稚苗に発生する病害

苗畑において播き付け種子や稚苗に苗立枯病（地中腐敗、首腐れ、倒伏、根腐れ、裾腐れの5型がある）が発生して被害を与えることは、人工林造成の一番初めの段階で遭遇する病害として良く知られている。森林においても、天然下種更新の場に同様の現象のあるだろうことは容易に想像されるが、森林における土壌病原菌の生態や、稚苗消失原因に関する調査研究は意外に少ないし、また広葉樹の種子に潜在する病原菌の調査例もきわめて僅かである。

種子潜在菌類の調査は主要広葉樹ではなく、砂防用のニセアカシアやアキグミで行われているに過ぎない（佐藤 1956, 1962; 佐藤・庄司 1954, 1960, 1964）。それによると、種子潜在菌としてはニセアカシアでは炭疽病菌（*Colletotrichum*）と胴・枝枯性病菌（*Phomopsis*）が主体で、アキグミでは土壌病原菌（*Fusarium*）と灰色かび病菌（*Botrytis*）が主である。一般に種子潜在菌類は種皮に潜在し、種子が地上に落下して翌春発芽するまでの間に、徐々に胚乳や胚を侵して腐敗を起こして発芽不能にする。さらにいったん発芽して根を出しながら、子葉が地上に現れるまでの間に、種皮潜在菌や土壌中の病原菌に侵されて腐敗し、芽生えることなく終わるものもある。このように自然においては大量の種子が落下しながら、いわゆる地中腐敗の被害をうけて未発芽に終わるもののがかなりあることは、トドマツ・スギなど針葉樹秋まき種子の不発芽の事例からみても容易に推測できる。

周知のようにブナでは結実に豊凶があり、凶作年ではほとんど結実がみられず、また落下した数少ない種子はネズミやウサギなど野生動物の餌となって翌年まで残るものはほとんどなく、更新はゼロに近い。したがってブナの稚苗が更新するのは、野生動物にも食べきれないほどの大量の種子が結実落下する豊作年に限られる。しかし多くの観察例が知られているように、豊作年の翌春に芽生えた無数の稚苗がその年の生育期の終わりには大半が消失してしまう。その原因については気象、土壌などの立地環境条件（陽光不足、乾燥、過湿、日焼け等）からの論議が多かったが、近年は特に稚苗消失については菌学的、病理学的検討が望まれていた（橋詰・山本 1975; 倉田 1949, 1973, 1982）。

ブナ更新稚樹の消失に関与する菌類としては、苗立枯病（症状）に関連して *Colletotrichum dematium* (Pers.:Fries) Grove, *Cylindrocarpon destructans* (Zinns.) Scholten, *Fusarium* sp., *Rhizoctonia solani* Kuhn 等が報告され、なかでも *Colletotrichum dematium* は稚苗消失にきわめて大きい役割を果たしている（橋詰・山本 1975; 小林 1975a, b; 小林ら 1984; 佐橋ら 1994, 1995; 佐々木 1977; 佐藤 1978; 1991）。立地条件としては高海拔・被陰・平坦な湿潤傾向のところにある。このような場所では発芽当年ばかり

ではなく、2年目以降も根腐れ型や裾腐れ型の立枯病被害が起こり、累積枯損率は増加する（小林 1975a）。これに対して陽光の当たる場所では日焼けとそれを誘因とする *Discosia* sp.による葉枯れが発生するが、この被害は発芽当年限りの被害で2年目以降はほとんど発生しない（小林 1975a; 佐藤 1977; 1991）。

1-2-2 更新稚樹ないし若木の病害

幼苗時の立枯病の被害を免れた稚樹は、林内下層植生の一員として、あるいは山火事跡地の新しい侵入者として生長を続けるが、この時期には葉の病気も生長抑制因子となり、また胴枯性病害が若木枯損の原因となる。

1) 葉の病害

ブナ、カンバ類、シデ類、ドロノキ・ヤマナラシ、ナラ類などの落葉広葉樹ではさび病（*Pucciniastrum fagi* Yamada ex Hiratsuka, *Melampsoridium betulinum* (Desm.) Kleb., *M. carpini* (Fuck.) Diet., *Melampsora larici-populina* Kleb., *M. laricis* Hart., *M. magnusiana* Wagner ex Kleb., *Cronartium quercuum* Miyabe ex Shirai）、ヤチダモ類、ケヤキ、ニレ類、ナラ類、カエデ類などではうどんこ病（*Phyllactinia fraxini* (DC.) Homma, *Uncinula fraxini* Miyabe, *U. zelkowsae* Henn., *U. clandestina* (Bivona-Bernardi) Schrot., *Microrosphaera alphitoides* Griff. et Maubl., *Sawadaea bicornis* (Wallr.) Miyabe, *S. tulasnei* (Fuck.) Homma) の発生によって生長が著しく阻害される。

また葉枯性ないし斑点性の病害ではケヤキのとうそう病（*Sphaceloma zelkowsae* Kurosawa et Katsuki）と白星病（*Septoria abeliceae* Hirayama）、ナラ類の円斑病（*Apiocarpella quercicola* Kobayashi et Sasaki）、カエデのベスタロチア病（*Pestalotia aceris* Henn.）、黒紋病（*Rhytisma acerinum* (Pers. ex St. Amans) Fries）および小黑紋病（*Rhytisma punctata* (Pers.) Fries）、ニレの黒斑病（*Hypospilina oharana* (Nisikado et Matsumoto) Katumoto et Harada）、カンバ類の褐斑病（*Septoria chinensis* Miura）と大形褐斑病（*Helotium leucellum* (Karst.) Karst.）、ヤチダモ類の褐斑病（*Cercospora fraxinites* Ell. et Ev.）などの顕著な発生が認められ、稚樹や若木の生長を抑制する。

太平洋沿岸から南西暖地の常緑樹ではカシ類紫かび病（*Cystotheca wrightii* Berk. et Curt.）、うどんこ病（*Erysiphe heraclei* DC.）および白斑病（*Phomatospora albomaculans* Kobayashi et Sasaki）が幼葉や幼茎の萎縮や、著しい斑点による葉枯れを起こして稚樹や若木の伸長を抑制する。またタブノキではさび病（*Monosporidium machili*

(Henn.) Sato) が幼茎、葉柄、若葉に著しい被害を与える。

これらの葉や幼茎に発生する病害は、稚樹や若木全体を枯らしてしまうことはないが、新梢部の萎縮や早期落葉などによる生長の衰えや停滞のため、他の植生との競合に遅れをとる原因となる。

2) 胴・枝枯性病害

幼齢木の間は各種の胴・枝枯性病害が発生して上層木として抜きこんで以前に枯れていく。これらの病気は上木の倒伏、落枝、強風あるいは獣類による傷を誘因として、また林内における日照不足や寒さなどを誘因として発生する。実生稚樹ではこのような耐環境性や耐病性の小さいものから次々に侵され、自然に淘汰されて、比較的耐病性をもった個体は残るのではないかと思われる。

山地の亜寒帯ないし温帯の各種落葉広葉樹林や温帯ないし亜熱帯地域の常緑広葉樹林では、ナラ・カシ類の白点胴枯病 (*Amphiporthera veneliana* (Thumen et Rehm) Barr)、カンバ類の黒粒枝枯病 (*Melanconis stilbostoma* (Fries:Fries) Tulasne, *M. itoana* Kobayashi) が、幼木の枯損や若木から上層木の新梢枯損による顕著な樹冠破壊を起こす例が認められている。また、シイやナラ・カシ類には黄色胴枯病 (*Cryphonectria havanaensis* (Bruner) Barr, *C. macrospora* (Kobayashi et Ito) Barr, *C. nitschkei* (Otth) Barr, *C. radicalis* (Schw.:Fr.) Barr) が発生し、枝枯れや胴枯れを起こして稚樹の淘汰を行っている。黄色胴枯病は山火事で火の入った林ですべてのナラ・カシワの樹皮一面に、あるいは火をうけた側の樹皮に優先的に繁殖し、本病菌特有の黄色～橙黄色の小隆起(子座)を無数に形成する。このため多くの樹幹が巻き枯らしを受け、再生萌芽を出しながら枯れにいたる。枯れないまでも幹に縦長の病幹部を形成し、樹皮が剥がれた後腐朽菌の入口となり、また萌芽枝の根元が次々に巻き枯らしになって枝枯れを起こす。ナラ類、カンバ類、カエデ類、ドロノキ・ヤマナラシのホモプシス胴枯病 (*Diaporthe eres* Nit., *D. medusaea* Nit., *D. pustulata* (Desm.) Sacc., *D. santonensis* Sacc.)、ドロノキ、ケヤキの腐らん病 (*Valsa sordida* Nit., *V. kitajimana* Kobayashi)、ドロノキ・ヤマナラシのレウコストマ胴枯病 (*Leucostoma nivea* (Pers.:Fries) Hohnel) も同様に若木の胴・枝枯れを起こし、枯損原因の一つとなる。

近年、ヤチダモの幹に永年性がんしゅを形成する材質劣化病害(がんしゅ病: *Nectria galligena* Bres.)が注目されているが、その発生は若木の時代で、年とともに大きくなる。

1-2-3 萌芽更新小径木の病害

クヌギ・ナラなど、かつての薪炭林や現在のシイタケほだ木採取林のように、一定の径級になると次々に抜き切りして切り株からの萌芽更新を行うところでは、伐採による樹勢の一時的衰弱や、切りあとの傷が原因となって、胴枯性病害や根株へのならたけ病菌 (*Armillaria mellea* - complex) の侵入まん延によって、ついに萌芽力を失って根株全体が枯れるにいたる。

伐採による樹勢の衰退によってならたけ病が根株の一部を侵した場合、萌芽枝の旺盛な生長は見られず、病根株は病患部が年々拡大し、数年の後には完全に枯死に至る。このような病根株からは毎年秋になると多量のきのこ (ナラタケ) を発生するので、診断は容易である。また侵された側の根や根株の樹皮か形成層部分には白色のキノコ臭のある菌糸膜が形成され、同様に診断の目安となる。

黄色胴枯病、白点胴枯病、ホモプシス胴枯病 (いずれも前掲) が発生する胴枯性病害の主たるものであるが、とくに前2者の発生が多い。この場合、萌芽茎幹に発病して胴枯れ病斑が拡大して巻き枯らしに進むものと、伐採切り口の癒合組織形成が不十分で、切り口から樹皮の枯れ下がりを生じ、萌芽枝の根元へと広がって巻き枯らしを起こすものがある。

これらの林ではまた、1-2-2の1) で述べたような各種のさび病、うどんこ病、斑点性病害が発生するが、このような葉の病害は落葉広葉樹に対しては、見た目には激しく見えても、一般に樹勢の衰退を招くほど影響を与えることはない。最も一般的に目につく病気はカンバ類やヤマナラシ・ドロノキのさび病、ヤチダモ類やカエデ類のうどんこ病、カンバ類の大形褐斑病、カエデ類の黒紋病と小黒紋病、ニレの黒斑病などである。これらの病害は苗畑や更新稚樹に発生する病気と異なり、激しい早期落葉を起こすものではない。

常緑広葉樹ではもともと激しい落葉を起こす病気はないが、カシ類白斑病と紫かび病がよく目立つ病気である。

1-2-4 成木 (大径木) の病害

上層木となった広葉樹の樹勢を左右する、あるいは利用上の障害となる病害には、材質腐朽病と寄生性顕花 (種子) 植物による被害がある。後者はいわゆるやどりぎ (宿り木) と称されるものである。

ナラ類、ケヤキ、ニレ、ヤチダモ類、カツラなど、多くの落葉広葉樹にはヤドリギ (*V. album var. rubro-aurantiacum*) が寄生して樹勢を衰えさせ、しだいに枝抜けから枯死へと導く。大木の樹冠の大半がこの寄生植物に占有される場合も珍しくない。宿り木の寄生のた

め枯れたり折れたりした枝の折れ口からは、すぐに材質腐朽菌が侵入し、その枝の基部から太枝や幹に進展して、樹冠は宿り木のために退廃し、太枝や樹幹の材は材質腐朽菌により腐朽が進行する重複被害が起きるのが普通である。樹冠部に沢山のヤドリギ類の寄生を受けた樹はその内部は腐朽の進行が激しく、強風による倒伏の危険を内在している。ケヤキではヤドリギやアカミノヤドリギの寄生を受けた部分が紡錘形のこぶとなって膨大し、樹皮には多数のひび割れをつくり、そのひび割れ部分から紅粒がんしゅ病菌 (*Nectria cinnabarina*, *N. gal-ligena*) が侵入・発病して、寄生部位の巻き枯らしによる枯死を早める。

暖地の常緑広葉樹にはヒノキバヤドリギ (*Pseudodixus japonica*) が寄生して、樹冠衰退を起こす。

広葉樹の成木ないし老齢木において最も被害の大きいものは何といても材質腐朽病の進行である。これは幹の傷口や、枝の折れ口から幹の辺材部や心材部に侵入して、生立木のいわゆる幹腐れを起こすものである。材質腐朽病菌の侵害によって樹が枯れてしまうことは普通ないが、一般にある樹齢を超えると年間腐朽量が年生長量を上回るようになり、年を経るほど材内で腐朽の進行が増大し、はなはだしい場合には材中心部に空洞を生ずる。そしてこのような腐朽木は台風の襲来により大量の折損（幹折れ）や倒伏（根返り）を起こして林相の著しい破壊を招く。

ツリガネタケ (*Fomes fomentarius*) はブナ、カンバなどに、キコブタケ (*Phellinus igniarius*) はブナ、ナラ、カエデ、ドロノキ、クルミなどの生立木に海綿状白色腐朽をおこす。カンバタケ (*Piptoporus betulinus*) はカンバに褐色腐朽を、ニレサルノコシカケ (*Rhigidoporus ulmarius*) はニレ、エノキの心材腐朽を起こし根元に大形の子実体（きのこ）を発生する。またコフキタケ (*Ganoderma applanata*) は落葉広葉樹ばかりでなく、クスノキ、シイなどの常緑広葉樹にも斑入状白色腐朽を起こして被害が多く、カシサルノコシカケ (*Fomitopsis latissima*) は西南暖地のシイ・カシ類の白色腐朽を起こし、退廃の原因となる。変わったものとしてカンバ類に対し腐朽も激しいが材部に作られた菌核が漢方医薬原料として珍重されるカバノアナタケ (*Fuscoporia obliqua*) がある。これらの腐朽菌類による被害木は、ふつつ樹皮の外側に発生するおのおの特有の子実体（きのこ、サルノコシカケ）により診断されるが、子実体が発生する時には、すでに樹幹内に相当の腐朽が進行しているのが常である。

参考文献

- 赤井重恭 (1970). 樹病学総論. 養賢堂, 東京, 182pp.
- 青島清雄・小林 正 (1983). ハコヤナギとヤナギ属の生立木腐朽菌. 第 94 回日本林学会大会発表論文集: 545-546.
- 千葉 修 (1971). 樹病学. 地球社, 東京, 240pp.
- 江本義数 (1936). ヒノキバヤドリギに就て. 植物及動物 4(3):516-528.
- 浜 武人 (1963). ヤドリギによるシラカバの被害. 森林防疫ニュース 12: 48.
- 原 摂祐 (1923a). 樹病学提要. 自費出版, 静岡, 74pp.
- 原 摂祐 (1923b). 樹病学各論. 吉見書店, 静岡, 281pp.
- 原 摂祐 (1927). 実験樹木病害編. 養賢堂, 東京, 402pp.
- 原田幸雄 (1988). ミズナラの大樹に寄生するヤドリギ. 森林防疫 37(10): 173.
- 原田幸雄 (1994). 人工接種のヤドリギ. 森林防疫 4(3): 42.
- 橋本平一・堂園安生・河辺祐嗣 (1986). シイ林の立木腐朽調査(v)ーコジイの幹腐れ病(仮称)菌の接種試験. 第 97 回日本林学会大会発表論文集: 513-514.
- 橋詰隼人・山本進一 (1975). ブナ林の成立過程に関する研究(I)ー種子の落下、稚樹の発生および消失についてー. 第 86 回日本林学会大会発表論文集: 226-227.
- 平山重勝 (1931). Studies on septoriososis of plants IV. New or noteworthy species of Septoria found in Japan. 京都大学農学部紀要 13(3): 33-40.
- 出田 新 (1921). 樹病学教科書. 三浦書店, 東京, 78pp.
- 伊藤一雄 (1952). 樹病. 朝倉書店, 東京, 120pp.
- 伊藤一雄 (1960). 樹病学概論. 朝倉書店, 東京, 180pp.
- 伊藤一雄 (1965). 日本における樹病学発達の展望ー日本樹病学史ー. 林試研報 174: 59-162.
- 伊藤一雄 (1965). 同 (II). 林試研報 181: 1-196.
- 伊藤一雄 (1966). 同 (III). 林試研報 193: 1-375.
- 伊藤一雄 (1971). 樹病学大系(I). 農林出版, 東京, 279pp.
- 伊藤一雄 (1973). 樹病学大系 II. 農林出版, 東京, 302pp.
- 伊藤一雄 (1974). 樹病学大系 III. 農林出版, 東京, 405pp.
- 伊藤一雄・保坂義行 (1952). Notes on some leaf-spot diseases of broadleaved trees II. Septoria leaf-spot of Zelkova serrata Makino. 林業試験場研究報告 52: 163-182.
- 伊藤一雄・庄司次男 (1972). Notes on some leaf-spot diseases of broadleaved trees VI.

Large leaf-spot of birches. 林業試験場研究報告 34 89-95.

亀井専次・小笠原隆三 (1957). クロサルノコシカケ (*Fomitopsis castanes* Imazeki) に関する研究. 日本林学会北海道支部大会講演集 6: 36-38.

河辺祐嗣・橋本平一 (1981). シイ林の立木腐朽調査(2) - 40 年生シイ林の腐朽実態 -. 日本林学会九州支部大会研究論文集 37: 183-184.

河辺祐嗣・清原友也・橋本平一 (1986). シイ林の立木腐朽調査(3) - 川内・大分地方のコジイ 4 林分における被害実態 -. 日本林学会九州支部大会研究論文集 39: 203-204.

川上日出国・吉田重明 (1980). キコブタケによるアラカシ腐朽材. 第 28 回日本林学会中部支部大会論文集: 161-166.

北島君三 (1933). 樹病学及木材腐朽論. 養賢堂, 東京, 505pp.

小林享夫 (1955). 本邦産 *Endothia* 属菌について. 日本植物病理学会報 19(3/4): 189.

小林享夫 (1960). ケヤキのヤドリギ. 森林防疫ニュース 9: 53.

小林享夫 (1966). クルミおよびカンバの黒粒枝枯病とその病原菌. 日本林学会誌 48(1): 28-32.

小林享夫 (1968). Notes on Japanese species of the genus *Melanconium*. 日本菌学会会報 9(1): 1-11.

小林享夫 (1970). Taxonomic studies of Japanese *Diaporthaceae* with special reference to their life-histories. 林業試験場研究報告 226: 1-242.

小林享夫 (1971). 黒粒枝枯病菌の生理的性質ならびに各種培地に形成された分生胞子の大きさの変異. 日本林学会誌 53(3): 57-67.

小林享夫 (1974). 広葉樹の黒粒枝枯病菌の病原性. 日本林学会誌 56(9): 332-336.

小林享夫 (1975a). 有用広葉樹の病害. 山林 1093(S50-6): 27-35.

小林享夫 (1975b). 非皆伐作業法の基礎知識, 3 節: 病害 (坂口勝美監修: これからの森林施業 - 森林の公益的機能と木材生産の調和を求めて). pp.114-120, 全国林業改良普及協会, 東京.

小林享夫 (1976). ミズナラのヤドリギ (*Viscum album*). 森林防疫 25(2): 15.

小林享夫 (1977). 緑化樹木の病害虫(上)病害とその防除. 日本林業技術協会, 東京, 229pp.

小林享夫編著 (1988). カラー解説庭木・花木・林木の病害. 養賢堂, 東京, 200pp.

小林享夫・千葉 修 (1961). ポプラ属植物に寄生する本邦産菌類 I. 林業試験場研究報告 130: 1-43.

小林享夫・伊藤一雄. (1956a). Two new species of *Endothia*. 日本植物病理学会報 21: 151-

- 小林享夫・伊藤一雄. (1956b). 本邦産 *Endothia* 属菌について・I. 本邦産 *Endothia* 属菌の種類. 林業試験場研究報告 92: 81-98.
- 小林享夫・佐々木克彦 (1975a). 緑化樹の新病害(2) コナラ円斑病、ナラ・カシ類すす葉枯病およびツタ褐斑病. 日本植物病理学会報 41(1): 117.
- 小林享夫・佐々木克彦 (1975b). Notes on new or little-known fungi inhabiting woody plants in Japan VII. 日本菌学会会報 16(3): 230-244.
- 小林享夫・佐々木克彦 (1982). Two new species of Diaporthaceae from Japan causing leaf spot diseases in the evergreen oak. 日本菌学会会報 23: 251-258.
- 小林享夫・佐々木克彦・田中 潔 (1984). ブナ稚苗の消失経過と関連糸状菌. 第 95 回日本林学会大会発表論文集: 439-440.
- 小林享夫・佐藤邦彦・佐保春芳・陳野好之・寺下隆喜代・鈴木和夫・楠木 学・大宜見朝栄 (1986). 新編樹病学概論. 養賢堂. 東京, 297pp.
- 倉田益二郎 (1949). 菌害回避更新論. 日本林学会誌 31(1/2):
- 倉田益二郎 (1973). 天然更新技術確立のための菌害回避説. 林業技術 377(S48-8): 10-14.
- 倉田益二郎 (1982). ブナ林更新の知見と考察—特に稚苗の枯死消失について. 林業技術 480 (S57-3): 16-19.
- 牧野富太郎 (1914). おおばやどりぎ、まつぐみ並二ひのきばやどりぎ. 植物学雑誌 28 (326): 94-95.
- 長野菊次郎 (1895). ヒノキバヤドリギの寄生. 植物学雑誌 9(106): 463-464.
- 中島末二 (1996). ケヤキのヤドリギ被害とその対策事例. 森林防疫 46(2): 29-32.
- 西門義一・松本弘義 (1929). 楡の新病害、黒斑病に関する研究. 農学研究 13: 329-339.
- 小口健夫 (1980). アカミノヤドリギ. 光珠内季報 46: 24-25.
- 小野 馨 (1961). カンバ類褐斑病の研究 I. 病原菌の形態および生理的性質. 林業試験場研究報告 128. 95-104.
- 佐橋憲生・窪野高德・庄司次男 (1994). Temporal occurrence of dead seedlings of Japanese beech. 日本林学会誌 76(4): 338-345.
- 佐橋憲生・窪野高德・庄司次男 (1995). Pathogenicity of *Colletotrichum dematium* isolated from current year beech seedlings exhibiting damping-off. Eur.J.For.Path. 25: 145-151.
- 佐々木克彦 (1977). Materials for the fungus flora of Japan(26). 日本菌学会会報 18(4): 343-

- 佐々木克彦 (1979). *Nectria galligena* Bresadola によるヤチダモのがんしゅ病. 日本林学会北海道支部大会講演集 28: 170-172.
- 佐々木克彦 (1983). ヤチダモがんしゅ病—接種試験および解剖所見. 第 94 回日本林学会大会発表論文集: 547-548.
- 佐々木克彦 (1984). *Nectria galligena* 菌による広葉樹がんしゅ病. 北方林業 36(8): 211-216.
- 佐々木克彦 (1985). ヤチダモのがんしゅ病患部. 森林防疫 34(7):116.
- 佐々木克彦 (1985). ヤチダモをはじめとする広葉樹のがんしゅ病. 森林防疫 34(7): 117-122.
- 佐々木克彦 (1986). *Nectria* 属菌による広葉樹のがんしゅ病—病原菌の分類学的検討—. 日本林学会北海道支部大会論文集 35: 68-70.
- 佐々木克彦 (1991). カバノアナタケによる心腐れ. 森林防疫 40(2): 20.
- 佐々木克彦・小林享夫 (1975). 緑化樹の新病害(1) アラカシ白斑病、円斑病およびナツツバキ葉枯病. 日本植物病理学会報 41(1): 117.
- 佐々木克彦・山口岳広・坂本泰明 (1994). ウダイカンバに対する腐朽菌 6 種の人工接種 (I) —接種 2 年後の調査結果—. 第 105 回日本林学会大会発表論文集: 509-510.
- 佐藤邦彦 (1953). 種子消毒はなぜ必要か. 森林防疫ニュース 21: 185-186.
- 佐藤邦彦 (1956). ニセアカシアの炭疽病の第一次発生と種子消毒. 北日本病虫害研究会報 7: 82-83.
- 佐藤邦彦 (1958). 2,3 顕花植物による樹木の被害. 森林防疫ニュース 7(9): 133-135.
- 佐藤邦彦 (1962a). 種子消毒による林木苗の立枯病防除に関する研究. 林業試験場研究報告 139: 163-175.
- 佐藤邦彦 (1962b). 新農業による林木種子の消毒効果. 日本林学会東北支部会誌 13: 85-91.
- 佐藤邦彦 (1984). *Corticium popyporoideum* Berk.et Curt. のブナに対する病原性. 第 95 回日本林学会大会発表論文集: 447-448.
- 佐藤邦彦 (1988). 実践森林病理. 農林出版、東京、248pp.
- 佐藤邦彦 (1989). 健全な林木の根面におけるナラタケ菌の付着と病原性. 第 100 回日本林学会大会発表論文集: 587-588.
- 佐藤邦彦 (1991). ブナ林の菌類と病害 (村井 宏ほか編: ブナ林の自然環境と保全). pp.121-140、ソフトサイエンス社、東京.
- 佐藤邦彦・庄司次男 (1954). ニセアカシアの種子の消毒と発芽促進. 日本林学会誌 36 (9): 244-247.

- 佐藤邦彦・庄司次男 (1960). ニセアカシア炭疽病の種子伝染による第一次発生と種子消毒による防除. 林業試験場研究報告 119: 1-15.
- 佐藤邦彦・庄司次男 (1964). 寒冷寡雪地帯におけるスギとコバノヤマハンノキの秋まき種子の消毒効果. 北方林業 181: 117-121.
- 周藤靖雄 (1990). 島根県におけるヤドリギ科植物の樹木への寄生. 島根県病害虫研究会報 15: 3-6.
- 鈴木和夫 (1982). ヤマザクラに寄生したヤドリギ. 森林防疫 31(12): 223.
- 立川哲三郎 (1990). エノキに寄生したヤドリギ. 森林防疫 39(1): 21.
- 田島良男・迫 静男・松元美恵子・黒木晴輝・馬田英隆・鮫島四雄 (1980). 日本に生育する寄生植物一覧. 鹿児島大学農学部演習林報告 9: 137-151.
- 寺下隆喜代 (1991). オオバヤドリギ. 森林防疫 40(11): 197.
- 山口岳広 (1989). カバノアナタケによるシラカンバの腐朽被害. 日本林学会北海道支部大会論文集 37: 91-93.
- 山口岳広 (1993). カバノアナタケ担子胞子の飛散時期. 日本林学会北海道支部大会論文集 40: 30-32.
- 山口岳広 (1995). ツリガネタケの子実層生長量の季節変化. 第 39 回日本菌学会大会講演集: 36.

1-3 各 論

1-3-1 天然更新稚樹病害－ブナ林を中心として－

近年、天然広葉樹林が景観の保全、遺伝資源の保存、様々な動植物の棲息場所、その公益的機能等の観点から注目を集めている。そのような状況の中で、天然林の動態、天然更新に関する研究が数多くなされてきている。しかしながら、森林の動態や天然更新に大きな影響を及ぼしていると考えられる病害に関しては、病気の報告、病原菌の記載にとどまっており、病害による被害の正確な解析や病原菌が森林動態のなかで果たす役割や意義についての研究例は極めて少ない。ここでは、なかでも多少の研究が行われているブナの天然更新を阻害する病害を中心に、最近の研究例をとりあげて紹介したい。

1) ブナ実生の早急な枯死・消失に関与する病原菌

わが国のブナ (*Fagus crenata* Blume) は北海道から鹿児島県まで本州、四国を含め広く分布しており、なかでも、東北地方においては森林の主要な構成樹種として、その特徴的な景観を代表するものである。ブナの種子生産には豊凶があり、数年から 10 年程度の間隔で、豊作、並作、凶作を繰り返している。豊作年には、平方メートルあたり数百から千個程度の多量の種子が落下し、翌春多量の実生が発生するが、大半のものがその年の終わりまでに枯死し、消失してしまう (図 1-3-1①)。このような現象は古くから知られており、光不足、乾燥、昆虫・小形哺乳類による食害、菌害など (橋詰 1991、前田 1988) とされてきた。しかしながら、菌害についてはほとんど推定の域を出ず、病原菌の種類も特定されていなかった。ある樹種の天然林が成立し得るか否かはその稚苗が菌害を回避できるかどうかで決まるという主旨の菌害回避更新論 (倉田 1949) を唱えた倉田は、天然更新に関与する菌害について樹病学的見地から研究が行われる必要性を強調している (倉田 1973、1982)。近年、2、3の研究により、このような実生の早急な枯死、それに引き続く消失に関与する病原菌の一部が明らかになってきている。

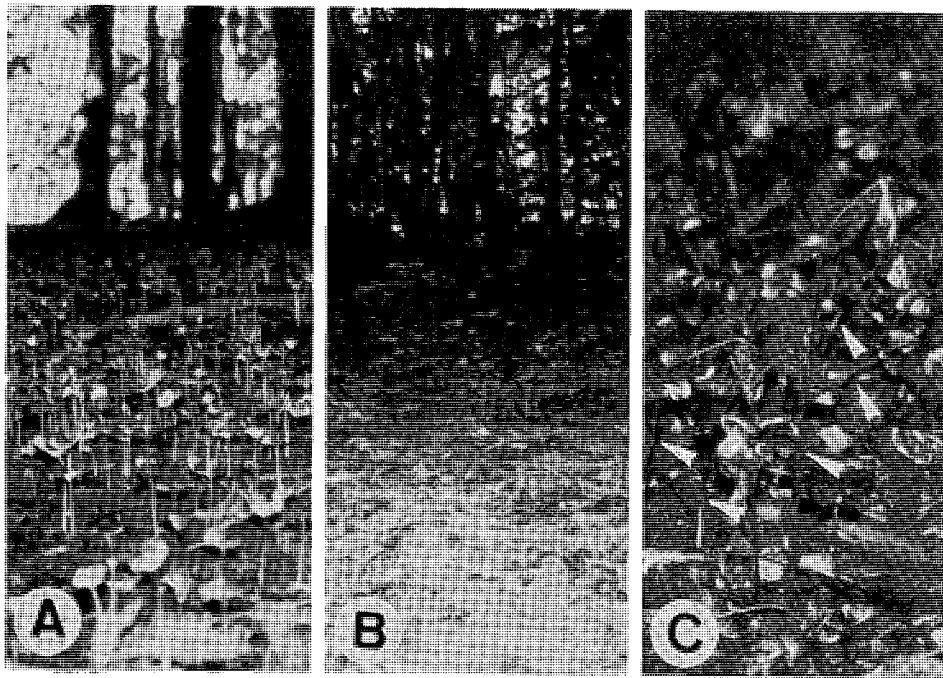


図 1-3-1① ブナ当年生実生とその消失

A：林床一面に芽生えたブナ当年生実生

B：芽生えてから約2ヶ月後の林床（ほとんど全ての実生が消失している）

C：菌類によると考えられる出芽後立枯病

写真提供 伊藤進一郎

(1) 実生の菌害

ブナ実生の早急な枯死に病原菌、あるいは菌類が関与しているとの報告は、主にブナ林の天然更新の研究者によって、これまでに多数報告されてきた（橋詰・山本 1975、工藤 1985、工藤・石橋 1983、前田 1988、1990、丸田・紙谷 1996、水永・中島 1997、Nakashizuka 1988、寺沢 1995）。しかしながら、これらの報告はその枯れの形態的特徴から菌害らしいと推定したものが大部分であり、枯死の原因が実際に菌類によるかどうかの確認がなされておらず、原因となる菌類も特定されてはいない。また菌害とされたものの外見的特徴も、各研究報告によって多少の違いが認められ、必ずしも一致してはいない。

菌害によって枯死したと考えられる個体からの菌の分離試験（橋詰・山本 1975、工藤・石橋 1983、小林ら 1984）も試みられているが、接種試験によってその病原性が確認された例（Sasaki 1977、Sahashi *et al.* 1995）は少なく、今後この点についてさらに研究が必要であると思われる。

(2) 葉枯れ性病害を引き起こす病原菌

当年生実生を含めた稚樹の葉枯れ性病害に関する報告もなされている（工藤 1985、工藤・石橋 1983、佐藤 1987）。工藤（1985）および工藤・石橋（1983）は褐変した葉枯部位より *Botrytis cineria*、*Discosia* sp.、および *Pestalotia* sp. が検出されること、なかでも *Discosia* sp. が高い頻度で分離されることを報告し、葉の褐変・落葉にはこれらの病原菌が関与していることは明らかであるとしている。一方、これらの菌は任意寄生菌（条件的寄生菌）で、葉が何らかの原因で活力を失ったとき菌に侵入され発病するので、一次的原因が他にあるとも述べている。しかしながら、接種試験により病原性の確認はなされていないことから、今後この点について確認する必要がある。佐藤（1987、1991）も *Discosia* sp. による葉枯病を認め、環境によっては無視できないとその著書で述べているが、詳細は不明である。これらの葉枯病は実生の直接の枯死原因になることは少ないと考えられるが、光合成を阻害することが予想されるので、個体を衰弱させ、他の原因による枯死を助長している可能性がある。

(3) 立枯病を引き起こす病原菌

ブナの立枯病を引き起こす病原菌についての報告例を表 1-3-1①に示した。Sasaki（1977）は立枯病罹病苗の胚軸下部より炭そ病菌の一種 *Colletotrichum dematiun* を分離し、接種試験の結果、ブナ稚病に対して弱い病原性を示すことを確認し、ブナが本菌の新しい宿主に加えられることを報告している。小林ら（1984）は立枯実生のうち根腐れ型の被害苗から、主として *Cylindrocarpon destructans* が、ついで *Fusarium* 属菌が分離されることを報告した。また茎腐れ型の被害から *Phomopsis* 属菌、土壌病原菌である *Cylindrocarpon*、*Fusarium* 両属菌、および *Colletotrichum dematium* を分離した。これらの結果からブナ実生の消失には *Cylindrocarpon destructans*、*Fusarium oxysporum* など、土壌病原菌による苗立枯病が関与しているとした。しかしながら、まき付け苗に対する接種試験では、これら土壌病原菌の病原性は発現せず、今後検討の余地を残したとしている。立地条件との関係では、湿潤平坦庇陰地が土壌棲息性の病原菌によって根や茎が侵されて枯れるいわゆる立枯病の多い場所であるとした。また、このような場所では、翌年も同じ被害が続いて発生し、稚苗消失が発芽当年のみでなく二年またはそれ以上に及び、累積消失率が次第に高くなることが明らかになったとしている（小林 1975）。前田（1988）は実生の消失原因について、葉枯れ型と倒伏根ぐされ型（いわゆる立枯れ型）が認められるとし、葉枯れ型に相当する被害は林外でしばしば見かけるが、林内で発生稚樹が大量に枯死するのは倒伏根ぐされ型被害に相当し、湿ったところでその

表 1-3-1① ブナの立枯病を引き起こす病原菌

病原菌	分離源	文献
<i>Cylindrocarpon</i> spp.	立枯実生の根*及び胚軸	小林ら (1984)
<i>Fusarium</i> sp.	立枯実生の根及び胚軸	
<i>Phomopsis</i> sp.	立枯実生の胚軸	
<i>Colletotricum dematium</i> .	立枯実生の胚軸	
*根からは主として <i>C. destructans</i>		
<i>Rhizoctonia</i> sp.	罹病種子	橋詰・山本 (1986)
<i>Fusarium</i> sp.	立枯実生	
<i>Colletotrichum dematium</i>	立枯実生	Sasaki (1977)
<i>Colletotrichum dematium</i>	立枯実生の胚軸地際部	Sahashi <i>et al.</i> (1994) Sahashi <i>et al.</i> (1995)

発生が多いとしている。橋詰・山本 (1975) は大山のブナ当年生実生の菌害には地中腐敗型、立枯型、葉枯れ型が認められるとし、罹病種子から *Rhizoctonia* 属菌を、また罹病苗から *Fusarium* 属菌を検出しているが、これらが真の病原菌かどうかについては確認していない。佐藤 (1978) はその著書のなかで *Fusarium* 属菌による根腐型立枯病の被害を認めたと述べているが、詳細は明らかではない。

近年 Sahashi ら (1994、1995、1997) はブナ当年生実生の早急な枯死・消失に関する問題に植物病理学の観点から取り組んだ。彼らは秋田、青森、岩手各県の5ヶ所のブナ林で、菌類によると思われる出芽後立枯病 (post emergence damping off) が広く発生しているのを確認した。これらのブナ林において採集した立枯症状を呈した個体から菌類の分離を試みたところ、実生の発生年、発生場所に関わらず *Colletotricum dematium* が高頻度で分離された (表 1-3-1②)。また接種試験を行った結果、病徴伸展経過に若干の違いが認められるものの、有傷接種のみならず無傷接種でも接種後 20 日以内にほとんどの個体が野外で認められるのと同様な症状を呈して枯死した (図 1-3-1②、表 1-3-1③)。表面殺菌した当年生実生の下胚軸をブナ林床の落葉層に埋め込み、それにトラップされた菌を分離することによって、落葉層に *C. dematium* が棲息しているかどうかを検討したところ、供試したいずれの落葉層からも本菌が検出できることを確認した (表 1-3-1④)。以上の結果から *C. dematium* によって引き起こされる出芽後立枯病が野外で発生するブナ当年生実生の枯死の主要因の一つであると結論した。また、芽生え直後の低い日射量や

表 1-3-1② 各地のブナ林から採取した立枯症状を呈した当年生実生からの
Colletotrichum dematium の分離 (Sahashi *et al.* 1995 より)

調査地	調査年	採取月	供試実生数	分離率(%)
青森県				a)
八甲田山	1990	7 月	23	95.7 (22)
	1993	6 月	90	4.4 (85)
		7 月	71	98.6 (70)
秋田県				
田沢湖	1990	7 月	68	55.9 (38)
	1993		31	83.9 (26)
	1994	6 月	50	80.0 (40)
			62	91.9 (57)
岩手県				
安比高原	1994	6 月	58	91.4 (53)
		7 月	58	87.9 (51)
八幡平	1994	7 月	84	97.6 (82)
カヌマ沢	1994	7 月	37	73.0 (27)

a) *C.dematium* が分離された実生の数

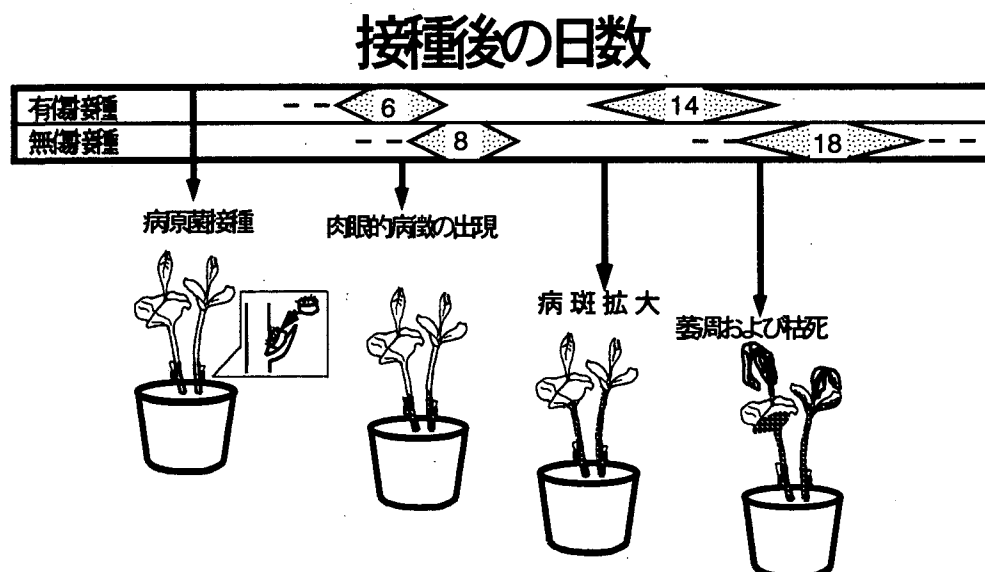


図 1-3-1② 病原菌 *Colletotrichum dematium* 接種による病徴発現

表 1-3-1③ ブナ当年生実生に対する *Colletotrichum dematium* の接種試験
(Sahashi *et al.* 1995 より)

接種方法	接種した実生の数	枯死した実生の数	
		接種後の日数	
		14	20
b)			
有傷接種	26	23(88.5)	25(96.2)
無傷接種	18	8(44.5)	16(88.9)
付傷のみ (対照)	17	0 (0.0)	0(0.0)
付傷 + 培地 (対照)	17	0 (0.0)	0(0.0)

a) 3回の繰り返し実験の合計

b) 枯死実生の割合

表 1-3-1④ ブナ林内のリターからの *Colletotrichum dematium* の検出
(Sahashi *et al.* 1995 より)

採取場所	回収した胚軸数	分生子層形成率	分離率
	b)	c)	d)
八甲田	25	76.0(19)	72.0(18)
田沢湖	27	29.6(8)	29.6(8)
安比高原	26	73.1(19)	50.0(13)
a) 対照	31	0.0(0)	

a) 胚軸は表面殺菌後、直ちに培地上で培養した。

b) 胚軸は表面殺菌後、それぞれのリター内においた。

c) 分生子層が形成された胚軸数。

d) *C.dematium* が分離された胚軸数。

昆虫などによる微細な食害、出芽時に起こる微細な傷が立枯病を助長する要因になるかもしれないとした。しかしながら、一年以上経過した実生に菌類による立枯症状は極めて少ないことを報告しており (Shashi *et al.* 1994)、前述した小林 (1975) の観察とは異なっている。立地環境や調査年の違いが、これらの矛盾を説明するかもしれない。

2) ブナに認められるその他の病害

日本有用植物病名目録 (1986) によれば、ブナの病害として前述したものも含め、20 の病名が記載されている。しかしながら、そのうち腐朽病害が6であり、その他のものも稚樹の天然更新の阻害要因としての観点からの研究はほとんど行われていない。しかしながらさび病 (*Pucciniastrum fagi*)、うどんこ病 (*Phyllactinia corylea*, *Uncinula curvispora*) などの記載もあり、直接枯死の原因にならないまでも、光合成能を低下させるなどして個体を衰弱させ、他の要因による死亡を助長する可能性は否めない。特に稚樹に対しては、これらの効果が強く働くものと考えられ、実生の枯死にある程度重要な役割を果たしているものと推察される。

3) ブナ以外の広葉樹における天然更新稚樹病害

ブナ以外の天然広葉樹林における更新稚樹病害については、ほとんど研究が行われていないのが現状であるが、枯死・消失原因として菌類によると考えられる被害、あるいは立枯れの観察報告は、コナラなど様々な樹種でなされている (例えば Matsuda 1985、木佐貫ら 1995、小宮山ら 1990)。しかしながらそのほとんどのものは推測の域を出ず、原因菌の特定、接種試験による病原性の確認は行われていない。有用広葉樹の更新稚樹ないし若木の病害に関しては小林の総説 (1975) に詳しい。また、日本有用植物病名目録 (1986) も参考になる。

引用文献

- 橋詰隼人 (1991) ブナの種生態 村井宏ほか編 ブナ林の自然環境と保全:53-89. ソフトサイエンス社、東京.
- 橋詰隼人・山本進一 (1975) ブナ林の成立過程に関する研究(I) 86 回日林論:226-227.
- 木佐貫博光・梶幹男・鈴木和夫 (1995) 秩父地方の山地溪畔林におけるシオジおよびサワグルミ実生の消長 東大農演習林報 93:49-57.
- 小林亨夫・佐々木克彦・田中潔 (1984) ブナ稚苗の消失経過と関連糸状菌 95 回日林論:439-440.
- 小林亨夫 (1975) 広葉樹林業の現状と展望 23 有用広葉樹の病害 山林 1093:27-35.
- 小見山章・矢野尚子・脇孝助 (1990) 落葉広葉樹林の皆伐初期における当年生稚樹の発生時期と死亡過程の関係 岐阜大農研報 55:279-291.
- 工藤弘 (1985) ブナ実生の照度別生存率 96 回日林論:353-354
- 工藤弘・石橋卓保 (1983) ブナの更新(1) 日林北海道支誌:32-172-175.
- 倉田益二郎 (1949) 菌害回避更新論 日本林学会誌 31:32-34
- 倉田益二郎 (1973) 天然更新技術確立のための菌害回避説 林業技術 377:10-14
- 倉田益二郎 (1982) ブナ林更新の知見と考察 ー特に稚木の枯死消失についてー 林業技術 480:16-19.
- 前田禎三 (1988) ブナの更新特性と天然更新技術に関する研究 宇都宮大学農学部学術報告特輯 46:1-79
- 前田禎三 (1990) ブナの更新特性と天然更新技術に関する研究 101 回日林論:5-8
- 丸田恵美子・神谷智彦 (1996) 太平洋型ブナ林におけるブナ実生の定着過程 I. ー三国山における当年生実生の消長ー 森林立地 38:43-52
- Matsuda, K. (1985) Studies on the early phase of the regeneration of a Konara oak(*Quercus serrata* Thunb.) secondary forest II. The establishment of current-year seedlings on the forest floor. Jpn. J. Ecol. 35:145-152.
- 水永博己・中島嘉彦 (1997) ブナーホオノキ林分の林分構造とホオノキ実生稚樹の生存 森林立地 39:21-28.
- Nakashizuka, T. (1988) Regeneration of beech (*Fagus crenata*) after simultaneous death of undergrowing dwarf bamboo (*Sasa kurilensis*). Ecological Research 3:21-25.
- 日本植物病理学会編 (1986) 日本有用植物病名目録 広葉樹(林木、鑑賞樹木) 第5

- Sahashi, N. (1997) *Colletotrichum dematium*, a causal pathogen of damping off disease of Japanese beech and its role in rapid seedling death. Proc. IUFRO Working Party: Foliage, shoot and stem diseases in forest trees. *In press*.
- Sahashi, N., Kubono, T. and Shoji, T. (1994) Temporal occurrence of dead seedlings of Japanese beech and associated fungi. J. Jpn. For. Soc. 76:338-345.
- Sahashi, N., Kubono, T. and Shoji, T. (1995) Pathogenicity of *Colletotrichum dematium* isolated from current-year beech seedlings exhibiting damping-off. Eur. J. For. Path. 25:145-151.
- Sasaki, K. (1977) Materials for the fungus flora of Japan (26). Trans. Mycol. Soc. Japan:18343-345.
- 佐藤邦彦 (1988) 実践森林病理. 農林出版、東京、249pp
- 佐藤邦彦 (1991) ブナ林の菌類と病害 村井宏ほか編 ブナ林の自然環境と保全:121-140. ソフトサイエンス社、東京.
- 寺沢和彦 (1995) ブナの更新過程における花・種子・稚樹の数の推移 光珠内季報 98:1-9.

1-3-2 胴・枝枯性病害

日本植物病理学界では、現在まで印刷公表された病害の目録を編纂し、日本有用植物病名目録（以下、病名目録と略す）として発行しているが、その第5巻は広葉樹（林木・鑑賞樹木）（1984）および追録（1～21）よりなり、約 260 種の樹木上に約 2,500 種類の病害が採録されている。その中では葉に発生する斑点性病害が約 55%と大半を占め、胴・枝枯性病害が約 30%、土壌病害が約 15%の割合で分け合っている。このように、幹や枝に発生する病気として登録されたものは決して少なくはないが、1-1 はじめに述べたようにその多くは菌学的調査に伴って病名がつけられたもの、あるいは材部を侵す材質腐朽病であり、樹皮（韌皮部および形成層）を侵す胴・枝枯性病害の発生生態に関する調査・実験の蓄積は乏しい。その中から天然林における有用広葉樹としてヤマナラシ類、ヤナギ類、カンバ類、ブナ、ナラ・カシ類、シイノキ、ニレ類、ケヤキ、カエデ類、トネリコ類を抽出し、それらの胴・枝枯性病害において今までに得られた知見について解説する。

1) ヤマナラシ類 (*Populus* spp.)

病名目録にはポプラ類という項目があって、ドロノキ (*P. maximowiczii*) やヤマナラシ (*P. sieboldii*) などの森林性の樹種の病気も含まれている。目録には 37 種類の病気が登録され、その内訳は葉の病気が 15 種類、根の病気が 7 種類、枝幹の病気が 15 種類である。枝幹の病気のうち 4 種類の材質腐朽性病害を除く樹皮寄生性の病気は 11 種類であった。

(1) 枝枯炭疽病〔病原菌 *Glomerella cingulata* (Stoneman) Spaulding et Schrenk〕

森林や育種場の採種園のヤマナラシとその交配種によく発生するが、緑地に植栽されたイタリア系改良ポプラにも発生し、幼樹の茎枝、若木の枝に縦長で楕円形の陥没病斑を作って茎枝を凸凹にし、しばしば巻き枯らしをおこす（千葉・小林, 1959b）。ヤマナラシ類では稚樹更新の阻害あるいは淘汰の一因となっている可能性が大きい。

病患部にはほぼ周年黒点状に子う殻が形成される。また病斑の周縁部や拡大病斑上には生育期とくに 6～9 月に淡桃色～桃赤色の粘塊（分生子層より押し出される分生子の塊）を円環状に形成する。本病菌は草本・木本を含め多くの農作物、花や花木、緑化樹木、材木に発生し、それらの病患部上の子う胞子あるいは分生子が相互に伝染源となる。交雑育種で作出されたギンドロ (*P. alba*) × ヤマナラシ、ヤマナラシ × オオバギンドロ (*P. canescens*)、チョウセンヤマナラシ (*P. davidiana*) × オオバギンドロなど特定の系統に多発し、交雑家系間に感受性の差があることを示している（千葉・小林, 1957; 1959b; 小林・千葉 1961）。

(2) ドシキザ胴枯病〔病原菌; *Discosporium populneum* (Saccardo) Sutton〕

ギンドロあるいはヤマナラシの幼木の若木の枝に発生し、褐色の縦長の楕円状の陥没病斑を形成する。しばしば病患部が枝をひと巻きして上部は萎ちよう枯死する。病斑上に丘状の隆起（柄子殻）を生じ、湿潤時には黄緑色の粘塊（分生子塊）を押し出す。太い枝では病斑周囲のカルス形成と再拡大が繰り返され、患部の裏側はしだいに紡錘状に膨らんでがんしゅ状を呈する。分生子の形成と伝播は5～7月に行われる。

本病は欧米においてポプラ（aspen）類の重要病害として知られている（Butin, 1957; Farret al., 1989）。わが国では最近、北海道でギンドロ、オウシュウクロヤマナラシ（*P. nigra italica*）などに発生することが確認された（秋本, 1991）。病原菌が長く *Dothichiza populea* Saccardo et Briard と呼ばれていたため、この病名がつけられた（伊藤, 1959）ものである。欧米ではその有性世代（完全世代）*Cryptodiaporthe populea* (Saccardo) Butin の形成も良く知られているが、わが国ではまだ発見されていない。

(3) ネオファブラエア胴枯病〔病原菌 *Neofabraea populi* Thompson〕

主としてギンドロ、ヤマナラシおよびそれらの交配種に発生する。多雪地特有の病気のように、融雪後、幼木、若木および樹幹下部からの萌芽茎枝に、楕円形で淡褐色の凹陷病斑を生じ、これがまもなく茎枝を一周して上部を巻き枯らし、褐変萎ちようさせる。成木では埋雪する下枝に発生する。

巻き枯らしにいたらない病斑は夏以降カルス形成により膨らみ、がんしゅ状を呈する。融雪から1ヶ月ほどたって5月ごろ病斑上に淡黄白色の丘状隆起（分生子褥）を生じ、頂部が裂開してクリーム色の粘塊（病原菌の不完全世代、*Tuberculis* sp. の分生子塊）に覆われる。のち6～7月に病患部上に灰黄褐色の皿状菌体（病原菌の子のう盤）を多数形成する。

本病もヤマナラシやギンドロの天然生稚樹の更新阻害あるいは淘汰の一因となっているものと考えられる。ヤマナラシ、ギンドロ、チョウセンヤマナラシの他、ギンドロ×ヤマナラシ、チョウセンヤマナラシ×オオバギンドロ、ヤマナラシ×オオバギンドロなどの交配雑種が感受性が高い。緑化樹木として用いられるアメリカクロヤマナラシ（*P. deltoides*）およびオウシュウクロヤマナラシ（*P. nigra*）にも発生するが、被害は軽微である（伊藤ら, 1969）。本病はカナダで発見・記録され（Thompson, 1939）、その後日本とノルウエーから相次いで報告された（伊藤・千葉, 1956; 伊藤ら, 1969; Roll-Hansen, F. & H., 1969）。

- (4) 腐らん病〔病原菌 *Valsa sordida* Fries, *V. ceratosperma* (Tode:Fries) Maire, *V. salicina* (Persoon:Fries) Fries, *V. germanica* Nitschke〕

Valsa 属の菌類によるポプラ類の胴・枝枯性病害を腐らん病という。病原菌の同定は顕微鏡検査を必要とするが、最もふつうに発生し被害の大きいのは *V. sordida* (不完全世代: *Cytospora chrysosperma* Persoon:Fries) によるものである。森林性のドロノキ、ヤマナラシを始め、造林地や緑地における各種ポプラの幼木・若木および成木の樹幹に発生し(千葉・小林, 1959c; Kobayashi, 1970; 小林・千葉, 1961)、稚樹更新の阻害あるいは淘汰の大きな一因となっている。枝幹樹皮に紡錘形の変色と陥没病斑が形成され、しばしば縦に1~数条の亀裂を生ずる。病患部樹皮に小さい円丘状隆起(病原菌の柄子殻子座)を生じ、その頂部から赤褐色のひも状粘塊(分生子塊)を押し出す。病患部が枝幹を一周するとその上部は枯死するが、成木では枯死にいたることは稀で、病患部を囲んで癒合組織の形成と病斑形成を反復し、しだいに患部が膨らみがんしゅを呈する。秋には枯死枝の樹皮にやや大きい病状隆起を生じ、その頂部に黒粒点(病原菌の子のう殻頸の頂部)を複数個塊状に生ずる。

本病とくに *V. sordida* による腐らん病は北半球全域に広く分布し、ドロノキ類(balsam poplar)やヤマナラシ類(aspen)の重要病害として位置づけられている(Butin, 1957; 1960)。わが国でも北海道から九州まで広く分布するが、特に関東以北において多発している(千葉・小林, 1959c; 小林・千葉, 1961; 小口, 1970)。

ポプラ類から分離された *V. ceratosperma* 菌は、寒天培地上では柄子殻・分生子を形成しないが、バラ科各種樹木(リンゴ、モモ、セイヨウナシ、ナナカマド)やクワ、ヤナギの殺菌枝培養では柄子殻を良く形成し、多量の分生子粘塊を溢出する。天然基質培地(PDA, 斉藤氏しょう油寒天, CMA)では菌叢の生育良好であるが、ポプラ樹皮煎汁寒天ではやや劣り、半合成培地のワックスマン氏寒天培地では生育不良である。菌叢の生育適温は20℃にあり、最適pHは4~6にある(小口, 1970)。

いっぽう、*V. salicina* も寒天培地では柄子殻を形成せず、モモを除いた上記樹種の殺菌枝培養で柄子殻と多量の分生子粘塊を形成し、さらにリンゴ、ナナカマドとヤナギの殺菌枝上では未熟ながら子のう殻も形成する。菌叢の生育は他の *Valsa* 属菌に比して遅いが、ポプラ樹皮煎汁寒天を含めた上記天然培地いずれでも同様な生育を示す。しかし、ワックスマン氏寒天培地では生育しない。生育適温は25℃にあり、最適pHは4~6で、pH3より酸性側とpH8.6では生育しない(小口, 1970)。

- (5) 黒粒枝枯病〔病原菌 *Melanconium cryptostromoides* Kobayashi〕（小林, 1968）。
- (6) フォモプシス胴枯病〔病原菌 *Diaporthe medusaea* Nitschke および *D. santonensis* Saccardo〕（千葉・小林, 1959c; 伊藤, 1961; Kobayashi, 1970; 小林・千葉, 1961）。
- (7) レウコストマ胴枯病〔病原菌 *Leucostoma nivea* (Persoon:Fries) Höhnelt〕（伊藤, 1961; 小林・千葉, 1961; 小口, 1970）。
- (8) ギグナルディア胴枯病〔病原菌 *Guignardia* sp.〕（伊藤, 1961; 小林・千葉, 1961）。

これら4種の病害は、天然林においてよりも緑地や植栽若木によく発生する。樹皮病患部はいずれも健全部より凹陷し、淡褐色～褐色の病斑を形成する。病斑上に形成される子実体の形質によって診断区別される。(5)は病患部のいぼ状隆起より黒汁状粘塊（分生子塊）を押し出す。(6)は小さい疣状隆起より赤褐色のひも状粘塊（分生子塊）を押し出す。

(7)はいぼ状隆起より赤褐色のひも状粘塊（分生子塊）を押し出し腐らん病のそれによく似るが、のちに形成されるやや大型のいぼ状突起（子のう殻子座）の円盤（disc）は白色で、そこに黒色粒状の小突起が数個塊ってみられることで、子座 disc が灰褐～灰黒色の腐らん病とは区別される。(8)の場合は小さいいぼ状隆起を密生して鮫肌状となり、円丘部の頂部をカミソリの刃で薄くそぐと黒色板状の子座中に白点状の子のう殻（子実部）がちりばめられている。

これらのうち、(5)の病原菌は日本固有種で、クロヤマナラシ類（black poplar）のみに発生記録がある。(6)は北半球に広く分布し、多数の木本植物（林木、果樹、桑など）を侵す多犯性の病原菌である。(7)も分布は広いが、宿主植物はポプラ、ヤナギなどヤナギ科の樹木にほぼ限られる。(8)はまだ病原菌の種が未同定であるが、その形態（小林・千葉, 1961）から *Botryosphaeria dothidea* 群に入るものと思われ（小林, 1988）、そうであればやはり北半球に広く分布する多犯性の病原菌である。

(7)の病原菌 *L. nivea* の菌叢は、上記腐らん病菌2種より生育は速やかで、3種の天然培地上で良く生育し、ポプラ煎汁寒天培地ではやや遅く、ワックスマン氏寒天培地では生育しない。セイヨウナシ、モモ、ナナカマド、クワ、ヤナギの殺菌枝上で柄子殻と分生子粘塊を形成し、リング殺菌枝では柄子殻を形成しない。菌叢の生育適温は 20～25℃で、pH4～7.7 の間で良い生育を示す。pH3 では生育不良であり、pH2 では生育しない（小口, 1970）。

これらの病害およびその病原菌類の発生生態はつまびらかではないが、いずれも発生誘因として環境要因を必要とするものと思われる。黒粒枝枯病の発生地は砂丘地で、恐らく干ばつが熱射が発生誘因と思われる。フォモプシス枝枯病やレウコストマ胴枯病は寒さと

関連して発生するもののようで、ギグナルディア胴枯病も干ばつを発生誘因とするようである。

ポプラ属樹木特に緑地植栽木には、この他 (9) 灰色こうやく病〔病原菌 *Septobasidium bogoriense* Patouillard〕、(10) 褐色こうやく病〔病原菌 *Septobasidium tanakae* (Miyabe) Boedijn et Steinmann〕の2種類のこうやく病が記録されている。しかし、いずれも被害は軽微である。また春に出る新梢や各枝に炭疽病に似た病徴を呈して枝枯病をおこす (11) ペスタロチア病〔病原菌 *Pestalotiopsis populi-nigrae* (Sawada et Ito) Morelet〕があるが、ふつうは食葉性害虫の食痕から輪紋斑を生じ、枝枯症状は多雪地帯のクロヤマナラシ類 (balsam poplar) からのみ報告されているにすぎない (千葉・小林, 1959a; Ito, 1950; 小林・千葉, 1961)。枝枯病患部に形成される小さいいぼ状隆起から小さい黒色粘塊 (分生子塊) を生ずることで診断できる。

2) ヤナギ類 (*Salix* spp.)

病名目録には 24 種類の病気が登録され、その内訳は葉の病気が 12 種類、枝幹の病気が 9 種類、根の病気が 3 種類となっている。枝幹の病気のうち材質腐朽性病害が 3 種類あり、樹皮に発生する胴・枝枯性病害は 6 種である。

(1) がんしゅ病〔病原菌 *Nectria galligena* Bresadola〕

古くからわが国の樹病の成書に載っている病気であるが、その実体は永く不明のままであった。最近北海道でその発生が確認されヤチダモ (トネリコ類) やカンバなどに発生するものと同種であることが明らかとなった (佐々木, 1998)。病患部が凸凹になってがんしゅ状を呈し、樹皮や樹皮のはげ落ちた材上に赤色の小粒物 (子のう殻) が散生～塊生する事で診断される。病原菌は有性孢子 (子のう孢子) のほか分生子 (*Cylindrocarpon heteronema*) を形成し、前者は風によって、後者は虫・鳥などの体に付着してあるいは雨のしぶきと共に伝播する。

(2) 腐らん病〔病原菌 *Valsa ceratosperma* (Persoon:Fries) Maire および *V. salicina* (Persoon:Fries) Fries〕

病徴・症状はポプラ類腐らん病と同様である。病原菌の同定には顕微鏡検査が必要である。病原菌はいずれも温帯～亜寒帯に広く分布し、各種のヤナギ類の若木に胴・枝枯性の病気を起こす (Butin, 1960)。わが国ではイヌコリヤナギ (*S. integra*) の上で採集記録としてあるのみで (Kobayashi, 1970)、発生生態などの調査は行われていない。

(3) 炭疽病〔病原菌 *Colletotrichum gloeosporioides* (Penzig) Penzig et Saccardo〕

5～6月のころシダレヤナギの新しい枝梢に発生し、褐色の病斑を形成してすぐに細い枝梢をひとまきするので、枝先が褐色に枯死する。緑の垂れ下がった枝梢の中に多数の褐変した枝先が混じるのでよく目立つ（小林，1998）。新しい枝梢が生長して固くなると発生しなくなる。緑地の病害である。

ヤナギには古くわが国からコリヤナギ炭疽病が記載されている（Fukushi, 1921; 福士, 1921; 原, 1918）。病原菌は種々変遷ののち、現在は *Glomerella salicina* (Hara) Fukushi et Yamamoto に落ち着いている（山本, 1961）。分生子や子のう世代の形態が多犯性の *Glomerella cingulata*（シダレヤナギ炭疽病菌の完全世代）と相似することから、両者の異同あるいは *G. salicina* の独立性について論議が絶えない。わが国ではコリヤナギの栽培が少なくなっていることから、本病の発生はほとんど報じられなくなっているが、近年バイオマス生産樹種としてヤナギ類が大々的に取り上げられている欧州において、本病をはじめ腐らん病、さび病などの病害が生育抑制（生産量減退）要因として問題になっている。

ヤナギ類にはこのほか（4）褐色こうやく病〔病原菌 *Septobasidium tanakae* (Miyabe) Boedijn et Steinmann〕、（5）枝枯病〔病原菌 *Marssonina kriegneriana* (Bresadola) Magnus〕と（6）先枯病〔病原菌 *Gibberella baccata* (Wallroth) Saccardo〕の記録があるが、いずれも宿主としての記録で詳細は不明である。

3) カンバ類 (*Betula* spp.)

カンバ類には 23 種類の病気が登録され、その内訳は葉の病気が 11 種類、枝幹の病気が 10 種類、根の病気が 3 種類となっている。枝幹の病気では材質腐朽性病害が 3 種類あり、樹皮寄生性の胴・枝枯性病の病気は 7 種類である。そのうち、（1）枝枯病〔病原菌 *Phomachora betulae* Sawada, 1958〕は菌学的記載のみでその後の記録がなく、詳細は不明である。残りの 6 種類は、緑地植栽若木にも発生するものもあるが、すべて天然林において発生し、稚樹の更新阻害や淘汰に関係しているものである。

(2) 黄色胴枯病〔病原菌 *Cryphonectria havanensis* (Bruner) Barr〕

ダケカンバ (*B. ermanii*)、シラカンバ (*B. platyphylla* var. *japonica*)、ウダイカンバ (*B. maximowicziana*) など各種カンバ類の幼木・若木の胴枯れや枝枯れをおこす。小枝の基部や穿孔虫の穿入痕を中心にやや陥没した病斑を形成し、病患部樹皮上に表皮を破って黄色～黄橙色のいぼ状隆起を形成する。この隆起の頂部から黄橙色の細いひも状の粘塊（分生子）が出る場合と、隆起の頂部に黒点状の集塊（子のう殻頸の頂部）がみられる場

合がある (Kobayashi, 1970)。本病菌は多くの木本植物に発生して胴・枝枯性病害をおこすが、カンバ類では被害はそれほど激しくないようである。詳しい発生生態の調査はない。

(3) 黒粒枝枯病〔病原菌 *Melanconis stilbostoma* Tulasne および *M. itoana* Kobayashi〕

カンバ類の若木に最もふつうに発生し、胴・枝枯れをおこして被害の激しい病気である。特に前者の分布が広い。小枝の基部を中心に病斑を発達し、やや陥没して周りが盛り上がる。病斑が枝幹をひと巻きするとその上部は委ちよう枯死する。病斑上にやや大型の隆起を散生～密生し、頂部は表皮が裂開して灰黒色の子座を現す。頂部から黒色巻きひげ状粘塊（分生子塊）を形成する場合と、子座表面に黒色円状の微小集塊（子のう殻類）を形成する場合がある（小林, 1966）。

M. stilbostoma は北半球温帯～亜寒帯地域のカンバ類に広く分布するが *M. itoana* は現在のところ日本の亜高山帯からのみ知られている。両病原菌の菌叢は 15～25℃で良く生育し、適温は 25℃にある。30℃では生育は不良となる。分生子の形成は 10～30℃の間で多量に形成される。天然培地 3 種（麦芽、蔗糖加用ジャガイモ煎汁、斉藤氏しょう油寒天培地）上で菌叢は良好な生育を示すが、ツアベック氏およびリチャーズ氏寒天培地では不良である。しかし、分生子はいずれの培地上でも良く形成する。*M. itoana* はアルカリ側で生育が不良となる。分生子は両菌とも pH3.5～8.4 の間で良く形成する。また殺菌枝培養ではシラカンバだけでなくポプラ、クリ、ハンノキ、オニグルミなどの上で両菌とも多量の分生子を産生する。分生子の発芽は *M. stilbostoma* においては 10～30℃で 80～90%の発芽率を示すが、発芽管長からみて発芽適温は 25～30℃にあり、菌叢の生育が 30℃では不良となるのとは異なる傾向を示す。*M. itoana* も 25～30℃が発芽適温であるが、発芽率は 40%前後と低い。また分生子を 40℃に 48hr 保つと、*M. itoana* では 90%が死滅しているが、*M. stilbostoma* では約 50%が生存していて適温に戻すと正常に発芽し、かなりの高温耐性を示す（小林, 1971）。なおこの両菌をサワグルミ (*Pterocarya rhoifolia*) とカワラハンノキ (*Alnus crispa* var. *maximowiczii*) に接種した例では、病原性は微弱であった（小林, 1974）。

(4) 胴枯病〔病原菌 *Diapotha alleghaniensis* Arnold, *D. eres* Nitschke および *D. melanocarpa* Dearness〕

シラカンバ、ウダイカンバを始め各種カンバ類の稚樹・若木の枝幹に発生し、健全部に比べてやや陥没する病斑を形成、小さい隆起（柄子殻）を多数形成する。やがてその頂部から白黄色の巻きひげ状粘塊（分生子）を押し出す。病斑がひと巻きして枯死した枝あるいは古い病斑部にはやや大きい丘状隆起を生じ、その頂部表皮が裂開して子座が現れ、頂

部に黒点状の集塊（子のう殻頭の頂部）が見られる。

病原菌のうち *D. alleghaniensis* と *D. melanocarpa* はカンバ類のみを宿主とし、ともに北米から記載された種であるが、日本からも報告がある（Kobayashi, 1970）。*D. eres* は広葉樹類にきわめて多犯性の病原菌で北半球に広く分布し、日本でもキリ枝枯病のほか広葉樹各種から記録されている（Kobayashi, 1970; 小林・伊藤, 1957）。しかし、カンバ類に対する病原性の検定や発生生態の調査はまだ行われていない。

(5) がんしゅ病〔病原菌 *Nectria galligena* Bresadola〕

更新稚樹・若木の幹に発生し、小径の茎幹は病患部から折損する。とくにウダイカンバに多く幹の樹皮に同心環紋状の病患部を形成、その両側と背部は膨らんで典型的な永年性がんしゅを形成する。病患部の内周縁部に赤色微粒子（子のう殻）を単生もしくは塊生する（佐々木, 1985）。

沢筋や湖の周辺あるいは霧の発生地帯など、湿度の高い条件のところに多発する（佐々木, 1998）。ウダイカンバ、ヤチダモおよびイタヤカエデからの分離菌株はいずれもウダイカンバに強い病原性を示すが、ヤチダモにはヤチダモ分離菌株、イタヤカエデにはイタヤカエデ分離菌株のみが病原性を示し、種内に分化型の存在をうかがわせる（佐々木, 1986）。

(6) てんぐ巣病〔病原菌 *Taphrina betulicola* Nishida, *T. nana* Johanson〕

前者はダケカンバに、後者はシラカンバに寄生して小枝の叢生するてんぐ巣病を発症する（西田, 1911; 田中, 1995）。てんぐ巣病枝は生産と消費のアンバランスから数年で枯死し、枯れ落ちる。落ちたあとの露出心材部より腐朽菌が侵入し、幹心腐れが始まる。腐朽が進行すると強風で折損を生じ、樹幹は変形し樹形を損し、しだいに退廃する。

なおこの両種の他に、ウダイカンバ縮葉病菌として *T. betulina* Rostrup が記録されているが（田中, 1983）、この病気の多年生罹病枝がてんぐ巣症状を起こすことが明らかにされている（田中, 1988）。

(7) ちゃいばたけ病〔病原菌 *Thelephora terrestris* Ehrhart:Fries〕

苗木の地際の茎葉に発生して、天然性稚苗の消失の一因となるが、カンバ類ではさほど激しいものではない（高橋・高橋, 1985）。

4) ブナ (*Fagus crenata* Blume)

イヌブナ (*F. japonica*) に発生するものも含めて病名目録に採録されているブナの病気は 20 種類あり、葉の病気が 7 種類、枝幹の病気が 10 種類、根の病気が 3 種類となっている。枝幹の病気のうち、材質腐朽性病害 4 種と材の変色を起こす病気 2 種を除いて、樹皮

寄生性の胴・枝枯性病害は4種類が知られている。しかし、これらのうち(1)黄色胴枯病〔病原菌 *Cryphonectria radicalis* (Schweninitz:Fries) Fries〕、(2)がんしゅ病〔病原菌 *Nectria galligena* Bresadola〕、(3)紅粒がんしゅ病〔病原菌 *Nectria cinnabarina* (Tode:Fries) Fries〕は、単に宿主としての記録があるのみで、詳細は不明である。残る一つ、(4)炭疽病〔病原菌 *Colletotrichum dematium* (Persoon:Fries) Grove〕は稚樹の茎を侵して大量枯損の原因となり、ブナ天然更新阻害の大きな要因であるが(小林ら, 1984; Sahashi et al.1994; 佐橋ら, 1995)、これについては1-2-1に詳しく解説されるので、ここでは省略する。

5) ナラ・カシ類 (*Quercus* spp.)

病名目録には樹種の項目としてカシ類とナラ類に分けて設けられているが、同じ *Quercus* 属の樹木を便宜的に常緑樹種と落葉樹種に分けたにすぎないことと、共通の病気も多いことから、ここでは一括してナラ・カシ類として取り扱う。両者合わせて61種類の病気が登録されており、葉の病気が37種類、枝幹の病気が16種類、根の病気が8種類である。材質腐朽性病害6種を除いた樹皮寄生性の胴・枝枯性病害は10種類である。

- (1) 黄色胴枯病〔病原菌 *Cryphonectria macrospora* (Kobayashi et Ito) Barr, *C. nitschkei* (Otth) Barr, *C. radicalis* (Schweinitz:Fries) Barr, *C. havanensis* (Bruner) Barr および *Endothia singularis* Shear et Stevens〕

5種の病原菌のうち *C. macrospora* はシイノキ黄色胴枯病の重要病原菌であるが、ナラ・カシ類ではそれほど重要なものではない。残る4種がナラ・カシ類の主要な黄色胴枯病菌で、九州の暖帯広葉樹林から高地や北海道の落葉広葉樹林に至るまで、広く分布している(Kobayashi, 1970; 小林, 1975)。病・標徴はカンバ黄色胴枯病の項で述べたとおりで、樹皮病斑上あるいは巻き枯らしで枯れた枝幹の樹皮状に表皮を破って黄色～黄橙色のいぼ状隆起(子座)を形成することで容易に診断できる。

本病はとくにカシワ(*Q. dentata*)を含めたナラ類において、山火事の地表火が走ったあとに枝幹に大発生して胴・枝枯れを起こす現象があちこちで観察されており、また、ならたけ病などで根株が被害を受け樹勢が衰退した樹に一斉に発生するなど、穿孔虫の穿入痕や凍・霜害あとからの発生の他に上記のような特異な発生例が知られている。病原菌の種の同定は顕微鏡検査によらねばならない。

- (2) 紅粒がんしゅ病〔病原菌 *Nectria cinnabarina* (Tode:Fries) Fries〕

ヤナギやカンバのがんしゅ病と同様に枝幹に永年性がんしゅ病患部を形成してその上に

赤色の粒状物（子のう殻）を散勢～塊生する。細枝や若木の茎では病斑がひと巻きして上部を枯らすこともある。赤色粒状物のほかに、淡桃色の肉質の隆起（分生子褥とその表面の分生子塊）を形成する。

- (3) さめ肌胴枯病〔病原菌 *Botryosphaeria dothidea* (Mougeot:Fries) Cesati et de Notaris および *B. melanops* (Tulasne) Winter〕

本病菌とくに前者（*B. dothidea*）はきわめて多犯性の病菌で、果樹や材木、緑化樹など各種の木本植物に胴枯れ、枝枯れをおこす（小林, 1988）。主に干魃によるナラ・カシ類の生理的衰弱を誘因として発生すると考えられているが、立証的研究はなされていない。

表皮を破って黒色の小さい隆起を密生し、カミソリの刃で薄くそいで黒色板状の子座に白点状の子実部（偽子のう殻）が点在することで診断される。ナラ類よりもカシ類で発生が多い。

- (4) 白点胴枯病〔病原菌 *Amphiortha raveneliana* (Thumen et Rehm) Barr〕

苗木や更新若木の茎枝に発生して胴・枝枯れをおこす。干魃や寒害で枯れた小枝の基部から病斑を発達し、茎枝を一周すると上部は委ちょう枯死する。病斑部や枯死枝の樹皮上にやや大型のいぼ状隆起を生じ、表皮を破って灰白色の子座が現れる。子座の中央から黄白色ひも状の粘塊（分生子塊）を押し出し、またのちには黄褐色から黒褐色の小点状集塊（子のう殻頸の頂部）が子座の円盤（disk）表面に現れてくる。

分生子に卵円形のもの、円筒形～腸詰形のものとの2型あり、両者とも発芽可能で感染能力を持つことが、子のう殻子座や柄子殻の周りに黒色帯線を持たないこととともに、フォモプシス胴枯病菌と異なる特徴である（Kobayashi, 1970）。

- (5) 絹皮病〔病原菌 *Cylindrobasidium argenteum* (Kobayasi) Maekawa〕

枝幹の樹皮上に白色の厚い菌糸膜を発達し、取り巻かれた樹皮はしだいにえ死をおこして形成層も死ぬ。したがって幹枝の太さによるが、菌糸膜が一周してからある程度の月日が経つと、その上部はしだいに衰弱、ついには萎れて枯れる。

混んで暗くて風通しの悪い湿った林分でよく発生する。関東以西、とくに四国・九州の西南暖地に多発し、カシ類の中ではアラカシ（*Q. glauca*）によく発生する（伊藤, 1951; 楠木ら, 1992; 讃井・黒木, 1995）。

- (6) てんぐ巢病〔病原菌 *Microstroma album* var. *japonicum* Hennings〕

幹や太枝のある部分から小枝が叢生しててんぐ巢症状となる。てんぐ巢の病害は生産と消費のアンバランスから数年で枯死する。枯死部から枝幹に腐朽が拡がり、強風による折損を生じたり上部樹冠の変形を招き、しだいに樹形を損じ、全体に衰退してゆく。日本固有

の病原菌によるよく知られた病気で、ミズナラ (*Q. mongolica* var. *grosseserrata*) に多く、よく目立ち顕著な症状を呈する。病枝の解剖学的観察から、病原菌は枝梢組織内菌糸で越冬することが明らかにされた (吉井・河村, 1947) のみで、伝染期、感染機構などその他の発生生態は全く不明のままである。

(7) 枝枯病 [病原菌 *Colpoma quercinum* (Persoon) Wallroth]

最近北海道から記録された病気で、小枝の枯れる病害である。樹皮状に横長で 3～8 mm ほどの盛り上がった菌体 (子のう盤) が表皮を破って現れ、樹皮を剥ぐと多数のきわめて不規則な黒色帯線が認められる。成熟した子のう胞子を PDA 上に落下させて発芽を見ると、1 週間から 10 日かかり、その後の生育もきわめて遅い (小口, 1993; Oguchi, 1993)。

このほかナラ・カシ類には (8) がんしゅ病 [病原菌 *Nectria galligena* Bresadola]、(9) 褐色こうやく病 [病原菌 *Septobasidium tanakae* (Miyabe) Boedijn et Steinmann]、(10) 腐らん病 [病原菌 *Valsa ceratosperma* (Tode:Fries) Maire] が登録されているが、これらは宿主としての記録で、病状・被害・生態などの詳細は不明である。

6) シイノキ類 (*Castanopsis* spp.)

病名目録に登録されている 22 種類の病気の内訳は、葉の病気が 9 種類、枝幹の病気が 9 種類、根の病気が 4 種類である。5 種類の材質腐朽病を除いた胴・枝枯性病害は 4 種類である。

(1) 黄色胴枯病 [病原菌 *Cryphonectria havanensis* (Bruner) Barr, *C. macrospora* (Kobayashi et Ito) Barr および *Endothia singularis* Shear et Stevens]

幹心腐病と並んでシイノキ成木の樹冠退廃や折損をおこす大敵であり、また更新稚樹・若木の淘汰も起こしている。緑地では名木といわれる大樹・老木にとって最も恐ろしい病気である。3 種の病原菌のうち *C. macrospora* が最も重要で、枝や幹に発生すると太枝の枯損や胴枯れ被害の原因となり、大樹もやがて全体が枯れる (小林, 1975)。しかし、これらの発生生態に関する詳しい調査研究はなく、今後解明の待たれる病気である。

(2) 顆粒がんしゅ病 [病原菌 *Botryosphaeria pasaniae* Hara]

若木の枝幹や露出した根の表面ががんしゅ状となり粗造になって剥げ落ちた粗皮の下に黒色顆粒状の菌体を形成する。偽子のう殻と柄子殻を形成するが (原, 1931)、その形態が他の *Botryosphaeria* 属菌に比して小形であり、独立種としての可能性が高いとされる (小林, 1988)。しかし相互の同根関係 (有性・無性孢子世代の同一性) の立証はなされておらず、また生態などの詳細も不明である。

(3) 網皮病〔病原菌 *Cylindrobasidium argenteum* (Kobayasi) Maekawa〕

枝幹表面に白色の光沢のある厚い菌糸膜を形成し、細枝や若木の茎では感染1年以内に巻き枯らしとなる。径の太い壮令木でも数年で枯れるか、強風により折損する(楠木, 1998; 楠木ら, 1992)。感染の広がりは一一般的に接触感染によることが多く急速にまん延する事はなさそうである。熱帯性の多犯性の病気で多くの広葉樹に発生するが、シイノキは感受性の高い樹種に入る。

もう1種類の(4) コリネウム枝枯病〔病原菌 *Coryneum* sp.〕は群馬県下で発見された病気であるが(安盛・山口, 1975)、簡単な観察調査報告があるにすぎず、詳細は不明である。

7) ニレ類 (*Ulmus* spp.)

樹皮寄生性の胴・枝枯性病害としては唯一また枯病〔病原菌 *Thyrostroma compactum* (Saccardo) Hohnel〕があるのみである。この病気は小枝の付け根から太枝あるいは茎幹に侵入して広がり、やや凹陷した病斑を形成する。病斑上に表皮を破って平板状の黒色子座を密生する。成熟すると子座表面は灰褐色～暗褐色の粉塊におおわれる。緑地ではせん定痕からの発病が目立つ。また樹冠内では前年の被害枝からの枯れ下がりによる拡大が見られる(伊藤・赤塚, 1940)。

8) ケヤキ (*Zelkova serrata*)

ケヤキは一般に緑化樹木として重用されているが、野生の天然木も残されており、更新稚樹の温存を図っているスギ・ヒノキなど針葉樹の造林地もある。

ケヤキには葉に6種類、枝に5種類、根に4種類、合計15種類の病気が登録されている。胴・枝枯性病害は3種類である。

(1) 腐らん病〔病原菌 *Valsa kitajimana* Kobayashi〕

主に緑地の若木から成木の枝幹に発生する(Kobayashi, 1970)。樹皮が侵されてやや陥没し、小円状のやや隆起した膨らみを密生する。その中央に黒点状集塊(子のう殻の頸)を現す。枝枯れが多いが、時に幹に病斑を形成し、樹皮の外皮層が剥落するが、韌皮部や形成層のえ死にはいたらない。森林では稚樹・幼樹の枝枯れをおこす。

(2) 紅粒がんしゅ病〔病原菌 *Nectria cinnabarina* (Tode:Fries) Fries〕

森林や緑地の太径木に発生するヤドリギ(*Viscum* spp.)の寄生で紡錘形に膨らんだ肥大部に繁殖して、ヤドリギともども枯らし、全面紅粒(子のう殻)で覆う例がしばしばみら

れる。このため太枝が枯れて落ち、風の強いときにはきわめて危険である。ヤドリギのあとおい被害以外には本病はケヤキではあまり見られない。

このほか(3) 灰色こうやく病〔病原菌 *Septobasidium bogoriense* Patouillard〕が知られているが、宿主としての発生記録で、病状、生態などの詳細は不明である。

9) カエデ類 (*Acer* spp.)

カエデには野生の森林性の種と緑地で観賞緑化樹として用いられる種とがあるが、それらを合わせて 41 種類の病気が記録されている。このうち葉の病気は 20 種類、枝幹の病気が 16 種類、根の病気が 5 種類となっている。4 種類の材質腐朽性病害を除いた胴・枝枯性病害は 12 種類である。

(1) 首垂細菌病〔病原細菌 *Erwinia* sp.〕

街路樹として重用されている外来のトウカエデ (*A. buergerianum*) にほぼ限って発生する病気である。発生に大きな年変動があり、春先開葉期の気象条件が関係するものと推測されている。5-6 月頃新しく伸びた新梢の途中から基部に黒色水浸状の病斑を生じ、すぐひと巻きして上部が委ちよう褐変して枯れる。街路樹は毎年刈り込みをして多量の新梢を萌芽させる様式をとっているため、激発年には樹冠がほとんど赤褐変してマスコミにも取り上げられ社会的な話題となるほどである。効果的な薬剤がなく、また街路樹であることから散布もままならないという宿命を持ち、防除困難な病気である(林, 1983; 1984; 滝川ら, 1983)。

(2) 赤衣病〔病原菌 *Erythricium salmonicolor* (Berkeley et Broome) Burdsall〕

樹木園や見本園などに導入される外国産カエデ類(アメリカハナノキ *A. rubrum* など)に激しい発生をする病気で、幹や枝の表面に淡桃白色の菌糸膜が発達被覆し、その部分の樹皮はしだいに壊死し、縦に亀裂が入ったり、褐変してついには巻き枯らしを起こす。その下部から再生する萌芽枝も侵されてほうき状の樹形となり、全体が枯死にいたることもある(川島, 1992; 川島・山口, 1989; 乃美ら, 1997)。元来、熱帯性の多犯性の病気で日本では亜熱帯の南西諸島を中心に柑橘、ビワの重要病害として知られていたが(長浜, 1980; 長浜・河野, 1977)、近年は九州から本州へと進展・拡大し、温帯地域にも定着しつつある(乃美ら, 1997)。

菌糸膜と担子胞子の形成期間は 6-9 月と短い、大量の担子胞子の飛散により感染中心から周囲への激しい蔓延が起こる。11 月以降、感受性の高い樹種の樹幹表面で白色小菌糸塊を作って越冬、翌年 5-6 月にこれから菌叢を広げて担子胞子を形成する。温帯産カ

エデ類上での担子胞子の発芽適温は 25℃と熱帯産のそれより低い（乃美ら, 1998）。担子胞子は土壌法の改良により人工形成が可能になった（乃美・小林, 1998; 1999）。

(3) 粗皮病〔病原菌: *Guignardia macrospora* (Feltigen) Ito〕

症状や被害形態はナラ・カシ類のさめ肌胴枯病と同じである。病原菌は始め西門ら (1942) によって *Physalospora macrospora* Feltigen と同定され、ついで伊藤 (1973) により、表記に転属された。しかし、その形態的性質から本病菌は *Botryosphaeria* 属に所属し、恐らく *B. dothidea* 菌群に入るものと考えられている（小林, 1988）。胴枯病と並んで森林あるいは緑地植栽のカエデ類の退廃・枯損原因となっている。粗皮病は主として干魃と関連して発生するようで、ヤマモミジ系がとくに弱い。

なお、枝枯病菌として記載された *Macrophoma haraeana* Sydow と、本病菌の不完全世代との異同の検討が必要と考えられ、また、塚本・香月 (1959) が本病菌と同定して発表した菌は、その子のう胞子の大きさ（幅）がかなり異なるので、再同定を必要としよう。

(4) 胴枯病〔病原菌 *Diaporthe pustulata* (Desmazieres) Saccardo, *D. dubia* Nitschke, *D. varians* (Currey) Saccardo〕

前記粗皮病とともにカエデ類の最重要病害の一つである。3種の病原菌の中では *D. pustulata* が最も重要で、湿潤時に病患部樹皮上に密生する小半円状の隆起（柄子殻子座）から淡クリーム色の巻きひげ状粘塊を押しだし、その後半年ぐらい後にやや大きい隆起を生じその中央が裂開して黒色の粉状物（子のう殻の頸の頂部）を集塊状に形成する。樹皮を剥ぐと埋生する子のう殻底部の群を黒色帯線が囲んでいるのが見られる。木部表面（形成層部）に殻底部の跡が浅い椀状に見える場合がある（小口・周藤, 1975; 周藤, 1975）。寒さと関連して発生し、粗皮病と同じくヤマモミジ系が弱い。

このほか、カエデ類には (5) 白点胴枯病〔病原菌 *Cryptodiaporthe acerina* Reid et Cain〕、(6) 腐らん病〔病原菌 *Valsa ceratosperma* (Tode:Fries) Maire〕、(7) がんしゅ病〔病原菌 *Nectria galligena* Bresadola〕、(8) 紅粒がんしゅ病〔病原菌 *Nectria cinna barina* (Tode:Fries) Fries〕があるが、いずれも多犯性病害の宿主としての記録が主で、カエデ類における被害・発生・生態の詳細は知られていない。また、1回だけの菌学的記載だけでほとんど未知の病害として (9) 枝枯病〔病原菌 *Macrophoma haraeana* Sydow〕、(10) 枝斑点病〔病原菌 *Phomopsis lebisseyi* (Saccardo) Traverso et Spessa〕、(11) いぼ枝枯病〔病原菌 *Cryptovalsa eutypaeturmis* Saccardo〕と (12) フォモプシス枝枯病〔病原菌 *Phomopsis aceris-palmatis* Sawada〕がある。

10) トネリコ類 (*Fraxinus* spp.)

トネリコ類にはヤチダモ (*Fraxinus mandshurica* var. *japonica*) をはじめとする北方性の種と、シマタゴ (*F. insularis*) などの亜熱帯性の種を含んでいる。わが国では葉の病気 7、枝幹の病気 5、根の病気 4 の合計 16 種類の病気が報告されている。2 種類の材質腐朽性病害を除いて胴・枝枯性病害には 3 種類がある。このうち (1) 紅粒がんしゅ病〔病原菌 *Nectria cinnabarina* (Tode:Fries) Fries〕は宿主としての記録でトネリコ類での詳細は不明である。

(2) がんしゅ病〔病原菌 *Nectria galligena* Bresadola〕

ヤチダモを始め森林性のトネリコ類の更新阻害要因として最も大きい病気である。現在まで北海道からのみ知られているが、多犯性で病原菌の分布は本州・四国・九州と幅広いので本州中・北部の落葉広葉樹林においても発生している可能性が高い。

枝幹の葉柄痕や傷あとから発症し、病斑は年々同心円状に拡大し周縁部が癒合組織形成のため膨らんで、大きな永年性がんしゅを形成する。病患部周辺部の活性病斑拡大部に赤色粒状物（子のう殻）を円周上に形成する。被害部は風により枯損しやすく、数十年を経たような大型の古い病患部はめったに見られない（佐々木, 1975; 1985; 1986）。

海外ではトネリコに発生する菌系を *N. galligena* f.sp. *fraxini* として、他の広葉樹に寄生する菌系 (f.sp. *mali*) と分ける考え方が提唱されているが、日本のヤチダモの分離菌系はトネリコ属以外の広葉樹にも病原性を示すことが立証されている。本病菌子のう胞子は風媒伝染を、分生子は雨媒および虫媒伝染を行う。成熟子のう殻は周年認められるが、子のう胞子飛散のピークは春と秋の 2 回ある（佐々木, 1986）。

(3) 赤衣病〔病原菌 *Erythricium salmonicolor* (Berkley et Broome) Burdsall〕

本州における発生はまだ点状で飛び飛びであるが、緑化樹木養成畑における集中感染による樹木園への持ち込みが原因のようであり、今後の拡大が懸念されている病気である。病状・生態はカエデ類赤衣病と同様で温帯地域では孢子形成・飛散期は 6～9 月と短く、冬季は罹病枝幹上で菌糸塊として越冬するので根絶が難しい（乃美ら, 1997）。

トネリコ (*F. japonica*)、オウシュウトネリコ (*F. excelsior*) およびアメリカトネリコ (*F. americana*) に発生が記録され（川島, 1992; 川島・山口, 1989）、特にオウシュウトネリコは感受性が高く、すでに多くが枯死し、残存樹も生存が危ぶまれる状態にある。

引用文献

- 秋本正信 (1991) . ポプラ類ドキシザ胴枯病の発生について 日林北支論 39: 83-85.
- 秋本正信 (1998) . ニレまた枯病 (岸 国平編: 日本植物病害大事典) . 全国農村教育協会, 東京, p.
- Butin, H. (1957) . Du blatt-und rindenbewohnenden Pilze de Pappel unter besonderBerücksichtigung der Krankheiteneueger. Mitteil.Biol.Bundesans.f.Land- undForstw.,Berlin-Dahlem, 91: 1- 64
- Butin, H. (1960) . Die Krankheiten der Weide und deren Erreger. Mitteil.Biol. Bundesans.f.Land- u.Forstw., Berlin · Dahlem 98: 1-46.
- 千葉 修・小林享夫 (1957) . ポプラ苗の病害についての 2,3 の観察. 日林誌 39: 74-78.
- 千葉 修・小林享夫 (1959a) . 同 (その 2) . 日林誌 41: 142-147.
- 千葉 修・小林享夫 (1959b) . 同 (その 3) . 日林誌 41: 188-190.
- 千葉 修・小林享夫 (1959c) . 同 (その 4) . 日林誌 41: 246-249.
- Farr, D. F., Bills, G. F., Chamuris, G. P. & Rossman, A.Y. (1989) . Fungi on plants and plant products in the United States. APS Press, St. Paul. 1252pp.
- 福士貞吉 (1921) . 杞柳の炭疽病に就て. 病虫雑 8: 602-605.
- Fukushi, T. (1921) . A willow-canker disease caused by Physalospora miyabeana and its conidial form Gloeosporium. Ann. Phytop. Soc. Japan 1 (4) : 1-11.
- 原 摂祐 (1918) . 落葉及枝枯枝に寄生する菌類調査. 病虫雑 5: 458-462.
- 原 摂祐 (1931) . 日本菌類志料 I. 菌類 1: 103-113.
- 林 弘子 (1983) . トウカエデの首垂細菌病について - 被害および病徴と病原細菌. 森林防疫 32: 78-82.
- 林 弘子 (1984) . トウカエデ首垂細菌病 - 薬剤防除について. 林業と薬剤 89: 11-15.
- Ito, K. (1950) . Contribution to the diseases of poplars in Japan- I. Shoot blight of poplars caused by a new species of Pestalotia. Bull. Gov. For. Exp. Sta. 45: 135-144.
- 伊藤一雄 (1959) . 林木の耐病性-林木の病害と育種-. 農林出版, 東京, 219pp.
- 伊藤一雄 (1961) . ポプラ類の主要病害. ポプラ懇話会, 東京, 26pp.
- 伊藤一雄・千葉 修 (1956) . ポプラの新しい胴枯病. 65 回日林講: 240-242.
- 伊藤一雄・千葉 修・近藤秀明 (1969) . ポプラのネオファブラエア胴枯病. 林試研報 225: 31-40.
- 伊藤誠哉 (1940) . 満州榆の又枯病. 札幌農林学会報 32: 55-62.
- 伊藤達次郎 (1951) . 絹皮病の研究. 演習林 8: 79-87.

- 川島祐介 (1992) . 群馬県に発生した赤衣病. 群馬林試研報 1: 18-26.
- 川島祐介・山口忠義 (1989) . 群馬県に発生した広葉樹の赤衣病について. 森林防疫 38: 183-185.
- 岸 国平 (1998) . 日本植物病害大辞典. 全国農村教育協会, 東京, 1276pp.
- Kobayashi, T. (1968) . Notes on Japanese species of the genus *Melanconium*. Trans.Mycol.Soc.Japan 9: 1-11.
- 小林享夫 (1966) . クルミおよびカンバの黒粒枝枯病とその病原菌. 日林誌 48: 28-32.
- Kobayashi, T. (1970) . Taxonomic studies of Japanese *Diaporthaceae* with special reference to their life histories. Bull.Gov.For.Exp.Sta.226: 1-242.
- 小林享夫 (1971) . 黒粒枝枯病菌の生理的性質ならびに各種培地に形成された分生胞子の大きさの差異. 日林誌 53: 57-67.
- 小林享夫 (1974) . 広葉樹の黒粒枝枯病菌の病原性. 日林誌 56: 332-336.
- 小林享夫 (1975) . 有用広葉樹の病害. 山林 1093: 27-35.
- 小林享夫 (1988) . *Botryosphaeria* 属と *Guignardia* 属—その間全世代と不完全世代—. 今月の農業 32 (8) : 78-88.
- 小林享夫 (1998) . ヤナギ炭疽病 (岸 国平編: 日本植物病害大事典) . 全国農村教育協会, 東京, p.1197.
- 小林享夫・千葉 修 (1961) . ポプラ属植物に寄生する本邦産菌類 I . 林試研報 130: 1- 43.
- 小林享夫・伊藤一雄 (1957) . キリの枝枯をおこす *Phomopsis* およびその完全時代 *Diaporthe* について. 林試研報 103: 57-68.
- 小林享夫・佐々木克彦・田中 潔 (1984) . ブナ稚苗の消失経過と関連糸状菌. 95 回日林論: 439-440
- 楠木 学 (1998) . シイノキ類絹皮病 (岸 国平編: 日本植物病害大事典) . 全国農林教育協会, 東京, 1135p.
- 楠木 学・河辺祐嗣・池田武文・清原友也 (1992) . 絹皮病菌の接種試験. 日林九支研論 45: 117-118.
- 長浜正照 (1980) . カンキツ赤衣病の発生生態. 今月の農業 24 (9) : 78-81.
- 長浜正照・河野通昭 (1977) . 鹿児島県のカンキツにおける赤衣病の発生と対策. 植物防疫 31: 297-299.
- 日本植物病理学会編 (1984) . 日本植物有用病名目録第 5 巻, 広葉樹 (林木・観賞樹木) 第 2 版, 日本植物防疫協会, 東京, 504pp.
- 日本植物病理学会病名調査小委員会編 (1985) . 日本有用植物病名目録追補 (4) . 日植病

- 日本植物病理学会病名調査小委員会編 (1986) . 同 (5) . 日植病報 52: 157-168.
- 日本植物病理学会病名調査小委員会編 (1987) . 同 (7) . 日植病報 53: 128-140.
- 日本植物病理学会病名調査委員会編 (1988) . 同 (8) . 日植病報 54: 255-266.
- 日本植物病理学会病名調査委員会編 (1988) . 同 (9) . 日植病報 54: 645-656.
- 日本植物病理学会病名調査委員会編 (1990) . 同 (10) . 日植病報 56: 162-175.
- 日本植物病理学会病名調査委員会編 (1991) . 同 (11) . 日植病報 57: 139-144.
- 日本植物病理学会病名調査委員会編 (1992) . 同 (12) . 日植病報 58: 169-178.
- 日本植物病理学会病名委員会編 (1993) . 同 (14) . 日植病報 59: 216-213.
- 日本植物病理学会病名委員会編 (1994) . 同 (15) . 日植病報 60: 133-144.
- 日本植物病理学会病名委員会編 (1995) . 同 (16) . 日植病報 61: 508-512.
- 日本植物病理学会病名委員会編 (1996) . 同 (17) . 日植病報 62: 442-453.
- 日本植物病理学会病名委員会編 (1996) . 同 (18) . 日植病報 62: 454-458.
- 日本植物病理学会病名委員会編 (1996) . 同 (19) . 日植病報 62: 655-663.
- 日本植物病理学会病名委員会編 (1997) . 同 (20) . 日植病報 63: 409-416.
- 日本植物病理学会病名委員会編 (1998) . 同 (21) . 日植病報 64: 66-73.
- 西田藤次 (1911) . 本邦産外子囊菌類集. 宮部博士記念植物襍説 :157-212.
- 西田藤次 (1921) . 柑橘赤衣病宮崎県下に発生す. 病虫雑 8: 55-56.
- 乃美千代子・小林享夫 (1998) . 赤衣病菌 (*Erythricium salmonicolor*) 担子胞子の人工形成. 樹木医学研究会第3回大会講演要旨集: 17.
- 乃美千代子・小林享夫 (1999) . 赤衣病菌 (*Erythricium salmonicolor*) 担子胞子の人工形成. 樹木医学研究 3 (1) (投稿中) .
- 乃美千代子・佐藤 博・小林享夫・本橋慶一 (1997) . 北関東における赤衣病の発生生態. 日植病報 63: 495.
- 小口健夫 (1970) . 北海道においてポプラ類に発生する *Leucostorna* および *Valsa* 属菌とその生理的性質. 日林誌 52: 296-305.
- Oguchi, T. (1993) . Notes on diseases of woody plants and their casual fungi in Sorachi Region, Hokkaido. J. Hokkaido Coll., Senshu Univ. 26: 39-45.
- 小口健夫 (1993) . *Colpoma quercinum* によるミズナラ枝枯病. 日林北支論 41: 61-62.
- 小口健夫・周藤靖雄 (1975) . 緑化樹木の胴枯性病害. 植物防疫 29: 323-326.
- Roll-Hansen, F.& H. (1969) . *Neofabraea populi* on *Populus tremula* x *P.tremuloides* in Norway. Comparison with the conidial state of *Neofabraea malicorticis*.

- Meddr.Norske Skogforsves.27: 217-222.
- Sahashi,N., Kubono,T. and Shoji,T. (1994) . Temporal occurrence of dead seedlings of Japanese beech and associated fungi. J. Jpn. For. Soc. 76: 338-345.
- 佐橋憲生・窪野高德・庄司次男 (1995) . 立枯症状を呈したブナ当年生実生から分離された *Colletotrichum dematium* の病原性と早急な枯死に果たす役割. 日植病報 61: 241-242.
- 佐々木克彦 (1975) . *Nectria galligena* Bresadola によるヤチダモのがんしゅ病. 日林北支 28: 170-172.
- 佐々木克彦 (1985) . ヤチダモをはじめとする広葉樹のがんしゅ病. 森林防疫 34: 117-122.
- 佐々木克彦 (1986) . *Nectria* 属菌による広葉樹のがんしゅ病—病原菌の分類学的検討—. 日林北支論 35: 68-70.
- 佐々木克彦 (1998) . カンバ類がんしゅ病, ヤナギ類がんしゅ病 (岸 国平編: 日本植物病害大辞典) . 全国農村教育協会, 東京, p.1090, p.1196.
- 沢田兼吉 (1958) . 東北地方菌類調査報告 (IV) 不完全菌類. 林試研報 105: 35-140.
- 高橋郁雄・高橋康夫 (1985) . 地はぎ跡地の天然生稚苗に発生したちゃいぼたけ病. 森林防疫 34: 142-145.
- 滝川雄一・山下修一・土居養二 (1983) . トウカエデ首垂細菌病の病原細菌について. 日植病報 49: 128.
- 田中延二郎 (1988) . あおき つばき やぶにつけいの葉に黒き斑点を形成する菌の形態の比較及び其発生. 植物学雑 2: 50-63.
- 田中 潔 (1983) . タフリナ属菌によるウダイカンバの新病害. 94 回日林論 :563-564.
- 田中 潔 (1988) . ウダイカンバ縮葉病菌によるてんぐ巣形成. 日菌報 29: 205-217.
- 田中 潔 (1995) . ダケカンバとシラカンバに寄生するてんぐ巣病菌の所属. 日林北支論 43: 35-37.
- Thompson, G. G. (1939) . A canker disease of poplars caused by a new species of *Neofabraea*. Mycologia 31: 455-466.
- 山本和太郎 (1961) . *Glomerella* と *Guignardia* に属する種類、特にその不完全世代. 兵庫農大研報, 農生編 5 (1) 1-12.
- 安盛 博・山口忠義 (1975) . 群馬県において最近注目された 2, 3 の緑化樹の病害. 森林防疫 24: 39-41.
- 吉井 甫・河村栄吉 (1947) . 解剖植物病理学. 朝倉書店, 東京, 281p.

1-3-3 広葉樹腐朽病害

1) 材質腐朽病の形態

(1) 材質腐朽病とは

林木の材質腐朽病とは、担子菌類を中心とする微生物が出す酵素によって、材の主要な構成要素であるセルロースあるいはリグニンが分解されてしまい、木材の組織構造が崩壊・脆弱化してしまう現象である。そのため、材を利用する側にとっては、質的あるいは量的に多大な損失が生ずる。そればかりか、材質腐朽病に侵されると、樹冠や枝葉を支えている幹あるいは根の部分の機械的強度が低下するため、少々の風でも折れたり倒れたりする危険性が高く、そのために周囲の健全な樹木や人工的構造物、時には人間を傷つけたりすることもあるため、看過できない病害である。材質腐朽病は、進行は遅いものの、長年月を必要とする林業においては収穫までに被害が進展することが多く、また現在のところ、外見から材質腐朽病の判定をするには子実体（キノコ）の発生によって判断するぐらいしか確実な方法はない。子実体が発生している樹木は相当に腐朽が進行していると考えてよく、それまでの病徴の進展がほとんど外見からは判断できないのが材質腐朽病の特徴である。したがって最終的に伐採・収穫の段階で被害に気づくことも多く、多大な被害を被ることになる。

近年外材の輸入による国産針葉樹材の価格の低迷と、広葉樹材の希少価値化により、本邦では全国的に広葉樹施業が脚光を浴びているが、広葉樹は種類が多く、生理・生態的特性も種によってかなり多様性があるために、そのすべてが明らかにされているものはほとんどない。当然これらの多様な広葉樹に寄生し病気を生ずる病原菌についても多種多様であり、一部のものを除いてはほとんどわかっていないのが現状である。これは広葉樹の材質腐朽病についても同様であるが、現在までに国産広葉樹の材質腐朽病およびそれを起因する病原菌について報告されたものを以下にまとめた。

(2) 材質腐朽病の病徴・腐朽の形態

i 白色腐朽と褐色腐朽

菌類によって腐朽が起こるとその菌に特有な腐朽の型が生じる。菌類による木材の腐朽型には大別して褐色腐朽と白色腐朽および軟腐朽に分けられる。さらに腐朽材が海綿状、繊維状、粉状になったりあるいは立方状（ブロック状）に割れたりと様々な形態を示す。これは腐朽の進展した木材の外見上の特徴から名付けられたものであるが、その腐朽菌によって特徴的であり、その性格をよく現している。そして、褐色腐朽を引き起こす菌類を褐色腐朽菌、白色腐朽を引き起こす菌類を白色腐朽菌、軟腐朽を引き起こす菌類を軟腐朽菌と呼んでいる。これらの腐朽型は侵される樹種や樹齢、環境条件に係わらず遺伝的な形質に基づいた不変の

性質であり、腐朽菌の種類によって決まることが知られている。このうち軟腐朽は、高含水率の木材に発生することが多く、それを起因する軟腐朽菌は主に不完全菌類、細菌類、放線菌類であり、生立木の腐朽とは関係ないものが多いためここでは説明を省略する。

褐色腐朽菌と白色腐朽菌では木材の分解のしかたがまったく違っている。褐色腐朽菌は木材の細胞壁を構成するセルロースとヘミセルロースをほぼ同じ割合で分解し、リグニンはある程度まで低分子化されるが完全に分解されることは少ない。したがって腐朽が進展すると材にはリグニンが多く残存するので、腐朽材は褐色になる。また乾燥した腐朽材は収縮し立方状の亀裂を生じることが多い。褐色腐朽は針葉樹に多く見られる。一方白色腐朽菌はセルロース、ヘミセルロースとリグニンを同時に分解する。これらが分解される比率は、それぞれの菌の種類や樹種によって異なる場合もある。白色腐朽と呼ばれるのは、リグニンの分解・消失によって腐朽材が白っぽくなったり退色するためである。白色腐朽は広葉樹材に多く発生している。

ある腐朽菌が褐色腐朽を起こすかあるいは白色腐朽を起こすかは、菌の種類によって決まっている。また腐朽菌の分類上属や科の単位で腐朽型を統一していることがあるため、褐色腐朽であるか白色腐朽であるかは、菌の分類上の大きな手がかりとなる場合がある。

ii 根株腐朽と樹幹腐朽

生立木における腐朽のタイプには2種類があり、まず腐朽菌が根系から侵入して根株から樹幹へと上方向に進展していくものと、樹幹にある枯枝や折れた枝、あるいは種々の傷から腐朽菌が侵入し、そこから樹幹の上下方向へと腐朽が進展していくタイプがある（図 1-3-3 ①）。前者を根株腐朽、後者を樹幹腐朽と呼んで区別しており、それぞれの腐朽を起こす菌類を根株腐朽菌、樹幹腐朽菌という。根株腐朽菌は土壌生息菌の1種で、土壌中を菌糸や菌糸束によって移動して伝染するようである。またマツノネクチタケやエゾノサビイロアナタケ（いずれも針葉樹の根株腐朽菌）のように健全な樹木の根系と腐朽木根系の接触による伝染も知られている。いずれも土壌に依存するという生態的な特性を持っている。一方樹幹腐朽菌は空気中に胞子を飛散させて健全木に感染するもので、いわゆる「サルノコシカケ」と呼ばれる硬質で多年生の大型の子実体を形成する担子菌類には樹幹腐朽菌が多い。腐朽菌が根株腐朽菌であるか樹幹腐朽菌であるかは、その種によって異なっているものの、根株腐朽菌と樹幹腐朽菌が分類上同属に入っていることもあり、褐色腐朽菌と白色腐朽菌のように分類や系統発生との関連性ははっきりしない。

iii 心材腐朽と辺材腐朽

生立木の腐朽菌が、心材を侵すかあるいは辺材を侵すかによってさらに心材腐朽と辺材腐朽に区分され（図 1-3-3①）、前者を起因する腐朽菌を心材腐朽菌、後者を起因する腐朽菌を辺材腐朽菌という。生立木では心材腐朽のほうが辺材腐朽より多いが、これには以下のような理由が考えられる（高橋 1986）。①辺材が水分通導のため高含水率、無酸素状態であり腐朽菌の生育に不适当であること、②辺材には柔細胞などの生きている細胞が多く特に形成層付近では菌の侵入に対する強い防御反応が生ずること、③枝は樹幹中心部から発生しているので枯枝や枝折れ跡から腐朽菌が侵入すると心材へと到達しやすいこと、④心材である樹幹の中心部は最も古い細胞であり抗菌性物質が存在していても活性が低下していることが多いこと。

一方、辺材腐朽菌は、辺材の腐朽とともに形成層の活動も阻害するために、被害木はその部分の肥大成長が止まって陥没した形状になることがある。樹幹表面が軸方向に陥没して溝状になると溝腐病と呼ばれる。また辺材腐朽菌の侵入に反応して樹脂の漏出が見られることがある。

以上のように、生立木の材質腐朽病は白色腐朽と褐色腐朽、あるいは根株腐朽と樹幹腐朽、心材腐朽と辺材腐朽とに大きく分けられ、これらの2つの組み合わせによって、例えば「褐色心材腐朽」、「根株心材腐朽」、「白色樹幹腐朽」のように大きくタイプ分けされて呼

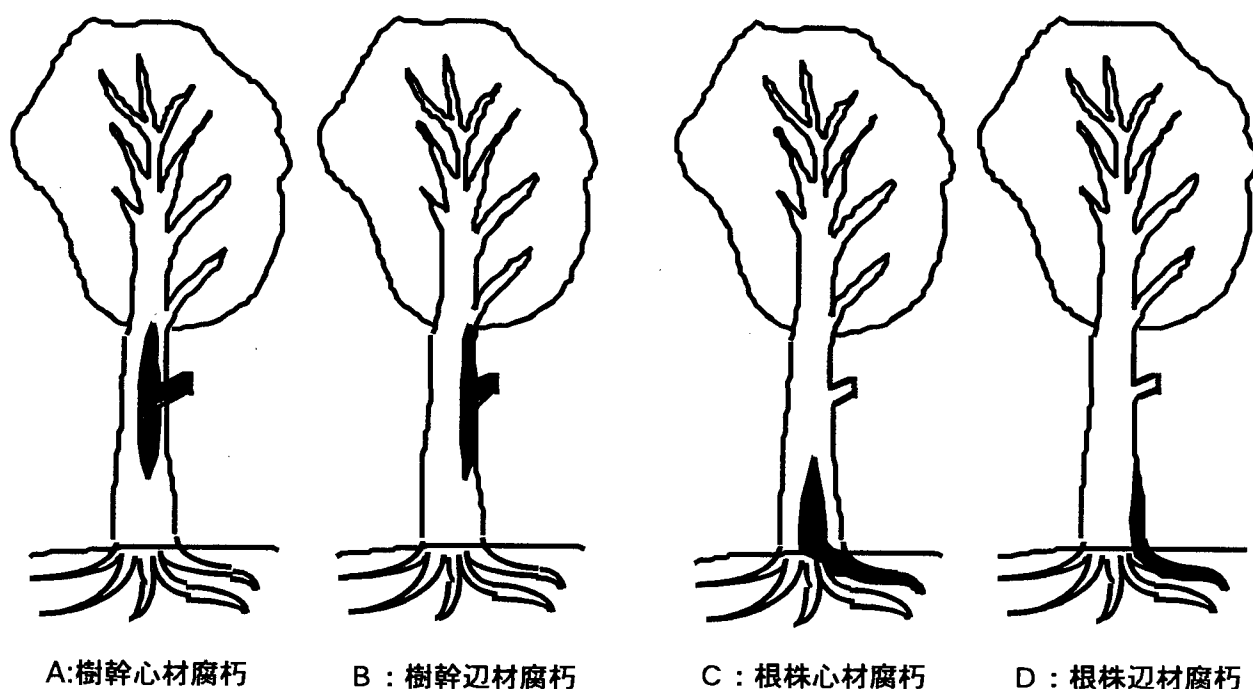


図 1-3-3① 立木腐朽の状態を示す模式図。黒塗りは腐朽部分を示す。

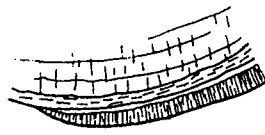
ばれることが多い（図 1-3-3①）。また実際には、立方状、孔状、輪状、羽毛状、海綿状などの肉眼的にみられる腐朽の形態を表す言葉と組み合わせて、例えば「立方状褐色腐朽」「孔状白色腐朽」などといった名称で分類される。

(3) 腐朽病害を起因する病原菌類の一般的な特徴

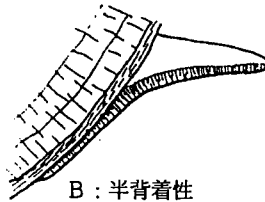
腐朽病害を起因する病原菌は前述したように 1 種類ではなく、宿主となる広葉樹が多種にわたることから、それに寄生する菌類もまた多様である。一般的にいて、生立木に腐朽を引き起こすのは糸状菌（真菌）類のうち担子菌類のヒダナシタケ目に属する菌類が大部分であり、一部には担子菌類のマツタケ目あるいは子実層の菌類に属する菌で生立木の腐朽を引き起こす種類が知られている。ほとんどのものは肉眼で確認できるような大型の胞子生産器官（子実体）いわゆるキノコをつくるものが多いが、非常に目立たない子実体をつくる種類もある。担子菌類ヒダナシタケ目に属する木材腐朽菌類にはいわゆる「さるのこしかけ」の仲間が多く含まれている。なお「さるのこしかけ」とはヒダナシタケ目の菌類のうちで樹上に硬質で多年生の子実体をつくる種類の総称あるいは通称として使われる名称であり、「〇〇サルノコシカケ」という和名の菌類はあっても単に「サルノコシカケ」という種類の菌類は存在しない。

ヒダナシタケ目の子実体の形態は多様である。その菌類の生活の基盤、つまり基物（木材）の表面に薄平たく広がるだけ（背着生）の種類から、背着生の状態から子実体の一端がわずかに反転してかさをつくる（半背着生）種類、そして基物から離れて半円状ないし棚状のかさをつくる（座生）種類までである（図 1-3-3② a）。胞子が形成される部分（子実層）は、背着生の種類では全表面に形成されるが、子実体が平坦なものから、しわ状、いぼ状あるいは窪み状になる種類がある。このような形状によって、子実体の大きさを変化させることなく子実層の表面積を増やして、胞子の生産量を増大させている。さらに、かさを形成するような子実体では、上下の区別が生じ、かさの下側にのみ子実層が形成され、子実層の形も針状、ひだ状、管孔状など呈し、非常に複雑な組織構造を持っている。子実層には胞子（担子胞子）を形成するための器官である担子器（基）が、多数形成される（図 1-3-3② b、c）。担子器はその頂上に突起を出してそこに胞子を形成する。胞子の大きさや形、色、表面の形状は種に固有であり、種を判別するための重要な基準となっている（図 1-3-3② d）。子実層には担子器の他に、「嚢状体」、「粘嚢体」「剛毛体」などの異形細胞が形成されることがあり（図 1-3-3② e）、これらの種類と大きさなども種を分類する上で重要な手がかりとなる。

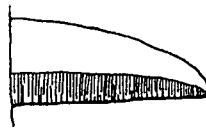
また子実体を形成する組織は、非常に軟らかいものから、革質、肉質、コルク（木栓）質、



C : 背着性

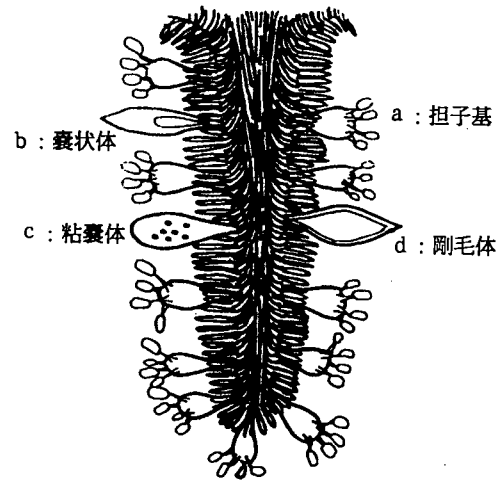


B : 半背着性

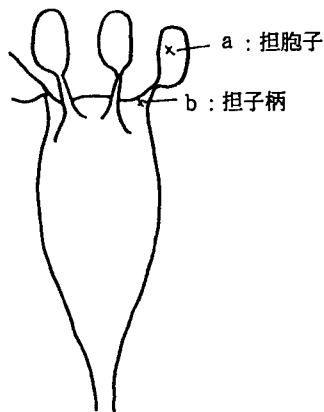


A : 座生

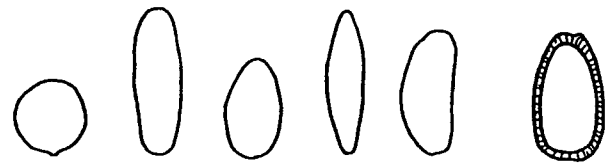
a : 子実層の形成方法模式図



b : 子実層の模式図

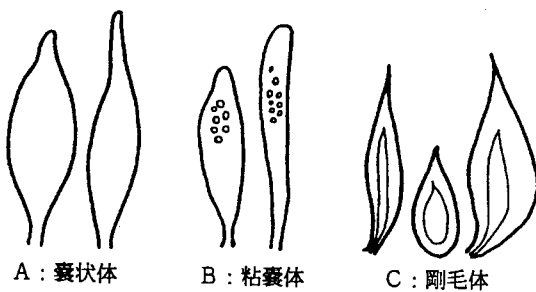


c : 担子器 (基) の形態



A : 円形 B : 橢円形 C : 卵形 D : 紡錘形 E : 腎臓形 F : 二重膜

d : 担孢子的形態

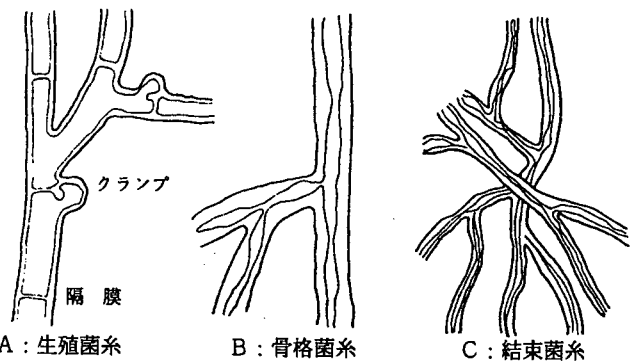


A : 囊状体

B : 粘囊体

C : 剛毛体

e : 子実層の異形細胞



A : 生殖菌糸

B : 骨格菌糸

C : 結束菌糸

f : 子実体の菌糸組成

図 1-3-3② サルノコシカケ科菌類の形態の模式図 (林 1992)

木質のようにかなり堅固なものまで多種多様である。子実体の組織を構成する菌糸を顕微鏡で観察すると、機能の異なる3種類の菌糸、つまり a 生殖菌糸（薄膜で隔膜を有し、枝分かれをする、基本的な機能を持つ菌糸）、b 骨格菌糸（厚膜で隔膜がなく、子実体を強固にする機能を持つ）、c 結合菌糸（厚膜で隔膜はなく枝分かれし、骨格菌糸より細く a と b を連結する機能を有する）がある（図 1-3-3② f）。それぞれの種類によって、子実体の構成菌糸にこれらの3種類すべてをもつもの、2種類のもの（a と b）、1種類（a）のみのものがあり、その種によりこの性質は固有である。

マツタケ目にも木材腐朽性を有する種類が多くあり、数は少ないもののその内のいくつかは生立木の腐朽を引き起こすことが知られている。マツタケ目の子実体の一般的な形態は、いわゆるキノコの形をしており、傘と柄（茎）があり傘の下面にヒダを持つ形状が一般的である。傘や柄の形状、色などは種によって様々である。ヒダに子実層が形成され、担子胞子がつくられるが、胞子の大きさや色、形、異形細胞の有無と形、子実体を構成する菌糸の種類などが種の分類上重要な手がかりとなることは、ヒダナシタケ目の菌類と同様である。

2) 腐朽菌の生態および生活史

(1) 生活史

腐朽菌類の生態については、一部を除いてほとんど知られていないのが実情である。腐朽菌類特に樹幹腐朽を引き起こす菌類は、基本的に他の立木への伝染は、子実体（キノコ）で生産された胞子によって行われる。枝折れ跡や材の露出した傷口などに胞子が付着し発芽して材の中へ侵入・定着することにより感染が成立する。腐朽菌は材を分解して栄養分を得、材の中を進展していき、やがて子実体を形成する。根株腐朽菌類は、土壤生息性であるため、長距離の移動・分散は胞子によるが、比較的近距离の移動・分散は土壤中を伝わっていくと考えられるが、種によってその方法は違うと思われる。しかしその生態についてはほとんど明らかになっていない。また胞子による分散では、有性胞子である担子胞子（担子器から形成される）のほかに、厚膜胞子をつくる種類（例えばベッコウタケ・ヒラフスベなど）もある。厚膜胞子は耐久性もありベッコウタケでは菌糸付近の土壤中にも形成され（林ほか 1984）、伝染源となっている可能性が高いが、その重要性については不明である。

(2) 胞子の飛散時期

立木に腐朽被害を引き起こす多年生硬質菌類のツリガネタケの小型タイプと大型タイプ、コフキサルノコシカケ、サクラサルノコシカケ、キコブタケについて、胞子飛散時期と胞子飛散数を調査した結果（山口 1993）では、胞子飛散のパターンとして、1年の生育期間を

通して胞子を飛散するコフキササルノコシカケ（6月～10月下旬）・キコブタケ（4月下旬～11月上旬）・ツリガネタケ大型タイプ（5月～10月）と、春～初夏にかけて胞子を飛散するが夏には胞子の飛散を停止し、その後秋になってから再び胞子を飛散するツリガネタケ小型タイプ（4月～6月、9月～11月初旬）に大きく分けられた（図 1-3-3③）。ツリガネタケには大型と小型の2タイプが知られ、分類上は同一種となっているが、この結果からは両タイプは生態的に違うことが示唆された。

しかし大型のツリガネタケについては、扱った数が少なく、まだ検討を要する。サクラサルノコシカケは前者のパターンに近いもの（5月～11月上旬に胞子を飛散するが、7月初めに胞子数が0に近い数値まで落ち込み、すぐに回復した。）と後者のパターン（5月～7月と9月～11月初旬に胞子を飛散）を持つものが見られる。胞子の飛散数や飛散期間は、同一種でもばらつきがあり、また同じ子実体でも年により胞子飛散数に差が見られるものがあった。これはそれぞれの子実体の活性度や成熟度といった内的な要因と、また気象条件などの外的な環境要因が複雑に関係していると考えられる。

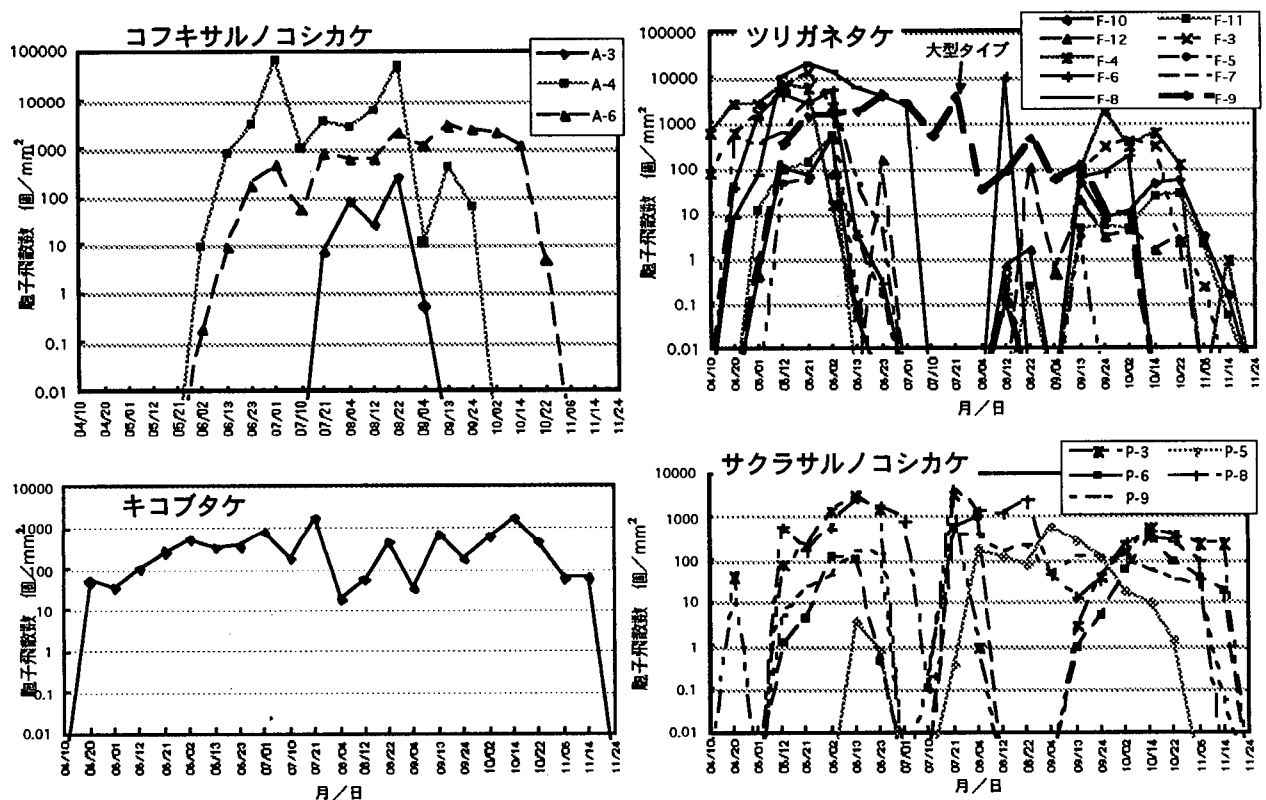


図 1-3-3③ 多年生硬質腐朽菌類の胞子飛散の推移（山口 1993）

カバノアナタケの子実体は一年生で、ほとんどが枯死木の樹皮と辺材の間あるいは辺材の割れ目などに形成され背着性であるため菌核に比べ外観上はあまり目立たない。そのため子実体の形成時期や担子胞子の動向などその生態については、ほとんど知られていないが、札幌市羊ヶ丘で子実体の発消長と、担子胞子の飛散時期について観察を行った（山口 1990、図 1-3-3④）。

3 年間の観察結果から、札幌市羊ヶ丘では、カバノアナタケ子実体は5月下旬頃から6月上旬にかけて発生し、実質的な担子胞子の飛散期間は3週間程度と思われた。この子実体は、多くは樹皮と辺材の間に形成されるため、発生初期の状態を外から確認するのは難しい。この時点から子実体が成熟するまでは数日かかるようで、子実体の辺縁が盛り上がって樹皮が裂けて、初めて外から認められる。

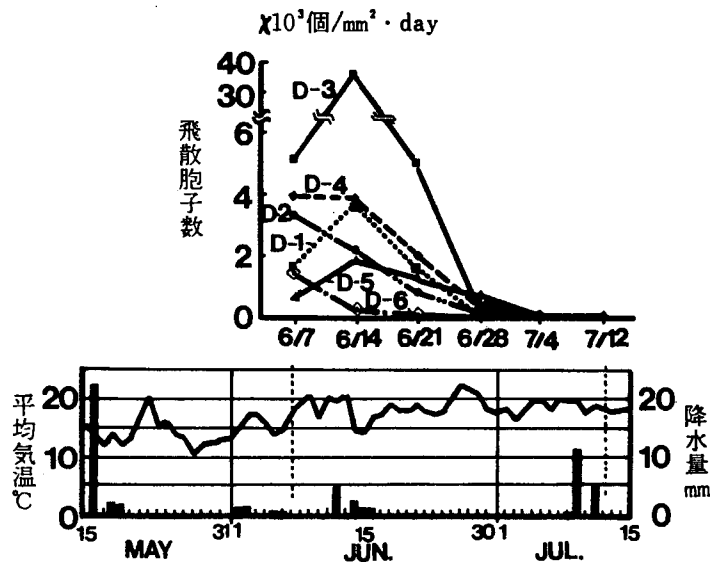


図 1-3-3④ カバノアナタケ担子胞子の飛散量の推移（山口 1992）

子実体発生気象条件としては、3年間の結果から推察すると、日平均気温で12～13℃以上の日が数日続き、その間に多少の降雨があることが必要と考えらる。しかし、これらについてはまだ検討する余地がある。また同一木に2年にわたって子実体が発生する例も観察された。なお本菌の子実体は8月～11月にも発生するという報告もある。

1991年の調査開始から1週間後では、これは前日の降雨が影響して飛散胞子数が一時的に多くなるのが観察された。しかし、全体的な傾向として、飛散胞子数は日が経つにつれて減少し、日数の経過とともに胞子形成能力が徐々に低下して、わずか2～3週間で胞子の飛散が終わってしまうことが明らかとなった。また昆虫類による子実体の摂食のため、早いもの

では1週間後に食害部分が部分的に褐変し始め、ほぼ3週間後には濃褐色の部分が現われ、子実体にひびが入って割れてくるのが観察され、胞子数も急速に低下していた。そして最後には、子実体が乾燥して基質から離脱するようになった。昆虫類による子実体の食害は、飛散胞子数の減少、あるいは子実体の活力低下に大きな影響を与えていると思われる。

(3) 胞子の発芽に関する条件

シイサルノコシカケの胞子形成時期および胞子発芽について調べた報告（青島 1950）によると、本菌の子実体は東京近郊では6月下旬から子実体の下面に新しい層を形成し、年1回7月上、中旬に子実層に胞子を形成する。胞子の飛散期間はおおよそ4週間である。胞子は蒸留水中では発芽しないが、蒸留水寒天、馬鈴薯寒天、麦芽寒天など適当な培養基上で30℃前後で15時間後に発芽した。発芽と温度との関係では、馬鈴薯寒天上では13℃から42℃付近まで発芽可能で、最適温度は33℃付近である（表 1-3-3①）。

表 1-3-3① シイサルノコシカケ担胞子の発芽と温度の関係（左）および発芽に対する直射日光の影響（右）（青島 1950 を改変）

温 度 ℃	発 芽 胞子数	未発芽 胞子数	発芽率 (%)	発芽管長 (μm)	直射日光 照射時間	発 芽 胞子数	未発芽 胞子数	発芽率 (%)	発芽管長 (μm)
13	29	325	8.2	28	0	203	34	85.7	634
20	384	196	66.2	237	10	135	60	69.2	397
27	326	54	85.8	612	30	132	88	60.0	361
33	349	31	91.8	831	60	312	355	46.8	238
40	26	304	7.8	29	120	227	499	31.3	168
47	0	318	0	0	180	27	308	8.0	23
					240	27	342	7.3	27

直射日光は発芽に阻害作用を及ぼす。わずか 10 分間の照射でも影響が現れ、4 時間ではほとんど発芽能力を失われることが明らかにされており、これには温度の影響は関与していないと考えられた。胞子は室温保存で約 50 日で最初の発芽率の半分となり、120 日後にはほとんど発芽能を失うに至った（表 1-3-3①）。

ベッコウタケの胞子では（伊藤 1940）、およそ 13～40℃において発芽をなし、29℃付近において良好であり、10℃以下および 42℃以上では全然発芽しなかった。また直射日光を 5 時間照射したところ、直射日光を受けたものは2日後ではまったく発芽しなかった。

マイタケの胞子では（伊藤 1941 a）、ブドウ糖寒天培養基上で 32℃付近において発芽が良好であった。

コフキサルノコシカケ（コフキタケ）の胞子は、培養基や温度に関わりなく 48 時間以内では発芽せず、1 週間以内に発芽するのはわずか数%で、4 カ月にわたり不規則な発芽を示

した（青島 1954）。寒天培養基上の胞子も5カ月後でわずか10%程度が発芽するにすぎず、1年以上にわたって観察を続けると50%以上が発芽することを確認めた。このことからコフキサルノコシカケの胞子は長いものでは1年の休眠期を持つことが明らかにされた。

サクラサルノコシカケの担子胞子発芽に最適な培地と温度を明らかにするための実験を行った（山口 1995）。培地には、エゾヤマザクラの材を冷水に浸漬して得られた抽出液による寒天（EA）培地、2%デキストロース寒天（DA）培地、素寒天（WA）培地を用い、温度は5～45℃で5℃間隔で設定した。

胞子を培地に塗布してから1日後、3日後、5日後の発芽率を図に示した。発芽に最適な温度は、どの培地でも30～35℃であり、比較的高い温度であった。EA培地では15～40℃で5日間の内に発芽可能であったが、DA培地、WA培地では20～40℃であった。培地の種類別では、EA培地がどの温度においても最も発芽率が高く、DA、WA培地の順に発芽率が低くなる傾向がみられた（図1-3-3⑤）。DAとWAの発芽率は、EAに比べて特に低い温度域で差が大きかった。30℃と35℃のEA培地では図にみられるように1日後から発芽がみられ、3日後、5日後の15、20℃の発芽率も他の培地に比べ高かった。EA培地での30～35℃における発芽率が、3日後と5日後でほとんど変化していないことから、胞子の発芽率

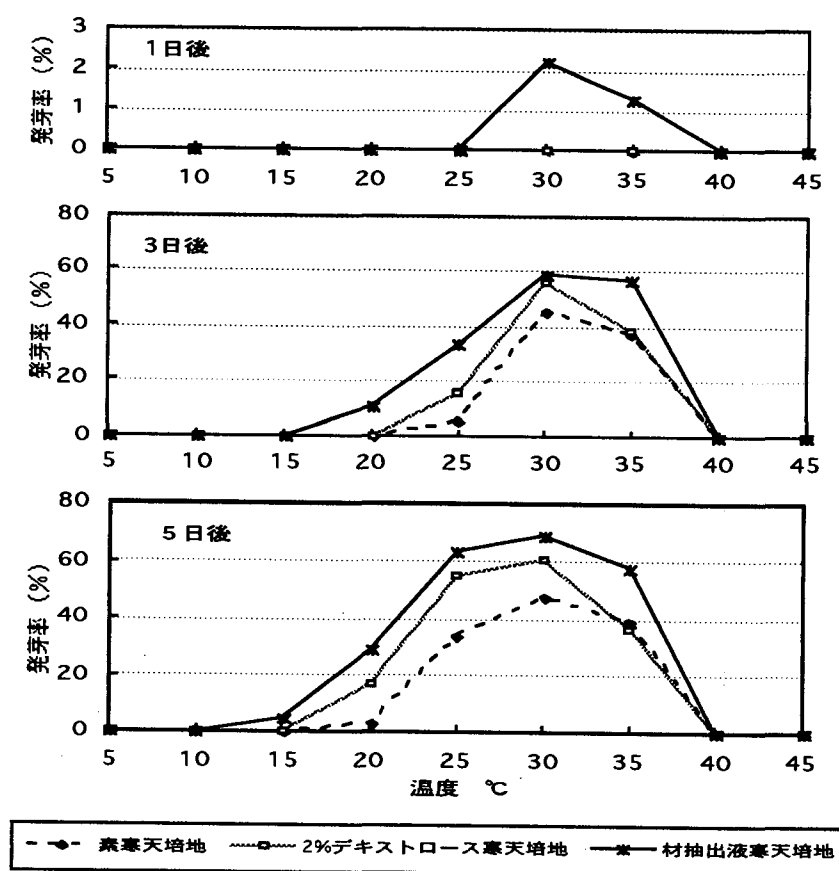


図1-3-3⑤ サクラサルノコシカケ胞子の発芽と培地および温度の関係（山口 1995）

は 70%前後と思われる。以上の結果からエゾヤマザクラ材の抽出液はサクラサルノコシカケ担子胞子の発芽を促進させる効果があると思われた。

次に材の抽出液による寒天培地の pH を変えてサクラサルノコシカケの発芽率を調べた(図 1-3-3⑥)。実験開始 1 日後には pH 4~7 の範囲でわずかながら発芽が観察されたが、pH 5 が最も高い数値を示した。3 日後には pH 5 での発芽率を最高に pH 3 から 8.9 までの範囲で発芽がみられた。5 日後も同様の結果であった。このことからサクラサルノコシカケ胞子発芽の最適 pH 値は 5.0~6.0 前後であると考えられるが、比較的広い pH 値に適応していることが明らかとなった。なおエゾヤマザクラ材の抽出液を未調整のまま pH を測定してみるとほぼ最適 pH に近い値であり、発芽率も高い値を示した。

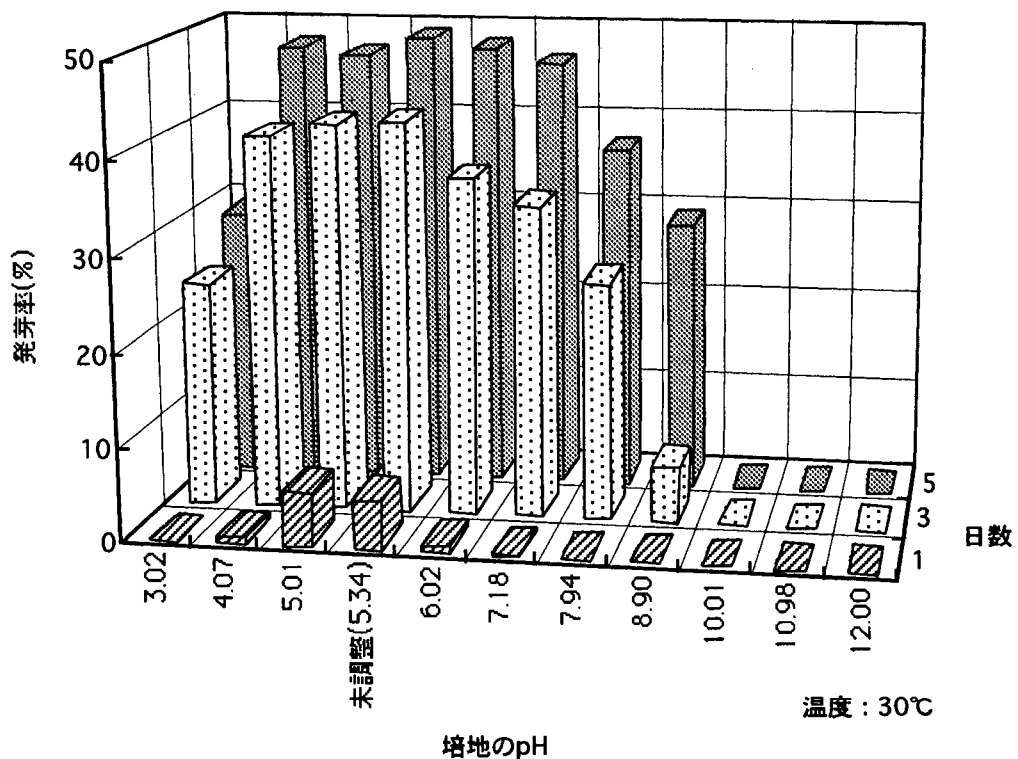


図 1-3-3⑥ サクラサルノコシカケ胞子の発芽と培地 pH の関係 (山口 1995)

3) 主要な樹種における被害の実態・特徴と腐朽の原因

(1) 被害の実態と特徴

前述したように、広葉樹の腐朽被害を起因する病原菌は1種類ではなく、寄主も数多い。表 1-3-3②に日本有用植物病名目録第5巻広葉樹（林木、鑑賞樹木）の中から拾い上げた腐朽病害についてまとめた。この表からも明らかなように、カワラタケやコフキタケ（コフキサルノコシカケ）、ツリガネタケ、キコブタケのように、広葉樹を広範に侵す種類と、宿主の範囲が限定されている種類がある。もちろんここに掲げる腐朽菌が全てではなく、この目録の中に含まれていない腐朽菌も数多くある。一般に腐朽病害の進展は緩慢で被害が顕在化するまで長期を要し、また、腐朽菌が樹体に侵入してから発病に至るまでの過程では、腐朽菌が侵入する以前に腐朽菌以外の糸状菌あるいは細菌類が先行して侵入し、その後に腐朽菌が侵入するというような、複雑な菌類の遷移があることが判ってきている。そのため、腐朽菌の接種試験は難しく、いくつかの例を除いてはほとんど報告されていない。つまり、材質腐朽病害に関しては、病原菌の患部からの分離、分離した病原菌の接種、接種木から接種した病原菌と同じものが再分離される、という「コッホの原則」に従っての病原性の確認がされていないものがほとんどである。また腐朽能力の確認について今まで行われてきた手法は、生立木に発生した腐朽菌の子実体あるいは腐朽材から菌を分離して、それを滅菌した材片に接種しその腐朽度合（重量の減少率）で、判定しているものがほとんどであり、これがそのまま生立木に対する病原性と同一かどうかは明らかではない。したがって、生立木に対する病原菌の腐朽力の評価については、接種および評価方法を含め今後の研究課題となっている。

表 1-3-3② 日本有用植物病名目録第5巻広葉樹（林木、鑑賞樹木）に掲載されている
腐朽病害〔ポプラ類・ヤナギ類・シデ・アサダ〕

宿 主	病 名	病原菌	文 献
ポプラ類	カワラタケ病	カワラタケ	青島清雄,植物防疫 29(8),327,1975
	コフキタケ病	コフキタケ	出田新,日本植物病理学(下) 614,1911 亀井専次,日林北支講 7,84,1958
	幹辺材腐朽病	キウロコタケ	北島君三,樹病学及木材腐朽論,438,1933
		オオチリメンタケ	逸見武雄・池屋重吉,日植病報 2(6),563,1933
	幹心腐病	ツリガネタケ	亀井専次,日林北支講 7,84,1958
		マスタケ	白井光太郎,植物病理学(下)(改訂版), 155,1900
		キコブタケ	新島善直,日本森林保護学(下),496,1912 千葉修・寺本敏雄,東大農演報 43 33,1952
ヤナギ類	カワラタケ病	カワラタケ	安田篤,植物学雑誌 22(261),373,1908 今関六也,東京科学博研報 6,81,1943
	幹辺材腐朽病	オオチリメンタケ	逸見武雄・池屋重吉,日植病報 2(6)563,1933 白井光太郎・三宅市郎,日本菌類目録(2 版)659,1917
	幹心腐病	マスタケ	出田新,実用植物病理学,207,1901 今関六也,東京科学博研報 6,88,1943
シデ類	幹辺材腐朽病	オオチリメンタケ	逸見武雄・池屋重吉,日植病報 2(6)563,1933今 関六也,東京科学博研報 6,73,1943
	幹心腐病	ツリガネタケ	新島善直,日本森林保護学(下),469,1912
		ヒイロタケ	安田篤 植研雑誌6(7),221,1929 今関六也,東京科学博研報 6,73,1943
アサダ	幹辺材腐朽病	オオチリメンタケ	千葉修・寺本敏雄,東大農演報 43 30,1952

表 1-3-3② (続き) [カンバ類・ハンノキ類]

宿 主	病 名	病原菌	文 献	備考
カンバ類	コフキタケ病	コフキタケ	北島君三,樹病学及木材腐朽論,246,1933	
	幹辺材腐朽病	カンバタケ	白井光太郎,植物病理学(下),156,1900 今関六也,東京科学博研報 6,90,1943	
		オオチリメンタケ	逸見武雄・池屋重吉,日植病報 2(6)563,1933	
	幹心腐病	ツリガネタケ	新島善直,新編日本森林保護学(下),49,1925	
		カバノアナタケ	小林義雄,植物研雑誌 16(11),684,1940 青島清雄,東大農演林報 39,185,1951	心材白腐病
		キコブタケ	大森順造・山田玄太郎,植物病理学 336,1910 千葉修・寺本敏雄,東大農演報 43 33,1952	
		ヒイロタケ	安田篤 植研雑誌6(7),221,1929	
ハンノキ類	カワラタケ病	カワラタケ	青島清雄,植物防疫 29(8),327,1975	
	幹辺材腐朽病	アラゲカワラタケ	亀井専次・五十嵐恒夫,日林北支 講 8,53,1959	ケヤマハンノキ
		キウロコタケ	北島君三,樹病学及木材腐朽論,438,1933	
	幹心腐病	キコブタケ	白井光太郎,植物病理学(下),154,1900 千葉修・寺本敏雄,東大農演報 43 33,1952	

表 1-3-3② (続き) [ブナ]

宿 主	病 名	病原菌	文 献
ブナ	カワラタケ病	カワラタケ	笠井幹夫, 病虫雑誌22(12), 912, 1935 今関六也, 東京科学博研報 6, 81, 1943
	コフキタケ病	コフキタケ	出田新, 日本植物病理学(下) 614, 1911 横木国臣, 農業及園芸5(6), 29, 1930
	幹辺材腐朽病	アラゲカワラタケ	笠井幹夫, 病虫雑誌22(12), 912, 1935 今関六也, 東京科学博研報 6, 80, 1943
		キウロコタケ	笠井幹夫, 病虫雑誌22(12), 912, 1935
		オオチリメンタケ	逸見武雄・池屋重吉, 日植病報 2(6)563, 1933
	幹心腐病	ミヤマシロアミタケ	今関六也, 植研雑15(5), 305, 1939
	幹心腐病	ツリガネタケ	白井光太郎, 植物病理学(下), 154, 1900 安田篤 植物学雑誌23(265), 69, 1909
		カイガラタケ	北島君三, 樹病学及木材腐朽論, 464, 1933
		キコブタケ	白井光太郎, 植物病理学(下), 145, 1900 今関六也, 東京科学博研報 6, 164, 1943
		ヒイロタケ	北島君三, 樹病学及木材腐朽論, 458, 1933 今関六也, 東京科学博研報 6, 164, 1943
	根株心腐病	ホウロクタケ	梅村甚太郎, 植物学雑誌28(328), 1914

表 1-3-3② (続き) [ナラ類・カシ類]

宿 主	病 名	病原菌	文 献	備考
ナラ類	カワラタケ病	カワラタケ	北島君三,樹病学及木材腐朽論,455,1933	
	コフキタケ病	コフキタケ	大森順造・山田玄太郎,植物病理学 338,1910 横木国臣,農業及園芸5(6),29,1930	
	幹辺材腐朽病	チャカイガラタケ	亀井専次・五十嵐恒夫,日林北支講 8,53,1959	ミズナラ
	幹心腐病	キウロコタケ	白井光太郎,植物病理学(下)改訂版,148,1900	ミズナラ・カシワ
		ヒイロタケ	安田篤 植研雑誌6(7),221,1929	
		ツリガネタケ	出田新,日本植物病理学(下) 611,1911	カシワ
		マスタケ	白井光太郎,植物病理学(下)改訂版,155,1900 千葉修・寺本敏雄,東大農演報 43 31,1952	コナラ・ミズナラ・カシワ
		カイガラタケ	北島君三,病虫雑誌17(2),94,1930	ミズナラ
		キコブタケ	白井光太郎,植物病理学(下)改訂版,154,1900 千葉修・寺本敏雄,東大農演報 43 33,1952	ミズナラ・カシワ
	根株心腐病	ハウロクタケ	安田篤,植物学雑誌37,128,1923 亀井専次・五十嵐恒夫,日林北支講 8,53,1959	コナラ・ミズナラ
カシ類	ベッコウタケ病	ベッコウタケ	逸見武雄・赤井重恭,日植病報 9(4),199,1939	
	カワラタケ病	カワラタケ	北島君三,樹病学及木材腐朽論,455,1933	
	幹辺材腐朽病	キウロコタケ	北島君三,樹病学及木材腐朽論,438,1933	
		オオチリメンタケ	逸見武雄・池屋重吉,日植病報 2(6)563,1933	
	幹心腐病	ツリガネタケ	北島君三,林試研報28,27,1928	

表 1-3-3② (続き) [シイノキ類・ニレ類・ケヤキ・タブノキ・ホソバタブ・
カエデ (モミジ) 類・シナノキ・トネリコ類]

宿 主	病 名	病原菌	文 献	備考
シイノキ類	ベッコウタケ病	ベッコウタケ	逸見武雄・赤井重恭, 日植病報 9(4), 198, 1939	
	カワラタケ病	カワラタケ	梅村甚太郎, 植物学雑誌 26(305), 152, 1912	
	コフキタケ病	コフキタケ	大森順造・山田玄太郎, 植物病理学 338, 1910	
	根株心腐病	ハウロクタケ	逸見武雄, 日植病報 2(6)565, 1933	
ニレ類	幹心腐病	ツリガネタケ	白井光太郎, 植物病理学 (下), 154, 1900 出田新, 日本植物病理学(下) 611, 1911	
ケヤキ	コフキタケ病	コフキタケ	松村任三, 帝国植物名鑑 (上), 143, 1904	
タブノキ・ ホソバタブ	幹心腐病	キツネカワラタケ	安田篤, 植物学雑誌 35(410), 46, 1921	
カエデ (モミジ) 類	コフキタケ病	コフキタケ	千葉修・寺本敏雄, 東大農演報 43 32, 1952	
	幹辺材腐朽病	キウロコタケ	亀井専次・五十嵐恒夫, 日林北支講 8, 53, 1959	エゾイ タヤ
		オオチリメンタケ	安田篤, 植物学雑誌 31(362), 61, 1917	
	幹心腐病	ツリガネタケ	白井光太郎, 植物病理学 (下), 154, 1900 栃内吉彦, 病虫害雑誌 29(1), 10, 1942	
		キコブタケ	北島君三, 樹病学及木材腐朽論, 241, 1933 亀井専次・五十嵐恒夫, 日林北支講 8, 53, 1959	エゾイ タヤ
		ヒイロタケ	安田篤, 植研雑誌 6(7), 221, 1929	
	根株心腐病	オオミコブタケ	青島清雄, 日林誌, 37(6), 254, 1955	
シナノキ	幹心腐病	ツリガネタケ	亀井専次・五十嵐恒夫, 日林北支講 8, 53, 1959	
		ヒイロタケ	安田篤, 植研雑誌 6(7), 221, 1929	
トネリコ類	コフキタケ病	コフキタケ	亀井専次・五十嵐恒夫, 日林北支講 8, 53, 1959	ヤチダ モ
	幹心腐病	ミヤマシロアミタケ	千葉修・寺本敏雄, 東大農演報 43 32, 1952	

表 1-3-3② (続き) [サクラ類]

宿 主	病 名	病原菌	文 献	備考
サクラ類	ベッコウ タケ病	ベッコウタケ	伊藤一雄,樹病 51,1952 安田篤,植物学雑誌26(309),299,1912 逸見武雄・赤井重恭,日植病報 9(4),198,1939青島清雄,日林誌 45(7),232,1963	
	カワラタ ケ病	カワラタケ	安田篤,植物学雑誌22(261),373,1908	ソメイヨシ ノ
	キツネカ ワラタケ 病	キツネカワラタケ	岡田十蔵,病虫雑誌4(2),100,1917	
	コフキタ ケ病	コフキタケ	青島清雄,森林防疫ニュース7(1),10,1958	
	幹辺材腐 朽病	アラゲカワラタケ	北島君三,樹病学及木材腐朽論,460,1933 亀井専次・五十嵐恒夫,日林北支講 8,53,1959	シウリザク ラにも発生
		チャカイガラタケ	千葉修・寺本敏雄,東大農演報 43 34,1952 朝比奈泰彦,日本陰花植物図鑑,479,1939	ソメイヨシ ノ・エゾヤ マザクラ
	幹心腐病	ツリガネタケ	新島善直,新編日本森林保護学 (下),469,1925	
		ツガサルノコシカケ	栃内吉彦,病虫害雑誌29(1),10,1942 小口健夫,森林防疫 25(12),242,1974	エゾヤマザ クラ
		カワウソタケ	梅村甚太郎,植物学雑誌28(332), 356 , 1914 今関六也,東京科学博研報 6,105,1943	ミヤマザク ラ・シダレ ヒガン
		マスタケ	新島善直,新編日本森林保護学 (下),477,1925	
		ヒラフスベ	安田篤,植物学雑誌29(344),263,1915 安田篤,植物学雑誌37,203,1923 今関六也,植研雑誌16(5),269,1940	
		キコブタケ	千葉修・寺本敏雄,東大農演報 43 33,1952	
	シュタケ 病	シュタケ	山林局,日本菌類図譜 20図版,1925	

それでは、主要な広葉樹の種のうち、ある程度調べられているものについて、主要な腐朽菌と腐朽被害の実態と特徴、腐朽菌の侵入門戸などについて述べる。

i 北海道中央部での広葉樹の腐朽被害

北海道中央部の東京大学北海道演習林（北海道富良野市）において材質腐朽菌類の調査が行なわれており（千葉・寺本 1952）、針広混交林の2箇所の標準地を調査したところ、広葉樹の腐朽木本数比率は第1標準地で23%、第2標準地で56.5%であった。第1標準地では小径木が多く、第2標準地では中・大径木が多いが、径級別では、どちらの標準地でも中径木（30～49cm）・大径木（50cm 以上）になるほどその率は高くなっていた。腐朽材積比率では、広葉樹は全体で13.9%（第1標準地7.84%、第2標準地15.4%）であり、樹種別ではイタヤカエデの中・大径木に特に腐朽木が多くみられた。（表1-3-3③～⑤）

表 1-3-3③ 標準地別腐朽木本数（千葉・寺本 1952）

樹 種		10～29 cm			30～49 cm			50～ cm		
		総本数	腐朽木本数	腐朽木率	総本数	腐朽木本数	腐朽木率	総本数	腐朽木本数	腐朽木率
針葉樹	トドマツ	70本	16本	22.8%	15本	10本	66.7%	1本	1本	100.0%
	エゾマツ	19	3	15.8	9	2	22.3	0	0	0
	合 計	89	19	21.3	24	12	50.0	1	1	100.0
潤葉樹	イタヤカエデ	23	4	12.4	32	17	53.1	7	6	85.7
	ヤチダモ	16	1	6.3	2	0	0	1	1	100.0
	ハルニレ	4	1	25.0	7	5	71.4	21	18	85.7
	そ の 他	39	10	25.6	10	6	60.0	7	6	85.7
	合 計	82	16	19.5	51	28	54.9	36	31	86.1

表 1-3-3④ 樹種別腐朽木本数（千葉・寺本 1952）

樹 種		第 I 標準地			第 II 標準地			合 計		
		全材積	腐朽材積	腐朽率	全材積	腐朽材積	腐朽率	全材積	腐朽材積	腐朽率
針葉樹	トドマツ	21.97 ^{m³}	4.69 ^{m³}	18.7%	4.21 ^{m³}	1.10 ^{m³}	26.3%	26.18 ^{m³}	5.19 ^{m³}	19.7%
	エゾマツ	9.42	0.33	3.5	3.92	0.35	8.9	13.34	0.68	5.1
	合 計	31.39	4.42	14.1	8.13	1.45	17.9	39.52	5.87	14.9
潤葉樹	イタヤカエデ	6.94	0.45	6.5	43.40	7.61	17.6	50.34	8.06	16.0
	ヤチダモ	4.25	0.11	2.6	2.58	0	0	6.83	0.11	1.6
	ハルニレ	1.97	0.05	2.5	65.68	9.27	13.9	67.65	9.32	13.8
	そ の 他	13.53	1.24	10.1	16.66	2.84	17.0	30.19	4.08	13.4
	合 計	26.69	1.85	7.84	128.32	19.72	15.4	155.01	21.57	13.9

表 1-3-3⑤ 樹種別腐朽材積 (千葉・寺本 1952)

	直径級別	第 I 標準地			第 II 標準地		
		総本数	腐朽木本数	腐朽木率	総本数	腐朽木本数	腐朽木率
針 葉 樹	10 ~ 29 cm	76 本	12 本	15.8 %	13 本	7 本	53.8 %
	30 ~ 49	17	10	58.8	7	2	28.4
	50 ~	1	1	100.0	0	0	0
	合 計	94	23	24.5	20	9	45.0
闊 葉 樹	10 ~ 29	46	7	15.2	36	9	25.0
	30 ~ 49	11	4	36.4	40	24	60.0
	50 ~	4	3	75.0	32	28	87.5
	合 計	61	14	23.0	108	61	56.5
合 計		155	37	23.9	128	70	54.7

ii カンバ類

i) 北海道におけるカバ属の主要な腐朽菌類

東京大学北海道演習林においてカバ属樹木の主要な腐朽菌としてはカバノアナタケ・キコブタケ・カンバタケがある(千葉・寺本 1952)。カバノアナタケはヨーロッパ・シベリア・北アメリカ大陸に広く分布しカバ属樹木心材の白色腐朽を引き起こす。本菌が侵入した樹木からは不定形で黒色塊状の菌核を形成する。これは樺の癌腫として広く知られていたが、子实体は宿主樹木が心材・辺材を著しく侵され枯死するに至って形成されるために本菌の分類学的所属に関して種々論議がなされ、なかなか決定されなかった。本菌は樹幹の傷や枝の折れ口から侵入し心材を侵すが、菌核の発生しているものはすでに腐朽が相当進んでおり利用価値はほとんど無い状態である。

キコブタケは世界各地に広く分布し種々の広葉樹を侵すが、特にカバ属およびヤマナラシ属の樹木に被害が大きい。東大演習林ではウダイカンバ、ダケカンバ、ドロノキ、バツコヤナギ、ケヤマハンノキ、ミズナラ、エゾヤマザクラ、オオバボダイジュ、イタヤカエデ等が本菌により侵されていた(千葉・寺本 1952)。腐朽材は初め黄緑色乃至濃褐色の変色をきたすが、後に典型的な海綿状白色腐朽を呈し、樹幹の横断面には不規則な黒色帯線が同心円状をなして生じている。

カンバタケはカバ属樹木の辺材および心材の立方状褐色腐朽を起こすが、その分布はカバ属樹木と密接な関係がある。

ii) カバノアナタケの被害調査

札幌市羊ヶ丘で、カンバ類に対するカバノアナタケの腐朽被害の実態調査を、菌核の発生（図 1-3-3⑦）を指標としておこない、また菌核形成位置の状況を観察することにより、この腐朽菌の侵入の原因を推定した（山口 1988）。調査対象地内で発見された被害木は総数 115 本（ウダイカンバ 1 本、シラカンバ 114 本）で、全部で 164 個のカバノアナタケ菌核を認めることができた。菌核の発生数はほとんどの被害木では 1 個であるが、2 個発生しているものも 20 本あり、最高で 1 本あたり 8 個の菌核が認められた。

それぞれのカバノアナタケ菌核発生木について、侵入経路となった傷の原因を推定すると、表 1-3-3⑥のような結果になった。ここの調査では、枝折れ跡、風害・雪害・凍害等による樹幹の傷口、および *Nectria* がんしゅ病など、自然の傷が原因と思われるもののほかに、シラカンバの樹皮を剥ぐときにつけた傷が原因となっているものが、半数近くを占めていた（図 1-3-3⑦）。これらの被害木の菌核形成位置には、剥皮した長さと同じ程度の、木部に達する傷がみられ、樹皮を剥ぐために人為的につけた傷が、カバノアナタケの侵入口になったものと推定される。



図 1-3-3⑦ カバノアナタケの複数の菌核の発生（右）と人為的な傷による縦長の菌核の発生（左）矢印は菌核を示す。

表 1-3-3⑥ カバノアナタケの侵入原因別の傷の個数
(山口 1988)

傷 の 原 因	個数	割合(%)
枝折れ跡	60	36.6
自然の傷 Nectria がんしゅ病	13	7.9
枝分れ跡	1	0.6
皮剥ぎ	88	53.7
人為的傷 その他	2	1.2
合 計	164	100.0

カバノアナタケ菌核は、侵入の原因となった傷口を覆うようにして形成され、また同時に少しずつ盛り上がっていくため、完全に傷口を菌核が覆ってしまうようになると、その形は傷口の形に類似したものになることが観察された。つまり菌核の上下方向の長さ（L）を水平方向の長さ（W）で除したもの、すなわち縦横比（L/W）の値が、傷口の原因別によって大きく違っていた。菌核発生位置の地上高との関係では（図 1-3-3⑧左）、皮剥ぎなどの人為的傷が原因となっているものは、その傷が縦長であることが多く、縦横比は大きくなるものが多くみられた（図 1-3-3⑦、⑧）。一方、枝折れ跡や Nectria がんしゅ病による傷は、その形態が丸みをおびているために、縦横比は 1 に近いか、あるいはそれ以下になるものが多かった。

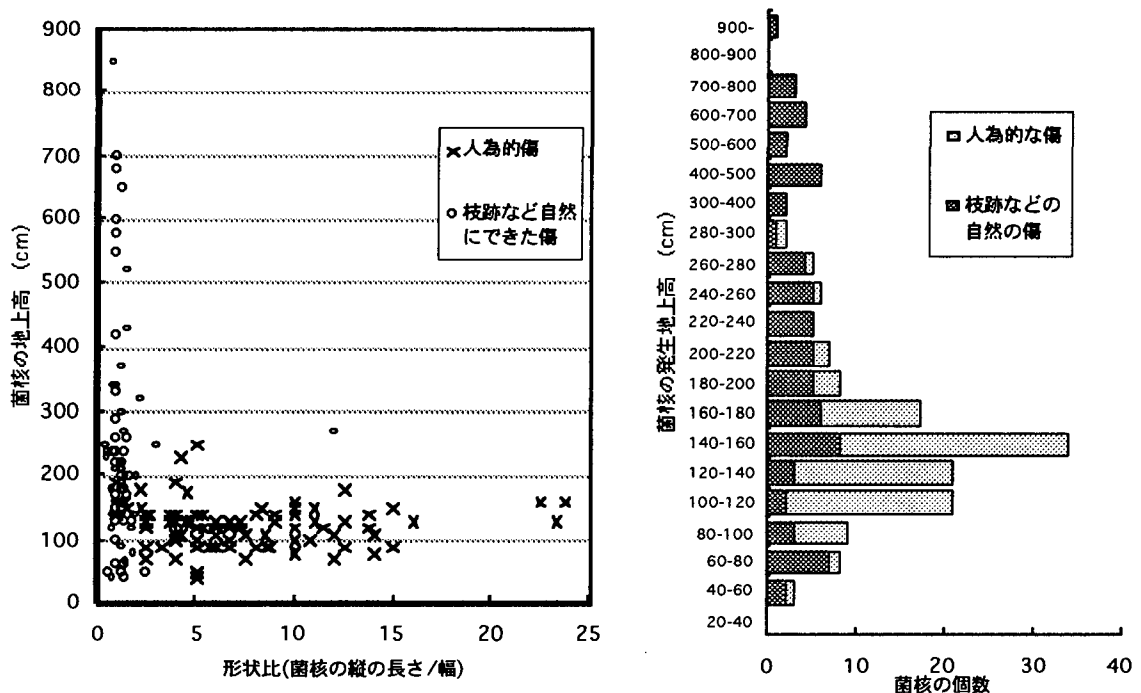


図 1-3-3⑧ 菌核の形状比と傷の種類別の発生高（左）および発生高の頻度分布（右）（山口 1988）

菌核発生位置の地上高は（図 1-3-3⑧右）、自然の傷による菌核では、最高 8.5m から地上近くまで、さまざまな位置に発生していた。一方、人為的傷が原因の菌核は、1 m 付近と明らかに人間の手が届く範囲に集中していた。

被害木のうち 19 本は強風等によって折損、枯死しており、子実体の発生した跡は、12 本の枯死木にみられた。カバノアナタケ子実体は、枯死した宿主の樹皮と木部の間に形成され、今回の調査でも、生立木に発生した子実体は、発見できなかった。

iii) ウダイカンバ人工林の変色腐朽被害

ウダイカンバの人工林間伐時に、伐採木に変色・腐朽が多数発見された（図 1-3-3⑨）ことから、50cm おきに玉切りをおこなって、腐朽・変色の実態調査を行った。

玉切りした調査木 109 本のうち 101 本（92.7%）に腐朽・変色が見られ、健全なものは 8 本にすぎなかった（表 1-3-3⑦）。これらの多くは、図 1-3-3⑨のような正常の材部とは明瞭に違う赤褐色の色調で、横断面では不定型の形状をしている変色であった。腐朽部分がある場合は、この変色部の内側に見られた。腐朽・変色の多くは樹幹部分から発生して地際まで到達していた。

腐朽・変色部分の軸方向の長さは、調査木の約半数で 2 m 以内であった（図 1-3-3⑩）。しかしこれ以上の腐朽・変色をもつものも多く、7 m 以上の腐朽・変色が見られる調査木も 2 本あり、軸方向の腐朽・変色は広範囲に広がっていた。

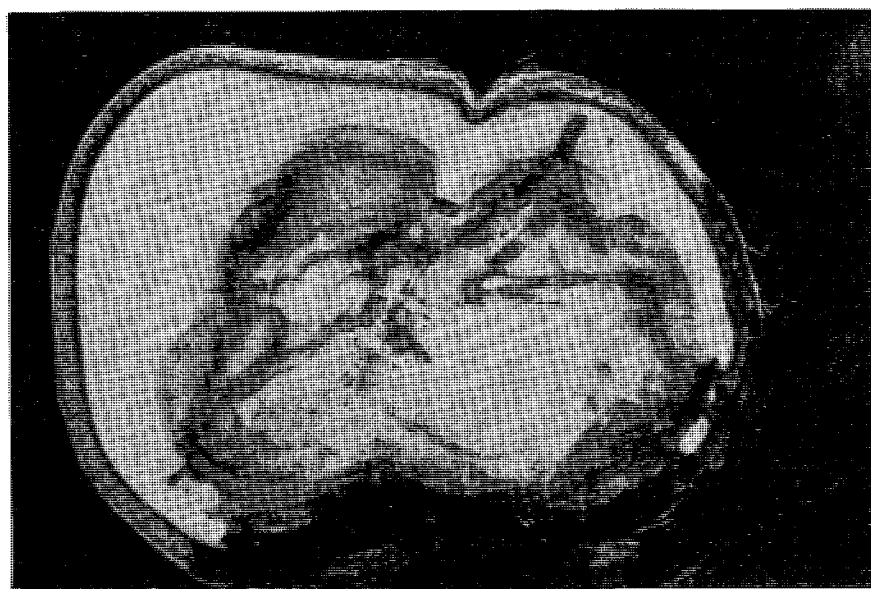


図 1-3-3⑨ 変色・腐朽のあるウダイカンバ樹幹の横断面

表 1-3-3⑦ 腐朽・変色の原因となった
傷の種類（山口ほか 1993）

傷 の 種 類		本 数
樹幹の傷	地際の傷(ノネズミ食害)	25
	地際以外の傷	22
凍 裂 跡		9
枯枝・枝 折 跡		39
枝 打 跡		2
地 下 部 (根より)		1
原 因 不 明		16
小 計		114*
健全木 (腐朽変色なし)		8
合 計		122*

* 複数の種類の傷を持つ個体もあるので、
調査本数（109 本）よりも多い。

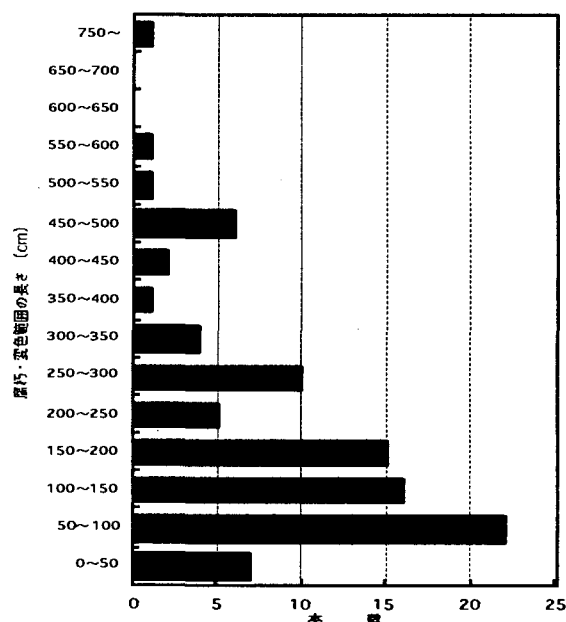


図 1-3-3⑩ 腐朽・変色の長さの頻度分布
（山口ほか 1993）

腐朽・変色の原因を特定するために、調査木の樹幹に残る傷跡を調べて、その傷がどのように形成されたかを推定したところ、これらの傷の種類で最も多かったのは、枯枝や枝折れ跡から発生している腐朽・変色であった（表 1-3-3⑦）。この中にはウサギの食害によって主軸が枯死した部分から腐朽・変色が侵入しているものも含まれている。次いで多かったのが、ノネズミの食害によると思われる地際の傷と、それ以外の樹幹に残る様々な傷であった。数は少ないが明瞭な凍裂跡も見られた。1本の樹幹に複数の同種あるいは異種の傷を持つものも多く、それぞれから侵入した腐朽・変色は隣接する腐朽・変色と連続して、軸方向に広範囲にわたることが明らかになった。なお地下部に原因があると思われる根株腐朽木が1本見られた。

カンバ類は木部に到達するような傷を受けると変色を起こしやすいといわれているが、この調査で見られたウダイカンバの腐朽・変色には当然微生物が関与しており、木部に達する傷口から侵入する微生物に対して辺材部が反応し材内部で区画化が行われて侵入微生物の進展を阻止するという CODIT (Compartmentalization Of Decay In Trees) (Shigo & Marx 1977) モデルと同様、微生物の侵入に対して辺材部が複雑な反応を起こし、その結果材の変色に至っていると考えられる。

なお調査林分は個体密度が高く間伐遅れの林分で、自然枯死した枝も多く、風雪害などによって枝折れを生じやすい状態で、これが枝折れや枝跡を生じる原因になったと考えられる。ウダイカンバは特にノウサギの被害が多いことが知られており、ノネズミ・ノウサ

ギの動物被害が後々腐朽・変色にまで至ることがあることを示唆している。

つぎに腐朽・変色の原因と思われる傷の部分で切断し、傷が形成されてからの経過年数を年輪数から読みとった。枝折れ跡・枯枝による傷と樹幹の傷（地際以外の傷）は3年～14年前と広い範囲にわたっていた（図 1-3-3⑪）。一方凍裂や動物害（ノネズミ、ノウサギ類）による傷はそれぞれ3～6年、5～8年前と、特定の年数に集中する傾向がみられた。樹幹に傷はあるものの腐朽・変色へと発展していないケースも稀にあり、これらの経過年数を調べたところ、腐朽・変色が侵入している傷よりもやや若い年数である傾向が見られた。しかし最高で12年前にできた傷でありながら腐朽・変色に結びついていなかったものもあった。

腐朽・変色の原因となった傷の経過年数は9～10年をピークにしてかなり広い範囲にあるが、変色が始まるのは早いものでも3年目以降と思われるが、標本数を多くして検討する必要がある。

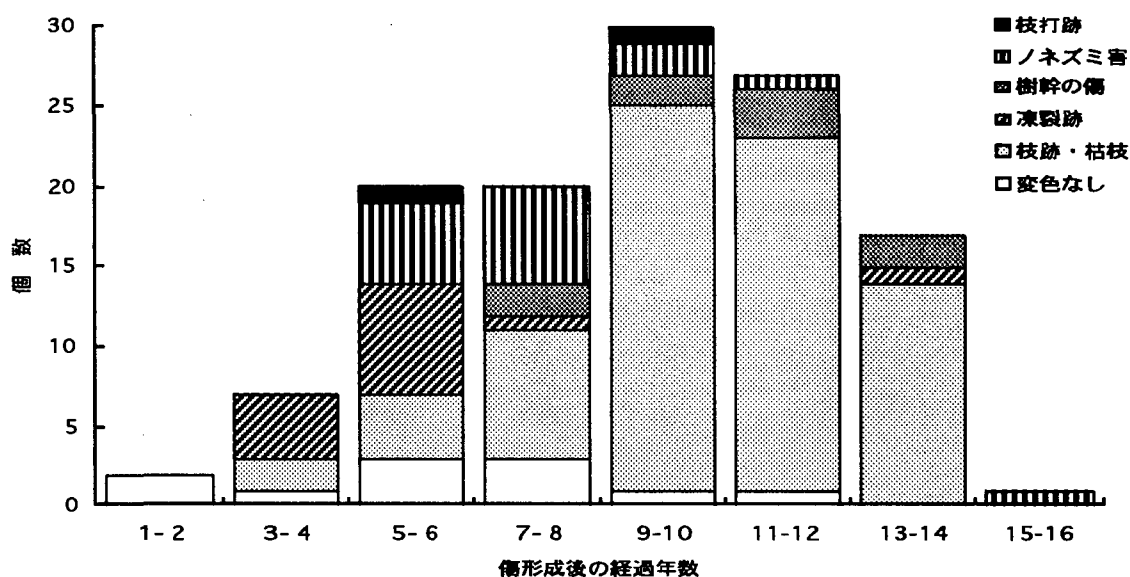


図 1-3-3⑪ 被害別にみた傷の形成後経過年数の頻度分布
(山口ほか 1993)

iv) ウダイカンバに対する腐朽菌の人工接種

約40年生のウダイカンバ樹幹に対して6種類の樹幹腐朽菌（カバノアナタケ、コフキタケ、キコブタケ、ツリガネタケ、カシサルノコシカケ、カバノニセホクチタケ）を接種し、2年後に腐朽・変色の進み具合を調査した（佐々木ほか 1993）。

その結果、肉眼的な腐朽症状は観察されなかったが、変色は軸上下方向へ急速に進行していることが明かとなった（図 1-3-3⑫）。しかし接線および半径方向へはほとんど広が

らなかった。以上の変色範囲は腐朽菌の種によって顕著な差は認められなかった。ただし、腐朽力が強いといわれるカバノアナタケの場合は心材中心部の変色範囲が他の腐朽菌よりも大きかった。対照木も同様に変色が進行したがその範囲は接種木のほぼ半分であった。新鮮な変色部から菌を分離した結果、接種菌はいっさい検出されなかったが、*Glilocladium*, *Phialophora*, *Acremonium* 属菌のほか細菌類が比較的高い割合で検出され（表 1-3-3⑦）、これらの菌類はいわゆるパイオニア菌と考えられ、ウダイカンバの腐朽過程で重要な役割をはたしている可能性が示唆された。

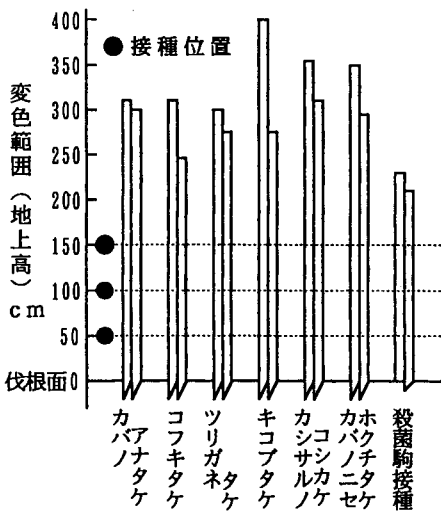


図 1-3-3⑫ 上下方向への変色範囲
(佐々木ほか 1994)

表 1-3-3⑦ 変色部からの分離結果
(佐々木ほか 1994)

分離菌	分離部位(地上高) cm									
	0	25	50	150	175	200	250	300	350	
<i>Glilocladium</i> 属	14%	16%	15%	9%	3%	8%	0%	11%	0%	
<i>Phialophora</i> 属	0	0	26	10	0	0	4	7	0	
<i>Acremonium</i> 属	5	7	11	11	3	0	0	0	0	
その他糸状菌*	4	13	7	4	8	7	1	2	2	
未同定菌	0	0	21	16	4	5	8	4	0	
細菌類	20	8	36	49	30	6	10	2	0	
分離菌総数	24	86	229	195	71	80	32	27	1	
分離片総数	56	196	196	196	154	294	140	112	42	

*: *Penicillium* *Arthrinium* *Alternaria* *Fusarium* 属など

iii ヤナギ類・ポプラ（ドロノキ）類、ケヤマハンノキ

北海道中央部の大雪山系石狩川源流域の河畔林の広葉樹の腐朽被害について調査を行った結果では（今関・青島 1954）、ヤナギ科の樹種についてその立木の心材腐朽被害を径級別にみると、直径 30cm を境にして急に被害が目だって多くなっていた。ヤナギ科 5 種のうちナガバヤナギ・エゾヤナギ・キヌヤナギは調査木がすべて 30cm 以下であり、菌害木は 18 本のうち 1 本（5.5%）であった（表 1-3-3⑧）。ドロノキ・オオバヤナギは直径 30cm までの菌害率は 12%であるのに対し、30cm 以上になると 12 本のうち 8 本、腐朽率にして 66%が菌害を受けていた。菌害には根株腐朽と幹部腐朽があり、幹部腐朽の場合は枝の折れ跡などから菌が侵入し主幹の心材部を全面的に侵している例もあって、被害材積率は相当高いものと考えられる。腐朽菌の種類については子実体がみられなかったので不明であるが、河畔林におけるオオバヤナギの大径木の根際部に *Tyromyces*（オシロイタケ）属の 1 種やブナシメジ

が群生しており、また他の枯損木には *Cryptoderma* (= *Porodaedarea*) 属の未知の子実体
が多数発生していた。ナラタケの根状菌糸束も林内に多くヌメリスギタケ・スギタケなどが
河畔林に多いことから、これらの菌が腐朽の主役をはたしていると思われる。

ケヤマハンノキでは径 50cm までのものがあつたが、菌害木は 30cm 以下ではまったくな
く、径級 40~50cm で 2 本中 1 本であつた (表 1-3-3⑩)。以上のことから河畔林の広葉樹
は、径級 30cm までは比較的健全であるがこれを越えると菌害が急激に増加してくる傾向が
みられる。ダケカンバについても観察を行ったがカバノアナタケその他不明の腐朽木が中・
大径木で見られたものの、数的なデータは得られなかった。

表 1-3-3⑧ ナガバヤナギ・エゾヤナギ・キヌヤナギ生立木の心材腐朽
(今関・青島 1954)

径 級	0~10cm	10~20cm	20~30cm	30~40cm	計
健全木	5	8	4	0	17
菌害木	0	1	0	0	1
被害率	0	11	0	0	5.5%

表 1-3-3⑨ ドロノキ・オオバヤナギ生立木の心材腐朽
(今関・青島 1954)

径 級	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80cm	計
健全木	6	7	2	0	3	0	1	0	19
菌害木	1	1	0	2	0	4	1	1	10
被害率	14	12	0	100	0	100	50	100	33%
同	12%			66%					

表 1-3-3⑩ ケヤマハンノキ生立木の心材腐朽 (今関・青島 1954)

径 級	0~10cm	10~20cm	20~30cm	30~40cm	40~50cm	計
健全木	3	11	1	0	1	16
菌害木	0	0	0	0	1	1
被害率	0	0	0	0	50%	6%

このほかハコヤナギ (*Populus*) 属とヤナギ (*Salix*) 属の生立木腐朽菌として、以下の
ようないくつかの種が明らかになった (青島・小林 1983)。

① エゾキコブタケ *Phellinus conchatus* (Fr.) Quel.

子実体は多年生で北ヨーロッパ・北アフリカ・アジア・日本 (本州・北海道) に分布
する。宿主は、ヤマナラシ、バッコヤナギ、ハコヤナギの他、カツラ、サワシバ、ブナ、
ニレ類などである。幹部心材の海綿状白色腐れを起こす。なお今関 (1947) がカツラの
腐朽菌として報告した *Cryptoderma cercidiphyllum* Imaz. は本種の異名となる。

② ヤマナラシキコブタケ *Phellinus vaninii* Lyub.

子実体は多年生でシベリア・日本（本州）分布し、ヤマナラシに生ずる。幹部心材の白色腐れを起こす。

③ エゾシロアミタケ *Haploporus odoratus* (Sommf.:Fr.) Bond. et Sing.

子実体は1年生で生時クマリン、ヴァニラに似た芳香を有する。北欧、シベリア、アラスカ、コロンビア、日本（本州・北海道）に分布し、ヤナギの他、カエデ、ハシドイ、シナノキ、ニレ、ノリウツギ、ナナカマド類の幹部心材の海綿状白色腐朽を起こす。今関により *Trametes ljubarskyi* Pilat. エゾシロアミタケとして報告されているが本種の異名になると思われる。

④ シロアミタケ *Trametes suaveolens* Fr.

子実体は1年生、生時アニスアルデヒドの芳香を有する。ヨーロッパ、北アメリカ、アジア、日本（本州・北海道）に分布し、宿主はヤマナラシ類、ドロヤナギ類である。幹部の白色腐朽を起こす。

⑤ ウサギタケ *Funalia trogii* (Berk. Trog.) Bond. et Sing.

子実体は1年生、傘の表面に剛毛が祖に絡み合っておおう。ヨーロッパ、北アメリカ、アジア、中国、日本（本州・北海道）に分布し、ハコヤナギ、ヤナギ、カエデ、カバノキ、ブナ類を宿主とし、幹部心材の海綿状白色腐朽をおこす。

またこれ以外にもオオヒラタケ *Pleurotus cystidiosus* O.K. Miller がハコヤナギ類、ユリノキ類、プラタナス類など緑化樹の心材幹腐れを起こしていることが明らかになった（青島 1979）。

札幌市内の街路樹の調査では、30～40年生のヤナギにベッコウタケ、コフキタケ、ウサギタケ、エノキタケの腐朽被害が発見されている（林 1985）。腐朽菌の侵入門戸は、林野被害と異なり、ほとんどが除雪の際に地際に生じた傷口であることが判明した。

iv ブナ

ブナ生立木の材質腐朽病は種類被害ともに多い（佐藤 1991）。生活力のある形成層を殺して周辺の辺材部を侵して枯死させる寄生的な菌類は少なく、腐生菌や腐生的性質をもつものが多い。大部分の腐朽菌はまず生活力のない心材部位を侵して腐朽を拡大し次第に辺材部にも進展するようになる。材質腐朽病菌は地上と根部の損傷部や枯死・衰弱部から侵入し、材質を腐朽劣化させる。一方樹勢の良い木では腐朽菌類の侵害に対して抵抗力が強く、被害を受けても回復力が大きい。したがってブナ林の腐朽菌害の発生には成立地の地形、土壌、

気象、林況、昆虫、鳥獣などの環境条件の影響が大きい。

ブナ林に発生するキノコのうち樹上性の種は 104 種であり、そのうち生立木の材質腐朽菌は 31 種である（佐藤 1991、表 1-3-3⑪）。また腐生菌は 73 種 70%を占めるが病理学的検討は不十分である。幹辺材腐朽病菌としてのカワラタケは辺・心材ともに侵す。根株辺材腐朽病菌にはナラタケがあり健全木の根に菌子束の潜在感染（付着）が見られる（佐藤 1989）。また根株腐朽病菌として9種を挙げている。以上のブナ生立木の材質腐朽病菌には 12 科の菌類が含まれているが、タコウキン科のものが1／3を占める。またミズナラの腐朽菌マイタケもブナに発生するとの文献もあるが、検討を要する（佐藤:1991）。

表 1-3-3⑪ ブナ生立木の材質腐朽菌（佐藤 1991）

食用（11 種）	食用不適（19 種）
①幹辺材腐朽病菌 8 種	Corticium polyporoideum（綿皮病菌） キウロコタケ ムラサキウロコタケ カワラタケ アラゲカワラタケ オオチリメンタケ チャカイガラタケ スエヒロタケ
②幹心腐病菌 13 種 エゾハリタケ ヒラタケ ウスヒラタケ ブナシメジ シロタモギタケ アイカワタケ ヌメリスギタケ	ツリガネタケ コフキサルノコシカケ カイガラタケ ミヤマシロアミタケ カワウソタケ キコブタケ
③根株心材腐朽病菌 9 種 ヤマブシタケ トンビマイタケ オオミヤマトンビマイタケ カンゾウタケ	エビタケ ベッコウタケ ニクウチワタケ ツヤナシマンネンタケ ホウロクタケ

注）本表のほかに根株辺材腐朽病菌（白色腐朽）のナラタケがある。

北海道南部のブナ林でヒダナシタケ目菌類の調査を行なったところ、51 種の木材腐朽性菌類が記録された（林 1987）。これらの菌類はすべて本州のブナ林に分布していることから、これらヒダナシタケ目菌類の分布は本州ブナ林の延長上にあると考えられる。なおここに記録された菌類の立木に対する病原性（腐朽性）については明かではない。

子のう菌による腐朽被害では、オオミコブタケ（*Ustulina vulgaris* TUL.）によるブナ生立木の根株腐朽による被害が決して無視できないことが報告されている（青島 1955）。本菌による被害はブナの壮齢木ないし過熟木に被害が甚だしく、森林内では団地状に被害が発生する傾向が強い。土壤伝染性の腐朽菌であるから土壤条件と密接な関係があると思われるが、更に研究を要する。この菌は根際付近の傷や更に地株の心材部に達する傷から侵入して心材の上下方向に腐朽を進展させ、地上部 1～2 m 位まで心材を侵すが、樹幹上方までは余り進まない。腐朽が進んだ部分は心材が完全に侵され、空洞となる場合もある。この空洞部分や菌が最初に侵入した傷の部分に黒色・炭質の子実体が多数付着する。ブナの腐朽材は初期には偽心材と同様褐変し、黒色の帯線が多量に形成される。腐朽が進むと材の色は次第に白色に変化し後に典型的な白腐れの状態となるが、漂白されたり海綿状とはならない。帯線の形成能力はきわめて激しく、ブナの腐朽菌の中でももっとも甚だしい部類である。本菌はブナばかりでなく、トチやカエデの類、常緑のカシ、クス、サクラ等を同様に侵しているのを観察している。本菌は夏から秋にかけて子のう胞子を形成し伝染源となるが、春には子実体表面に多量の分生胞子が形成され、胞子伝染の機会は比較的多いと思ななければならない。

V ナラ類

i) ミズナラ

ミズナラの重要な腐朽菌としてはオオカボチャタケ・マスタケ・マクワタケ・キコブタケ・ヤケコゲタケ・カタウロコタケがある（千葉・寺本 1952）。

オオカボチャタケは根株部分に限られているようであるが腐朽材は濃赤褐色を呈し、その間を白色の菌糸が繊維方向に走っていて、著しく水分を含んでいる。

マスタケは世界各地に広く分布し、針葉樹、広葉樹を問わず腐朽する重要な病原菌である。なお広葉樹に寄生するものをアイカワタケ、針葉樹に寄生するものをアイカワタケの変種マスタケとしとして扱う考え方もある（今関・本郷 1989）。腐朽材は細かい立方状の褐色腐朽で、腐朽材の間に白色の菌糸膜（暖皮、間皮）が形成される。

マクワタケはカシ類その他の広葉樹の根株部分を侵すことが知られているが北海道においてはミズナラの生立木に被害が発生していた（千葉・寺本 1952、亀井・小笠原 1958）。子実体は樹幹の地際に多く発生し、根株腐朽を起こす。ミズナラ生立木を 1 本調べたところ

ろ腐朽の到達高は 4m20cm あった。腐朽の初期は幾分薄い褐色を呈するが後期では黄白色になり著しく重量を減ずる。腐朽は白色腐朽で、最も激しい部分では年輪に沿って割れ目を生じ、その間隙に黄白色の菌糸層が詰まっており、帯線は認められない（亀井・小笠原 1952）。

ヤケコゲタケは北アメリカおよびヨーロッパにおいてトネリコ類・カシ類・カエデ類・クワ類・ニレ類等を侵しているが、ミズナラの生立木も侵されることが明らかとなった（千葉・寺本 1952）。枝・幹が侵され主として心材が侵されるが時に生立木の辺材部をも侵害するようである（亀井・小笠原 1958）。腐朽材は典型的な海綿状白色腐朽を呈するが初期腐朽材は健全材と肉眼的に区別しがたいが、次第に黄色化し、後期では黄白色で著しく重量を減じ、海綿状白色腐朽を呈する。それを囲み黒褐色の帯線が認められる。子実体が発生する付近の材は黄褐色に変色し、網状の菌糸がみられる（亀井・小笠原 1958）。

クロサルノコシカケは、北海道ではミズナラ・カシワ・コナラに生じ、ミズナラに最も多いことが報告されている（亀井・小笠原 1957）。本菌は心材・辺材ともに侵すが、生立木においては樹幹上の傷口から侵入し、心材のほぼ中心部に至ってそこから再び外部に向かって進展する傾向がある。腐朽部は初め褐色に変色し、次第に着色度を増してついに赤褐色となり、脆くなってところどころに亀裂を生じ、その間に白色の暖皮状菌糸層が詰まっており、一種の亀裂状褐色腐朽を生ずる。

vi ハルニレ

主要な腐朽菌としてはニレサルノコシカケ（オオシロサルノコシカケ）・タモギタケがある（千葉・寺本 1952）。ニレサルノコシカケは世界各地に分布し、ニレ属および他の広葉樹の生立木を侵す。腐朽は白色腐朽で、本邦においてはハルニレ・エノキ・ムクノキ・ケヤキ・クスノキ等が宿主として知られている。なお札幌市内のアカダモにもこの子実体が発生していたという記録がある（亀井 1930）。タモギタケも世界各地に広く分布し、わが国においては主としてハルニレを侵すが、他の広葉樹にも生じ、白色腐朽を引き起こす。有用な食用菌であり栽培もされている。

vii カツラ

生立木腐朽菌としてはエゾノヒズメタケがある（千葉・寺本 1952）。本菌は今関（1949）により我国特産の菌として発表されたもので、宿主樹木としてカツラのみが知られている。菌は樹幹の傷および枝の折れ口等から侵入すると思われる。カツラは萌芽により更新するので主幹より側幹に腐朽が進ことも考えられる。腐朽材は白色腐朽であるが、褐色の帯線が不規則に走り、また菌糸の生産する物質によって褐色に着色している部分もある。

viii カエデ属樹木

イタヤカエデ・ベニイタヤ・ヤマモミジが有用樹木として見られる。腐朽菌として重要なのはコフキサルノコシカケ・シロサルノコシカケ・エゾハリタケがある（千葉・寺本 1952）。コフキサルノコシカケは世界各地に広く分布し各種の広葉樹を侵す重要な腐朽菌である。シロサルノコシカケはヨーロッパ・アジア・北アメリカを通じて広く分布し広葉樹心材の腐朽菌である。我国においては主としてカエデ属樹木を侵している。本菌に侵された材は、初め暗色に変色し、のちに材は白色となり、繊維状を呈するに至る。

エゾハリタケは種々の広葉樹を侵し、心材の海綿状腐朽を起因するが、我国ではイタヤカエデの老木に生じていたことが報じられている（逸見・赤井 1945）。カエデ属樹木の腐朽菌として注目すべきものである。

その他の広葉樹生立木を侵す腐朽菌としてヤナギ属・ヤマナラシ属等の生立木腐朽菌としてウサギタケ・シロアミタケがある（千葉・寺本 1952）。またツリガネタケ・クロサルノコシカケは種々の広葉樹を侵すものとして注目すべきである（千葉・寺本 1952）。

ix サクラ類

i) サクラ属の主要な腐朽菌

青島（1958）はウメ・サクラを含む *Prunus*（サクラ）属の腐朽菌をいくつか挙げている。

Prunus 属の樹木のみを侵すものとしては、サクラサルノコシカケ、チャサクラアナタケ、ウズラタケの3種があり、いずれも白色腐朽菌で枝や幹を腐朽する（青島 1958）。ウズラタケは幹の辺材腐朽を起こし、腐朽型は初期は斑入性白色朽であるが末期は海綿状となる（林 1979a）。

また他の広葉樹にも生ずるが、*Prunus* 属樹木にも相当の被害がある種類として、スエヒロタケ、ムラサキウロコタケ、コフキサルノコシカケ、ベッコウタケ、カワラタケ、チャカイガラタケがある（青島 1958）。前2種は生立木の形成層を侵しこれを枯死させることがあり、腐朽菌というよりも胴枯病菌としての性格が強い。また後者4種は、腐朽力のかなり強い菌である。

コフキサルノコシカケ（コフキタケ）は多くの広葉樹生立木を加害し、樹幹の傷口や枯枝が菌の侵入門戸となっている（林 1979a）。サクラでは60～70年生に達するとほとんどがこの菌の被害を受けている。初期の腐朽は外観上まったく異常を認めないが、腐朽が進むと葉の色が悪くなり、一般的には子実体を形成する時期になると著しく樹勢が衰え、数年の間に枯死するのが普通である（林 1979a）。腐朽末期は全面が白色からクリーム色

となり、軽く軟らかいスポンジ状を呈して典型的な斑入性白色朽となる。

ベッコウタケは1年生の子実体を樹幹の地際に形成する。担子孢子と厚膜孢子の2種類の孢子を持っており、厚膜孢子は子実体や腐朽材の組織の中、罹病した生立木付近の土壌中の菌糸にも多量に認められ、この厚膜孢子は土壌中に長く生き続ける耐久力を備えているものらしく、菌の伝播や繁殖に大きな役割を果たしている（林 1979a）。この菌は生立木の根や根株の枯死部から侵入し、腐朽は根の材部から樹幹の上部数十 cm に達する。主として心材を腐朽するが、長い年月の間には生活力のある辺材および形成層をも徐々に侵す（林 1979a）。腐朽初期は材は淡褐色であるが、腐朽が進むと淡灰白色から黄白色となり末期には純白色となって軽くもろい典型的な白色腐朽を示す。

カワラタケは枯死した辺材の海綿状白色腐朽を起こすのが普通であるが、生樹の傷痕部分から侵入してその材幹を腐朽させ、次第にこれを枯死に導くこともまれではない。腐朽部は一様に白色を帯び、軽く脆くなり、辺材部には黒色の帯線が形成される。

チャカイガラタケも生立木の幹や枝から侵入し、辺材を腐朽して白色化し、次第に心材にもおよんでいく。腐朽末期に達した材は海綿状白色朽となる（林 1979b）。

その他 *Prunus* 属の腐朽菌としてカウソタケ、シュタケ、ヒメウロコタケ、ニクウスバタケ、ネンドタケ、ヤケイロタケ、アラゲカワラタケ、ハカワラタケ、コルクタケ、ミイロアミタケ、ムラサキサルノコシカケ、シイサルノコシカケ、ヒラフスベなどがある（青島 1958、林 1979ab）。

カウソタケの侵入門戸も樹幹にできた傷口であるが、腐朽が進行していても木の勢力が旺盛な場合は衰弱が現れず、また子実体をつくらないため被害樹を発見することは困難である（林 1979a）。生立木の腐朽は心材に限られるが、枯死に瀕した被害木は辺材部も腐朽がおよぶ。腐朽材の横断面は径 1 cm 前後の孔が散在し内部に白色の遷移状物質が充填している。縦断面では腐朽孔は小さく縦に長く連続して線状になる。

シイサルノコシカケの子実体は多年生かつ背着生で幹の高いところに生じ、樹幹の辺材および心材腐朽を起こす。子実体が形成される側は腐朽が進み肥大生長も停止するために横断面は偏形している。腐朽末期に達すると辺材・心材ともに一様に白色に変化し、腐朽が著しく進んだ部分と進まない部分がいりまじって、太い黒褐色の帯線が形成される（林 1979b）。

アラゲカワラタケの樹幹辺材・心材腐朽は、カワラタケによる腐朽に類似しており、海綿状白色朽を起こす（林 1979b）。

ヒラフスベは子実体は、管孔が形成されることはまれで成熟すると厚膜孢子が表面に形

成される。生立木の幹にできた傷口が侵入門戸となり、厚膜胞子によって繁殖が行われる。腐朽は心材から始まってしだいに辺材までにおよんでいく。末期に達した材を見ると心材は一樣に褐色から黒色になり、縦横に亀裂ができて乾燥すると立方状となる（林 1979b）。

ヒイロタケは多くの広葉樹のほか針葉樹や建築用材・土木用材・ほだ木なども腐朽する。枯枝や傷痕部を侵入門戸としてまず辺材を腐朽させ、しだいに心材におよんでいく。腐朽初期の材は変色して褐色を呈する。腐朽が進むと材は黄色ないし白色を帯び、重量を減ずるとともに脆くなり、海綿状白色朽となるが、帯線は形成しない。材表面にのびた菌糸は濃朱色を示し、時に材が朱色を帯びることがある（林 1979b）。

ii) 東北地方のサクラの腐朽菌害

東北地方のサクラの腐朽菌害について横沢・陣野（1984）が調査を行っている。調査木は 40 年生以上の老齢木を対象としている。その結果の概要を表 1-3-3⑫、⑬に示した。主な腐朽菌と腐朽状況は以下のとおりである。

表 1-3-3⑫ サクラ類の腐朽菌の種類と発生状態（横沢・陣野 1984）

腐 朽 菌 の 種 類	調 査 地												宮城県 岩 出
	青 森 県		岩 手 県							秋田県	山 形 県		
	金木	弘前	盛岡	釜石	北上	滝沢	住田	浄法寺	玉山	雄和	天童	真室川	
シイサルノコシカケ	○	○	○	○		○		○		○	○	○	
ベ ッ コ ウ タ ケ	○	○	○	○		○	○			○			○
ムラサキサルノコシカケ			○		○								
ツガサルノコシカケ			○						○				
コフキサルノコシカケ		○											
オ オ ウ ズ ラ タ ケ					○						○		
ア ナ タ ケ						○							
カ ワ ウ ソ タ ケ			○		○								
チャカイガラタケ			○	○						○	○		
カ ワ ラ タ ケ			○	○						○	○		
ス エ ヒ ロ タ ケ		○											
ワ サ ビ タ ケ			○		○								
チ ズ レ タ ケ				○						○			
ニカワオシロイタケ						○							
カ ミ ウ ロ コ タ ケ				○									
チャミダレアミタケ				○									
ミヤベウロコタケ				○									

調査期間 昭和51～59年

表 1-3-3⑬ サクラ類の腐朽菌の種類と腐朽状態 (横沢・陣野 1984)

腐朽菌の種類	サクラの種類	樹 齢(年)	腐 朽 程 度	寄生率(%)	腐 朽 部 位
シイサルノコシカケ	ソ メ イ ヨ シ ノ	50~80	卅~卅	3~29	樹幹
ベ ッ コ ウ タ ケ	エ ド ヒ ガ ン	40~60	卅		地際
ク	ソ メ イ ヨ シ ノ	60~80	卅	4~14	ク
ムラサキサルノコシカケ	ク	50~80	卅	2~5	樹幹
ツガサルノコシカケ	カ ス ミ ザ ク ラ	30~50	卅	1~33	ク
コフキサルノコシカケ	ソ メ イ ヨ シ ノ	60~80	+	1	ク
オ オ ウ ズ ラ タ ケ	ク	40~70	+	2~3	ク
ア ナ タ ケ	カ ス ミ ザ ク ラ	50	不 明	—	中枝
カ ワ ウ ソ タ ケ	モ リ オ カ シ ダ レ	—	+	—	ク
ク	ソ メ イ ヨ シ ノ	50	+	6	ク
チャカイガラタケ	ク	60~80	卅~卅	4~11	細~大枝
カ ワ ラ タ ケ	ク	60~80	+	3~6	中枝
ス エ ヒ ロ タ ケ	ク	60~80	不 明	1	細~中枝
ワ サ ビ タ ケ	ク	40~70	不 明	1	ク
チ ゼ レ タ ケ	ク	60~80	+	4	細枝
ニカワオシロイタケ	ク	50	不 明	—	中枝
カ ミ ウ ロ コ タ ケ	ク	60~80	不 明	2	細~中枝
チャミダレアミタケ	ク	60~80	不 明	1	樹幹
ミヤベウロコタケ	ク	60~80	不 明	2	細~中枝

シイサルノコシカケは各地の調査地で認められ、80 年生以上の老齢木では腐朽程度も著しい。腐朽部位は樹幹部に多く、まれに 20~30cm の太枝にまでおよんでいるものもあった。腐朽は白色腐朽で、子実体は背着生、発生初期は褐色を呈するが、次第に暗褐色となる。

ベッコウタケは8箇所の調査地と、サクラの腐朽菌としては最も普通に認められ、白色腐朽菌である。子実体は6月頃から、地際から樹幹下部にかけて多く発生し、初期は卵黄色を呈するが、生長すると暗褐色に変化する。根部の腐朽を引き起こす。

ムラサキサルノコシカケは2箇所でソメイヨシノ 50~80cm の老齢木で認められ、腐朽は樹幹中央から下部にかけて縦長の半空洞状に褐色腐朽が進展していた。この空洞の中に黒色の堅い子実体が形成されていた。

ツガサルノコシカケはソメイヨシノ 80 年生およびカスミザクラ約 50 年生の2箇所で認められた。子実体は発生初期に白色半球形の塊状であるが生長するにしたがい半円形の山形となる。子実体の発生部位は比較的樹幹上部(2~8m)に多かった。台風による強風と冠雪害による折損木・風倒木が生じたのは本菌による腐朽被害によって誘発されたものと思われる。

その他の腐朽菌としては、コフキサルノコシカケ、オオウズラタケ、アナタケ、カワウソタケ、チャカイガラタケ、カワラタケ、スエヒロタケ、ワサビタケ、チヂレタケ、ニカワオシロイタケ、カミウロコタケ、チャミダレアミタケ、ミヤベウロコタケなど 13 種が

記録されている。

iii) 北海道のサクラの腐朽病害

北海道静内町にある農林水産省新冠種畜牧場構内のサクラ並木（二十間道路のサクラ並木：ほとんどがエゾヤマザクラ）について腐朽菌の子実体の発生の有無および種類を調べた（山口・田中 1993）。

調査したエゾヤマザクラに見られた腐朽菌類の子実体は表 1-3-3⑭に示したとおりである。発生本数ではチャアナタケモドキが最も多く、ついでツガサルノコシカケ、カワラタケ、チャカイガラタケであった。前3種は生立木の幹に多く発生していたことから樹幹腐朽としてはこの3種はかなり重要であろうと思われる。一方チャカイガラタケは枯枝に多く発生していた。腐朽菌の子実体は径級の大きいものに発生していたが、胸高直径7 cmのサクラにもチャアナタケモドキの子実体が観察された。

図 1-3-3⑬に発生数の多かった上記4種類の主要な腐朽菌とサクラの樹勢の関係を本数比率で示した。チャアナタケモドキとカワラタケでは、衰弱木の比率がかなり高かった。ツガサルノコシカケとチャカイガラタケは前二種ほどではないが、衰弱木の比率は20%前後と高い数値を示していた。このことからここにあげた四種の腐朽菌は、エゾヤマザクラの衰退に大きく影響していると考えられる。

表 1-3-3⑭ 北海道静内町桜並木に見られた腐朽菌類（山口・田中 1995 を改変）

主な腐朽菌の種類	本数	胸高直径(cm)		
		平均	最大	最小
チャアナタケモドキ	36	53.3	84	7
ツガサルノコシカケ	35	56.3	84	11
チャカイガラタケ	24	60.9	120	15
カワラタケ	23	47.4	100	12
チャサクラアナタケ	3	60.3	80	23
ムラサキシサルノコシカケ	4	62.3	76	36
サクラサルノコシカケ	1	39	39	39
カイガラタケ	3	40.3	61	7
チャミダレアミタケ	3	29.7	49	9
ヤケイロタケ	2	30	43	17
オオチリメンタケ	1	68	68	68
ホウロクタケ	1	45	45	45
ウスバタケ	1	17	17	17
ヤニタケ	1	86	86	86

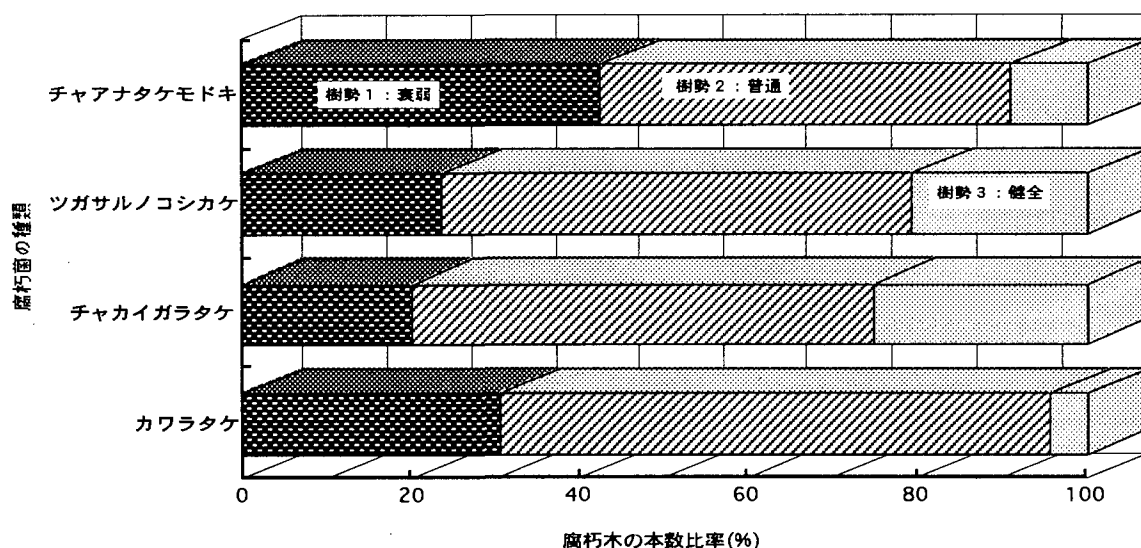


図 1-3-3⑬ エゾヤマザクラの主な腐朽菌と樹勢との関係 (山口・田中 1995)

x 萌芽再生木の樹幹腐朽

ミズナラ・イタヤカエデ・シラカンバを主体に広葉樹 12 種の萌芽木の樹幹腐朽の実態を調べ、腐朽の生じやすさを順位付けした報告 (棟方・洞平・高橋 1996、浅井・棟方・洞平・高橋 1996) では、樹幹腐朽の出現率は、ミズナラ 4.3%、シラカンバ 34.8%、イタヤカエデ 66.7%の順で大きくなっていた。健全木と腐朽木では地際直径に統計的に有意な差は認められなかった。ミズナラは枯枝からの腐朽が幹にまで達しても放射方向に 2~3 cm の深さで止まっていた。しかし造材時に受けた損傷部からは上下数メートルに渡って材の内部が腐朽していた。一方イタヤカエデでは、枯枝の腐朽が幹に到達して下方 (根元方向) へ腐朽が進展し、途中の枯枝跡からの腐朽と合流し、根元まで腐朽が連続するようになることが観察された。シラカンバもイタヤカエデと同様に枯枝の腐朽・変色が樹幹の腐朽につながっていた。

このようなことから、枯枝から腐朽の侵入をできるだけ樹皮に近い位置でくい止めることのできる樹種ほど樹幹腐朽が生じにくいと考えられ、枯枝からの腐朽の侵入長を樹種別に測定した。その結果は、図 1-3-3⑭に示すようにシラカンバが最も長く、次いでエゾヤマザクラ、シナノキ、ケヤマハンノキで、これらの樹種は樹幹腐朽が生じやすいと考えられ、ハリギリ以下の 5 樹種は樹幹腐朽が生じにくいと考えられた。イタヤカエデとミズナラは枯枝からの侵入長を測定していないが、イタヤカエデはシラカンバよりもさらに長く、ミズナラはハリギリ等と同じグループに位置付けられる。この図に示した腐朽の侵入長=腐朽の生じやすさについてはさらに検討しなければならないが、これまでの事例報告とおおよそ一致する。

一方ヤマナラシの腐朽は地際部が最もひどく、根系から侵入したものと推察された。ヤマ

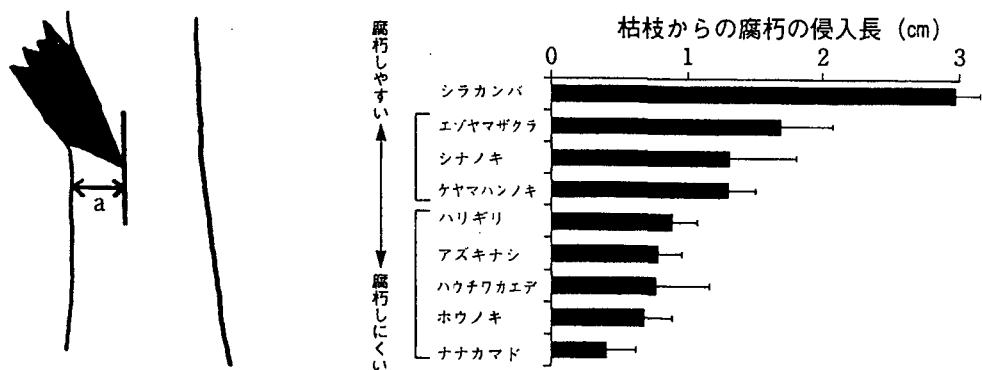


図 1-3-3⑭ 枯枝からの腐朽（黒塗り）侵入の模式図（左）と樹種別の枯枝からの腐朽の侵入長（浅井ほか 1996、棟方ほか 1996）

ナラシの萌芽木は地下茎でつながっているものも多く、腐朽が地下茎でつながっていたことが原因と思われる。

xi シイ類

i) シイなど常緑広葉樹類の立木腐朽

西表島において常緑広葉樹林の立木腐朽調査を行ったところ（新本ほか 1981）、伐根による調査では、33 種 240 本の調査木のうち腐朽被害木は 16 種 88 本で全体の 37%に達していた（表 1-3-3⑮）。特に調査本数の多いイタジイ、タブノキ、オキナワシャリンバイは腐朽による被害木がそれぞれ 57%、48%、24%と高かった。プロットの皆伐調査により調査木を玉切りして調べた結果でも伐根調査同様全樹種 33 種 180 本のうち被害木は 47 本 27%を占め、腐朽被害木が多いことが確認された（表 1-3-3⑯）。

次に腐朽部位による被害の実態を示すと表 1-3-3⑰のようになる。最も多いのは根株腐朽で全体の 55%を占めている。次いで根株・幹部腐朽（根株腐朽と樹幹腐朽が連続したもの）が 27%、幹部腐朽 18%であった。このように西表島における立木腐朽の被害は根株腐朽の多いこと、根株と樹幹が腐朽している樹種が多いことが特徴のひとつである。被害の実態を径級別に分けて示すと表 1-3-3⑱のようになり、大径木になるほど被害率が増大する傾向にあった。特に 30cm 以上の立木になるとすべてが腐朽被害木となっていた。調査の結果を ha 当たりの調査本数・材積および被害木本数・材積に換算すると被害木本数は 1,225 本、材積は 270m³に達し、被害率はそれぞれ約 27%、58%となって、腐朽被害が有効材積収穫に大きい影響を及ぼしていることが明らかになった。

表 1-3-3⑮ 伐根調査の結果（新本ほか 1981）

樹 種				健 全 木		被 害 木		計
				N	%	N	%	
イ	タ	ジ	イ	32	43	42	57	74
タ	ブ	ノ	キ	12	52	11	48	23
オ	ワ	リ	バ	13	76	4	24	17
エ	キ	ノ	キ	15	100	0	0	15
モ	ゴ	ノ	ク	7	70	3	30	10
ア	チ	デ	ク	8	89	1	11	9
イ	ジ	ケ	ユ	8	100	0	0	8
シ	バ	ニ	イ	2	25	6	75	8
ヒ	メ	サ	カ	6	86	1	14	7
ツ	ゲ	モ	チ	6	100	0	0	6
タ	イ	ン	ガ	5	100	0	0	5
ヒ	メ	ユ	ズ	5	100	0	0	5
ハ	ゼ	ノ	ハ	1	20	4	80	5
ア	ワ	ダ	ン	1	20	4	80	5
カ	ク	レ	ミ	0	0	4	100	4
フ	カ	ノ	ノ	3	75	1	25	4
ヤ	ン	ミ	ズ	4	100	0	0	4
ア	オ	バ	ノ	3	100	0	0	3
コ	バ	ン	モ	2	67	1	33	3
タ	イ	ン	チ	3	100	0	0	3
ア	カ	ミ	ズ	3	100	0	0	3
モ	ク	タ	チ	3	100	0	0	3
ハ	マ	セ	ン	0	0	2	100	2
ヤ	ブ	ツ	バ	1	50	1	50	2
ヤ	エ	マ	シ	2	100	0	0	2
ヤ	ヤ	モ	モ	0	0	2	100	2
ヤ	ブ	ニ	ケ	1	100	0	0	1
イ	ヌ	マ	キ	1	100	0	0	1
オ	キ	ウ	ラ	0	0	1	100	1
モ	ナ	ウ	ジ	1	100	0	0	1
リ	ユ	キ	ユ	1	100	0	0	1
ホ	ル	ト	ノ	1	100	0	0	1
シ	ヨ	ウ	ベ	1	100	0	0	1
計				152	63.3	88	36.7	240

表 1-3-3⑯ プロットの被害本数 (新本ほか 1981)

樹 種	健全木	根株腐朽木	幹部腐朽木	根 幹部腐朽木	株 根腐朽木	計
イタジイ	34	12	3	7		56
エゴノキ	12	0	0	0		12
オキナワシャリンバイ	9	2	0	0		11
モチノキ	7	1	2	0		10
タブノキ	5	3	2	0		10
イジユ	8	0	0	0		8
ヒメサザンカ	6	1	0	0		7
シパニッケイ	3	1	1	2		7
ツゲモチ	6	0	0	0		6
アデク	6	0	0	0		6
ヒメユズリハ	5	0	0	0		5
タイワンオガタマ	4	0	0	0		4
ヤンバルミミズバイ	4	0	0	0		4
カクレミノ	1	2	0	1		4
アオバノキ	3	0	0	0		3
ハゼノキ	1	1	0	1		3
コバンモチ	2	1	0	0		3
アワダン	1	1	0	1		3
タイミンタチバナ	3	0	0	0		3
ハマセンダン	1	0	1	0		2
ヤブツバキ	1	1	0	0		2
ヤエヤマシキミ	2	0	0	0		2
ヤマモモ	0	1	0	1		2
イヌマキ	1	0	0	0		1
モツコク	1	0	0	0		1
ヤエヤマコクタン	1	0	0	0		1
ヤブニッケイ	1	0	0	0		1
リュウキュウガキ	1	0	0	0		1
アカミズキ	1	0	0	0		1
ホルトノキ	1	0	0	0		1
ショウベンノキ	1	0	0	0		1
フカノキ	1	0	0	0		1
モクダチバナ	1	0	0	0		1
計	134	27	9	13		183
比率 (%)	73.2	14.8	4.9	7.1		100

表 1-3-3⑰ 被害木の構成 (新本ほか 1981)

根株腐朽		幹部腐朽		根株・幹部腐朽		計
N	%	N	%	N	%	
27	55	9	18	13	27	49

表 1-3-3⑱ 径級別の被害構成 (新本ほか 1981)

胸高直径 (cm)	健 全		根株腐朽		幹部腐朽		根株・幹部腐朽		計
	N	%	N	%	N	%	N	%	
4-8	63	89	7	9	0	0	1	2	71
10-18	59	69	16	19	5	6	6	7	86
20-28	12	57	4	19	2	10	3	14	21
30-	0	0	1	20	2	40	2	40	5

ii) シイの樹幹腐朽

(i) シイの樹幹腐朽に関与する菌の検索 (堂園ほか 1984)

九州の 30 年生のシイ林に発生していた子実体の調査を行ない、枯枝や被圧木に発生している菌類の子実体を採集し、分類同定を行なったところ、コガネカワラタケ、カイガラタケ、カワラタケなど種名の明かな 9 種と、種名の明かでない 3 種計 12 種の担子菌類の子実体の発生が確認された。これらはほとんどが主幹下部に発生した枯枝に発見され、腐朽は主幹心材部に達することなく枝基部付近で止まっていることが多い。以上の現象からみて、これらの担子菌類には主幹部の生きている組織まで侵入・腐朽させる能力はないものと考えられた。

一方、3 箇所のシイ天然林から採取し白色心材腐朽が認められた材から分離を行ったところ、2 種類の担子菌が検出された。このうち A 菌 (仮称) はベンレート添加馬鈴薯寒天培地、乳酸添加培地、無添加馬鈴薯寒天培地のいずれからも分離され、分離率はそれぞれ 22、17、10% であった。一方 B 菌 (仮称) はベンレート添加培地のみから検出され分離率も低かった。この 2 種は外観的には培養形態は似ているが、発育温度を比較した結果は A 菌は 30 および 33℃ で 4 日間 7 cm 以上の生長を示したのに対し、B 菌では 28℃ から 35℃ で 4.5cm/4 日と生長が遅かった。また両種ともバーベンダム反応は陽性で、白色腐朽菌であることが判明した。これらのことから A 菌が検出頻度も高く、3 箇所の地域から検出されたのでシイの幹腐れ病の重要菌と判断された。

(ii) コジイの樹幹腐朽の実態調査 (河辺ほか 1984、1986)

約 40 年生のコジイ林における、腐朽病の発生率や腐朽の発生部位、樹齢との関係など腐朽実態を調査した (河辺ほか 1984)。腐朽害は、調査本数 56 本のうち幹腐れが 13 本 (23.3%) に発生していた。しかし幹の切断小口面だけでの観察なので、幹の途中にある腐朽は検出できないことからこれらの潜在した腐朽を考慮にいれると腐朽率は増加すると思われる。樹幹における幹腐れの発生部位は地際より 0~14m の範囲、つまり地際から樹冠下までの全幹部に発生し、特に 4~8 m に集中していた (図 1-3-3⑮)。腐朽は樹幹の数カ所にみられることがあり、腐朽の長さは 1~2 m、腐朽が連なったものは 3~4 m に達するものもあった。コジイの幹腐れ被害木は、30 年生以上の樹齢にのみ腐朽が見られ (表 1-3-3⑯)、30 年生以上の調査本数に対する腐朽率は 30.2% であった。30 年生未満では腐朽は認められなかった。腐朽菌の分離を行ったところ幹腐れでは A 菌が分離された。根株腐れは 3 本 (5.4%) の発生が見られたが、分離された糸状菌は A 菌以外の糸状菌であり、腐朽型も異なることから幹腐れとは異なる腐朽菌による被害と思われる。

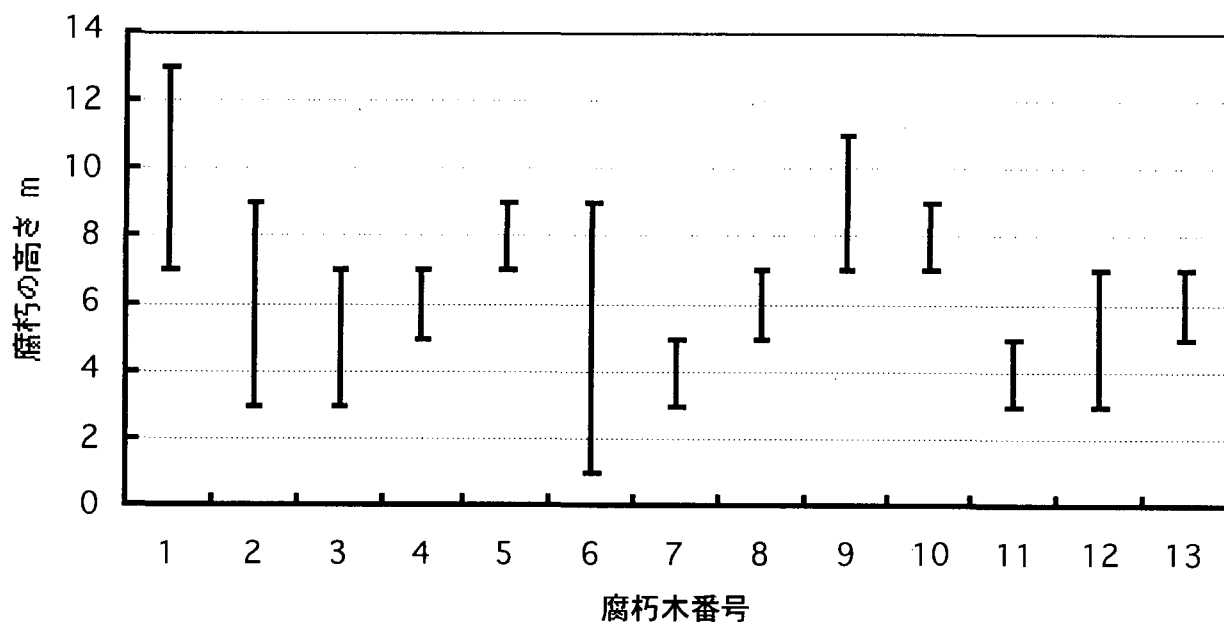


図 1-3-3⑮ 腐朽木の幹腐の発生部位（河辺ほか 1984 の表より作成）

表 1-3-3⑱ 調査木の樹齢階別本数（河辺ほか 1984）

調査区	樹齢	～10	11～15	16～20	21～25	26～30	31～35	36～40	41～	計
1	調査本数				1	1	6	14		22
	腐朽本数						3	3		6
2	調査本数		1	2	6	2	11	12		34
	腐朽本数						4	3		7
計	調査本数		1	2	7	3	17	26		56
	腐朽本数						7	6		13
	%						41.2	23.1		23.2

また樹齢および立地条件を異にするコジイ林分で腐朽被害実態の調査を行ったところ（河辺ほか 1986）、幹腐れと根株腐朽を併せた被害率は4林分の内3林分で50%を越え、1箇所では100%の被害率で、調査木すべてのいずれかの部位に腐朽が発生していた（表1-3-3⑳）。用材利用の対象となる1・2番玉に相当する地上8mまでの幹材の腐朽被害率を見ると、最低でも63%と極めて高い値を示しており、用材利用上で腐朽被害が大きな阻害要因であることが再確認された。観察木口断面高による腐朽位置は地上16mまでのどの木口面にも見られた。各調査地区の調査区間の腐朽頻度については統計的な有意差は認められず、林分内の斜面位置による腐朽木発生頻度には大差がないことがうかがわれた。樹齢との関係では平均樹齢が他の調査地より10～16年高い林分では腐朽率100%を示し、同じ地区の2調査地に対して統計的に有意に高い腐朽頻度を示しており、樹齢が高いほど腐朽被害が大きいことが示された。しかし、同じ平均樹齢をもつ林分でも被害度に大きな差があり、統計的な有意差があることから腐朽被害の発生が単に樹齢のみでなく、腐朽の

発生を左右する樹齢以外の立地環境要因が働いていることをうかがわせた。腐朽部からの病原菌の分離では、幹腐れではA菌（仮称）が優占的に分離され、ほぼ1種の菌によると考えられた。根株腐朽では数種の菌が分離され、また腐朽型からも数種の菌による被害と考えられた。

表 1-3-3⑳ 立木腐朽被害度（河辺ほか 1986）

調査地	調査区 (平均樹齢)	調査本数	健全木	腐朽被害 1)	根株腐朽木	幹腐れ木	地上 8 m までの 腐朽木
川内 42	1	11 2)	0	11	5	11	8
	(51)	100 3)	0	100	45	100	73
	2	3	0	3	2	3	3
	(62)	100	0	100	67	100	100
	3	6	0	6	4	6	5
	(63)	100	0	100	67	100	83
	4	10	0	10	5	10	8
川内 44	(43)	100	0	100	50	100	80
	1~4	30	0	30	16	30	24
	(52)	100		100	53	100	80
	1	15	4	11	2	10	11
	(37)	100	27	73	13	67	73
	2	23	8	15	7	9	14
	(37)	100	35	65	30	39	61
大口 5	3	8	4	4	3	2	4
	(35)	100	50	50	38	25	50
	1~3	46	16	30	12	21	29
	(36)	100	35	65	26	46	63
	1	9	6	3	1	3	3
	(35)	100	67	33	11	33	33
	2	8	8	0	0	0	0
大口 13	(36)	100	100	0	0	0	0
	1~2	17	14	3	1	3	3
	(36)	100	82	18	6	18	18
	1	22	11	11	3	10	9
	(42)	100	50	50	14	45	41

1) 根株腐朽と幹腐朽を合わせた被害木

2) 上段は実数、 3) 下段は%

(iii) 子実体の人工形成実験（堂園・橋本 1986）

コジイの幹腐れ病の病原菌であるA菌については、子実体が確認されていないことから、子実体の人工形成実験を行った。クヌギおよびコジイの丸太を用いた原木に3カ月間培養した本菌の種駒を接種し、スギ林に伏せ込んで子実体の形成を待ったところ、接種翌年の6月にはクヌギ丸太5本中全部に、またコジイ丸太では同年7～8月に10本中3本に、その翌年の6～8月に7本と供試木全本に子実体の形成が観察された。本菌の子実体は背着性で革質、管孔は円形で、発生当初は白色であるが、時間の経過にともない白黄褐色を呈するようになる。人工的に形成された子実体の孢子および組織を採取して分離すると本菌と同一の培養結果が得られたので本菌の子実体であることが確認された。人工接種したコジイ丸太の腐朽程度は本菌単独で全面に腐朽しておりコジイ林の立木腐朽の症状と全く同じ白色腐朽が認められた。本菌の子実体から孢子の落下を調べたところ初年は8月下旬から9月下旬、翌年目は7月下旬から9月上旬までの期間に見られた。落下条件としては、温室条件で落下が認められ、非湿条件では全く落下が観察されなかった。孢子の発芽は良好でブドウ糖入殺菌水中で80%の発芽率を示した。孢子の形状は楕円形、無色、単細胞、 $4.1\sim 5.1\times 2.3\sim 2.6\mu\text{m}$ である。これまでの調査林分やコジイ林で採取された子実体と本菌の子実体を照合したが未だに一致するものがなく、種は未同定である。

(iv) 腐朽菌の接種実験（橋本ほか 1986）

コジイ幹腐れから優占的に分離されるA菌（仮称）の病原性を確かめるため、約35年生のコジイ生立木の太い枝および幹に接種を行った（表 1-3-3 ㉑）。接種は1983年4月、7月、1984年2月の3シーズンに生枝を切断し、ただちに接種した。さらに1983年5月に切断してその後期間をおき1984年2月（294日目）と7月（426日目）に接種した。1985年8月に枝を幹基部から切断して割材し接種源、正常組織、変色腐朽部での菌の再分離を行なった。接種したコジイ枝および幹には白色腐朽が生じ、変色・腐朽が進行している部位から20～50%の頻度で本菌が検出されたが、正常と思われる部位からは1.9%とほとんど分離できなかった（表 1-3-3 ㉒）。接種源からは約2%の検出にとどまった。変色・腐朽部からは単一に本菌が検出されたことから、コジイの幹腐れ病は本菌により起こる心材腐朽であることが確認された。接種時期のちがいで、4月、7月の枝切断直後の接種で100%の発病が見られた（表 1-3-3 ㉑）。一方2月の切断直後の接種では本菌による腐朽枝は50%と低下したことから本菌の感染条件としては冬期よりも春期～夏期の高温期が好適と考えられる。枝を切断して期間をおいてから接種した枝では2月接種で供試枝6本中1本（17%）に腐朽が認められ、7月接種では切断後の期間が長いにもかかわらず

表 1-3-3 ㉑ コジイ成木に対する人工接種による幹腐病菌の腐朽力 (橋本ほか 1986)

供試枝の切断期日 (年・月・日)	接種期日 (年・月・日)	枝切断後、 接種までの 日数	腐 朽 調 査 期 日	接種後 調査まで の日数	供試枝数		
					接種 枝数	シイの 幹腐病 罹病数(%)	その他 腐朽枝数 (%)
83.4.26	83.4.26	0	85.8.1	827	12	12(100)*	0
83.7.9	83.7.9	0	"	753	2	2(100)**	0
84.2.27	84.2.27	0	"	493	6	3(50)	3(50)
83.5.9	84.2.27	294	"	493	6	1(17)**	3(50)
83.5.9	84.7.9	426	"	338	10	10(100)**	2(20)

注) * 接種枝 12 本中萌芽枝 8 本が全て心材のみ腐朽、未萌芽枝 4 本は心、辺材腐朽として現れた。

**接種枝合計 18 本中未萌芽枝 12 本は全て心、辺材腐朽として現れた。

表 1-3-3 ㉒ 接種幹の変色・腐朽部からの幹腐病菌の再分離 (橋本ほか 1986)

分離位置		供試片数	分離片数	分離率
接種源	No.1	45	1	2.2
正常組織	2	54	1	1.9
	5	45	0	0
	8	45	0	0
	10	72	0	0
	11	72	0	0
変色・腐朽部	3	63	4	6.3
	4	60	13	21.7
	6	54	12	22.2
	7	54	30	55.6
	9	72	15	20.8

10 本中全部 (100%) に発病がみられ、夏期接種の影響が強く現れた結果となった。切断した枝の萌芽と腐朽との関係では、萌芽が見られた接種枝では腐朽は心材のみにとどまるが、未萌芽枝では辺材にまで腐朽がおよぶことから、萌芽力が衰えた枝では辺材部の本菌に対する抵抗力が低下していることが判明した。以上のことから、本病は生枝の心材部を経過して幹の心材部へと菌糸が蔓延し、幹の心材腐朽として進展することが実験的に証明された。自然界における本菌の侵入門戸としては、心材化の進んだ太枝の物理的傷口と、被圧され衰弱した枝の傷が、侵入の場所として有力である。

(v) 侵入門戸の推定 (河辺ほか 1987)

コジイ幹腐病の侵入門戸について、伐倒したコジイ腐朽木を細かく玉切りして腐朽の広がりと程度を詳細に調べることにより、腐朽発生の中心部位と侵入門戸を推定した。その結果腐朽は地上高 2~14m の範囲に発生しており、1 本の木に 1 箇所だけでなく 2 箇所以上からの腐朽が離れてあるいは融合して見られた (図 1-3-3 ㉓)。腐朽長の最大は 8 m で 4 m から 11 m の間に 2 箇所から始まった腐朽が進展していた。腐朽の中心と思われる部位

には常に枝痕が認められた。

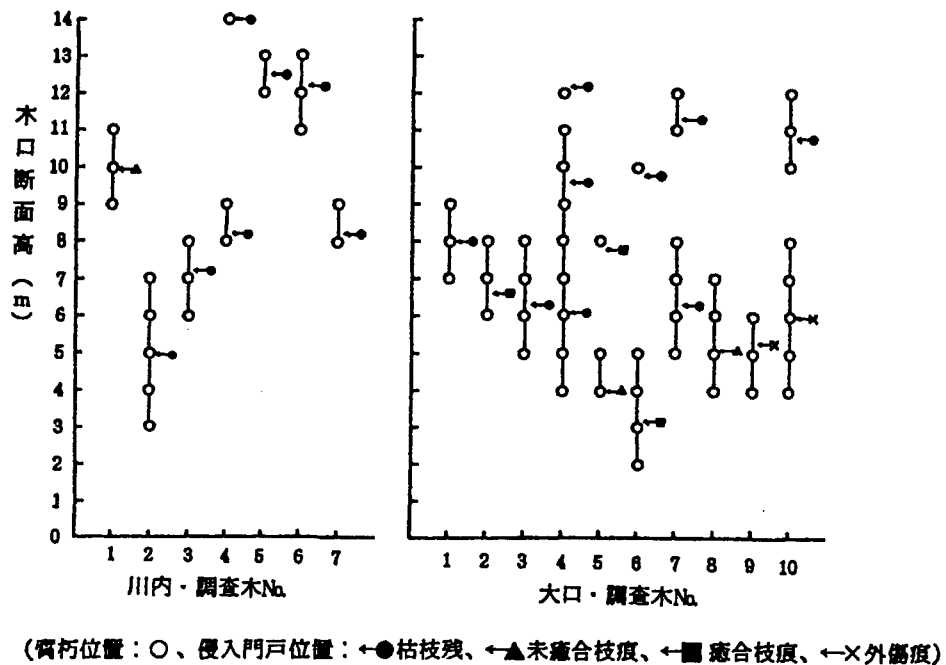


図 1-3-3⑯ コジイ幹腐の腐朽位置と侵入門戸位置 (河辺ほか 1987)

この枝痕を中心とする樹幹の縦断面を観察すると、枝痕を中心に上下方向に腐朽が進展していた。これらのことから本病の病原菌は枝を侵入門戸とすることが確認された。侵入門戸となった枝痕の形態は、折れた枯枝が残っているもの、枝落ちしているが枝痕はカルス形成により癒合せず材部が露出しているもの、カルスの形成により枝痕は癒合しているものが認められた。ここでの観察では、24 例の枝痕のうち枯枝を残す枝痕が 16 例と多数を占めていた。なお枝痕以外では隣接木との擦り傷から侵入した例が認められた。枝が侵入門戸になるためには環境要因など様々な要因が関与すると考えられた。

なお以上の報告のほかに、石川県内の巨木・名木の腐朽菌被害 (赤井 1990) の中に、アイカワタケによるスダジイの樹幹腐朽の報告がある。

4) 被害の防止方法

(1) 伝染環の遮断および傷の被覆

樹木病害の防除の基本的な考え方としては、発病のための必須な3つの要因、すなわち病原（主因＝病気を起こす力の強さ）、宿主（素因＝病気に対するかかりやすさ）、環境（誘因＝発病を誘発する因子）に働きかけてこれらの相互関係を切断あるいは抑止するように制御して、被害を予防しあるいは蔓延を阻止することである（佐藤 1986）。しかし、腐朽病害を防止する方法は一般的に非常に困難である。それは、まず病原（体）の種類は判明していても、その病原菌の病原性の強さについてはほとんどわかっていない。また腐朽菌の生態（胞子の飛散時期など）がほとんど解明されていない。次に、宿主側の腐朽に対する感受性・抵抗性（病気に対するかかりやすさ・かかりにくさ）も、樹種による差（腐朽菌の宿主選択性）はあるものの、個体レベルでの差についてはほとんど知られていない。また3番目の誘因については、樹木に材部まで達するような傷をつくる因子が、腐朽病害の誘因となることは明らかであるが、そのほとんどは強風・低温・積雪など、人為的に制御できないようなものが多い。これらのことから、特に単木的にではなく、林分あるいは森林としての腐朽病害の被害を防ぐ方法はなかなか見つからないといわざるを得ない。現在の段階では腐朽病害に対して防除方法を適用していくには、基礎的なデータが少ないというのが本当のところである。

一つの方法として考えられるのは、病原菌の伝染環を断つという方法である。これは、特に樹幹腐朽菌の伝播はほとんどが胞子によるものであることから、腐朽菌の子実体を取り除くことにより、伝染環を断つというものである。しかし、この方法は現実的でないし効果があるかどうか定かではない。また土壌伝染性の腐朽菌（根株腐朽菌）に対しては、この方法は効果が薄いと考えられる。

もう一つの方法としては、腐朽菌の侵入を防ぐための傷の被覆、あるいは傷の治癒促進ということが考えられる。腐朽菌は基本的に樹木に生じた傷口から侵入するため、発生した傷を人工的に覆う、あるいは傷の治癒促進（カルス形成の促進）によって腐朽菌が侵入できる機会をなくすことである。この方法の問題点は、傷を人工的に被覆させる場合は、単木的な方法に限られ、貴重な古木や街路樹など、対象が限定されるが、以下に報告されている事例を挙げる。

- ① 切断したコジイの枝に塗布剤（チオファネートメチル）を処理して癒傷効果を調査した（1987）。枝の切断・塗布剤の処理を4月、5月、7月、翌年2月に行ない、この年の8月にカルス形成と萌芽の有無を調べた。カルス形成は4月処理 83%、5月処理 85%、7

月処理 100%、2 月処理 67%で全般的に高いカルスの形成が見られた。特に春期から夏期は冬期に比べてカルス形成能が大きい。無塗布対照ではほとんどカルスの形成は見られず、本剤のカルス形成能を高める効果は大きい。一方萌芽の発生は処理、対照区ともに 2 月、4 月でよく、5 月は低下し、7 月は供試本数が少ないが萌芽が全く見られなかった。したがって塗布剤処理による萌芽への影響はあまり見られなかった。

- ② サクラ枝の切り痕にチオファネートメチル塗布剤（商品名：トップジンMペースト）を処理して切り口の巻き込み試験を行ったところ（林・陣野 1978）、枝切り痕の切断面をそのまま放置したものに比べ塗布剤を施用したものは供試全品種において明かな巻き込み効果が認められ、樹皮の剥げやひび割れなどの現象もまったく見られず、薬剤塗布効果が確認された。しかし枝の太さによる巻き込み量が異なる傾向は見られなかった。五月下旬にサクラの枝を切って本剤を塗布すると、2 カ月後には、癒合組織の形成が認められた（浜 1983）。切り口からの材の変色は薬剤塗布木、対照木ともに認められたが、塗布木での変色は対照木に比べ淡く、その進行も 4 カ月で停止し、6 カ月後では最長 14mm であったのに対し、対照木では変色が濃褐色で日数が進むほど次第に進行しており、6 カ月後で最長 30mm であった。

- ③ ケヤキ 11 本に同様にチオファネートメチル塗布剤を処理したところ（浜 1980）切口 23 個のすべてにいずれも顕著な癒合組織が形成され、腐朽菌に侵されたものはひとつも認められなかった。枝を切り落としたままの対比木は約 2 年目より腐朽が現れ、次第に腐朽が進行して主幹部まで達し、倒木の恐れが生じてきた。この結果から本剤がケヤキの腐朽菌防止にも有効であると考えられた。

また樹木側の活力を高めて傷の治癒促進をさせるという点では、カルス形成能の高い形質を持つ樹木を選抜するとか、樹木の活力を高めるための環境の改善ということが考えられるが、このような観点から試験研究を行っている事例はほとんどなく、今後の課題であろう。

(2) 病理学的伐期齢の採用

また被害を受けることを予想して、それを回避するという方法として病理学的伐期齢という考え方がある。一般的に腐朽菌による被害は、「被害の実態」の項で触れているように、大径木になると急に被害が多くなる傾向がある。つまり樹齢が高くなるにつれ腐朽材積が増大し、被害が大きくなる可能性が高い。したがってそれによる損失量が大きくならないうちに収穫（伐採）してしまおうという考え方でみた林木の伐期を「病理学的伐期齢」（Pathological cutting age）（Hubert 1955）という。病理学的伐期齢は、生長が早く、腐朽菌害を受けやすい樹種ほど低く、環境にも大きく支配される（佐藤 1986）。しかし、実際

にこれを決定するのは非常に難しいので、腐朽による損害を最小限にとどめられる伐期を選ぶのが望ましい（佐藤 1986）。

(3) 外科的治療方法

樹木の罹病した部位を切除して、樹体への拡大を防ぐ方法で、従来から庭園樹、街路樹、緑化樹、名木、古木など非常に特殊な（貴重な）樹木に対して行われることがほとんどである。この方法は、木材生産を目的としたものではなく、腐朽のある樹木でも自然な状態でかつ永く生きられるよう保護する技術（渡辺直明 1992）であり、本報告とは目的を異にするので、簡単に触れるにとどめておく。基本的には、幹の場合も、根の場合も罹病した部分＝腐朽部分を除去し、材の部分に新たに菌が侵入しないように、薬剤を塗布して殺菌し、防水処理を行なったのちに、幹の場合には空洞部分を充填して巻き込みを促進させ、新たな腐朽の侵入を防ぐことである。根部の場合は土壌改良、土壌殺菌もあわせて行なう。具体的な方法については、渡辺（1992）、林（1992）などに詳しい。

広葉樹の材質腐朽病に関する国内文献

- 青島清雄 1950 : シヒサルノコシカケの胞子の発芽に関する 2、3 の実験. 日本植物病理学会報 15(1)、9-12
- 青島清雄 1951 : 樺の材質腐朽菌カバノアナタケの研究. 東大農演報 39、185-208
- 青島清雄 1954 : コフキタケ担胞子の発芽. 林試研報 67、1-18
- 青島清雄 1955 : オオミコブタケ (*Ustulina vulgaris* TUL.) によるブナ生立木の根株腐れ. 日林学会誌 37(6)、254-256
- 青島清雄 1958 : 梅の生樹を侵す腐朽菌. 森林防疫ニュース 7(1)、10-11
- 青島清雄 1963 : ベッコウタケの学名について. 日林誌 45(7)、231-233
- 青島清雄 1971 : 木材腐朽. バイオテク 2(10)、770-774
- 青島清雄 1975 : 緑化樹木の腐朽病. 植物防疫 29(8)、327-329
- 青島清雄・小林正 1983 : ハコヤナギとヤナギ属の生立木腐朽菌. 日林論 94、545-546
- 赤井重恭 1970 : 樹病学総論. 養賢堂、東京、182pp
- 赤井重恭 1978a : 生立木材質の変色と腐朽 (I) - 「ボタン材」の研究を初めるに当たって
一. 森林防疫 27(1)、4-9
- 赤井重恭 1978b : 生立木材質の変色と腐朽 (II) - 「ボタン材」の研究を初めるに当たって
一. 森林防疫、27(2)、21-28
- 赤井重恭 1989 : 石川県の巨樹・名木の腐朽被害 (I) . 森林防疫 38(12)、209-214

- 赤井重恭 1990 : 石川県の巨樹・名木の腐朽被害 (Ⅱ) . 森林防疫 39(1)、3-7
- 浅井達弘・棟方清志・洞平勝男・高橋儀昭 1996 : 枯枝から侵入する広葉樹の腐朽－萌芽木の樹幹腐朽の実態－光朱内季報 104、1-7
- 伊藤一雄 1940 : 闊葉樹根株腐朽の原因をなすベッコウタケの研究. 林試研報 37
- 伊藤一雄 1941a : マヒタケに関する二、三の研究. 日林学誌 23(10)、562-574
- 伊藤一雄 1941b : マヒタケに関する二、三の研究 (前号より続く) . 日林学誌 23(11)、593-610
- 伊藤一雄 1952 : 樹病. 朝倉書店、105pp
- 伊藤一雄 1974 : 樹病学体系Ⅲ農林出版、東京、405pp
- 今関六也 1943 : 日本産サルノコシカケ科の諸属. 東京科学博研報 6、1-111
- 今関六也・青島清雄 1954 : 石狩川源流原生林総合調査報告 Ⅱ-2 菌害
- 今関六也・本郷次雄 1957 : 原色日本菌類図鑑. 保育社、大阪、181pp
- 今関六也・本郷次雄 1965 : 続原色日本菌類図鑑. 保育社、大阪、235pp
- 今関六也・本郷次雄 1989 : 原色日本新菌類図鑑 (Ⅱ) . 保育社、大阪、315pp
- 小口健夫 1974 : 北海道におけるサクラの病害. 森林防疫 23(12) 239-242
- 亀井専次 1930 : 榆樹の根際を生ずるサルノコシカケ属の一種に就て (抄録) . 札幌農林学会報 21(98)、446
- 亀井専次 1958 : 樹病からみた北海道の造林樹種. 日林北支講 7、84-87
- 亀井専次・五十嵐恒夫 1960 : 知床半島の材質腐朽病菌について. 日林北支講 8、53-54
- 亀井専次 1959 : 北海道材質腐朽菌研究の展望 (上) . 農薬の進歩 5(4)、28-31
- 亀井専次 1960 : 北海道材質腐朽菌研究の展望 (下) . 農薬の進歩 6(4)、18-27
- 亀井専次 1956 : 生立木の心材腐朽. 北方林業 8(1)、4-6
- 亀井専次 1956 : 生立木の心材腐朽(2). 北方林業 8(4)、65-68
- 亀井専次 1956 : 生立木の心材腐朽(3). 北方林業 8(7)、152-155
- 河辺祐嗣・橋本平一 1984 : シイ林の立木腐朽調査 (2) -40 年生シイ林の腐朽実態-. 日林学会九州研究論集 37、183-184
- 河辺祐嗣・清原友也・橋本平一 1986 : シイ林の立木腐朽調査 (3) -川内・大口地方のコジイ 4 林分における被害実態-. 日林学会九州研論集 39、203-204
- 河辺祐嗣・橋本平一・清原友也 1987 : シイ林の立木腐朽調査 (Ⅵ) -コジイ幹腐病の侵入門戸について-. 日林学会九州研論集 40、211-212
- 北島君三 1933 : 樹病学及木材腐朽論 533pp、養賢堂

- 北島君三 1928 : 建築土木用材腐朽菌ノ形態並之カ發育ニ及ホス温度ノ影響. 林試研報 28、
1-74
- 小林享夫 1986 : 菌類病と病原菌(3) 材質腐朽病および青変病. [小林享夫ほか編著樹病学
概論]、養賢堂、東京、232-241
- 小林正・青島清雄 1982 : 緑化木の幹腐れを起こすオオヒラタケ(*Pleulotus cystidiosus* O.K.
MILLER) について. 日林論 93377-378
- 小林義雄 1941 : 樺ノ癌腫體ニ就テ. 植物研究雑誌 16、684~688
- 新本光孝・砂川季昭・山盛直・平田永二・西沢正久 1981 : 亜熱帯地域における常緑広葉樹
林の択伐方式による施業法の研究 (Ⅷ) 天然生常緑広葉樹林の立木腐朽について、琉球
大農学報 28、345-350
- 高橋旨象 1986 : 木材の腐朽型、その木材保存処理への活用. 木材研究・資料 22、19-36
- 高橋旨象 1989 : キノコと木材 (きのこの生物学シリーズ 6). 築地書館、東京、141pp
- 千葉修・寺本敏雄 1952 : 北海道演習林産材質腐朽菌類について. 東大演林報 43、19-37
- 堂園安生・河辺祐嗣・青島清雄・小林正・橋本平一 1984 : シイ林の立木腐朽調査 (1) -
シイに寄生する腐朽菌について-. 日林学会九州研論集 37、181-182
- 堂園安生・橋本平一 1986 : シイ林の立木腐朽調査 (4) -コジイ腐朽菌の子実体の人工形
成について-. 日林学会九州研論集 39、205-206
- 堂園安生・橋本平一 1987 : 塗布剤のコジイ切枝断面に対する癒傷効果について. 日林九支
論集 40、213-214
- 橋本平一・堂園安生・河辺祐嗣 1986 : シイ林の立木腐朽調査 (V) -コジイの幹腐れ病
(仮称) 菌の接種試験-. 日林学会発論集 97、513-514
- 浜武人 1980 : チオファネートメチル塗布剤 (トップジンMペースト) によるケヤキの防腐
試験. 林業と薬剤 72、7-8
- 浜武人 1983 : チオファネートメチル塗布剤によるサクラの癒合組織形成の調査. 林業と薬
剤 84、1-2
- 林康夫 1979a : 広葉樹の主な材質腐朽病害 (I) -緑化樹を中心として-. 森林防疫 28
(1)、4-7
- 林康夫 1979b : 広葉樹の主な材質腐朽病害 (II) -緑化樹を中心として-. 森林防疫 28
(4)、58-61
- 林康夫・陣野好之 1978 : サクラ枝切り痕の巻き込み試験. 林業と薬剤 64、1-4
- 林康夫 1987 : 北海道南部のブナ林におけるヒダナシタケ目菌類の分布. 国立科博専報 20、

- 林康夫 1985 : 札幌市内街路樹の腐朽被害調査結果. 森林保護 189、
- 林康夫・遠藤克明・真田勝・佐藤明 1984 : 札幌時計台ニセアカシアの枯損. 北方林業 36(8)、206-210
- 林康夫 1992 : 根の外科手術、樹木医の手引き第 11 章 293-298、(財)日本緑化センター
- 逸見武雄 1933 : 二三の木材腐朽菌に就きて. 日植病報 2(6)、564-566
- 逸見武雄 1933 : 殻斗科樹材の腐朽を基因するミヤマウロコタケとホウロクタケに就きて. 植物病害研究 2、328-333
- 逸見武雄・池屋重吉 1933 : 木材腐朽菌レンチテス・テヌイスに就きて. 日植病報 2(6)、563-564
- 逸見武雄・赤井重恭 1939 : ベッコウタケの樹病学的研究. 日植病報 9(4)、199-210
- 逸見武雄・池屋重吉 1939 : 闊葉樹材の腐朽を基因するオホチリメンタケの研究. 日植病報 9(1)、1-15
- 逸見武雄・赤井重恭 1945 : 木材腐朽菌学. 496pp、朝倉書店
- 堀利一・栗林重利 1982 : 南西諸島における広葉樹施業(3) —イタジイの腐朽被害について—. 熊本営林局技研集 13、3-9
- Hubert, E.E. 1955 : Decay - a problem in the future management of grand fir. Jour. For. 53、409-411
- 棟方清志・洞平勝男・高橋儀昭 1996 : 広葉樹 10 種の萌芽再生木の樹幹腐朽、平成 7 年度林業技術研究発表大会論文集 78-79
- 讃井孝義 1982 : ベッコウタケによるセンダンの根株腐朽について. 森林防疫 31(6)、102-104
- 佐々木克彦・山口岳広・坂本泰明 1994 : ウダイカンバに対する腐朽菌 6 種の人工接種 (I) —接種 2 年後の調査結果—. 日林論 105、509-510
- 佐藤邦彦 1986 : 樹病の防除. [小林享夫ほか編著樹病学概論], 養賢堂, 東京, 109-131
- 佐藤邦彦 1991 : ブナ林の菌類と病害. [村井宏・山谷孝一・片岡寛純・由井正敏編ブナ林の自然環境と保全. 2-3], 121-140、ソフトサイエンス社、東京
- Shigo, A.L. & Marx, H.G. 1977 : Compartmentalization of decay in trees. U.S.D.A Agric. Inf. Bull. 405、73pp
- 山口岳広 1989 : カバノアナタケによるシラカンバの腐朽被害. 日林北支論 37、91-93.
- 山口岳広 1992 : カバノアナタケ担子胞子の飛散時期. 日林北支論 40、30-32

- 山口岳広・佐々木克彦・坂本泰明 1993 : ウダイカンバ人工林における腐朽・変色被害
(I) -札幌羊ヶ丘における被害例-。日林北支論 41、73-75
- 山口岳広 1993 : 数種の立木腐朽菌の孢子飛散時期。日本菌学会第 37 回講演要旨集 37
- 山口岳広・田中潔 1995 : 北海道静内町エゾヤマザクラ並木の病害調査。日林北支論 43、
38-41
- 山口岳広 1995 : ツリガネタケの子実層成長量の季節変化。日本菌学会第 39 回講演要旨集
36
- 横沢良憲・陣野好之 1984 : 東北地方におけるサクラの腐朽菌害。日林東北支部会誌 36、
239-241
- 横沢良憲 1986 : 東北地方におけるサクラの腐朽菌害。林試東北だより 292、1-4
- 渡辺直明 1992 : 幹の外科手術。樹木医の手引き第 10 章、268-292、(財)日本緑化センター

1-3-4 広葉樹病害の被害及び発生生態

近年、天然生広葉樹林に代表される二次林の機能及び生態系が注目されてきている。二次林の形成過程には、人間の生活様式やそこに生息する生物相が直接的あるいは間接的に影響を与えてきた。しかし、最近の地球温暖化にともなう種々の環境の変化は今までと異なった種類のインパクトを与えており、このことが、近年の突発的な病害の発生を引き起こす誘因となっているとの指摘もある。

天然広葉樹林の多様な機能や生態系を健全な状態で維持するには、病害の発生生態に関する情報を事前に把握し、森林破壊につながる病害を未然に防ぐ対策を構築することが重要である。しかしながら、広葉樹の病害や病原菌に関する研究報告は少なく、広葉樹林に発生する病害の発生生態や防除技術は十分に確立されていない。そこで、今回は被害防除対策確立の資料とするため、現状の乏しい研究蓄積の中から、広葉樹林における生育段階の違いによる病害発生の事例を紹介するとともに、最近報告された広葉樹病害に関する研究事例をも合わせて紹介した。

1) 稚樹立枯病

一般に、天然生林は人工林よりも病害の発生が少ないと考えられている。その最大の理由は、環境に適応した林分構成樹種及び樹齢の多様性が種々の病原菌に対して強い抵抗力を保持するためである。しかし、母樹に保護された稚樹は、環境に順応するまで各種の病原菌に対して依然として感受性が高く、稚樹期から幼令期にかけて多くの病害の危険に曝される。天然生稚樹において特に問題になる病害は、土壌病原菌による苗立枯病（地中腐敗、首腐れ、到伏、根腐れ、裾腐れの5型）、暗色雪腐病、灰色かび病及びくもの巣病である。これらの病害によって森林に発生した稚樹の大部分が枯死・消失する。各種針葉樹天然生稚樹についての病害調査結果では、*Racodium Thernyanum*, *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Pythium* sp., *Cylindrocladium scoparium*, *Botrytis cinerea* などによる苗立枯病の被害が報告されているが（遠藤, 1975; 遠藤・林, 1972; 1973; 紺谷, 1964; 小野・倉田, 1957; 佐藤, 1964）、天然生広葉樹稚樹に関する病害研究事例は意外に少なく、唯一ブナ稚樹の消失原因に関与する菌害について報告されているのみである（倉田, 1948; 1973）。

ブナ林は北海道から鹿児島県まで広く分布しており、林地保全や公益的機能の保持、あるいは多くの生物遺伝資源の保存場所として、わが国にとって重要な樹種である。ブナの種子生産には豊凶の差があり、数年の間隔で豊作、並作、凶作を繰り返している。豊作年

の翌春には多量の実生稚樹が発生するが、その大部分はその年の冬季までに枯死し、林床から消失してしまう。最近、このようなブナ実生稚樹の枯死・消失現象について病原菌が関与しているという研究結果がだされた（小林，1975；小林ら，1984；佐橋ら，1994；1995；佐々木，1977）。ブナ更新稚樹の消失に関与する病原菌としては、稚樹立枯病に関連して、根腐れ型の被害稚樹からは、主として *Cylindrocarpon destructans*, *Rhizoctonia solani* 及び *Fusarium* sp. が分離報告されている。また、茎腐れ型被害からは *Phomopsis* sp., *Cylindrocarpon* sp., *Fusarium* sp. 及び *Colletotrichum dematium* 等が報告されている。中でも炭疽病菌の一種である *Colletotrichum dematium* はブナ実生稚樹の消失現象にきわめて大きな役割を果たしていることが指摘された。最近、東北地方を中心とするブナ当年生実生稚樹の枯死・消失現象の原因究明に関する研究が、植物病理学的な観点から行われた。その研究では、ブナ林において採集した立枯症状を呈した個体から菌類の分離試験を行ったところ、実生稚樹の発生時期、発生場所に関わらず *Colletotrichum dematium* が高い頻度で分離された。また、分離された *Colletotrichum dematium* を用いた接種試験では、有傷接種のみならず無傷接種においてもほとんどの接種個体が、林床で認められると同様の症状を呈して枯死した。したがって、*Colletotrichum dematium* によって引き起こされるブナ稚樹の立枯病が、林内で発生するブナ当年生実生稚樹の枯死・消失の主要な原因であることが判明した。また、林内における低い日射量や昆虫等による微細な食害痕が *Colletotrichum dematium* による立枯病を助長することも指摘された。しかし、一年以上経過したブナ稚樹には菌類による立枯症状の発生は極めて少ないことが報告されている。

なお、ブナ実生稚樹の枯死原因としては、光不足、乾燥、虫害及び病害等色々あるが、*Colletotrichum damatium* が病原菌類のひとつとして重要と思われ、その病原性は接種試験で確認されている。しかし、こうした研究例は少ないことから、今後のさらなる研究が必要とされよう。

ブナ稚樹の葉枯性病害に関する研究では、病原菌として *Botrytis cinerea*, *Discosia* sp., 及び *Pestalotia* sp. が報告されている（佐藤，1988；1991）。中でも、*Discosia* sp. は病斑部から高い頻度で分離され、葉の褐変・落葉に関与していることが明らかにされた。これらの葉枯病はブナ稚樹の直接の枯死原因になることは少ないと考えられているが、葉枯によって光合成機能が阻害されることから、稚樹個体の衰弱によって他の原因による枯死を引き起こす可能性が考えられる。

2) 葉の病害

幼苗時、立枯病の被害を免れた稚樹は、林内の下層植生の一員として成長を続ける。しかし、この時期に発生する葉の病気は重要な生長抑制因子となり、枯死の原因となる。落葉広葉樹では、さび病やうどんこ病が最も顕著に発生する。ブナさび病 (*Pucciniastrum fagi*)、カンバさび病 (*Melampsoridium betulinum*)、ハンノキさび病 (*M. hiratsukanum*)、ドロノキさび病 (*Melampsora larici-populina*, *M. populnea*)、ヤナギさび病 (*M. epiphylla*, *M. epitea*)、トネリコうどんこ病 (*Phyllactinia faxini*, *Uncinula fraxicini*, *U. salmoni*)、ケヤキとうそう病 (*Sphaceloma zelkowae*)、カエデのペスタロチア病 (*Pestalotia aceris*)、カエデ黒紋病 (*Rhytisma acerinum*)、カエデ小黒紋病 (*R. punctata*)、カンバ褐斑病 (*Septoria chinensis*)、カンバ大形褐斑病 (*Helotium leucellum*)、ヤチダモ褐斑病 (*Cercospora fraxinites*) 等の発生は著しく幼苗の生育を阻害する。常緑広葉樹では、カシ類うどんこ病 (*Cystotheca lanestris*, *C. wrightii*, *Erysiphe helaclei*, *Microsphaera alphitoides*)、タブノキさび病 (*Aecidium machili*)、シロダモさび病 (*Xenostele litseae*) 等が、若葉、葉柄、幼茎に著しい被害を与える。

これら葉や幼茎に発生する有害は、時に新梢の萎縮や早期落葉を起こして著しい成長抑制を招く。しかし、一般的には日本列島の長い歴史の中で「宿主-寄生者」の関係は安定的に成立していて、宿主を流行病的に枯らしてしまうことはない。例外があるとすれば、海外からの侵入病害である。明治時代に欧州か米国から導入されたごま色斑点病菌 *Entomosporium mespili* による常緑の緑化樹木カナメモチの落葉枯損被害が拡大中であるが、幸い現在わが国では天然広葉樹については流行病的に枯死を招くような葉の病害は知られていない。

3) 胴・枝枯性病害

枝の先端あるいは基部に病原菌が侵入して樹皮組織が壊死すると、枝葉は急激に赤褐色に変色して枯死する。また、幹にできた傷口や枯れた枝から病原菌が侵入して樹皮に病斑が形成され、その病斑部が拡大して幹の形成層を一周すると、水分や養分通導組織が破壊されて枯死に至る。このように胴・枝枯病害は、若齢木や壮齢木にとって、重要な枯損原因となる。ナラ、カシワ、カシ類の白点胴枯病 (*Cryptodiaporthe raveneliana*) は、しばしば幼木の枯損を引き起こす。カンバ黒粒枝枯病 (*Melanconis stilbostoma*, *M. itoana*)、ハンノキ黒粒枝枯病 (*M. marginalis*, *Melanconium magnum*)、クルミ黒粒枝枯病 (*M. juglandis*)、サワグルミ黒粒枝枯病 (*M. pterocaryae*) 等は、しばしば枝枯や胴枯症状を起

こして、ついには枯死に至らしめる。ナラ類、クヌギ、アベマキ、カシワ、シイ、カシ類の黄色胴枯病 (*Endothia singularis*, *Cryphonectria radicalis*, *C. havanensis*, *C. nitschkei*, *C. macrospora*) もまた枝枯や胴枯症状を引き起こして枝幹の枯損原因となる。寒冷地あるいは亜寒冷地に発生して特に問題になるナラ類、ハンノキ、カンバのフォモプシス胴枯病 (*Diaporthe eres*)、カエデのフォモプシス胴枯病 (*D. pustulata*)、ドロノキのフォモプシス胴枯病 (*D. medusaea*, *D. santonesis*)、ヤナギ、ドロノキのふらん病 (*Valsa sordida*, *V. salicis*, *V. ceratosperma*, *V. germanica*) 等も枯損原因となる重要な病害である。また、常緑樹のクスノキでは、樹冠部の若枝が炭疽病 (*Glomerella cingulata*) によって枯損し、樹勢の低下を引き起こす。

しかしながら、これらの病原菌は生態的には任意寄生者であって、健全樹木上に常に潜在しているにもかかわらず、宿主が健康であれば病気を起こすことはない。宿主が内的・外的要因（誘引）によって、生理的に衰弱をきたすと、一斉に顕在化して韌皮・形成層を侵して胴枝枯病を引き起こし、急速に進展して若木の枯死を招く。また一方、天然更新稚樹においては、成長の途上でこれらの病害による淘汰を受け、環境や病原菌に感受性の高い個体が消失して、耐性の強い個体が残存し成長していく側面も持っている。

4) ならたけ病

ならたけ病は世界的に広く分布し、多くの種類の樹木を加害する重要な森林病害である。ならたけ病菌 (*Armillaria mellea*) はきわめて普遍的に分布し、林地のいたるところに存在することから、病原性の発現は主として環境条件と林木の抵抗力の強弱によって支配されていると言われている。寄主範囲は極めて広く、わが国では 20 科 32 属 65 種が記録されている。ならたけ病に感染した樹木の根や地際部の樹皮下には、例外なく白色の菌糸膜や黒褐色ひも状の根状菌糸束が付着しており、本病感染の目安となる。また、秋季、10 月頃から被害樹の地際部からナラタケの子実体(きのこ)が発生することも本病の特徴である。本病の伝染は、感染伐根や被害木から発達した根状菌糸束が、土壤中を伸長して健全木の根に侵入するか、または、健全木の根が伸長して感染伐根や被害木の根に接触することによって行われる。本病の発生には、林地の土壤条件が深く関与していることが指摘されている。すなわち、水分が停滞する過湿土壤、あるいは逆に、水分吸収を阻害する乾燥土壤である。これらの土壤条件によって、根の衰弱や腐敗が引き起こされ、根状菌糸束の感染を容易にするのである。これまでに天然広葉樹林に発生したならたけ病は次の通りである。落葉樹では、カンバ類、ハンノキ類、ナラ類、ケヤキ類、カエデ類、サクラ類、カ

ツラである。また、常緑樹では、カシ類、シイノキ類及びタブノキ類に被害の報告がある。

従来、培地上での性質が如何に多様であっても、ナラタケは分類学的にはナラタケ1種であった。しかし、1970年代から *Armillaria* 属には互いに交配しない菌株のグループが存在することが明らかにされた。このような生殖的に隔離されたグループは、生物学的種 *biological species* と呼ばれている。わが国では、これまでにナラタケ病菌として9種+1未同定種の存在が明らかにされた(Cha&Igarashi, 1995; Cha et al, 1994; 本郷, 1994; 本郷ら, 1988; Igarashi, 1993, 長沢, 1991; 大田, 1999; Terashita & Chuman, 1989; 寺下・沢口, 1991)。このうち、*A. gallica*, *A. ostoyae* 及び *A. mellea* は、針葉樹に対して病原性が強いことが立証されている。しかし、広葉樹に対しては、これら10種の上記の広葉樹への発生記録はあるが依然として不明な点が多く、接種試験等によって各生物学的種の病原性を確認する必要がある。

5) 材質腐朽病害

広葉樹の成木あるいは老木において、最も被害の大きい病害は材質腐朽病である。材質腐朽病害は上層木となった広葉樹の樹勢を左右するのみならず、材利用上の重大な障害となる病気である。本病害は幹の傷口や枝の折れ口から幹の心材部や辺材部に侵入して、生立木の幹腐れを引き起こすものである。材質腐朽病の侵害によって、樹体全体が枯死することはないが、樹木を支える幹内部が腐るため強風や冠雪によって容易に折損(幹折れ)倒伏をおこし、林相の著しい破壊をまねく。現在のところ、外見から材質腐朽病の判定を行うには、病原菌の子実体(キノコ)の発生によって判定するしか確実な方法はない。また、子実体が発生している被害樹木は、相当に腐朽が進行していると考えてよく、それまでの病徴の進展がほとんど外見からは判断できないのも材質腐朽病の特徴である。したがって、最終的に、伐採段階で腐朽に気づく場合が多く、多大な被害を被ることになる。

菌類によって腐朽が起こると、その菌に特有な腐朽の型が生じる。菌類による生立木の腐朽型は、腐朽材の色彩によって褐色腐朽と白色腐朽に分けられる。褐色腐朽菌と白色腐朽菌では木材の分解方法がまったく異なっている。褐色腐朽菌は、細胞壁を構成するセルロースとヘミセルロースをほぼ同じ割合で分解する。したがって、腐朽が進展すると材部にはリグニンが多く残存するので、腐朽材は褐色になる。褐色腐朽は針葉樹材に多くみられる。一方、白色腐朽菌はセルロース、ヘミセルロースとリグニンを同時に分解する。したがって、リグニンの分解・消失によって、腐朽材が白くなったり退色するため腐朽材は白色を呈する。白色腐朽は広葉樹材に多く発生する。ある腐朽菌が褐色腐朽を起こすか、

あるいは白色腐朽を起こすかは菌の種類によってほぼ決まっており、菌の同定や分類学上の位置決定に大きな手がかりとなる。また、材質腐朽病は侵される部位により、根株腐朽と樹幹腐朽とに区別される。根株腐朽は病原菌が根系から侵入して、根株そして樹幹へと上方向に進展していくものである。樹幹腐朽は、枯枝や折れた枝、あるいは傷口から病原菌が侵入し、そこから樹幹の上下方向へと腐朽が進展していくタイプである。生立木の腐朽菌が心材部を侵すかあるいは辺材部を侵すかによって、さらに心材腐朽と辺材腐朽とに区別される。一般に、生立木では心材腐朽の方が辺材腐朽より多いことが報告されている。心材腐朽による被害は外観的にはまったくわからず、健全木と区別がつかない。しかし、辺材腐朽の場合は、辺材の腐朽とともに形成層の活動をも阻害するため、肥大生長が止まって陥没した形状になることがあり、溝腐病と呼ばれる場合がある。以上のように、生立木の材質腐朽病は、白色腐朽と褐色腐朽、根株腐朽と樹幹腐朽、あるいは心材腐朽と辺材腐朽とに大きく分けられる。

生立木に腐朽病を引き起こす病原菌は、担子菌類のヒダナシタケ目に属する菌類が大部分であり、いわゆる「さるのこしかけ」と呼ばれる菌類が多く含まれている。したがって、ほとんどの病原菌は肉眼で確認できる大型の子実体（きのこ；サルノコシカケ）をつくる場合が多い。現在までに、広葉樹に腐朽被害を引き起こす病原菌は多数報告されている。中でも、カワラタケ、コフキタケ、ツリガネタケ、キコブタケ等は、広葉樹を広範囲に侵す種類として知られている。ツリガネタケ (*Fomes fomentarius*) は、ブナ、カンバ、ハンノキ等に幹心腐病を引き起こす。キコブタケ (*Phellinus igniarius*) は、ブナ、ナラ、カエデ、ハンノキ、ヤナギ、ドロノキ、クルミ等の生立木に白色腐朽を起こす。カンバタケ (*Piptoporus betulinus*) は、カンバに褐色腐朽を、ニレサルノコシカケ (*Rhigidoporus ulmarius*) は、ニレ、エノキの心材腐朽をおこす。また、コフキタケ (*Ganoderma applanata*) は、クス、シイ等の常緑広葉樹に白色腐朽をおこして被害が多く、カシサルノコシカケ (*Fomitopsis latissima*) は、西南暖地のシイ、カシ類の白色腐朽をおこし退廃の原因となる。

6) ナラ類集団枯損被害

近年、わが国の本州日本海側に生育するナラ類天然林や九州南部のカシ類・シイ類天然林が集団的に枯損する被害に見舞われ、その原因究明が急がれている。これまでの調査・研究の結果、枯損木には例外なく、カシノナガキクイムシと呼ばれるナガキクイムシ科の昆虫が穿入しており、また、枯損木からは数種の菌類が検出されることが明らかにされて

いる。これらの事実から、現在、わが国のナラ類の集団枯損の主な要因は、カシノナガキクイムシが媒介する菌類によるナラ類林木の生理的障害である可能性が有力視されている。

このような状況を踏まえて、ナラ類集団枯損に対する菌類の関与を明らかにするため、枯損木とカシノナガキクイムシから菌類の分離試験及び分離菌を用いた接種試験等が実施され、真の病原微生物の特定が試みられた。その結果、ナラ類枯損木から、不完全菌類に属する菌類が多数検出された。中でも、淡褐色の不完全糸状菌 *Hyphomycetes* (Polo-Blastic 型分生子) の 1 種、*Graphium* sp.、及び *Cryphonectria* sp. が高率かつ優占的に検出された。また、カシノナガキクイムシの体表面や材内穿入孔道壁からは、淡褐色の不完全糸状菌 (Polo-Blastic 型分生子) の 1 種、*Graphium* sp., *Cladosporium* sp. 及び酵母類が分離された。分離された菌類、淡褐色の不完全糸状菌 (Polo-Blastic 型分生子) の 1 種、*Graphium* sp.、及び *Cryphonectria* sp. の 3 種類をもちいて、ミズナラ小径木に対して有傷接種を行った結果、淡褐色の不完全糸状菌 (Polo-Blastic 型分生子) の 1 種の接種区のみにおいて、野外で発生するナラ枯損と同様の枯死現象が再現された。

以上のことから、淡褐色の不完全糸状菌 (Polo-Blastic 型分生子) の 1 種がナラ類の集団枯損と深く関わっていることが推測された。さらに、カシノナガキクイムシからもこの淡褐色の不完全糸状菌 (Polo-Blastic 型分生子) の 1 種が分離されたことから、この菌はカシノナガキクイムシによって伝播されている可能性が示唆されている。今後は、淡褐色の不完全糸状菌 (Polo-Blastic 型分生子) の同定及び分類学的位置の決定を急ぐとともに、本菌の発生生態を明らかにし、カシノナガキクイムシによる伝染機構を解明することが最も重要な課題である。

1-4 施業管理を含む広葉樹病害の防除対策

林木は概して個体の経済的価値が低く、個体防除よりは集団防除が優先に考えられる傾向にある。森林病害に対する防除では、薬剤施用が困難なことから林地環境の改善や病害抵抗性の利用が主体となり、各林分の特殊性を十分に配慮した総合的防除対策が最良の防除法である。したがって、適切な総合防除法を立案するためには、対象病害の発生生態や感染経路を十分に把握することが大切である。病気は植物 (宿主、素因) と病原体 (主因) とが存在しただけで起こるものではない。病気が発生するためには、必ず発生に必要な環境条件 (誘因) が満たされなければならない。主因、素因および誘因が満たされたとき、はじめて病気が発生するのである。このような観点から、最適な病害防除を考察すると、次のようになる。すなわち、発病のために必須である主因 (病原体)、素因 (宿主) およ

び誘因（環境）に対して人為的な働きかけをおこない、これらの相互関係を切断することである。森林病害のように大面積を対象とした防除では、病害発生に必須の各要因を人為的に制御する手段を組み合わせた総合的な防除対策を採用することが重要である。特に、天然更新によって林木の再生をおこなう有用広葉樹林では、主因の制御（病原体の侵入防止、伝染鎖の切断）あるいは誘因の制御（適地選択と育林施業による環境の改善）が重要な防除法である。

しかしながら天然広葉樹林において病害発生の回避を念頭においた実験的研究の事例は極めて乏しいことから、以下には1－3－4で取り上げた1）～6）の項目に関して、調査結果などから推測的に導かれる被害回避を目的とした施業管理指針をまとめた。

(1) 稚樹立枯病

天然更新稚樹の消失は、結果として菌害が大きくクローズアップされたが、その発生には立地環境が大きく影響している。一つに上木のうっ閉による照度不足、その他には粗腐植の堆積による乾燥、また反対に融雪期や長雨期の滞水地形、そしてササ類による地下茎の繁茂・占有等が、炭疽病・立枯病によるブナ更新稚樹消失の主な発生誘因である。したがって、択伐による上木の本数調整及び消雪促進、トラクター等による地表の掻きおこし（枯笹剤の併用も含めて）等は稚苗～稚樹の生育に好条件を与え、病害発生をかなりの程度回避することが期待できる。

(2) 葉の病害

ブナさび病、カンバさび病、ハンノキサビ病、ドロノキサビ病などのさび病に対しては、被害程度が激しい場合は、林分内の中間宿主を伐倒することにより被害程度を抑えることができる。その他、カエデ黒紋病、カンバ褐斑病、ヤチダモ褐斑病等は、樹木に致命傷を与えるほどの強い病害ではないことから、特に防除対策を必要としない。

(3) 胴・枝枯病

胴・枝枯病害は立地環境要因を誘因として発生するため、人為的な制御が困難であり、防除は難しい。しかし、樹種や樹齢の構成が複雑な天然広葉樹林においては、たとえ多犯性の任意寄生者である胴・枝枯病菌でも一斉に大発生する条件にはないのが普通である。林内の構成条件の下において、生理的な衰弱をきたした稚樹・若木が個別に各種の胴枯性病害によって枯死にいたるもので、発生は普通散発的である。しかし、山火事による地表火の延焼を受けたような場合は、ブナ科樹木を中心に一斉に黄色胴枯病が発生して、枝枯れや胴枯れをおこし、これがまた穿孔性害虫の産卵・繁殖の場となるため、衛生伐等による伝染源の除去を行なう必要がある。また、これまでの一連の調査・研究の結果、胴・枝枯

病害は凍害、雪害、風害、寒風害、乾燥、日焼けなどによる傷が発生すると被害が激しくなることが報告されている。したがって、風倒や山火事などによる半裸地化した場所での更新稚樹・若木の多い時期には、上層部の被覆や保護林による林内の保温維持や強風の遮断等の育林的施業管理を行なう必要がある。

(4) ならたけ病

本病に対する防除対策は土壌改良を含む環境改善が主体となる。林地にならたけ病が発生した場合、先ず第一に伝染源となる病根株や伐根株の掘り取り除去が重要である。さらに、排水溝の設置や盛土による停滞水回避など育林的手法による対策も必要である。また、ならたけ病菌の土壌検診法（樹枝を土中に埋め込んで捕捉する方法と土壌中の根状菌糸束の量を調べる方法）を用いて、土壌中における本菌の生息活性の高い部位を推定し、集中的に殺菌処理を行う手法も考えられる。しかし、森林において広く適用できる防除技術は未だ確立されていないのが現状であり、ならたけ病の防除はたいへん困難である。

(5) 材質腐朽病害

森林に発生した材質腐朽病の防除はきわめて困難である。その理由は、発生原因が気象条件や土壌条件を誘因とするため、人為的に制御することがほとんどできないからである。しかし、土壌要因が関係する場合は、伐期の短縮、樹種転換などが考えられる。また、枯枝を侵入口とする場合は、枝打や間伐などの育林的手段により、ある程度被害の軽減あるいは回避が可能である。

(6) ナラ類集団枯損被害

最近の研究によって、本病原菌はカシノナガキクイムシによって伝播され、枯損被害が拡大されることが明らかになった。したがって、本病に対する最も有効な防除方法は、カシノナガキクイムシによる本病の伝染機構を解明し、伝染鎖を断ち切ることである。このような観点から、現在様々な防除法が研究・開発されつつある。例えば、虫の密度低下を目的とした誘引捕殺法の確立のため、有効な誘引剤の開発が進められている。また、NCS（カーバム剤）による被害木への樹幹注入法は、約 90%以上の効果で、カシノナガキクイムシ及び病原菌を殺す結果が出されている。したがって、現時点では誘引捕殺法とNCS樹幹注入法の併用が、本病に対する最も有効な防除手段である。

2 広葉樹害虫

2-1 はじめに

わが国における森林昆虫に関する総論の著述としては、古く溯れば 1894 年（明治 27 年）の中牟田五郎「森林保護学」に始まるが、森林昆虫は、植物病理、気象などともに森林保護学の一分野として扱われている。本書の森林昆虫部門では針葉樹害虫に重点がおかれており、広葉樹害虫には全くふれられていない。その後、1900 年（明治 33 年）に新島善直は「森林保護学」を著し、本書の森林昆虫部門において、初めて針葉樹及び広葉樹害虫の全般について記述されている。

森林昆虫各論については、佐々木忠次郎の「日本樹木害虫編」1901 年（明治 34 年）、新島善直「森林昆虫学」1913 年（大正 2 年）、渡辺福寿「日本樹木害虫総目録」1937 年（昭和 12 年）、松下眞幸「森林害虫学」1938 年（昭和 13 年）などがそれぞれの時代を背景に登場している。第二次大戦後の昭和 26 年以降数年に亘って出版された井上元則「森林害虫防除論」（上）（中）（下 I）は森林昆虫の総論・各論の集大成を試みたが、惜しむらくは完成を見ずに終わった。その後、多くの研究者の研究成果を集大成した小林富士雄・竹谷昭彦「総論・各論 森林昆虫」1994 年（平成 6 年）が編纂された。

以上のように、1890 年代から今日に至る間に多くの森林昆虫に関する著作のほか、観察、調査、研究論文が公表されてきた。しかし、その内容は主として針葉樹の苗木及び造林木の虫害とその生態及び防除に関するものであって、広葉樹及び広葉樹林を対象とした虫害や生態に関する報文は少ない。このため、ここに述べた著作を中心に 2-2 で加害形態別に害虫を整理し、2-3 で重要害虫をとりあげ生態と被害実態等について記述することとした。

2-2 総論－加害形態別の広葉樹害虫概要－

広葉樹に寄生する昆虫の種類は針葉樹に比べると多い。しかし、その調査例はあまりない。

旧ソ連邦産樹種について、広葉樹のうち寄生昆虫の多いのは、コナラ *Quercus*（850 種）、ハコヤナギ *Populus*（700 種）であり、ついでニレ *Ulmus*、ヤナギ *Salix*、シラカンバ *Betula* などが多く、針葉樹のうち比較的多いのは、マツ *Pinus*、トウヒ *Picea*、モミ *Abies*、カラマツ *Larix* などがあるが、いずれも広葉樹の属に比べ、遥かに少ない。

日本産樹種については、渡辺（1937）によると、広葉樹ではヤナギ *Salix*（250 種）、コナラ *Quercus*（200 種）に次いで、ハコヤナギ *Populus*、シラカンバ *Betula*、ハンノキ *Alnus* であり、針葉樹ではマツ *Pinus*（110 種）、モミ *Abies*（90 種）、トウヒ *Picea*（80

種)、カラマツ *Larix* (50 種) となり、広葉樹害虫の種類が多いことがわかる。

しかし、被害の内容に立ち入ってみると、大きな違いがある。すなわち、針葉樹にあってはキクイムシ類を主とする穿孔虫類が激しい枯死を起こすのに反し、広葉樹にあってはカミキリムシなど種数が多いのに拘らず、急激な枯死を起こすものは少ない。西口 (1973) はこの違いについて、広葉樹は穿孔虫との相互間系の長い進化の過程で、樹脂という抵抗の武器を放棄して穿孔虫の寄生を許した結果、昆虫も宿主を枯死させず共存を図るように適応してきたのではないかと考察している。

本項では、既往の報告からナラ・カシ類、ブナ、ケヤキ、カンバ類、ハンノキ類など有用広葉樹について、加害形態別に食葉性害虫、穿孔性害虫、吸収性害虫、虫えい形成害虫、種子害虫等に区分して概説する。なお、ブナのみについては、天然性広葉樹の代表樹種であるため、別項を設け一括整理を試みた。

2-2-1 食葉性害虫

葉を食害する害虫で、被害徴候は葉量の減少や食痕として現われる。被害木は樹種や樹齢、立地条件、害虫の種類、食害の程度などによって異なるが、おおよそ 50% 以上の葉が食害されると成長に影響する。しかし、広葉樹は針葉樹に比べて失葉に対する抵抗力は大きく、全葉が 1 回だけ食害されても枯れることはほとんどない。年に何回もの食害や連年繰り返しの食害を受けないかぎり枯死することは稀れである。被害の影響は、一般に翌年に伸長や肥大成長の減退として、また、葉サイズの小型化となって現われる。食葉性害虫は大発生すると葉が赤褐変したり、葉が食いつくされて枝が露出するため、視覚的な感じは非常に大きく感じるが、樹への影響は見た目よりも少ない。しかし、被害の程度によっては樹勢に影響を与え、二次性害虫や病害を受けやすくなることがある。

主なものは鱗翅目、鞘翅目、膜翅目、双翅目などであって、特に鱗翅目に種類が多い。鱗翅目はチョウ類やガ類などで、幼虫は葉や芽などを食害する。幼虫は葉の表面で生活して、幼虫の体が露出しているもの、幼虫は絹糸で作ったテント内や葉を巻いたり綴り合わせた巣の中で生活するもの、ミノを作りその中で生活するもの、葉の中に潜 (穿) 孔して内部で生活するものなど多様である。

鞘翅目のハムシ類やゾウムシ類は成虫、幼虫とも葉を食害する。チビタマムシ類の幼虫は潜葉性である。コガネムシ類の幼虫は根を食害する根切虫であるが、成虫は葉を食害する。膜翅目の広腰亜目のハバチ類は幼虫が葉を食害する。双翅目のハモグリ類は幼虫が潜葉性で葉に食痕を残すものなどがあり、食葉性害虫は多様な生活様式をもっている。

これらの中で発生が多く、加害性の大きい種類はごく限られている。

1) ナラ類、カシ類の害虫

主要種には以下のようなものがある。マイマイガ *Lymantria dispar* (Linnaeus)、カシワマイマイ *Lymantria mathura aurosa* Butler、クヌギカレハ *Kunugia undans flaveola* (Motschulsky)、ヤマダカレハ *Cyclophragma yamadai* (Nagano)、クスサン *Caligula japonica japonica* Moore、オオトビモンシャチホコ *Phalerodonta manleyi* Leech、ツマキシヤチホコ *Phalera assimilis* Bremer et Grey、サラサヒトリ *Camptoloma interiorata* Walker、クワゴマダラヒトリ *Spilarctia imparilis* Butler などが突発的に大発生して葉を食いつくすことがある。特に、マイマイガは食性がきわめて広く、多くの広葉樹を食害する(加藤 1954)。幼虫は始め群生し、後に分散して生活し、春から若葉を食害するため樹勢への影響は大きい。周期的に大発生して葉を食いつくすことがある(片桐 1982, 古田 1976)。

また、ハマキガ類のアトボシハマキ *Hoshinoa longicellanus* Walsingham、プライヤハマキ *Acleris affinatana* Snellen、ウスアミメハマキ *Tortrix sinapina* Butler などの幼虫は、葉を2~3枚重ね合わせて食害する。ハモグリ類のニセクヌギキハムグリガ *Tischeria decidue* Wocke の幼虫はクヌギ、コナラ等の葉に潜って斑状の食痕を残し、周期的に発生する(寺本 1996)。鞘翅目のカタビロトゲハムシ *Dactylispa subquadrata* Baly は、クヌギやナラ林などで突発的に大発生する。カシワノミゾウムシ *Rhynchaennus japonicus* (Hustache) は成虫、幼虫ともナラやカシワなどの葉を加害する。幼虫は葉の周辺部に潜って楕円形の食痕を残し、成虫は葉面を食害する。コガネムシ類のドウガネブイブイ *Anomala cuprea* Hope やヒメコガネ *Anomala rufocuprea* Motschulsky などは夜間に活動して葉に不規則な食痕を残し、周期的に発生する(中島 1952, 後閑 1964) ため樹木の成長は阻害される。

2) ブナ、イヌブナの害虫

鱗翅目のシャチホコガ科、ヤガ科、シャクガ科などの害虫がおり、ブナアオシャチホコ *Quadricalcarifera punctatella* (Motschulsky)、マルモンシャチホコ *Peridea moltrechti* (Oberthur)、ウグイスシャチホコ *Pheosiopsis olivacea* (Matsumura)、ウラギンガ *Chaminodes nervosa* (Butler) などが主要種である。特に、ブナアオシャチホコはブナの固有種で、典型的な漸進大発生型の個体群動態を示し、大発生は7~8年の周期で起こる。

幼虫は初夏～夏季に出現し、若齢幼虫は群生して葉の表面を食害するが、次第に分散して葉全体を食害する。大発生時には全葉が食い尽くされるが枯損した例はほとんどない。ただし、二次的被害と推定される枯損例が観察されている（五十嵐 1982, 杉 1987, 鎌田 1988a, 鎌田ら 1988b, 鎌田ら 1989, Kamata, et al., 1996）。鞘翅目のウエツキブナハムシ *Chujio uetsukii* (Chujo) の成虫は初夏～夏季に葉面を帯状に食害し、幼虫は夏季に葉面を食害する（植月 1955）。また、ハンノキハムシ *Agelastica coerulea* Baly の成虫は春に若葉を食害し、幼虫は春～夏季に葉面を網目状に食害する。両種とも周期的に発生を繰り返して葉を食害する。ハムシ類による被害は成虫は春季に、幼虫は夏～秋季にそれぞれ葉を食害する（中條 1956）ため、成長に与える影響は大きい。

3) ケヤキの害虫

鞘翅目のアカアシノミゾウムシ *Rhynchaenus sanguinipes* Roelofs がよくみられる。成虫は春の開葉とともに葉に口吻を挿し込んで葉肉を食害する。幼虫は春季に葉内に潜入して葉肉を食べ、新成虫は春～初夏に出現して葉面を網目状に食害する（岸 1978）。また、ヤノナミチビタムシ *Trachys yanoi* Kurosawa の発生もみられ、本虫も成虫は春季に若葉を食べ、幼虫は春～初夏に葉内に潜入して葉肉を食害する。新成虫は夏～初秋に出現して葉を網目状に食害する（土屋 1980, 奥田 1983）。このほかにニレハムシ *Pyrrhalta maculicollis* Motschulsky が発生し、葉を褐変枯死させる。これらは周期的に発生を繰り返す害虫として知られている。

4) カンバ類、ハンノキ類の害虫

カンバ類とハンノキ類の双方には鱗翅目のマイマイガ *Lymantria dispar* (Linnaeus) のほかに、ナミスジフユナミシャク *Operophtera brumata* Linnaeus が周期的に発生し、幼虫は早春に孵化して若葉や芽を綴り合わせて初夏のころまで食害する（菊沢ら 1977）。また、鞘翅目のハンノキハムシ *Agelastica coerulea* Baly の発生がみられ葉を赤褐色に変色させる。

ハンノキ類には鞘翅目のルリハムシ *Linaeidea aenea* (Linne)、トホシハムシ *Conictena japonica* Chujo et Kimoto や膜翅目のヒラアシハバチ *Croesus japonicus* Takeuchi などがよく発生して葉を褐変させたり、葉を食いつくすことがある。

カンバ類には鱗翅目のクワゴマダラヒトリ *Spilarctia imparilis* Butler のほかハモグリガ類のスイコバネ科の 1 種 *Allochamamia* sp. が、また、鞘翅目のマダラノミゾウムシ

Rhynchaenus nomizo (Kono) も発生し、葉を褐変枯死させて成長の低下を招く。

2-2-2 穿孔性害虫

樹木の樹幹、枝、新梢などに穿孔する害虫である。生立木に穿孔すると樹幹の屈曲や分岐、折損などの被害が生じる。普通、樹が枯れてしまうことはほとんどないが、加害が繰り返されると傷口から腐朽菌が侵入して樹勢を弱らせたり、材質の劣化を引き起こしたり、枯死させたりする。また、伐採丸太にも好んで穿入する害虫が多く、この場合も穿入孔や木口面等から腐朽菌が侵入して材質を著しく低下させる。

主な種類は鱗翅目、鞘翅目、膜翅目などであって、特に、鞘翅目に種類が多く、広葉樹の害虫として最も重要な種類が含まれている。

鱗翅目のコウモリガ類やボクトウガ類は一次性の害虫で健全木を加害し、幹、枝に穿孔する。

鞘翅目の穿孔虫の主なものはカミキリムシ類、ゾウムシ類、キクイムシ類などで、カミキリムシ類とゾウムシ類は成虫が樹皮の上から産卵するが、キクイムシ類は成虫が樹皮下や材部に穿孔した内部に産卵する。一般にこれらは樹勢が弱った衰弱木に穿孔して繁殖する二次性の害虫である。カミキリムシ類の一部には健全木を加害する一次性の害虫もあり、被害が繰り返されると風折れしやすくなったり、穿入孔から腐朽菌が侵入して材部を腐朽させ、枯死することもある。

1) ナラ類、カシ類の害虫

鱗翅目のコウモリガ *Endoclyta excrescens* Butler、ゴマフボクトウ *Zeuzera multistrigata leuconota* Butler、カシコスカシバ *Synanthedon quercus* Matumura などが幹材部に穿孔する。特に、コウモリガ *Endoclyta excrescens* Butler はきわめて食性が広く、多くの広葉樹と一部の針葉樹を加害する。春に孵化した幼虫は主に草本を食べて成長し、春～初夏に木本科の広葉樹へ移動して穿入する（五十嵐 1981）。穿入孔口には幼虫の糞と木屑を綴った覆いがされており、被害木は容易に見付けることができる。本虫は1頭で1本の生立木を枯死させる力がある。ゴマフボクトウ *Zeuzera multistrigata leuconota* Butler の幼虫も多食性で、多種の広葉樹の幹、枝や根部に穿入して内部を食害する。被害木では地際に円形状の虫糞が排出されるから目につきやすい（古野 1965）。また、鞘翅目のカミキリムシ類もよく寄生加害がみられ、実害が大きい。シロスジカミキリ *Batocera lineolata* Chevrolat は多食性で、多数の広葉樹を加害する。幼虫の食害は樹皮下から始まり心材部へ

進行する。このため、被害部の樹皮は膨れて瘤状になり、縦に裂けて粗い木屑を排出する（日高 1941, 打越 1964）。ミヤマカミキリ *Massicus raddei* (Blessig) も多食性で幼虫は樹皮下を食害後、材内部に穿孔する。このため、多量の木屑を外に排出する（小島ら 1965）。また、ウスバカミキリ *Megopis sinica* White も多食性のカミキリで多くの樹木を加害する。産卵は主として他の病虫害による樹皮の傷害部にされるため、被害は腐朽した老木に多くみられる（遠田 1965）。

樹勢が弱った樹木や伐採木にはアンプロシアキクイムシ（高木 1968）のカシノナガキクイムシ *Platypus quercivorus* Murayama、ヤチダモノナガキクイムシ *Crossotarsus niponicus* Blandford、ハンノキクイムシ *Xylosandrus germanus* (Blandford) などが穿入加害する。近年、ナラ類やカシ類などの 20～60 年生林分にカシノナガキクイムシによる枯死木の集団発生が問題になっている。このキクイムシは健全木には加害力のない二次性の害虫であることから、何らかの原因で樹勢が低下したものに寄生したと考えられている（野淵 1993, 斎藤 1959, 末吉 1990）。現在、原因解明の研究が進められている。このほかオオゾウムシ *Sipalinus gigas* (Fabricius) が衰弱木や伐採木に好んで穿入する。本虫は材の深部まで穿孔し、しかも孔道を広げるため、材質を著しく低下させる。

2) ブナ、イヌブナの害虫

ブナ材は、古くから生魚と呼ばれるほど虫害が多く、穿孔虫の穿入孔や伐採木の木口などが腐朽菌の侵入口となる。もともと変色しやすく、腐朽の早い材質特性をもっているため、材の利用率及び工芸的な価値の低下が問題にされてきた。このため、伐倒後のブナ材はできるだけ早く、適切な措置をはかる必要性が指摘され、これに対する対策として伐倒丸太に対して穿孔虫の穿入を防止すること、伐採丸太は速やかに製材工場へ搬入し加工することなどをあげている（岩成 1937, 井上 1948）。

生立木には鱗翅目のゴマフボクトウ *Zeuzera multistrigata leuconota* Butler のほか、鞘翅目のクワカミキリ *Apriona japonica* Thomson が幹部に穿入し加害する。一方、伐採丸太にも穿入加害するキクイムシ類が多数知られている。これらの種の多くはアンプロシアキクイムシ類（高木 1968）のナガキクイムシ科とキクイムシ科に属し、前者にはヤチダモノナガキクイムシ *Crossotarsus niponicus* Blandford、ヨシブエナガキクイムシ *Platypus calamus* Blandford、シナノナガキクイムシ *Platypus severini* Blandford、後者にはハンノキキクイムシ *Xylosandrus germanus* (Blandford)、ルイスザノキクイムシ *Xyleborus lewisi* Blandford、ミカドキクイムシ *Scolytoplatypus mikado* Blandford、ショグンキクイ

ムシ *Scolytoplatypus shogun* (Blandford)、トドマツノキクイムシ *Xyleborus validus* EICHHOFF などがあり、材質の劣化を引き起こす(岩成 1937, 井上 1948)。また、オオゾウムシ *Sipalinus gigas* (Fabricius) も穿孔し実害が大きい。

3) ケヤキの害虫

鞘翅目のクワカミキリ *Apriona japonica* Thomson、ミヤマカミキリ *Massicus raddei* (Blessig)、ニレカワノキクイムシ *Scolytus frontalis* Blandford、ヒメヨツメクイムシ *Polygraphus parvulus* Murayama などが加害する。最近、クワカミキリはケヤキの幹部に穿入加害して植栽地で問題になっている(江崎 1995)。

4) カンバ類、ハンノキ類の害虫

カンバ類とハンノキ類の双方には鱗翅目のコウモリガ *Endoclyta excrescens* Butler や鞘翅目のハンノキカミキリ *Cagosima sanguinolenta* Thomson、ウスバカミキリ *Megopis sinica* White などが発生する。特に、ハンノキカミキリによる被害は立地条件の悪い場所に植栽されたものに多い傾向がみられる。このほかシラカンバの材にピスフレックを形成するミノドヒラタモグリガ *Opostega minodensis* (Kuroko) による被害もみられる(原ら 1990)。

ハンノキ類にはゴマダラカミキリ *Anoplophora malasiaca* Thomson、イタヤカミキリ *Mecynippus pubicornis* Bates などが発生する。特に、ゴマダラカミキリ は多食性のカミキリで多くの樹木を加害する。産卵は地際部に多くされ、複数の幼虫は樹皮下を食害後、材内に長い孔道を開ける。このため、地際部には木屑が大量に排出される(足立 1988, 遠田 1963, 阿久津 1990)。

コバノヤマハンノキはポプラなどとともに、かつて早期育成林業のホープとして造林事業が推進された。しかし、山地に植栽された単一樹種の造成林にはコウモリガやゴマダラカミキリ等の害虫が年々多発し、被害木は増加をたどった。この被害は寒冷地は比較的軽微であったが、温暖地では壊滅的な打撃を受け、これら造林事業は成林することなく失敗に帰した。この事業は広葉樹造林を進めるうえで多くの教訓を残した(コバヤマハンノキ害虫調査班 1972, 西口 1975)。

2-2-3 吸汁性害虫

半翅目のアブラムシ類やカイガラムシ類、キジラミ類は樹木の葉、新梢、枝、幹などに寄生して樹液を吸汁する。このため枝葉の伸長停止、枝葉の変形、枯死が生ずる。また、排泄物にすす病が誘発され、同化作用が妨げられ、成長が阻害される。一般に、山地での発生はほとんど問題にならないが、苗畑や都市部の緑化樹木では実害が大きい。

1) ナラ類、カシ類の害虫

ナラ類とカシ類には半翅目のクリオオアブラムシ *Lachnus tropicalis* Van der Goot、クヌギミツアブラムシ *Glyphina onigurumi querciphila* Takahashi、オオワラジカイガラムシ *Drosicha corpulenta* (Kuwana)、カシカキカイガラムシ *Andaspis kashicola* (Takahashi)、カシニセタマカイガラムシ *Lecanodiaspis quercus* Cockerell が、カシ類にはカシケブカアブラムシ *Allotrichosiohum kashicola* Kurisaki、カシノアカカイガラムシ *Kuwanina quercus* (Kuwana)、モミジワタカイガラムシ *Lecaninum horii* (Kuwana)、ツバキクロホシカイガラムシ *Parlatoria camelliae* Comstock などのほかキジラミ類のカシトガリキジラミ *Heterotrioza remota* (Forste) などが枝葉に発生する(河合 1980, 宗林 1983)。

2) ブナ、イヌブナの害虫

半翅目のブナクチナガオオアブラムシ *Stomaphis fagi* Takahashi、ブナヒラアブラムシ *Platyaphis fagi* Takahashi、ブナハアブラムシ *Phyllaphis fagi* (Linnaeus)、オオワラジカイガラムシ *Drosicha corpulenta* (Kuwana)、ハンノキモグリカイガラムシ *Xylococcus japonicus* Oguma、ミカンマルカイガラムシ *Pseudaonidia duplex* (Cockerekk)、カツラマルカイガラムシ *Comstockaspis macroporana* (Takagi) などが枝葉に発生する(河合 1980, 宗林 1983)。

3) ケヤキの害虫

半翅目のケヤキブチアブラムシ *Tinocallis ulmiparvifoliae* Matumura、オオワタコナカイガラムシ *Phenacoccus pergandei* Cockerell、ケヤキカキカイガラムシ *Lepidosaphes zelkovae* Tanagi et Kawai (灰色こうやく病と併発)、モミジワタカイガラムシ *Lecanium horii* (Kuwana) などが枝葉に発生する(河合 1980)。

4) カンバ類、ハンノキ類の害虫

ハンノキ類とカンバ類の双方に半翅目のナシシロナガカイガラムシ *Lopholeucaspis japonica* (Cockerell) の発生がみられる。カンバ類には半翅目のカバワタフキマダラアブラムシ *Euceraphis punctipennis* Zetterstedt、カバハマキアブラムシ *Mansakia shirakabae* (Monzen)、ウスリーカキカイガラムシ *Lepidosaphes ussuriensis* (Borchsenius) などが発生する。また、ハンノキ類にはハンノキシロカイガラムシ *Chionaspis alnus* Kuwana やモミジワタカイガラムシ *Lecanium horii* (Kuwana) などの発生もみられる(横溝 1976, 河合 1980)。

2-2-4 虫えい形成害虫

植物の芽、葉、枝等が昆虫やダニなどに寄生され、それを囲む細胞が刺激されて異常に増殖、または、異常肥大して奇形になったものを虫えいと呼び、主な形成者は半翅目のキジラミ類、アブラムシ類、膜翅目のタマバチ類、双翅目のタマバエ類、ダニ目のフシダニ類などがあり、特に、タマバチ類とタマバエ類に種類が多い。山地での被害はさほど問題にならないが、都市部の緑化木では実害が大きい。

1) ナラ類、カシ類の害虫

ナラ類の芽、葉、枝等に虫えいを形成する種類は、膜翅目のタマバチ科によるものが多い。コナラに虫えいを形成する種類としてはナラハウラサカズキタマフシ(ナラハウラサカズキタマバチ)、ナラハウラシロタマフシ(ナラハウラシロタマバチ)のほか 20 種以上が、また、クヌギの虫えいとしてはクヌギハケツボタマフシ(クヌギハケツボタマバチ *Neuroterus nawai* Ashmead) ほか 20 種以上が知られている。アラカシの虫えいとしてはカシエダフクレズイフシ(カシエダフクレズイタマバチ)やカシメフクレズイフシ(カシメフクレズイタマバチ)などのほか数種がある(湯川ら 1996)。

2) ブナ、イヌブナの害虫

葉に虫えいを形成する種類は、双翅目のタマバエ科によるものが多く、ブナハカイガラフシ(ブナカイガラタマバエ *Oligotrophus? faggalli* Monzen)、ブナハマルタマフシ(ブナハマルタマバエ)ほか 20 種類以上が知られている(門前 1938, 津田 1982, 滝沢 1983, 湯川 1991)。

3) ケヤキの害虫

葉に虫えいを形成するものは半翅目のタマワタムシ科によるもので、ケヤキハフクロフシ（ケヤキヒトスジワタムシ *Paracolopha morrisoni* (Baker)）、ケヤキハベリヒメタマフシ（ボタンズルワタムシ *Colophina clematis* (Shinji)）などがある（湯川ら 1996）。

4) カンバ類、ハンノキ類の害虫

葉に虫えいを形成する種類は、主にダニ目のフシダニ科によるもので、ハンノキハイボフシ（*Phytoptus* sp.）やハンノキハオモテケフシ（*Eriophyes* sp.）などがある。

2-2-5 球果・種子害虫

球果や堅果に食い入って早期に落果させたり、実の入りを悪くさせる害虫には、鱗翅目のガ類や鞘翅目のゾウムシ類、オトシブミ類およびキクイムシ類などがある。被害穀斗（球果）及び堅果は、発芽力を失なって稚樹の発生は期待できなくなるため、天然下種更新による森林施業上に大きな障害となる。

1) ナラ類、カシ類の害虫

穀斗（球果）及び堅果を加害する害虫には以下のような種類がある。

(1) 樹上の穀斗（球果）及び堅果に産卵、侵入加害する種類

鱗翅目のサンカクモンヒメハマキ *Cydia glandicolana* (Danilevsky) : (コナラ, ミズナラ)、シロツメモンヒメハマキ *C. amurensia* (Danilevsky) : (アラカシ, シラカシ)、クリミガ *C. kurokoi* (Amsel) : (コナラ)、ヨツメヒメハマキ *C. danilevskyi* (Kuznetsov) : (コナラ, ミズナラ, アラカシ, シラカシ)、ネモロウサヒメハマキ *Pammene nemorosa* Kuznetsov : (ミズナラ)、ヘリオビヒメハマキ *Cryptaspama marginfasciata* (Walsingham) : (ミズナラ)、クロエリメンコガ *Opogona nipponica* Stringer : (ミズナラ)、シロジネマルハキバガ *Hypatopa monitvaga* Moriuti : (ミズナラ) などがある。

鞘翅目ではハイイロチョッキリ *Mechoris ursulus* (Roelofs)、クリシギゾウムシ *Curculio skkimensis* (Heller)、コナラシギゾウムシ *C. dentipes* (Roelofs)、クヌギシギゾウムシ *C. robustus* (Roelofs)、クロシギゾウムシ *C. distinguendus* (Roelofs)、アカコブゾウムシ *Kobuzo rectirostris* (Roelofs) などがある。

(2) 堅果が枝から落下後に産卵、侵入加害する種類

鱗翅目のクロサンカクモンヒメハマキ *Cryptaspasma trigonana* (Walsingham) : (コナラ, ミズナラ) がある。

鞘翅目ではドングリキクイムシ *Poecilips graniceps* (Eichhoff) : (コナラ, アラカシ, シラカシ, マテバシイ, シリブカガシ)、クリノミ キクイムシ *Poecilips cardamomi* (Schaufuss) : (コナラ) などがある (Matsuda 1982, 林ら 1984, 黒木 1985, 駒井ら 1987, 上田ら 1992, 前藤 1993, 五十嵐ら 1993, 上田 1994, 1995)。

コナラの果実の発育経過は春に開花した後、夏季までに穀斗 (球果) が成長し、堅果はその後に急速に発達して 10 月に成熟する。Matsuda (1982) の観察によれば、この果実の発育過程で夏季前に約 90% の穀斗 (球果) が虫害で落下する。そして夏季以降に、さらに残った堅果の約 87% が虫害によって落下してしまうため、秋季の成熟堅果は僅か約 0.8% にすぎないという。

2) ブナ、イヌブナの害虫

穀斗 (球果) や堅果 (種子) にはブナヒメシクイムシ *Pseudopammene fagivora* Komai が、また、雌花や未熟な穀斗 (球果) にはナナスジナミシャク *Venusia phasma* (Butler) が潜入して食害する (五十嵐 1992, 1994)。これらの食害はブナの開花直後から堅果生長の初期に多い。ブナは種子の結実に著しい豊凶年がみられ、昆虫による種子の被害比率は結実数の少ない凶作年で高まり、逆に結実数の多い豊作年では低下する。このようにブナの結実戦略は、著しい豊凶年を組み込むことによって、昆虫など種子補食者による補食圧を回避していると考えられている。

参考文献

- 足立 礎 (1988) : ゴマダラカミキリの生態に関する新知見, 植物防疫 42, 475~478
- 阿久津喜作 (1990) : 緑化樹の害虫—ゴマダラカミキリの被害, 植物防疫 44, 196~200
- 中條道夫 (1956) : 食葉はむし類, 292pp., 林野庁
- 江原昭三編 (1953) : 日本原色植物ダニ図鑑, 298pp., 全国農村教育協会, 東京
- 遠田暢男 (1963) : 本邦産ポプラおよびヤナギ属植物の害虫, 林試研報 182, 1~41
- 遠田暢男 (1968) : コバノヤマハンノキに寄生する昆虫類, 森林防疫 17, 92~95
- 遠田暢男・小林一三 (1968) : コバノヤマハンノキ植栽地におけるゴマダラカミキリの被害推移, 日林講 79, 216~217
- 江崎功二郎 (1995) : ケヤキ植栽地でのクワカミキリ *Apriona japonica* Thomson (Coleoptera:Cerambycidae)の産卵特性, 日林誌 77, 596~598
- 古野鶴吉 (1965) : ゴマフボクトウガの生態および防除に関する研究 (1), 茶業研報 24, 69~73
- 古田公人 (1976) : マイマイガとトドマツオオアブラムシの低密度の動態に関する研究, 林試研報 279, 1~85
- 後閑暢夫 (1964) : 林業害虫としてのコガネムシ類 (1~3), 森林防疫ニュース 13, 3~9, 46~51, 242~245
- 原 秀穂・矢萩利雄 (1990) : シラカンバノの形成層潜孔虫ミノドヒラタモグリガの産卵部位および幼虫の潜孔習性について, 応動昆 34, 283~287
- 日高義實 (1932) : 官内に於ける造林試験及び調査概要, 141~160
- 日高義實 (1941) : カシ類のシロスジカミキリ及びカシノナガキクイムシの予防駆除試験の概要, 50pp., 熊本営林局, 熊本
- 林 匡夫・森本 桂・木元新作 (1984) : 原色日本甲虫図鑑(IV), pp.438, 保育社, 大阪
- 五十嵐正俊 (1981) : コウモリガとキマダラコウモリ, 林業と薬剤 76, 1~15
- 五十嵐正俊 (1982) : ブナアオシャチホコの生態, 日林東北支誌 34, 122~124
- 五十嵐 豊・鎌田直人 (1990) : ブナ種子害虫に関する研究 (1) 青森県八甲田山におけるブナ種子の被害, 101 回日林論 521~522
- 五十嵐 豊 (1992) : ブナ種子の害虫ブナヒメシンクイの生態と加害, 森林防疫 41, 65~70
- 五十嵐 豊・鎌田直人 (1993) : ミズナラ種子の被害と加害昆虫, 日林東北支誌 45, 83~84

- 五十嵐 豊 (1994) : ブナ種子の害虫ナナスジナミシヤクの生態と加害, 森林防疫 43, 172~176
- 井上元則 (1948) : ブナ材の取扱に就て (ブナ材穿孔虫), 北海道林試集報 65, 1~85
- 井上元則 (1953) : 林業害虫防除論 中巻 293pp., 地球出版, 東京
- 井上元則 (1960) : 林業害虫防除論 下巻 1, 210pp., 地球出版, 東京
- 井上 寛・杉 繁郎・黒子 浩・森内 茂・川辺 湛・大和田守 (1982) : 日本産蛾類大図鑑 I, II, 966, 522pp., 講談社, 東京
- 岩成範雄 (1937) : ブナ丸太穿孔虫の食孔防止に関する研究, 林試集報 42, 23~50
- 鎌田直人 (1988a) : ブナアオシャチホコ幼虫の密度推定に関する研究 (1) - 終齢幼虫の排糞経過 -, 日林東北支誌 40, 195~198
- 鎌田直人・五十嵐正俊 (1988b) : ブナアオシャチホコ幼虫の密度推定に関する研究 (III) - 1 齢幼虫の食痕枚数と幼虫の平均個体数との関係 -, 日林東北支誌 40, 203~204
- 鎌田直人・五十嵐正俊・五十嵐 豊 (1989) : ブナアオシャチホコ幼虫の密度推定に関する研究 (II) - 齢期間虫の総排糞数を使った Southwood-Jepson 法の応用理論と野外での落下糞数による 1 齢幼虫の密度推定 -, 日林東北支誌 40, 199~202
- Kamata, N., and Igarasi, Y., (1996) : Seasonal and annual change of a folivorous insect guild in the Siebold's beech forests associated with outbreaks of the beech caterpillar, *Quadricalcarifera punctatella* (Motschulsky) (Lep., Notodontidae). J. Appl. Ent. 120, 213-220.
- 片桐一正 (1982) : マイマイガ, 森林病虫害防除技術, 111~117, 全国森林病虫害防除協会, 東京
- 加藤亮助 (1954) : マイマイガの食餌植物, 森林防疫ニュース 27, 293~295
- 河合省三 (1980) : 日本原色カイガラムシ図鑑, 455pp., 全国農村教育協会, 東京
- 菊沢喜八郎・浅井達弘・東浦康友 (1977) : ナミスジフユナミシヤクの食害を受けたコバハンノキの葉量変化, 日林論 88, 317~318
- 喜多村昭 (1975) : 植木の害虫: カイガラムシ, アブラムシの防除, 181pp., 日林協, 東京
- 岸 洋一 (1978) : アカアシノミゾウムシの生活史およびケヤキに対する加害, 森林防疫 27, 31~33
- 黒木功令 (1985) : クリシギゾウムシの生態と立木防除, 植物防疫 39, 103~107
- コバノヤマハンノキ害虫調査班 (1972) : コバノヤマハンノキ植栽林における虫害, 林試研

報 248, 69~87

小林富士雄 (1981) : 広葉樹林と動物相, (広葉樹林とその施業), 71~77PP., 地球社, 東京

小林富士雄 (1984) : 新版 緑化樹木の害虫 (下), 341pp., 日林協, 東京

小林富士雄・竹谷昭彦編著 (1994) : 森林害虫学, 567pp., 養賢堂, 東京

小島圭三・渡辺弘之 (1960) : 高知県におけるハンノキカミキリの生態について, 日林誌 42(10), 359~362

小島圭三・打越 彰・寺尾 実 (1965) : ミヤマカミキリの生態, げんせい 15, 11~14

小島圭三・中村慎吾 (1986) : 日本産カミキリムシ食樹総目録, 336pp., 比波科学教育振興会, 広島

駒井古実・石川光一 (1987) : 中国産クリ堅果から発見された *Cydia* 属 (鱗翅目: ハマキガ科) 2 種, 応動昆 31, 55~62

前藤 薫 (1993) : 羊ヶ丘天然林のミズナラ種子食昆虫 主要種の生活史と発芽能力への影響, 日林北支論 41, 88~91

Matuda, K.(1982) : Studis on the early phase of the regeneration of a Konara Oak (*Quercus serrate* Thunb.) secondary forest 1. Development and premature abscissions of Konara Oak acorns, Jap.J.Ecol.,32,293~302

松下真幸 (1943) : 森林害虫学, 310pp., 富山堂, 東京

宮武頼夫 (1975) : 原色日本昆虫図鑑 (下), 165~167pp., 保育社, 大阪

門前弘太 (1938) : 森林害虫としての虫えい, 山林 664, 22~28

森本 桂 (1984) : 原色日本甲虫図鑑 4, 297pp., 保育社, 大阪

森津孫四郎 (1983) : 日本原色アブラムシ図鑑, 545pp., 全国農村教育協会, 東京

村上美佐男 (1960) : クワカミキリの食害生態と防除について, 蚕糸試集報 77, 25~39

中島敏夫 (1952) : 森林害虫としてのコガネムシ類, 74pp., 林野庁

中牟田五郎 (1894) : 森林保護学, 226pp., 八尾書店, 東京

新島善直 (1900) : 森林保護学, 226pp., 博文館, 東京

新島善直 (1913) : 森林昆虫学, 412pp., 博文館, 東京

西口親雄 (1975) : 森林保護からみた広葉樹林政策, 山林 1094, 15~22

野淵 輝 (1964) : ハンノキクイムシについて, 森林防疫ニュース 13, 147~150

野平照雄・大橋章博 (1996) : 岐阜県における落葉広葉樹林の病害虫の実態と穿孔性害虫の防除に関する研究, 岐阜県林業センター研報 25, 23~38

- 野平照雄・大橋章博（1991）：岐阜県に大発生したブナカイガラタマバエについて，（I，II），102 回日林論，269～270，271～272
- 大林延夫・佐藤正孝・小島圭三（1992）：日本産カミキリムシ検索図説，598pp.，東海大出版社，東京
- 奥田素男（1983）：ヤノナミガタチビタマムシの生活史，日林関西支講 34，290～292
- 斎藤考蔵（1959）：カシノナガキクイムシの大発生について，森林防疫ニュース 6，22,101～102
- 佐々木忠次郎（1901～1902）：日本樹木害虫編 上，中，下，成美堂書店，東京
- 進士織平（1944）：虫えいと虫えい昆虫，580pp.，春陽堂，東京
- 宗林正人（1983）：日本のアブラムシ，118pp.，ニューサイエンス社，東京
- 末吉秋政（1990）：広葉樹に発生したカシノナガキクイムシ被害（第1報），森林防疫 39，58～61
- 杉 繁郎・山本光人・中臣謙太郎・佐藤力夫・中島秀雄・大和田守（1987）：日本産蛾類生態図鑑 453pp.，講談社，東京
- 高木一夫（1968）：アンブロシアキクイムシと共生菌，植物防疫 22，235～239
- 滝沢幸雄（1983）：東北地方のブナおよびイヌブナに寄生するタマバエの虫えい，日林東北支誌 35，126～129
- 寺本憲之（1993）：日本産鱗翅目害虫食樹目録（ブナ科），185pp.，滋賀県農試研報 特別号1
- 寺本憲之（1996）：天蚕（ヤママユ）飼料樹，ブナ科植物を寄主とする鱗翅目昆虫相に関する研究，216pp.，滋賀県農業試験場
- 土屋大二（1980）：東京都のケヤキに発生したヤノナミガタチビタマムシの生態とその被害について，森林防疫 29，144～148
- 津田 清（1982）：九州地方のブナとイヌブナに形成されるタマバエのゴール，SATSUMA 31，117～128
- 打越 彰・寺尾 実・小島圭三（1964）：栗林公園のカシ，シイ類のカミキリムシによる被害，森林防疫 13，26～31
- 上田明良・五十嵐正俊・伊藤賢介・小泉 透（1992）：アラカシ・シラカシ・マテバシイの堅果に対する虫害（1） 落下前堅果への昆虫の加害時期と程度及びコナラの比較，103 回日林論，529～532
- 上田明良（1994，1995）：ドングリを食べる虫達（1～4），森林総研関西支所研究情報

- 植月景雄（1955）：ウエツキブナハムシの形態経過習性に関する調査，森林防疫ニュース 4，240～243
- 渡辺福寿（1939）：日本樹木害虫総目録，487PP.，丸善，東京
- 山口博昭（1973）：森林害虫の総合防除：総合防除（深谷・桐谷編），358～402pp.，講談社，東京
- 横溝康志（1976）：栃木県の苗畑におけるシラカンバの害虫，森林防疫 25，98～102
- 湯川淳一（1991）：ブナとイヌブナに虫えいを作るタマバエ類，森林防疫 40，198～205
- 湯川淳一・榎田 長（1996）：日本原色虫えい図鑑，826pp.，全国農村教育協会，東京
- Yukawa,J.（1987）：Life history strategies of univoltin gall-making Cecidomyiidae (Diptera) in Japan, Phytophaga 1,121～139

(付) ブナ類の害虫

1) 食葉性害虫

ブナ、イヌブナなどを加害する食葉性害虫には鱗翅目の蛾類、鞘翅目のハムシ類、オトシブミ類などがある。鱗翅目の加害種として寺本（1996）は 105 種を、Kamata et al.,（1996）は 69 種をあげている。これらのうち森林に被害を与える種類はマイマイガ、ノンネマイマイ、ブナアオシャチホコなどのほか、数種にすぎない。これらのうちブナアオシャチホコは森林害虫の重要種にあげられる。

鞘翅目の加害種は少数であるが、森林害虫としてウエツキブナハムシ、ハンノキハムシなど重要な種類が含まれている。

(1) 鱗翅目

i マイマイガ

Lymantria dispar (Linnaeus)

(ドクガ科)

マイマイガには多くの亜種があり、日本の種は主として *Lymantria dispar japonica* であって、ヨーロッパ種に比べて大型である（井上ら，1982）。幼虫はブランコケムシ、ハンノキケムシなどとも呼ばれている。

i) 地理的分布

北海道、本州、四国、九州

ii) 加害樹木

(バラ科) サクラ類、ウメ、バラ；(ヤナギ科) ヤナギ類；(ブナ科) クヌギ、ナラ類、ブナ、クリ；(ニレ科) ケヤキ；(カバノキ科) ハンノキ類など多数の広葉樹の他カラマツなど針葉樹も食害し、多食性。（加害部は葉）

iii) 加害様相

北半球に広く分布する有名な森林害虫である。食性は極めて広範囲にわたり、多くの広葉樹と一部の針葉樹が食害の対象となり、100 種類以上が知られている（加藤，1954）。ときどき森林に大発生して全葉を食い尽くすことがある。

幼虫の色彩は広葉樹を摂食するものでは全体的に明るく、針葉樹を摂食するものでは暗い傾向がある。

iv) 形 態

成虫：開張は雄 40～60mm、雌 60～80mm で、雌は雄よりも大型である。雄は全体に灰褐色で前翅には濃褐色の斑紋がある。雌の体、翅はともに灰白色で、前翅の前縁に

は屈曲した4個の紋と暗色の波状紋がある。

卵：球形、直径約 1.5mm。

幼虫：成熟幼虫は体長約 60mm に達する。頭部は黄褐色で黒色の八字状の紋がある。若齢幼虫の色彩は黒色で背面に黄色紋があるが、成長すると灰黒色に変わり、背面と側面の黄色帯は明瞭になる。胴部背面の各節には2個ずつの長毛の生えた瘤があり、前方の瘤は青藍色、他の瘤は褐色である。

v) 生 態

発生は1年に1世代。成虫は6～8月に羽化する。成虫は交尾後、卵を樹幹表面や倒木表面、建物の壁などに200～300粒を塊状に産み付け、その表面を体毛で被う。卵で越冬して、翌年4～5月に孵化する。樹幹に産卵された場合、孵化直後の幼虫はしばらく集合しているが、やがて樹幹の上部へ登り、梢端に到達すると吐糸しながら風の力を利用して分散していく。幼虫は葉を食害して成長し、6月ごろ成熟した幼虫は枝葉に絹糸を粗に張って繭を作り、その中で蛹化する（加藤ら, 1941; 河野ら, 1940; 松下, 1943）。

vi) 天 敵

本種の捕食性および寄生性の天敵として安松ら（1965）、ZWOLFER（1972）、古田（1976）は次の種類をあげている。なお、学名は日本産昆虫総目録（1989）にしたがった。これらのうち鳥類による捕食は密度制御の重要な要因となっている（古田 1976）。

(i) 幼虫、成虫を捕食する種類

エゾカタビロオサムシ *Campolita chinense* (Kirby)

アオオサムシ *Carabus insulicola* Chaudoir

マイマイカブリ *Damaster blaptoides* Kollar

アオクチブトカメムシ *Dinorhynchus dybowskyi* Jakovlev

クモ類

スズメ *Passer montanus saturatus* Stejneger

コムクドリ *Sturia philippensis* (Forester)

(ii) 卵に寄生する種類

フタスジタマゴバチ *Anastatus japonicus* Ashmead

マツケムシハネミジカタマゴバチ *A. gastropachae* Ashmead

シロオビタマゴバチ *Pseudanastatus albitarsis* Ashmead

キイロタマゴバチ *Trichogramma dendrolimi* Matumura

クワナコバチ *Ooencyrtus kuwanae* (Howard)

(iii) 幼虫期から蛹期に寄生する種類

ブランコサムライコマユバチ *Apanteles liparidis* (Bouche)

コキアシヒラタヒメバチ *Epialtex capulifera* Kriechbaumer

キアシブトコバチ *Brachymeria lasuo* (Walker)

ノコギリハリバエ *Compsilura concinnata* (Meigen)

カイコノウジバエ *Blepharipo zebina* (Walker)

ブランコヤドリバエ *Exorista japonica* (Townsend)

マツケムシヤドリアメバチ *Hyposoter takagii* (Matsumura)

カレハヤドリフシオナガヒメバチ *Iseropus orientalis* Uchida

コマユバチ科 *Meteorus pulchvicornis* Wesmael

本種の天敵微生物として小山 (1954) は次の種類をあげている。

多角体病 Virus

疫病 *Entomoptora auricae* (Reich)

vii) 防除法

① 樹幹部等に産卵された卵塊をかき取り、焼却する。

② 若齢幼虫期に有機燐剤の粉剤か液剤を散布する。また、林野用くん煙剤の使用も有効である。

ii ノンネマイマイ

Lymantria monacha Linnaeus

(ドクガ科)

i) 地理的分布

北海道、本州、四国、九州

ii) 加害樹木

(マツ科) エゾマツ、トウヒ、モミ、トドマツ、カラマツ；(ブナ科) ナラ類、ブナ類など多食性。(加害部は葉)

iii) 加害様相

幼虫は葉を食害する。日本ではこれまでに大発生した事例はないが、ヨーロッパでは重要な森林害虫となっている。

iv) 形態

成虫：開張は雄で 39～42mm、雌では 41～52mm、前翅は白色で、黒色の条紋があり、後

翅は灰色、腹部は橙赤色で黒紋がある。

卵：円形、色彩は灰褐色。

幼虫：成熟幼虫は体長約 45mm に達する。頭部は淡褐色、胴部は暗配色で、少し緑色を帯び、背線は暗褐色である。各節に数個のいぼ状の突起があり、長毛が生える。

v) 生 態

発生は1年に1世代。成虫は8月ころ羽化する。交尾後、卵は地上から約2m付近の樹幹部の隙間や粗皮下に、20～30粒ずつ塊状に産む。1雌の産卵数は約250粒である。卵の状態で越冬し、翌年4～5月に孵化する。幼虫は葉を食害して成長し、6～7月に成熟幼虫になる。幼虫は枝葉間に粗に糸を張り、その中で蛹化する（松下，1943）。

vi) 天 敵

本種の寄生性天敵として安松ら（1965）は次の種類をあげている。

(i) 幼虫期から蛹期に寄生する種類

キアシヒラタヒメバチ *Coccygominus instigator* Fabricius

フシナガヒメバチ *Naenaria segmentalis* (Uchida)

vii) 防除法

若齢幼虫に対して有機燐剤の粉剤か液剤を散布する。林野用くん煙剤の使用も有効である。

iii ヤママユ

Antheraea yamamai Guerin-Meneville

（ヤママユ科）

i) 地理的分布

北海道、本州、四国、九州

ii) 加害樹木

（ブナ科）コナラ、クヌギ、ブナ、クリ、カシ類；（バラ科）サクラ、リンゴ など多食性。（加害部は葉）

iii) 加害様相

クヌギ、クリなどの葉を好食する。虫体が大きいので多発すると葉を食い尽くすことがある。本種の繭からは繊維のダイヤモンドと呼ばれる天蚕糸が得られる。

iv) 形 態

成虫：開張 115～150mm の大型の蛾、体、翅とも黄色、前翅の外縁に沿って紫褐色の線

があり、中央には眼状紋がある。

卵：扁平な円形、色彩は灰褐色、直径約 2.5mm。

幼虫：成熟幼虫の体長は約 70mm に達する。頭部は緑色、胴部は太く、淡緑色、胴部には黄白色の明瞭な気門線が縦走する。若齢幼虫は頭部が茶褐色、体は黄緑色で黄色味を帯びる。背面には瘤があり、刺毛が生じる。

v) 生 態

発生は 1 年に 1 世代。成虫は 7～8 月に羽化する。交尾後、樹幹や枝に数個ないし十数个産卵する。卵で越冬し、翌年 4～5 月に孵化する。幼虫は葉を食べて成長し、6 月ごろ成熟する。幼虫は数枚の葉を合わせた間に楕円形で黄緑色をした繭を作り、その中で蛹化する（井上ら, 1982）（杉ら, 1987）。

vi) 天 敵

本種の寄生性天敵として次の種類がある（安松ら, 1965）。

(i) 幼虫期から蛹期に寄生する種類

カイコノクロウジバエ *Pales pavidus* Melgen

マガタマハリバエ *Epicampoera succincta* (Meigen)

コンボウアメバチ *Habronyx insidiator* (Smith)

このほかに捕食性天敵として鳥類がある。

vii) 防除法

ノンネマイマイに準ずる。

本種に近縁のヒメヤママユはブナ、ニレ、カエデ、ヤナギ、クルミなどの葉を食害し、多食性である。

ヒメヤママユ (*Caligula jcnasii* Butler) はヤママユより小形で、北海道、本州、四国、九州に分布する。

成虫の開張は 8.5～10.5mm、生活史はヤママユとほぼ同じである。若齢幼虫は背面は黒色で側面は黄緑色であるが、成熟幼虫は体長約 55mm で全体が緑色となり、白色の刺毛が密生する（井上ら, 1982）（杉ら, 1987）。

本種の幼虫および蛹の天敵としてコンボウアメバチ *Habronyx insidiator* (Smith) がある（安松ら, 1964）。

iv オオミズアオ

Actias artemis (Bremer et Grey)

(ヤママユガ科)

i) 地理的分布

北海道、本州、四国、九州

ii) 加害樹木

(ブナ科) コナラ、ブナ、クリ；(カバノキ科) ハンノキ類、カバノキ類；(バラ科) サクラ類、ナシ；(カエデ科) モミジ など多食性。(加害部は葉)

iii) 加害様式

幼虫は多食性で各種の広葉樹を食害する。群棲する性質がなく単独で生活をする。

iv) 形 態

成虫：開張 80～120mm、胴部が白色で翅は青緑色をしているが、全体に黄色を帯びる。

前翅の前縁部には褐色の帯があり、後翅の尾状突起は雌よりも雄の方が長い。また、前翅と後翅の中央寄りに楕円形と円形の斑紋がある。

幼虫：成熟幼虫は体長約 80 mmに達する。各体節の背面中央部が突起状に隆起し、刺毛が生ずる。

v) 生 態

発生は1年に2世代。蛹で越冬し、成虫は4～5月と7～8月に羽化する。幼虫は5～6月と8～9月に現れ、成熟した幼虫は前者では枝葉の間に繭を作り、後者では地上の落葉の隙間に繭を作る。幼虫は群棲することがなく、単独で葉を食害する(松浦, 1959)。

vi) 天 敵

幼虫期から蛹期の寄生蜂として次の種類がある(安松ら, 1964)。

マダラオオアメバチ *Stauropogon variegatus* (Uchida)

vii) 防除法

ノンネマイマイに準ずる。

v エゾヨツメ

Agria tau Linnaeus

(ヤママユガ科)

i) 地理的分布

北海道、本州、四国、九州

ii) 加害樹木

(ブナ科) ブナ、コナラ、カシワ、クリ；(カバノキ科) カバノキ類、ハンノキ類；
(カエデ科) カエデ類 など多食性。(加害部は葉)

iii) 加害様相

幼虫は多食性で各種の広葉樹を食害する。群棲する性質がなく単独で生活をする。

iv) 形 態

成虫：開張は雄で約 70mm、雌では 90～100mm、体、翅は淡褐色ないし褐色で、前翅、
後翅のほぼ中央部に一对の円紋がある。

幼虫：成熟幼虫は体長約 35mm に達する。若齢幼虫は黄緑色で気門下線は淡黄色で、特徴
的なのは前胸背部と後胸背部に各 1 対と第 8 腹節背部に 1 本の長い突起がある。こ
の突起は終齢幼虫になると消失する。

v) 生 態

発生は 1 年に 1 世代。成虫は 4～5 月に羽化する。成虫は夜間に活動する夜行性で、交
尾後、葉に産卵する。幼虫は単独で葉を食害し、6～7 月に成熟して落葉の隙間に繭を作
り、その中で蛹化する。蛹で越冬する(井上ら, 1982) (杉ら, 1987)。

vi) 防除法

ノンネマイマイに準ずる。

vi ブナアオシャチホコ

Syntypistis punctalell (Motschulsky)

(シャチホコガ科)

i) 地理的分布

北海道、本州、四国、九州

ii) 加害樹木

(ブナ科) ブナ、イヌブナ (加害部は葉)

iii) 加害様相

幼虫はブナ、イヌブナの葉を食害する。発生は 8～12 年の周期で繰り返す漸進大発生型
の個体群動態を示し、この発生は普通 2～3 年間続くが、発生場所は年ごとに移動してい
く(鎌田ら, 1990)。終齢幼虫の密度が 15 頭/m²程度から被害としての兆候が現れ、60
頭/m²に達すると約 10%の木の葉が食つくされ、100/m²を越えると激害の様相となる。

大発生時には幼虫は全葉を食いつくしてしまうため、餌不足になって大半は餓死する

(五十嵐, 1975 ; 鎌田ら, 1990) 。このような被害木では翌年開葉する葉のサイズは小さくなる。また、本種の被害と気象害などが重なると枯死する個体もみられる。

本種の発生予測によれば、蛹の密度が 10 頭/m²を越えると2～3年内に大発生が起こり、20 頭/m²を越えるとその翌年には大発生になる可能性が高いという(鎌田, 1988 ; 鎌田ら, 1989c) 。

iv) 形 態

成虫：開張 33～43mm、雌の体は雄よりも大きい。体の色彩は灰色であるが、雌では白っぽい傾向である。本種の色彩は個体によって変異が大きい。雄の触角は雌のそれらに比べ羽毛状に近似した櫛歯状で、この櫛歯が長い(井上ら, 1982) 。

卵：円盤形で直径約 1 mm。色彩は産卵直後は黄色で、その後赤灰色になり黒灰色に変化する。

幼虫：成熟幼虫は体長 40～50mm に達する。頭部は黄緑色、胴部は黄緑色ないし緑色で、背線に白線が2本縦走し、その間に青ないし赤線がある。亜背線の白色。刺毛の基部は黄色。

蛹：体長約 20mm、光沢のある黒褐色で、羽化が間近になると茶褐色になる。

v) 生 態

発生は1年1世代と2世代のものがある。成虫の羽化は5月下旬から8月上旬で、その最盛期は6月中～下旬である。成虫は交尾後、卵は葉裏に卵塊として産み付けられる。1雌あたりの産卵総数は約 360 粒であって、これを数日間にわたって1卵塊平均 25.7～54粒を産む。卵の期間は 10～15 日間である。孵化幼虫は群棲して生活し、葉の表面を舐食するが、1齢末期になると葉裏へ移動して群棲した状態で脱皮を行なう。2齢期以後の幼虫では葉を全体に食害するようになる。群棲して生活する習性は3齢期の中ごろまでで、その後は分散して単独で生活するようになる。幼虫は5齢期を経て7月下旬から8月下旬に成熟して地表に降り、土中に潜って蛹化する。越冬は蛹で土中で行なう。

本種の死亡率は幼虫期の1～2齢期の初期死亡が大きく、2齢時までに初期個体群の約90%が死亡する(五十嵐, 1975, 1982 ; 鎌田, 1988 ; 鎌田ら, 1989a,b) 。

vi) 天 敵

天敵類のうち、特に、ブナアオシャチホコの大発生時には捕食虫のクロカタビロオサムシが増殖し、また、寄生菌のサナギタケの寄生率も急激に高まり、これらは本種の主要な死亡要因になっている(五十嵐ら, 1980 ; 山家ら, 1983) 。

本種の捕食性および寄生性天敵として五十嵐ら(1980)、鎌田ら(1991)、富樫

(1984) は次の種類をあげている。

① 卵期の捕食虫

アリガタハネカクシ *Megapaederus poweri* (Sharp)

② 幼虫期の寄生蜂

コマユバチ科 *Micropeplus* sp.

ヒメコバチ科 *Eulophus larvarum* (Linnaeus)

ヒメバチ科 *Hyposoter* sp.

③ 幼虫期の捕食虫

クロカタビロオサムシ *Calosoma maximoviczi* (Morawitz)

アリガタハネカクシ *Megapaederus poweri* (Sharp)

クモ類

④ 幼虫期の捕食鳥

ヒガラ *Parus ater insularis* Hellmayr

⑤ 幼虫期から蛹期の寄生バエ

カイコノクロウジバエ *Pales pavidus* (Meigen)

ブランコヤドリバエ *Exorista japonica* (Townsend)

⑥ 幼虫期から蛹期の寄生菌

硬化病 *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin

⑦ 蛹期の捕食虫

クロカタビロオサムシ *Calosoma maximoviczi* (Morawitz)

⑧ 蛹期の寄生菌

サナギタケ *Cordyceps militaris* Link

コナサナギタケ *Paecilomyces farinosus* (Holm ex. S.F.Gray) Brown & Smith

vii) 防除法

① 天敵類を保護し増殖する。

② 若齢幼虫期に有機燐剤の粉剤か液剤を散布する。林野用くん煙剤の使用も有効である。

vii ナナスジナミシャク

Venusia phasma (Butler)

(シャクガ科)

i) 地理的分布

北海道、本州、四国、九州

ii) 加害樹木

(ブナ科) ブナ (加害部は葉、穀斗 (球果)、堅果 (種子))

iii) 加害様相

幼虫はブナの開葉とともに新葉を綴り、その中で生活して食害する。また、雌花や未熟な穀斗も食害する。

iv) 形態

成虫：開張 17～20mm、体、翅は全体に灰色で、前翅の前縁に沿って9個の黒斑が並び、この紋を基点にして淡い横線が点状に走る。前、後翅の後縁部には少し長い毛がある。

幼虫：成熟幼虫の体長は約 12mm に達する。体はずんぐりしたシャクトリムシ型。色彩は淡黄色で、亜背線に淡褐色紋が縦走する。

v) 生態

発生は1年に1世代。成虫は9～10月に羽化する。成虫は日中は日当たりのよい樹幹上で静止しており、卵は冬芽かその付近に産む。卵で越冬し、翌春、ブナの葉の展開時に孵化した幼虫は葉を綴って食害する。また、開花直後の雌花や未熟な穀斗も食害する。5月中～下旬には成熟幼虫になって地表に降り、落葉中で蛹化する (五十嵐ら 1993, 五十嵐 1994)。

(2) 鞘翅目

i ウエツキブナハムシ

Chujoa uetsukii (Chujo)

(ハムシ科)

i) 地理的分布

本州、四国、九州

ii) 加害樹木

(ブナ科) ブナ (加害部は葉)

iii) 加害様相

食害は葉面で、はじめ不規則な帯状の食痕を作るが、その後は葉縁部を少し残して食害は葉の全体におよぶようになる。ときどき大発生することがある。

iv) 形 態

成虫：体長は雄 5.0～7.5mm、雌 5.5～8.25mm、体は全体に濃黄褐色で、黄色の微毛がある。

卵：楕円形で、長径は約 1 mm、短径は約 0.7mm。はじめ黄色であるが、後には灰黄色になる。

幼虫：老熟幼虫の体長は約 10mm に達する。頭部は褐色、体は少し扁平で、背面は黒色、腹面は黄褐色。

v) 生 態

発生は1年1世代。成虫は6～7月に羽化し、ブナの葉へ飛来して葉表面を食害する。夜間は葉裏で休む。はじめは不規則な帯状の食痕を残すが、次第に食害は葉の全面におよぶ。産卵は7月に行なわれ、主に葉の表面に 300～600 粒の卵塊として産む。卵の期間は約 10 日間。幼虫は葉面を食害して成長し、3 齢期を経て8月中～下旬ころから成熟して地表面に降り、落葉層の下や土中に浅く潜って越冬し、翌年の5～6月に蛹化する。蛹の期間は約1か月間である（中條, 1954, 1956；植月, 1955, 1956）。

vi) 天 敵

捕食性天敵として次の種類がある（中條, 1954）。

① 卵の捕食虫

ニセハムシダマシ *Lagria nigricollis* Hope

② 成虫期の捕食虫

アリガタハネカクシ *Megapaederus poweri* (Sharp)

vii) 防除法

成虫、幼虫の発生期に有機燐剤の粉剤か液剤を散布する。

ii ハンノキハムシ

Agelastica coerulea Baly 「カンバ類の害虫の項 参照」

2) 穿孔性害虫

ブナ、イヌブナなどを加害する穿孔性害虫としては鞘翅目のカミキリムシ類、ゾウムシ類、キクイムシ類、鱗翅目のボクトウガ類などがある。

カミキリムシ類の加害種として井上（1948）は9種類を、小島ら（1986）は67種類をあげている。これらの中には生立木を加害する種類から衰弱木や伐採木に寄生する種類まで含まれる。クワカミキリはブナの生立木を加害し、緑化木として植栽されたブナでの被害は多いが、森林での被害はほとんどない。衰弱木や伐採木に寄生する種類の多くは、森林生態系のなかでの分解者で、森林害虫として特に、問題になる種類はない。

ゾウムシ類の加害種として井上（1948）は3種類を、渡辺（1940）は2種類をあげている。いずれの種も衰弱木や伐倒丸太を加害するものであるが、森林害虫としての重要種はオオゾウムシである。

キクイムシ類の加害種として渡辺（1940）は7種類を、井上（1948）は13種類をあげている。これらの種の多くはアンブロシアキクイムシ類のナガキクイムシ科とキクイムシ科に属し、衰弱木や新しい伐倒丸太を加害するもので、森林害虫として重要な種類が含まれている。

ボクトウガ類の加害種として渡辺（1948）は3種類をあげている。これらによる被害は森林よりも緑化木で被害がみられる。

(1) 鱗翅目

- i ゴマフボクトウ 「ナラ類・カシ類の害虫の項 参照」

(2) 鞘翅目

- ・生立木を加害するカミキリムシ類

- i クワカミキリ

Apriona japonica Thomson

(カミキリムシ科)

- i) 地理的分布

本州、四国、九州

- ii) 加害樹木

(クワ科) クワ、イチジク；(ヤナギ科) ヤナギ類、ポプラ類；(ブナ科) ブナ；(ニレ科) ケヤキ、アキニレ；(トチノキ科) トチノキ；(クルミ科) クルミ など各種の広

葉樹を食害し、多食性。（加害部は幹、枝）

iii) 加害様相

古くからクワ、イチジク、ビワなどの果樹害虫としてよく知られている。一般に健全木な樹木にも寄生加害する。毎年繰り返して加害するため、被害部は空洞になり、樹勢が衰えて枯死することがある。

iv) 形 態

成虫：体長 36～45mm、体は黒色、体の表面には灰黄褐色の微毛があるため黄褐色にみえる。触角の長さは雌では体長とほぼ同等か少し長い、雄では体長の 1.3 倍ほどある。

卵：長楕円形で乳白色、長さ約 6 mm。

幼虫：成熟幼虫の体長は 60～77mm に達する。頭部は褐色で前縁部は黒色、体は扁平で乳白色。前胸背板の後縁から前方にかけて顆粒状突起が放射状に分布する。

v) 生 態

発生は 2～3 年に 1 世代。成虫は 6～7 月に羽化脱出する。成虫は寄生木の 1～2 年枝の樹皮を後食する。このため枝先が枯死したり、折損することがある。7～8 月になると成虫は交尾をして、樹幹の皮部に馬てい形の傷を付け、木部に 1 卵ずつ産み付ける。1 雌の産卵数は平均 60 粒で、1 日に平均 2.2 粒ずつ産む。卵の期間は 9～14 日間で、平均 10 日間を要する。孵化幼虫は下方にむけて孔道を作って食害する。樹皮のところどころに小孔を開け虫糞を常時排出する。この虫糞は若齢期では細かく、樹液が混ざってどろどろした状態であるが、成長した幼虫では円筒形に連なった虫糞となり、大量に排出される。産卵後 3 年目の幼虫は 5～6 月に孔道の末端部に木屑をつめて、この中で蛹化する。蛹の期間は約 14 日間である（村上, 1960）。

vi) 天 敵

天敵として幼虫寄生性のハネグロアカコマユバチ (*Iphiaulax impostor* Scoplv) がある（安松ら, 1965）。

vii) 防除法

- ① 成虫の後食防止を狙って樹冠部に有機燐剤の液剤を散布する。
- ② 産卵防止に樹幹部へ有機燐剤液剤のを散布する。
- ③ 新しい虫糞が排出されている虫孔に有機燐剤の液剤か、ペルメトリンエアゾール剤を注入する（田中ら, 1995）。

- ・ 衰弱木、伐倒丸太を加害するカミキリムシ類

衰弱木や伐採木に寄生する主な種類として次のようなものがある（井上, 1948）。

ウスイロトラカミキリ（*Xylotrechus cuneipennis* (Kraatz)）

ヒゲナガゴマフカミキリ（*Palimna lirurata* (Bates)）

ルリボシカミキリ（*Rosalia batesi* Harold）

マダラゴマフカミキリ（*Mesosa* (*Perimesosa*) *poecila* Bates）

- ・ 生丸太のキクイムシ類（アンブロシアキクイムシ）

i ヤチダモノナガキクイムシ

Crossotarsus niponicus Blandford

（ナガキクイムシ科）

i) 地理的分布

北海道、本州、四国、九州

ii) 加害樹木

（ブナ科）ブナ、シラカシ；（カバノキ科）ハンノキ類；（シナノキ科）シナノキ；（モクセイ科）ヤチダモ；（クルミ科）サワグルミ；（カエデ科）イタヤカエデ、ヤマモミジ；（トチノキ科）トチノキ；（モクレン科）ホオノキ など各種の広葉樹を食害し、多食性。（加害部は材部）

iii) 加害様式

衰弱木や伐倒直後の新しい大径木に穿入する。穿入孔から細かい木屑を排出し、穿入孔の周辺にうず高く積もる。孔道内は黒変するため、材質を著しく劣化させる。

iv) 形 態

成虫：体長は雄で約 5.9mm、雌では約 6.3mm。体は円筒形、体色は光沢のある赤褐色で、上翅の末端部は黒褐色で、その外縁が後方に突出する。

幼虫：成熟幼虫は体長約 7 mm に達する。体は乳白色。

v) 生 態

発生は1年に1世代。成虫は5～10月に羽化して脱出する。その最盛期は7～8月である。伐採された新鮮な大径丸太に好んで穿入する。孔道は深さ5～12cmまで堀り、その後は年輪に沿って分岐させる。成虫の行動は一夫一妻性で雌は孔道の内部におり、雄は孔道の入り口にいる。成虫は孔道を掘り進んでいるときは、穿入孔から細かい木屑を排出し、穿入孔の周辺にうず高く積もる。孔道は直径約2mmで壁面にアンブロシア菌

の胞子を植え付ける。産卵は孔道の側壁に1か所に3～4粒ずつ産む。孵化幼虫は壁面に繁殖したアンブロシア菌を食べて成長する。幼虫は孔道から上下に短い孔を作り、この中で蛹化する（井上, 1942, 1948；岩瀬, 1937；村山, 1929, 1937）。

vi) 防除法

- ① 樹木は衰弱させないように育てる。
- ② 伐採木は早期に林外に搬出して、可能なかぎり速やかに製材をする。
- ③ 伐採は成虫の発生期に実施しないこと。伐採は一般的に成虫の活動しない11月から2月までの時期にするように調整をするのがよい。
- ④ 水中貯木は被害防止に有効である。
- ⑤ 伐採木への穿入防止には有機燐剤（MPE乳剤の1%液）の散布が有効である。

ii ヨシブエナガキクイムシ

Platypus calamus Blandford

（ナガキクイムシ科）

i) 地理的分布

北海道、本州、九州

ii) 加害樹木

（ブナ科）ブナ、アラカシ、イチイガシ、シラカシ、ウラジログシ、シイ類など各種の広葉樹の他、針葉樹のモミにも寄生する。（加害部は材部）

iii) 加害様相

伐倒された丸太材の深部へ穿入し、縦横に孔道を堀り、孔道から腐朽菌が侵入して材質を著しく劣化させる。

iv) 形態

成虫：体長は雄で約3.5mm、雌では約3.9mm、体は細長く円筒形、全体に光沢のある黄褐色ないし赤褐色で、上翅の後方は暗褐色である。雄は前胸背の中央線の両側に狭い点刻群がある。上翅の傾斜部は斜めに裁断され、その縁は高く隆起して反曲し、下部の後縁は陥没している。雌は前胸背の点刻群は幅広く心臓形、上翅の斜面部は小さく雄のような特徴はみられない。

卵：楕円形で乳白色、長径約0.6mm。

幼虫：成熟幼虫の体長は約4.5mmに達する。体は乳白色。

v) 生 態

発生は1年に1世代。成虫は6～7月に被害材から脱出し、丸太の樹皮を通過して材の中心部へ10～20cm穿孔して、約1mmの孔道を縦横に作る。成虫はアンブロシア菌の胞子を壁面に植え付けた後に産卵する。孵化幼虫は菌を食べて成長し、その間に短孔を掘って個室を完成させ、成熟するとその中で蛹化する。一般に発育は不揃いで、通年にわたって成虫、卵、幼虫などの各態のものがみられる（井上, 1948, 1950；村山, 1937）。

vi) 防除法

ヤチダモノナガキクイムシに準ずる。

iii シナノナガキクイムシ

Platypus severini Blandford

（ナガキクイムシ科）

i) 地理的分布

北海道、本州、四国、九州

ii) 加害樹木

（ブナ科）ブナ類、カシ類；（カバノキ科）ハンノキ類；（トチノキ科）トチノキ など各種の広葉樹を食害する。（加害部は材部）

iii) 加害様相

伐倒丸太材の深部まで穿入し、材内に縦横の孔道を作る。このため孔道から腐朽菌が侵入して材質を著しく劣化させる。

iv) 形 態

成虫：体長は雄で約5.3mm、雌では約5.1mm、頭部は少し扁平、体は円筒形で、全体に光沢のある赤褐色ないし暗褐色である。上翅の後方は黒色、前胸背はやや長形で側縁は凹む。雌では中央線の両側に長楕円形の点刻群がある。雄の上翅は末端が狭まり、左右に2個の歯状突起がある。雌にはこの突起はなく、丸まっている。

幼虫：成熟幼虫は体長約6mmに達する。体は乳白色。

v) 生 態

発生は1年に1世代。成虫は5～9月（最盛期は7～8月）に被害材から脱出し、新しい伐倒木へ飛来する。成虫は丸太の樹皮部を通過して、普通、材の中心部へ約6～7cmの孔道を掘るが、曲がったり、分岐したりするものもある。孔道の壁面にアンブロシア菌の胞子を植え付け産卵する。幼虫はこの菌を食べて成長する。幼虫は孔道から縦軸方向の

上下に分岐孔を作り、成熟するとこの末端で蛹化する（井上, 1948, 1950；村山, 1937）。

vi) 防除法

ヤチダモノナガキクイムシに準ずる。

本種に近縁のルイスナガキクイムシ *Platypus lewisi* Blandford（ナガキクイムシ科）は北海道、本州、四国、九州に分布する。ブナ、ナラ類、カシ類、クリなどを加害する。体長は5.5～5.8mm、雄は上翅斜面部の第1列間部に大きな棘を、第3、5、7列間部には小さな棘がある。雌ではこれらの棘を欠き、腹部の第4腹板は後縁に2つの尖った棘がある。個体数はあまり多くない。

iv ハンノキクイムシ

Xylosandrus germanus (Blandford)

（クイムシ科）

i) 地理的分布

北海道、本州、四国、九州

ii) 加害樹木

（ブナ科）ブナ、クリ、シイ類、カシ類；（カバノキ科）ハンノキ類；（マツ科）トドマツ類；（ヒノキ科）ヒノキ、ヒバ など各種の広葉樹と針葉樹に寄生する。（加害部は幹、枝）

iii) 加害様相

雑食性で各種の広葉樹や針葉樹の衰弱木や伐倒木に寄生する。穿入孔から細かい木屑を排出する。特に、ブナの伐採木には好んで寄生する。

iv) 形態

成虫：体長は雌で約 2.2mm、雄では約 1.2mm で雌よりも小形。雌の体は短い円筒形で、光沢のある黒色。前胸背面には微細な瓦状片が同心円状に並び、その他には微細な点刻がある。上翅には細かい点刻が点列状に並び、その列間部は広く、1列の点刻と剛毛が生えている。翅端の斜面部の外側は竜骨状に縁取られている。雄の体は長楕円形で、光沢のある黄褐色である。

卵：楕円形、白色。長径約 0.7mm、短径約 0.4mm。

幼虫：成熟幼虫は体長約 4 mm に達する。頭部は黄褐色、体は乳白色。

v) 生 態

発生は1年に2世代。被害材内で成虫越冬し、翌年5～6月に脱出する。成虫の性比はほぼ8：1で雌の割合が圧倒的に多い。普通は有性生殖をするが、ときには単為生殖をすることもある。成虫は衰弱木や新しい伐倒木に穿入し、長さ2～4cmの直孔か分岐孔を作る。雌成虫は孢子貯蔵器官からアンブロシア菌の孢子を出して母孔の壁面に植え付け、その後、卵を20～50粒塊状に産み付ける。孵化幼虫は壁面に繁殖したアンブロシア菌を食べて成長し、成熟幼虫になって蛹になる。8～9月に2世代目の成虫が脱出して、1世代虫と同様の生活を繰り返し、秋には成虫になる（井上, 1948；高木, 1967；野淵, 1964）。

vi) 防除法

ヤチダモノナガキクイムシに準ずる。

v ルイスザイノキクイムシ

Xyleborus lewisi Blandford

（クイムシ科）

i) 地理的分布

北海道、本州、四国、九州

ii) 加害樹木

（ブナ科）ブナ、ウラジロガシ；（カバノキ科）アカシデ；（クスノキ科）クスノキ；
（カエデ科）カエデ類など各種の広葉樹を食害する。（加害部は材部）

iii) 加害様相

衰弱木や伐倒木に穿入加害する。成虫は材内へ穿入孔を堀り、さらに分岐孔を作る。穿入孔からは腐朽菌が侵入して材質を劣化させる。

iv) 形 態

成虫：雌の体長は約4.5mm、体は円筒形で光沢のある赤褐色ないし黒褐色で、黄色の長毛が生える。前胸背はほぼ正方形、前縁は丸味があり、全面に微細な瓦状片が同心円状にある。上翅には点列部があり、その列間部に2列の点刻がある。

雄の体長は約2.0mm、雌より小形で、体は短く楕円形、黄色ないし淡褐色である。表面には黄色の長毛が生えている。上翅の点刻は粗で黄色毛を生じ、列間部は点刻されていない。

幼虫：成熟幼虫の体長は約5mmに達する。体は乳白色ないし淡黄色。

v) 生 態

発生は1年に1世代。成虫で越冬する。成虫は6～7月に衰弱木や伐倒丸太に穿入して加害する。成虫は寄生木の樹皮部から材の中心部に向けて約1～5 cm ほどの直孔を堀り、分岐孔を作る場合と作らない場合がある。この直孔は直径約2 mm ほどある。1雌は約15粒の卵を産む。孵化幼虫は親虫が壁面に培養したアンブロシア菌を食べて成長する。北海道では8月以降の伐採丸太は、その年にはほとんど加害されない(井上, 1948, 1953)。

vi) 防除法

ヤチダモノナガキクイムシに準ずる。

vi ミカドキクイムシ

Scolytoplatypus mikodo Blandford

(キクイムシ科)

i) 地理的分布

北海道、本州、四国、九州

ii) 加害樹木

(ブナ科) ブナ、ミズナラ、シラカシ; (ニレ科) ニレ類、ケヤキ; (カエデ科) イタヤカエデ; (クスノキ科) クスノキ など各種の広葉樹のほか針葉樹にも寄生する。(加害部は材部)

iii) 加害様相

衰弱木や伐倒木に寄生する。主に中径木や枝条部に穿入し、樹皮部から材の中心部へ向けて2～3 cm の直孔を堀った後、年輪に沿うか斜めに分岐孔を作る。孔道からは腐朽菌が侵入して材質を劣化させる。

iv) 形 態

成虫: 体長は 2.7～4.0mm、体は円筒形で、光沢のある黒褐色ないし黒色。雌の前胸背はほぼ方形で、上面には点刻があり、中央に縦隆起線がある。雄の前胸腹板は前脚の基節間に矢筈型の突起がある。上翅の点刻は深く、列間部は少し隆起し、雄の斜面部には4個の突起があるが、雌にはない。

幼虫: 成熟幼虫の体長は約6 mm に達する。体は乳白色。

v) 生 態

発生は1年に1世代。成虫は6月に被害木から脱出する。成虫は繁殖木の樹皮部から材の中心部に向けて2～3 cm の直孔を堀り、その後、年輪に沿うか斜めに分岐孔を作る。

この孔壁にアンブロシア菌胞子を植え付け、分岐孔に産卵する。孵化幼虫はアンブロシア菌を食べて成長するが、分岐孔の上下から直角に材の長軸方向に向けて太い短孔を堀り、梯子型の孔道を作る。成熟幼虫はこの中で蛹化し、8月ころ新成虫が羽化脱出する。新成虫は8～10月にかけて新しい繁殖木で第2回目の繁殖を行なう（岩瀬, 1937; 井上, 1948, 1953）。

vi) 防除法

ヤチダモノナガキクイムシに準ずる。

ブナの大径木にはショウゲンキクイムシ (*Scolytoplatypus shogun* Blandford) が多く穿入する（小林ら, 1994）。

vii トドマツオオキクイムシ

Xyleborus validus Eichhoff

（キクイムシ科）

i) 地理的分布

北海道、本州、四国、九州

ii) 加害樹木

（マツ科）トドマツ、モミ、アカマツ；（ヒノキ科）ヒバ；（ブナ科）ブナ類、カシ類；（バラ科）サクラ類 など各種針葉樹と広葉樹を加害する。（加害部は幹部）

iii) 加害様相

各種の広葉樹、針葉樹を加害する。衰弱木や新しい伐採丸太に好んで寄生し、虫孔を作る。本種は孔道の径が大きく、腐朽菌が侵入するため、材質を著しく劣化させる。

iv) 形態

成虫：体は円筒形、体長は 3.6～4.0mm、体は光沢のある黒色で、剛毛を疎生する。前胸背はほぼ正方形で、中央部は隆起する。上翅の点列部には浅い点刻があり、間室には顆粒列と剛毛列がある。末端の斜面部は強く傾斜し、点列部は溝状である。

幼虫：成熟幼虫は体長約 4 mm に達する。頭部は褐色で、体は乳白色。

v) 生態

発生は1年に1世代ないし2世代。成虫で越冬し、翌年5月ごろから脱出する。成虫は衰弱木や伐倒直後の丸太に飛来して穿入する。成虫は樹皮部から材の中心部に向けて直径約 1.8mm の直孔を深さ 5～20mm まで堀り、その後は年輪に沿って分岐孔を2～4本作

る。穿入孔からは白色の細かい木屑が排出される。孔道内の孔壁にアンブロシア菌を植付け、卵を分岐孔道内に産む。幼虫はアンブロシア菌を食べて成長し、成熟して蛹になる。新成虫は7～8月に脱出する（井上, 1948, 1949；村山, 1950）。

vi) 防除法

ヤチダモノナガキクイムシに準ずる。

この他に下記の種類が寄生し、加害する。

- (i) サクキクイムシ *Xylosandrus crassiusculus* (Motshulsky) (キクイムシ科) は北海道、本州、四国、九州に分布する。モミ、アカマツ、ヒノキ、シラカシ、ブナ、ナラ類、クリなどの衰弱木や伐倒丸太に寄生する。体長は 2.4～2.7mm、上翅の斜面部には小顆粒が密に分布するため光沢がない。
- (ii) カシワノキクイムシ *Trypodendron signatum* (Fabricius) (キクイムシ科) は北海道、本州、四国、九州に分布する。ナラ類、ブナ、カシワ、ニレ類などの衰弱木や伐倒丸太に寄生する。体長は 3.5～4.0mm、触角の球桿は先端の内方で少し角張って不相称である。

viii オオゾウムシ

Sipalinus gigas (Fabricius)

(ゾウムシ科)

i) 地理的分布

北海道、本州、四国、九州

ii) 加害樹木

(マツ科) アカマツ、トドマツ；(ヒノキ科) スギ、ヒノキ；(ブナ科) ナラ類、ブナ、クリ など各種の樹木を加害する。(加害部は材部)

iii) 加害様相

衰弱木、枯死木、伐倒丸太などに穿入する。幼虫は材部に穿孔して孔道を堀り、直径約 10mm の大きな孔を辺材部にあけ、孔道の入り口から木屑を多量に排出する。

特に、土場や貯木場のはい積丸太で被害が大きい。乾燥材や剥皮材などには穿孔しない。

iv) 形態

成虫：体長は 15～25mm、ゾウムシ科中の大型種で、体は全体に灰褐色から灰黒色をしている。前胸背には小さいいぼ状の突起が多数あり、上翅には9条の点刻列があり、

白色と黒色の斑紋を散生する。

幼虫：成熟幼虫は体長約 27mm に達する。頭部は黄褐色、体は乳白色、著しく肥満体で環節は明瞭で横皺がある。腹部末端部の背面に 6 本の肉質棘条の突起がある。

v) 生態

成虫の寿命が長いこと、発生が不揃いで、成虫態で越冬するものと幼虫態で越冬するものがある。成虫態で越冬したものは翌年になって産卵する。産卵の最盛期は梅雨期で、衰弱木、伐倒木、丸太、根株などの粗皮下に行なう。孵化幼虫は材の中心部に向けて穿孔し、心材部に近づくとも年輪に沿って孔道を迂回させる。幼虫はこの孔道を出入りしながら次第に孔道を広げていくが、このとき大量の木屑を排出する。幼虫態で越冬し、翌年 5～6 月から材の表面近くに木屑をつめて、この中で蛹化する。まもなく羽化した新成虫は加害木から脱出する。新成虫はそのまま越冬し、翌年になって産卵する（井上, 1949, 1953；日高, 1932；野淵ら, 1978）。

vi) 防除法

- ① 伐採木は早期に林外に搬出して、可能なかぎり速やかに製材する。
- ② 成虫は湿潤な場所に好んで産卵するから、伐採木の貯木場所に注意を払うこと。
- ③ 水中貯木は被害防止に有効である。
- ④ 伐採木への穿入防止には有機燐剤（MEP 乳剤 1 % 液）の散布が有効である。

3) 吸汁性害虫

ブナ、イヌブナなどを加害する吸汁性害虫には半翅目のアブラムシ類、カイガラムシ類、カメムシ類およびダニ目のハダニ類などがある。これらのうち、森林害虫としての重要種はないが、緑化木などの対象害虫となる種類は多い。

(1) 半翅目

i アブラムシ類

アブラムシ類は樹木の若葉、若枝、新梢などの樹液を吸収する害虫で、被害部は伸長が阻害されたり、変形したりする。また、排泄物にすす病が誘発されて同化作用が妨げられる。

ブナに寄生するアブラムシには次のような種類がある（宗林, 1983）。

i) ブナクチナガオアブラムシ

Stomaphis fagi Takahashi

（アブラムシ科）

無翅胎生雌虫は体長約 5.3mm、体の表面は白色粉状のろう物質で被われ、口吻は長い。

ブナの根元の樹皮に寄生し、アリと共生生活をしている。

ii) ブナヒラアブラムシ

Platyaphis fagi Takahashi

(アブラムシ科)

無翅胎生雌虫は体長約 1.4mm、体は淡緑色ないし淡黄色、白色の綿毛状ろう物質で被われる。葉裏に寄生し、葉を丸めるか重ね合わせて吸収加害する。

iii) ブナハアブラムシ

Phyllaphis fagi (Linnaeus)

(アブラムシ科)

無翅胎生雌虫は体長 1.8~2.0mm、体はほぼ円形、扁平で黄緑色、表面は白色綿毛状の分泌物で被われる。葉裏に密着して吸収加害する。

i カイガラムシ類

カイガラムシ類は樹木の枝、葉などに寄生して樹液を吸収する。このため枝や葉の伸長が阻害されたり、枯死したりする。また、排泄物にはすす病が誘発され、同化作用が妨げられる。

ブナに寄生する主なカイガラムシには次のような種類がある(河合, 1980)。

i) オオワラジカイガラムシ

Drosicha corpulenta (Kuwana)

(ワタフキカイガラムシ科)

北海道、本州、四国、九州に分布する。雌は楕円形、体長 8~12mm、日本産カイガラムシの大型種、体は暗褐色であるが、背面は白粉状のろう物質でうすく被われる。腹面は少し赤味を帯びる。

加害樹木は(ブナ科)カシ類、シイ類、マテバシイ、ブナ、クリ; (ニレ科)ケヤキなど各種の広葉樹に寄生する。加害部は枝や幹である。

発生は1年に1世代。雌成虫は5~6月に成熟し、樹皮の割れ目などに綿塊状の卵のうを形成して産卵する。卵で越冬して、12月に孵化した幼虫は群棲して寄生し、樹液を吸収して成長し、5月ころから成虫になる。幼虫、成虫は自由に動きまわることができる(河合, 1980)。森林での被害はほとんどないが、緑化木では被害がみられる。

ii) ハンノキモグリカイガラムシ

Xylcoccocus japonicus Oguma

(ワタフキカイガラムシ科)

北海道（平地）、本州（亜高山帯）、四国（亜高山帯）に分布する。雌は長楕円形で、洋梨型に似る。体長4～6 mm、体は軟らかくて桃紅色、尾端から短い白色綿状の分泌物と1本の太くて長い糸状物（ロウ管）を分泌する。

加害樹木は（ブナ科）ブナ、クリ；（カバノキ科）ダケカンバ、ミヤマハンノキ、シラカンバ；（クルミ科）サワグルミなど各種の広葉樹。加害部は幹、枝の皮下で、被害部は樹皮荒れを起こす。

発生は本州および四国では2年に1世代、北海道では3年に1世代。本州および四国では4～5月に幼虫が孵化し、幹、枝の樹皮下に潜入して潜入窩を作る。潜入窩は虫えい状に隆起し、これより糸状のロウ管を出し甘露を排出する。成長した雌は無脚成虫となり、雄では有翅の成虫となって交尾、産卵する。卵は潜入窩内で越冬する（河合, 1980）。

iii) ナシシロナガカイガラムシ

Lopholeucaspis japonica (Cockerell)

(マルカイガラムシ科)

北海道、本州、四国、九州に分布する。雌の介殻は細長く約3 mm、背面は隆起する。介殻の背面は白い分泌物で被われる。雄の介殻は小形である。

加害樹木は（カバノキ科）ハンノキ類、シラカンバ；（ブナ科）ブナ；（ニレ科）ケヤキ；（バラ科）サクラ類などの枝や幹部に寄生し、樹液を吸収して加害する。

発生は1年1世代。幼虫で越冬する。4月に成虫になり、5月に成熟して産卵する。5～6月にかけて幼虫が出現する（河合, 1980）。

iv) ミカンマルカイガラムシ

Pseudaonidia duplex (Cockerell)

(マルカイガラムシ科)

本州、四国、九州に分布する。雌の介殻はほぼ円形で殻点はいくつか片側に偏り、背面は隆起する。直径約3 mm、茶褐色ないし暗灰褐色である。

加害樹木は（ブナ科）カシ類、シイ類、マテバシイ、ブナ；（クスノキ科）タブ、シロダモなどの主に枝や幹に寄生するが、特に、雄は葉面によく寄生する。介殻の剥がれた跡は白斑として残るのが大きな特徴である（河合, 1980）。森林での被害はほとんどないが、緑化木では被害が大きい。

発生は1年に2世代。成虫で越冬する。1世代目は5～6月に2世代目は8～10月にみられる(河合, 1980)。

v) カツラマルカイガラムシ

Comstockaspis macroporana (Takagi) (マルカイガラムシ科)

北海道、本州、四国、九州に分布する。雌の介殻は円形で中央に殻点があり、暗黄褐色ないし暗灰褐色である。雄の介殻は楕円形で小形。

加害樹木は(ブナ科)ブナ、クリ、クヌギ; (カバノキ科)ハンノキ類、シラカンバ; (カツラ科)カツラなどの枝や幹に寄生し、吸収加害する。森林での被害はほとんどないが、クリ園で被害がある(河合, 1980, 平山ら, 1975)。

発生は1年に2世代。幼虫で越冬する。1世代目は6～7月、2世代目は8月に出現する。

4) 虫えい形成害虫

ブナの葉に虫えいを形成する害虫にはタマバエ類、タマバチ類、フシダニ類、アブラムシ類などがある。タマバエ類以外による被害はほとんど問題になっていない。タマバエ類は種類が多く、さまざまな虫えいを形成する(門前, 1938; 湯川ら, 1996)。これらの虫えい形成者はブナで25種類、イヌブナで5種類が知られている(滝沢, 1983)。ブナ林で大発生した種類としてはブナハカイガラフシがある(野平ら, 1991)。森林害虫として特に、重要な種類はないが、緑化木の害虫として問題になるものが多い。

(1) 双翅目

i) ブナハカイガラフシ (ブナカイガラタマバエ=カイガラフシタマバエ)

Oligotrophus faggalli Monzen

(タマバエ科)

北海道、本州、四国、九州のブナ帯に分布し、ブナ葉の表面に二枚貝状の小形の虫えいを形成する。葉表に形成される場合は葉脈に沿って直立し、葉裏に形成される場合は葉面に平行して付着する。発生は1年に1世代。成虫は九州では4月に東北では4月下旬から5月上旬に羽化する。成虫は交尾後、葉面に産卵する。孵化幼虫は葉に虫えいを作る。秋になると虫えいは落葉とともに地表に落ち、幼虫は虫えい内で越冬する(滝沢, 1983; 津田, 1982; 湯川, 1991)。

5) 球果・種子害虫

ブナ、イヌブナなどを加害する球果・種子害虫としては、鱗翅目の蛾類があり、森林害虫の重要種としてはブナヒメシンクイムシがあげられる。

(1) 鱗翅目

i ブナヒメシンクイムシ

Pseudopammene fagivora Komai

(ハマキガ科)

i) 地理的分布

北海道、本州

ii) 加害樹木

(ブナ科) ブナ (加害部は殻斗 (球果)、堅果 (種子))

iii) 被害様相

本種はブナの殻斗 (球果)、堅果 (種子) に食い入って早期に落果させる。このため、種子の実入が悪く天然更新上、大きな障害となっている。

iv) 形態

成虫：開張 9～13mm、体、翅は灰褐色で、前翅には褐色の鱗粉をちりばめ、前縁部には黄白色の楔形紋がある。雄の第8腹節背板には1対の長い毛束がある。

幼虫：成熟幼虫は体長 8～9 mm に達する。頭部は光沢のある淡褐色、胴部は灰色がかった黄白色であるが成熟すると黄色を帯び、暗色の小点を生ずる。

v) 生態

発生は1年に1世代。成虫の羽化は暖地で4～5月に、寒冷地では5～6月である。日中は活発に飛翔する。卵は果実の殻斗の鱗片に産み付ける。孵化幼虫は殻斗に穿入してその内部と堅果を食害する。幼虫は内部を食いつくすと小孔を開けて他の種子へ移り、食害を続けて成長する。幼虫は暖地では6月に、寒冷地で7月ごろ成熟して殻斗から脱出するか、または、殻斗内に入ったまま地表に落下し、落葉層に浅く潜って繭を作り、その中で蛹化して越冬する (五十嵐, 1992; 五十嵐ら, 1990 a, 1990 b)。

ii ナナスジナミシャク 「食葉性害虫、鱗翅目の項 参照」

参考文献

- 中條道夫（1954）：ウエツキブナハムシと其の一天敵，森林防疫ニュース 29, 327～28
- 中條道夫（1956）：食葉はむし類，292pp., 林野庁
- 古田公人（1976）：マイマイガとトドマツオオアブラムシの低密度の動態に関する研究，林試研報 279, 1～85
- 林 匡夫・森本 桂・木元新作（1984）：原色日本甲虫図鑑（Ⅳ），pp.438, 保育社
- 日高義實（1932）：官内に於ける造林試験及び調査概要，141～160
- 平山好見・野上隆史（1975）：クリを加害するカツラマルカイガラムシの生態と防除，植物防疫 29, 2～6
- 五十嵐正俊（1982）：ブナアオシャチホコの生態，日林東北支誌 34, 122～124
- 五十嵐 豊・鎌田直人（1990a）：ブナ種子害虫に関する研究（Ⅰ）青森県八甲田山におけるブナ種子の被害，101回日林論 521～522
- 五十嵐 豊・鎌田直人（1990 b）：ブナ種子害虫に関する研究（Ⅱ）ブナヒメシンクイに関する2、3の知見，日林東北支誌 42, 156～158
- 五十嵐 豊（1992）：ブナ種子の害虫ブナヒメシンクイの生態と加害，森林防疫 41, 65～70
- 五十嵐 豊・鎌田直人（1993）：ブナ種子害虫に関する研究，ナナスジナミシヤク他数種類の加害，104回日林論 679～680
- 五十嵐 豊・鎌田直人（1993）：ブナ種子害虫に関する研究－ナナスジナミシヤク他数種類の加害－，104回日林論 679～680
- 五十嵐 豊（1994）：ブナ種子の害虫ナナスジナミシヤクの生態と加害，森林防疫 43, 172～176
- 井上元則（1942）：実用森林生物被害防除提要，262pp., 北海道林試
- 井上元則（1948）：ブナ材の取扱に就て（ブナ材穿孔虫），北海道林試集報 65, 1～85
- 井上元則（1949）：松食虫防除精説，138pp., 朝倉書店
- 井上元則（1953）：林業害虫防除論 中巻 293pp., 地球出版
- 井上 寛・杉 繁郎・黒子 浩・森内 茂・川辺 湛・大和田守（1982）：日本産蛾類大図鑑 I, II, 966,522pp., 講談社
- 岩瀬範雄（1937）：ブナ丸太穿孔虫の食孔防止に関する研究，林試集報 42, 23～50
- 鎌田直人（1988）：ブナアオシャチホコ幼虫の密度推定に関する研究（Ⅰ）－終齢幼虫の排糞経過－，日林東北支誌 40, 195～198
- 鎌田直人・五十嵐正俊（1988）：ブナアオシャチホコ幼虫の密度推定に関する研究（Ⅲ）－1 齢幼虫の食痕枚数と幼虫の平均個体数との関係－，日林東北支誌 40, 203～204

- 鎌田直人・五十嵐正俊（1989a）：ブナアオシャチホコの生態（Ⅱ）－成虫の羽化・交尾・産卵について－，日林東北支誌 41, 188～190
- 鎌田直人・五十嵐正俊・五十嵐 豊（1989b）：ブナアオシャチホコ幼虫の密度推定に関する研究（Ⅱ）－齢期間虫の総排糞数を使った Southwood-Jepson 法の応用理論と野外での落下糞数による1齢幼虫の密度推定－，日林東北支誌 40, 199～202
- 鎌田直人・五十嵐正俊・五十嵐 豊（1989c）：ブナアオシャチホコ幼虫の密度推定に関する研究（Ⅳ）－終齢幼虫の密度と信頼限界およびトラップ設置数に関する考察－，日林東北支誌 41, 191～193
- 鎌田直人・五十嵐 豊（1990）：ブナアオシャチホコの発生消長とクロカタビロオサムシの時空分布，日本生態学会東北地区会報 50, 3～5
- Kamata, N., and Igarasi, Y.,(1996) : Seasonal and annual change of a folivorous insect guild in the Siebold's beech forests associated with outbreaks of the beech caterpillar, *Quadricalcarifera punctatella* (Motschulsky) (Lep., Notodontidae). J. Appl. Ent. 120, 213-220.
- 加藤陸奥雄・岡崎勝太郎（1941）：昭和 16 年山形県下に見たブランコケムシ *Liparis dispar japonica* Motschulsky に就いて，応用昆虫 3（3）, 103
- 加藤亮助（1954）：マイマイガの食餌植物，森林防疫ニュース 27, 293～295
- 小島圭三・中村慎吾（1986）：日本産カミキリムシ食樹総目録，336pp., 比婆科学教育振興会
- 小林富士雄・竹谷昭彦（1994）：森林害虫学，204～214, 養賢堂
- 河野広道・松原勇三（1940）：マイマイガの産卵習性に関する一観察，応用動物学雑誌 12（2）, 69
- 小山良之助（1954）：マイマイガの二大流行病，森林防疫ニュース 27, 10～12
- 河合省三（1980）：日本原色カイガラムシ図鑑，455pp., 全国農村教育協会
- 松下眞幸（1943）：森林害虫学，310pp., 富山堂
- 松浦寛子（1959）：オオミズアオの観察，日本昆虫記 2, 147～170, 講談社
- 門前弘太（1938）：森林害虫としての虫えい，山林 664, 22～28
- 村上美佐男（1960）：クワカミキリの食害生態と防除について，蚕糸試集報 77, 25～39
- 村山釵造（1929）：日本領土内に参するナガキクイムシの種類および食害に就いて，林学会雑誌, 11, 669～682
- 村山釵造（1937）：本邦産ナガキクイムシに就いて，日林誌 19, 577～585
- 村山釵造（1950）：所謂松類の穿孔虫，林業技術 103, 11～16
- 野淵 輝・遠田暢男・越智鬼志夫・五十嵐 豊（1978）：ヤナセスギ丸太を食害する害虫の

- 防除法, 昭和 52 年度国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書 157～158
- 野淵 輝 (1964) : ハンノキクイムシについて, 森林防疫ニュース 13, 147～150
- 野平照雄・大橋章博 (1991) : 岐阜県に大発生したカイガラタマバエについて, (I, II), 102 回日林論 269～270, 271～272
- 宗林正人 (1983) : 日本のアブラムシ 118pp., ニューサイエンス社
- 杉 繁郎・山本光人・中臣謙太郎・佐藤力夫・中島秀雄・大和田守 (1987) : 日本産蛾類生態図鑑 453pp., 講談社
- 高木一夫 (1968) : アンブロシアクイムシと共生菌, 植物防疫 22, 235～239
- 滝沢幸雄 (1983) : 東北地方のブナおよびイヌブナに寄生するタマバエの虫えい, 日林東北支誌 35, 126～129
- 滝沢幸雄 (1993) : 東北地方におけるブナカイガラタマバエの生活史, 45 回日林関東支論 125～126
- 田中 寛・小林彰一・田中正造 (1995) : イチジクにおけるクワカミキリの防除, 大阪農業技術センター研究報告 31, 23～25
- 寺本憲之 (1996) : 天蚕 (ヤマモユ) 飼料樹、ブナ科植物を寄主とする鱗翅目昆虫相に関する研究, 216pp., 滋賀県農業試験場
- 富樫一次 (1984) : ブナを食害する蛾類, 蛾類通信 129, 59～62
- 津田 清 (1982) : 九州地方のブナとイヌブナに形成されるタマバエのゴール, Satsuma 31, 117～128
- 植月景雄 (1955) : ウエツキブナハムシの形態経過習性に関する調査, 森林防疫ニュース 4, 240～243
- 植月景雄 (1956) : ウエツキブナハムシの被害について, 森林防疫ニュース 5, 73～74
- 渡辺福寿 (1939) : 日本樹木害虫総目録, 487PP., 丸善
- 山家敏雄・五十嵐正俊 (1983) : ブナ林に大発生したブナアオシャチホコとサナギタケについて, 森林防疫 32, 115～119
- 安松京三・渡辺千尚 (1964) : 日本産害虫の天敵目録 第1編 天敵・害虫目録, 166.九州大学農学部昆虫学教室
- 湯川淳一 (1991) : ブナとイヌブナに虫えいを作るタマバエ類, 森林防疫 40, 198～205
- 湯川淳一・榎田 長 (1996) : 日本原色虫えい図鑑, 826pp., 全国農村教育協会
- Zwölfer, N., (1972) : Report on a survey of two forest insects in Japan. Commonwealth Institute of Biological Control, European Station, Delemont, 21pp.,

2-3 各 論

本項では、有用広葉樹の重要害虫を取り上げる。即ち、1917 年～1994 年にわたってブナ林地帯に大発生したブナアオシャチホコ（鱗翅目、シャチホコガ科）、1935 年～1955 年コナラ・ミズナラ類、シイ・カシ類に大発生したカシノナガキクイムシ（鞘翅目、ナガキクイムシ科）、1947 年～1996 年にわたって広葉樹に被害を与えたカミキリムシ（鞘翅目、カミキリムシ科）の生態と被害実態及び被害軽減対策等についてその概要を記すとともに、最後に被害発生要因等の分析と被害防止の観点からみた施業管理のあり方について検討する。

2-3-1 ブナアオシャチホコ

1) ブナアオシャチホコの大発生

ブナアオシャチホコ（*Syntypistis punctatella* (Motschulsky)）は、東北地方から北海道南部のブナ林においてしばしば大発生し、大面積にわたりブナの葉を食いつくす（五十嵐 1975, 1982, 山家・五十嵐 1983）。食害面積は数千 ha から、時には1 万 ha を越えることもある。その発生規模はわが国の森林食葉性昆虫の中でも最大級のものであり、天然林で大発生がみられる数少ない種のひとつである。

ブナアオシャチホコは、古くは「ベナシャチホコ」、「プライヤシャチホコ」、「ブナシャチホコ」などの名前で大発生の記録がある（林業試験係 1919）。

本種の大発生の最初の記録は、1917 年に栃木県日光および神奈川県下に発生したものである。つづいて 1918～19 年には、北海道南部の御料林江差出張所の管内、および青森県の岩木山、八甲田山に発生した（林業試験係 1919）。その後 1929 年に北海道南部の渡島半島で記録的大発生があったほか、八甲田山、岩木山など北海道南部や東北地方でしばしば大発生を繰り返してきた（表 2-3-1①）（山家・五十嵐 1983）。なかでも、1978～82 年の大発生は、記録に残っている中では最大規模のものであった。1978 年に岩木山で大発生したのを皮切りに、翌 1979 年渡島半島および岩木山、つづく 1980 年には八甲田山のほか岩手県雫石町で、1981 年には岩木山、八甲田山のほか、秋田・岩手両県にまたがる八幡平から福島・山形県境の飯豊山系に達する東北地方の奥羽山系のいたるところ、さらには新潟から長野・岐阜・富山・福井の中部地方の各県でも大発生がみられた。もっとも最近の大発生は、1989～94 年に起こったものである。1989 年と 90 年には八甲田山で大発生が見られた（鎌田・五十嵐 1990, 鎌田ら 1990）。90 年には長野県の志賀高原一帯（飯山営林署, 渡辺隆一私信）や和歌山県の護摩団山（萩原 進私信）で、91 年には新潟県の妙高高原（佐藤ら 1994）や北海道の渡島半島（Garry Pillar 私信）で大発生が見られた。また、2 年ほどおいて、1994 年

表 2-3-1① プナアオシャチホコの大発生記録

食害面積			食害面積		
年	県名	(ha)	年	県名	(ha)
1917	栃木	300	1981	青森	1,493
	神奈川	1,000		岩手	8,154
1918	北海道	?		秋田	1,420
1918-19	青森	1,287		山形	585
1929	北海道	18,000		福島	1,409
1941	青森	?		群馬	241
1952	青森	8,000		新潟	1,721
1953	青森	1,100		長野	253
1962	宮城	1,500		富山	141
1964	山形	?		福井	9
1970	北海道	25,450	1982	青森	280
1972	青森	10		石川	?
1973	青森	1,018	1989	青森	300
1974	秋田	30	1990	青森	660
1978	青森	343		新潟	280
1979	青森	392		長野	800
	北海道	1,665		和歌山	?
1980	青森	1,945	1991	北海道	?
	岩手	1,000		新潟	400
	岐阜	2,408	1994	青森	20

には岩木山でも大発生が観察された（鎌田・五十嵐 1994 a）。

このように、岩木山や八甲田山では非常に頻繁に大発生する一方で、逆に、これまでに大発生したことのない場所も数多くある。たとえば、世界中でもっとも広くブナの原生林が残っている白神山地では記録がない。その一方で、完全な二次林の安比高原でも大発生の記録は残っていない。また、八甲田山の雛岳で大発生したときの写真をみると、水平に広がる帯状に食害されているのがわかる（写真 2-3-1①）。八甲田山ではブナ林は標高 300m くらいから 1,100m くらいまで分布しているが、このとき、激しく食害されたのは、標高 700~900m くらいの場所である。1980 年から 81 年にかけて起こった大発生の時も、場所は違うが、同じくらいの標高のブナ林で大発生が起こっている。八幡平や岩木山で大発生したときにも、標高は異なるがおよそ 200m の幅の帯状に食害された。このように、ひとつの地域内でみても、大発生する場所としない場所がある。

表 2-3-1①の大発生の記録をまとめ直した図 2-3-1①をみると、直観的に、大発生がランダムではなく比較的等間隔で、また地域間での大発生が同調的に起こっているのに気づく。スペクトル密度関数、ARIMA モデル、マルコフ連鎖モデルを使った統計的に検定によっても、8~11 年の周期性と地域間の同調性が検出されている（Liebhold *et al* 1996）。ただ、

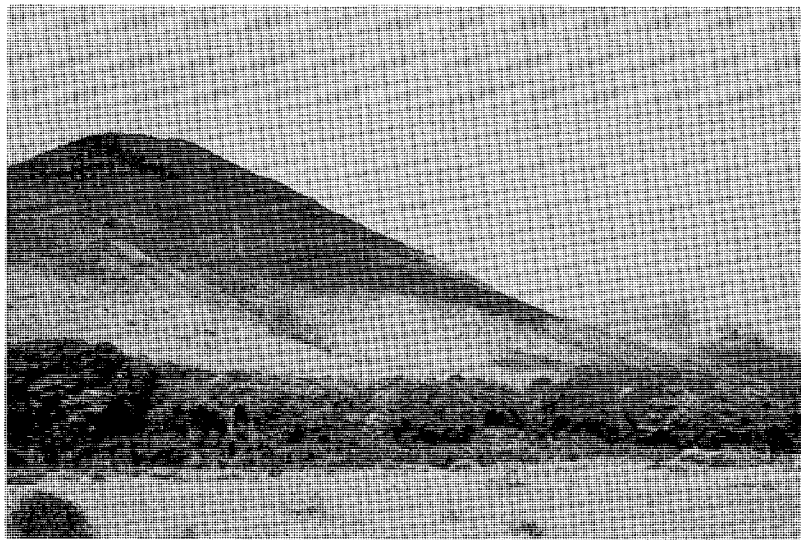


写真 2-3-1① ブナアオシャチホコによる食害 (1990 年 8 月 八甲田山雛岳)
標高差およそ 200mの帯状に食害地が広がる。

個々の地域に限ってみれば、8～11 年の必ずしも毎回大発生が起こっているわけではない。ひとつひとつの大発生に注目すると、1 年で終息する場合もあるが、2～3 年、長い場合だと 4 年も続くこともある。しかし、毎年同じ場所が食害されるのではなく、食害場所は毎年移動する。

以上、ブナアオシャチホコの大発生の特徴は次のようにまとめることができる。

- ① 8～11 年の周期で大発生するが、ひとつの場所で必ずしも毎回大発生が起こるわけではない。
- ② 大発生が起こりやすい場所とそうでない場所がある。
- ③ 発生が 2 年以上続くときには、被害地が移動する。

このような特徴をもつブナアオシャチホコの大発生を引き起こしている個体群動態や、個体群動態に関係する密度変動要因について行われた研究をとりまとめた。

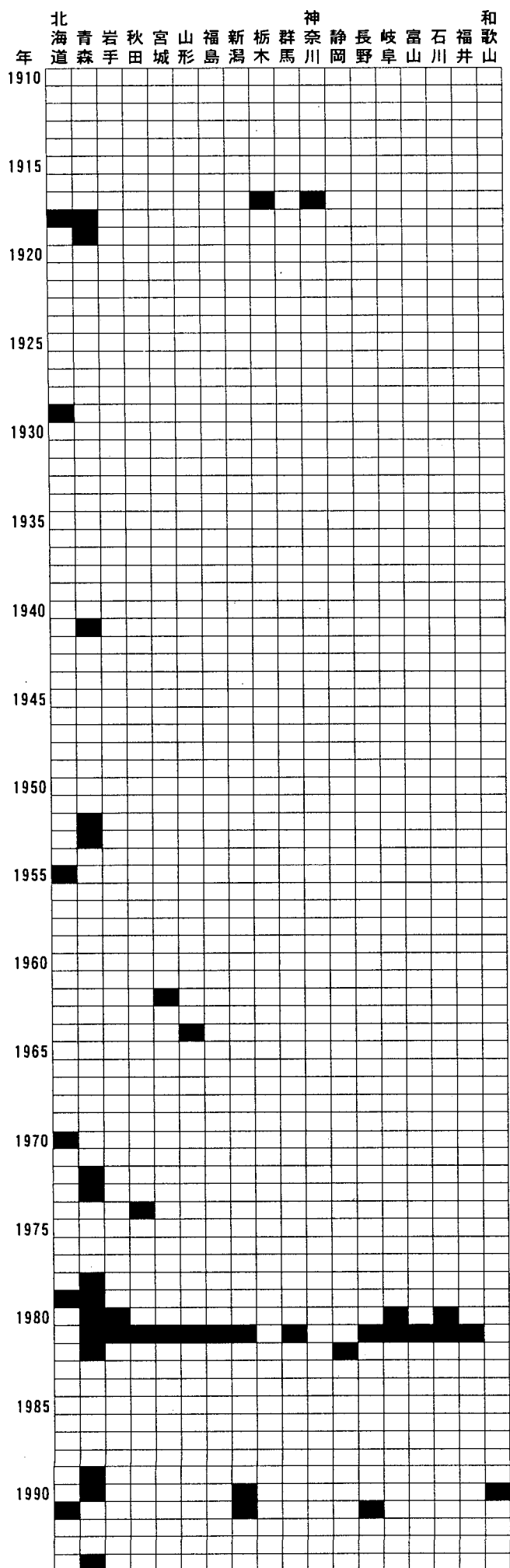


図 2-3-1① ブナアオシャチホコ
の大発生の記録
(Liebhold et al.
1996 を改変)
(都道府県単位で
まとめたもの。
直観的に同調
性と周期性に
気づく)

2) 分布・形態・生活史

ブナアオシャチホコ (*Syntypistis punctatella* (Motschulsky)) は、鱗翅目シャチホコガ科 (Lepidoptera: Notodontidae) に属し、ブナ *Fagus crenata* Blume、イヌブナ *F. japonica* Maximowiczii を食樹とする。分布は食樹の分布と一致し、北海道南部、東北・中部地方の山地、四国・九州地方の高山におよぶ (井上ら 1980)。

ブナアオシャチホコの属名は最近まで *Quadricalcarifera* が使われていたが、*Quadricalcarifera* Strand, 1915 が *Syntypistis* Turner, 1906 のシノニムとして整理された (Edwards 1996)。

成虫は開帳 33~43mm の中型の蛾で、ブナの樹幹に似た灰白色をしている (写真 2-3-1 ②)。一般に雌は雄よりも淡色で白っぽく、サイズも大きい傾向があるが、体色や体サイズは変異が大きい。雌雄の判定は触角によって容易に可能である。すなわち、雄の触角は羽毛状に近い櫛歯状で櫛歯が長いのに対し、雌の触角は櫛歯状で櫛歯が短い (江崎ら 1958, 井上ら 1980)。

卵は、直径 1mm 前後、産下直後は黄色で、時間が経過するにしたがって赤味を帯び、赤灰色から孵化直前には黒灰色になる。

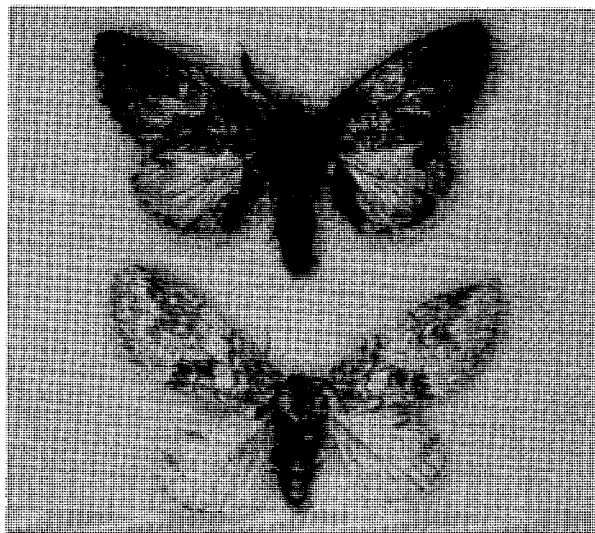


写真 2-3-1② ブナアオシャチホコの成虫 (上：雄，下：雌)

終齢幼虫は、黄緑~緑色。頭部は丸型で縦線を欠く。前胸前縁は黄色環となり、背線は 2 本の白線、その間に青または赤線がある。この背線の色は青が基本であるが、幼虫の生育条件が悪い場合に赤い個体が増加する傾向がある (鎌田・五十嵐 1991)。亜背線も明瞭で刺毛の基部は黄色となる。同属のアオシャチホコ *Syntypistis japonica* Nakatomi に似ている

が、ブナアオシャチホコは各節に横線は現れず、側面の斜帯もでない。老熟すると体全体が赤味を帯びる（杉ら 1987）。

生活史の説明にはいる前に、本種の世代数について解説しておく。1958 年に出版された原色日本蛾類図鑑（保育社）（江崎ら 1958）では「成虫は 6－7 月に出現」と年 1 化の記載があるのにも関わらず、1982 年に出版された日本産蛾類大図鑑（講談社）（井上ら 1982）では、「年 2 化」と明記された上で、成虫の出現時期を「5－6 月及び 8－9 月に出現、蛹越冬」という記載に変わっている。結論から述べると、「年 1 化で成虫の出現時期は 6－7 月」という記載の方が正しいと考える。これは、後出図 2-3-1⑤の幼虫の糞の落下消長の結果からも支持される。それでは、なぜ、このような記載があるのだろうか？幼虫を長日条件下で飼育すると、蛹休眠しない個体が出現する。臨界日長はほぼ 16 時間である（五十嵐 1975）。したがって、9 月に入ってから本種の新成虫が捕獲された記録もあるが（五十嵐 1975）、これはブナ林の中にあるホテルなどの電灯の影響と推測される。野外条件下では、薄明・薄暮を含めても、自然状態で日長が 16 時間を越えるのは、北東北でさえ夏至の前後のせいぜい 20 日間ほどにすぎない。ところが、現地ではこのころは成虫の羽化のピークである（Kamata and M. Igarashi 1995a）。年によってもかなりばらつきがあるが、もっとも早く成虫が出現するのは、秋田県の八幡平で 5 月 25 日頃である（Kamata and M. Igarashi 1995 a）。この成虫がすぐに卵を産んだとしても、孵化するのは 6 月 10 日頃になる。北東北のブナ帯では「梅雨寒」といって、梅雨入りすると急激に気温が下がるため、6 月末にはせいぜい 2 齢幼虫までにしか発育できない。蛹で休眠するかどうかは、ブナアオシャチホコの場合、終齢になるかならないかくらいのときの日長で判断しているが、このころには、日長はかなり短くなっている。もっと気温が高い南の地方ではどうだろう。ブナアオシャチホコの蛹は土の中で越冬するため、成虫の羽化のタイミングは雪解けに大きく左右される。一般には、南に行くほどブナ林でも雪が少なくなり、また、日本海側よりも太平洋側のブナ林やイヌブナ林では雪が少ない。したがって、南に行けば、北の地方よりも早い時期に成虫が出現するだろう。しかし、緯度が低くなると、夏の日長は短くなる。日の出・日の入り時刻から夏至のころの昼間の時間を計算して比べると、宇都宮（北緯 36 度 33 分、昼間の時間 14 時間 40 分）では、青森（北緯 40 度 49 分、昼間の時間 15 時間 7 分）よりも、30 分近くも昼の時間が短い。薄明薄暮を加えるとその違いはもっと大きい。したがって、南の地方では、ブナアオシャチホコが臨界日長よりも長日の条件下にさらされること自体が不可能となる。

以下に本種の生活史をまとめた（鎌田 1994）。

1 年に 1 世代を経過する（図 2-3-1②）。蛹で越冬し、ブナの葉が開き終わったところから

成虫の羽化が始まる。成虫の寿命は1週間から10日くらいだが、個体によって羽化時期にばらつきが大きい。成虫の出現期間は5月下旬から7月まで、2カ月以上の長期にわたる。最盛期は6月中・下旬である。雌成虫の産卵数は約400であるが、数十卵の卵塊単位でブナの葉の裏側に産卵する(写真 2-3-1③)。ときには100卵を越える大きな卵塊も見られる。卵は1週間から10日くらいで孵化する。1齢幼虫は葉の表側にならび、集団で葉の表面を舐食する(写真 2-3-1④)。葉の表側で生活するのは1齢幼虫だけで、幼虫期の残りの期間は葉の裏側で生活する。また、集合する性質は3齢幼虫の初期までみられる。幼虫は4ないし5齢で老熟するが、終齢幼虫は体長約40mmに達する(写真 2-3-1⑤)。終齢幼虫が出現するのは7月下旬から8月中旬で、食害もこのころに顕著となる。「ブナがブナアオシャチホコに食い荒らされている」という相談を7月中旬よりも前に受けることがしばしばあるが、生活史からして、ブナアオシャチホコに食害される被害が目立つようになるのは早くても7月の終わり以降である。それより早い時期に食害されたものは、ほかの昆虫によるものである。詳しくは後段の「ブナの食葉性昆虫ギルド」の部分で参考にしていただきたい。幼虫は老熟すると全体が赤みを帯びるようになり、樹冠から落下し、落葉層にもぐって蛹化する。幼虫期間は30～50日くらいである。

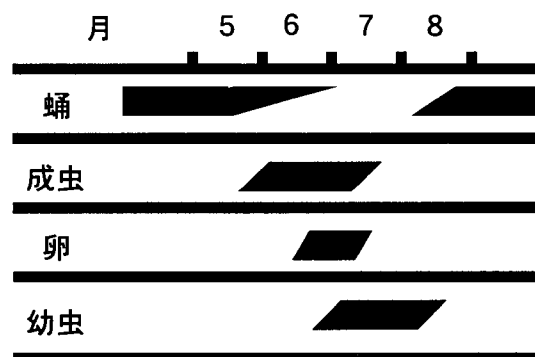


図 2-3-1② 東北地方北部におけるブナアオシャチホコの生活史 (鎌田 1994 を改変)



写真 2-3-1③ ブナの葉の裏側に産卵されたブナアオシャチホコの卵塊

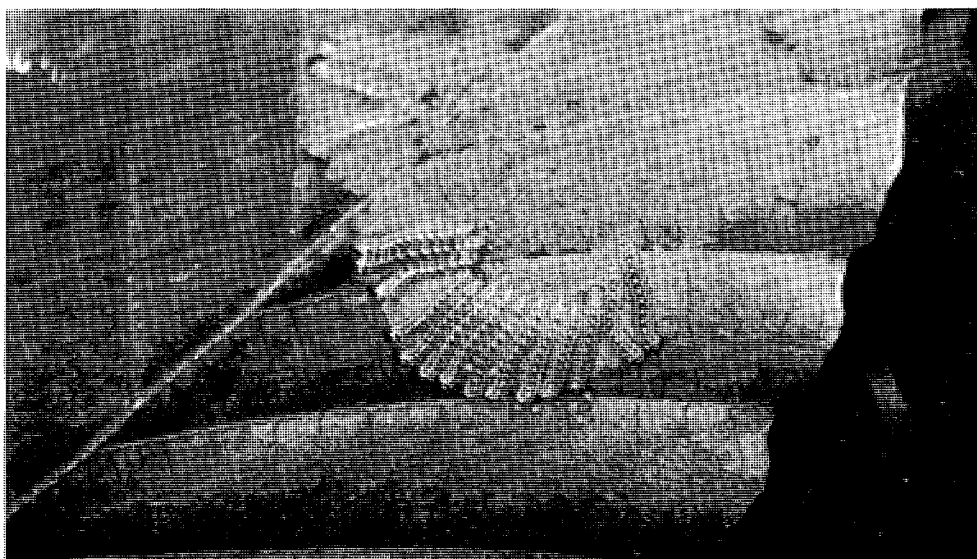


写真 2-3-1④ ブナの葉の表側をならんで食べるブナアオシャチホコの1 齢幼虫

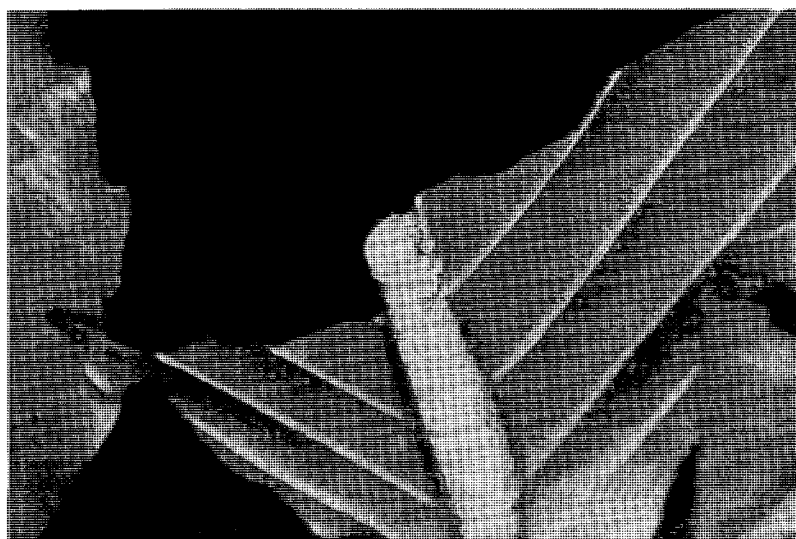


写真 2-3-1⑤ ブナアオシャチホコの終齢幼虫

3) 大発生とブナ林

ブナアオシャチホコに食害されても、ブナが枯れることは非常にまれである。1990年に八甲田山で大発生したあとに、食害が引き金になって枯れたと思われるブナは、本数にして約0.3%にすぎなかった。1994年に岩木山で大発生した翌年には、開葉期に遅霜の被害を受け、八甲田山の時よりも枯れた木が目立ったものである。それにしても本数で1%にも満たないような状況だった。現在では、「昆虫の食害や樹木の病気は、数多くある樹木のストレスのうちのひとつにすぎない」という考え方が主流である。様々なストレスの合計と樹木の健全性のバランスで、被害を受けたときに樹木が枯死するか、枯れずに生き残れるのかが決まっているというのだ。ブナアオシャチホコによる食害もストレスのひとつと考え、ブナ個体ごとに耐えられるストレスの限界があって、さまざまなストレスの合計がその限界を超えた場合にブナが枯損するという考え方である。日本では、特に広葉樹の場合、食葉性昆虫の食害で枯れることは非常に少ない。それは我が国の降水量が多いことが原因の一つと推測される。降水量が日本の半分ほどのアメリカ合衆国北東部では、ブナよりも水分ストレスに強いはずのナラ類でさえ (Maruyama and Toyama 1987, 田邊・鎌田 1995)、マイマイガの大発生の後に大面積にわたって枯死する例が数多く報告されている (Montgomery and Walner 1988, Gottschalk *et al.* 1995)。また、樹種によっても食害されたときの反応は異なる。たとえば、スギなどの常緑針葉樹は、降水量の多い場所でさえ、葉を食いつくされると枯死するケースが多い (柴田 1983)。

このように、通常はブナアオシャチホコの食害が原因でブナが枯れることは少ないのだが、1980年代中ごろに、ブナアオシャチホコの食害が主原因と考えられるブナの集団枯死の例がいくつか報告されている。静岡県为天城山で約1ha (静岡大学環境研究会 1989)、岐阜県能郷白山で約1ha (岐阜営林署, 山本進一私信) である。なかでも八甲田山櫛ヶ峰西麓では、約100haにわたって、およそ半数のブナが枯れてしまった (図2-3-1③) (鎌田ら 1989)。残ったブナも樹冠の葉はまばらなものがほとんどである (写真2-3-1⑥)。枯損がおこった区域は、1982年に280haにわたってブナアオシャチホコが大発生したブナ林の一部で、食害のストレスを受けていたところに、1984年の夏に異常な少雨と高温により強い水分ストレスが加わったことが、枯損の原因と推測されている。

被害の詳しい状況とその後の経過は次の通りである。被害箇所は、八甲田山系下岳 (1,342m) の西麓に位置するブナを主とする天然林で、林齢約100~110年、傾斜10~20度、西向きの斜面で、常風方向西、積雪深4m以上の場所である。被害は標高約900~1,050mにほぼ等高線に沿って帯状に発生しており、被害面積107.1ha、被害材積は11,631立方メートルに

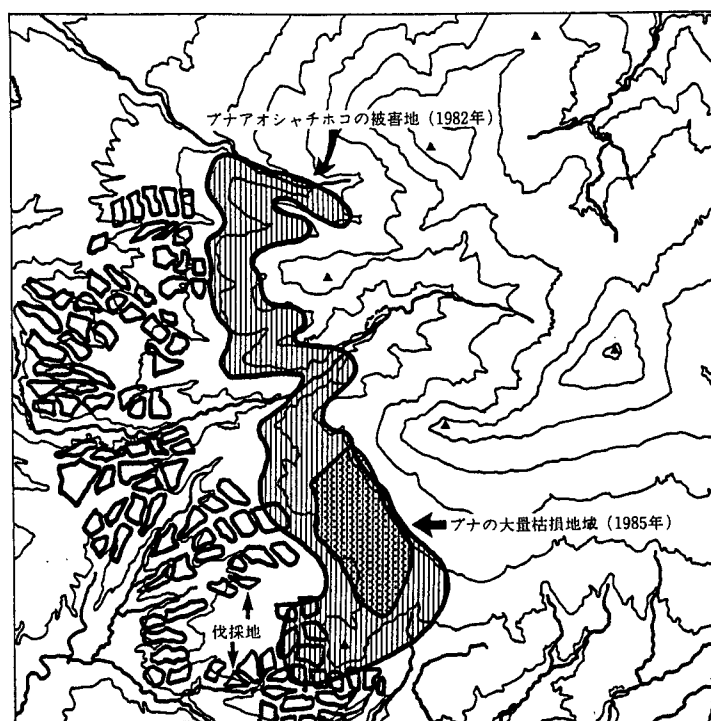


図 2-3-1③ 八甲田山櫛ヶ峰におけるブナの集団枯損場所（鎌田ほか 1989 より）
 （1982 年にブナアオシャチホコが 280ha を食害．1985 年に 100ha の集団枯死）

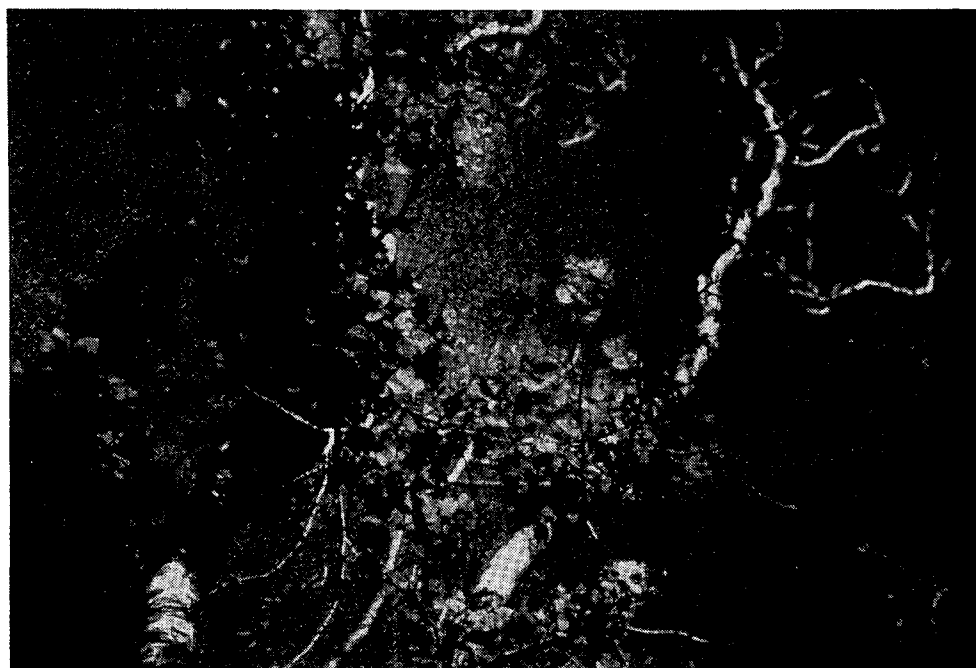


写真 2-3-1⑥ ブナアオシャチホコの食害後に起こった集団枯損の際に生き残ったブナ
 （1985 年八甲田山櫛ヶ峰）

およんだ。小班単位の立木被害率は 37～57%、被害地平均で 47%であった。

1982 年 8 月にブナアオシャチホコが大発生し、標高 850～1,000mの等高線に沿い 280ha にわたって食害を受けた。1984 年夏に、着葉の少ない梢枝が被害地一帯に遠望された。9 月の時点では、着葉数は少ないが枯死には至っていなかった。しかし、翌 1985 年には枯死木が多数確認された。枯死に至っていないものも含め、被害木の多くにヌメリツバタケモドキ *Oudemansiella venosolamellata* (Imaz. et Toki) Imaz. et Hongo やハナピラニカワタケ *Tremella foliacea* Fr. の子実体が発生していた。両種とも健全木に寄生することはなく、枯死木あるいは衰弱木に寄生するが、子実体は枯死した部位から発生する。

1985 年にすでに枯死していたものを除いたブナ立木 64 本を、以下の 4 つのカテゴリーに分類し、1987 年まで追跡調査を行った（図 2-3-1④）。

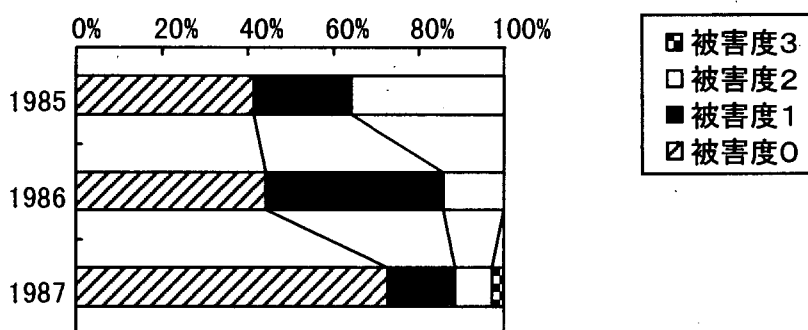


図 2-3-1④ 1985 年八甲田山櫛ヶ峰におけるブナの集団枯損の際に残ったブナのその後の経過（鎌田ほか 1989 より）（被害度は本文参照）

- ① 被害度 0 - 健全木
- ② 被害度 1 - 軽微（主幹部に被害は及んでいないものの、健全木に比べて明かに着葉量が少ないもの）
- ③ 被害度 2 - 重（被害が主幹部に及んでいるもの）
- ④ 被害度 3 - 枯死木

1985 年の調査開始時に健全木（被害度 0）と判断されたものが 23 本（35.9%）、被害度 1 が 17 本（26.6%）、被害度 2 が 24 本（37.5%）であった。

1985 年に被害度 1 であった 17 本のうち、1 本だけは 1986 年に被害度が 2 になった。しかし、その他の木は被害が進行せず、残り 16 本のうち 1986 年には 3 本、1987 年には 14 本が被害度 0 とみなされるまでに回復した。

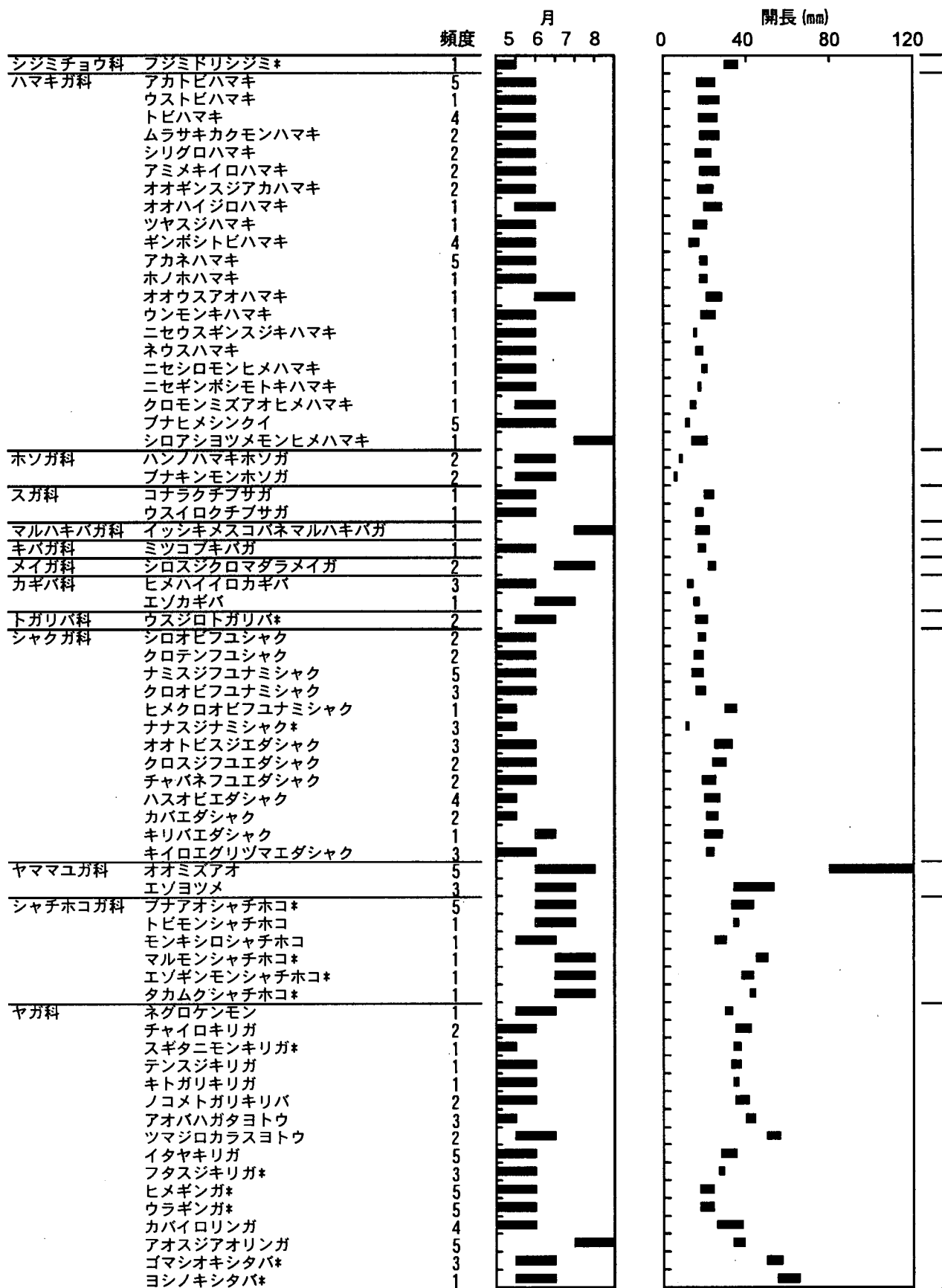
1985 年に被害度 2 であった 24 本のうち、1987 年新たに 2 本が枯死（被害度 3）した。し

かし、着葉量が増えて明らかに回復したとみられるものが 1987 年に 8 本みられ、1985 年の着葉量から変化のないものは 5 本のみで、その他の木も徐々に回復しつつある。主幹がいったん枯損するとその部分は治癒しないが、被害が形成層を 1 周していない場合には樹勢の回復が期待できる場合もある。

4) ブナの食葉性昆虫ギルド

昆虫はさまざまな形でブナを利用している。ブナに限ったことではないが、これらの昆虫は、葉を食べる食葉性昆虫、樹液を吸う吸汁性昆虫、葉にゴールを作って生活するゴール形成性昆虫、新梢に入り込むシュートボーラーや、木化した部分に穿孔する穿孔性昆虫などに分けることができる。群集とは、これらをすべて包含して「ブナを利用している昆虫群集」とよんだり、さらに天敵昆虫やブナ林に棲息するほかの植物を利用する昆虫を含めて「ブナ林の昆虫群集」という使い方をする。一方、「ギルド」というのはなじみの薄い単語かもしれないが、歴史に興味深い方なら「中世ヨーロッパの都市における同業者集団」のことを指すことはご存じだろう。それから転じて、「生態系の中で同じような生態的地位を占める仲間」のことをいう。だから、「ブナの食葉性昆虫ギルド」とか、「ブナの吸汁性昆虫ギルド」というような使い方をする。

寺本(1994)はブナの食葉性昆虫として 105 種の鱗翅目を文献からリストアップしている。一方、Kamata and Igarashi(1996)は、5 年間にわたり、春先から落葉するまでの期間、5~10 日間隔で 1m のブナの枝を毎回 100 本ずつサンプリングし、枝についていた食葉性昆虫を飼育して同定した。鱗翅目 69 種がブナの食葉性昆虫として記録されたが、このうち、38 種は寺本(1994)のリストに載っていない種だった(図 2-3-1⑤)。ナナスジナミシャクやスギタニモンキリガなど、食樹が初めて確認された種もいくつか含まれている。残りの大多数のものは広食性の種で、ブナ以外の食樹はすでに記載済みであったが、ブナを食べるという記載がなかったものである。69 種のうち 43 種は堅くなる前の幼葉をたべる。fresh feeder とよばれる仲間である。これらはほとんど 6 月までには発育を完了してしまう。成葉になって時期が遅くなるほど摂食する種数は減少する。いくつかの例外はあるが、一般的な傾向としては、遅い時期にブナの葉を食べるのは、ブナ属のスペシャリストの昆虫か、あるいは広食性でもエゾヨツメやオオミズアオといった体サイズが大きい種に限られてくる。中臣(1982)は、ブナ属のスペシャリストの蛾として 11 種をまとめているが、フタスジキリガとスギタニモンキリガ、ナナスジナミシャクもブナのスペシャリストと思われるため(杉 1994)、1996 年末現在でブナのスペシャリストと考えられている蛾は 14 種、これにフジミ



*: ブナのスペシャリスト

図 2-3-1⑤ 5年間にブナの枝サンプルから見つかった鱗翅目幼虫
(Kamata and Igarashi 1996 を改変)

ドリシジミが加わると、チョウ目では全部で 15 種ということになる。これらスペシャリストの中でもシャチホコガ科の種は特に遅い時期に加害する。Feeny (1970) は食葉性昆虫相と葉の化学的・物理的な性質の季節的な変化を調べ、ナラの葉の組織が堅くなる物理的な変化と、成葉になると窒素含有率が減少してタンニン含有量が増加することによって、相乗的に葉の栄養価が低下することを示し、このふたつが食葉性昆虫が開葉まもない幼葉の期間に食葉性昆虫の加害が集中する原因だろうと考察している。ブナの食葉性昆虫ギルドの季節変化も、同じようなメカニズムで作られているものと推測される。

これまでに、ブナ林で被害が報告されている食葉性昆虫には次のようなものがある。ナナスジナミシャクは春先の開葉間もない葉を食害する。1985 年に十和田湖周辺のブナ林が、春先にほとんど葉を失う被害が発生した（十和田営林署私信，五十嵐正俊・鎌田直人の観察による）。7 月初中旬に葉を食いつくすほどの大発生がしばしば見られるのが、ハバチの 1 種である。ブナの葉を食べるハバチは 4 種確認されているが、種名が確定していないため（富樫一次私信）、ここではハバチと総称で呼ぶことにするが、この時期に葉を食いつくす犯人はそのうちの 1 種のようなものである。ブナアオシャチホコの食害とハバチによる食害は、発生時期によって判別できるが、奥地に位置するブナ林では、食害が発生したあとかなり時間が経過してから発見されることが多い。そのようなときには、地面に残っている生活痕によって判別するしかない。ハバチの幼虫は、体長約 2 cm 程度にしか生長しないため、ブナアオシャチホコに比べると糞も小さい。糞は針金を切り刻んだような形をしており（写真 2-3-1 ⑦）、ブナアオシャチホコの糞とは一見して区別できる。ただし、ハバチの糞は、サイズが小さいだけでなく、柔らかいため、雨にも溶けて流されやすく残りにくいことに注意する必要がある。

Kamata and Igarashi (1996) は、落下糞量からブナ食葉性昆虫ギルドの量的な解析をおこなった。春先から落葉するまでのあいだ樹冠下に布製の糞トラップを設置して（写真 2-3-1 ⑦）、昆虫の糞とブナアオシャチホコの終齢幼虫の糞の量を調べた。ブナアオシャチホコの糞は、糞の幅（短径）によって終齢幼虫の糞を区別することができる（Kamata and Yanbe 1994）。食葉性昆虫の落下糞の季節消長には、2 つ以上のピークがみられた（図 2-3-1 ⑥）。5 月下旬から 6 月中旬にかけて、毎年かならずひとつピークができる。これは、春先の幼葉を摂食する広食性の小蛾類や中型の蛾の幼虫のもので、ピークの高さは 30~100mg / m² / 日と年に関係なく非常に安定している。個々の種を調べれば年ごとに変動しているのだろうが、ギルドということで一緒にすると、そのバイオマスは変動が小さい。7 月の上・中旬になると落下する糞の量はいったん減少するが、7 月下旬から 8 月上旬にかけて再

び増える。この二つめのピークこそブナアオシャチホコの終齢幼虫によるものである。ひとつめのピークと違って、年による変動が非常に大きい。大発生した時には $20,000\text{mg}/\text{m}^2/\text{日}$ もの糞が落下するのに対し、大発生の翌年にはピーク時でも $45\text{mg}/\text{m}^2/\text{日}$ にすぎない。なんと約 500 倍も変動していることになる。年によっては秋にもピークらしきものが見られる場合がある。

Kamata and Igarashi (1996) は、糞のバイオマスの年次変動をもうひとつ別の視点から

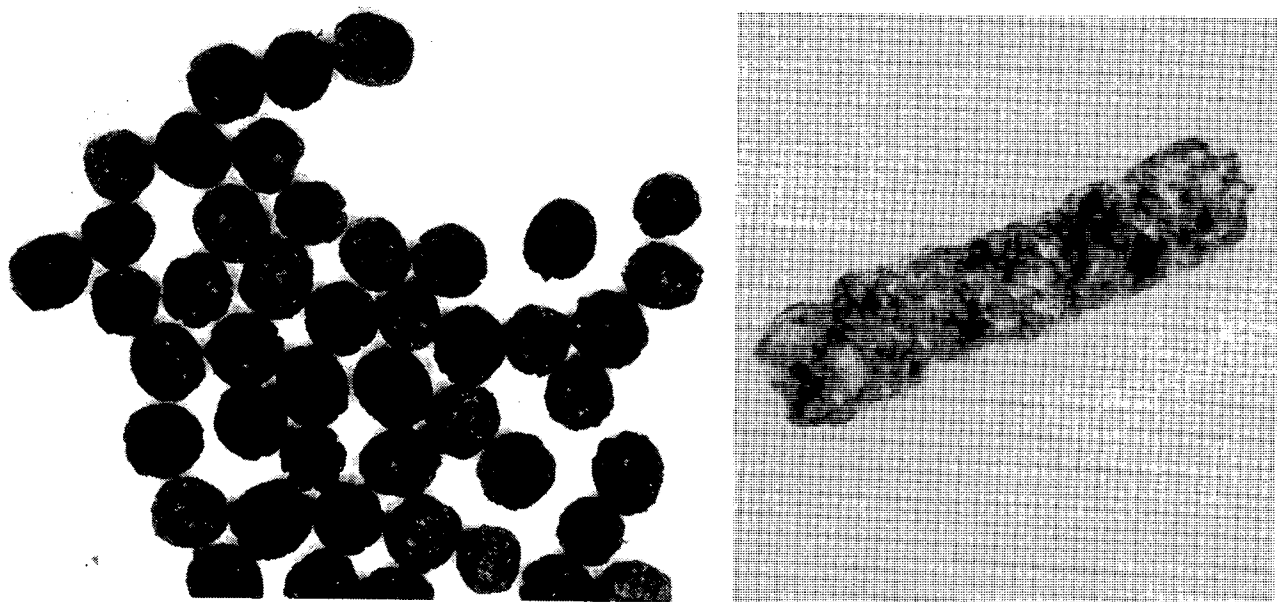


写真 2-3-1⑦ ブナアオシャチホコ終齢幼虫の糞（左）とハバチの糞（右）



写真 2-3-1⑧ 幼虫の密度推定に使う布製の糞トラップ

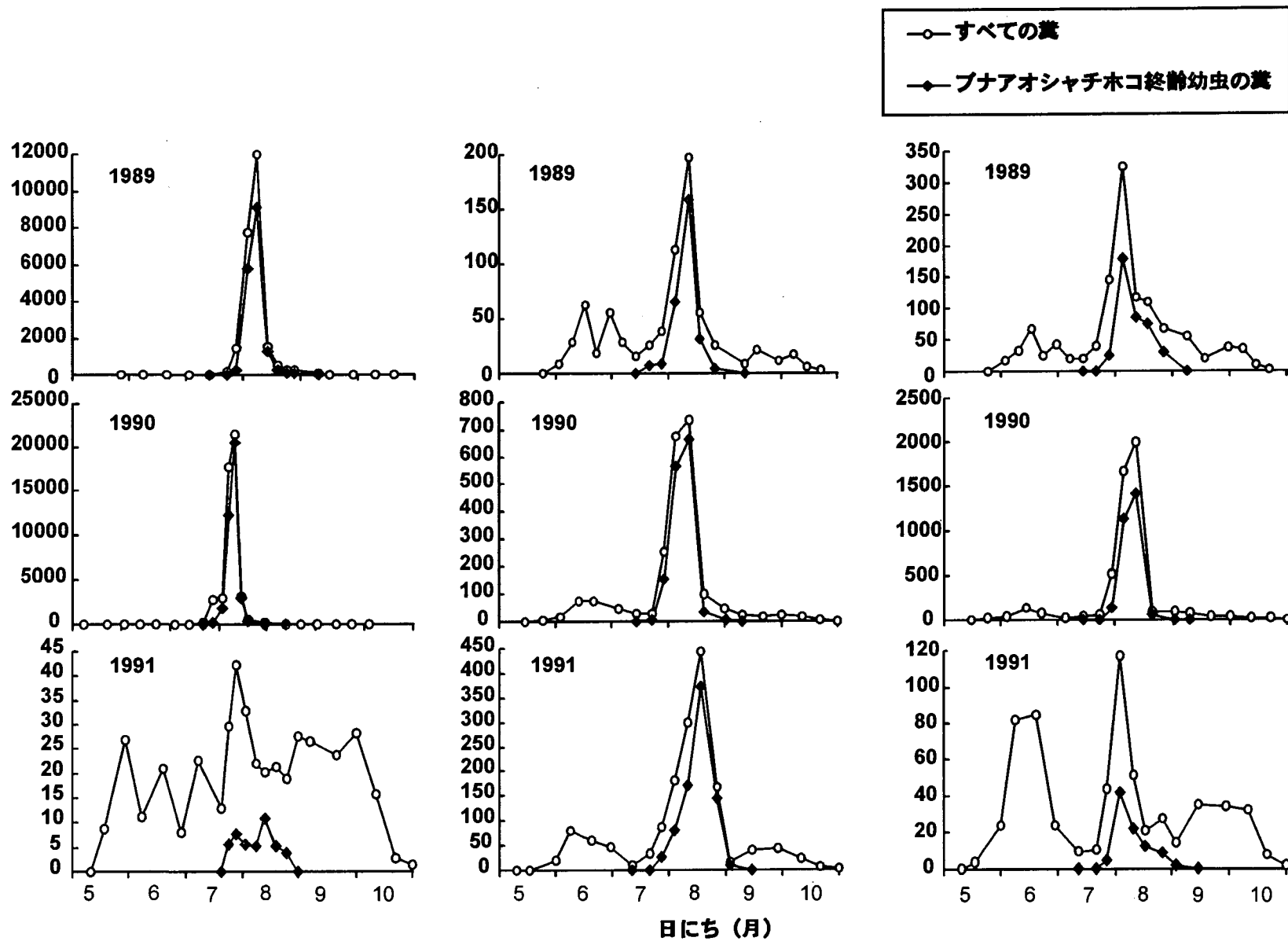


図 2-3-1⑥ ブナ林の糞の落下消長 (Kamata and Igarashi 1996 より)

解析している。まず、調査プロットごとに1シーズン中に落下したブナアオシャチホコ終齢幼虫の糞の総量 (g/m^2) を横軸に、ブナアオシャチホコ終齢幼虫の糞が、落下したすべて糞の総量に対する割合 (%) を計算し縦軸にプロットする。理想的にはブナアオシャチホコの糞すべてを分別することができれば一番よいのだが、実際は、ブナアオシャチホコ若齢幼虫の糞を選別することは困難である。ブナアオシャチホコ終齢幼虫の割合がもっとも低かったときで 6.3% (ブナアオシャチホコ終齢幼虫の糞の重量は $0.159\text{g}/\text{m}^2$) で、およそ 75% を飽和点とする飽和曲線がえられる (図 2-3-1⑦)。ここで、1シーズン1プロットあたりのブナアオシャチホコ終齢幼虫の糞量を x (g/m^2)、ブナアオシャチホコ以外の食葉性昆虫の糞量を k (g/m^2) とする。ブナアオシャチホコの終齢幼虫密度は、終齢より前のステージの密度と関係しているので、ブナアオシャチホコの終齢より若いステージの糞量を ax (g/m^2) (a は定数) とおく。全糞量は $k + x + ax$ となり、ブナアオシャチホコ終齢幼虫の糞の割合 y (%) は、次の式で与えられる。

$$y = \frac{100 \cdot x}{k + (1 + a) \cdot x}$$

a の値が変化するとブナアオシャチホコ終齢幼虫の糞の割合の上限値が変動し (図 2-3-1⑦ a)、 k が変化すると飽和曲線の屈曲点の位置が変化する (図 2-3-1⑦ b)。シミュレーションの結果、 $a = 0.3 \sim 0.5$ 、 $k = 2 \sim 12$ 程度と推測された。飼育実験で、幼虫期間中にまったく死亡が起こらないとすると、終齢幼虫の糞量は幼虫ステージの排糞量の 90.3% を占めていたが (Kamata and Yanbe 1994)、この値から計算すると $a = 0.10$ となる。シミュレーションの結果はこれよりもはるかに大きい値になったが、これは野外で死亡が起こっていることが原因である。また、 k の値は、ブナアオシャチホコ以外の食葉性昆虫の排糞量が $2 \sim 12\text{g}/\text{m}^2$ の間を変動していることを示している。9年間にわたって毎年 15ヶ所で調査した結果では、もっとも少なかったところで1年間の総糞量が $2.52\text{g}/\text{m}^2$ だったので、 k の最小値が2というのも妥当な線である。この簡単なシミュレーションの結果からも、ブナアオシャチホコ以外の食葉性昆虫の排糞量の年変動が非常に小さく安定していることがわかる。一方、大発生して葉を食いつくした場合、開葉期から落下した糞の総量は、林分構造によっても多少異なるが $200 \sim 250\text{g}/\text{m}^2$ になる。この値は、樹冠の葉量に関係しているので、もっとも少ないときの総糞量が $2.52\text{g}/\text{m}^2$ ということは、葉の量の 1% 程度しか食べられないような年もあることを示している。逆の見方をすれば、大発生していない通常の年でも、樹冠葉量の数% 程度は昆虫によって食害されているのである。

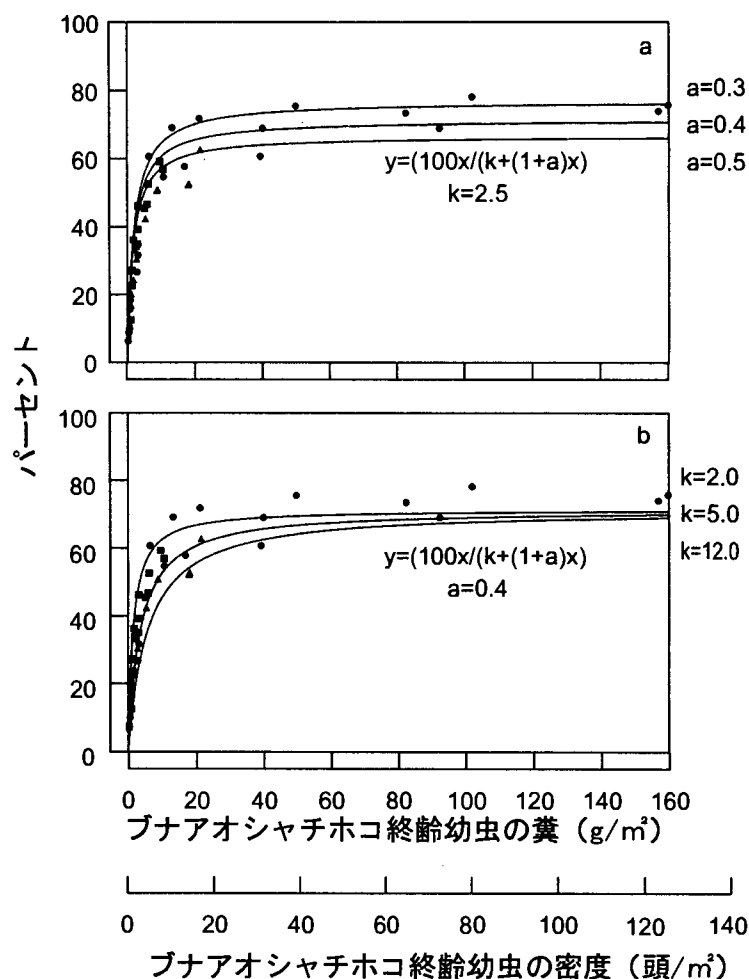


図 2-3-1⑦ ブナ林の落下糞に占めるブナアオシャチホコ終齢幼虫の糞の割合
(Kamata and Igarashi 1996 より)

5) ブナアオシャチホコの個体群動態

森林は、人間に比べるとはるかに大きい立体的な構造をもっているため、森林に生息する昆虫の密度を正確に推定するのは容易ではない。殺虫剤を散布して落下する昆虫を集めるノックダウン法は、森林昆虫群集の調査にはよく使われる方法である。しかし、この方法は正確な反面、生息している昆虫を殺してしまうため、ブナアオシャチホコのように個体群を追跡したい調査には不向きである。また、殺虫剤を散布した一時点のデータにすぎないため、気温や個体差によって発育にばらつきができる場合には、世代間の密度変動を比較するのには不適當である。そこで、ブナアオシャチホコの幼虫密度を推定するのにも、落下する糞を利用するのがよい。これは、森林昆虫の密度変動を調べるのにしばしば使われる方法である。この方法を適用するためには、糞の形、糞の量、糞の数などの基礎データをとっておく必要がある。ブナアオシャチホコの終齢幼虫の場合、単位時間当たりの排糞量や数は、温度など

によって非常に大きく変動するが、終齢期間中の排糞量や数は、環境条件による変動が少ない (Kamata and Yanbe 1994)。したがって、ブナの樹冠下に 1 m 四方のトラップを設置して、シーズン中に落下する終齢幼虫の総糞数から、密度を推定するのがよい (Kamata and Igarashi 1994 a)。

$$\text{終齢幼虫密度 (頭/m}^2\text{)} = \frac{\text{落下した終齢幼虫の糞数 (個/m}^2\text{)}}{630}$$

ここで、630 は終齢幼虫期間中の 1 頭あたりの総排糞数である。

成虫はライトトラップで 6 月 11 日～30 日の 20 日間に捕獲された個体数を密度の相対値として使うのがよい (Kamata and M. Igarashi 1995 a)。なぜなら、誘蛾燈による捕獲数は、様々な気象要因に強く影響を受けるからである。この方法では、捕獲した成虫を殺してしまうのだが、これに代わる良い方法はまだない。

青森県の八甲田山、秋田県の八幡平、岩手県の安比高原の 3 つの地域で、長期の密度変動データが収集されている (Kamata and Y. Igarashi 1995 b)。これらの試験地は、ブナアオシャチホコの大発生の有無という観点から次のように特徴づけることができる。

すなわち、調査期間中に大発生がみられたのが八甲田山、過去には大発生したことがあるのに調査期間中は大発生せずに密度が減少に転じたのが八幡平、大発生の記録がなく調査期間中にも大発生がみられなかったのが安比高原である。

幼虫の密度変動を図 2-3-1⑧～⑩に示した。ブナアオシャチホコの個体群は、典型的な漸進大発生型の個体群動態を示した。おおまかには 3 地域とも似たような密度変動をしていた。すなわち、1980～81 年の大発生の後、個体群は低い密度に維持されていたものと推測され、その後、1986 年から 90 年まではすべての地域で同調的に密度が増加した。そして、1989 年と 90 年には八甲田山のいくつかのプロットで大発生がみられた (図 2-3-1⑩)。終齢幼虫密度が 40 頭/m² をこえると、失葉が目立ち始める。大発生とよばれるほどの失葉を引き起こすのは終齢幼虫密度で 80 頭/m² 以上になったときだった。91 年にはすべての地域で密度はいったん減少に転じ、八甲田山ではその後も低い密度で推移している (図 2-3-1⑧)。一方、八幡平と安比では 92 年から再び増加に転じた。八幡平は 93 年をピークに 94 年には減少したのにたいし、安比高原では 94 年まで微増を続けた。3 つの地域の密度調査結果から、幼虫密度がもっとも高くなったところでは、大発生の際に約 160 頭/m² に達し、逆に、もっとも低かったときには 0.017 頭/m² と推定された。したがって、ブナアオシャチホコの終齢幼虫の密度は、現在わかっている範囲でも、最大 10,000 倍のオーダーで変動するといえる。

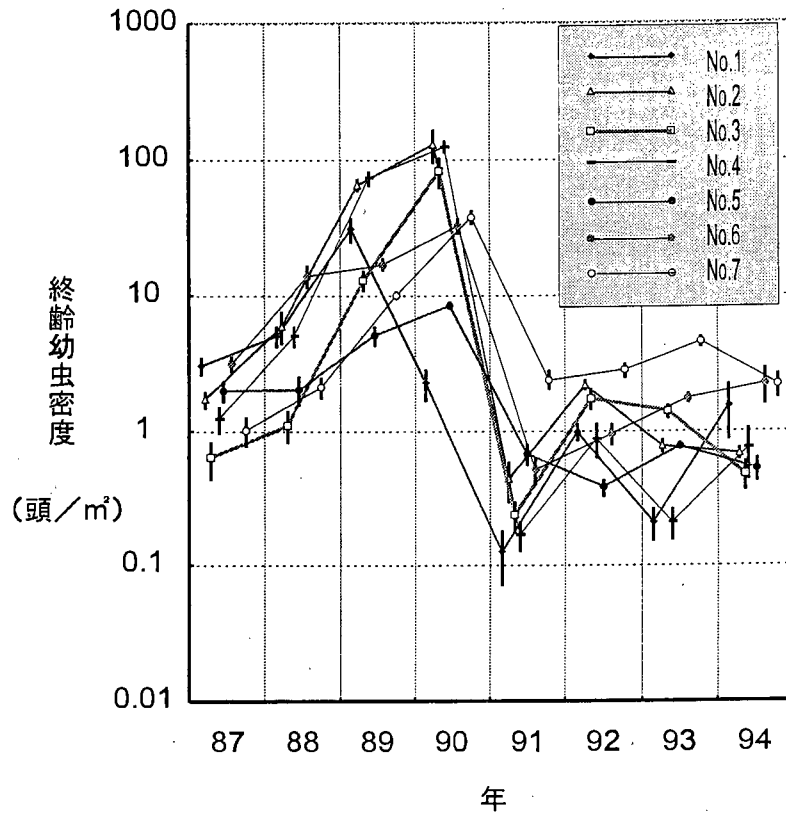


図 2-3-1⑧ 八甲田山におけるブナアオシャチホコ終齢幼虫の密度変動
(Kamata and Y. Igarashi 1995 a より)

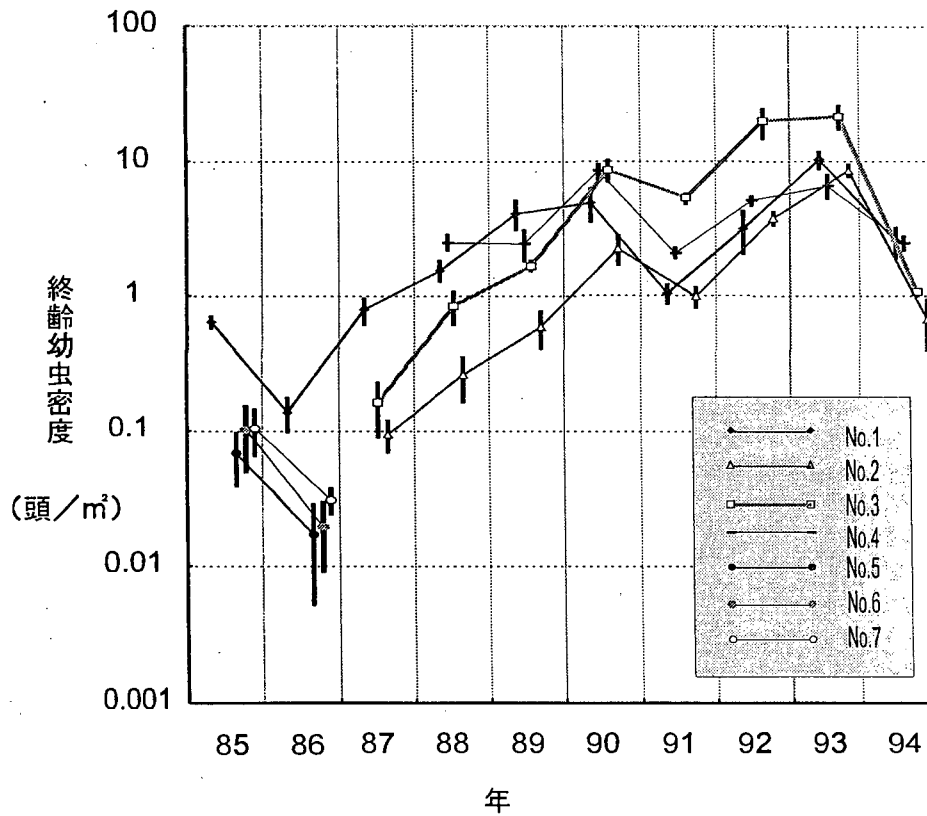


図 2-3-1⑨ 八幡平におけるブナアオシャチホコ終齢幼虫の密度変動
(Kamata and Y. Igarashi 1995 a より)

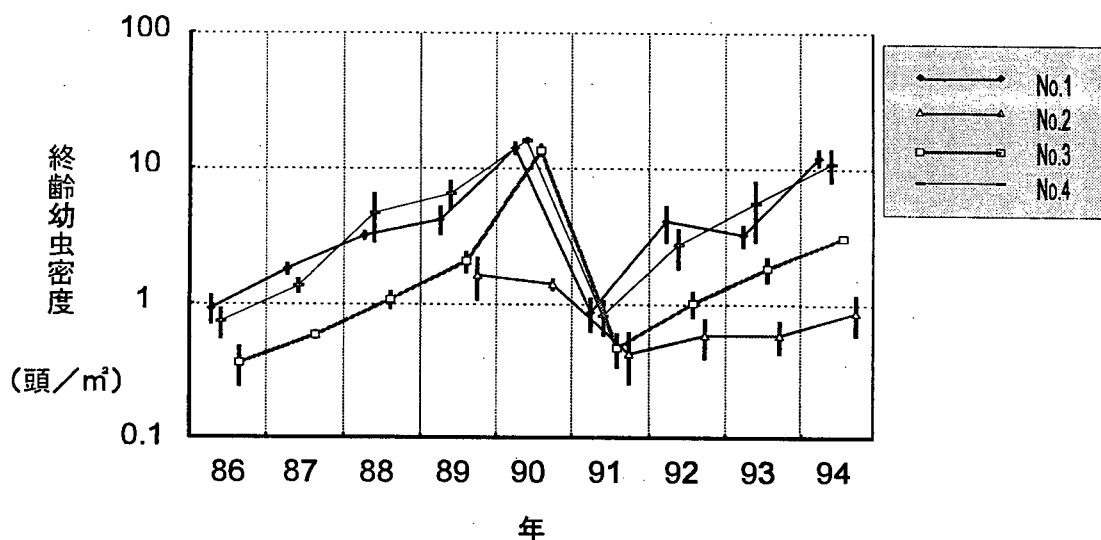


図 2-3-1⑩ 安比高原におけるブナアオシャチホコ終齢幼虫の密度変動
(Kamata and Y. Igarashi 1995 a より)

八幡平で調査された成虫数の変動を示したのが図 2-3-1⑫である (Kamata and Y. Igarashi 1995b)。成虫密度は 1987 年に最低となってその後 91 年まで増加を続けた。誘蛾燈 1 基当たりの捕獲頭数は、最低だった 87 年で 84.5 頭、91 年には 1,510 頭と 17.9 倍の変動がみられた。しかし、幼虫と違って、92 年以降は減少に転じた。

八幡平での幼虫と成虫の数の変動を比較すると、1990 年までの密度増加期には、幼虫と成虫密度には、みかけ上 1 年のずれがある。しかし、ブナアオシャチホコは幼虫で越冬するので、両者は同じ世代ということになり、実際には時間的なずれはない。したがって、90 年までの幼虫と成虫の個体数の変動はよく同調していた。しかし、90 年から 91 年にかけて、成虫は増加したのに対し終齢幼虫の密度は減少した。このことは、密度増加期に比べると、産下卵数も含めた卵から終齢幼虫の間の死亡が、1991 年は非常に大きかったことを示している。1991～93 年までは、幼虫密度は増加したのに成虫数は減少したことから、この期間には老熟幼虫から羽化までの間に高い死亡が起こっていたことを示している。

冒頭で述べたとおり、ブナアオシャチホコの大発生は 8～11 年の周期性をもっていて、実際、8～11 年ごとに日本のどこかで大発生が起こっていた。しかし、一地域に限ってみると必ずしも大発生は 8～11 年ごとの毎回起こっているわけではない。1985 年から 96 年の間にも、八甲田山では大発生が起こった。八幡平の個体群も、八甲田の個体群と同調しながら増加したが、結局大発生することなく減少してしまった。また、これまでに大発生したことの無い安比高原でも、密度は同調的に変動していた。これらの結果から、ブナアオシャチホコの個体群は広い範囲で同調しながら、8～11 年の周期変動を繰り返しているものと考えられ

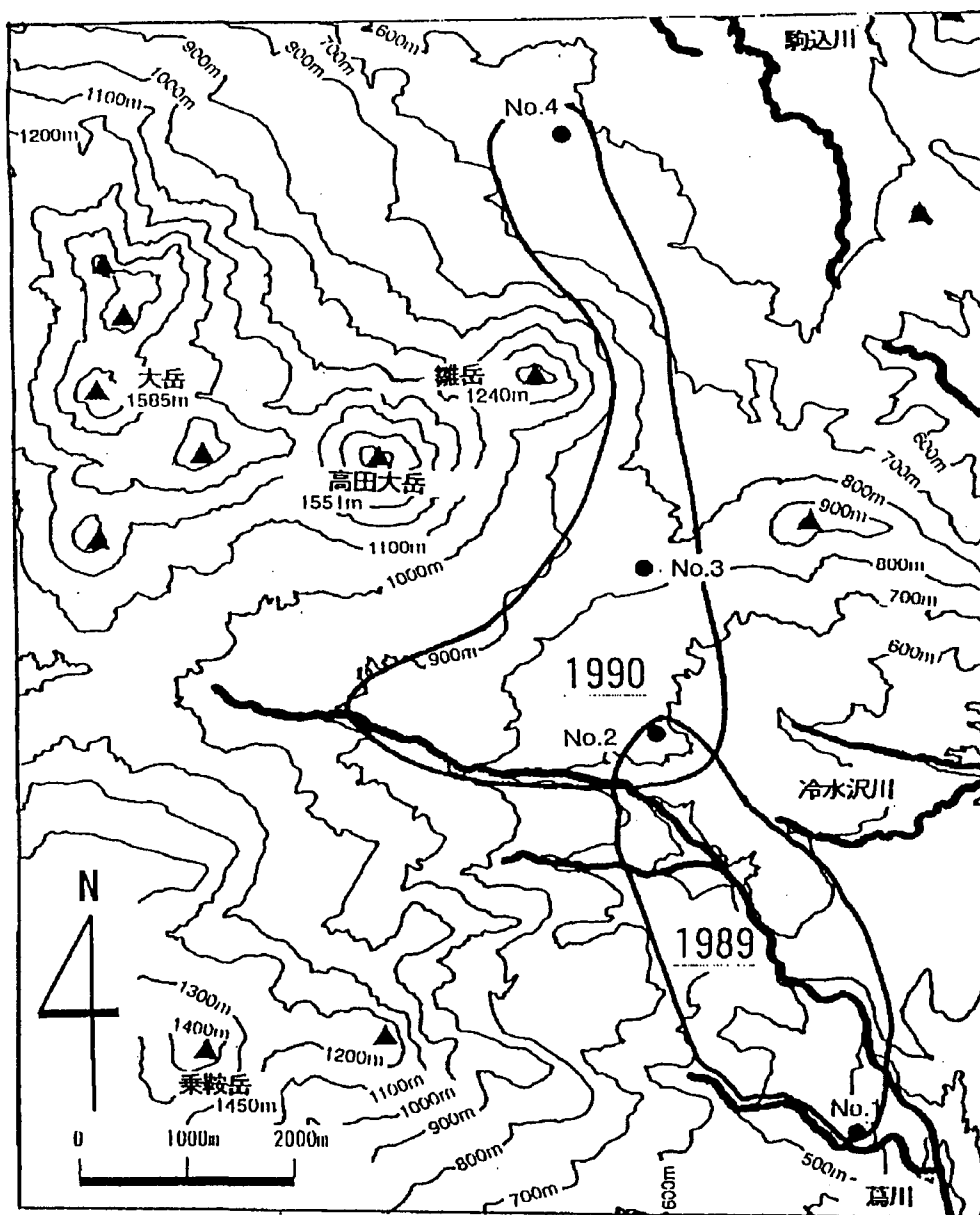


図 2-3-1⑪ 八甲田山におけるブナアオシャチホコの食害 (1989～90 年)
(鎌田ほか 1990 を改変)

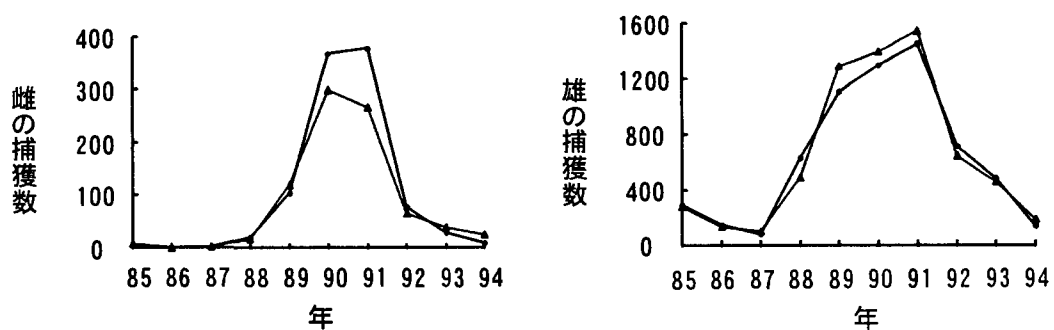


図 2-3-1⑫ 八幡平におけるブナアオシャチホコ成虫の捕獲数の変動
(Kamata and Y. Igarashi 1995a より)
(2 基のトラップの捕獲数をそれぞれ示した)

る（図 2-3-1⑬）。変動のピークや底の密度は時と場所によって異なっている。ひとつの場所でも、ある時には大発生レベルまで増加するが、別の時にはそれよりも低い密度で減少してしまうこともある。その結果、ひとつの地域での大発生の記録は必ずしも 8～11 年間隔にならないのだ。

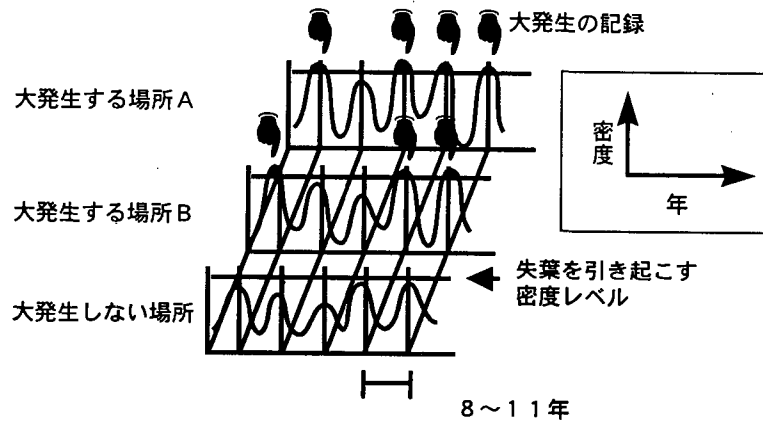


図 2-3-1⑬ ブナアオシャチホコの密度変動と大発生との関係を示すシエマ

6) 密度変動要因

ブナアオシャチホコのような大発生種の個体群動態を解明するためには、大発生したときに密度を引き下げる要因とともに、大発生しないときに密度を制御している要因を解明することが、重要なキーポイントである。また、時間遅れをもって密度依存的な死亡を引き起こす要因が、8～11 年の周期的な密度変動を引き起こすことが理論的な研究から明らかにされている。したがって、「時間遅れを持つ密度依存的な要因」が、大発生しない場合にもはたらくかどうか、本種の個体群動態を解明する上でのポイントである。

7) 大発生時の死亡要因－概説－

大発生すると、甲虫の捕食者クロカタビロオサムシ *Calosoma maximowiczii* が大発生して、樹上や地上でブナアオシャチホコの幼虫を捕食する（五十嵐 1975, 1982, 五十嵐・鈴木 1980）。また、エナガやカラスの群れがブナアオシャチホコの幼虫を集中的に捕食している例も報告されている（富樫 1984）。大発生の翌年の夏には、冬虫夏草の一種であるサナギタケ *Cordyceps militaris* の子実体が大量に地面から発生するために、ブナアオシャチホコの大発生を終息させる要因のひとつと推測されてきた（五十嵐 1975, 1982, 五十嵐・鈴木 1980, 山家・五十嵐 1983）。しかし、これら大発生時の定性的な観察的報告を除くと、これらの天敵の役割に関する定量的な研究は、近年までほとんどなされていなかった。

大発生すると葉は食いつくされ、餌不足のためにたくさんの餓死した幼虫が地面に散乱するといわれてきた（五十嵐 1975,五十嵐・鈴木 1980）（写真 2-3-1⑨）。しかし、詳しく調べると大発生したときに地面に散乱している死体は、病気や捕食寄生者に寄生されて死んだものがほとんどである（鎌田・五十嵐 1994 a）。大発生している最中に、餌がなくて木の幹をさまよっている幼虫を持ち帰り、1頭ずつカップに入れ、十分に餌を与えて飼育すると、採集した終齢幼虫 686 頭の中で、成虫まで生き延びたのはわずか 22 頭にすぎなかった。死亡の原因として判明したものは、天敵微生物のサナギタケ *Cordyceps militaris*、コナサナギタケ *Paecilomyces farinosus*、ボーベリア菌 *Beauveria bassiana*、寄生バエのカイコノクロウジバエ *Pales pavidus* とブランコヤドリバエ *Eutachina japonica*、ヒメコバチ科の寄生バチ *Europhus larvarum* である。この結果は、たとえ餌が十分にあったとしてもほとんどの幼虫は寄生性の天敵で死亡していたことを示している。採集場所（大発生の中心か周辺か）、採集日、幼虫の採集ステージ（まだ餌を食べている終齢幼虫とすでに老熟した幼虫）を変えて、同様の採集と飼育を行った結果、同じ日に採集したグループ間で比べると食害が激しかった場所から採集したものほど、また、同じ場所から採集したグループ間では遅く採集したものほど、死亡率が高くなり（図 2-3-1⑭）、また、生き残った個体の体サイズ（蛹の体重）が小さくなった（図 2-3-1⑮）。この結果は、密度が高くて早い時期に餌を食いつくしたグループほど、厳しい餌不足を経験し、また、寄生性天敵による死亡率も高かったことを示している。



写真 2-3-1⑨ 大発生時に地面に散乱するブナアオシャチホコ幼虫の死骸

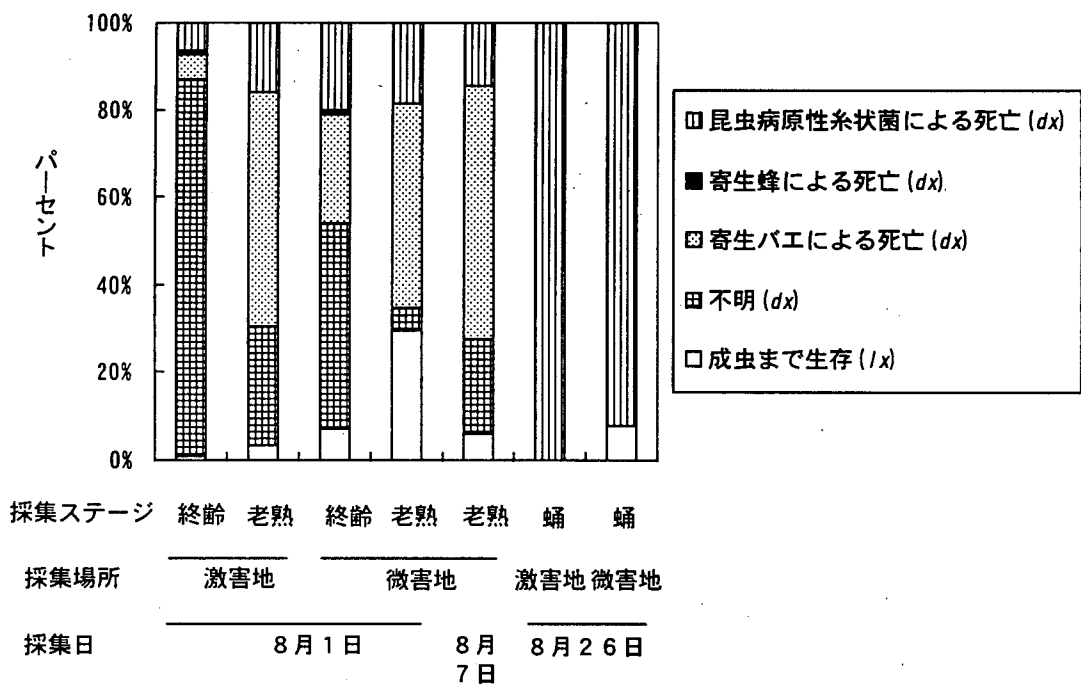


図 2-3-1⑭ 大発生したときに採集したブナアオシャチホコの寄生者による死亡率
(Kamata and Igarashi unpublished)

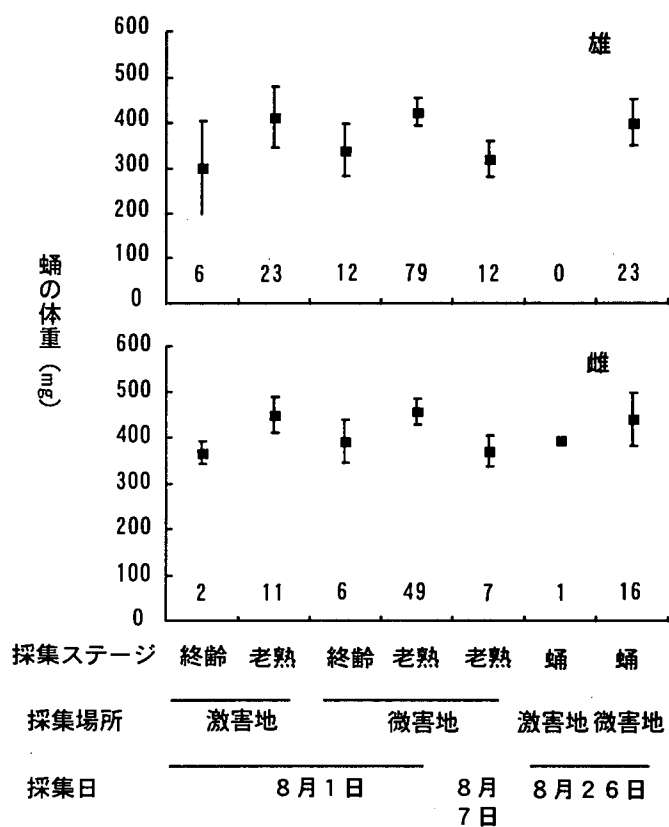


図 2-3-1⑮ 大発生したときに採集したブナアオシャチホコの蛹の重量
(Kamata and Igarashi unpublished) (グラフ内の数字はサンプル数)

8) 天敵－クロカタビロオサムシ－

クロカタビロオサムシは甲虫目オサムシ科 (Coleoptera: Carabidae) の捕食者で、成虫は樹上や地上で鱗翅目の幼虫を、幼虫は地表や落葉層中で鱗翅目の幼虫や蛹を摂食する (写真 2-3-1⑩)。クロカタビロオサムシは、普段は探すのも困難なほど生息密度が低いが、ブナアオシャチホコが大発生するとクロカタビロオサムシも大発生するため、ブナアオシャチホコの重要な天敵ではないかと推測されてきた (五十嵐・鈴木, 1980)。

クロカタビロオサムシの生活史は次のとおりである (鎌田ら, 1991)。成虫が地表に出て活動するのは7月下旬から8月中旬である。成虫は2年以上生存することができ、土中で越冬して翌年再び出現する。産卵時期は7月下旬から8月中旬、卵期間は 20℃で5～6日、25℃で3～4日であることから (河野勝行私信)、野外でも3～6日程度と考えられる。幼虫は8月上旬から下旬まで出現する。老熟幼虫は土中に潜り蛹となるが、蛹期間は8月下旬から9月中旬までで、9月中下旬には羽化して成虫となる。成虫はそのまま翌年の7月中旬まで土中で越冬する。新成虫と2年以上生存している旧成虫とは、前翅の光沢で容易に判別できる。すなわち、緑色の金属光沢がある個体は新成虫であり、金属光沢のない個体は旧成虫である。しかし、2年以上生存した旧成虫について、何年生存したかを判別する方法はない。大多数のオサムシ類は飛翔することができないが、クロカタビロオサムシは飛翔能力が高く、20mほどの高さまで舞い上がり、数 km 飛翔する。

クロカタビロオサムシが落とし穴式のトラップに捕獲されたのは、ブナアオシャチホコの終齢幼虫の密度が 10 頭/m²以上になった場所に限られ、ブナアオシャチホコの密度が高いところほどたくさんのクロカタビロオサムシが捕獲された (図 2-3-1⑩) (Kamata and Y. Igarashi 1995 a)。また、1989 年よりも、ブナアオシャチホコの密度がより高くなった

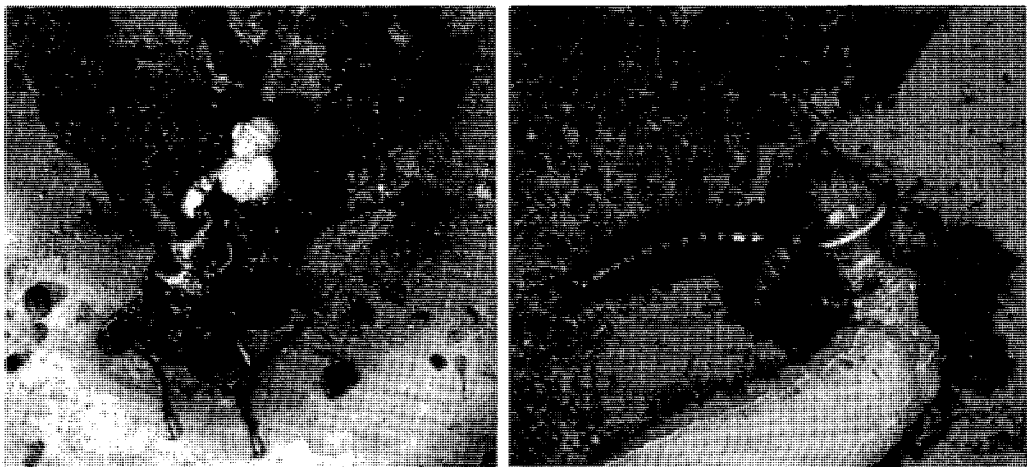


写真 2-3-1⑩ クロカタビロオサムシの成虫 (左) と幼虫 (右)

1990年に、たくさんのクロカタビロオサムシが捕獲された。クロカタビロオサムシが捕獲されたのは、ブナアオシャチホコの終齢幼虫が出現する時期に限られており、捕獲消長はブナアオシャチホコ終齢幼虫の糞の落下消長と見事に一致していた（図2-3-1⑦）。このように、クロカタビロオサムシは時間的にも場所的にもブナアオシャチホコの密度に反応して増加していた。栄養条件によって変動が大きいのだが、クロカタビロオサムシの産卵数は100卵を越える場合もあり、オサムシの中では産卵数が多いことが知られている（河野勝行私信）。幼虫の発育も非常に速く、25℃では10日間、20℃でも17日間で発育を完了してしまう（河野勝行私信）。また、オサムシの多くは翅が退化して飛ぶことができないが、クロカタビロオサムシは強い飛翔能力をもっている。高い繁殖能力と速い発育、飛翔による成虫の移動によって、ブナアオシャチホコの時間的・場所的な密度に対応した、迅速な密度増加（数の反応）を可能にしているものと考えられた。繁殖がクロカタビロオサムシの密度増加に密接に関係しているだろうことは、1989年に幼虫が落とし穴トラップでたくさん捕獲されていることから明らかである（図2-3-1⑦）。一方、1989年と90年の成虫と幼虫の捕獲数の比に注目すると、90年の方がよりたくさんの幼虫が捕獲されていることがわかる。このメカニズムによれば、1991年には90年よりもたくさんのクロカタビロオサムシ成虫が捕獲されるはずであった。いわゆる時間遅れを持った密度依存的反応である。しかし、実際は1991年にブナアオシャチホコの密度が低下すると、クロカタビロオサムシはほとんど捕獲されなくなった。この原因はよくわかっていないが、ふたつの可能性が考えられている。ひとつは、成虫が飛翔して分散してしまったこと。もう一つは、1991年には餌が少なかったために土の中

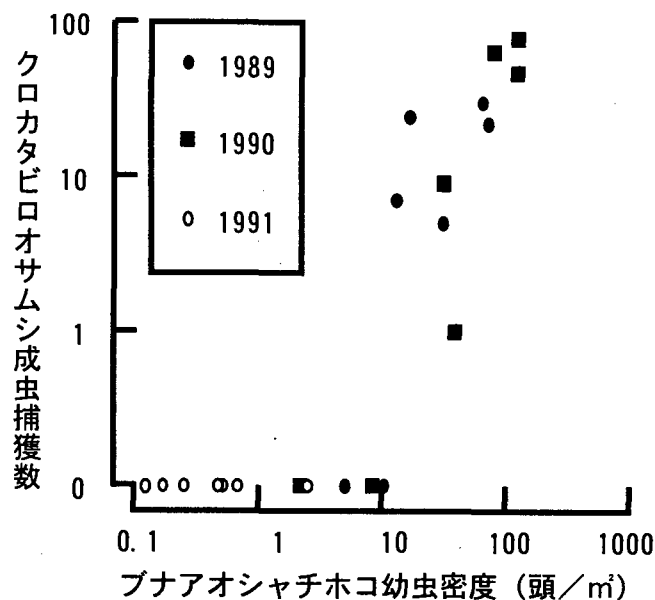


図2-3-1⑥ ブナアオシャチホコの幼虫密度とクロカタビロオサムシの捕獲頭数との関係
(Kamata and Y. Igarashi 1995a) (1989～91年 八甲田山)

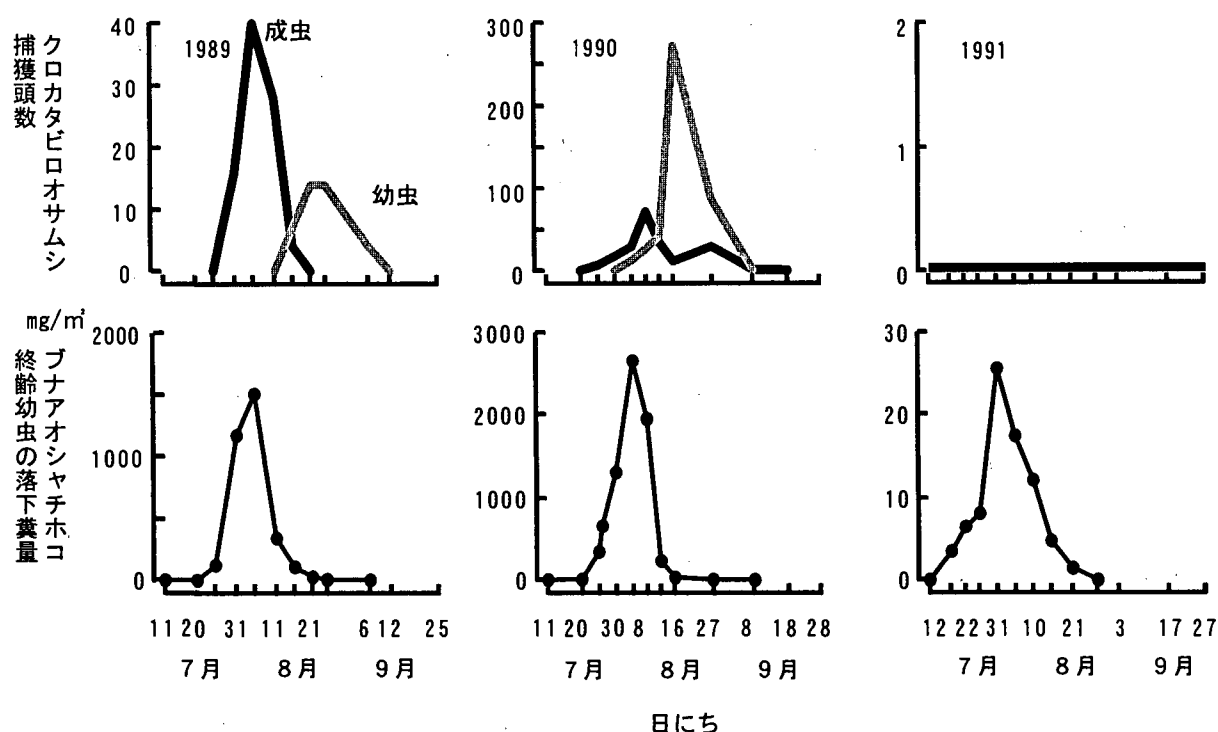


図 2-3-17 クロカタビロオサムシの捕獲消長とブナアオシャチホコ終齢幼虫の発生消長
(Kamata and Y. Igarashi 1995 a) (1989~91 年 八甲田山)

に潜ったまま成虫が出てこなかったことである。後者の現象は、いくつかのオサムシで実際に知られている。ヤコンオサムシでは、餌条件が悪いときには、地上に出てきて低い繁殖成功率で繁殖するよりは、地中に潜ったままでいた方が効率がよい (Sota 1985, 1987)。クロカタビロオサムシの場合も、少なくとも成虫で2年は生きることができると知られているため (鎌田ら 1991)、餌が少ない場合に成虫が土中に潜っている可能性は否定できない。しかしながら、ブナ林の食葉性昆虫の中で大きな割合を占めるブナアオシャチホコが 8~11 年の周期でしか大発生しないことを考えると、餌条件が好転するまでクロカタビロオサムシ成虫が土中に潜ったまま生存できる可能性は低い。

9) 天敵ー鳥類ー (Kamata *et al.* unpublished)

ブナアオシャチホコの密度変動に伴う、生息鳥類群集の構造・捕食能・餌メニューの変動を調べた。

八甲田山における繁殖鳥類群集の優占種は、キビタキ、ヒガラ、シジュウカラ (順不同) であり、本州中北部ブナ林の典型的な繁殖鳥類群集 (由井 1988) を示した。プロット間、年度間で構成比に有意差は認められなかった。個体数は、各区、各年とも 50 羽/ha 程度であったが、これは東北地方のブナ天然林の平均的な繁殖期の生息密度 (由井 1976, 1991) の

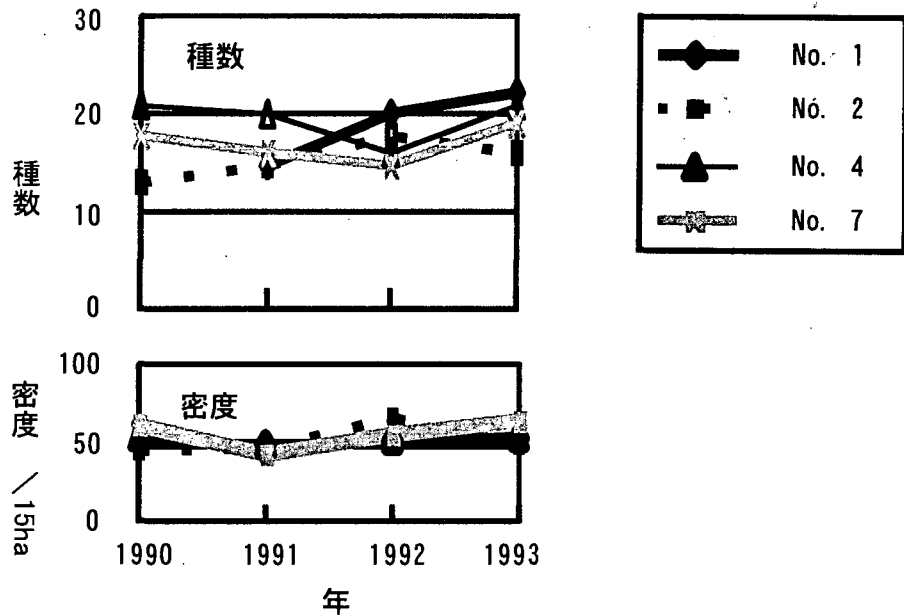


図 2-3-1⑱ 八甲田山における繁殖期の鳥類群集の年次変動
(Kamata et al. unpublished)

半数程度である（図 2-3-1⑱）。この原因は、下層植生の少ない林分であるため、下層植生を主な生息域としている種（浦本 1964）の個体数が少ないためである。

一般に、林分構造が安定している森林では、繁殖鳥類群集の年次変動が少ないことが知られているが（由井 1983）、ブナアオシャチホコが大発生した八甲田地域のブナ林でも個体数や優占種の年次変動は少なく安定していた。

カラ類の給餌メニューを図 2-3-1⑲に示した。6 月には餌の 90%以上が鱗翅目の幼虫で占められていた。しかし、この時期にはブナアオシャチホコはまだ成虫か卵のステージであるため、本種幼虫はまったく給餌されなかった。この傾向は、毎年同じであり、またシジュウカラとヤマガラを比較してもほぼ同様の傾向が見られた。しかし、7 月の給餌内容は年によって大きく異なっていた。ブナアオシャチホコが大発生した 1990 年には餌の 3/4 をブナアオシャチホコの幼虫が占めており、その他の鱗翅目幼虫は 20%弱、あわせると餌の 90%以上を鱗翅目の幼虫で占めていた。しかし、大発生の翌年には、ブナアオシャチホコの幼虫の割合は 9.2%に減少し、鱗翅目すべてをあわせても給餌頻度の半分にも満たなかった。その代わりに、クモやバッタを主とする直翅目が増加した。また、1993 年には、ブナアオシャチホコの幼虫はまったく給餌されず、鱗翅目幼虫をすべて含めても 3 割にも満たなかった。93 年は歴史的な冷夏で、ブナアオシャチホコの発育も 1 カ月近く遅れた。そのため、2 回目の繁殖期にも、ブナアオシャチホコの幼虫が若齢幼虫で、餌の対象とされなかったことが理由として考えられた。

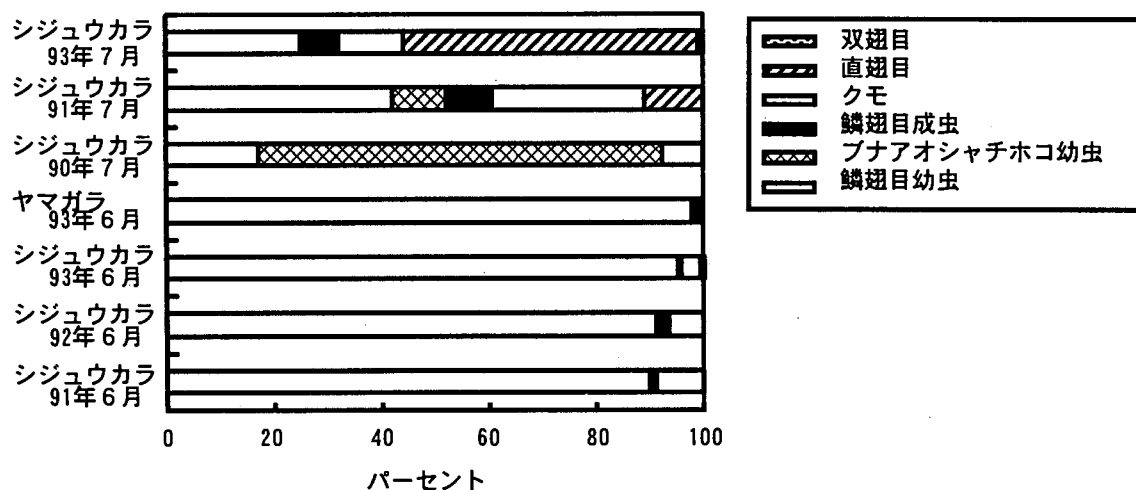


図 2-3-1⑨ 八甲田山におけるカラ類の給餌内容 (Kamata *et al.* unpublished)

以上のように、カラ類を主とした鳥類は、ブナアオシャチホコの密度が増加すると餌メニューに占めるブナアオシャチホコの割合が増加した（機能の反応）。しかし、鳥類そのものの密度には変化がみられないため（数の反応なし）、ブナアオシャチホコの大発生時には鳥類による捕食率は低下した。餌密度に対する比較的大型の捕食者のこのような反応は、Holling のⅡ型ないしⅢ型として知られている。ブナアオシャチホコの終齢幼虫を野外のブナに取り付けて捕食率を調べた実験では、終齢幼虫密度が 10 頭/m² を越えると、捕食率は低下していくことを示す結果が得られている。

10) 天敵ーサナギタケなどの昆虫病原菌ー

サナギタケ *Cordyceps militaris* Link は子囊菌類バツカクキン目バツカクキン科 (Clavicipitales: Clavicipitaceae) に属する冬虫夏草の一種である。分布は、ヨーロッパ、アメリカ、スリランカ、カリマンタン、ソ連、中国、日本等が知られている（青木 1957）（ブナアオシャチホコは日本固有種であることに注意）。ヨーロッパでは、マツカレハの一種 *Dendrolimus pini* L. が大発生するとサナギタケも大発生するなど (Glowacka 1974)、ブナアオシャチホコ以外の寄主でも高い密度で発生することが知られている。日本でも多くの鱗翅目の蛹に寄生することが報告されている。しかし、日本で数多く見られるのはブナアオシャチホコが大発生したときだけである。ブナアオシャチホコに寄生した場合、通常、子実体は蛹の胸部から発生する。子実体の数は1本のものが多いが、2～数本発生している場合もまれではない（写真 2-3-1⑩）。子実体は棍棒状の結実部と円柱状の柄部からなり、色は全体がやや黄色味を帯びた朱色であるが、結実部は濃色、柄部は淡色である。結実部の表面には円錐型をした子囊殻の一部が突出する。子実体の大きさはばらつきが大きい、子座

の長さは 1.3~10.0cm、結実部の長さ 0.5~ 3.0cm、幅は 0.3~1.0cm、子囊殻の直径は 150~425 μ m、子囊は円筒状で大きさは 400×35 μ m で中に 8 個の子嚢胞子を持っている (Kobayashi 1941, 青木 1957, 山家・五十嵐 1983)。



写真 2-3-1⑪ サナギタケの子実体

ブナアオシャチホコには幼虫と蛹のステージで感染が起こる (小川ら 1984, 鎌田・五十嵐 1994 b)。接種実験ではサナギタケが原因で幼虫期にも死亡するが (小川ら 1984)、サナギタケが原因でブナアオシャチホコの幼虫が死亡したという野外からの報告は 1 例しかなく (Sato et al. 1997)、野外では感染ステージに関係なくほとんどが蛹ステージで死亡しているものと考えられる (たとえば、鎌田・五十嵐 1994)。蛹の死亡時期は蛹化直後から越冬後までばらつきがあるが、子実体 (きのこ) は感染した翌年の夏に発生する。子実体の発生時期は 7 月中旬から 9 月上旬で最盛期は 7 月下旬から 8 月中旬という報告がある (鎌田・五十嵐 1994 b, 山家・五十嵐 1983)。しかし、たとえば 1995 年 7 月 24 日に岩木山で調査したところ、すでに発生活消長のピークを過ぎていた例もあるなど (鎌田直人・佐藤大樹の観察による)、その年の気象条件などによって大きく変動するが、事例自体が少なく、子実体の発生時期を決定する詳しいメカニズムは不明である。

ブナアオシャチホコの密度変動にともない、サナギタケによる死亡率は次のように変化することが報告されている。

サナギタケがブナアオシャチホコの蛹に感染するには 1 週間も土の中にいれば十分である。サナギタケの感染率は季節によって変動する (図 2-3-1⑫) (Kamata et al. 1997)。7 月の初めには、サナギタケによって死亡した蛹は供試虫の約 3 割に過ぎないが、8 月初旬には、約 4 分の 3 がサナギタケで死亡した。その後は徐々に減少していき、10 月 18 日の最終日に

はサナギタケによる死亡率は約 25%にまで下がった。この季節的な変動を引き起こした原因として2つの可能性が考えられている。ひとつは単純に野外の温度変化に対する反応である。なぜなら、培地上の実験によるとサナギタケは 20~25℃でもっとも菌叢の発育がよいからである(小川ら 1983, 原田ら 1995)。もう一つは、現場近くのサナギタケの子実体の発生が、7月下旬に始まり、8月上旬にピークに達した(鎌田・五十嵐 1994b)ことに関係している。子実体から飛散した子嚢胞子が地面に落下すると、そこで発芽して菌糸を伸ばしていき、土中の菌密度が高くなるからである。

寄生率の年次変動を調べると(Kamata et al. unpublished)、ブナアオシャチホコの密度がピークに達した 1993 年には、約 95%の蛹がサナギタケで死亡した。また、ブナアオシャチホコの密度が減少したあとの 1994 年でも約 90%、ピークから2年経った 1995 年でも約 75%の蛹がサナギタケで死亡した(図 2-3-1 ㉑)。注目すべきは、この実験がブナアオシャチホコが大発生していない八幡平で行われたことである。つまり、大発生せずに密度が減少する場合にも、サナギタケは重要な死亡要因として働き、ブナアオシャチホコの密度が減少した後も、高い死亡率を引き起こすのである。

野外から採集した土に実験室で飼育した蛹をいれて、昆虫病原菌の働きを調べた(Kamata et al. unpublished)。土は、大発生せずに密度が減少に転じた八幡平の4ヶ所の調査プロットから採取した。その結果、非常に興味深い新事実が明らかになった(図 2-3-1 ㉒)。ブナアオシャチホコの密度がピークに達する前はサナギタケの寄生率もほかの昆虫病原菌の寄生率も低かったが、密度のピーク年には、死亡率もサナギタケの寄生率も非常に高くなった。場所的にみても、ブナアオシャチホコの密度が高いところほど、サナギタケの寄生率が高くなった。

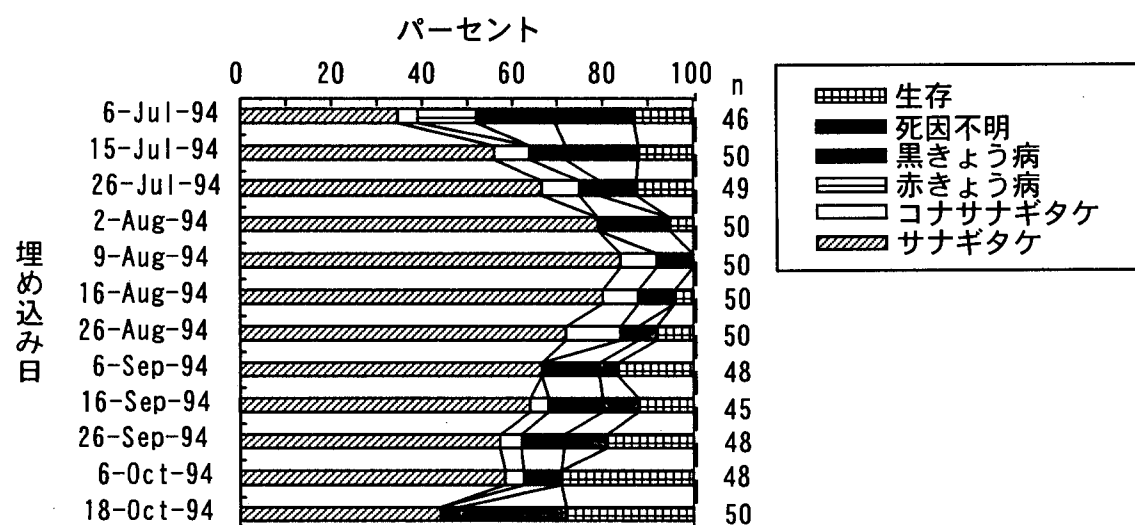


図 2-3-1 ㉒ 土中における昆虫病原菌の感染率の季節変化 (Kamata et al. 1997 より)

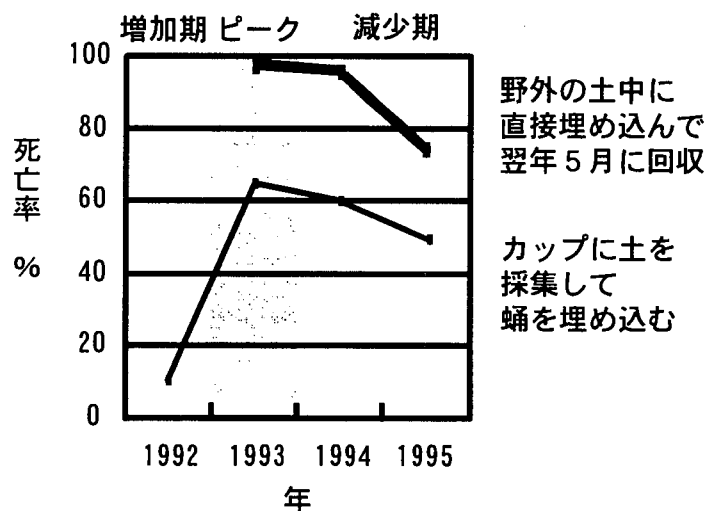


図 2-3-1 ㉑ プナアオシャチホコ蛹の土中におけるサナギタケの感染率の年次変化
(Kamata et al. unpublished)

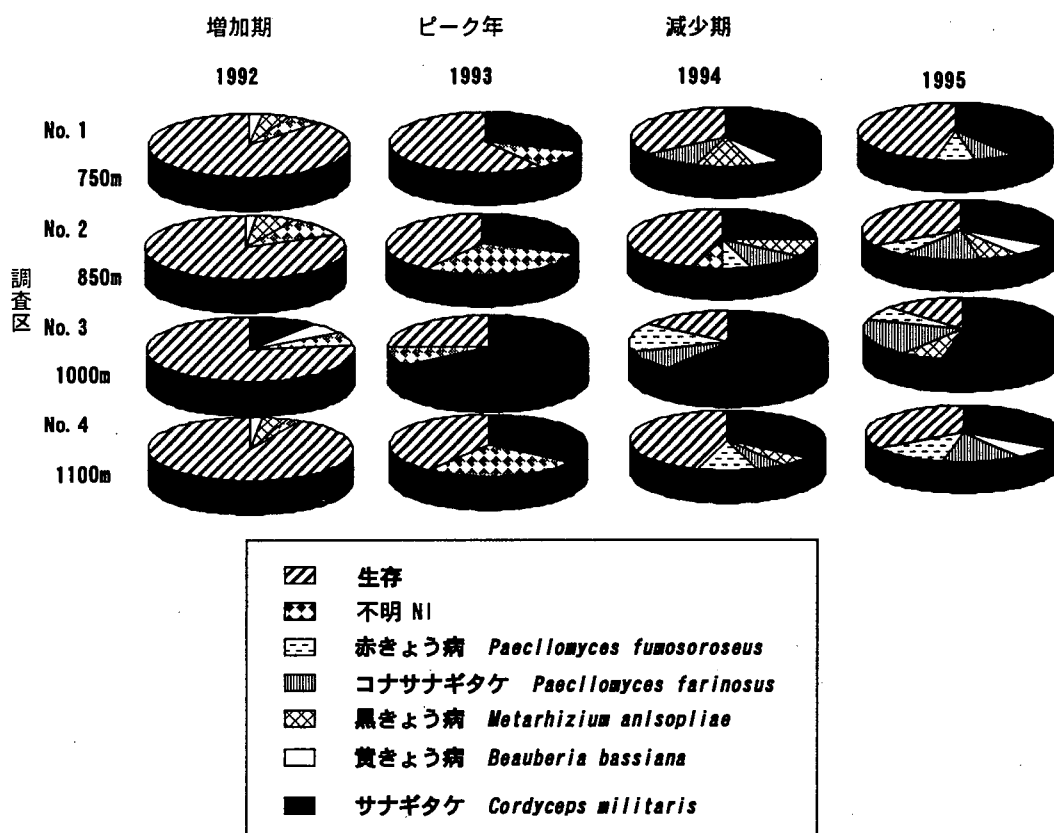


図 2-3-1 ㉒ 昆虫病原菌の感染率の年次変化と場所による違い (Kamata et al. unpublished)
(土を持ち帰り実験室内で蛹を埋め込んだ結果)

これらの結果が示すようにサナギタケは時間遅れのフィードバック要因として、時間的にも場所的にも密度依存的な死亡要因として働いていた。

11) ブナアオシャチホコ個体群の質の変化 (Kamata *et al.* unpublished)

大発生あとの数年間は、誘蛾燈で雌成虫を捕ってきて、室内で産卵させても無精卵の割合が高い。また、大発生世代の成虫は体サイズが平均で2割ほど小型化した(図2-3-1㉓)。体サイズと産卵数との間には高い正の相関関係がみられるため(Kamata and M. Igarashi 1995 b)、大発生後には平均で3割もの産卵数の減少が引き起こされていたものと推定された。産卵数の減少や無精卵の増加は次世代の初期個体数を引き下げるため、大発生後に個体群を低密度に維持する要因のひとつとして働いているものと考えられた。また、誘蛾燈で捕獲される雌の比率が密度増加にともなって高くなり、低密度期には雌がほとんど捕獲されない現象が認められたが(図2-3-1㉔)、実際に性比が変化しているのか、密度変動にともなって成虫の行動が変化しているだけなのかは、現時点までの研究では不明である。

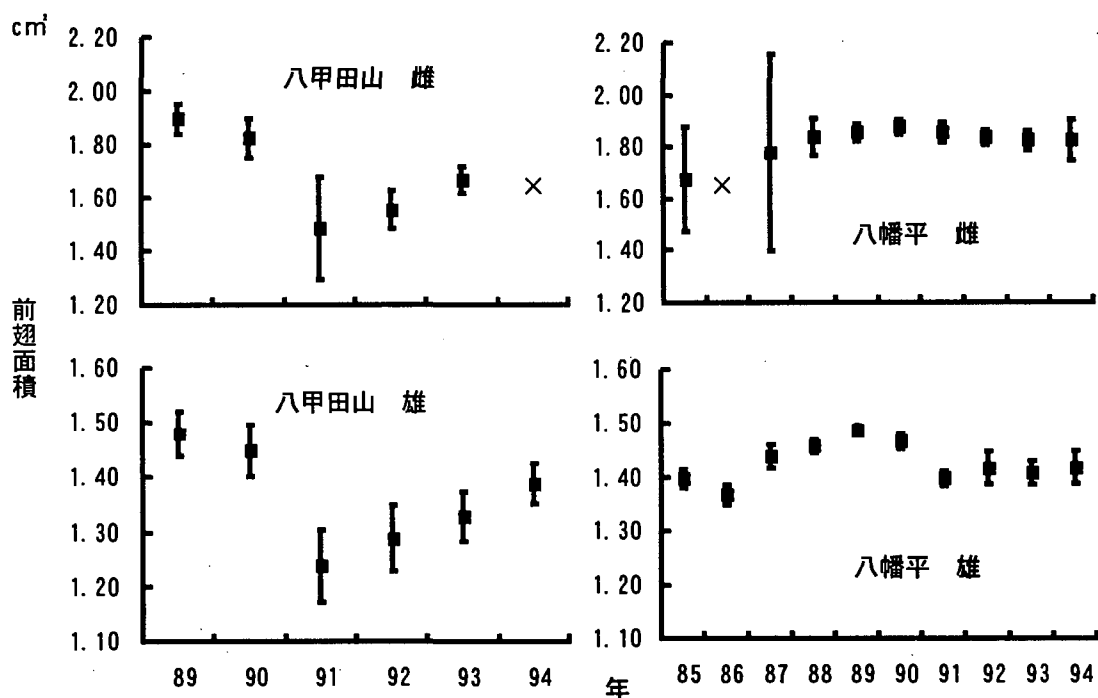


図2-3-1㉓ ブナアオシャチホコ成虫の体サイズの年次変動 (Kamata and Igarashi unpublished)
(前翅面積を測定)

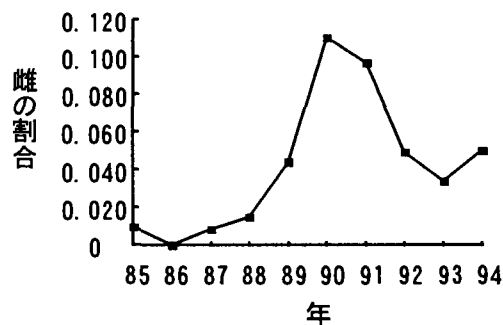


図2-3-1㉔ 誘蛾燈で捕獲されるブナアオシャチホコ成虫の性比の年次変動
(Kamata and Igarashi unpublished)

12) ブナの誘導防御反応と maternal effects

このような大発生世代の小型化は、餌不足や過密による密度効果が主な原因である（「大発生時の死亡要因－概説－」の章を参照のこと。）。しかし、もし小型化が餌不足だけによって引き起こされているのであれば、大発生の翌年には餌は十分にあるのだからすぐに元のサイズにもどるはずである。ところが、実際は体サイズはすぐには回復せず、数年かかってゆっくりと回復していった。

1960年代までは、食植性昆虫の密度変動を引き起こす要因として、おもに気候変動と天敵が注目されてきた。これらに加えて、食べられる側の植物も食害に対して決して無防備でないことが、最近の研究で明らかにされつつある。大発生に関係する植物の質の変動に最初に注目したのは、スイスの研究者 Fischlin である（Fischlin and Baltensweiler 1977）。彼は、ヨーロッパアルプスのカラマツ林で周期的に大発生するハイイロアミメハマキ *Zeiraphera diniana* の大発生の後、カラマツの葉の繊維質が増加して餌として不適になることを発見し、周期的な大発生を引き起こしている原因ではないかという説を発表した。その後、スカンジナビア半島のカバで大発生するアキナミシャク *Epirrita autumnata* でも、食害のあとカバの葉の窒素が減ってタンニンが増え、それを食べたシャクガの体サイズが小型化することが報告された（Haukioja 1980）。このような誘導防御反応は、その後たくさんの植物－食植者間で研究が進んでいる。ブナアオシャチホコの大発生を模して、実験的にブナの葉を摘むと、翌年には、葉の窒素量が低下してタンニン量が増加した（図 2-3-1 ㉔）

（Kamata et al. 1996 a）。これらのブナの葉を食べたブナアオシャチホコの幼虫は、死亡率が高く（図 2-3-1 ㉕）、体サイズが小さくなった（図 2-3-1 ㉖）。2年連続で葉を摘むと、1年だけ摘んだのよりもより大きな誘導防御反応が起こった。大発生の後の3年たったブナでも、タンニン量は多く、若齢幼虫期の高い死亡率と体サイズの小型化を引き起こしていた。

動物の個体群の質に影響を及ぼす要因として maternal effects という仮説がある。

親世代が育った環境条件（餌条件など）が、子世代の質に影響を及ぼすというものである（Rossiter 1992）。Rossiter（1992）は大発生する主な森林食葉性昆虫8種類について、個体群の質の変動、maternal effects、餌の質の変動を検証した。その結果、マイマイガなど6種で maternal effects が認められた。ブナアオシャチホコでも maternal effects が認められている。大発生前の成虫の体サイズは、八甲田山と八幡平で有意な差は認められなかったのにもかかわらず（図 2-3-1 ㉗）、同じ条件下で飼育しても、大発生後の八甲田山のブナアオシャチホコは、ほかの場所のものに比べて体サイズが小さくなったのだ（Kamata et al. 1996 b）。

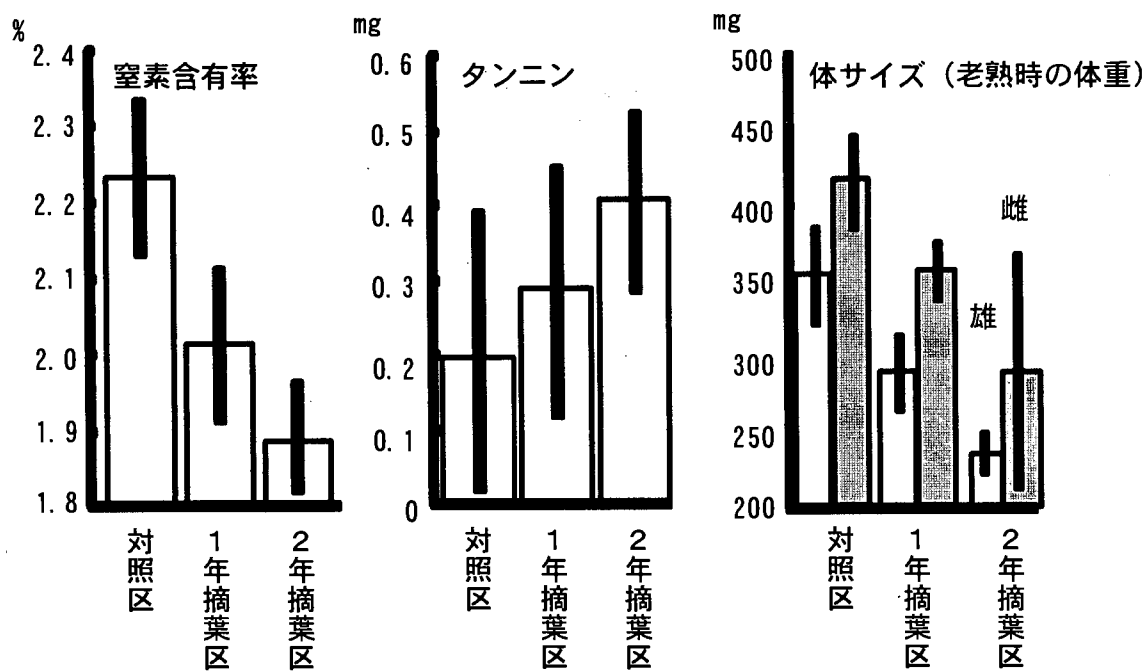


図 2-3-1 ㉕ 失葉を受けた翌年のブナの葉の窒素含有率とタンニン量とそれを食べたブナアオシャチホコの体サイズ (Kamata et al. 1996a を改変)
(2年連続で摘葉した区、1年のみ摘葉した区、まったく摘葉していない対照区を比較した)

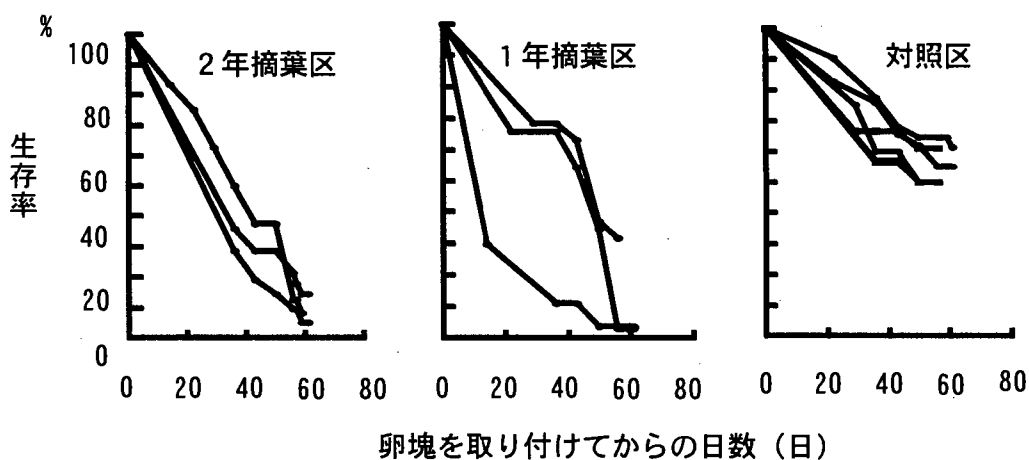


図 2-3-1 ㉖ 失葉を受けた翌年のブナの葉を食べたブナアオシャチホコ幼虫の生存曲線
(Kamata et al. 1996a より) (1993 年 6 月 30 日に孵化間近の卵塊を取り付けた)

これらの結果から、密度変動にともなうブナアオシャチホコの体サイズの変動は、次のようなメカニズムによって引き起こされているものと考えられた。大発生世代の体サイズの小型化は量的な餌不足や密度効果によって引き起こされている。しかし、大発生の終息後に餌量が十分にあるにもかかわらずすぐに体サイズが元に戻らないのは、ブナの誘導防御反応と、ブナアオシャチホコ個体群の遺伝的な要因の二つが組み合わさった maternal effects による結果と考えられた。

13) 周期的な密度変動を引き起こすものは何か？

多くの理論的研究によって、時間遅れの密度依存的な要因がはたらくこと（時間遅れの負のフィードバック）によって周期的な変動が引き起こされることが明らかにされている（May *et al.* 1974, Berryman 1987, Royama 1992）。時間遅れの負のフィードバックによって周期的な密度変動が引き起こされるメカニズムは次のようになる（図 2-3-1 ㉗）。密度増加とともにフィードバック作用が効きはじめ密度は減少をはじめますが、しばらくはフィードバック作用が強く働くために密度は減少を続ける。密度が低くなるとフィードバック作用は弱くなり、密度がふたたび増加に転じる。ブナアオシャチホコの密度変動要因を、密度依存性と時間遅れの有無、大発生しない場合でも有効に働くかどうか、という3つの観点から検討してみた。

鳥の捕食はブナアオシャチホコが大発生すると有効に働かなくなるために、高密度域では密度逆依存的に働いた。クロカタビロオサムシは密度依存的に働くが、ブナアオシャチホコが減少するとクロカタビロオサムシもすぐにいなくなってしまうために、時間遅れを有していなかった。結局、「時間遅れをもつ密度依存的な要因」として働いていたのは、サナギタケとブナの誘導防御反応だった。

「時間遅れ」にもいろいろと程度があり、1世代あとにだけ有効な性質もあれば、数世代効果が持続するような性質のものまでさまざまである。1世代後にのみ有効な時間遅れの密度依存的な要因によっても、8～10年の長い周期の変動が作り出されることはあるが、そのための条件が非常に厳しく、現実的には不可能に近い（Bjornstad *et al.* 1995）。長い周期の変動が起こりやすいのは、「時間遅れの効果が数世代にわたり長持ちする」場合である（Bjornstad *et al.* 1995）。サナギタケもブナの誘導防御反応もこの条件を満たしている。サナギタケは子実体から子嚢胞子が飛散して、広く土中の菌密度を高める。子実体は感染し

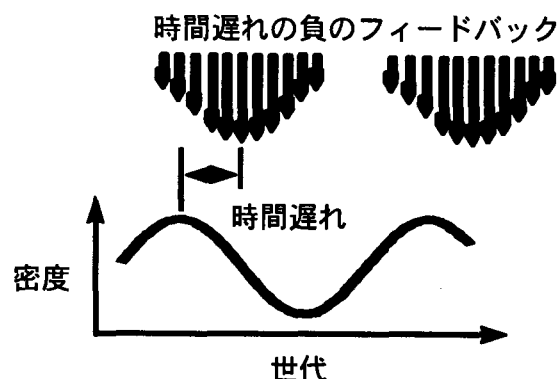


図 2-3-1 ㉗ 周期変動を引き起こす時間遅れの負のフィードバック
(時間遅れが大きいほど長い周期の振動が作り出されやすい)

た翌年の夏に発生するために、ブナアオシャチホコの密度が最大となる年の翌年にもっとも高い密度で子実体が発生する。ここで1年の時間遅れができる。あとは数年間かけて徐々に土壌中の菌密度が低下していくために、時間遅れが「長持ちする」というメカニズムである。ブナの誘導防御反応の場合は、長続きするメカニズムはもっと単純で、食害によって受けたダメージが数年かけて回復していくのである。

さて、周期的密度変動の主要因という観点に立ち戻ると、大発生しない場合には、密度変動に影響するほどの誘導防御反応は起こってなかった (Kamata *et al.* 1996 b)。すなわち、八幡平では 1993 年を密度のピークとして、94 年以降はブナアオシャチホコの幼虫密度が減少したが、ブナの葉に窒素量の減少やタンニン量の増加は認められなかった。また、ブナアオシャチホコの体サイズにも変化は認められなかった。大発生しない場所でも有効にはたらく「時間遅れのフィードバック」として、サナギタケがブナアオシャチホコの周期変動を引き起こす主要因と考えられた。

近年、個体群生態学の中で密度変動要因の複合体 (natural bioregulation complex) という概念が注目されている。これは、これまで個体群生態研究者が、動物や昆虫の密度変動をできるだけ数少ない要因で説明しようとしてきたことに対するアンチテーゼでもある。おのおのの要因が、密度変動の様々な局面でどのように働き、複合体全体としてどのように働いているのかを理解しようとするものである。そのような観点から、まとめたのが図 2-3-1 ㊸ である。大発生した場合にはサナギタケばかりではなくクロカタピロオサムシ、寄生バエなどが働いて、大発生世代の密度を引き下げようとする。その結果、羽化できる成虫数が少なくなり、次世代の卵数を減少させる。サナギタケやブナの誘導防御反応は、大発生終了後にもしばらく有効に働き続けるためにブナアオシャチホコの密度を低く抑えるのである。これらの効果が切れると、ブナアオシャチホコの密度は増加に向かう。一方、大発生しない場合には、有効に働くのは、サナギタケだけであり、したがって、ピーク世代から減少に向かう際の密度低下は、大発生した場合ほど急激にならない。サナギタケの効果は、大発生した場合と同じように、ピーク後も数年間持続し、その効果が切れると増加が始まるのである。

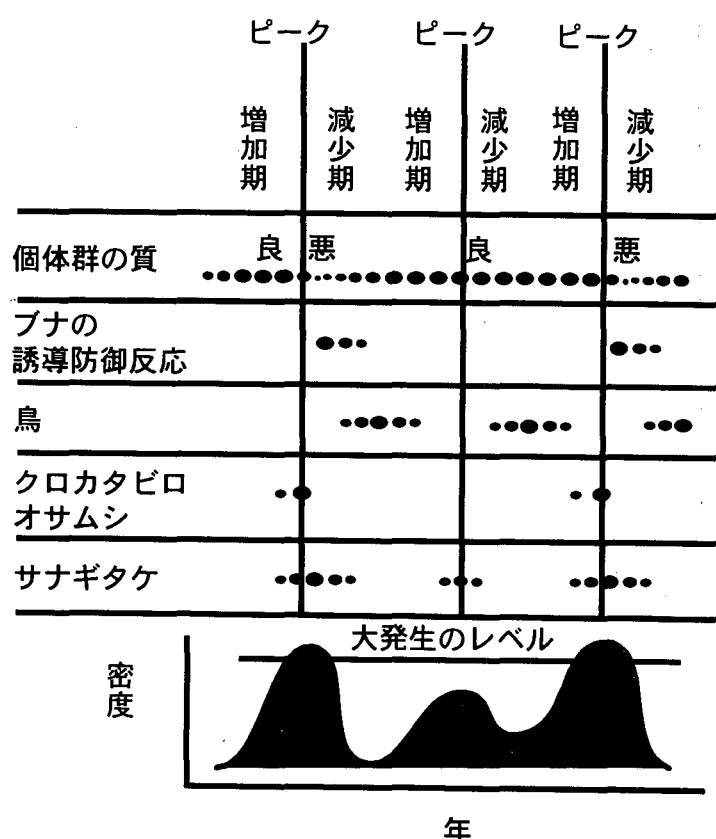


図 2-3-1 ㊸ 自然制御複合体 (natural regulation complex) の観点からみたブナアオシャチホコの密度変動要因のはたらき方 (Kamata et al. unpublished)

14) なぜ大発生は同調的に起こるのか？－気候の影響－

ブナアオシャチホコの個体群動態は、おおまかには 8～11 年の周期的な変動を繰り返す。しかし、密度変動のグラフを見ても、八甲田山と八幡平でピークは 3 年ずれている。このようなことが重なれば、各地で起こる大発生はバラバラになってしまう。それにも関わらず、過去 100 年近くにわたって大発生が同調的におきているのは、何か別の要因がはたらいて密度変動を揃えているのではないかと考えられる。地理的に隔離されたいくつかの個体群間で、密度変動や大発生が同調しているという報告は数多く知られている。このような同調性を引き起こす数多くのメカニズムが提唱されているが、これらは大きく 3 つに分けることができる。①大発生種の移動が同調性を引き起こす場合、②天敵種の移動が大発生の同調性を引き起こす場合、③広範囲にわたる気候変動の同調性が大発生の同調性を引き起こす場合、である。なかでも、もっともよく引き合いに出されるのが、広範囲にわたる気候変動の同調性である。

気候要因とブナアオシャチホコの大発生の関係を統計的に解析した。その結果、大発生の

前の数年間は、幼虫発育期の降水量が少ない傾向が認められた。降雨がどのようにブナアオシャチホコの個体群に影響を与えているのかについては、現在のところ3つの可能性が示されている。

① 幼虫に対する直接的な影響 (Kamata and Igarashi 1994 b)

降雨は幼虫の摂食行動を阻害する。若齢幼虫に対しては直接的な死亡を、終齢幼虫に対しては摂食量の減少による体サイズの小型化を引き起こす。

② ブナを通しての間接的な影響 (鎌田・五十嵐 1993)

軽度の水分ストレスを受けたブナは、窒素含有率が高くなり、それを食べたブナアオシャチホコは体サイズが大きく生存率も高くなる。

③ サナギタケを通しての間接的な影響

糸状菌であるサナギタケは土壤微生物として生活しているが、少雨・乾燥条件下では菌叢の発育が悪く、感染率も低くなる。

降水量の年次変動には、広域的な同調性が認められたため (図 2-3-1 ㉑) (鎌田・高木 1991)、大発生 of 広域的な同調性も、気候変動の同調性によって作り出されているものと考えられている。

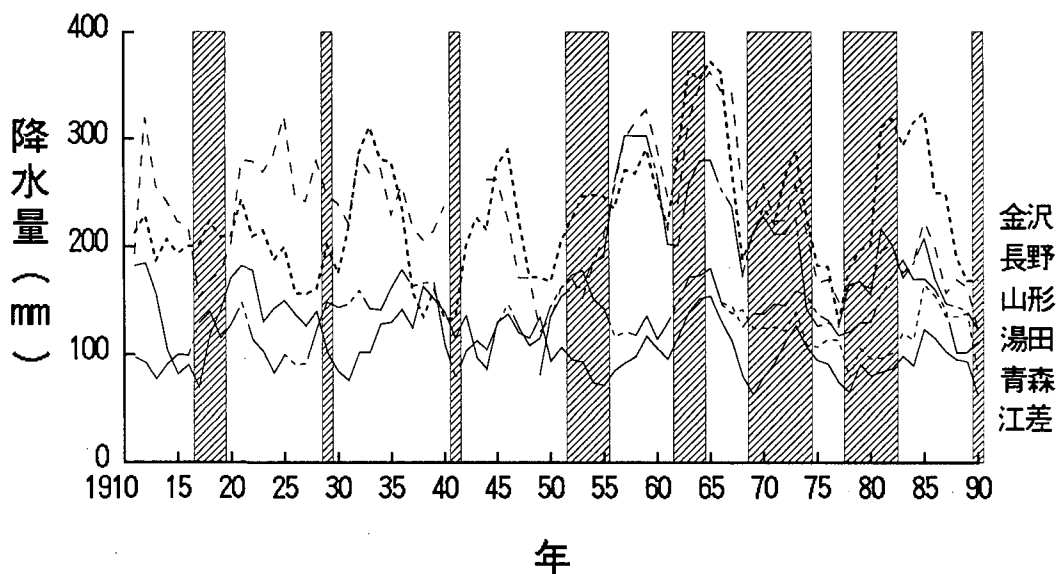


図 2-3-1 ㉑ 中部日本以北の6都市における7月の降水量の年次変動 (5点移動平均)
(鎌田・高木 1991 より)

15) 場所依存的な大発生—なぜ特定の場所で発生するのか?— (Kamata *et al*/unpublished)

ブナアオシャチホコの大発生はブナが垂直分布する中で、ある標高帯で標高差 200m の帯状に発生することが知られている。厳密な場所は大発生ごとに違うが、地域ごとに標高はほ

ば一定している。たとえば八幡平ではブナは 600～1,260m に分布しているが、大発生が見られるのは標高 900～1,100m のところである。八甲田山では 400～1,100m にブナが分布するうち、600～800m で大発生が見られる。また、地域的にみても大発生する場所は限られていて、八甲田山や八幡平では大発生しても、安比高原では大発生の記録がない。また、大発生の記録を調べると、東北地方北部から北海道でより頻繁に大発生が起きている。このように、ブナアオシャチホコの大発生には起こりやすい場所とそうでない場所がある。このような場所依存的な大発生の原因を探ってみた。まず、調査した 3 つの地域の幼虫密度から、大発生する場合は密度増加期の増加率が高いことが明らかになった（図 2-3-1 ㉔）。次に、GIS（地理情報システム）というソフトウェアを使って、八甲田山周辺で標高と植生と大発生の関係を調べると、他樹種（下はミズナラ、上はアオモリトドマツ）との混交度が低い場所で大発生する傾向が認められた（図 2-3-1 ㉕）。これは、生物群集の組成が単純になることに関係しているものと推測されたが、詳しいメカニズムは現時点では不明である。また、大発生の記録のある場所では、葉の窒素含有率が高くなる傾向も認められた。これらがどのように場所依存的な大発生と関係しているかは現時点では不明である。また、ひとつの場所でも 8～11 年周期でかならずしも毎回大発生が起こるわけではない。どのような場合に大発生して、どのような場合にしないのか、いかなる要因が関係しているのかを解明していく必要がある。

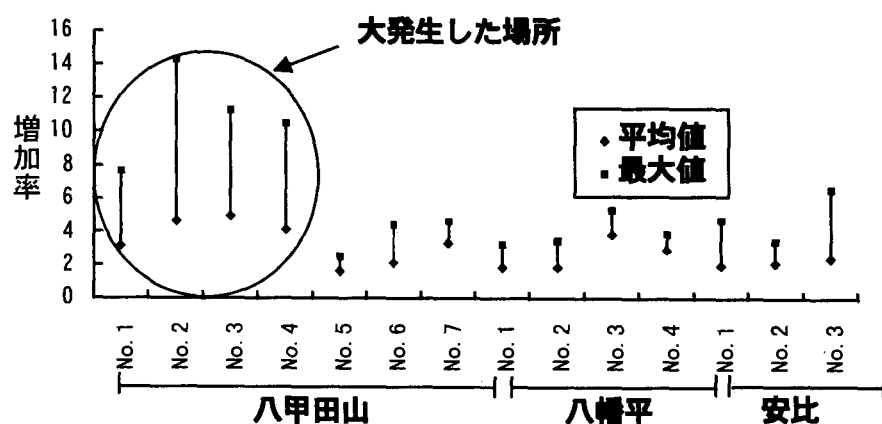


図 2-3-1 ㉔ ブナアオシャチホコの密度増加期の増加率と大発生の関係
(Kamata et al. unpublished)

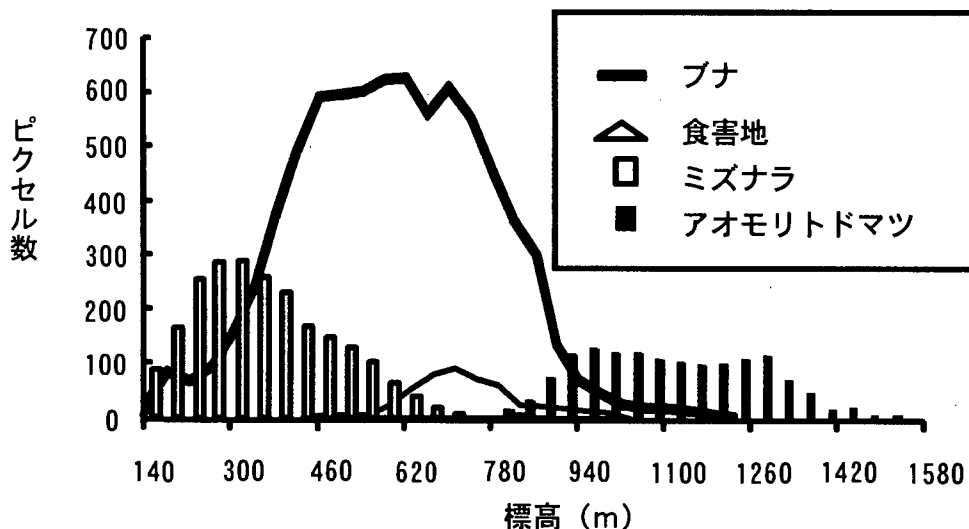


図 2-3-1 ㊦ 標高の変化にともなう植生の変化とブナアオシャチホコの大発生の関係
(Kamata *et al.* unpublished)

引用文献

- 青木 清 (1957) 昆虫病理学. 東京: 技報堂, 493p.
- Berryman, A. A. (1987) The theory and classification of outbreaks. In : Insect Outbreaks (P. Barbosa and J. C. Schultz eds.), San Diego, USA : Academic Press Inc., pp.3-30.
- Bjornstad, O. N., Falck, W., and Stenseth, N. C. (1995) A geographic gradient in small rodent density fluctuations: a statistical modelling approach. *Proc. R. Soc. London B* 262: 127-133.
- Edwards, E. D.(1996) Notodontidae. In: Checklist of the Lepidoptera of Australia (E. S. Nielsen, E. D. Edwards, and T. V. Rungsi eds.), *Monogr. Aust. Lepid.* 4pp.272-274,366-367.
- 江崎悌三・一色周知・六浦 晃・井上 寛・岡垣 弘・緒方正美・黒子 浩 (1958) 原色日本蛾類図鑑 (下).大阪: 保育社, 303p.
- Feeny, P. (1970) Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars. *Ecology* 51: 565-581.
- Fischlin A. and Baltensweiler, W. (1977) Systems analysis of the larch bud moth system. Part 1: the larch-larch bud moth relationship. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.* 52: 273-289.
- Gootschalk, K. W., Feicht, D. L., and Colbert, J. J. (1995) Tree mortality risk of oak due to gypsy moth. 100. In: Caring for the forest: research in a changing world (Abstract of invited papers, IUFRO XX World Congress)

- Glowacka-Pilot, B. (1974) Entomogenous bacteria and fungi occurring on caterpillars of the pine moth (*Dendrolimus pini* L.). *Prace IBL* 427 : 3- 60.
- 原田幸雄・秋山直司・山本顕司・城田安幸 (1995) ヨトウガ蛹を用いたサナギタケ (*Cordyceps militaris*) 子実体の人工培養. 日菌報 36: 67-72.
- Haukioja, E. (1980) On the role of plant defences in the fluctuation of hervivore populations. *Oikos* 35 : 202-213.
- 五十嵐正俊 (1975) ブナの食葉性害虫ブナアオシャチホコ. 林試東北支場たより 162: 1-4.
- 五十嵐正俊 (1982) ブナアオシャチホコの生態. 日林東北支誌 34: 122-124.
- 五十嵐正俊・鈴木一生 (1980) 岩木山に大発生したブナアオシャチホコ. ぞうりんあおもり 175: 4-9.
- 井上 寛・杉 繁郎・黒子 浩・森内 茂・川辺 湛 (1980) 日本産蛾類大図鑑. 東京：講談社, 966+552pp.
- 鎌田直人 (1994) シャチホコガ科ブナアオシャチホコ. 森林昆虫 総論・各論 (小林富士雄・竹谷昭彦 編), 東京: 養賢堂, pp. 295-299.
- Kamata, N., and Igarashi, M. (1995 a) Diurnal change of the adult behavior, daily oviposition, and influences of temperature on adult emergence and light trapping data of the beech caterpillar, *Quadricalcarifera punctatella* (Motschulsky) (Lep., Notodontidae). *J. Appl. Ent.* 119: 177-184.
- Kamata, N., and Igarashi, M. (1995 b) Relationship between temperature, number of larval instars, larval growth, body size, and adult fecundity of the beech caterpillar, *Quadricalcarifera punctatella* (Lep., Notodontidae): interpretation as a cost-benefit trade-off. *Environ. Entomol.* 24: 648-656.
- 鎌田直人・五十嵐 豊 (1990) 八甲田山でブナアオシャチホコが大発生！予測されていた大発生—個体群動態と発生予測の考え方. 森林総研東北支所たより 347: 1-3.
- 鎌田直人・五十嵐 豊 (1991) ブナアオシャチホコの生態 (IV) —終齢幼虫の背線の色は何で決まるか？—. 日林東北支誌 43: 133-135.
- 鎌田直人・五十嵐 豊 (1993) ブナアオシャチホコの長期の動態を支配する要因 (Ⅲ) —灌水頻度を変えたブナを与えたブナアオシャチホコの生長—. 日林東北支誌 45: 75-77.
- 鎌田直人・五十嵐豊 (1994 a) 1994 年岩木山におけるブナアオシャチホコの大発生の特徴と新知見. 東北昆虫 32: 7-14.
- 鎌田直人・五十嵐 豊 (1994 b) サナギタケ *Cordyceps militaris* Link の子実体の発生時期. 日林東北支誌 46: 35-36.

- Kamata, N., and Igarashi, Y. (1994 a) Problems in estimating the density of larval beech caterpillar, *Quadricalcarifera punctatella* (Motschulsky) (Lep., Notodontidae), using frass drops by modification of the Southwood- Jepson's method. *J. Appl. Ent.* 118: 92-99.
- Kamata, N., and Igarashi, Y. (1994 b) Influence of rainfall on feeding behavior, growth, and mortality of larvae of the beech caterpillar, *Quadricalcarifera punctatella* (Motschulsky) (Lep. Notodontidae). *J. Appl. Ent.* 118: 347-353.
- Kamata, N., and Igarashi, Y. (1995 a) An example of numerical response of the carabid beetle, *Calosoma maximowiczii* Morawitz (Col., Carabidae), to the beech caterpillar, *Quadricalcarifera punctatella* (Motschulsky) (Lep., Notodontidae). *J. Appl. Ent.* 119: 139-142.
- Kamata, N., and Igarashi, Y. (1995 b) Synchronous population dynamics of the beech caterpillar, *Quadricalcarifera punctatella* (Motschulsky): rainfall is the key. PP. 452-473. In: Behavior population dynamics and control of forest insects. Haine, F.; Salom, S. M.; Ravlin, W. F.; Payne, T.; Raffa, K. F. (eds.) The Ohio State University, Wooster, Ohio.
- Kamata, N., and Igarashi, Y. (1996) Seasonal and annual change of a folivorous insect guild in the Siebold's beech forests associated with outbreaks of the beech caterpillar, *Quadricalcarifera punctatella* (Motschulsky) (Lep., Notodontidae). *J. Appl. Ent.* 120: 213-220.
- 鎌田直人・五十嵐 豊・舟越日出夫 (1990) 八甲田山におけるブナアオシャチホコの被害について. 森林防疫 39: 174-177.
- 鎌田直人・五十嵐 豊・楨原 寛 (1991) クロカタビロオサムシの生態 (I) -生活史と成虫の飛翔行動-. 日林東北支誌 43: 139-140.
- Kamata, N., Igarashi, Y., and Ohara, S. (1996 a) Induced response of the Siebold's beech (*Fagus crenata* Blume) to manual defoliation. *J. For. Res.* 1: 1-7.
- Kamata, N., Igarashi, Y., and Ohara, S. (1996 b) Defoliation of *Fagus crenata* affects the population dynamics of the beech caterpillar, *Quadricalcarifera punctatella*. pp. 68-85. In: Dynamics of forest herbivory: quest for pattern and principle. Mattson, W. J.; Niemela, P.; Rousi, M. (eds.) U.S.F.S. Gen. Tech. Rept. NC-183.
- Kamata, N., Sato, H., and Shimazu, M. (1997) Seasonal changes in the infection of pupae of the beech caterpillar, *Quadricalcarifera punctatella* (Motsch.) (Lep., Notodontidae),

- by *Cordyceps militaris* Link (Clavicipitales, Clavicipitaceae) in the soil of the Siebold's beech forest. *J. Appl. Ent.* 121: - .
- 鎌田直人・高木勇吉 (1991) ブナアオシャチホコの長期の動態を支配する要因 (I) - 気温・降水量の変動パターンとの関係 -. 日林東北支誌 43: 136-138.
- Kamata, N., and Yanbe, T. (1994) Frass production of last instar larvae of the beech caterpillar, *Quadricalcarifera punctatella* (Motschulsky) (Lep., Notodontidae), and method of estimating their density. *J. Appl. Ent.* 117: 84-91.
- 鎌田直人・五十嵐正俊・金子繁・菱谷文雄 (1989) ブナアオシャチホコの食害に伴うブナ的大量枯損とその後の経過. 森林防疫 38: 144-146.
- Kobayashi, Y. (1941) The genus *Cordyceps* and its allies. *Science Reports of The Tokyo Bunrik a Daigaku Section B* 84: 104-113.
- Liebholt, A. M., Kamata, N., and Jacob, T. (1996) Cyclicity and synchrony of historical outbreaks of the beech caterpillar, *Quadricalcarifera punctatella* (Motschulsky) in Japan. *Res. Pop. Ecol.* 37: 87-94.
- Maruyama, K., and Toyama, Y. (1987) Effect of water stress on photosynthesis and transpiration in three tall deciduous trees. *Jpn. J. For.* 69: 165-170.
- May, R. M., Conway, G. R., Hassel, M. P., and Southwood, T. R. E. (1974) Time delays, density dependence and single species oscillations. *J. Anim. Ecol.* 43: 747-770.
- Montgomery, M. E., and Walner, W. E. (1988) The gypsy moth: a westward migrant. 353-373. In: A. A. Berryman (ed) *Dynamics of forest insect populations*. Pulmen, New York
- 中臣謙太郎 (1984) 蛾の幼虫の見分け方. 東京: ニューサイエンス社, 97p.
- 小川睦・山家敏雄・横沢良憲 (1983) ブナアオシャチホコに寄生するサナギタケ (*Cordyceps militaris* Link) の生理的性質. 日林東北支誌 35: 122-125.
- 小川睦・山家敏雄・横沢良憲 (1984) ブナアオシャチホコに対するサナギタケ (*Cordyceps militaris* Link) の接種試験. 日林東北支誌 36: 229-231.
- 林業試験係 (1919) 「ぶな」、「いぬぶな」林の害虫「べなしゃちほこ」に就て. 青森林友 44: 1-2.
- Rossiter, M. C. (1992) The impact of resource variation on population quality in herbivorous insects: a critical aspects of population dynamics. In: *Effects of resource distribution on animal-plant interactions*. (Hunter, M. D., Ohgushi, T. and Price, P. W. eds). New York, USA: Academic Press, Inc. pp.13-42.

- Royama, T. (1992) Analytical Population Dynamics. Chapman and Hall, London.
- 佐藤大樹・島津光明・鎌田直人 (1994) ブナアオシャチホコ大発生世代蛹期の死亡要因－新潟県妙高における事例－. 日林関東支誌 45: 75-76.
- Sato, H., Kamata, N., and Shimazu, M. (1997) Aerial infection of *Cordyceps militaris* Link (Clavicipitales: Clavicipitaceae) against larvae of *Quadricalcarifera punctatella* (Motschlsky) (Lepidoptera: Notodontidae). Appl. Ent. Zool. 32: 249-252.
- 柴田勲弑 (1983) スギドクガ. 林業と薬剤 84: 12-19.
- Sota, T. (1985) Limitation of reproduction by feeding condition in a carabid beetle, *Carabus yaconinus*. Res. Popul. Ecol. 27: 171-184.
- Sota, T. (1987) Mortality pattern and age structure in two carabid populations with different seasonal life cycles. Res. Popul. Ecol. 29: 237-254.
- 静岡大学環境研究会 (1989) 天城山のツツジ類とブナの保護：天城山系におけるアマギツツジ等の衰退の原因究明及び保全対策の検討調査報告書. 静岡：静岡大学理学部生物学教室, 70p.
- 杉繁郎 (1994) ブナに加害するナナスジナミシャク (紹介/New Paper). 蛾類通信 181: 92.
- 杉繁郎・山本光人・中臣謙太郎・佐藤力夫・中島秀雄・大和田守 (1987) 日本産蛾類生態図鑑. 東京: 講談社, 453p.
- 田邊裕美・鎌田直人 (1996) 水分ストレスに対するブナとミズナラの反応の中間報告 (雪の何が2種の分布に影響しているのか?に対する一仮説). 日本生態学会第 43 回大会講演要旨集: 185.
- 寺本憲之 (1993) 日本産鱗翅目害虫食樹目録 (ブナ科). 滋賀県農業試験場研究報告別号 1: 185p.
- 富樫一次 (1984) ブナを食する蛾類. 蛾類通信 129: 59-62.
- 浦本昌紀 (1964) 野生鳥類の生息環境に関する研究. 山階鳥研: 1-63
- 山家敏雄・五十嵐正俊 (1983) ブナ林に大発生したブナアオシャチホコとサナギタケについて. 森林防疫 32: 2-6.
- 由井正敏 (1976) 東北地方各種森林の繁殖期鳥類群集. 日林東北支誌 28: 199-201
- 由井正敏 (1983) 森林性鳥類の群集構造解析 (Ⅲ). 山階鳥研報 15: 19-36.
- 由井正敏 (1988) 森に棲む野鳥の生態学. 東京: 創文, 237p.
- 由井正敏 (1991) ブナ林の動物－鳥類－. ブナ林の自然環境と保全 (村井宏・山谷孝一・片岡寛純・由井正敏編), 東京: ソフトサイエンス社, pp.193-205.

2-3-2 カシノナガキクイムシ

1) 総 論

近年、本州日本海側のナラ類や、九州南部のカシ類・シイ類が集団枯損する現象が発生している。これらの枯損木にはほとんど例外なく、カシノナガキクイムシと呼ばれるナガキクイムシ科の昆虫が穿入しており、地際部には本種の出した白い木屑が多量に降り積もっている（写真 2-3-2①）。本種は外見上緑葉のついた生立木に穿入していることから、このカシノナガキクイムシがナラ類やカシ類の集団枯損に強く関連があると言われている。

ところがナガキクイムシ科甲虫は一般的には健全木には加害せず、主に衰弱木や伐倒木に穿入する昆虫であるといわれている。そのためカシノナガキクイムシは、外見上は健全でもすでに衰弱しているナラ類に二次的に穿入しているのみで、本州におけるナラ類集団枯損の真の原因は他の病原菌とする説や（野淵、1992, 1993a, b）、気象害やその他の理由で枯損現象が起きているという説がある。従って現段階でナラ類の集団枯損を、カシノナガキクイムシによる被害と言い切ることは困難であり、カシノナガキクイムシのみを考慮した防除法や異常発生時の緊急マニュアル等を提唱することは不可能である。そこで今回はナガキクイムシ科を概観した後、カシノナガキクイムシに関するこれまでの研究事例を収集し検討することによって、今後の真の枯損メカニズムの解明、及び防除法の開発に寄与することを目的として、とりまとめを行うものである。

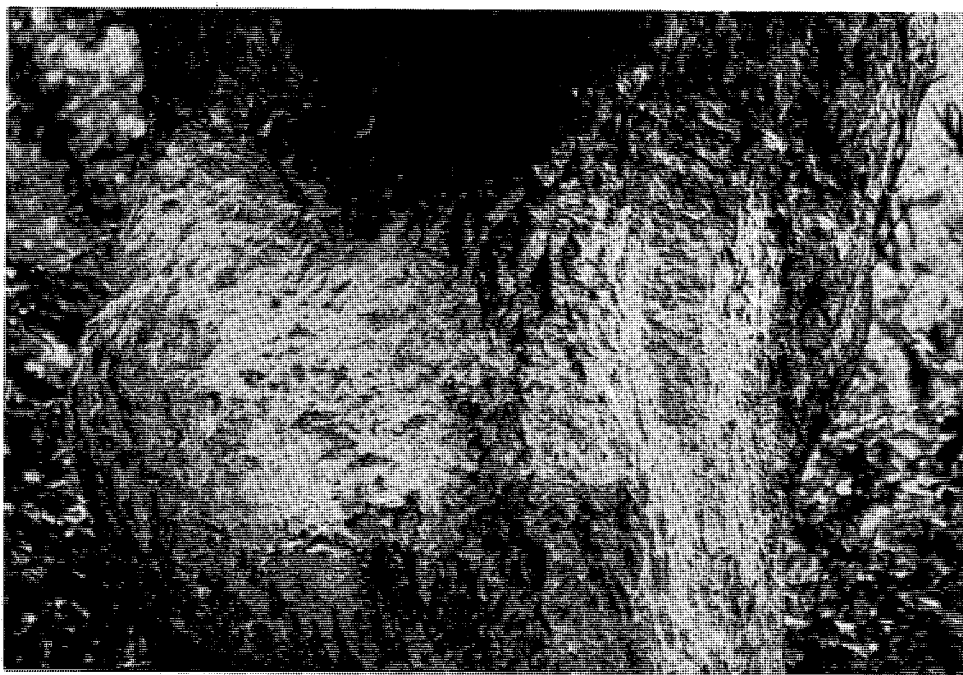


写真 2-3-2① フラス

(1) ナガキクイムシ科の概要

i 分類

ナガキクイムシ科は、古くはクイムシ科の中の1亜科にされていたが、今世紀初頭独立科に格上され、クイムシ科とともにクイムシ上科に入れられてきた。しかし Crowson (1955) は、クイムシ科とナガキクイムシ科の幼虫がゾウムシ科幼虫と形態で区別できないことから、両者をゾウムシ科に併合した。その後、Morimoto (1962) が成虫の腹部や交尾器など内部形態からナガキクイムシ科とクイムシ科をゾウムシ科同等の独立科としてゾウムシ上科に入れた(森本編, 1986)。現在ではこの分類体系が国際的に主流になっているが、一部の地域ではゾウムシ類関連の論文にナガキクイムシ科甲虫の発表が見られることがある。

類似した習性を持つクイムシ科とはより細長く円筒形であることから容易に区別されるが、詳細には頭部が前胸背とほぼ等幅で大きく露出し、複眼は丸くやや中高に隆起していること、ふ節は非常に長く腹部腹板は自由に動くことなどの点で、区別可能である(野淵, 1992)。

ii 分布と種類

この科の甲虫は、熱帯・亜熱帯に種類が多く、一部は温帯まで分布している。アフリカ及び東南アジアを起源として世界の記載種は現在約 1,000 種であるが(Schedl, 1972)、熱帯地域の調査が進めばかなりの追加種があるものと考えられる。日本からは3属 18 種が知られており(表 2-3-2①)、これらの穿入樹種は一般に幅広く多犯性で、おもに広葉樹を加害するがまれに針葉樹に穿入する場合もある。雄は材への入り口である穿入孔付近にすることが多いので雌よりも採集される機会が多く、種によって特徴の現れやすい上翅斜面部によって同定されることが多い。

表 2-3-2① 日本産カシノナガキクイムシ科

Family Platypodidae ナガキクイムシ科

Subfamily Diaporinae トゲナガキクイムシ亜科

Genus *Diapus* Chapuis, 1865 トゲナガキクイムシ属

Diapus aculeatus Blandford, 1894 トゲナガキクイムシ

Subfamily Platypodide ナガキクイムシ亜科

Genus *Crossotarsus* Chapuis, 1865 オオナガキクイムシ属

Crossotarsus concinnus Blandford, 1894 ヒゴナガキクイムシ

C. emancipatus Murayama, 1934 マルオナガキクイムシ

C. externedentatus (Fairmaire, 1850) ソトハナガキクイムシ

C. fairmairei Chapuis, 1865 フェアメルナガキクイムシ

C. flavomaculatus Strohmeier, 1912 キバネナガキクイムシ

C. niponicus Blandford, 1894 ヤチダモノナガキクイムシ

C. simplex Murayama, 1925 カシノコナガキクイムシ

Genus *Platypus* Herbst, 1793 ナガキクイムシ属

Platypus calamus Blandford, 1894 ヨシブエナガキクイムシ

P. contaminatus (Blandford, 1894) タブノナガキクイムシ

P. hamatus Blandford, 1894 カギナガキクイムシ

P. kiushuensis Murayama, 1936 キュウシュウナガキクイムシ

P. lewisi Blandford, 1894 ルイスナガキクイムシ

P. modestus Blandford, 1894 チュウガタナガキクイムシ

P. quercivorus (Murayama), 1925 カシノナガキクイムシ

P. severini Blandford, 1894 シナノナガキクイムシ

P. solidus Walker, 1858 トガリハネナガキクイムシ

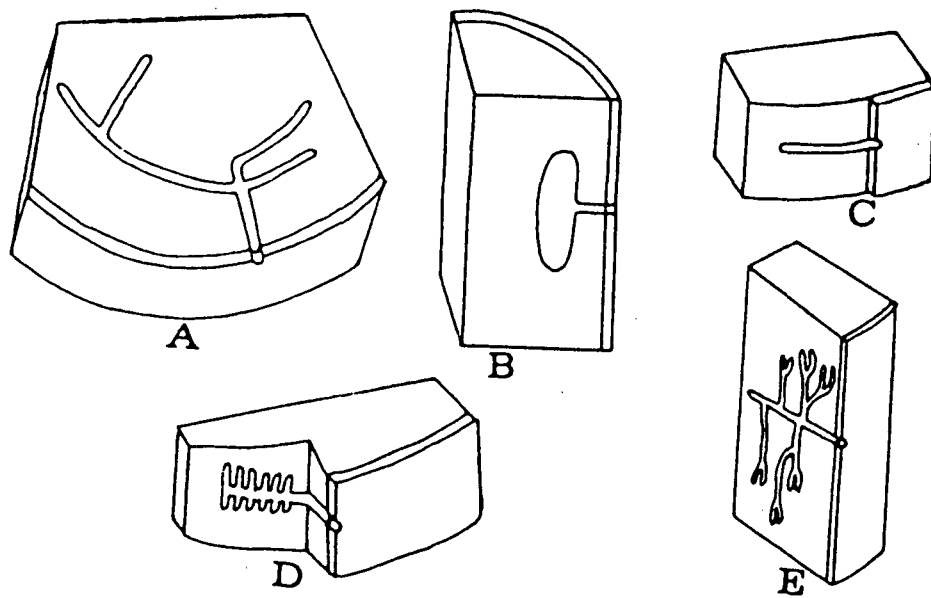
P. taiwansis Schedl, 1960 タイワンアカキクイムシ

iii 形態

体長は 2.8~6.5mm、一般にキクイムシよりも大きい。細長い円筒形で両側縁は平行する。色彩は光沢のある淡褐色から暗褐色であり、体毛は疎で細かい。頭部は大きく背面から明瞭に認められ、口吻を形成せず、前頭はほぼ平坦で正中線は黒ずんだり隆起するか、あるいは凹む。触角の中間節は4節、球桿部は1節からなり、卵形で短剛毛を不規則に備える。大きさは中庸で強固に曲がり、先端は尖る。複眼は前縁に凹みを欠き分割されることはない。前胸背は円筒形で側縁は前脚腿節の接する部分が弱く幅広く凹み、折り畳まれた前脚が収まるようになっている。背面は平滑で点刻され基半部には黒変するか弱く凹んだ中央線をそなえ、この両側に密な微細点刻からなる斑紋や小孔をそなえる種類が多い。これらは *mycetongia* または *mycangium* (pl.*mycangia*) と呼ばれる孢子貯蔵器官で (Batra, 1963)、雌雄によって形状を異にし欠くこともある。上翅の点列部は明瞭な条溝となるか、その一部が消失する種類もある。雄の斜面部は後方あるいは下方に伸びる各種の突起をそなえ、種の重要な指標となっているが雌ではこれらの突起を欠いて単純に丸まり、剛毛を密生する種類が多い。後胸腹板は非常に長く腹部の2倍以上の長さがある。脚は細長くふ節の第1節は第2~5節を合わせたものより長い。腹部は短く5環節が認められ、それぞれ自由に動かすことができる。

iv 習性

ナガキクイムシ科は全て養菌性キクイムシ類で一夫一妻性の習性を持ち、成虫は分散飛翔の際に孢子貯蔵器官にアンブロシア菌と総称される共生菌を取り込み運搬する。新たな営巣場所を求めて飛翔し、好適な状態の穿入木を選定すると樹皮の割れ目等より穿孔し始める。その後材部深くに坑道を掘り進み、その壁面に持ち込んだ共生菌を繁殖させて幼虫はこれを摂食して生育する。親虫は子虫が成虫になるまで子虫の養育と巣の管理を行う。孢子貯蔵器官は存在する場所によって6型に大別されるが (Francke-Grosmann, 1963)、ナガキクイムシの場合、口腔貯蔵器官・前胸背貯蔵器官・基節窩貯蔵器官の3型が確認されている。坑道型は長梯子孔または梯子孔と呼ばれる共同生活型である (図 2-3-2①)。



A : 水平分枝孔 B : 材質共同孔 C : 樹皮下共同孔
D : 梯子孔 E : 長梯子孔

図 2-3-2① 養苗性キクイムシ類の食痕

V 被害情報

ナガキクイムシ類は一般に伐採丸太の害虫であり、林業的にはブナ丸太、スギ・ヒノキ、広葉樹の良質材、ラワン材などの輸入材などに穿孔してピンホールと呼ばれる坑道を形成し、材質劣化害虫として問題にされ、坑道から木材腐朽菌の進入を促進している。しかし一部のナガキクイムシには生立木に穿孔する種類が知られており、明らかに健全な樹木を加害する種として、アフリカの *Trachyostus ghanaensis* Schedl と、東南アジアの *Dendroplatypus impar* Schedl が知られている。また緑葉を持ってもすでに衰弱している樹木に穿入する種としては、アフリカの *Doliopygus dubius* Sampson、フィジーのソトハナガキクイムシ (*Crossotarsus externedentatus* Fairmaire) と、フィジーナガキクイムシ (*Platypus gerstaeckeri* Chapuis) が報告されている (野淵、1979, 1993b)。しかしこれらの種による被害は、ほとんどが材質劣化が問題となるのみで、ナガキクイムシに穿入されても樹木の生育にはほとんど影響がない。またオーストラリア (タスマニア) では、ナンキョクブナ的一种 (*Nothofagus cunninghamii*) が *Chalara australis* 菌によって枯損する病害が発生しており、この菌をカシノナガキクイムシと同属の *Platypus subgranosus* Schedl が媒介すると考えられたが (Howard, 1973)、その後の研究で、本

種が穿入するよりも前に病原菌に侵されていることが判明し、ナガキクイムシの坑道は菌の侵入を容易にするかもしれないが、病原菌の媒介者としてはあまり重要ではないことが明らかになっている (Kile and Hall, 1988)。

(2) カシノナガキクイムシの分類・分布・形態

本種は 1921 年に宮崎県綾北のアラカシ、イチイガシおよびマテバシイと越後の不明樹種から採集された標本に基づき、*Crossotarsus* 属の新種として村山醸造によって記載され、その後に *Platypus* 属に移されて、現在学名は *Platypus quercivorus* (Murayama) が用いられている。分布は、日本では本州、四国、九州、沖縄で、そのほか台湾、インド、ジャワ、ニューギニア等東南アジアに広く分布している (野淵, 1993a, b)。

成虫の体長は雄が 4.5mm 前後、雌が 4.7mm 前後と若干雌が大きい中型のナガキクイムシである。色は光沢のある暗褐色で、細長い円筒形をしている (写真 2-3-2②)。雄の前胸背はやや長方形で背面基部に短い中央線をそなえるが、小孔や点刻群を欠く。上翅は側縁の基方 3 分の 2 まで平行し、その後先端に狭まり、第二列間部は斜面の開始点で強く突出し、第 3 列間部では後方に短く突出する。これより外側の列間部は合体して後端の出張りを形成する。雌の前胸背の中央線周辺に心臓形の平坦部があり、5~10 個の黒線で囲まれた円孔をそなえており、これが孢子貯蔵器官と考えられ、アンブロシア菌と総称される共生菌を運搬している。上翅斜面部は雄に見られるような突起を欠き単純となる。卵は白色からクリーム色で楕円から卵形。幼虫も白色からクリーム色で口器は褐色に色づいており、皺のよった円筒形であるが初期の幼虫は多少扁平である。蛹は白色で成虫よりわずかに大きく腹節の回転運動で移動可能、前胸背の模様で蛹後期には雌雄の判断ができるようになる (写真 2-3-2③)。

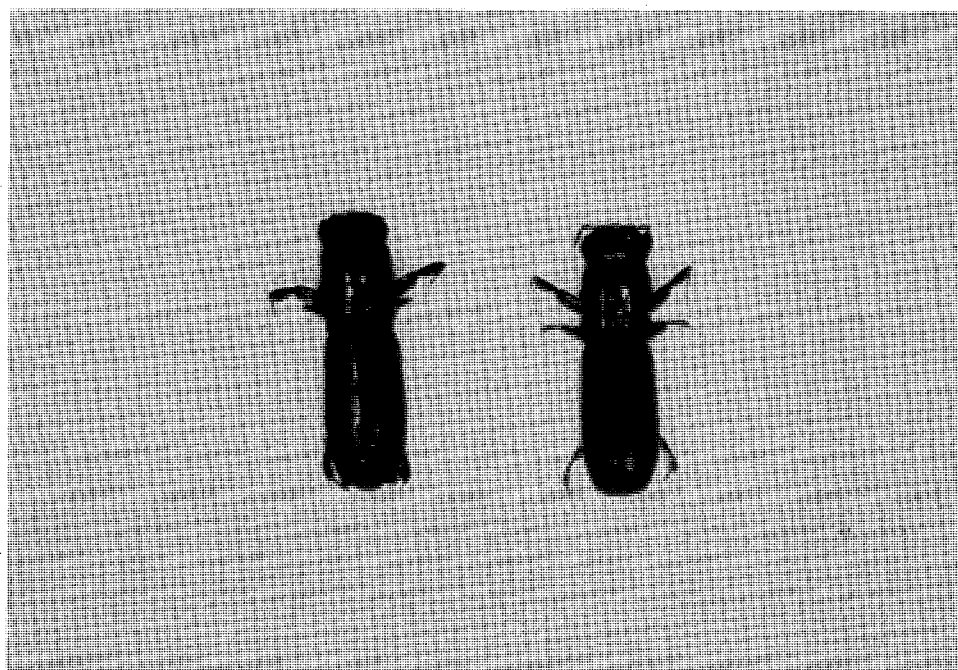


写真 2-3-2② 左がメス



写真 2-3-2③ 右より卵、若齢幼虫、終齢幼虫、蛹

(3) カシノナガキクイムシの生活史

i 羽化脱出および分散飛翔

新成虫が次の穿入木を求めて坑道から脱出してくる時期の調査は、枯損木のネット架けによる羽化トラップや網室への搬入等によって行われている。

新成虫の羽化脱出の開始時期は、5月から7月初旬まで場所・年によってかなり変動するが、一般に本州では6月頃に始まる（図 2-3-2②）。最盛期は6月から8月にかけてで、初発日から3～4週間のうちにかなりの個体が脱出するが、10月すぎても発生は終わらず、脱出はかなり長期にわたる（井上ら，1992，1994；佐藤ら，1993；牧野ら，1994）。ただし気候によっては明確な発生のピークを持たないこともある。これらの初発日やピーク時期の違いは、それぞれの年度や地域といった大きな環境の相違に加えて、単木の立地条件、即ち、斜面の方向、日当たり等によって同一林分内でも引き起こされると考えられる。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
幼 虫	+	+	+	+	+	+	-					
蛹					-	+	+	-				
成 虫					-	+	+	+	+	-		
卵						-	+	+	+	+	-	
幼 虫						-	+	+	+	+	+	+

図 2-3-2② カシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*) の生活史 (1992-1993)

飛翔特性や発生活長の調査では誘引トラップが有効に用いられる。誘引剤に固形エタノールを用いた誘引器を、立木を利用して1 m、3 m、5 m の3つの高さ別に、一方は林縁に、もう一方は林内に設置して、発生活長の季節変化や日周変化を調査した（衣浦ら，1994；Kinuura, 1995a）。その結果、雌雄を比較すると雄の方が若干発生が早く誘引器で捕獲されるようになるため、初捕獲日からの累積個体数の性比を見ると、初期の発生ほど性比は雄側に偏っていたが、徐々に雌の比率が増加し、最終的にはほぼ完全な1：1となった（図 2-3-2③）。これらは雄が先に穿入木に飛来して穿孔し、その後に雌の飛来を待つ本種の行動特性と関連していると思われた。また雄は雌よりも集中的に発生する傾向が見られた（図

2-3-2④)。

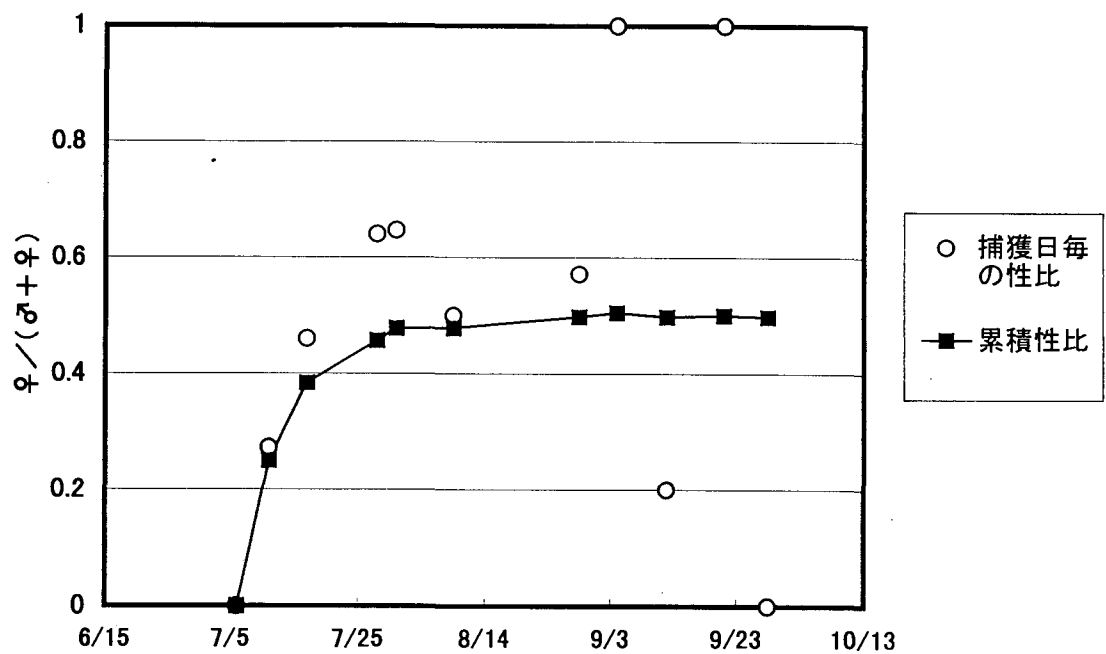


図 2-3-2③ 誘引器で捕獲された成虫の性比 ('94 年)

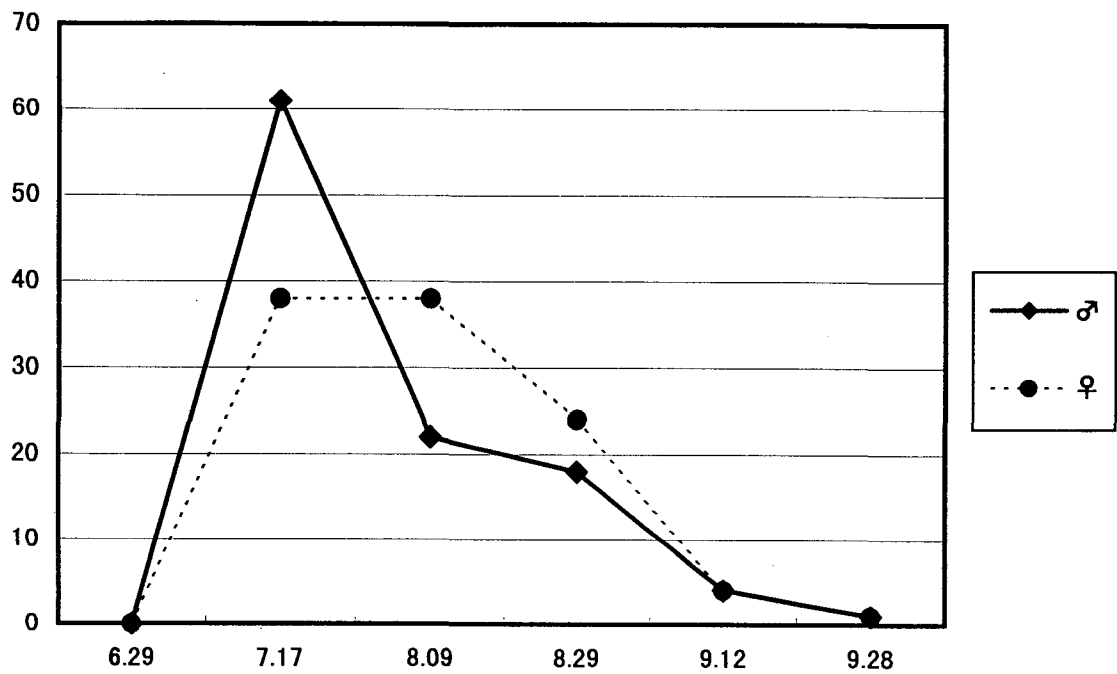


図 2-3-2④ カシノナガキイムシの発生消長 ('94 年)

誘引トラップによって捕獲されるカシノナガキクイムシの性比は、1 : 1であり、また羽化トラップによる捕獲されるものの性比もほぼ1 : 1である。種によってはミカドキクイムシのように、産卵性比が1 : 1であるにもかかわらず、誘引トラップによって採集した性比が、かなり雌に偏り、実際の性比と誘引トラップによる性比と異なる場合があるが(kinuura et al, 1991)、カシノナガキクイムシの場合、両者に差がないことから雄と雌の間での、エタノールによる誘引効率は同程度であると考えられる。

次に高さ別の季節変動を見ると(図 2-3-2⑤)、発生初期には最も低い1 mに捕獲される個体が多く、発生中後期には3 mに多く捕獲されるようになった。雌雄では採集され易い高さにはほとんど差が無かったが、林縁と林内では異なり、林内においては低い方に(1 mと3 m)、林縁においては高い方(3 mと5 m)に捕獲された個体が多かった(図 2-3-2⑥)。全体では、林内で採集された個体数は林縁の約2倍であった。カシノナガキクイムシは、材の直径と穿入密度との間に正の相関が認められており、枝条部よりも樹幹部、根株部に集中的に穿入する種であることから、捕獲個体数は下のトラップほど多くなることが予想された。しかし林縁部では上部、林内では下部で多く捕獲されたことから、林内では穿入に好適な場所を探すために低い所を飛翔しており、他の林分へ移動・分散するために開けた空間を飛翔する場合には、高い所を飛翔すると考えられた(衣浦, 1994a, 1995b)。

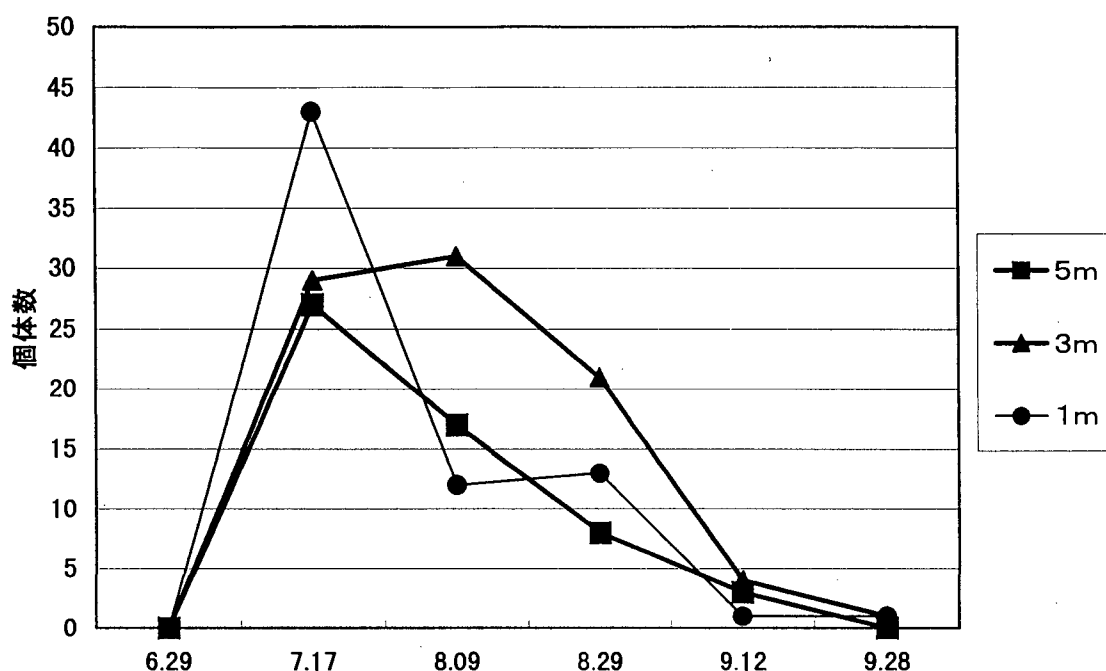


図 2-3-2⑤ 高さ別捕獲数季節変化 ('94 年)

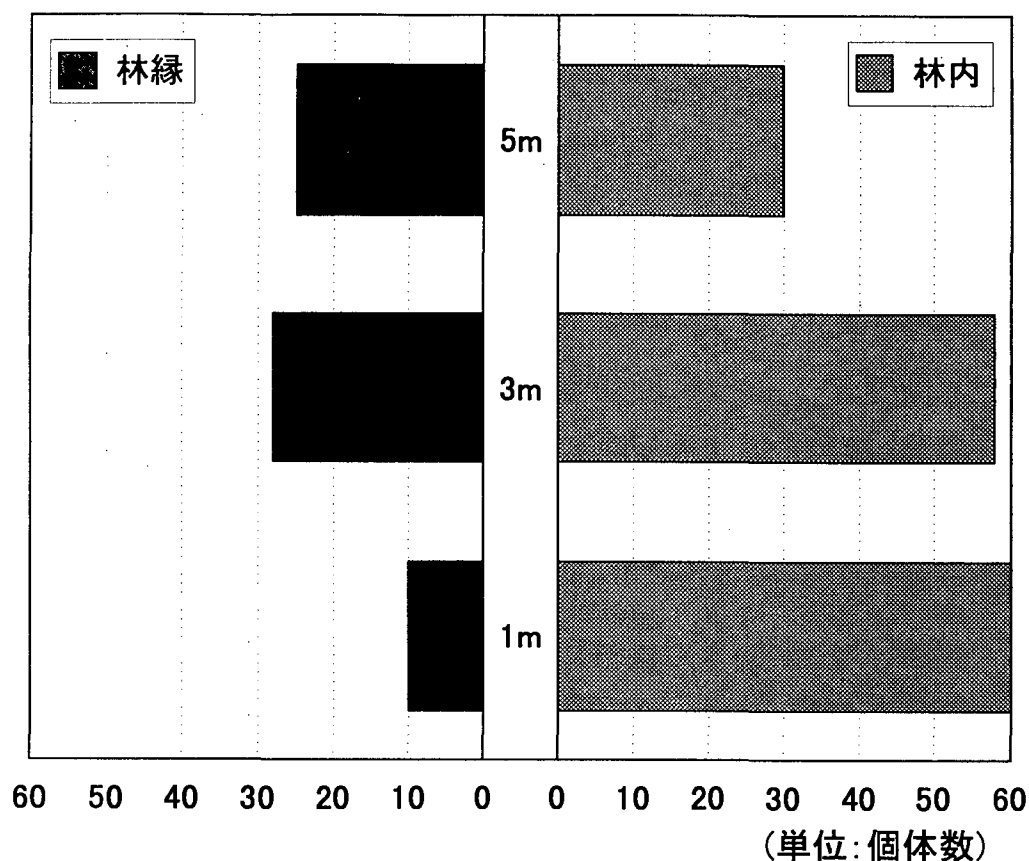


図 2-3-2⑥ 高さ別捕獲数 (林縁、林内)

飛行時間帯については、他のほとんどのナガキクイムシが薄暮性・夜行性と言われ、夕刻に飛行し多くの種類がライトトラップで捕獲されるのに対し（野淵，1980）、カシノナガキクイムシは、夜明け後から約2時間までの間に分散飛行を行う独特の行動様式を持っている（吉田ら，1994）。発生のピーク時期に羽化トラップによって詳細に調査すると、基本的には明け方に飛行するものの天候や気温によって左右され、最低気温が18℃を下回る場合や多量の降雨がある場合は、飛行開始が日の出時刻よりも数時間遅れたり飛行しない場合もあった（表 2-3-2②）。照度にも影響を受け、1,000lux でほとんどの個体が活発な行動をするのに対し、0.1lux 以下の照度では飛行行動する個体はいなかった（衣浦、未発表）。また、誘引トラップによる調査でも午前6時～9時の間に捕獲された個体が最も多かったことから、羽化脱出時刻と分散飛行時刻は同じと考えられるが、両者の時期には若干のずれがあることから、外界に出てから新たに穿入するまでに何らかの活動をしている可能性があるが、内容に関しては現在のところ不明である。

表 2-3-2② カシノナガキクイムシ発生消長

1996年7月	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	29日	30日
4:30-5:00	3	5	0	11	0	0	0	0	2	0	14	16	23
5:00-5:30	101	53	0	43	26	3	0	0	5	5	15	36	17
5:30-6:00	0	65	20	27	47	12	0	0	10	17	5	7	5
6:00-6:30	5	12	45	11	9	29	9	0	6	8	2	1	1
6:30-7:00	0	9	22	5	5	5	4	0	2	5	0	0	0
7:00-7:30	0	0	11	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0
7:30-8:00	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00-8:30	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0
8:30-9:00	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
最高気温	26.4	27.4	30.5	25.6	23.1	25.0	19.5	26.6	28.2	32.3	31.2	32.0	29.3
最低気温	20.9	19.9	18.1	19.6	20.0	18.6	18.1	18.5	20.5	21.9	22.1	22.3	21.6

ii 穿入・交尾・発音行動

飛び立った雄の成虫は、新たな穿入木となる候補木を見つけると樹皮上に舞い降りてくる。とりついた雄は樹木表面を探索しながら歩き回り、穿入するのに好適と判断した場合、樹皮の割れ目等から坑道を掘り始める。しかし多くの場合、穿入場所を決定するまでにはかなりの時間を費やし、また一度決めて穿入しかけてからもそれを中止して、次の候補場所または候補木を求めて再び移動する場合もある。一般に小径木よりも大径木を好み、単木的にも樹幹上部よりも地際の太い部分に多く穿入する（Hijii et al, 1991：ナラ枯れプロジェクトチーム, 1997）。

わずかに坑道を掘り、粉状で褐色のフラス（虫糞と木屑）を排出し穿入しはじめた雄は自分の体長の2～数倍程度掘った後、雌の飛来を待つ。このとき雄の受け入れ準備が十分でない場合、雌が飛来しても外敵が接近したときと同様の排除行動、即ち鞘翅斜面部によって穿入孔を塞ぐような行動をとる。受け入れる場合、雄は一旦外に出て雌を自分の掘った坑道に導き、雌の体が半分程度入った状態で上になり交尾を行う。この際、集合フェロモン等の化学的信号や摩擦音等の音声信号が、雌雄間のコミュニケーションに関係することが示唆されている。

発音行動に関しては、キクイムシ類の発音器官は、キクイムシ科では翅鞘－腹部背板型（*Dendroctonus* 属、*Hylastes* 属など）、喉線－前胸腹板型（*Scolytus* 属など）、頭頂－前胸背型（*Ips* 属の一部の種など）の、3タイプ認められており、すべて2つの器官の摩擦

によって発音している (Barr, 1969)。ナガキクイムシ科では *Platypus* 属の3種について、翅鞘-腹部背板型であることが明らかにされている (Ytsma, 1988)。また管ビンやネット等に捕獲されたカシノナガキクイムシの活発な個体は、雌雄共に普通の人が耳を澄ませた場合に聞こえる程度の、断続的でリズムカルな "chirp" 音を盛んに発する。そこで発音活動を観察するために、鋭指向性コンデンサーマイクとMDレコーダーを用いて、発生する音と体の振動部分、発音の有無などを観察した。また走査型電子顕微鏡で翅鞘裏表面や喉線や前頭部を観察した (衣浦, 1994b)。その結果、カシノナガキクイムシの場合、喉線も頭頂も平滑でやすり状の摩擦部は観察されなかった。雌雄共に左翅鞘先端の会合線沿いに、やすり状構造が観察されたが、右翅鞘の同じ部分には見られなかった。斜面部の裏付近の "Wing guides" と呼ばれる部分には雌にのみ、やすり状構造が見られた。腹部第7背板の前縁中央には、雌ではT字型に雄ではより単純に縁取られた隆起部分が観察されたが、雌雄共発音し、左翅鞘を除去した個体は発音しなかった (表 2-3-2③)。これらのことから、左翅鞘先端会合線沿いのやすり状部分と、腹部第7背板の前縁中央の隆起部分との摩擦振動によって、発音していると考えられた (写真 2-3-2④a, b)。

表 2-3-2③ カシノナガキクイムシの発音の有無

保持した部位	前胸背	前肢	中肢	後肢	左翅鞘	右翅鞘
♂	○	○	○	○	×	○
♀	○	○	○	○	×	○

除去した部位	左翅鞘	右翅鞘
♂	×	○
♀	×	○

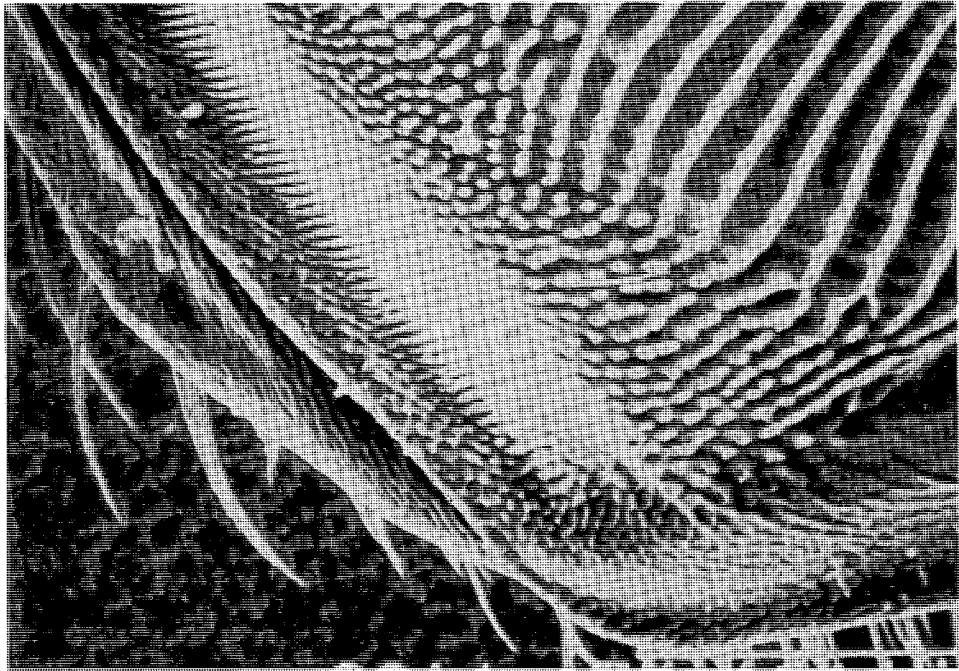


写真 2-3-2④a やすり部分

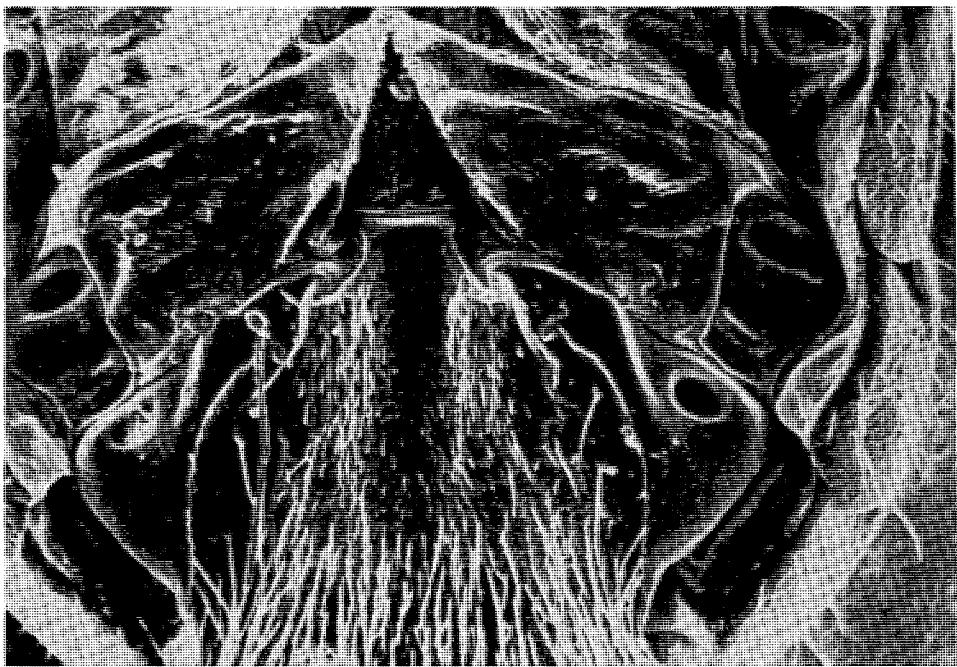


写真 2-3-2④b 腹部第7背板

iii 坑道形成・産卵

穿入孔の上で交尾した後、雌成虫に続いて雄成虫も坑道に入り、両者で材の中心部に向かって年輪を横切り掘り進む。坑道は辺材と心材の境界付近まで達すると、今度は年輪に沿って湾曲し水平孔と呼ばれる坑道を掘り進む。さらに逆の水平方向または垂直方向に数回分岐し、長梯子孔と呼ばれる坑道を形成する（図 2-3-2⑦）。この時に排出される木屑は、白色の微細な繊維状である。

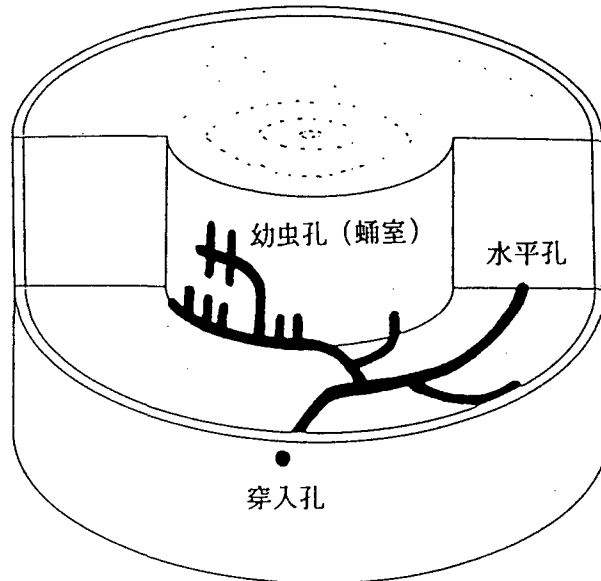


図 2-3-2⑦ カシノナガキクイムシの坑道

坑道型成中雌成虫は、自らが孢子貯蔵器官に入れて持ち込んだ共生菌の孢子を坑道内壁に接種し、続いて産卵を行う。孵化した幼虫は、この共生菌の繁殖した菌糸や孢子を摂食して生育し、雌成虫自身もこの共生菌を摂食して産卵を続けていく。そのため産卵数と雌体重との間に負の相関は見られない（図 2-3-2⑧）。一方雄成虫は、普段は穿入孔付近にいて坑道内のフラスの排出等の清掃・換気や、雨滴や天敵などの侵入の防御を行う。

産卵期間は非常に長く、初期に産卵した個体が終齢幼虫に育ってもなお産卵を続ける上に、非破壊的調査が不可能なため産卵数の把握は非常に困難であるが、最大で 50～60 個体の次世代を確認していることから、穿入した材の条件が良ければ通常 60 以上の産卵が可能と考えられる。卵の大きさは $0.7 \times 0.5 \text{ mm}$ で重さは $2.5 \times 10^{-5} \text{ g}$ で、肉眼でも確認することができる。

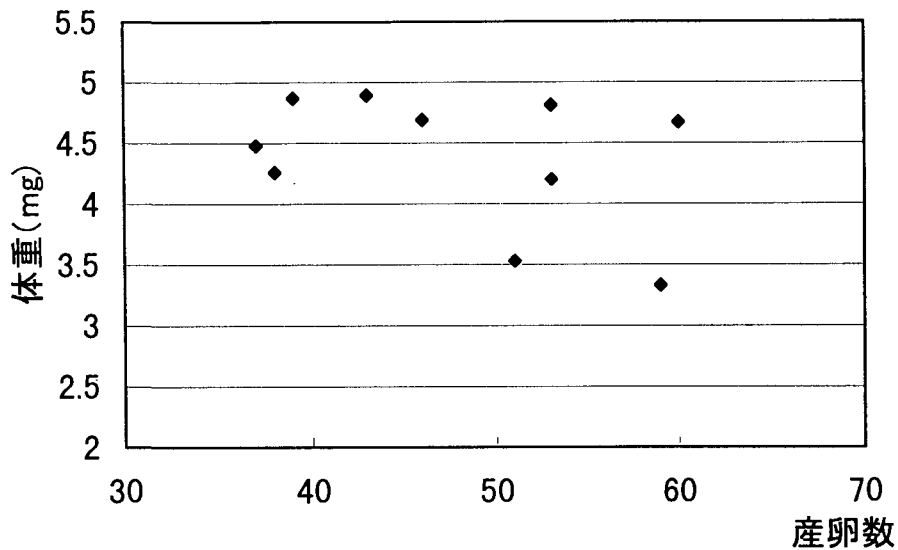


図 2-3-2⑧ 産卵数と雌成虫体重

iv 幼虫・蛹・新成虫

孵化した幼虫は、坑道の壁面に繁殖しているアンブロシア菌を摂食して生育しながら脱皮を繰り返し、比較的短期間で終齢幼虫になる。幼虫の頭幅の頻度分布より幼虫期間は5齢と考えられる（図 2-3-2⑨）。終齢幼虫の期間が最も長く、体重成長もこの時期に起こり最大で $5 \times 10^{-3} \text{g}$ を越えるまで生育する。その後、水平孔から垂直方向（繊維方向）に掘り進み幼虫室（後の蛹室）を形成する（写真 2-3-2⑤）。多くの個体は、このまま各々の幼虫室内で越冬するが、一部の個体は秋までに羽化し、そのまま成虫で越冬する。このことから温度条件によって成虫越冬もしくは幼虫越冬と考えられる。また幼虫室内ではなく水平孔内で越冬し、翌春になってから幼虫室をつくる個体も、かなり見られる。

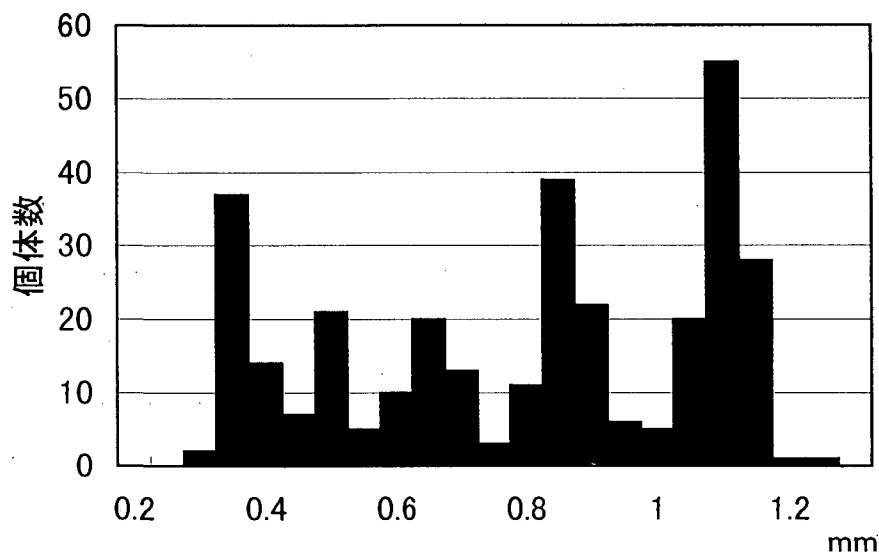


図 2-3-2⑨ 幼虫の頭幅

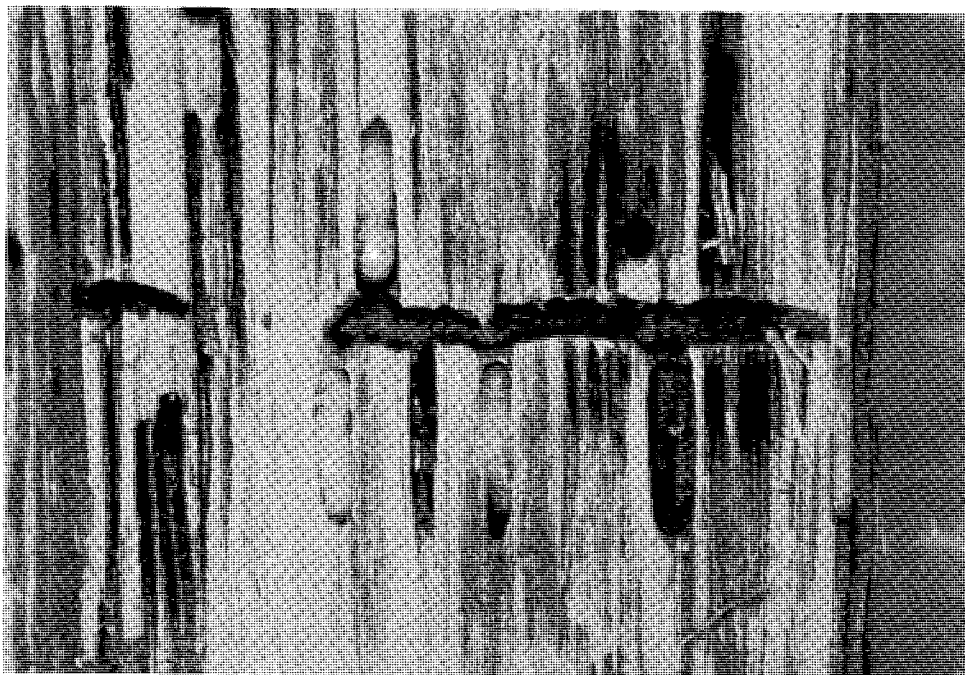


写真 2-3-2⑤ 幼虫室

春から初夏にかけて休眠からさめた幼虫は順次、幼虫室内で蛹化・羽化する。蛹期間はほぼ1週間で、徐々に複眼から翅鞘・前胸背と褐色に色づいてくる。羽化の時は腹節を回転運動させて脱皮する。新成虫の羽化脱出数は、材每また坑道毎にばらつきが大きい、平均すると1孔当たり10頭弱であり（末吉，1990b：末吉ら，1990b：牧野ら，1994：佐藤ら，1993）、繁殖率は高くはないが、材内生存率はそれほど低くはないと考えられる。

2) 各地域における被害状況等の概況

(1) 全国での概況

i 被害発生地域

現在、ナラ類の集団枯損が発生している地域は、九州を除き、すべて日本海側である（図 2-3-2⑩）。これらの被害地のなかで、記録に残っている最も古い被害は、1935 年頃より始まった宮崎・鹿児島におけるカシ類の大量枯損である（熊本営林局，1941）。その後 1948 年から 57 年にかけて兵庫県で発生し（松本，1955）、続いて 1959 年に山形県温海町（斉藤，1959）、1973 年には新潟県の朝日村で記録された（山崎，1978）。最近では福井県、滋賀県、京都府、鳥取県、島根県でも新たな被害が発生している（伊藤，1992：伊藤ら，1993）（図 2-3-2⑪）。また 1996 年には福井県境から石川県にも広がったようである（私信）。

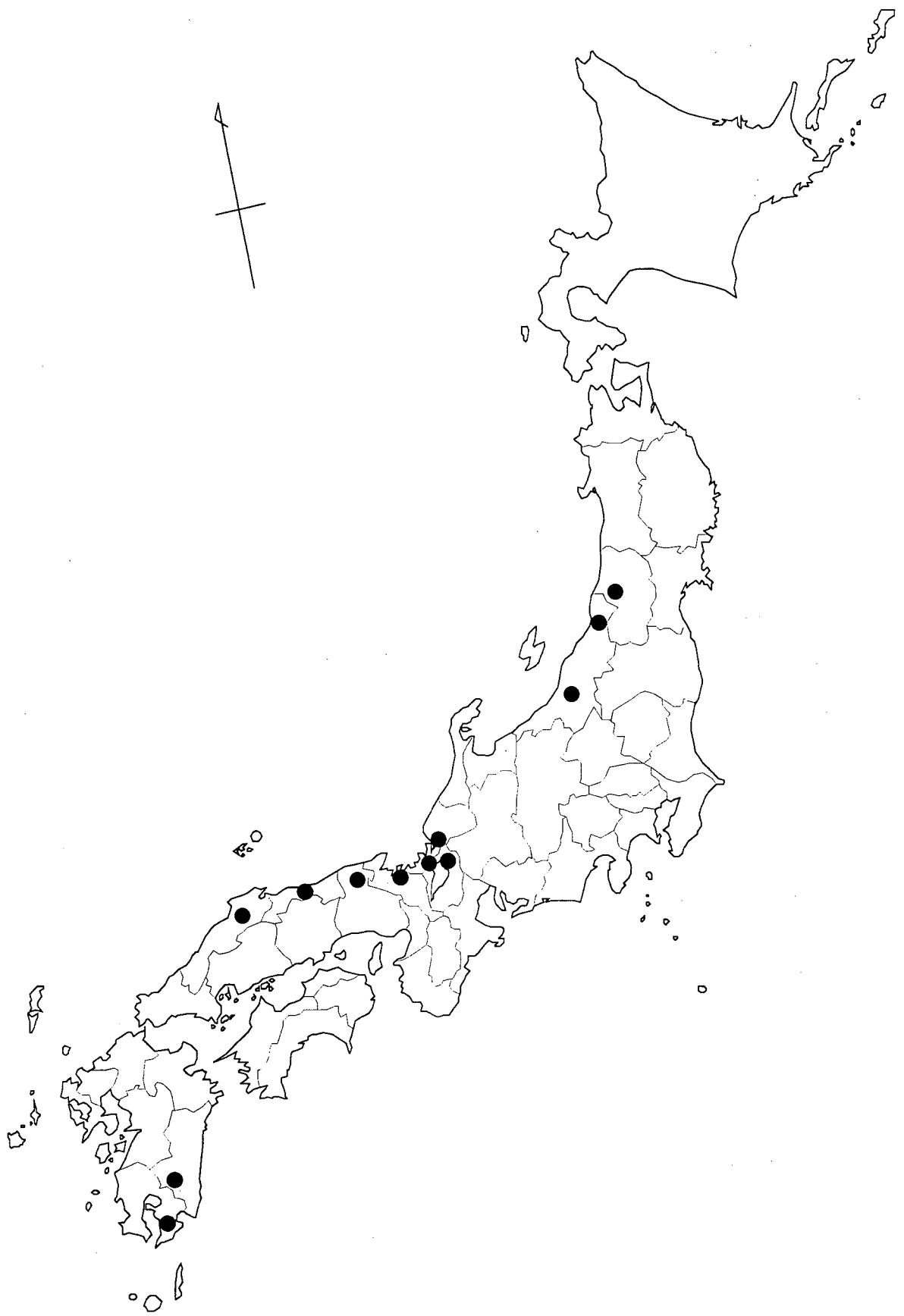
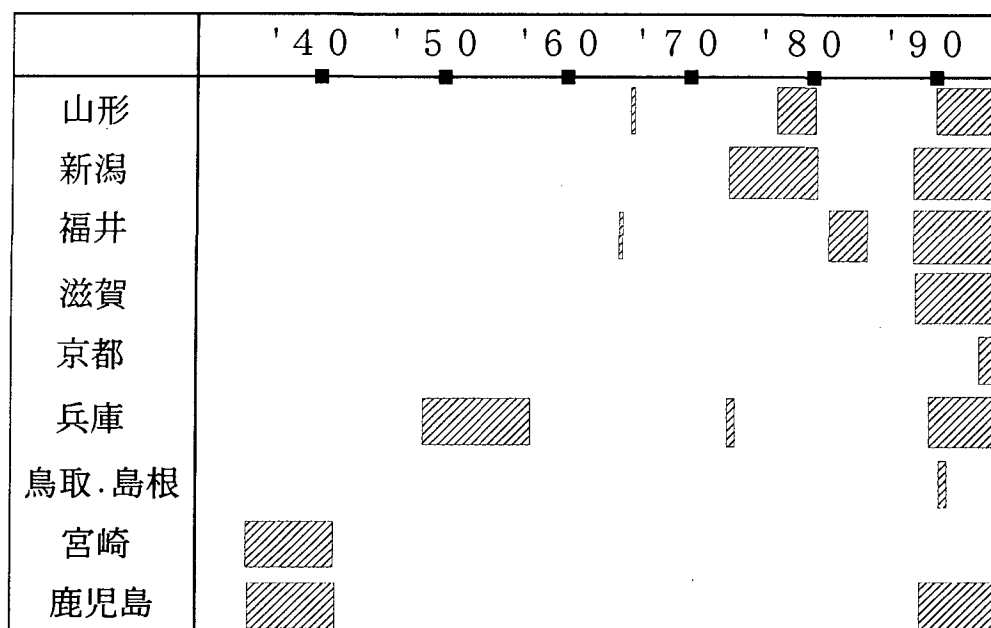


図 2-3-2⑩ 集団枯損発生地域



※ 被害地は同一とは限らず、継続年も不正確である。

図 2-3-2⑪ 各県における過去の被害報告（私信を含む）

ii 被害樹種

山形ではコナラ、ミズナラが主で、次いでクリであるが（石山，1993：斉藤，1959）、新潟・福井・滋賀では、コナラとミズナラのみである（伊藤，1992：伊藤ら，1993：布川，1993）。兵庫では過去の被害ではコナラ、ミズナラが主で、その他まれに、クリ、シデ、ブナ等も穿入を受けたが、現在の被害はミズナラが主でまれにコナラも穿入される（松本，1955：塩見，1994）。九州の過去の被害では、イチイガシ、ウラジロガシ、アカガシ、アラカシ、ツクバネガシ、マテバシイが主で、近年の鹿児島ではその他にイタジイ、タブノキ、ヤブニッケイ、ヤマザクラ、イイギリ、イスノキ、クスノキ、サザンカ、ミズキに、宮崎ではホソバタブ、シラカシにも穿孔が認められている（熊本営林局，1941：佐藤ら，1992：末吉，1990a：末吉ら，1990a）。これらより、被害樹種は本州ではナラ類、九州ではシイ・カシ類と大別することができると思われる。

iii 被害推移

一度被害が発生すると、その地域である程度周期的に被害が発生する傾向が見られる。

日本海側における被害拡大様式は、林分単位で見ると、ポツポツとした単木的な被害発生から、急速に枯損が広がり2～3年で約半数が枯死した後は、3～4年ではほぼ終息していくのが共通した傾向のようである。即ち、被害が次々と無被害地域へと拡大する一方で、過去の被害地域は終息していくと思われる。個体でみた場合、3タイプあり、1）健全木

にカシノナガキクイムシが穿入し、その年に枯死する。2) カシノナガキクイムシの穿入を受けてもその年には枯れずに、その後さらに穿入を受けたあとで枯死する。3) カシノナガキクイムシの穿入を受けるが枯死しない。このうち1は非常に少なく、2のタイプが約半数である（伊藤，1992；伊藤ら，1993）。ただし近年の九州の被害はカシノナガキクイムシが穿入するのみで枯損するものは少ないようである。

iv 枯損木の特徴

7月から9月にかけて、カシノナガキクイムシの多量の穿入を受けた個体のうち、葉に退色が認められるものがでてくる。次に木の上部または一部に枯れが見られるようになり、全体の葉が萎凋・褐変して、異常が確認されてから1～2週間で急激に枯死に至る。枯死直後は他の樹種の緑が最も濃い時期のため、赤褐色の枯損木は非常に目立つが、落葉期には健全木と見分けがつかなくなる。ところが枯損木の枯れ葉は、翌年までかなりの期間落ちずに残っているため、逆に冬期に入るとある程度当年度の枯損木を判別することができるようになる。

枯損木を伐倒して観察すると、心材部から辺材部にかけて放射状に不規則な変色が見られ、この変色域の拡大程度に応じて通水機能は低下する（黒田ら，1993, 1996）。

これらの観察結果から、枯死の直接の原因は導管部の通水障害と考えられる。

(2) 東北地方における被害と生態

i 山形県内の被害地の拡大状況

現在残っている記録によれば、昭和34年に温海町でミズナラ、コナラに発生したのが最初で、それ以前については不明である。その後、昭和40年代に温海町に隣接する朝日村大島地区で発生した記録があり、昭和50年代に入ってから、朝日村と櫛引町でミズナラ、コナラに発生が見られた。昭和52年に朝日村滝ノ沢で発生し昭和54年には拡大して朝日村熊出・越中山、櫛引町鳥類草沢・松根でも見られるようになり、被害区域面積は1,920haに及んだ。その後一旦は収まったが平成2年朝日村のごく小さな区域に被害が発生して以来、平成3年では朝日村越中山・三栗屋・上名川・下名川・行沢で見られ被害区域面積は528haと推定され、平成4年では同地域で被害が拡大し806haに達し（佐藤ら，1993）、平成8年では朝日村周辺の一市二町にも被害が拡大し、枯損本数13,700本、被害区域約1,400haになった（図2-3-2⑫，ナラ枯れプロジェクトチーム，1996）。

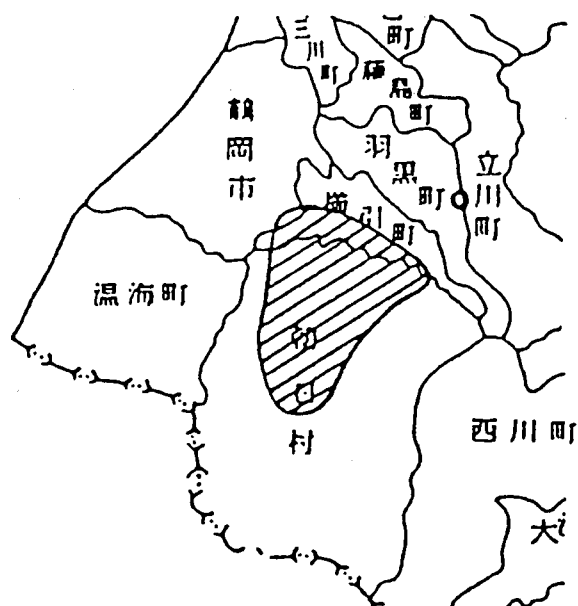


図 2-3-2⑫ 山形県内の被害発生地域

ii 健全ナラ類のモニタリング調査

調査は枯損発生地域の朝日村上名川地区で行った。カシノナガキクイムシが穿入しておらず、外見上、明らかに健全と思われるミズナラ、コナラの中径木、小径木を各 10 本選び、4 月から 10 月まで継続的にカシノナガキクイムシの穿入状況を調査した。その結果、小径木（胸高直径 7～10cm：平均 9cm）と、中径木（胸高直径 15～27cm：平均 20.6cm）で小径木では 1 本に、中径木では 6 本に新たな穿入が確認された（表 2-2-2④）。健全と思われるナラに穿入したことから、カシノナガキクイムシは、生立木に加害する可能性があると思われた（佐藤ら，1993）。

表 2-3-2④ 外見健全ナラ類への穿入本数

月	4	5	6	7	8	9	合計
小径木 10 本 直径 7～10 cm	0	0	0	0	1	0	1
中径木 10 本 直径 15～27 cm	0	0	0	5	1	0	6

iii カシノナガキクイムシと穿入木

山形県朝日村の激害林分と微害林分において 0.1ha (50×20m) の試験区を設けて、カシノナガキクイムシの穿入量とナラ類の直径分布との関係を調査した。その結果、直径が大きい木ほどカシノナガキクイムシの穿入量が多くなっており (図 2-3-2⑬)、単木的に見ても樹幹部よりも地際部により多く穿入していた。次に穿入を受けた樹木の枯損程度と、直径分布との関係を見ると、直径の大きいもののほど枯れる割合が高く、カシノナガキクイムシの穿入量と同様の傾向が見られた (図 2-3-2⑭)。即ち多量の穿入を受けたナラ類は枯損しやすい傾向にあり、また激害地と微害地の比較によって、大径木から小径木に徐々に被害が広がっていく傾向があった。さらにカシノナガキクイムシ穿入量と枯損程度との関係を見てみると、多量に穿入を受けた木が必ずしも枯死するわけではないが、穿入を受けずに枯死した個体は 1 本を除き全く見られなかった (表 2-3-2⑤)。

表 2-3-2⑤ カシノナガキクイムシ穿入量とナラ類の枯損程度

微害地					激害地				
	—	+	++	合計		—	+	++	合計
健全	53.6	23.2	9.0	85.8	健全	12.6	42.3	14.0	68.8
萎凋	0.0	1.0	9.5	10.6	萎凋	0.0	7.0	8.4	15.5
枯死	0.5	1.5	1.5	3.6	枯死	0.0	7.9	7.9	15.8
合計	54.1	25.8	20.1	100.0 (%)	合計	22.6	57.2	30.2	100.0 (%)
				(129.3本／0.1ha)					(107.5本／0.1ha)
—：なし ＋：1孔／100cm²未満 ＋＋：1孔／100cm²以上									

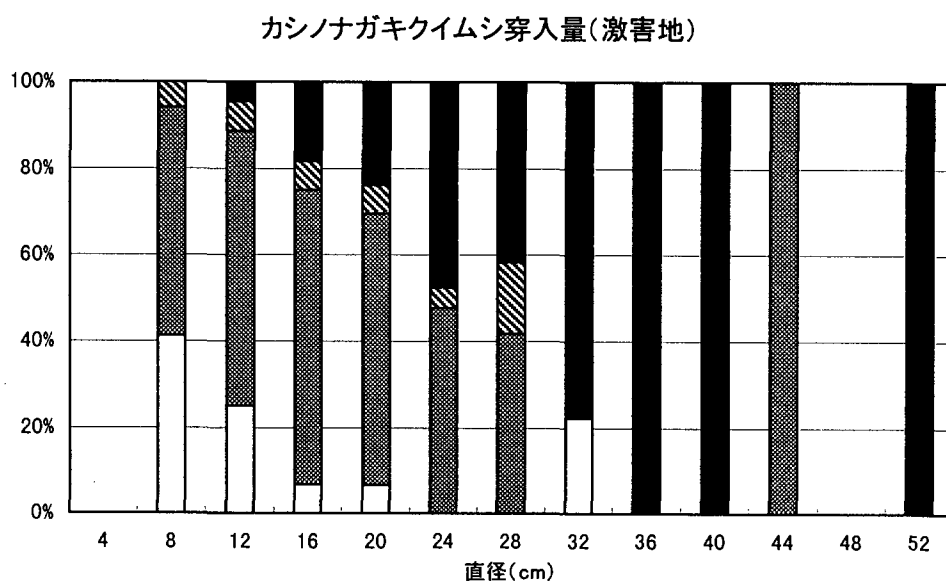
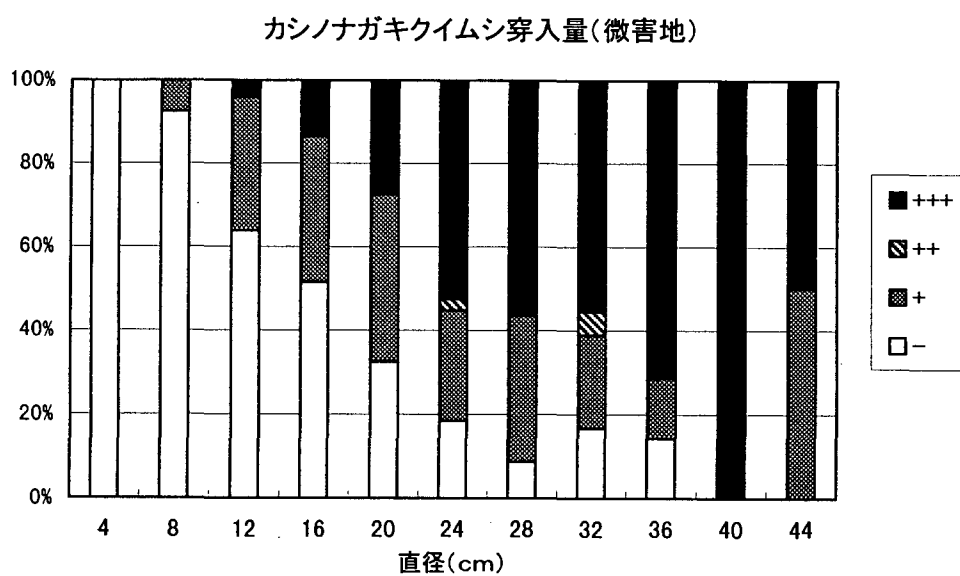


図 2-3-2⑬ ナラ類の直径分布と穿入量

- : なし
 + : 樹木全体で穿孔が確認された程度
 ++ : 1 孔 / 100cm² 未満
 +++ : 1 孔 / 100cm² 以上

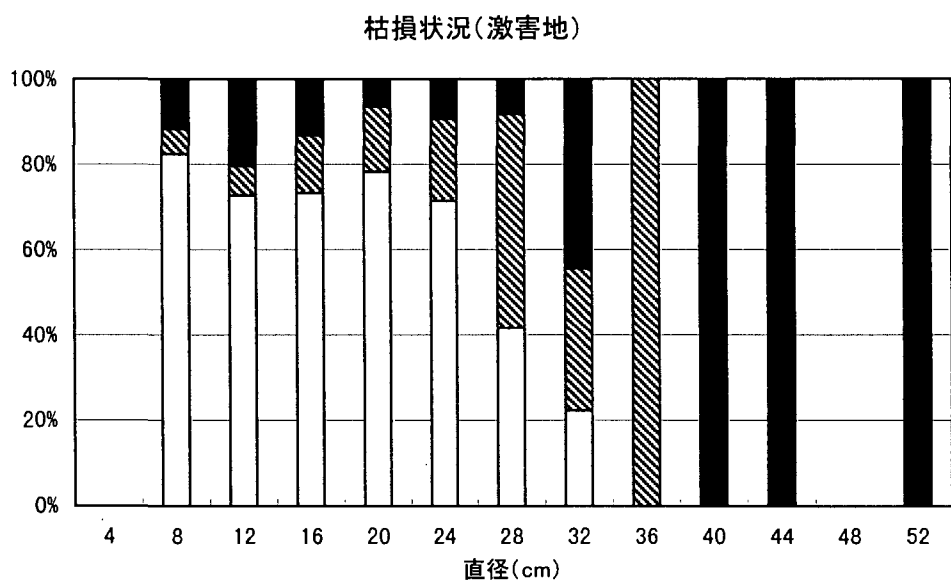
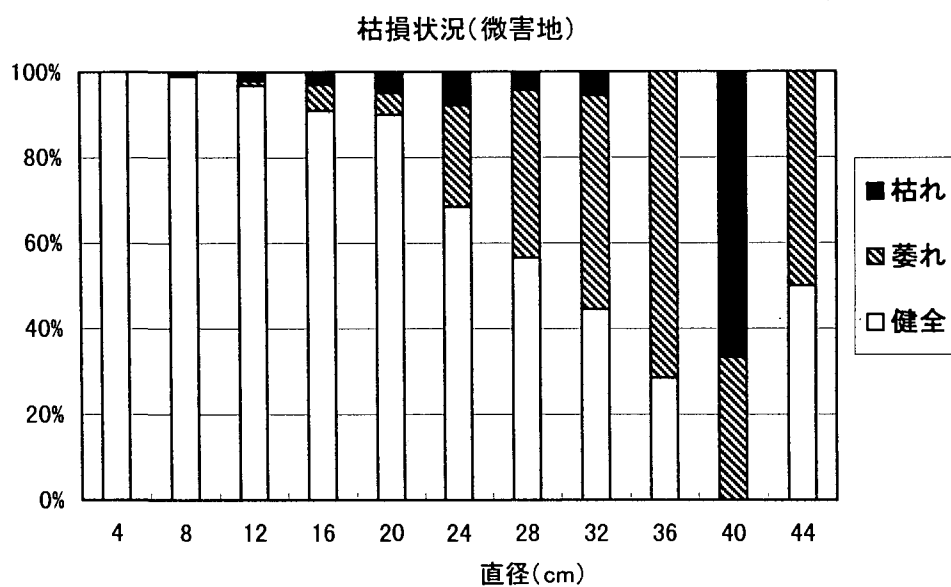


図 2-3-2⑭ ナラ類の直径分布と枯損程度

iv カシノナガキクイムシの坑道内菌相

走査型電子顕微鏡による坑道内壁の直接観察と菌類の分離を行い、坑道内の状態や菌相を調査した。坑道からの菌類分離法は試料片の表面を滅菌した後に、無菌的に坑道内に繁殖している菌層を1白金耳量かきとり、生育段階・坑道部位ごとに培養し、繁殖してきた菌類の同定を行った。その結果、カシノナガキクイムシ坑道内から分離された菌類全体をまとめると、*Yeasts* (酵母類)、*Phialophora* 属に近いと考えられるある特定の糸状菌（以下：*Phialophora* sp.）、その他の菌類の3グループに大別され、全体の菌相は、比較的単純な他のクイムシの菌相（kinuura et al, 1991）よりもさらに単純な構成であった（表 2-3-2⑥）。

表 2-3-2⑥ カシノナガキクイムシ坑道から分離された菌類

分離日	1992. 8. 6		1993. 6. 9		1995. 8. 24	1995. 10. 4
分離箇所	水平孔	水平孔	水平孔	幼虫孔	幼虫孔	幼虫孔
生育段階	卵期	幼虫期	越冬幼虫期	越冬幼虫期	幼虫期	幼虫期
坑道数	1 坑道	4 坑道	2 坑道	3 坑道	2 坑道	2 坑道
供試数	9	45	18	27	12	9
<i>Yeasts</i>	9 (100%)	45 (100%)	18 (100%)	27 (100%)	12 (100%)	9 (100%)
<i>Phialophora</i> sp.	5 (56%)	22 (49%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<i>Trichoderma</i> sp.	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	5 (56%)
<i>Cladosporium</i> sp.	0 (0%)	1 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Unidentified spp.	3 (33%)	2 (4%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (44%)

* 括弧内は供試数に対する分離率

酵母類は全期間を通じてすべての場所から恒常的に分離された。これらは仮性菌糸や菌糸を形成するが孢子形成をしない不完全酵母類で、発酵能が無い種がほとんどであり、*Candida* 属の複数種と考えられた。*Phialophora* sp.は幼虫活動期における伐倒直後の坑道壁からは約5割の分離率であったが、越冬期および伐倒後時間の経過した材からは全く分離されなくなった。その他の菌類（*Trichoderma* sp. 他）は、親虫穿入直後の水平孔と、幼虫の活動が弱まってきた時期の幼虫孔からのみ分離された。

坑道の直接観察では、カシノナガキクイムシ坑道内壁は、生育段階によって外見上あまり変化が見られず常に粘湿な状態で、バクテリアや、酵母類と考えられる菌類などが分泌物のようなもので塗り固められており（写真 2-3-2⑥）、長梯子孔の水平孔と幼虫孔といった坑道の部位による変化も少なかった。しかし割材後、材片ごと数時間～数日培養した後固定した試料を観察すると、分離結果同様、酵母類の出芽や、*Phialophora* sp.状の分生子、*Trichoderma* sp.の繁殖などが確認されるようになった（写真 2-3-2⑦）。

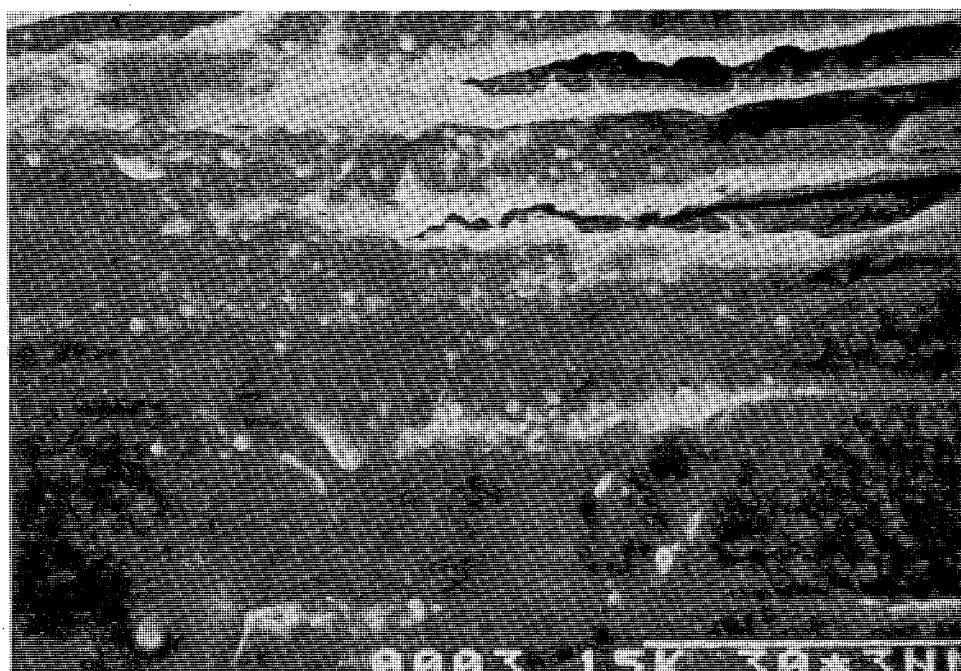


写真 2-3-2⑥ 孔 道

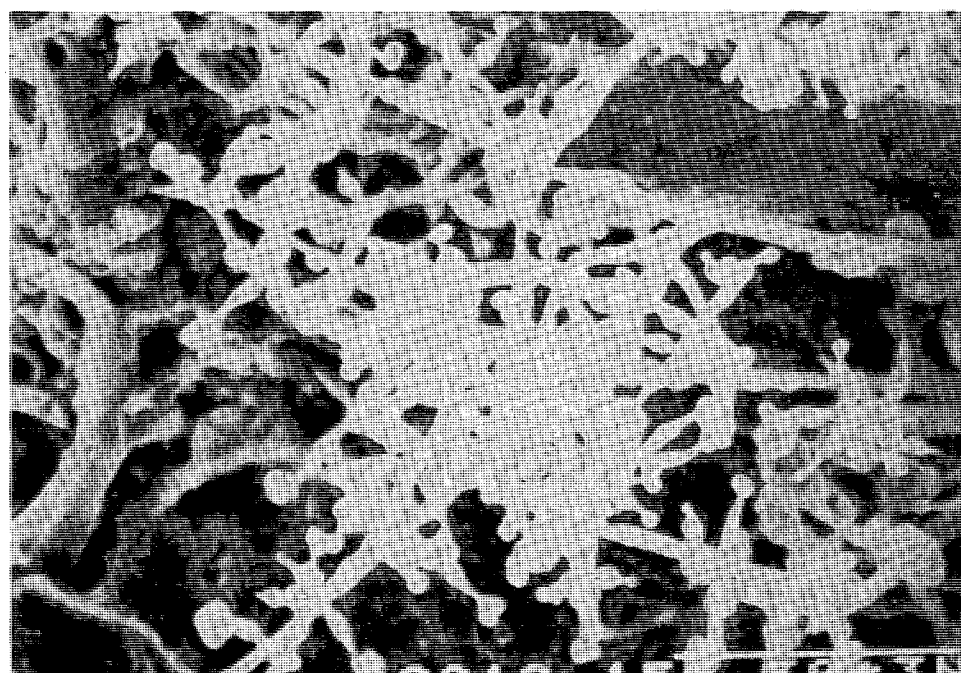


写真 2-3-2⑦ Trichoderma

坑道内壁から分離された菌類は、幼虫が活発に活動する時期とそれ以外で比較すると、活動期には酵母類、もしくは酵母類と *Phialophora* sp.と思われる特定の菌類が優先的に分離されたのに対し、非活動期になると酵母類と *Cladosporium* sp., *Trichoderma* sp.等の菌類が優先的に分離されるようになった。酵母類はすべての場所から恒常的に分離されたのに対し、*Phialophora* sp.やその他の菌類は、特定の時期・部位からのみ分離された。これらのことから、カシノナガキクイムシの最も主要な栄養源となる共生菌は、*Candida* 属を中心とする酵母類であると推察された。また、*Phialophora* sp.やその他の菌類は、カシノナガキクイムシとは本質的に関連性の低い菌類であると考えられた（衣浦，1996）。

v 防除および薬剤試験

薬剤や資材の使用によって、カシノナガキクイムシの加害特性が受ける影響を調査するため、地上4 mまでのスミパイン 50 倍液の樹幹散布と地上3 mまでを 20 メッシュの防虫網による樹幹被覆を行った。また加害後のカシノナガキクイムシが薬剤によって受ける影響を調査するために加害されたミズナラ伐根部へのスミパイン原液の直接散布と、NCS による薫蒸処理を行った。その結果、スミパイン樹幹散布を行った樹幹部にはほとんどカシノナガキクイムシの穿孔が見られなかったが、それより上部の薬剤のかからない部分が集中して穿孔され、25 本の供試木中3本が枯損した。また防虫網で被覆したものの同様に被覆上端の上側に集中して穿孔し全体の約 80%が枯損した。これらのことから、薬剤や資材などの穿孔に障害となるものがあると、それらを避ける形で穿孔加害することが明らかとなった。またスミパイン直接散布では幼虫が 96%で成虫は 64%、NCS 薫蒸処理では幼虫の 65%、成虫の 48%が死亡せず生き残る結果となった。これらによって材内深部のカシノナガキクイムシを完全殺虫することはかなり困難であると考えられた（中村ら，1996：ナラ枯れプロジェクトチーム，1997）。

しかし最近、ドリルで穴をあけた材内に NCS 薬剤原液を直接注入することにより、かなりの防除効果が得られることが明らかになり、ナラ類集団枯損の薬剤による防除法として期待されている（森林防疫 48：84 - 94）。

引用文献

- Barr, B. A. (1969): Sound Production in Scolytidae (Coleoptera) with Emphasis on the genus *Ips*. Can. Ent. 101 : 636-672.
- Batra, L.R. (1963): Ecology of ambrosia fungi and their dissemination by beetles. Trans. Kans. Acad. Sci. 66: 213-236.
- Francke-Grosmann, H. (1963): Some new aspects in forest entomology. Ann. Rev. Entomol. 8: 415-438.
- Hijii, N., Kajimura, H., Urano, T., Kinuura, H., and Itami, H. (1991) : The massmortality of oak trees induced by *Platypus quercivorus* (Murayama) and *Platypus calamus* Blandford (Coleoptera : Platypodidae) — The density and spatial distribution of attack by the beetles — . 日林誌 73 : 471-476.
- Howard, T. M. (1973) : accelerated tree death in mature *Nothofagus cunninghamii* Oerst. forests in Tasmania. Victorian Naturalist 90 : 343-345.
- 井上重紀, 三浦由洋(1992) : 落葉カシ類の枯損, 40 回日林中誌論 : 237-238.
- 井上重紀, 浦野忠久, 伊藤進一郎(1994) : 福井県におけるナラ類の集団枯損と穿孔虫, 第 105 回日林大論要旨集 : 103.
- 石山新一郎(1993) : 山形県朝日村におけるナラ類枯損実態について, 森林防疫 42 : 236-242.
- 伊藤進一郎(1992) : 関西地域に発生するナラ類の集団枯損被害, 森林総研関西支所研究情報 25 : 2.
- 伊藤進一郎, 黒田慶子, 山田利博(1993) : 関西地域に発生するナラ類集団枯損の原因解明, 森林総合研究所所報 61 : 7.
- 衣浦晴生(1994a) : ナラ類の集団枯損とカシノナガキクイムシの生態. 林業と薬剤 130:11 ~20.
- 衣浦晴生(1994b) : カシノナガキクイムシの発音器官, 日林東北支誌, 46 : 49-50.
- Haruo Kinuura(1995a) : Life history of *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera:Platypodidae), Behavior, Population Dynamics and Control of Forest Insects, Proceedings of the International Union of Forestry Research Organization Joint Conference : 373-383.
- 衣浦晴生(1995b) : カシノナガキクイムシの飛翔行動, 森林総合研究所所報, 84 : 5.
- 衣浦晴生(1996) : カシノナガキクイムシの坑道内菌相, 日林論, 107, 307~308

- Kinuura, H. and Hijii, N. (1991) : Life history and reproduction of the ambrosia beetle, *Scolytoplatus mikado* Blandford (Coleoptera: Scolytidae). Jpn. J. Entomol. 59: 763~773.
- 衣浦晴生, 佐藤千恵子(1994) : 誘引器によるカシノナガキクイムシの捕獲, 第 105 回日林大論要旨集 : 490.
- 黒田慶子, 伊藤進一郎(1993) : ナラ類集団枯損における枯損機構の解明ー木部の変色域拡大と通水機能の低下ー, 第 104 回日林大論要旨集 : 217.
- 黒田慶子・山田利博(1996) : ナラ類の集団枯損に見られる辺材の変色と通水機能の低下. 日林誌 78 : 84~88.
- Kile, G. A. and Hall, M. F. (1988) : Assessment of *Platypus subgranosus* as a vector of *Chalara australis*, causal agent of a vascular disease of *Nothofagus cunninghamii*. N. Z. J. For. Sci. 18 : 166-186.
- 熊本営林局(1941) : カシ類のシロスジカミキリ及びカシノナガキクイムシの予防駆除試験の概要 : 49 pp.
- 牧野俊一, 佐藤重穂, 岡部貴美子, 中村克典(1994) : カシノナガキクイムシの羽化消長と成虫の産卵数, 日昆第 54 回大会・第 38 回日応動昆大会合同大会講演要旨 : 226.
- 松本孝介(1955) : カシノナガキクイムシの発生と防除状況, 森林防疫ニュース 4 : 74-75.
- 森本 桂, 林 長閑編 (1986) : 原色日本甲虫図鑑 (I) , 保育社 : 323pp.
- 中村人史, 斉藤正一, 三河孝一, 三浦直美, 小野瀬浩司 (1996) : ナラ類の集団枯損にかかわるカシノナガキクイムシの加害特性, 東北森林科学会第 1 回大会講演要旨集 : 23.
- ナラ枯れプロジェクトチーム(1996) : ナラ類集団枯損の被害実態と枯死機構, 山形の林業, 468 : 6.
- ナラ枯れプロジェクトチーム(1997) : カシノナガキクイムシの加害特性と防除, 山形の林業, 480 : 6.
- 野淵 輝(1979) : フィジーにおけるマホガニーのナガキクイムシ被害, 熱帯林業 52 : 41-47.
- 野淵 輝(1980) : 外材のキクイムシ類 (上) ー生態, 南洋材と米材のキクイムシの同定分類ー, 林業科学技術振興所 : 75pp.
- 野淵 輝(1992) : スギ・ヒノキ葉枯らし材と風倒木に穿孔するキクイムシ類, 林業と薬剤 122 別刷 : 1-38.

- 野淵 輝(1993a) : カシノナガキクイムシの被害とナガキクイムシ科の概要 (I) , 森林防疫 42 : 2-6.
- 野淵 輝(1993b) : カシノナガキクイムシの被害とナガキクイムシ科の概要 (II) , 森林防疫 42 : 109-113.
- 布川耕一(1993) : 新潟県におけるカシノナガキクイムシの被害とその分布について, 森林防疫 42 : 207-213.
- 斉藤孝蔵(1959) : カシノナガキクイムシの大発生について, 森林防疫ニュース 8 : 101-102.
- 佐藤千恵子, 荒井正美, 衣浦晴生(1993) : 山形県におけるナラ類集団枯損ーカシノナガキクイムシの発生消長ー日林論 104 : 647-648.
- 佐藤重穂, 吉田成章, 岡部貴美子(1992) : 綾営林署部内におけるカシノナガキクイムシの加害実態, 日林九支論 45 : 133-134.
- Schedl, K. E.(1972) : Monographie der Platypodidae, Coleoptera. W.Junk N. V., Den Haag.: 322pp.
- 塩見晋一, 伊藤進一郎(1994) : 兵庫県に発生したナラ類の集団枯損, 第 105 回日林大論要旨集 : 105.
- 末吉政秋(1990a) : 広葉樹に発生したカシノナガキクイムシ被害 (第 1 報) , 森林防疫 39 : 58-61.
- 末吉政秋(1990b) : 広葉樹に発生したカシノナガキクイムシ被害 (第 2 報) , 森林防疫 39 : 242-245.
- 末吉政秋, 谷口 明(1990a) : カシノナガキクイムシに関する研究 (I) ー被害の地理的分布と被害の実態ー, 日林九支論 43 : 153-154.
- 末吉政秋, 谷口 明(1990b) : カシノナガキクイムシに関する研究 (II) ー成虫の発生消長・加害時期・加害量の推移ー, 日林九支論 43 : 155-156.
- 山崎秀一(1978) : 新潟県朝日村に発生したナガキクイムシの被害, 森林防疫 27 : 28-30.
- 吉田成章, 布川耕市(1994) : 新潟県柏崎市におけるカシノナガキクイムシ成虫の生態, 第 105 回日林大論要旨集 : 488.
- Ytsma, G. (1988) : Stridulation in *Platypus apicalis*, *P. caviceps*, and *P. gracilis*. J. Appl. Ent. 105 : 256-261.

(3) 関西地域における被害と生態

i 関西地域における被害の推移

関西地域では、1997 年現在日本海側を中心とした 1 府 6 県で、カシノナガキクイムシ（以下カシナガ）の穿入を伴うナラ類の集団枯損が発生している。枯損が認められる樹種はミズナラ、コナラである。現在見られる被害は、1988 年頃に発生したものが、徐々にその地域を拡大した結果ではないかと推測される。現在の関西地域におけるナラ枯損の被害分布を、市町村別に図 2-3-2⑮に示した。最初期と見られる 1988 年の被害は滋賀、福井県境付近で発生しているほか、兵庫県にも認められる。しかしこれらの地域では過去にも被害発生の記録がある。すなわち福井県敦賀市では 1981 年（井上・三浦 1992）、滋賀県余呉町で 1976 年（平田、私信）、兵庫県ではさらに古く日高町で 1949 年（林野庁 1957）、温泉町で 1956 年（林野庁 1956）に発生したとの報告がある。これらの被害は現在の被害発生に至る前に、一旦終息しているものと考えられる。被害地域は 1990 年代に入って鳥取・島根両県で確認され、1993 年には京都府、そして 1996 年には石川県まで拡大した。今後は隣接する他県への侵入が懸念される。

図 2-3-2⑮を見る限りでは、被害拡大の傾向には地域によって連続している場合と、そうでない場合とがある。滋賀・福井両県の分布は明らかにつながっており、県境で発生した初期の被害が、南北方向にほぼ連続的に拡大し、さらに石川県にまで達したものと推測される。京都・兵庫・鳥取における分布も連続しており、兵庫県から東西方向に拡大したように思われる。しかし京都府で最初に被害が発見されたのは大江町であり、ここを起点に北および東西方向に広がったようにも見える。京都府はここ数年における拡大傾向が著しく、1997 年には新たに 5 つの市町で被害が認められたため、日本海に面する地域とそれに隣接するほとんどすべての市町村で枯損が発生している。一方島根県における被害地は、他府県とはかなり離れた場所で確認されており、鳥取県東部から島根県西部に至る地域では、現在のところ被害は報告されていない。

図 2-3-2⑮には過去における被害のあった市町村で、現在は発生していない地域も存在する。林分単位で見た場合は、市町村単位では現在も被害が継続している地域でも、とくに発生開始年の古いところでは、すでに被害が終息した箇所がかなり含まれているものと考えられる。



図 2-3-2⑮ 関西地域におけるナラ枯損被害の分布（市町村別）

数字は発生開始年。○：97 年現在被害あり、□：なし

ii カシノナガキクイムシの穿入密度・樹幹上捕獲数の推移、および枯損の有無による次世代の羽化状況の調査

前記のように、この 10 年ほどの間にナラ枯損被害は関西地域で急速な広がりを見せた。被害林分のミズナラ・コナラには、例外なくカシナガの穿入が確認されたことから、本種が何らかの形でナラ枯損に関与していることはほぼ間違いないものと思われる。しかしこれまでカシナガの生態に関する研究はほとんど行われていない。そこで野外におけるカシナガの穿入と枯損の関係を明らかにするため、樹幹上の穿入孔密度の調査を行った。また樹幹に飛来するカシナガ成虫の個体数の推移を明らかにするため、粘着トラップを用いた樹幹上での成虫捕獲を行った。カシナガの穿入を受けた木には、枯れる個体と外見上健全なままの個体（穿入健全木）とがある。また枯れる場合、穿入開始年に急速に枯死する場合と、翌年になって 2 度目の穿入を受けてから枯れる場合とがある。カシナガは従来 2 次性の穿孔性害虫と考えられていたが、枯死するかしないか、また枯死の状況によって、樹幹内での繁殖状況に差が生じるかどうかを明らかにする必要がある。そこで被害林分内で穿入を受けた樹幹に羽化トラップを取り付け、次世代の羽化状況の調査を行った。

i) 試験地

福井県内に 2 カ所の固定試験地を設けた。

・試験地 A：福井県河野村

本試験地は海岸に近い北西斜面で、標高 350m である。優占木はミズナラ、コナラで、その他上層にはイヌシデ、ヤマザクラ、カラスザンショウなど、下層にはクロモジ、ヒメアオキ、ヒサカキ、ムラサキシキブなどが見られる。枯損は 1991 年に発生し、1992 年までに林内のミズナラ、コナラの約 30% が枯死した。被害は 1994 年まで続き、その後新たな枯損発生は認められず、被害は終息したものと思われる。

・試験地 B：福井県今庄町

本試験地は滋賀県境（滋賀県余呉町）に近く、試験地 A に比較すると内陸部に位置する。標高 570m の西斜面である。ここもミズナラ、コナラが優占しており、上層にはクリ、ブナ、下層にはヤマハンノキ、ヒサカキ、ヤブツバキ、チシマザサなどが多い。試験地の周辺では 1992 頃から枯損が目立ち始め、この年から 1995 年頃までがピークで、1997 年現在枯損木は非常に少なく、被害は終息に向かっているものと考えられる。

ii) 調査方法

(i) カシナガ穿入密度と枯損の関係

穿入密度の調査は試験地Aでは1993～94年にかけて、試験地Bでは1993～96年に行った。供試木には、カシナガの過去における穿入の認められない個体のみを選んだ。毎年6月から10月にかけて、2週間おきに調査を行った。毎回高さ70cm～1mの樹幹表面における新たなカシナガの穿入孔数を調べ、押しピンでマーキングした。また調査日ごとにピンの色を変更した。同時に穿入木の外観上の異常（葉の萎凋）があるかどうかを観察した。この際樹冠部の葉がすべて褐変した状態を枯死と判定した。

(ii) 樹幹上での成虫捕獲

スギカミキリ用の粘着トラップを樹幹に巻き付け、飛来する成虫数の推移を調査した。本試験は1993～96まで試験地Bで行った。各年の調査期間は穿入密度調査と同じである。トラップは穿入密度調査供試木の一部の、樹幹胸高部に設置した。供試本数は1993年は5本、94年10本、95年と96年は9本である。

(iii) 次世代羽化状況の調査

1993年から95年にかけて、カシナガの穿入を受けた6本のミズナラおよびコナラを供試木とした。供試木の内3本は穿入開始当年の枯死木、1本は翌年の枯死木、残り2本は穿入は受けたが外見上健全な木（穿入健全木）であった。カシナガは年1世代で、親のつくった穿入孔から次世代が羽化するため、穿入の翌年5月下旬に、前年の穿入密度調査でマークしたすべての穿入孔に羽化トラップをつけた。羽化トラップはチューブコネクタ（プラスチック製、内径3mm）、透明ビニールチューブ（内径4mm）および蓋付きガラス管（直径17mm、長さ90mm、蓋にチューブを通す穴をあけたもの）からなる。穿入孔の入り口を径5mmのドリルで広げてチューブコネクタを差し込み、チューブをつないで管ピンで受け、樹幹にガムテープで固定した。これを6月中旬から10月まで2週間おきに回収し、新成虫の羽化消長を調べた。

iii) 結果と考察

(i) カシナガ穿入密度と枯損の関係

図2-3-2⑩に樹幹表面100cm²あたりの、カシナガ穿入密度の積算値、枯損の有無および枯損時期を示した。試験地Aでは1993年に6本（No.1～6）の供試木を設定したが、この時点で被害発生から2年が経過していたため、試験地内のほとんどの木が過去に穿入を受けており、1994年以降新たな穿入木は認められなかった。一方試験地Bでは被害発生初期に試験を開始したため、未穿入木が比較的多く、1993～95年にかけて計16本

(No. 7～22)に新たな穿入が認められた。1995 年までに試験地内のほぼすべての木が穿入を受けたため、翌年以降新たな穿入木は発生しなかった。

1993 年、試験地 A では 8 月 9 日にすべての供試木で初期穿入が同時に認められた (図 2-3-2⑩a)。試験地 B においても 5 本の供試木で同時に穿入が確認されたが、確認日が 8 月 25 日とやや遅かった (図 2-3-2⑩b)。これはおもに両試験地間の標高差によるものと推測される。一方 1994～95 年の試験地 B における新穿入木では、初期穿入の時期には単木によるばらつきがあった (図 2-3-2⑩c、⑩d)。どのような原因で初期穿入時期に単木差が表れたかについては不明であるが、調査期間全体にわたって穿入密度が上昇するケースもあることから、カシナガの穿入時期は必ずしも特定の短い期間に集中したものではなく、数カ月間にわたる場合もあることが明らかになった。

調査地 A では、1993 年に 2 本が枯死した (図 2-3-2⑩a)。No. 1 は 8 月 25 日、樹冠の一部に褐変が認められ、9 月 21 日にすべての葉が褐変、枯死した。本供試木に対する初期穿入密度は他とあまり変わらなかったが、その後葉に異常が認められた前後から 9 月 21 日までの間に密度が急上昇し、枯死後はほとんど新たな穿入は受けなかった。カシナガ穿入密度の上昇に同調する形で外観上の病徴が進展した例ということができる。もう一本の枯死木である No. 5 は、8 月 25 日の時点で食葉性昆虫による強度の食害を受けていたが、残りの葉に異常は見られなかった。しかし 9 月 8 日に樹冠の半分以上の葉が急速に褐変しており、21 日にはこれが樹冠全体に広がり枯死した。カシナガの穿入密度は最終的には No. 1 に次ぐ高い値となったが、穿入パターンは No. 1 と異なり、葉に褐変が生じてからの穿入は少なかった。枯死後の新たな穿入は No. 1 と同じく、ほとんど認められなかった。

試験地 A において穿入開始翌年 (1994 年) に枯死した No. 4 および 6 に対するカシナガの穿入密度は、いずれも低かった。両者とも 1 年目に低密度な初期穿入を受けた後、ほとんど密度が上昇することなく、その年は外見上健全であった。翌年 No. 6 は再び低密度な穿入を受けた後に枯死した。一方 No. 4 は枯死に至るまで新たな穿入を全く受けなかった。No. 4 では 8 月 10 日、No. 6 では 9 月 8 日に樹冠部の葉の約半分が褐変しているのが認められ、いずれもその後 2 週間以内に枯死した。試験地 B の供試木の内、枯死したのは No. 22 のみであった (図 2-3-2⑩d)。穿入パターンと枯損の関係は試験地 A におけるどの枯死木とも異なり、初期穿入が認められた時点で、すでにすべての葉が褐変していた。また穿入密度も低い値であった。

穿入を受けたが枯死に至らなかった供試木では、比較的高密度な初期穿入を受けた後

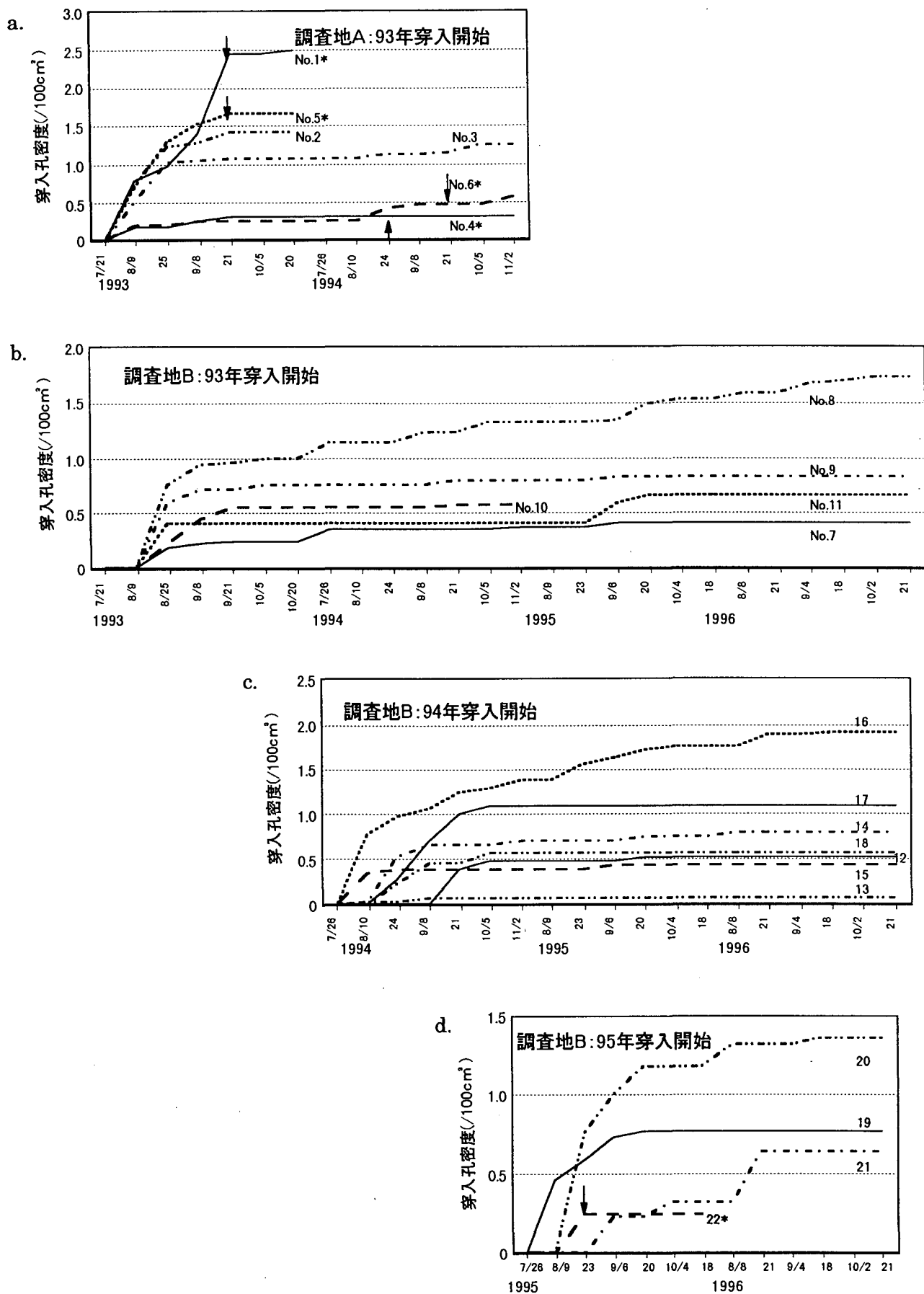


図 2-3-2⑯ カシノナガキイムシ穿入孔の積算密度 (*は枯死木、矢印は枯死の確認日)

は、ほとんど密度上昇の認められないものが多かった。一方で No. 8 および 16 のような、長期にわたり徐々に密度が上昇する例も見られた。これらの供試木の中には枝部の葉量が著しく減少し、代わって樹幹上部から数多くの萌芽がみられ、枯損は免れたものの明らかな異状を呈しているものが見られた。

以上の結果をまとめると、カシナガ穿入密度と枯損の関係としては、

- ① 穿入開始当年に集中的（高密度）な攻撃を受け、急速に枯れる
- ② 穿入密度は低い、当年に枯れる
- ③ 穿入密度は低く、翌年に枯れる（2回穿入を受ける）

と、様々なパターンがあり、必ずしも集中的な攻撃を受けたものだけが枯れるというわけではなかった。すべての供試木に共通していたのは、まず最初に比較的高密度の穿入（単木ごとに密度は異なる）を受けることであったが、その後の密度変化には No. 1 のような場合を除いて、枯死木と穿入健全木とを区別できるような差は認められなかった。

(ii) 樹幹上での成虫捕獲数の推移

スギカミキリ用粘着トラップを用いた樹幹上での成虫捕獲数（供試木 1 本あたり平均）の推移を図 2-3-2⑰に示した。1996 年を除いていずれの年もシーズン前半に捕獲数が集中する傾向があった。これは図 2-3-2⑱における初期の集中的な穿入時期とほぼ一致した。年別に見ると、通常捕獲開始時期は 8 月であったが、1994 年のみ 7 月前半から捕獲が認められた。94 年は記録的な猛暑の年であったため、その影響が表れたものと考えられる。1995 年までの 3 年間の捕獲個体数は比較的安定していたが、96 年には急激に減少した。これは穿入密度の推移および試験地周辺部の被害終息状況に同調していた。

供試木の内、複数年にわたって調査した 9 本について、穿入開始年ごとに捕獲数と穿入密度の変化を図 2-3-2⑱に示した。No.23 および 24 は 1995 年に成虫が捕獲されたが、穿入は 96 年まで認められなかった。いくつかの供試木（No.7、8、11、15）では、穿入密度のピークは図 2-3-2⑱で示した通り開始年で認められたが、捕獲数のピークは翌年以降になる傾向が見られた。これは何らかの理由で樹幹下部に穿入できなかった個体が、上部に移動して捕獲されたものかもしれない。1996 年には No. 8 を除き、すべての供試木で成虫は捕獲されなかった。捕獲成虫の性比（雄率）は 1994 年 0.57 (n=136)、95 年 0.63 (n=177)、96 年 0.76 (n=17) で、やや雄が多かった。

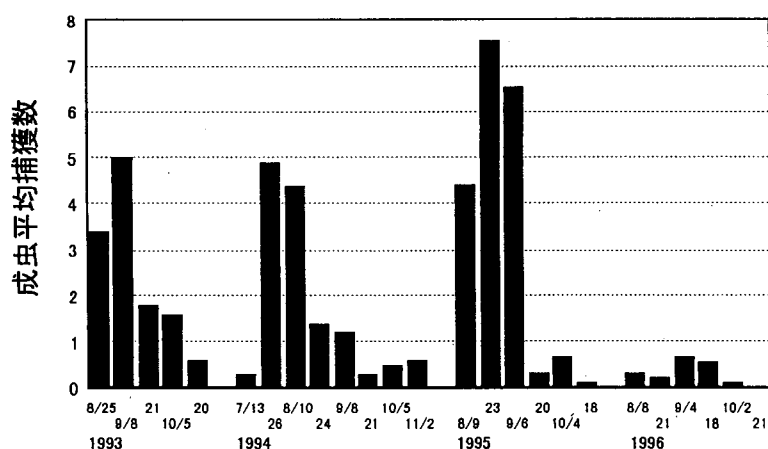


図 2-3-2⑰ 粘着トラップによる樹幹上成虫捕獲数（供試木あたり平均値）の変化

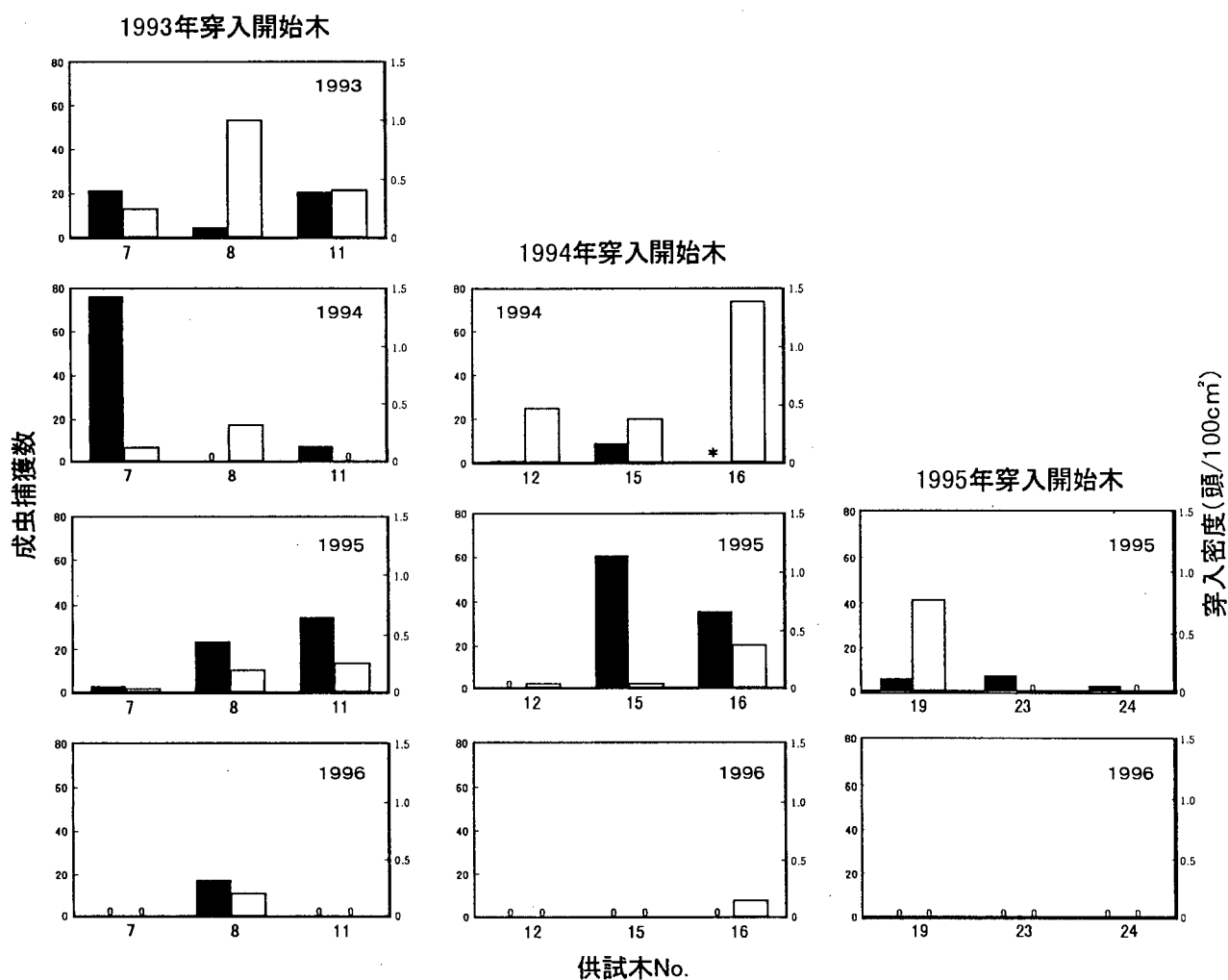


図 2-3-2⑱ 各供試木における樹幹上の成虫捕獲数（■）と穿入密度（□）（*は未調査）

(iii) 枯損の有無による次世代の羽化状況

羽化トラップを用いた次世代成虫の羽化状況を表 2-3-2⑦に示した。供試木の中で次世代成虫が羽化したのは No. 1 と 5、すなわち高密度穿入を受けて穿入開始当年に枯れた木のみであった。穿入健全木および穿入密度の低い枯死木からは、新成虫は羽化しなかった。とくに密度の高かった No. 1 では合計 600 頭以上が羽化したが、穿入した親世代がすべて繁殖に成功したわけではなかった。穿入孔による羽化数のばらつきは大きく、1 穿入孔あたりの最大羽化数は 68 頭、最小 0 頭であった。また、穿入した母親数 (= 穿入孔数) の内、繁殖に成功した (1 頭以上の次世代が羽化した) 率は供試木 No. 1 で 83%、No. 5 で 43% であった。親の穿入時期による繁殖成功率の差は No. 1 では認められなかったが、No. 5 では初期穿入における成功率がやや低い傾向があった。1994 年の羽化は 6 月中旬から始まり、7 月上旬にピークとなって 9 月下旬まで続いた (図 2-3-2⑯)。図 2-3-2⑯および図 2-3-2⑦と比較すると、羽化の開始は樹幹での捕獲、穿入が認められる約 1 カ月前から始まり、羽化のピークは樹幹上での捕獲が始まる時期と一致していた。羽化成虫の性比はやや雄に偏り、初期に雄が多く羽化する傾向が見られた。

以上の結果から、穿入を受けても健全な状態にあるナラ樹幹でのカシナガの繁殖の可能性は低く、穿入密度の高い枯死木ほど繁殖成功率が高いことが考えられる。

表 2-3-2⑦ 新成虫の羽化状況

No.	穿入開始年	状態 (枯死確認日)	穿入密度 (/100cm ²)	トラップ数	合計羽化数	性比 (雄率)
1	1993	枯死 (93. 9. 21)	2. 5 1	3 6	6 4 0	0. 5 5 1)
2	1993	健全	1. 4 4	4 0	0	
5	1993	枯死 (93. 9. 21)	1. 6 6	3 7	1 7 9	0. 5 8 2)
6	1993	枯死 (94. 9. 21)	0. 5 9	5	0	
17	1994	健全	1. 1 0	2 0	0	
22	1995	枯死 (95. 8. 23)	0. 2 5	5	0	

1) $\chi^2=6.40$ ($P<0.05$)

2) $\chi^2=4.07$ ($P<0.05$)

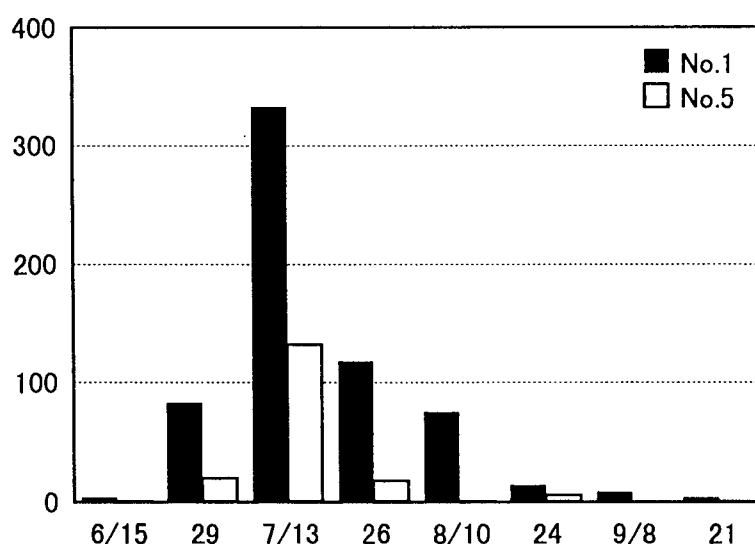


図 2-3-2⑱ 新成虫の羽化消長 (1994)

iii まとめ

今回の調査では、設定した供試木の中で枯死したものの割合が低く、穿入と枯損の関係を明確にするところまでは至らなかった。しかし5本の枯死木における穿入パターンを比較しただけでも、枯死に至るまでの密度変化および穿入開始から枯死までの期間など単木ごとに異なっていた。また枯死木と生残木との間で、穿入密度に明らかな差は認められなかった。したがってカシナガの穿入密度の推移から、ナラの衰弱、枯損状況を直接把握できるとは言い難く、樹幹内における異常の発生、進行におよぼす穿入の影響についての解明が望まれる。また、枯損と繁殖の関係については、今回の調査で新成虫の羽化が認められたのは枯死木の一部のみであったが、穿入健全木の樹幹に生きた幼虫が数多く見られ、孔道の周囲に変色が認められた例もある（谷口 私信）。したがって樹幹内に共生菌が繁殖できるような状況であれば、木が枯れなくても繁殖する可能性はあるものと考えられる。

引用文献

- 井上重紀・三浦由洋（1992）：落葉カシ類の枯損. 40 回日林中支論 237-238
 林野庁森林害虫防除室（1956）：森林防疫ニュース 5
 林野庁森林害虫防除室（1957）：森林防疫ニュース 6

(4) 九州地域における被害と生態

i はじめに

九州におけるカシノナガキクイムシの被害は、以下に詳しく述べるように主に常緑のシイ・カシ類で生じており、落葉性コナラ属を主要な被害木である本州とは異なる様相を呈している。ここでは森林総合研究所九州支所昆虫研究室が主に宮崎県綾町にある綾リサーチサイトで行ってきた調査記録をもとに、既存の報告を交えて、九州における本種の生態と被害について述べる。綾リサーチサイトは宮崎県綾営林署管内竹野国有林の大森岳斜面に作られた4 ha (200×200m) の調査プロットである(標高 390~520m)。このプロットにおいては、DBH 5 cm 以上の全樹木について、森林総合研究所九州支所暖帯林研究室によって種名、絶対位置、樹幹枯損状態などが調べられている。以下に述べる、綾リサーチサイトにおけるカシノナガキクイムシの被害解析もそのデータを使用して行った。

ii 被害発生地域

九州における本種による被害に関して最も古い記録は、1935 年ころ鹿児島県肝属郡田代町(大隅半島)と宮崎県西諸県郡高原町で報告されているものである(熊本営林局, 1941; 末吉, 1990a)。その後の記録を含めても、発生地はこの二つの地域の周辺に限って見られる。すなわち鹿児島県大隅半島中央部と、鹿児島との県境を含む宮崎県南部である(図 2-3-2⑩)。前者ではとくに高隈山周辺(森ら, 1995; 曾根ら, 1995)と内之浦町(末吉, 1990a)、後者では霧島温泉郷(中村ら, 未発表)、綾町(佐藤ら, 1992)などで比較的大規模な発生が報告ないしは確認されている。なおこのほか屋久島でも本種のものと思われる被害痕が見つかっている(中村・牧野, 未発表)。

このように、記録された限りでは九州においては宮崎県綾町が被害発生の北限である。鹿児島県薩摩半島側、宮崎県北部、大分、福岡、佐賀、長崎、熊本の各県からは今のところ確実な被害報告がない。

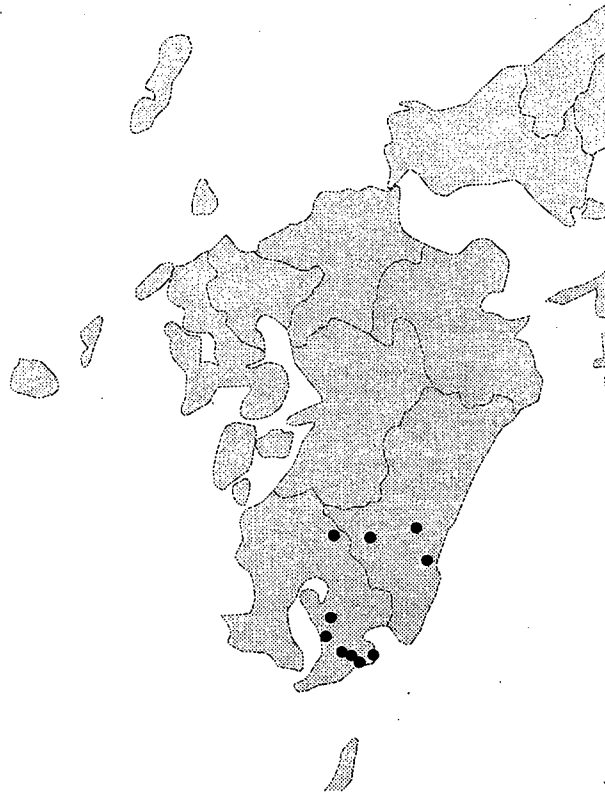


図 2-3-2⑳ 九州におけるカシノナガキクイムシ発生記録
 熊本営林局(1941), 末吉・谷口(1990), 谷口(1992),
 森ら(1995), 佐藤ら(1992), 牧野(未発表)による。

iii 被害樹種と樹木の状態

九州で被害記録のある樹種としては、ブナ科の常緑樹、アカガシ、ウラジログシ、マテバシイが最も普通であり、これら3種が本地方における主要寄主である。このほかヤブニッケイ、イタジイ、タブノキ、ヤマザクラ、イイギリ、イスノキ、クスノキ、サザンカ、ミズキ（末吉，1990a）、イチイガシ、ツクバネガシ、アラカシ（熊本営林局，1941）、さらにホソバタブ、ムクロジ、カゴノキ、バリバリノキ（佐藤ら，1992）などの被害報告もあるものの、寄生頻度は小さくまた主要寄主におけるほど樹木あたりの寄生数も一般に少ないようである。また本州における主要寄主であるミズナラ、コナラといった落葉性コナラ属については報告はない。

このように、これまでの報告からも本種がアカガシやウラジログシ、マテバシイを穿孔対象として好むことはうかがえるものの、天然林でその選好性を量的に調べた例はない。綾リサーチサイトには4haのなかにDBH 5cm以上の樹木が約3,900個体（50種）存在する（田内・山本，1991）が、そこにおける本種の選好性を調べた（牧野ら，1993）。

1992 年冬、サイト内の全木調査を行い、カシノナガキクイムシの被害のある樹木を 76 個体見いだした。ここでいう被害痕とは、フラスを排出している孔、本種被害に特徴的な樹液の流出痕、および癰痕状に盛り上がった痕のすべてを含んでおり、したがって当年だけでなく過去に本種のアタックを受けた樹木も含まれる。以下では特に断らない限り、こうした特徴を持つものを「被害木」と呼ぶ。被害木 76 個体のうち 84%はアカガシ、ウラジログシ、マテバシイの 3 種で占められたが、一方サイト内の優占樹種はイスノキ、サカキなどであり、上記 3 種は全立木の 6.9%を占めるにすぎなかった（図 2-3-2 ㉑）。すなわち穿孔対象として、サイト内にある少数種の個体を選んでいるわけであり、特定の樹種に対する選好性は明確である。

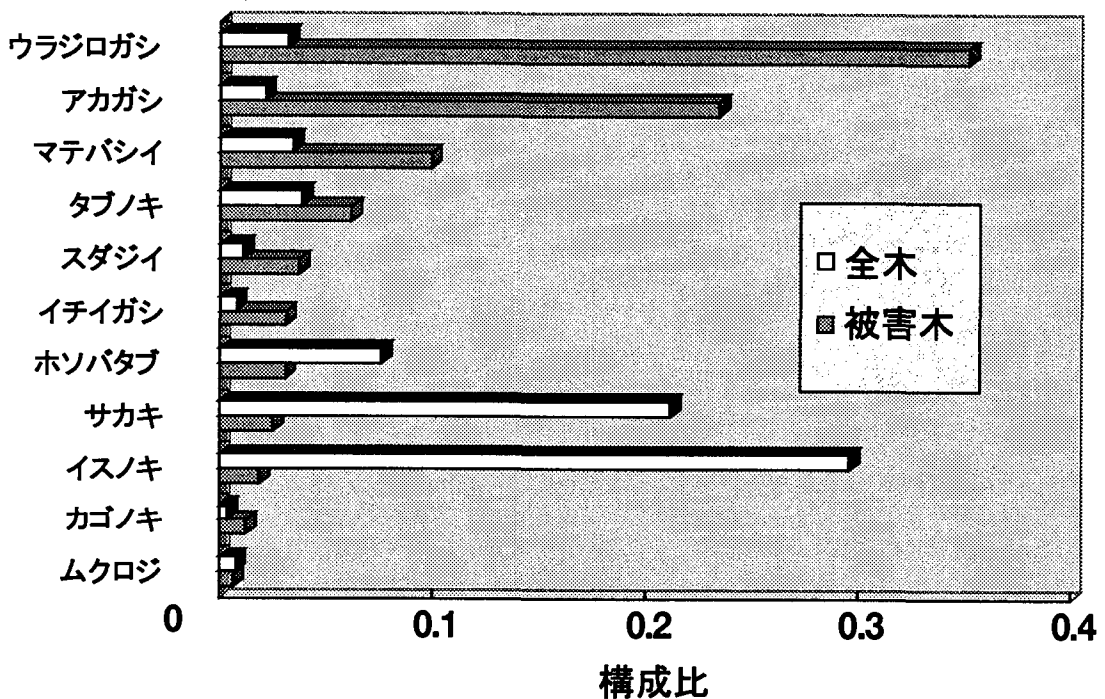


図 2-3-2 ㉑ 綾リサーチサイトにおける全木とカシノナガキクイムシ被害木における種構成の比較 (DBH 5 cm 以上)

本種は生立木（枯れていない木）にアタックしそこで繁殖できる点でキクイムシ科を含めたアンブロシアビートル全体のなかでも珍しい存在である。綾リサーチサイトにおいても新たな被害木の多くは生立木であるが、枯死寸前と思われる樹木や倒木でもアタックが見られる。とくに 1993 年 9 月に大型の台風がリサーチサイトを襲い、一部のアカガシやウラジログシの大径木に根返りや幹折れをもたらした。その冬の調査ではこうした枯死木・倒木の一部に非常に多くの、集中的と言ってもよい穿孔が見られた。しかし翌年以降は同じ木に穿孔は見られなかった。さらにアカガシなどの新鮮な丸太を林内においておくと、多

くの穿孔が見られることがある。したがって、本種は生立木のみならず、枯死して間もない樹木にもアタックすることは間違いない。枯死寸前もしくは死んで間もない木からはなんらかの化学物質が放出され、これがカシノナガキクイムシにとってはカイロモンとして作用している可能性もある。

iv 被害木のサイズ

本種が、穿孔対象として比較的大径木を選ぶことは従来から言われているが（たとえば末吉・谷口，1990）、綾リサーチサイトの主要3樹種についても同様のことが当てはまるかどうかを調べた。1992年から1995年までの調査で、1度でも被害痕が認められた樹木についてDBHの頻度分布を調べ、非被害木のそれと比較した（図2-3-2㉔）。なおマテバシイで頻繁に見られるように、萌芽によって1個体から複数の幹が出現することがあるが、この分析にかぎって幹を1個体とカウントした。

ウラジログシでは被害木のDBH平均値は49cm（ $n=59$ ）、非被害木は36cm（ $n=109$ ）、マテバシイではそれぞれ34cm（ $n=18$ ）と15cm（ $n=161$ ）であり、両種ともその差は有意であった（ $p<0.001$ ，U検定）。一方アカガシでは被害木の平均値は63cm（ $n=37$ ）、非被害木では60cm（ $n=71$ ）であり、差は有意ではなかった（ $p>0.05$ ）。

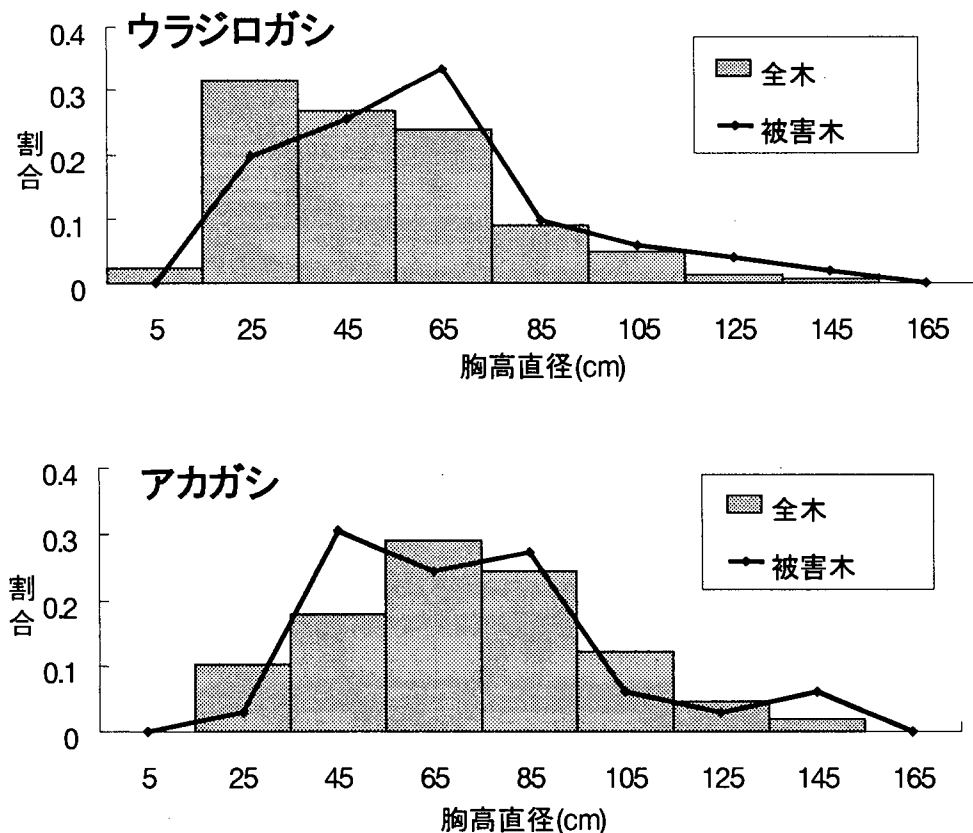


図 2-3-2 ㉔ 被害木と全木の DBH 分布の比較

アカガシで被害木と非被害木に差が見られなかったのは、アカガシの径級分布がもともと大径木に偏っているためである可能性が考えられる。事実、末吉（1990a）が大隅半島で調べた結果では、アカガシでも被害木のほうが無被害木より太い傾向が見られているからである。いずれにせよ綾リサーチサイトにおいてもカシノナガキクイムシが小径木に比較して大径木を穿孔対象として選ぶ傾向はたしかに存在するといえよう。

v 成虫の脱出消長と産出成虫数

寄主にアタックした成虫は樹幹内部で繁殖し、翌年新成虫が脱出すると考えられている。1993 年と 1994 年に綾リサーチサイトにおける樹幹からの脱出消長を調べた（牧野ら、1994）。1993 年には 5 月末、3 本のアカガシ生立木（DBH33~85cm）と 3 本のウラジログシ生立木（35~51cm）からフラスを排出している孔を合計 60 個選び、それらにトラップをつけた。トラップはポリエステル製の筒（10×20cm）であり、片側を樹幹に接着し、他方にはプラスチック製のクリップをつけ開閉自由とした。設置後 12 月まで毎週トラップを見回り、羽化した新成虫を回収した。1994 年には 5 月中旬、アカガシ 5 本とウラジログシ 4 本に合計 97 トラップを設置した。アカガシのうち、3 本は生立木、1 本は樹幹に葉がほとんどない状態、残りは前年の台風による大径の倒木である。ウラジログシ 5 本のうち 2 本は生立木、1 本は葉がほとんどなく、残りの 1 本は倒木であった。その他の手順は 1993 年と同様である。

1993 年にはトラップをつけた 60 孔のうち 46（77%）から、1994 年には 97 孔のうち 63（65%）から少なくとも 1 個体の成虫が脱出した。これらの孔における平均脱出数の季節変化は図 2-3-2 ㉓に示す通りである。脱出は 5 月末から 6 月初めに始まって、雌雄とも 7~8 月に明瞭なピークを迎えた。トラップをつけたのが 5 月後半だったため、それ以前の脱出については不明である。10 月以降は脱出数が激減するものの、完全になくなることはなく、12 月にもわずかに見られた。このように長期間にわたって成虫が羽化する傾向は佐藤ら（1993）や森ら（1995）にも見られる。またこれは雌雄ともに当てはまり（図 2-3-2 ㉓）、さらに個別の孔について見ても、とくに成虫産出数の多い孔からは秋以降も少数ながら成虫が羽化することが多いようである（図 2-3-2 ㉔）。

調査期間中に 1 個体以上の成虫が羽化した孔についてみると、孔当たりの羽化数は 1 個体から 46 個体まで変化した。平均は 1993 年には 7.2（n=46）、1994 年には 8.3（n=63）であり、両年の間に有意な差はない。また約 60%の孔では羽化数は 5 個体以下と一般に少産であり、少数の孔が多数の成虫を羽化させていた（図 2-3-2 ㉕）。

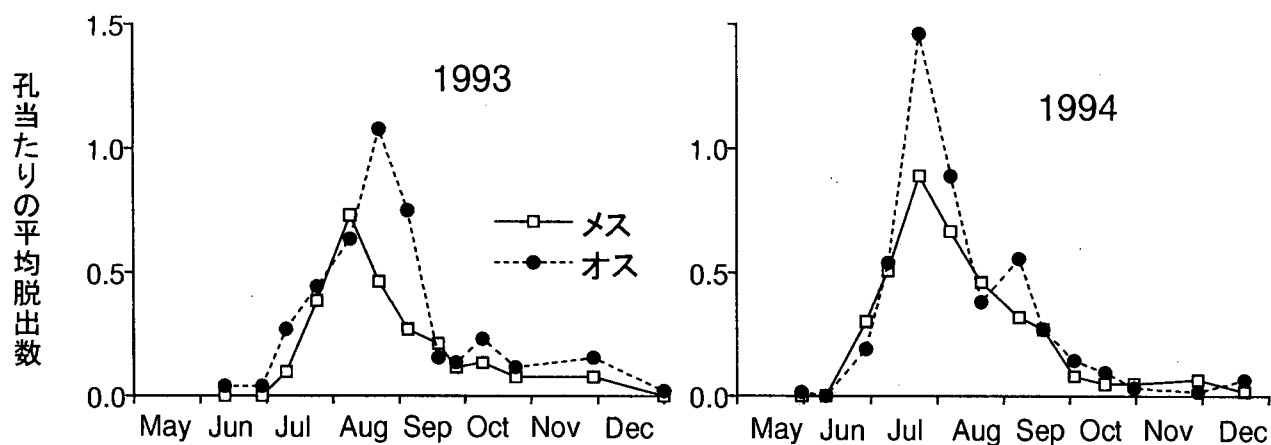


図 2-3-2 ㉓ トラップをつけた孔からの成虫脱出数の季節変化 (牧野ら, 未発表)

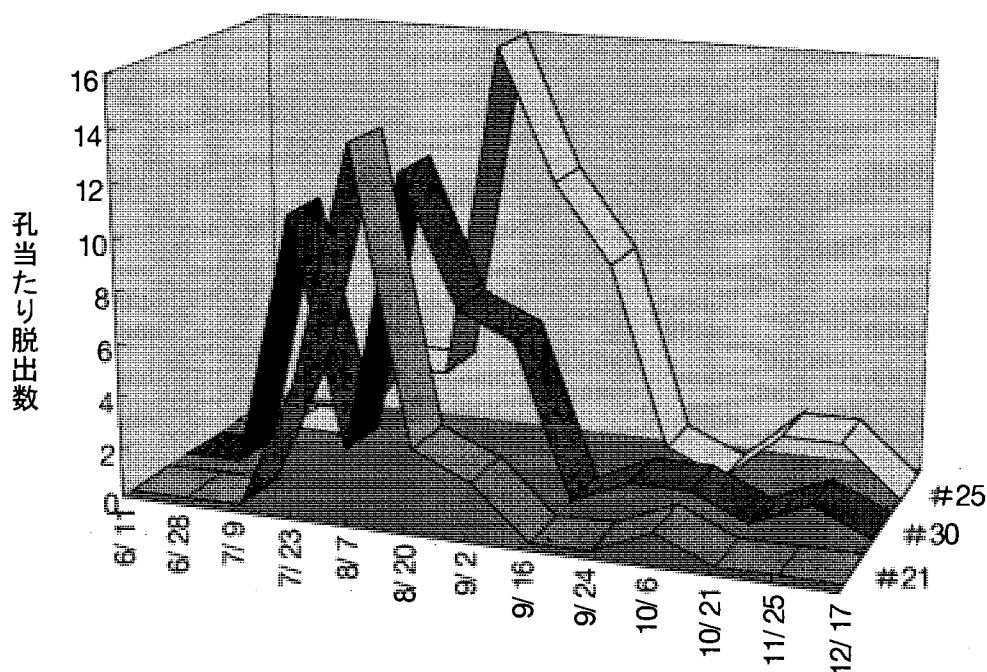


図 2-3-2 ㉔ 3つの代表的孔からの成虫脱出数の季節変化 (1993 年)

アカガシとウラジログシとを 1993 年の結果で比べると、成虫を生産した孔の割合 (アカガシ : 73%, ウラジログシ : 80%) はほとんど等しかった。孔当たりの平均脱出数はウラジログシで大きかったが (アカガシ : 5.2, ウラジログシ : 9.1) 有意な差ではなかった ($p > 0.05$, U 検定)。

1994 年には枯損木に近い木や倒木にもトラップをつけたので、生立木とこれらのあいだで孔当たり脱出数を比べた。生立木としてアカガシ 2 本とウラジログシ 2 本、ほとんど枯損木と見なせる木もしくは倒木としてアカガシ 2 本とウラジログシ 2 本を選んだ。前者のトラップ数は合計 52、後者は 30 である。成虫を 1 個体以上生産した孔の割合は前者で 75

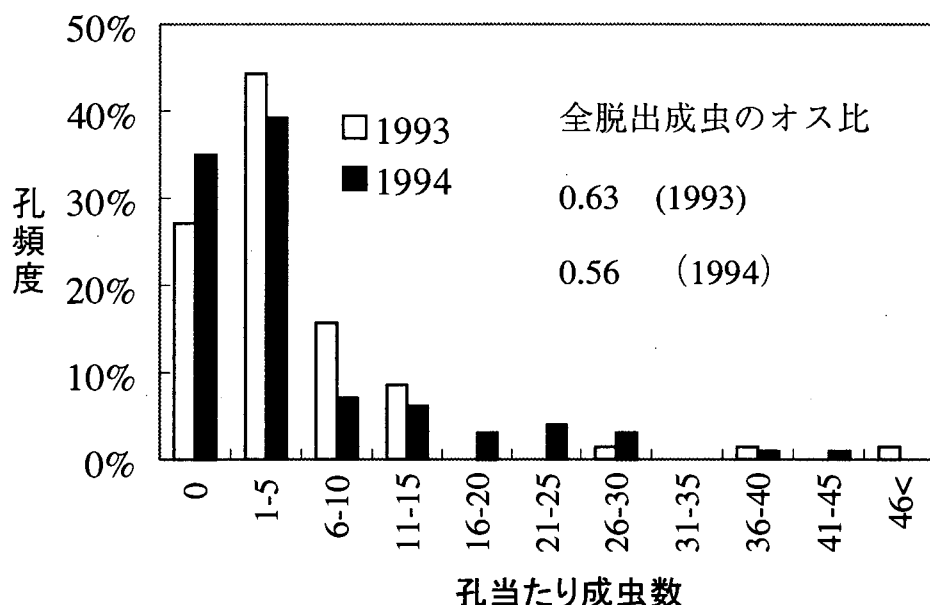


図 2-3-2 ⑤ 孔当たり成虫脱出数の頻度分布 (牧野ら, 未発表)

%, 後者で 53%でありわずかに前者で大きかった ($p=0.04$, χ^2 検定)。成虫を生産した孔のみについての平均脱出数は、前者で 11.4 ($n=39$)、後者で 2.1 ($n=16$) あり、前者で有意に大きかった ($p<0.001$, U 検定)。このように枯損木や倒木からの脱出数は生立木からの脱出数より少ない傾向が見られたが、樹木のサンプル数が少ないため、サンプル数をより増やした調査が必要である。

トラップで得られたすべての成虫をプールした性比 (オス数:メス数) は 1.59:1 (1993 年) および 1.27:1 (1994 年) であり、両年とも 1:1 からは有意に異なっていた ($p<0.01$; χ^2 自乗検定)。すなわち脱出時点での性比はオスにいくらかバイアスしているわけである。このようにオスに偏った性比は、網室内においたアカガシ被害木の丸太からの羽化を調べた末吉(1990b)も報告しているが、山形県のミズナラ・コナラではほぼ 1:1 であると報告されている (佐藤ら, 1993)。なお成虫サイズは頭幅、前胸背の長さともメスでわずかに、しかし有意に大きい。

vi 林分内での被害率

佐藤ら (1992) は 1990 年春に綾リサーチサイトでカシノナガキクイムシのフラスが出ている木を認めている。したがって、サイト内でのアタックは遅くとも 1989 年には始まっていると考えなければならない。1997 年冬の調査でも、フラスの出ている木は見つかっているため、少なくとも 9 年間はこの 4ha の中でカシノナガキクイムシの繁殖は続いていることになる。しかし一方、1992 年より行っている毎木調査によれば、1995 年以降マテバ

シイで新たにフラスの出ている木はなくなり、アカガシ、ウラジロガシでも林内でそれぞれ1、2本しかない状態となっている（牧野ら、1996；図 2-3-2 ㉔）。図 2-3-2 ㉔における被害率は、（フラスの出ていた個体数／全穿孔対象木）×100 で求めている。穿孔対象木には生立木はもちろん、過去2年以内に枯死したものも含まれる。言うまでもないが、こうした新たな被害木の減少は、林内におけるフラスの出ている孔の総数、すなわち繁殖している成虫の数が減少していることを示している。

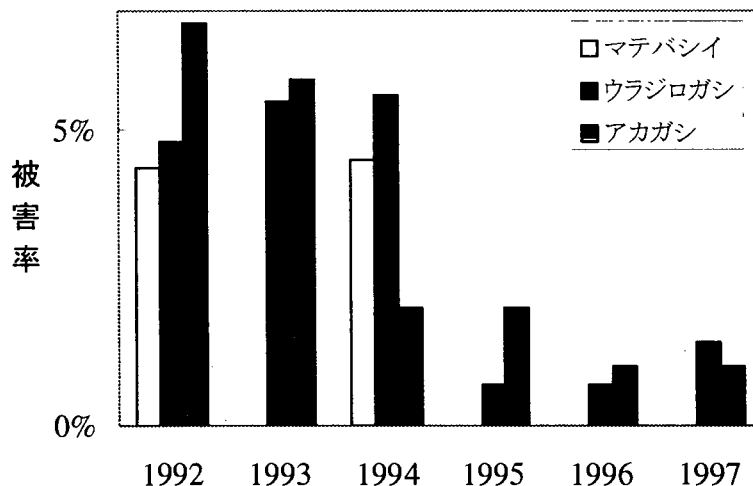


図 2-3-2 ㉔ 新たにアタックを受けた樹木割合の推移（牧野ら、未発表）

被害木の減少は、リサーチサイト内に限ったことではない。数量的なデータはないものの、リサーチサイト周辺でも明らかに新しいフラスの出ている木は減少しており、ここ数年間は発見するのさえ難しくなっている。多くの被害木が見られた林分（地域）から、数年後にはほとんど被害がなくなることは、私たちの研究室が内之浦町や鹿屋市で行っている、おもにマテバシイ（人工林で、DBH20～30cm の樹木が多い）からなる林分の調査からもいえる。6年ほど前調査を始めたときにはフラスのでている樹木が多く見られたがここ一両年はほとんど見られなくなった。また霧島温泉一帯の広葉樹林でも同様の現象が見られる。

vii 樹木の状態と寄生との関係

リサーチサイトの樹木については暖帯林研究室によって樹冠の枯損程度のランク付けがなされている。樹木の状態とカシノナガキクイムシ寄生との関係を調べるため、被害木と非被害木とで樹冠枯損程度を比較した（図 2-3-2 ㉕）。ここでの被害木は1992年から1994

年までに発見されたフラス排出木および過去の被害痕のあるアカガシおよびウラジロガシであり、枯損程度は 1993 年に調べられたものである。被害木のほうが非被害木よりも樹冠枯損率の大きな木が多いことがわかる。

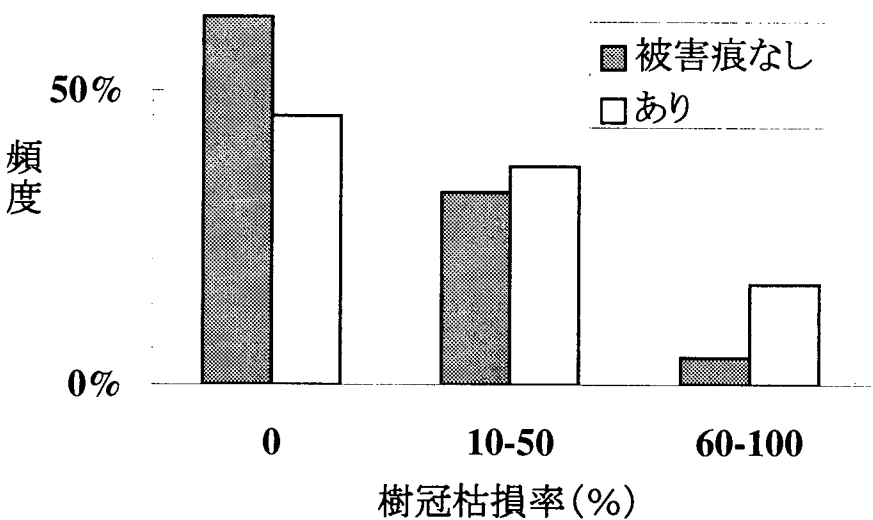


図 2-3-2 ㉗ 樹冠枯損率と被害痕の有無との関係
(アカガシとウラジロガシの合計) (牧野ら, 未発表)

次に 1993 年、すなわち台風によって多くの倒木が出現した年に、林内のアカガシとウラジロガシすべてについて、枯損して間もない木ないしは新しい倒木（枯損木と呼ぶ）と、それ以外の樹木（健全木と呼ぶ）とにわけ、それぞれが年内に新たに寄生を受けたかどうかを調べた（フラスの排出で判断）。枯損木では全 22 本のうち 8 本（36%）が寄生を受けたのに対して、健全木では全 224 本のうち 16 本（7%）が規制を受けた。枯損木のサンプル数が健全木に比して非常に小さいため、統計的な検定をするには問題があるが、枯損木では数に比して多くの木がアタックを受ける可能性がある。

次に生立木がアタックを受けた場合、翌年枯損するかどうかを見た。1993 年にアタックを受けたアカガシとウラジロガシ 11 本のうち翌年枯死したのは 1 本（9%）であった。一方アタックされなかった 207 本のうち翌年枯死したのは 7 本（3%）であった。これにかんしてもグループ間でサンプル数が違いすぎるため統計的な処理をすることはできないが、少なくともアタックされなくてもある程度の枯死は毎年起きていることがわかる。綾に関する限り、本種のアタックが枯死率の大幅な増加をもたらしているとはいえない。なお生立木が 2 年以上にわたって穿孔されることは皆無ではないが、綾においては例が少ない。また枯損木や倒木は、死んでから 2 年以上たつと本種に穿孔されることはない。

カシノナガキクイムシの寄生と木の枯損との因果関係については多くの議論がある。すなわち寄生の後に枯損が生じた場合、1) 寄生が(虫の媒介が想定される菌による場合も含めて)枯損をもたらした可能性と、2) 枯損した木では、外見ではわからないながら寄生以前に別の原因で枯損が進行しており、寄生は二次的なものにすぎない可能性とが考えられる。九州においても、たとえば谷口・末吉(1994)は被害を受けたマテバシイを解剖し樹幹内に広範囲に変色が見られたことをもとに、本種がなんらかの菌類を持ち込んで枯損させる可能性を指摘している。しかし上記のように倒木や明らかな衰弱木(葉量が極端に少ない)に多数のアタックが見られるわけだから、第2の可能性も実際に生じていると考えなければならない。一方、多数の個体にアタックされても必ずしも枯損するわけではなく、翌年以降も健全な状態を保つ木もあり、状況をいっそう複雑にしている。本種の枯損能力をテストするには、成虫および/あるいは枯損原因と目されている菌の広範な接種試験を含む実験的手法を待たなければならないであろう。

viii 被害防止

九州においては現在まで、「集団枯損」と言われるほどの被害は起きていないといえる。むろん発生地に枯損木が生じることがあるが、天然林に限れば、上で綾について見たように寄生がなくても毎年ある程度の枯損は恒常的に生じうる。たとえ本種が生立木を枯損させる能力を持っていたとしても、九州の天然林に関する限り枯損率を大きく引き上げるほどのものではないと思われる。また人工林でも、たとえば内之浦のマテバシイ人工林では上記のように5年ほど前まで多くのフラス排出木があったにもかかわらず、それ以降目立って枯損が増えたわけではない。こうした状況を見るならば、九州においては本種がある林分で発生しても、樹木が新たに加害される率は初期の数年のみ高いが、それ以降はごく低い状態で推移し、しかも寄生に帰せられる枯損はあったにしても非常に少ないと考えられる。ただし同じ林分で、将来再び新たな被害木が頻出する可能性はあるが、その場合でも前回と同じ経過をたどるはずである。

以上の理由から、九州では集団枯損をおそれる必要はいまのところないといえよう。広葉樹について公益的機能を主に考えるのであれば、本種について防除や予防を積極的行わなくてもよいと思われる。ただし本種は材部深くまで複雑な坑道を掘り、また広範囲に変色をもたらすため、木の枯損は免れても用材としての価値は大きく減少する。用材林についてはフラス排出木の伐倒搬出などが必要かもしれない。

参考文献

- 熊本営林局（1941）：カシ類のシロスジカミキリ及カシノナガキクイムシの予防駆除試験の概要。
- 牧野俊一・佐藤重穂・岡部貴美子・中村克典（1993）：常緑広葉樹林におけるカシノナガキクイムシの被害，37 回応動昆講要，63
- 牧野俊一・佐藤重穂・岡部貴美子・中村克典（1994）：カシノナガキクイムシの羽化消長と成虫の生産数，38 回応動昆講要，226.
- 牧野俊一・佐藤重穂・岡部貴美子・中村克典・小泉透（1996）：天然常緑広葉樹林におけるカシノナガキクイムシの年間加害量，40 回応動昆講要，221.
- 森健・曾根晃一・井出正道・馬田英隆（1995）：高隈演習林におけるカシノナガキクイムシの生立木へのアタック，鹿大農学部演習林，23:23-32.
- 佐藤千恵子・荒井正美・衣浦晴生（1993）：山形県におけるナラ集団枯損，日林論，104:647-648.
- 佐藤重穂・吉田成章・岡部貴美子（1992）：綾営林署管内におけるカシノナガキクイムシの加害実態，日林九支研論，45:133-134.
- 曾根晃一・牛島豪・森健・井出正道・馬田英隆（1995）：林内におけるカシノナガキクイムシの被害発生状況と被害木の空間分布，鹿大農学部演習林，23:11-22
- 末吉政秋（1990a）：広葉樹に発生したカシノナガキクイムシ被害（第1報），森林防疫，39(3):15-18.
- 末吉政秋（1990b）：広葉樹に発生したカシノナガキクイムシ被害（第2報），森林防疫，39(12):14-17.
- 末吉政秋・谷口明（1990）：カシノナガキクイムシに関する研究（Ⅰ），日林九支研論，43:153-154.
- 谷口明（1992）：カシノナガキクイムシによる霧島山系の広葉樹被害，鹿児島県林試業務報告，40:88-89.
- 谷口明・末吉正秋（1990）：カシノナガキクイムシに関する研究（Ⅱ），日林九支研論，43:155-156.
- 谷口明・末吉正秋（1994）：カシノナガキクイムシに関する研究（Ⅲ），日林九支研論，47: 171-172.
- 田内裕之・山本進一（1991）：綾照葉樹林の種組成ならびに林分構造，日林論，102:409-410.

(5) ナラ類集団枯損に関連する菌類

i はじめに

現在、世界的にナラ類の衰退・枯損現象が問題になっている。その原因は、国、地域により異なっており、様々な角度から研究が行われ現在も進められている。例えば、乾燥害 (Tainter et al. 1983, Jenkins & Pallardy 1995)、霜の害 (Beal 1926)、病害 (Przybyl 1994, Wargo 1977, Brasier 1992, Jung et al. 1996, Henry 1944, Appel 1994)、虫害 (Nichols 1968, Kegg 1973, Dunn et al. 1986)、大気汚染物質 (Berger 1994, McClenahan 1993) などが原因として取り上げられ、議論されてきた。また最近では、ナラ類の衰退・枯損の原因は、複合害 (Siwecki 1989, Wargo 1996)、温暖化の影響 (Leblanc & Foster 1992, Auclair et al. 1996) であるとする論文が発表されている。

我が国のナラ類には、約 40 種の病害が記録されている。しかしながら、ならたけ病などの土壤病害を除いて、成木を枯死させるような病害はなく、また病害によりナラ類が集団的に枯死した記録も残されていない。しかしアメリカでは、1900 年頃からナラ・カシ類萎凋病 (oak wilt, *Ceratocystis fagacearum*) が発生していたとされ (寺下 1955)、本病によるナラ・カシ類 (*Quercus*) の枯死被害が現在でも問題となっている (Appel 1994)。この病気では、キクイムシが病原菌をコナラ属の樹木に伝搬し枯死させるとされている。幸い我が国では本病の発生は今までに知られていない。

現在日本海側の各地で発生しているナラ類の集団枯損被害地では、枯損木に例外なくナガキクイムシ科のカシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*) の穿入が認められるのが共通した現象である。カシノナガキクイムシは、体内に孢子貯蔵器官を持つ養菌性キクイムシと呼ばれ、一般的にはこの仲間のキクイムシは衰弱木あるいは枯死木で生活するとされている。しかしオーストラリアでは、*Platypus surgbranosus* が、*Nothofagus cunninghamii* などナンキョクブナ (*Nothofagus*) 属の樹木に *Chalara australis* を持ち込み、木を枯死させる例が知られている (Faulds 1977, Kile et al. 1992)。我が国でも、過去にカシノナガキクイムシによるとされるナラ類の枯損被害の記録が残されているが (斉藤 1959, 山崎 1978)、原因に関する詳しい研究事例はなく、特に菌類の関与については全く調べられていない。

そこで、現在行っている研究の中で、この被害に対する菌類の関与の可能性について検討した結果を紹介する。

ii ナラ類の枯死に関連する菌類

ナラ類の集団枯死に菌類が関与するかどうかを明らかにするため、以下の調査・実験を

行った。

まず被害発生地において、被害木や枯死木を外観的に観察し、ナラ類の枯死に関連する菌類の調査を行った（子実体形成の有無を調査）。その結果、枯死木の樹皮上にオレンジ色の子実体（写真 2-3-2⑧）が形成されることが明らかになった。顕微鏡観察の結果、これは *Cryphonectria* 菌の子実体であり、ナラ類が枯死した後早い時期に、主に樹幹上部の樹皮上に認められることがわかった。枯死後1年以上経過したナラ類では、その樹皮上に多くの担子菌類の子実体が形成された。

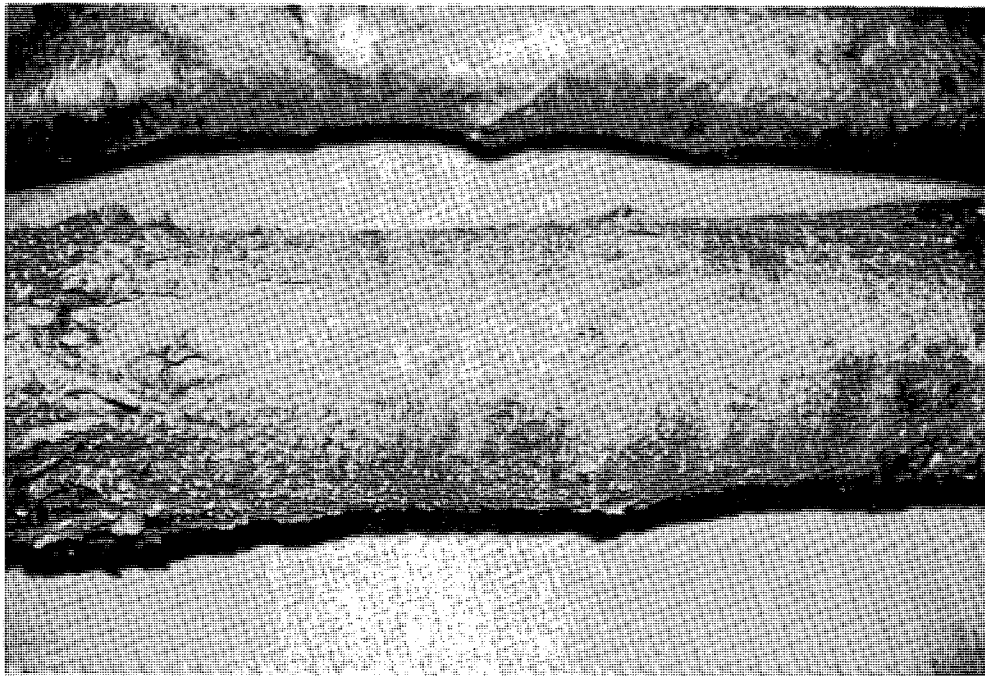


写真 2-3-2⑧ 枯死木樹皮上の *Cryphonectria* sp.

野淵（1993）は、新潟県の被害地での調査から、萎凋途中の被害木根部にならたけ病菌の菌糸膜と菌糸束を認め、カシノナガキクイムシはならたけ病被害木に穿入すると述べている。そこで、被害発生林分において 100 本程度の被害木、萎凋木、枯死木の根部の調査を行った。しかしながら、野淵が指摘するような事例はわずか1例だけであった。また枯死木地際部に、ナラタケの子実体形成を観察したのも1例のみであった。この結果から、ならたけ病感染とカシノナガキクイムシ穿入との相関はないものと判断した。

被害木（外観的には健全であるが、カシノナガキクイムシの穿入を受けた木）や枯死木では、辺材部にクイムシの孔道部から拡がったと考えられる褐色の変色域が形成される（写真 2-3-2⑨）。この変色域あるいは壊死した内樹皮を中心に菌類の分離を行った。以下その概要について紹介する。

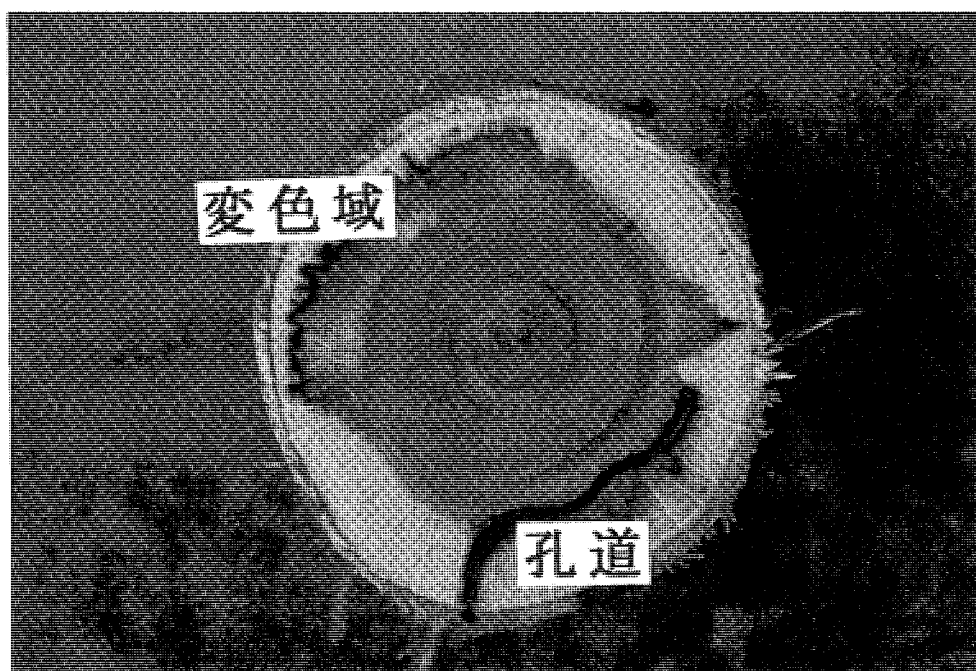


写真 2-3-2⑨ 被害木の横断面（変色域と孔道）

i) 被害木の異なる部位から分離された菌類

被害木（外観健全であるが、カシノナガキクイムシの穿入が認められる木）の、内樹皮、辺材部、心材部、孔道壁から菌類を分離した結果を表 2-3-2⑧に示した。分離を行った部位の中で、内樹皮の褐変した部位、辺材部の変色域、心材部でクイムシが穿入していた部位、クイムシが生育していた孔道壁から、未同定菌（以下ナラ菌と呼ぶ、*Hyphomycetes*（*Polo-Blastic* 型分生子）の 1 種。*Graphium* 本菌は目下その所属を検討中であるが、今までに記載のない、属あるいは種になる可能性が高い。Dr. Gams 私信）が分離された（伊藤ら 1998）。クイムシの生育しない孔道壁からは *Phialophora* sp. が分離されたのを除いては、他の部位からの菌類の分離率は極めて低率であった。低率ではあるが、クイムシの孔道壁からは、*Ceratocystis* 菌の不完全世代である *Graphium* sp. が分離された。

表 2-3-2⑧ 被害木の異なる部位から分離された菌の種類と分離数

菌の種類	内樹皮		辺材部		心材部		孔道壁
	褐	変 未変色	変 色	未変色	変色部	未変色	
<i>Fusarium</i> sp.			2		7		
未同定菌（ナラ菌）	7		38		8		24
その他	2	2					
細菌	1		3		7		5
分離片総数	39	63	63	56	21	63	61
分離数	10	2	43	0	22	0	29
種数	3	2	2	0	2	0	1

ii) 各地の被害木と枯死木から分離された菌類

新潟県、福井県、滋賀県、兵庫県で被害木、枯死木を採集し、それぞれの変色域から菌類を分離した（表 2-3-2⑨）。地域によって分離率に差はあるが、いずれの地域でも被害木と枯死木の両方からナラ菌が分離された。

表 2-3-2⑨ 各地の枯死木と被害木の変色部から分離された菌の種類と分離数

菌の種類	新潟県		福井県		滋賀県		兵庫県 被害木
	被害木	枯死木	被害木	枯死木	被害木	枯死木	
<i>Aureobasidium</i> sp.	6						
<i>Fusarium</i> sp.		9	1		4		
<i>Penicillium</i> sp.			1			3	
<i>Pestalotiopsis</i> sp.						1	
<i>Phialophora</i> sp.	6	6	1				
未同定菌（ナラ菌）	5	27	32	64	37	36	19
その他	1	1		1	3	2	
細菌	11	4		5	3	28	3
分離片総数	48	43	140	81	84	56	40
分離数	29	47	35	70	47	70	22
種数	4	4	4	2	4	4	1

被害の発生している山形、新潟、石川、福井、滋賀、京都、兵庫、鳥取各県の枯死木からナラ菌を分離した。また九州においてはカシ・シイ類にカシノナガキクイムシが穿入して被害を与えているが（末吉・谷口 1990、佐藤ら 1992）、キクイムシが穿入したマテバシイからもナラ菌を分離した。それらを培地上で比較検討した結果、いずれも同一の菌と判断した。

iii) 被害履歴の異なるナラ類から分離された菌類

被害の推移を継続的に観察している試験地において、健全木、被害木（新しく穿入された木と前年度穿入が確認されている木）、萎凋木（葉に萎れが認め始めた木）、枯死木（新しい枯死木、昨年度の枯死木）を伐倒し、その材部（変色部）と孔道から分離された菌類を表 2-3-2⑩に示した。健全木では、辺材、心材部ともまったく菌類は分離されなかった。一方被害木、新しい枯死木の変色部と孔道壁からは、ナラ菌が高率で分離された。前年度に穿入が確認されている木では、ナラ菌の分離率はほかの木より低率であり、*Phialophora* sp. の分離率の方が高かった。また古い枯死木（前年度に枯死）の変色部と孔道壁からは担子菌類が分離され、ナラ菌は分離されなかった。

表 2-3-2⑩ 被害履歴の異なるナラ類から分離された菌の種類と分離数

菌の種類	健全木		被害木(今年)		被害木(昨年)		枯死木(今年)		枯死木(昨年)	
	辺材	心材	変色	孔道	変色	孔道	変色	孔道	変色	孔道
<i>Fusarium</i> sp.				5		11				
<i>Penicillium</i> sp.				3						
<i>Phialophora</i> sp.					13	23				
未同定菌(ナラ菌)			31	16	5	3	29	14		
その他				10			1		5	5
細菌			5	12	5	2				
分離片総数	42	34	43	44	61	62	36	21	21	41
分離数	0	0	36	46	23	39	30	14	5	5
種数	0	0	1	4	2	3	2	1	1	1

iv) 季節別にナラ類から分離された菌類

カシノナガキクイムシの穿入が始まる7月から、被害の進展に合わせて季節別にナラ類から菌類の分離を行った（表 2-3-2⑪）。

表 2-3-2⑪ 季節別に被害木から分離された菌類

	7月被害木		8月被害木			10月被害木			10月枯死木		
	変色 中央部	孔道 壁部	変色 先端部	変色 中央部	孔道 壁部	変色 先端部	変色 中央部	孔道 壁部	非変 色部	変色 部	孔道 壁部
分離片数	0	152	196	196	186	513	541	519	76	276	102
分離数		61	30	81	194	227	313	519	68	106	106
分離率(%)		40	15	41	103	44	58	100	90	38	104
<i>Phialophora</i> sp.	0		0	0	0	5	0	0	0	0	17
<i>Fusarium</i> sp.	0		0	2	38	6	10	36	0	0	0
<i>Pestalotiopsis</i> sp.	0		0	0	0	3	2	11	0	0	0
未同定-1 (ナラ菌)	2		2	11	44	22	52	35	23	91	60
未同定-2		4	0	0	0	6	2	0	0	0	0
未同定-3		21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他		10	3	8	15	15	22	76	10	11	4
細菌		24	25	60	97	170	225	361	35	4	25

7月、キクイムシの穿入が始まった頃には、被害木辺材部にはまだ変色の形成が認められず、キクイムシの孔道壁から低率でナラ菌が分離された。8月以降、辺材部には孔道周辺に変色域が認められるようになり、被害木の辺材部変色域へのナラ菌の定着が確認された。10月になり、被害木、枯死木の両方から、その変色域からのナラ菌分離率は高率となった。

v) カシノナガキクイムシから分離された菌類

枯死木の材部に生育していた幼虫、成虫の体表および雌成虫の孢子貯蔵器官から菌類の分離を行った(表 2-3-2⑫)。幼虫と成虫の体表からは、季節別(6月、8月、10月)に菌類の分離を試みたが、いずれの季節にもナラ菌が分離された、また雌成虫の孢子貯蔵器官を解剖し、その内容物を PDA 培地に直接おいた結果、ナラ菌が分離された。

表 2-3-2⑫ カシノナガキクイムシから分離された菌類の種類

菌の種類	幼 虫		成 虫			孢子貯蔵器官 6 月
	9 月	10 月	6 月	9 月	10 月	
<i>Aureobasidium</i> sp.						○
<i>Penicillium</i> sp.						○
未同定菌（ナラ菌）	○	○	○	○	○	○
その他	○	○	○	○	○	○
細 菌	○			○	○	○

iii 分離菌とカシノナガキクイムシを用いた接種試験

分離されたナラ菌の病原性を明らかにするため、被害未発生地のコナラに対する接種試験を行った（滋賀県、試験－1）。また他の分離菌も含め、ミズナラ小径木（9 cm）に対して接種試験を行った（東北支所、試験－2）。

またカシノナガキクイムシの健全木への穿入とその後のコナラの経過を観察するため、前年度枯死木から脱出したキクイムシと枯死木丸太を用い、コナラに対して接種試験を行った（滋賀県）。

i) 分離菌の接種試験

試験－1

滋賀県の被害未発生地において、健全木に対する接種試験を行った。接種では、爪楊枝にナラ菌を蔓延させ、それを接種源とした。

接種後1ヶ月、2ヶ月、3ヶ月目に伐倒し、解体調査により辺材部における接種菌の蔓延状況と変色の状況を調べた（表 2-3-2⑬）。

表 2-3-2⑬ 健全なナラ類に対する分離菌の接種試験（試験－1）

	単位mm					
	内樹皮		形成層 壊死長	材 変 色		
	壊死幅	壊死長		接線方向	放射方向	軸方向
接種1カ月	9.0	11.3	29.3	10.1	27.4	131.0
接種2カ月	8.9	10.5	16.8	9.2	19.5	153.8
接種3カ月	7.0	9.2	15.0	5.3	33.0	139.0
対 照	5.6	8.2	7.9	5.1	25.5	52.7

接種1カ月は1個体、その他は2個体の平均値

内樹皮の壊死は、対照とあまり差が認められなかったが、形成層の壊死長は対照の約2倍から4倍に達した。接種部位周辺の変色は（写真 2-3-2⑩）、接線、放射、軸方向いずれも、対照に比べて大きな変色域が形成された。特に軸方向では、対照の約2倍から3倍の変色域であった。変色域からは、ナラ菌が再分離され、辺材部への接種菌の定着が確認されたが、この接種試験ではその後いずれの接種木にも枯死の発生はなかった。

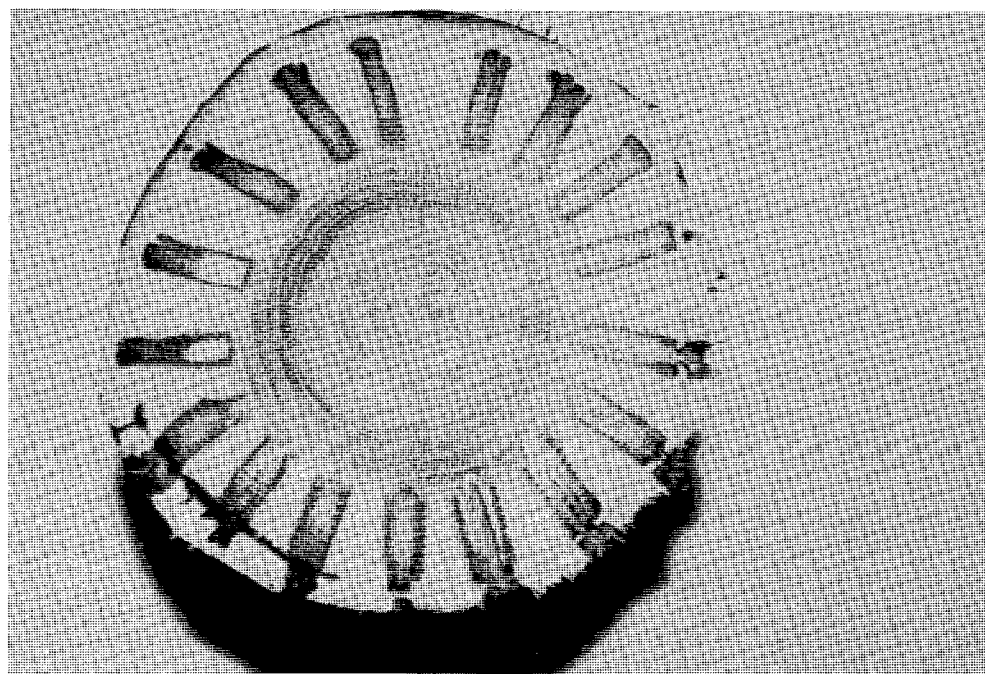


写真 2-3-2⑩ 接種によって形成された変色域（試験－1）

試験－2

東北支所構内に植栽されているミズナラ小径木に対し、ナラ菌、*Cryphonectria* sp., *Graphium* sp. の接種試験を行った（写真 2-3-2⑪）。接種では、米ぬか・ふすま培地上で各菌を培養し、それを接種源とした。接種では、剥皮、ポンチ、爪楊枝接種等を組み合わせた4種類の接種方法とし、各区5本ずつ接種を行った。

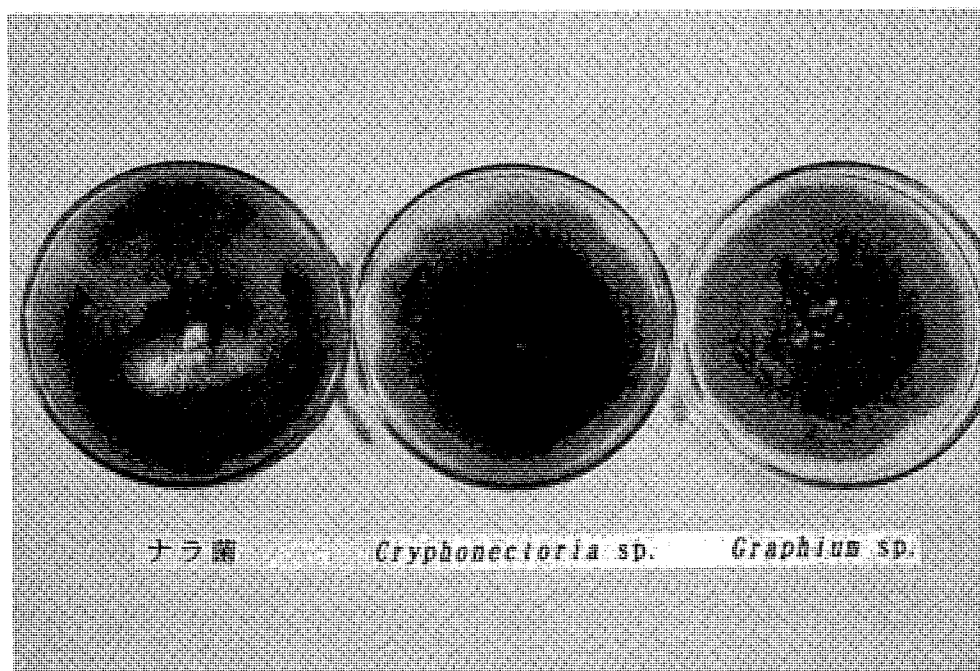


写真 2-3-2⑪ 接種に使用した菌類の菌叢

接種方法と接種結果を図 2-3-2 ㉔と表 2-3-2⑭に示した。接種約 1 ヶ月後、剥皮と爪楊枝接種を組み合わせたナラ菌接種区で水ポテンシャルが急激に低下し、その後枯死が発生した。野外におけるナラ類の枯死過程と同様、わずかに葉の萎凋症状が認められてから、急激に葉が赤変し、1 週間から 10 日程度で個体全体が赤変した。枯死した木では、接種部では横断面全体に変色域が拡がり（写真 2-3-2⑫）、またそこから軸方向に変色が拡がっていた（写真 2-3-2⑬）。変色域からは接種菌が再分離された。

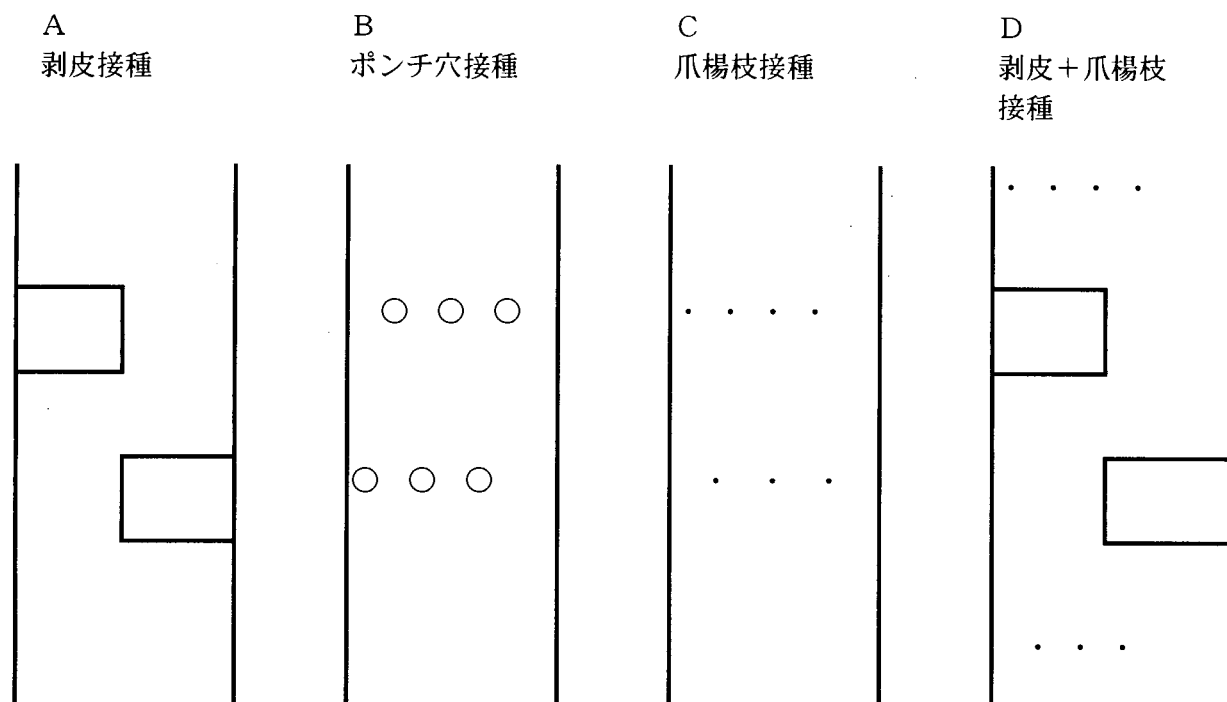


図 2-3-2 ㉔ 分離菌の接種方法

表 2-3-2⑭ 健全なナラに対する接種試験（試験－2）

接種菌\接種法	A	B	C	D
ナラ菌	1	1	0	3
<i>Cryphonectria</i> sp.	0	0	0	0
<i>Graphium</i> sp.	0	0	0	0
Control	0	0	0	0

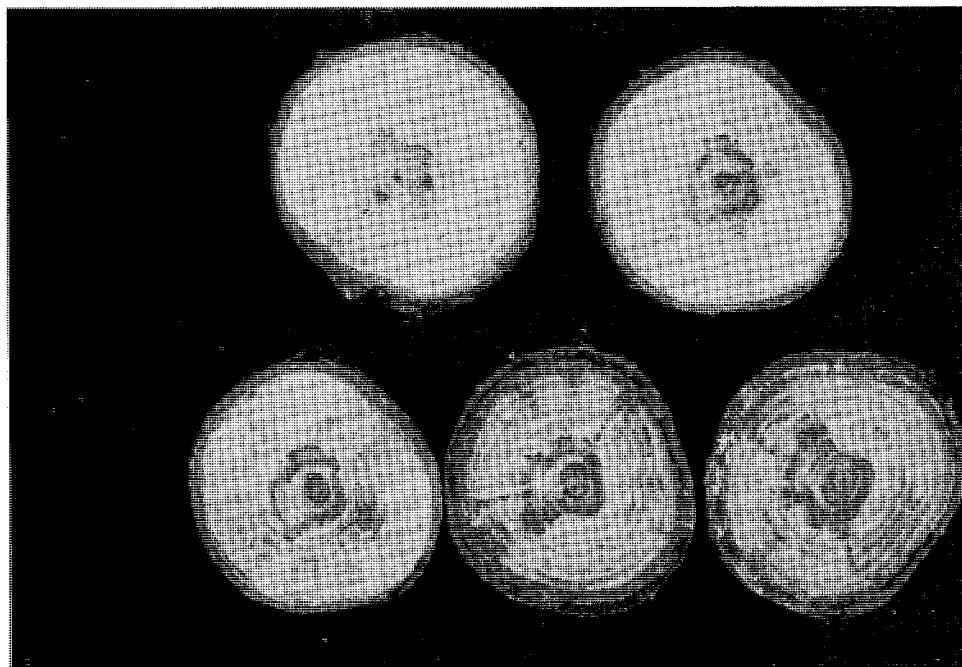


写真 2-3-2⑫ 接種によって形成された変色域（横断面、試験－2）



写真 2-3-2⑬ 接種によって形成された変色域（軸方向、試験－2）

接種方法によって枯死率が異なったが、ナラ菌接種区では爪楊枝接種を除いて枯死が発生した。特に剥皮と爪楊枝接種を組み合わせた区（図 2-3-2 ㉔のD区）では、5本中3本が枯死に至った。*Cryphonectria* sp., *Graphium* sp. およびコントロール区では枯死は発生しなかった。

ii) カシノナガキクイムシの接種試験

昨年度枯死した丸太から脱出したカシノナガキクイムシと枯死木丸太を用い、コナラに対し接種試験を行った（表 2-3-2㉕）。

表 2-3-2㉕ 健全なナラ類に対するカシノナガキクイムシの接種試験

接種後	穿孔数	孔道長	内樹皮 壊死長	材 部 変色長	虫の有無
1 力月（♂32♀27）	10	3～58mm	—	—	死亡虫 1
2 力月（♂52♀41） （被害丸太）	6 29	2～10 2～55	— 2～27mm	— 0～120mm	無 死亡虫 4
3 力月（♂39♀31） （被害丸太）	5 20	2～18 3～33	3～15 2～20	0～ 70 0～305	無 無

カシノナガキクイムシの接種では、クイムシの穿孔は全ての試験木で認められたが、ほとんどは樹皮部か、わずか数 mm 辺材部に穿入するだけで終わった（写真 2-3-2㉔）。わずか1例のみ、辺材部に 6 cm の孔道が形成されたが、虫は中で死亡し、また変色域も形成されなかった。

丸太接種でも、虫の穿孔は認められたが、辺材部に数 mm 穿孔するものがほとんどであった。数例 3～5 cm の孔道が形成され、そこでは変色域が孔道の上下に 12cm から 31cm の変色域（写真 2-3-2㉕）が形成され、ナラ菌の定着が確認された。しかしながら、カシノナガキクイムシの接種によって、枯死する例はなかった。

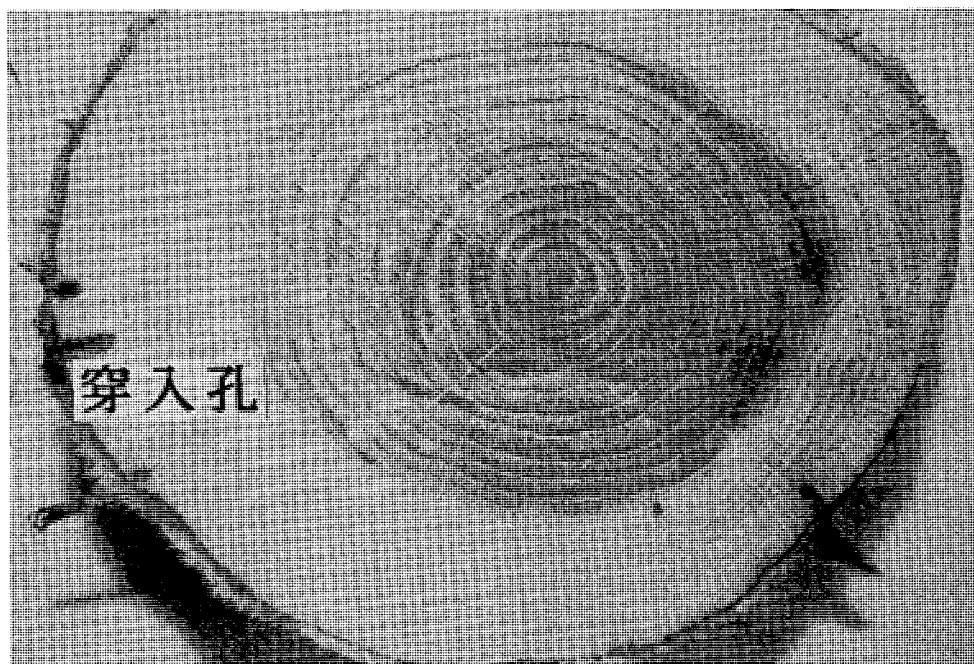


写真 2-3-2⑭ 接種によるカシノナガキクイムシの穿入



写真 2-3-2⑮ 接種によるカシノナガキクイムシの穿入

iv まとめ

現在、日本海側の各地で発生しているナラ類の集団枯損被害に対する菌類の関与を明らかにするため、被害地における菌類の調査と被害木、枯損木からの菌類の分離を行った。その結果、いずれの地域においても、またいずれの被害木、枯損木からも1種の未同定菌（ナラ菌と仮称、Hyphomycetes（Polo-Blastic型分生子））が分離された（伊藤ら 1998）。このナラ菌は、カシノナガキクイムシからも分離された。カシノナガキクイムシの接種では、接種木の枯死は発生しなかったが、分離されたナラ菌を用いた接種試験において枯死が発生した。

以上のことから、ナラ菌はナラ類の集団枯損と深く関わっていることが推測された。さらに、カシノナガキクイムシからもナラ菌が分離されたことから考え、ナラ菌はこのキクイムシによって伝搬されている可能性が示唆された。

引用文献

- Appel D. N. (1994) : The potential for a California oak wilt epidemic. *J. Arbor.* 20:79-85.
- Auclair A. N.D., Lill J. & Revenga C. (1996) : The role of climate variability and global warming in the dieback of northern hardwoods. *Water, Air, and Soil Poll.* 91:163-186.
- Beal J. (1926) : Frost killed oak. *J. For.* 24: 949-950.
- Berger T. W. & Glatzel G. (1994) : Deposition of atmospheric constituents and its impact on nutrient budgets of oak forests (*Quercus petraea* and *Quercus robur*) in lower Austria. *For. Ecol and Manage.* 70: 183-193.
- Brasier C. M. (1992) : Oak tree mortality in Iberia. *Nature* 360: 539.
- Brasier C. M., Robredo F. & Ferraz J. F. P. (1993) : Evidence for *Phytophthora cinnamomi* involvement in Iberian oak decline. *Plant Pathol.* 42: 140-145.
- Dunn J.P., Kimmerer T. M. & Nordin G. L. (1986) : The role of host tree condition in attack of white oaks by the twolined chestnut borer, *Agrilus bilineatus* (Weber) (Coleoptera:Buprestidae). *Oecologia* 70: 596-600.
- Faulds W. (1977) : A pathogenic fungus associated with Platypus attack on New Zealand *Nothofagus* species. *New Zealand J. For. Sci.* 7: 384-396.
- Henry B. W., Moses C. S. Richards C. A. & Riker A. J. (1944) : Oak wilt: its significance, symptoms and cause. *Phytopathology* 34: 636-647.
- 伊藤進一郎・窪野高德・佐橋憲生・山田利博(1998) : ナラ類集団枯損被害に関連する菌類. *日林誌* 80:170-175
- Jenkins M. A. & Pallardy S. G. (1995) : The influence of drought on red oak group species

- growth and mortality in the Missouri Ozarks. Can. J. For. Res. 25:1119-1127.
- Jung T, Blaschke H. & Neumann P. (1996) : Isolation, identification and pathogenicity of *Phytophthora* species from declining oak stands. Eur. J. For. Path. 26:253-272.
- Kile G. A., Elliott H. J., Candy S. G. & Hall M. F. (1992) : Treatments influencing susceptibility of *Nothofagus cunninghamii* to the ambrosia beetle *Platypus subgranosus* in Australia. Can. J. For. Bot. 22:769-775.
- LeBlanc D. C. & Foster J. (1992) : Predicting effects of global warming on growth and mortality of upland oak species in the midwestern United States: a physiologically based dendroecological approach. Can. J. For. Res. 22:1739-1752.
- McClenahan J. R. & Long R. P. (1993) : Height growth of northern red oak in relation to site and atmospheric deposition in Pennsylvania. Environ. Poll. 80:105-114.
- Nichols J. O. (1968) : Oak mortality in Pennsylvania. A ten-year study. J. For. 66:681-694.
- 野淵 輝 (1993) : カシノナガキクイムシの被害とナガキクイムシ科の概要 (I) . 森林防疫 42: 85-89.
- Przybyl K. (1994) : *Collybia fusipes* (Bull. ex Fr.) Quelet and oak decline in Poland: saprophytic and parasitic forms of the fungus. Arbo. Kornik. 39:155-161.
- 斉藤孝蔵 (1959) : カシノナガキクイムシの大発生について. 森林防疫ニュース 8:101-102.
- 佐藤重穂・吉田成章・岡部貴美子 (1992) : 綾営林署部内におけるカシノナガキクイムシの加害実態. 日林九支研論集 45: 133-134.
- Siwecki R. (1989) : A decline of oak forests caused by abiotic and biotic factors and attempts at biological research on this syndrome. Arbo. Kornik. 34: 161-169.
- 末吉政秋・谷口 明 (1990a) : カシノナガキクイムシに関する研究 (I) -被害の地理的分布と被害の実態- . 日林九支研論集 43: 153-154.
- 末吉政秋・谷口 明 (1990b) : カシノナガキクイムシに関する研究 (II) -成虫の発生消長・加害時期・加害量の推移- . 日林九支研論集 43: 155-156.
- Tainter F. H., Williams T. M., & Cody J. B. (1983) : Drought as a cause of oak decline and death on the south Carolina coast. Pl. Dis. 67: 195-197.
- 寺下隆喜代 (1955) : アメリカにおけるカシ類いちょう病. 日林誌 37: 83-87.
- Wargo P. M. (1977) : *Armillariella mellea* and *Agrilus bilineatus* and mortality of defoliated oak trees. For. Sci. 23: 485-492.
- Wargo P. M. (1996) : Consequences of environmental stress on oak: predisposition to pathogen. Ann. Sci. For. 53: 359-368.
- 山崎秀一 (1978) : 新潟県朝日村に発生したナガキクイムシの被害. 森林防疫 27:28-30

2-3-3 カミキリムシ類

近年、広葉樹林の重要性が見直され、各地で有用広葉樹の保育または植栽が行なわれている。こうした植栽地においてカミキリムシなど穿孔虫被害が増加している傾向があるが、高海拔地帯の天然広葉樹林におけるカミキリムシ被害に関しての調査報告は少ない。

楨原ら（1989）は、岩手県早池峰山麓と安比高原の海拔 800～1,000m のブナ天然林での調査によると、ブナ枯損に関与する加害種としてセンノキカミキリを重要視している。

須藤ら（1995）は、新潟県西頸城郡能生町で 1950 年代まで薪炭林として利用されたあとに 30～50 年生のブナ二次林が更新し、用材生産を目的とした間伐などの施業が行なわれた。しかし、新潟県の低海拔地帯では昔から「ばち」と呼ばれる立木被害があり、カミキリムシの加害が関与していると考えられている。天然更新したブナ二次林は海拔 260m の台地で、林齢は 45 年生、林分の約 80% をブナが占めており、平均樹高は 16m である。ブナ間伐木 235 本のうち、切り株にカミキリムシ幼虫の孔道がある被害木は 23.4% であったが、伐倒部位から上部の食害も含めると林分全体の被害率はさらに高い可能性がある。

穿孔被害形態と現地採集から推定した加害種は、クワカミキリ、ミヤマカミキリ、ヨコヤマヒゲナガカミキリ、シロスジカミキリの 4 種で（表 2-3-3④）、今後用材として利用する場合、樹幹下部の心材部に変色をとともなう孔道が多いため材質劣化が大きな問題となる。

岡田ら（1996）は、兵庫県北西部の日本海側でブナ生立木を加害するカミキリムシの被害調査を行なった。この地域ではブナは海拔 150m から自生がみられ、林分として形成している。海拔 900m 以上では天然林として広く分布しているが、それ以下では古くから人間の生活圏と重なってきたため、大部分は二次林であり、神社の裏山や急傾斜地にわずかに大径木が残っている。調査地は海拔 350～1,300m で、ブナ天然林の生立木を加害していると推定されたのは、クワカミキリ、ヨコヤマヒゲナガカミキリ、シロスジカミキリ、センノキカミキリ、ゴマダラカミキリ、ミヤマカミキリ、ウスバカミキリの 7 種である。このうち、クワカミキリの被害は海拔 380～820m の範囲で確認され、本数被害率は 20～65% で低海拔地になるほど被害の割合も増加し、900m 以上の地域には被害木は確認されていない。

さらに片野田ら（1996）は、鹿児島県沖永良部島の大山（海拔 246m）山頂付近に成立しているスダジイ天然林に、1990 年頃からオオシマゴマダラカミキリの加害による大量枯死が発生している。この島のスダジイ群落は生態学的に重要な植物群落であり、被害林分が水源かん養保安林に指定されている。現在では林冠を構成するスダジイはほとんど枯死あるいは激害を受けており、白骨化した立枯木が多数みられるという。

また天然広葉樹の古い被害記録として、1947 年頃に秋田県男鹿半島の国有林で、ブナの皆伐跡地に成立した 40ha のシナノキ群生地（直径 3~20cm、平均 10cm）にシナカミキリの大被害が発生している。枯死や激害木を含め、総被害本数が約 12 万本と推定されている（余語 1951）。

一方、低海拔地の雑木林や造林地、公園、街路樹、庭園などに植栽されたブナ、シラカンバ、ケヤキ、コナラ、その他の有用広葉樹ではカミキリムシによる加害は恒常的に発生している。近年特にケヤキの育成地や造林地でクワカミキリの被害が各地で多発しており、成虫の後食被害や幼虫の食害による立木枯死、主幹・側枝の折損または大径木の樹幹周囲のらせん状食害による樹皮の破壊・陥没被害が報告されている（江崎 1996, 1997；大橋ら 1997）。またシイ・カシ類やクリ、コナラなどを加害するミヤマカミキリ、シロスジカミキリ、緑化木や果樹その他多くの広葉樹を加害するゴマダラカミキリの被害は全国的にみられ、その被害は経済的または美観的にも計りしれないものがある。

日本列島には 800 種を超えるカミキリムシが分布しており、そのうち 720 種が命名されている（大林ら 1992）。その大部分の寄主植物は広葉樹や針葉樹の生立木や衰弱木、伐採木、枯死木の幹・枝、製材加工した建築材、木工製品、さらに林業の副産物として生産性の高いシイタケほだ木など、生立木から腐朽木まで広範囲の樹木の樹皮下と材内を食して生活しており、大部分が森林生態系のなかでの分解者として重要な役割をはたしている。

このうち広葉樹の生立木に寄生するカミキリムシの主要種を表 2-3-3①に示した。フトカミキリ亜科に含まれる種が多く、一般にていねいな産卵加工を作る。産卵にあたってその部位を加工するものほど進化した習性をそなえていると考えられている。クワカミキリは深いかみ傷を作ってから樹皮を起し、産卵後かみ切った樹皮を元にもどす。イタヤカミキリは樹皮を縦に長くかみ切り、樹皮下に一行に産卵するなど種特異の産卵加工習性を持ち、産卵食痕の形状や部位、排出する木屑から加害種を区別することが容易である。これら主要種の外見的な診断法、生態と被害などについて解説する。

表 2-3-3① 広葉樹の生立木を加害するカミキリムシ (●：筆者確認、○：文献*)

幼虫の食樹 (属、種)	ポ プ ラ	ヤ ナ ギ	ク ル ミ	シ ラ カ ン バ	ハ ン ノ キ	ブ ナ	ク リ	ア カ ガ シ	コ ナ ラ	シ イ ノ キ	ニ レ	ケ ヤ キ	ク ワ	カ ツ ラ	タ ブ ノ キ	サ ク ラ	ア カ シ ア	カ エ デ	ト チ ノ キ	シ ナ ノ キ	サ ル ス ベ リ	セ ン ノ キ	カ ク レ ミ ノ	エ ゴ ノ キ	キ リ
種 名																									
ウスバカミキリ	●	●				○					○					●	○	○		○					●
ミヤマカミキリ						○	●	●	●	●		○	○												○
アオカミキリ					○		○											○	○						
ジャコウカミキリ	○	○																							
トラフカミキリ													●												
タテジマカミキリ																						○	●		
イタヤカミキリ	●	●			●									○				○							
ゴマダラカミキリ	●	●		●	●		○		○	●	●		●				○	●						●	
ホシベニカミキリ															●										
キボシカミキリ													●												
センノキカミキリ						○														○		○			
ヨコヤマヒゲナガカミキリ						○																			
シロスジカミキリ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		○	○												●
クワカミキリ	●	●	○			●					○	●	●				○	●	●		●				
ハンノキカミキリ	○			○	●																				
シナカミキリ					○									○			○			●					

*小島圭三・中村慎吾(1986)：日本産カミキリムシ食樹総目録ほか

1) ウスバカミキリ *Megopis (Aegosoma) sinica* (White)

本種はキリの害虫として古くから知られていたが(矢野 1933)、平野部では多樹種の大径木にしばしば被害がみられ、山間部では在来種のヤマナラシやドロノキの老齢木が被害を受けやすい(遠田 1965)。特にコウモリガ、カミキリムシなど他の病虫害による傷害木や、部分的に腐朽した老齢木に多くみられるが、外見上健全木でも伐採してみると根元付近から侵入した幼虫の食害が観察されることがある。

石川ら(1994)は東京都立「林試の森公園」のケヤマハンノキ枯死木の地際部(直径 15 cm)から多数の幼虫を採取している。岡田ら(1996)は、兵庫県北西部の日本海側でブナ天然林の腐朽の進んだ倒木から蛹を確認したほか、腐朽部分から食い進み生立木の内部を食害して脱出した成虫を採取している。

広葉樹のほか、ヒノキ造林地の幼齢木の根部(生木)を食害する老熟幼虫を採取しており(遠田未発表)、中村ら(1998)も長崎県国見町の約 40 年生ヒノキ生立木の根株腐朽部を食害していた本種の幼虫を確認している。

加害樹種：ポプラ類、ヤナギ類、サワグルミ、ハンノキ類、ブナ、カシワ、ナラ、クリ、ニレ、ニセアカシア、アカメガシワ、イロハカエデ、シナノキ、キリ、ヤツデ、ヤチダモ、

トネリコ、サクラなど広葉樹の生立木と伐採木、イチジク、セイヨウリンゴ、ナシ、その他モミ、トドマツ、エゾマツ、アカマツ、ヒノキなどの針葉樹。

分布：北海道、本州（ヤブツバキ帯からブナ帯）、四国、九州、その他島嶼；朝鮮半島、台湾、中国、インド。

形態：成虫は体長 30～50mm、体色赤～暗褐色、鞘ばねに黄褐色の微毛が密生するため、淡黄褐色または暗黒褐色にみえる。鞘ばねの 2 対の縦隆線は雌では明瞭だが雄は弱くて不明瞭。雄の触角 1～5 節の内側の縁に細かな歯状突起が並び、触角は体長よりやや短い。雌の腹部（産卵管鞘）は長く突出する。幼虫は老熟すると体長 60～75mm、頭部の前縁に 2 対の歯状突起があり、前胸背板には多くの短い横しわがある。腹部第 1～7 各節の背面および腹部第 2～7 節には顆粒からなる隆起した楕円形の班紋がある（図 2-3-3①A）。

生態：本種の生活史については十分明らかにされていない。普通一世代に 2 年以上を要する。成虫は 5～9 月に活動し、日中は樹幹の根元や腐朽部などに潜んでいるが、夜間に樹幹上を歩行して交尾する。雌は樹幹の腐朽した部分（写真 2-3-3①）や他の病虫害による樹皮の損傷部、枯枝のつけ根、枝の切り口など腐朽した部分を選んで 1 か所に多数産卵する（松下 1943、遠田 1965、山口ら 1986）。産卵数は 260 粒ぐらいである（松下 1943）。ふ化した幼虫はしばらく腐朽部と生材の部分を食べ（写真 2-3-3②）、成長するにしたがって生の木質部へと食い進んでいく。老熟幼虫の孔道の長さは 40～50cm、孔道の横断面は長楕円形で長径 30mm、短径 11mm にも達し（写真 2-3-3③）、途中で幼虫が自由に回転できる大きさの孔道を作る。老熟幼虫は樹皮の近くに孔道よりやや広い蛹室を作って、後方を木屑でふさぎ頭部を樹皮面に向けて蛹化する。約 2 週間で羽化した成虫は円形の孔をあけて脱出する。脱出直後にすでに成熟卵を保持しており、交尾受精後に産卵する。

馬場（1932）によると、新潟市のポプラの腐朽部から採取した老熟幼虫は 6 月 27～29 日に 4 頭が蛹化し、2～3 週間後に羽化している。

防除法：本種は他の病虫害など樹幹の損傷または腐朽部、空洞部分に産卵するため、幹の腐朽部分を削りとり、コンクリートまたはウレタン填充など外科手術を行い、産卵防止につとめる。さらに切り口にガットサイド S の原液、スミバーク E の 50 倍液を塗布して好結果を得ている（山口ら 1986）。

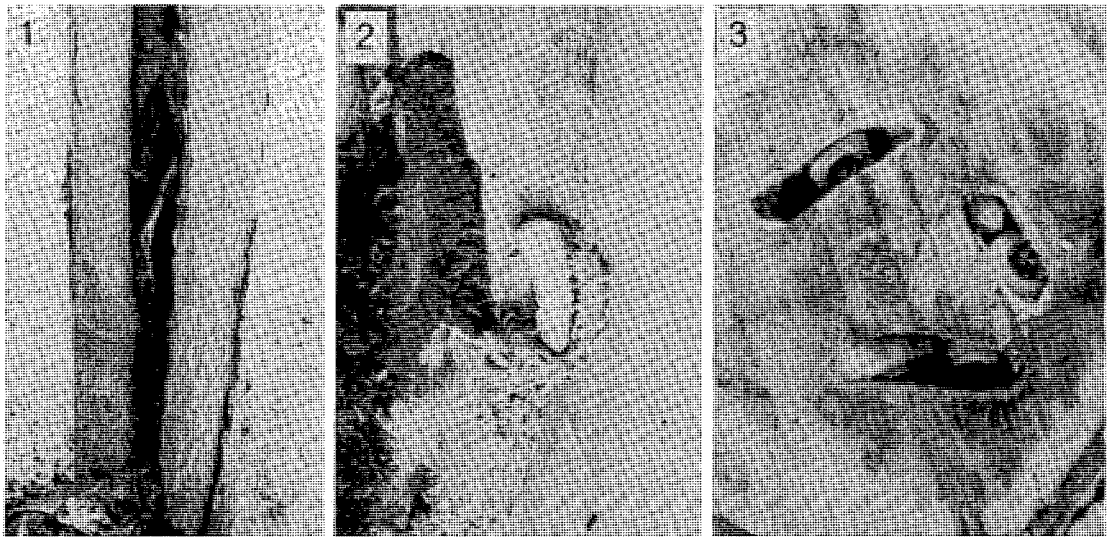


写真 2-3-3① ウスバカミキリの産卵木 ② 同生木を食害する幼虫 ③ 同材内の幼虫

2) ミヤマカミキリ *Massicus raddei* (Blessig)

大型のカミキリムシの一種で、古くからクリ、カシ類の害虫として知られており（松下、1948）、各地で恒常的な被害が発生している。打越ら（1964）、小島ら（1965）によると、香川県高松市の日本名園の一つとして数えられている栗林公園のウバメカシ、アラカシ、スダジイ、マテバシイに 1957 年頃からミヤマカミキリとシロスジカミキリの集団被害が発生した。調査木 2,266 本のうち 2,204 本（被害率 97.3%）が激しい被害を受け、枯死木も発生する大被害となった。このため公園管理上重要な問題となり、成虫の習性を利用した灯火誘殺や人海戦術による捕獲が実施されるとともに、生態についても新たな事実が明らかにされた。

栗林公園のカシ類、シイ類のカミキリの被害は古くからあったらしいが、1955 年頃まではあまり目立たなく、1957 年頃から被害が増加しはじめ 1960 年から特に多くなった。

被害部に二硫化炭素を注入する防除が実施されたが、十分な成果が得られなかった。その後、被害が激しくなり両種の被害は全園にわたって認められた。ミヤマカミキリの幼虫は樹皮下を食害するため、食害部位の樹皮が破れて大きな傷となるばかりでなく、樹勢が弱り枯死する木も発生した。また幼虫が樹外に多量に排出する木屑や虫糞も美観を著しく損じている（打越ら 1964）。本種の被害は一般に低海拔地のクリ、コナラ林に散発的にみられるが、高海拔地帯での被害報告はない。このような集団的な大被害の報告は珍しく、これは公園という特殊な環境下での密度増加のためと考えられる。

加害樹種：ブナ類、ウバメガシ、アラカシ、スダジイ、マテバシイ、クリ、サワシバ、

ミズナラ、コナラ、クヌギ、カシワ、アベマキ、ケヤキ、クワ、コウゾ、イチジク、セイヨウリンゴ、キリなど生立木の樹幹部。

分布：北海道、本州（ヤブツバキ帯）、四国、九州、その他島嶼；アジア極東地域。

形態：成虫の体長は雌 50～60mm、雄 40～50mm。体は黒色か黒褐色、鞘ばねに黄灰色の短い微毛が密生するがとれやすく、黒褐色にみえる。前胸背面には明瞭な横しわがある。雄の触角は体長の約 1.5 倍、雌はやや短く、触角の第 3・4 節の先端部はこぶ状にふくらむ。卵は乳白色で俵状、長さが 7～7.5mm、一端だけが黄褐色で表面に網目状のしわのあるキノコ状の突起となる。老熟幼虫は体長 50mm に達し、前胸背板の前部と側部に剛毛と褐色の班紋があり、紋の中には波状のしわと小さな楕円形のくぼみがある（図 2-3-3①B）。

生態：普通一世代に 3～4 年を要する。成虫は 5～8 月までみられる。夜間に活動し、日中は樹幹の裏側に静止していることが多い（写真 2-3-3④）。打越ら（1964）は日中に目撃できる成虫は稀で、夜間灯火（青色蛍光灯）や樹液、樹皮に塗布した糖蜜によく飛来する。飛翔時刻は 21 時以後に多く、樹幹上で交尾したあと、枝の切り口、樹皮の傷跡、樹皮の隙間などに産卵し、従来（松下 1943）まで知られていた樹皮にかみ傷をつけて産卵することはない。卵は薄茶色のニカワ状の分泌物で固着するため産卵場所は極めて発見されにくい。7 月上旬に捕獲した 16 頭の平均蔵卵数は 40 粒であるが、7 月中旬以後は 13 粒に減少した。四国では産卵は主に 7 月上旬から中旬に行われ、1 雌の産卵数は 50 粒程度と推定された（小島ら 1965）。卵期間は 7～10 日、ふ化した幼虫は直ちに樹皮下に穿入し、細かい木屑を排出するが、成長するにしたがって繊維状の木屑を排出する。幼虫は常時材内の孔道から樹皮下に出入りし、時々ギリギリと音を発する。7 月下旬にふ化した幼虫は 1 年目を 3～4 齢で越冬し、2 年目に 4～5 齢、3 年目は 5 齢幼虫で食害を継続する。老熟幼虫の摂食は旺盛で多量の木屑を樹外に排出する。3 年目の 11 月上旬から中旬に孔道の末端部に長さ 10cm 内外、幅 1.5×2.5cm 程度の長球形の蛹室を作り、この孔道の入口には繊維状の木屑を詰め、さらに内側に長円形の湾曲した石灰質状で白色の固い蓋を作って、3 年目の冬はこれの中で幼虫で越冬する。4 年目の 5 月下旬に蛹化し、6～7 月に羽化脱出する（小島ら 1965）。

防除法：成虫は夜行性で灯火や樹液によく集まる。成虫の行動習性を利用した灯火誘殺や人海戦術による樹上捕獲は効率的で確実な防除法の一つであり、打越ら（1964）は 2 年間で捕獲した成虫は 491 頭（雄 277、雌 214）、このうち 251 頭（雄 141、雌 110）が誘殺灯で捕獲されている。また材入した幼虫は常に孔道から樹皮下に出入りしているため、食害部から MEP 乳剤 500 倍液を一口ノズルの噴霧器で注入するか、産卵最盛期の 6～7

月に被害木の幹枝上に散布することによって産卵防止とふ化幼虫の殺虫に効果がある。

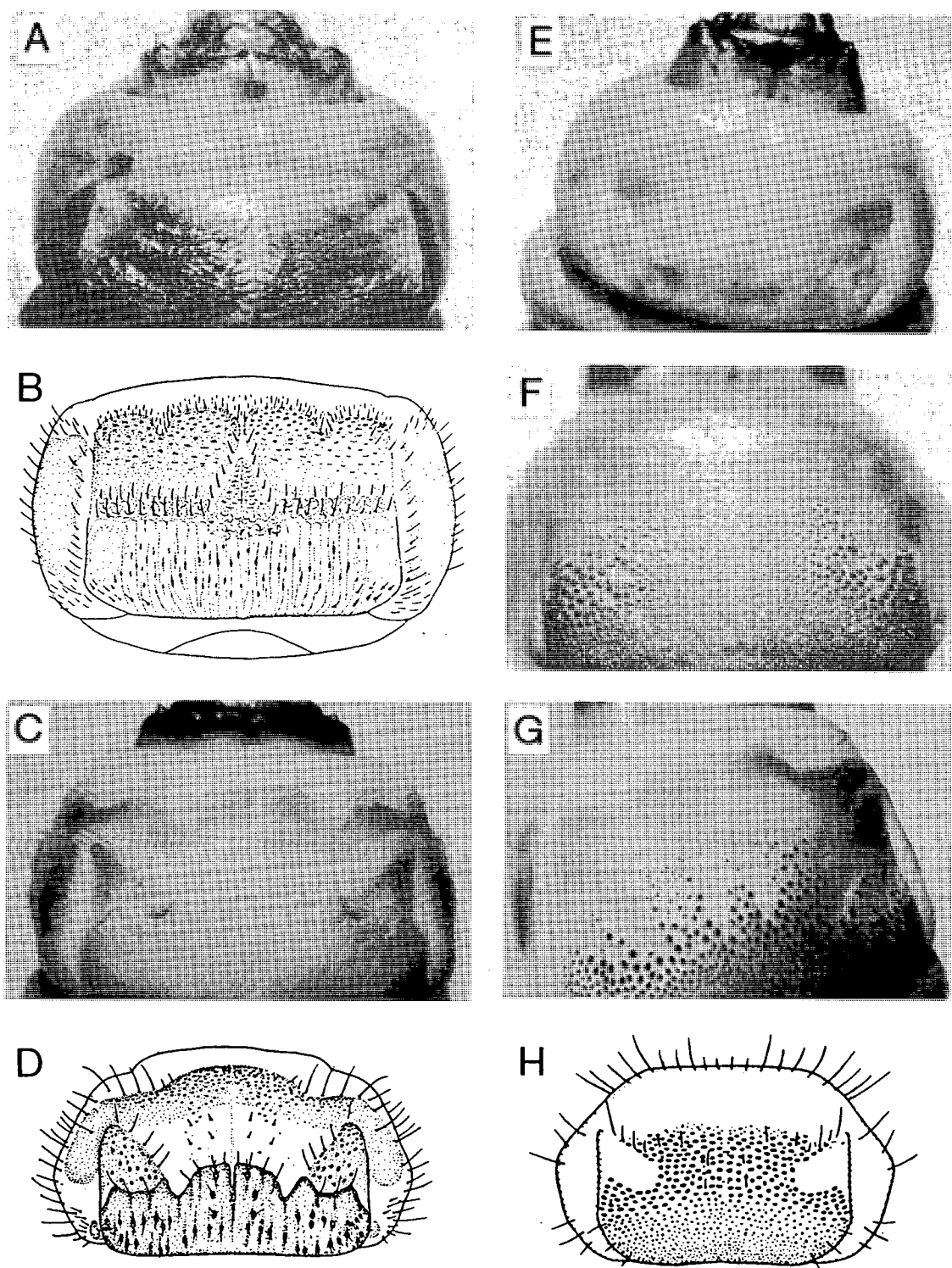


図 2-3-3① カミキリムシ類幼虫の前胸背板からの見分け方

A: ウスバカミキリ、B: ミヤマカミキリ (Kojima T. 原図)、C: ゴマダラカミキリ、
D: ホシベニカミキリ (Kojima T. 原図)、E: イタヤカミキリ、F: シロスジカミキリ、
G: クワカミキリ、H: ハンノキカミキリ (Kojima T. 原図)

表 2-3-3② 広葉樹の生立木を加害するカミキリムシの生態的特徴

種 名	産 卵 習 性	加害部位と木屑のでかた
ウスバカミキリ	生木の地際や老齢木の腐朽部に産卵管を挿入して多数産卵する。伐採木の腐朽部にも産卵する。	幼虫は腐朽部から生きた部分の材内に穿入する。普通、数頭食害し、外部の木屑は腐朽部分から排出するため分かりにくい。ポプラ、ブナ他
ミヤマカミキリ	樹幹の枝のつけね、樹皮にある傷、樹皮の狭いへこみに産卵し、ニカワ状の分泌物で固着させる。産卵場所は目撃しにくい。	樹皮面の小さな孔から粉状の木屑を排出する。成長するにしたがって樹皮が不定形に裂け、繊維状の木屑を多量に排出する。シイ・カシ類、クリ他
イタヤカミキリ	幹枝の樹皮を縦に5～20cmかみ切り、日割れに似た産卵食痕を作る、片側の樹皮裏に1列に3～15粒産卵する。	木が太くなるにしたがって、加害部が高くなり、直径10cm以上の太い部分には少ない。縦に裂けた傷口から木屑を排出する。ヤナギ類、カツラ
ゴマダラカミキリ	樹幹の下方とくに根元の樹皮を横長にかみ傷をつけ1粒ずつ産卵する。根元の幹周りに数か所の産卵食痕が散在する。	若齢幼虫は樹皮下を食し、成長するにしたがって根部を食害する。根元に繊維状と木屑と粉状の虫糞が多量に排出される。シラカンバ、カエデ他
ホシベニカミキリ	産卵は特徴的で、太さ5～10cmの樹皮を長円形にかみとり、さらにその中に小さく深いかみ傷をつけ1粒ずつ産卵する。	幹枝のところどころに虫糞孔があり、樹液が流出して樹皮面が赤褐色になる。加害部は樹皮が隆起するかカルス状になる。タブノキ、ヤブニッケイ
キボシカミキリ	幹枝の樹皮に5mm内外の横にかみ傷をつけ、樹皮下に1粒ずつ産卵する。かみ傷の中央部に産卵孔が残る。	幹枝のところどころに虫糞孔があり、赤褐色の鋸屑状の糞や樹液が流出する。クワカミキリの食害と区別しにくい。クワ、イチジクなど
シロスジカミキリ	樹幹の下方に多く、樹皮を縦横10×15mmかみ切り、木質部にくぼみを作る。幹をラセン状にとり巻き1粒ずつ産卵する。	加害部の樹皮がもり上がり、縦に裂けた傷口から繊維状の木屑を多量に排出し、樹幹の根元に堆積する。シイ・カシ類、ブナ、ミズナラ、コナラ他
クワカミキリ	枝の基部付近を馬蹄形に深くかみ傷をつけ、さらに樹皮を起こして、その中に1粒ずつ産卵する。産卵後樹皮を押さえてふさぐ。	幹枝のところどころに3mm内外の虫糞孔があり、粉状または円筒状の木屑を多量に排出する。虫糞孔から樹液が流出し、樹皮面が褐色になる。
ハンノキカミキリ	幹枝の樹皮を縦に4～10mmかみ切り、さらに中央部の両側を横に大きくかみ切る。樹皮下の両側に2～3粒産卵する。	加害部は枝下付近から1～2mのところが多い、両側に広く裂け、その部分から繊維状の木屑を排出する。ヤシャブシ、ハンノキなど

3) ジャコウカミキリ *Aromia moschata* (Linnaeus)

本種はポプラ、ヤナギ類の生立木の樹幹材部を多数の幼虫が食害するが、詳しい生態は分かっていない。北海道だけに分布し、成虫は河川沿いのヤナギ生木の樹幹上に日中出現する。期間は短いが、石狩川流域などの生息地では個体数も多いという（大林ら 1992）。

加害樹種：ヤマナラシ、ドロノキ、ヤナギ類。中国ではヤナギ類の他クワ、ヤマモモ。

分布：北海道；朝鮮半島、中国東北部、ロシア極東地域、樺太。

形態：成虫の体長 23～30mm、体の幅広い大型種、頭部と鞘ばねは緑青色、前胸背板は青色から紫色の前後縁を除いて赤色で全体に光沢が強い。触角は短く、雄では第8節で鞘ばねより長く、雌は鞘ばねと同じ程度（大林ら 1992）。

生態：一世代に3～4年を経過するらしい。成虫は7月下旬から8月にかけて発生し、ポプラ・ヤナギ類の老齢木に産卵する。幼虫は材内を不規則に食害して成長する。おもに樹幹または太い枝に寄生する（松下 1948）。

中国産のジャコウカミキリ（中国名；楊紅頸天牛）は一世代に3年を要する。成虫は6月中旬から出現し、6月下旬から7月上旬が脱出の最盛期で、8月上旬に産卵を終了する。幼虫は年内に1～2回脱皮して、9月中旬に越冬する。翌年4月下旬から活動し1～2回脱皮し、さらに翌年以降に数回脱皮を繰り返して成長し、第4年目の5月上旬頃から蛹化する。成虫は温度が高くなる午後に脱出して、樹幹の傷跡から流出する樹液または葉上の雨水を摂取するだけで、甘くて酸味のある液体を好む。成虫は晴れた日の温度がわりと高いときに活動し、飛翔距離は10～15mである。成虫を捕捉すると特殊な匂いのする白色乳状物を分泌する（性フェロモンの1種）ため、他の成虫が警戒して落下したり飛翔する。産卵は樹皮の割れ目の深いところに2～5粒産みつけ、1雌は20～60粒産卵する。ふ化率は70～90%で、幼虫は樹皮下と辺材部を食し、成長するにしたがって樹幹の下から上方に孔道を掘る。穿入部位から樹液が流出し木屑が少量排出される。卵期間は10～18日、幼虫期間は1,000～1,020日、蛹期間は29～48日である。被害木は梢頭が枯れたり、樹皮の脱落、腐朽の原因となり衰弱または枯死する（蕭 剛柔ら 1992）。

4) アオカミキリ *Schwarzerium quadricollis* (Bates)

成虫は山地の土場の材木や花上から採集されているが、一般には個体数の少ない種である。幼虫はイロハモミジ、クリなどの生立木を食害し枝先から次第に枯らすことが知られている。小島ら（1969）によると、兵庫県宝塚、京都府清水寺ではイロハモミジの庭園木や街路樹が本種の食害を受け大量に枯死した例もある。江崎（1997）は、石川県羽咋郡の育種場苗畑に育成されている、トチノキ幼齡木（樹高 183cm）の主軸が幼虫の食害で切断された珍しい報告がある。

加害樹種：イタヤカエデ、イロハモミジ、クリ、ヤシャブシ、フウ、トチノキ、サカキ。

分布：北海道、本州（ヤブツバキ帯からブナ帯）、四国、九州、その他島嶼；朝鮮半島。

形態：成虫の体長 21～30mm、全体美しい金緑色で金属光沢がある。頭部の顔面は紫ないし赤色味をおびる。前胸は側面に左右2個ずつの突起があり、前方にあるものは先端が丸く、後方にあるものは大きくて先は鋭く尖る。触角は黒色、長さは雄は翅端よりわずかに短く、雌は体長の2/3程度である（清沢ら 1981）。

生態：本種の詳しい生態は分かっていない。成虫は6～8月に出現し、市街地や平野部ではアカメガシワやクリ、山地ではノリウツギに好んで訪花するが、一般には個体数が少ない。幼虫が食べている木の枝先を、直径5～6cm以上もある太い部分を切り落してしまう習性をもっているという（小島ら 1969）。江崎（1997）の観察では、トチノキ幼齡木

の直径 1.4cm の部分が幼虫によって切断されていた。切断面には特徴があり、わずかに樹皮と材の一部分を残して食害加工しており、幼虫は切断部分から下方に蛇行して孔道を作る。トチノキは春に伸長成長を完了してから秋にかけて冬芽形成を行う。本種を含むカミキリ亜科の成虫は産卵加工を作らないことが知られおり、外見的な観察から形成過程にある頂芽の芽鱗の隙間に産卵したと推定している。

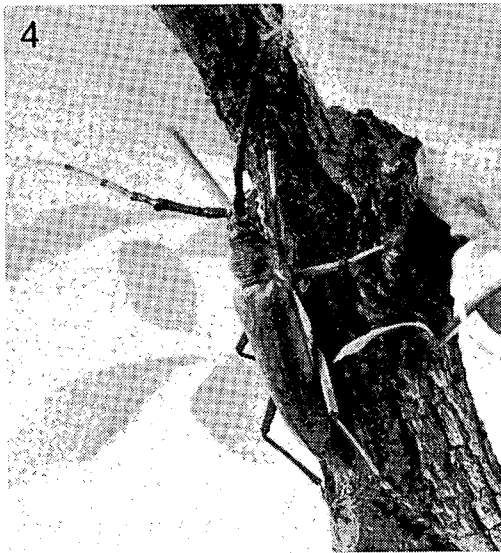


写真 2-3-3④ ミヤマカミキリ成虫 ⑤ トラフカミキリ成虫 ⑥ タテジマカミキリ成虫

5) トラフカミキリ *Xylotrechus chinensis* (Chevrolat)

クワ類の害虫として昔からよく知られている。特に手入れの行き届かないクワ畑の老木に被害が多い。

加害樹種：クワ、ヤマグワ。

分布：北海道、本州（ヤブツバキ帯からブナ帯下部）、四国、九州、その他島嶼；台湾、朝鮮半島、中国、ロシア極東地域。

形態：成虫の体長 17～26mm、頭部は黄色で顔面から頭頂にかけて中央部に茶色の縦の条がある。前胸は丸く、前部から後部へ順に黄・黒・茶・黒と横縞条になっている。鞘ばねは肩部がやや茶色で、後方は黒と黄の斜めの縞状になる。触角は茶色で短い。一見してスズメバチと見まちがえることがある（清沢ら 1981）。

生態：一世代に1年を要する。成虫の出現期は長く、6月上旬から9月下旬におよぶが、6月中旬から7月上旬が最も多く、日中にクワ類の生立木の樹幹上や株、葉上で交尾し、雌は産卵場所を探しながら活発に歩行・飛翔する。産卵はおもに太い幹の根元、株のくぼ

みや樹皮の割れ目などに産卵する（写真 2-3-3⑤）。1 雌の産卵数は 150 粒程度、卵は 1 週間でふ化し、幼虫は樹皮下を食害し成育するにつれて材部に穿孔する。幼虫で越冬し翌年 5 月上旬に蛹化する。羽化した成虫は 10～40 日間そのままとどまった後、脱出する。幼虫期は 10 か月、成虫の生存期間は 20～30 日である（小島ら 1969）。

中国ではトラフカミキリ（中国名；桑背虎天牛）の被害は北方地域と華北東部地域のクワ老木にひどく、被害率は 60～80%に達する栽培園もあり、クワ葉の生産に大きな影響をおよぼす重要害虫である。その他リンゴ、ナシも加害する。

遼寧省では一世代に 1～2 年を要する。老熟幼虫で越冬したものは 5～6 月に蛹化し、6 月下旬から 7 月上旬が成虫の脱出最盛期である。世代が重なるためクワの成長期に成虫・卵・幼虫・蛹が同時に存在し、各齢の幼虫は年中みられる。交尾は 9～15 時に盛んで、1 雌の産卵数は 22～272、平均 104 である。成虫は雨水、露、樹液、土の塊、石の下などから水分を供給するが、水源が乏しい場合は幼虫が排出する木屑から水分を吸収して生命を維持する。雄成虫の生存期間は 14～32 日で平均 25 日、雌は 15～32 日、平均 19 日であり、水は成虫の生存に大きな影響を与える（蕭 剛柔ら 1992）。

6) タテジマカミキリ *Aulaconotus pachypezoides* Thomson

成虫は夏期に加害樹種のカクレミノから脱出し、後食した新成虫は枝に浅く穴を掘り、体をぴったり下向けにつけて野外で越冬する。被害は少ない（写真 2-3-3⑥）。

加害樹種：カクレミノ、ヤマウコギ、センノキ、ヤツデ。

分布：本州（ヤブツバキ帯からブナ帯）、四国、九州、その他島嶼；台湾、中国。

形態：成虫の体長 17～24mm、体は頑強、ほぼ黒色で灰白色から黄白色の微毛におおわれる。前胸にこぶ状の顆粒があり、鞘ばねの基部と中央後方に 3 条の黒条がある。

生態：成虫はカクレミノやヤマウコギの樹皮や葉を不定形に後食し、生殖活動に入ると若枝を 2 か所輪状にかみ、かみ傷の中に産卵する。この部分から上部は落下し中央から枯れる。幼虫は枯れた部分から下方を食して成長する。飼育では 2 年を要するが、3 年目の 6 月中旬に蛹化し、10～20 日後に羽化脱出した新成虫が、生木の樹皮を後食して越冬する（小島ら 1969；大林ら 1992）。

7) イタヤカミキリ *Mecynippus pubicornis* Bates

本種は中国南部と日本に各 1 種を含むだけの小属である。日本では各地の平野部から山間部まで分布し、東北地方では川岸に自生するヤナギ類に普通にみられる。関東地方では

茨城県北部の山間部でヤナギ類に多くみられ、東京都高尾山麓で改良ポプラの1種と神奈川県箱根でヤマハンノキから幼虫と成虫を採取しているが個体数が少ない。

加害樹種：ポプラ、カワヤナギ、コゴメヤナギ、ネコヤナギ、ヤマハンノキ、コバノヤマハンノキ、カツラ、イタヤカエデ、ウリハダカエデ。

分布：北海道、本州（ヤブツバキ帯からブナ帯）、四国、九州。

形態：成虫の体長 20～28mm、体は黒色で、鞘ばねの全体が黄褐色と灰白色の微毛でおわれ、中央から前方に白色毛の斜帯がある。触角の長さは雌雄とも類似しており、雄は体長の 1.5 倍で第 3～5 節はやや膨張状、雌は約 1.3 倍でやや細くわずかに短い。

大林ら（1992）によると、鞘ばねの白帯の現われ方に地理的変異が認められる。西南地方の個体は白帯はあざやかで太く、東北地方の個体は白帯は不鮮明となる。また一般に雄より雌の方が、白帯は明瞭で太い。卵は乳白色で長楕円形、長さ 3～4 mm。老熟幼虫の体長は 40mm 内外、前胸背板の前部と側部に淡黄褐色の班紋があり、両側部がいくらか窪んでいる（図 2-3-3①E）。

生態：普通 2 年で一代を完了するが、1 年（藤村 1956）または 3 年一代（小島ら、1961）となる個体もある。山形県北部では 2 年一代が普通で、成虫は 7～8 月に多くみられ、ヤナギ類の緑枝の樹皮を後食する（遠田 1958）。広島県比婆地方では成虫は 6 月中旬から出現し、6 月下旬から 8 月上旬までの長い期間にわたってみられる。産卵は夕方から薄暮まで続けられる（小島ら 1961）。産卵部位は雪圧で倒伏した川岸のカワヤナギでは根元近くから 2 m 位までの範囲で、直径 2～5 cm の太さの部分に多い。幹枝の樹皮を縦に 5～20cm の長さにかみ切り（写真 2-3-3⑦）、卵は片側の樹皮裏に列状に 3～5 粒、まれに 15 粒も産卵する（遠田 1958；写真 2-3-3⑧）。コバノヤマハンノキ（*Alnus inokumai* Murai et Kusaka）の造林地では、産卵痕が樹幹の地際近くから 4 m までの範囲にみられる（木村ら 1964；表 2-3-3③）。卵期間は約 10 日、ふ化した幼虫は樹皮下を浅く蛇行して被害した後、材内の上下方向に孔道を作り、産卵部位から多量の木屑を排出する（写真 2-3-3⑨）。9 月中旬には 1 年目の幼虫は体長 13～15mm、2 年目の幼虫は 30～40mm に成長し、10 月下旬頃に木屑で孔道の両端をふさいで越冬する。翌年再び摂食して外部に新しい木屑を排出する。幼虫で 2 回越冬し産卵から 3 年目の 6 月に孔道の先端に木屑をつめて蛹化する。蛹期間は 2～3 週間で、蛹室から垂直に直径 6～8 mm の円形の脱出孔をあけて脱出する（写真 2-3-3⑩）。1 年中若齢幼虫から老熟幼虫まで発育の異なる幼虫がみられる。小島ら（1961）によると、広島県では幼虫は 5 齢を経過し、早い個体は 5 月中旬に蛹化するものもあり、7 月中旬に蛹化する個体もあり成虫の活動期間が長い。

このカミキリは山地性であり、東北地方では川岸に自生するヤナギ類、山間部のハンノキ類の生立木を食害する。成虫は生立木の樹皮を縦に長くかみ切り、干割れに似た特殊な産卵食痕を作り、1か所に多数産卵するため他のカミキリと容易に区別できる(遠田、1958)。小島ら(1961)も指摘しているように、材内に生息する幼虫をキツツキ類が捕食した跡がしばしば認められ、被害が多いわりに成虫を目撃することが少ない。幼虫は溪流釣の餌として珍重されている。

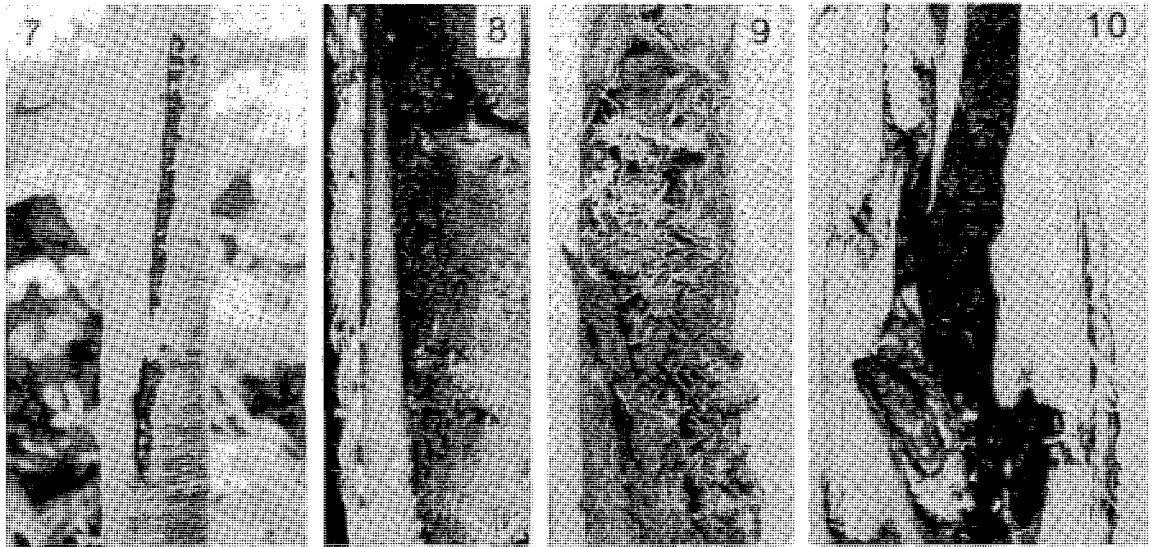


写真 2-3-3⑦ イタヤカミキリの産卵痕 ⑧ 同樹皮下の卵 ⑨ 同被害木 ⑩ 材内の成虫

8) ゴマダラカミキリ *Anoplophora malasiaca* (Thomson)

近年本種の被害が各地で増加しており、林木のほか街路樹、庭園木、果樹などの生立木に被害が発生している。従来広葉樹の害虫として知られていたが、京都市宇治見、滋賀県今津町、鹿児島県種子島でスギ造林地に被害が発生し、幼齡木を加害枯死させた珍しい報告がある。小林ら(1981)によると、京都市宇治見試験地で 1972 年 3 月に北山スギの挿木苗を 1m×1.5m 間隔で 468 本の苗木を植栽した。植栽 7 年後の 1979 年 12 月の調査では、すでに 93 本が枯死または消失していた。枯死木の大部分には地際幹部と地下部の太い根にスギカミキリ以外の大型カミキリ幼虫による食害痕跡が認められたことから、大半はゴマダラカミキリの食害によって枯死したものと推定された。1979 年 12 月現在の生立木 375 本のうち 102 本(27.2%)がゴマダラカミキリ幼虫の食害痕が認められ、このうち 10 本は翌年に枯死した。また 谷口ら(1982)は、1980 年に鹿児島県種子島で 10 年前後のヤクスギ(樹高 6～7 m)造林地でゴマダラカミキリ幼虫の被害を確認している。被害を受け

た木は主に林縁または林内 15m までの範囲に多く、集中的に分布していた。幼虫の食害痕は地際部から地上 5.5m の高さまで認められ、地上 2～3 m の範囲に最も多く、平均 2.8m であった。食害部から上方が枯死したり、風による折損など被害発生率は、少ない林分で 20%前後、多い林分ではほぼ 100%に達している。ヤクスギ生立木に強制産卵させた結果、1 年に一世代を完了することが確認されている。

広葉樹では砂防および荒廃地の緑化木、土壌改良の目的などで植栽したヤシャブシ、ハンノキ類に被害がひどい（木村ら 1964；表 2-3-3③）。茨城県友部町・北山国有林のコバノヤマハンノキ造林地（面積 1.8ha、2,000 本/ha）での調査によると、ゴマダラカミキリの被害は植栽後 3 年目で 15%、4 年目に 35%、5 年目は 60%に増加し枯損木も多発した。被害は最初日当りのよい尾根筋や林縁木に発生し、しだいに沢沿いの傾斜方向に広がり、コウモリガの食害も含めると 5～6 年で 80～100%の被害を受け、その後数年で壊滅的な被害となった（遠田ら 1968）。

これとは反対に、植栽初期に施肥および害虫防除など人為的に管理した植栽地の場合（面積 1.2ha、1,500 本/ha、3,000 本/ha）、ゴマダラカミキリの被害は年々樹冠がうっ閉するにしたがって減少した。しかし、コウモリガの被害が植栽後 2 年目に 5%、3 年目に 22%、4 年目に 54%と増加している。また奥田（1970）の調査によると、植栽初期ではカミキリムシの被害は尾根 50%、中腹 16%、谷筋 6%と低くなるにしたがって減少し、疎植区と密植区を比較した場合には疎植区に被害が多い。

片野田ら（1996）は、近似種のおオシマゴマダラカミキリ（*Anoplophora osimana* Fairmaire）は奄美諸島や沖縄諸島に分布し、ミカン類、スダジイ、クスノハカエデなどの生立木を加害する。鹿児島県沖永良部島のスダジイ群落に、1990 年頃から本種の被害が発生し、直径 15cm 以上の上・中層木を構成する立木の 75%を占めるスダジイはすべて枯死または激害木となる大量被害が発生している。

国外でのゴマダラカミキリの被害は中国全土で猛威をふるっている。中国西北の広大な地域に国家プロジェクトとして砂漠拡大の阻止、水土流失を防ぎ環境保全を図るため、世界最大の人工緑化事業が進められている。このプロジェクトは三北防護林建設計画、別名「緑の万里の長城」とも呼ばれており、砂漠最前線の中国西北の大部分が含まれ、東は黒竜江省から西は新疆ウイグル自治区まで東西の長さ 4,480km、南北の幅 560～1,460km、総面積は国土の 42.4%にあたる 407 万 km²である。これは日本国土の 11 倍に相当する壮大な植林計画で、1978～2050 年まで 73 年間に及ぶ長期植林事業である。植栽樹種は経済林と呼ばれているリンゴ、ナシ、モモ、ブドウなどの果樹類、用材林や農田防護林に

表 2-3-3③ コバノヤマハンノキ植栽地における穿孔性害虫の場所別被害
(林業試験場東北支場保護研究室、1963)

調査地	樹 齢	調査本数	加 害 か 所 数 (立木100 本当り換算)			
			ゴマダラカミキリ	ハンノキカミキリ	イタヤカミキリ	コウモリカミキリ
岩手郡玉山	2	70	33	0	0	14
〃	2	66	32	3	2	9
〃	4	32	0	0	0	34
〃	4	369	57	0	1	11
〃	5	261	30	10	0	39
〃	5	34	68	0	71	89
岩手郡滝沢	2	124	24	6	1	44
〃	3	54	6	2	4	30
〃	6	77	23	9	0	139
〃	6	101	—	501	31	194
稗貫郡大迫	3	83	18	77	2	37
東磐郡藤沢	4	85	—	58	100	27
岩手郡西根	5	148	58	0	0	72
紫波郡紫波	6	36	119	11	39	114

ポプラ・ヤナギ類、その他の針葉樹と広葉樹、特用樹としてクコ、クルミ、クリ、サンショ、砂漠の荒廃地の緑化に草本類も植栽されている。しかし、ポプラ類は初期植栽から十数年を経過した現在ツヤハダゴマダラカミキリ (*Anoplophora glabripennis*) (中国名；光肩星天牛)、キイロゴマダラカミキリ (*A. nobilis*) (中国名；黄班星天牛) 2種の壊滅的な被害を受けている。*A. glabripennis* の被害は中国全土に及び、長江流域のポプラ植栽林の他、西北地区の黄河中流域の寧夏自治区では海拔 1,000~1,300m の高原に大発生しており、被害の発生上限は *A. nobilis* は海拔 1,800m まで達している(遠田ら 1995)。

最近アメリカでは中国から侵入したツヤハダゴマダラカミキリがニューヨーク、シカゴ市の街路樹(カエデ類?)に大被害を与えているという。侵入経路はゴマダラカミキリの被害木を利用した梱包材から成虫が脱出したと推定されている。

加害樹種：スギ、モクマオ、ポプラ類、ヤナギ類、クルミ、シラカンバ、ヤシャブシ、ハンノキ類、クヌギ、ナラ、クリ、シイ類、クワ、イチジク、スズカケノキ、バラ類、ナシ、セイヨウリンゴ、タチバナモドキ、モリシマアカシア、ミカン類、センダン、アカメガシワ、ウルシ、カエデ類、フウ類、エゴノキ、その他、栃木県日光市(海拔 600m)で、これまで知られていなかったヒノキ5年生の樹皮を後食する成虫を確認している(楨原ら、1988)。

分布：北海道、本州(ヤブツバキ帯)、四国、九州；台湾、朝鮮、中国、マレーシア。

形態：成虫の体長 24～35mm、全体が光沢のある黒色で、鞘ばねに不規則な白色班紋が散在する。雌雄は類似しているが触角の長さが異なり、雄は体長の 1.7～2 倍、雌は 1.2 倍、各節の基部半分は青白色の微毛でおおわれる。卵は乳白色で長楕円形で 3～4 mm、最大幅は 1.7mm。老熟幼虫の体長 45～60mm、前胸背板の前と後方に褐色紋があり、その前方は飛鳥形、後方は凸形（図 2-3-3①C）。胸部と腹部にある歩行隆起上にははっきりしたコブ状突起がない。

生態：普通 1 年に一世代を完了するが、2 年を要する個体もある。高知県での成虫の脱出は、5 月下旬から 6 月下旬、最盛期は 6 月上旬である（川村 1977）。岩手県では 6～7 月に脱出し、野外での活動時期は 7～8 月に多く 10 月下旬まで生存する。しかし、年による早晚や地域による差はかなりみられ、同一地域でも平野部では早く、山間部では半月近く発生が遅れる（写真 2-3-3⑬）。成虫は雌雄とも加害樹種の緑枝の樹皮や葉を後食して栄養を摂取し、脱出後 8～13 日で卵巣の一部が成熟して産卵を開始する（足立 1988）。産卵は朝夕に多いが日中でもみられる。産卵部位は樹幹下部、特に地際に多いが、浅く土中に入った根元にも産卵する。沖縄では地上 2～5 m の幹枝にも被害がみられ（国吉 1961）、種子島ではヤクスギの地上 2～3 m に最も多く、5.5m の高さまで認められている（谷口ら 1982）。中国産のツヤハダゴマダラカミキリは樹幹の根元から地上 20m までの部分に産卵し、産卵部位の周囲を成虫が排出する分泌物で樹皮下と辺材部を壊死させ、卵とふ化幼虫を圧死しないよう保護する習性がある（遠田ら 1995）。

成虫は産卵場所を確認すると口器で樹皮を約 1 cm 位かみ傷を作り、体を反転させ、その傷口中央部から産卵管を下方の樹皮下に差し込んで 1 粒産卵する。このため時には傷口に対して T 字形の裂け目ができたり、また卵が樹皮下に十分に入らないでむき出しになる場合がある。産卵が終わると緑色（後食物）の分泌物を出して産卵痕をふさぎ、健全木では樹脂が流出して傷と卵が被覆される。楨原ら（1989）は、岩手県盛岡市では産卵痕の割りに成虫の脱出孔が非常に少なく、樹皮下の卵をトビイロケアリ (*Lasius niger*) が捕食する。

川村（1977）によると、産卵数は 30～90 粒、木村ら（1964）は 3 か月間の産卵数が 120 粒で、1 日あたり平均 1～4 粒産卵する。足立（1988）の飼育結果では、47～109 日間の生存期間中に産下した総産卵数は 91～325 粒の範囲で、平均 194 粒となり、体が大きく生存日数の長い個体ほど産卵数が多くなる。

卵期間は 10～15 日、2 齢幼虫になると食害面積も指頭大になり、樹皮面に樹脂がしみ出すため被害部が判別でき、また細かいひも状の虫糞を排出する。3 齢幼虫になると木部を多く食害するため細かいこ屑状となり食害部も増加する。その後成長するにしたがって地

下部に孔道を作り、地際に大量の木屑を排出する（写真 2-3-3⑪）。孔道の長さは地下 40cm 位までが多く、時には地表面から根部に 1 m にも及ぶ長い孔道がみられ。直径 6 cm のコバノヤマハンノキ枯損木の幼虫数は 1 本あたり 1～8 頭、このうち 1～4 頭が全体の 90% を占め、1 本の平均幼虫数は 3 頭であった。川村（1977）によると 5 齢まで発育して越冬し、翌年の 5 月上旬から中旬に蛹化する。蛹期間は 20～29 日である（写真 2-3-3⑫）。

防除法：物理的な防除法として、成虫の捕殺（人または灯火誘殺）、樹皮下の卵と若齢幼虫の打殺、針金などによる材内幼虫の刺殺、産卵防止としてトタン・ビニール・紙巻きなど樹幹下部の被覆などがある。また、成虫の行動・産卵習性を利用した簡易捕獲網「虫シャット」が、主に果樹園で使用されている。根元や樹幹上にナイロン・ネットを巻きつけ、歩行中に成虫の脚が網目にかからみ捕殺される方法で、徳島県のブドウ栽培者が開発・市販している。

薬剤防除としては二硫化炭素、猫いらずによるくん蒸殺虫、有機りん系殺虫剤の注入または塗布による殺虫と産卵防止などが有効である。薬剤散布による防除は経済性の高い果樹園では一般的に行われ、顕著な効果をあげている。川村（1973、1977）は、ミカン類を加害するゴマダラカミキリ成虫に対してはカイガラムシ類の防除をかねて脱出最盛期に散布する。薬剤は PAP 乳剤・ジメトエート E 乳剤 100 倍液、サッチューコート S 乳剤 50 倍液、DMPT 乳剤 1,000 倍液のいずれかを樹幹下部に散布するか、さらに虫糞が出ている地際部分から薬剤を注入する。

最近製剤化されたゴマダラカミキリやキボシカミキリの微生物農薬は、ボーベリア菌（*Beauveria brongniartii*）を不織布（5×50cm）に培養固定したもので、カミキリ成虫の産卵・行動習性を利用した殺虫剤である。シート剤をカミキリの接触しそうな樹幹や枝に取り付ける方法で、鹿児島県果樹試験場のミカン園での試験結果によると、設置中央部の病死率は 77%、周辺部で 74%、200m 離れた無施用では 29% である。

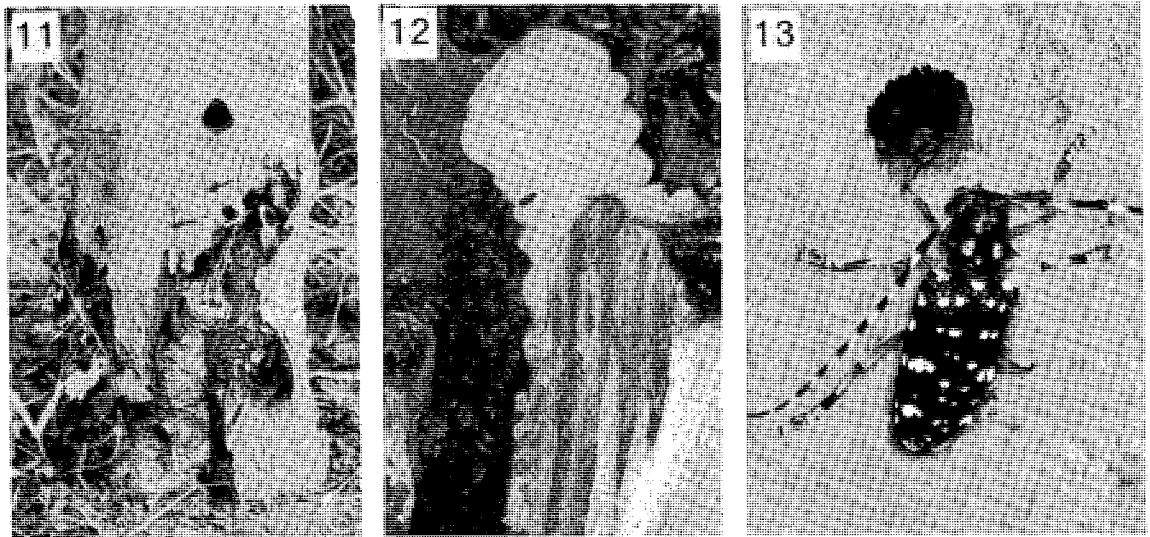


写真 2-3-3⑪ ゴマダラカミキリの被害木と脱出孔 ⑫ 同材内の幼虫 ⑬ 同成虫、

9) センノキカミキリ *Acalolepta luxuriosa* (Bates)

近年食生活の多様化でタラノキやウドの栽培が盛んに行なわれているが、本種による被害枯死が各地で発生している（荒井ら 1978；斎藤 1990）。幼虫はセンノキ・タラノキなどウコギ科の生木を食害し、成虫は葉と若い枝を後食する（大林ら 1992）。またブナの生立木を加害し枯損に関与する主要種として本種を上げている（楨原ら 1989）。

加害樹種：センノキ、ヤツデ、タラノキ、ウコギ、コシアブラ、カクレミノ、ブナ、ゴンズイ、シナノキ、アジサイ、その他栽培ウド。

分布：北海道、本州（ヤブツバキ帯からブナ帯）、四国、九州、その他島嶼；千島列島。

形態：成虫の体長 20～36mm、全体が灰黄色ないし黄褐色の微毛におおわれる。頭部は黒色、頭頂部にはまばらに点刻がある。触角は汚黄色と褐色のだんだらである。前胸はややまだらに点刻があり、側方には大きな突起がある。鞘ばねは基部半分くらいに顆粒と点刻があり、微毛の密生した部分と粗生した部分とで、灰黄色と黒色のだんだら模様になる。肢は赤褐色で、灰色の微毛がある（清沢ら 1981）。

生態：成虫は6～8月に活動し、日中は材の日陰になった暗い部分に潜み、夜間はセンノキの新しい材に飛来する。一世代に1年または3年を要するといわれ、生態については詳しく分かっていない。茨城県友部町で栽培用のタラノキ（根元直径7～8cm、4年生）が、幼虫の食害を受け多量に枯死した例がある。産卵予防としてタラノキの地上 50cm 以下の樹幹表面に MEP 乳剤の 0.5% 液を散布し、すぐれた効果を上げている（斎藤 1990）。

10) キボシカミキリ *Psacotha hilaris* (Pascoe)

クワ、イチジクなどクワ科植物の生立木に被害を与える。成虫は葉や樹皮を後食し、幼虫は樹幹内部を食害するため樹勢の低下または枯死する。

加害樹種：イチジク、クワ、アコウ、イヌビワ、ガジュマル。

分布：本州（ヤブツバキ帯からブナ帯下部）、四国、九州、その他島嶼；朝鮮半島、台湾、中国など東アジア一帯に分布する。

形態：成虫の体長 15～30mm、全体が黒く、鞘ばねには大小多数の班紋があり、前胸背面には左右一对の縦条の班紋がある。その色の型は地方や発生時期で異なり、黄褐色から灰白色など個体変異がある。触角の長さは雄は体長の 2.8～3 倍、雌は 1.8～2.1 倍程度。卵は淡黄白色で長楕円形、長さ 4 mm。老熟幼虫の体長 45mm、前胸背板に顆粒状突起はないが、後部に凸形の淡褐色紋がある。

生態：成虫は普通一世代に 1 年を要するが、一部の個体は年 2 回または 2 年に 1 回発生する。5 月下旬から発生し、11 月下旬頃まで生息するが地方により発生消長が明らかに異なり、西日本各地の初夏最盛型（西日本型）、東日本各地の秋季最盛型（東日本型）に大別される。西日本型は 6 月下旬頃、東日本型は 9 月下旬頃にそれぞれ発生盛期がある。成虫は樹幹から脱出後葉や樹皮を後食し、ほぼ 10 日間で性成熟した雌は交尾を繰り返しながら樹皮下に卵を 1 粒ずつ産卵する。若い雌は毎日 10 粒程度産卵し、老熟化や気温の低下に伴い産卵能力が減少する。1 雌は 300 粒以上の産卵能力がある。産卵に際しては種々の原因で衰弱した樹幹を選択する習性がある。夏季では 7～10 日でふ化するが、東日本各地では多くの個体が卵態で越冬する。幼虫は通常 5～8 齢を経過するものと推定される。若齢期の幼虫は樹皮下の組織を、中齢期以後は木部組織を食害し体長 40mm 程度に成長する。株際に山積された糞の混じった木屑により寄生株が識別できる。西日本各地では、多くの個体が幼虫態で越冬し、老熟幼虫は木部に作られた蛹室内で蛹化する。蛹は体長約 30mm、淡黄色で約 12 日後に羽化し、数日後に樹幹から脱出する(伊庭ら 1976)。

11) ホシベニカミキリ *Eupromus ruber* (Dalman)

房総半島以西、伊豆諸島などタブノキの樹幹・枝に被害が普通にみられる。千葉県木更津、静岡県伊豆半島、東京都内のタブノキ生立木から成虫と幼虫を採集しており、伊豆大島ではヤブニッケイも食害する。成虫はタブの 1 年枝の樹皮や葉を後食するため、食害された枝の先端はしおれて黒変するので、一見して判別できる。

加害樹種：タブ、ホソバタブ、ヤブニッケイ、クス。

分布：本州（関東以西のヤブツバキ帯）、四国、九州、その他島嶼；台湾、中国。

形態：成虫は体長 18～25mm、体は黒色。鞘ばねが美しい鮮紅色で大小の黒紋が不規則にみられる。触角は黒色、雄は体長の 2～2.3 倍、雌は 1.3 倍。卵は乳白色で長楕円形、長さ 3 mm。幼虫は老熟すると体長約 50mm、前胸背板の前部から側部にかけて点刻をともなった淡褐色の帯状の斑紋があり、この斑紋の前部と側縁に長い剛毛がある。背板の後半には濃褐色の斑紋が凹状になる（図 2-3-3①D）。

生態：普通 2 年で一代を完了し、材内で成虫で越冬する。小島ら（1969）によると、高知県では成虫は 5 月下旬に出現し、日当りのよい新梢の枝の樹皮を口器でむしりとるように後食する。また新葉も後食してほぼ円形の穴をあける（写真 2-3-3⑩）。伊豆半島での産卵最盛期は 6 月下旬から 7 月上旬であり、日中活発に飛びまわりタブノキの樹幹・枝上で交尾する。産卵はきわめて特徴的で、直径 5～10cm ほどの幹・枝の樹皮を長さ 5～7 cm、幅 2～4 cm の長楕円形状に周囲を辺材部まで深くかみ切り、樹液の流れを遮断してこの部分だけを衰弱させ、さらにその中の樹皮表面全体を浅くかみ切り、樹皮下に 5～15 粒産卵する（写真 2-3-3④）。幼虫の孔道のところどころに外部に向かって虫糞孔を作るため、樹液で樹皮面が赤褐色になる。2 年目の秋に材内で蛹化し、成虫で越冬する。冬期間に成虫・蛹・幼虫がみられる（写真 2-3-3⑤）。成虫は 3 年目の 6 月に直径 7～8 mm の円形の孔をあけて脱出する。幼虫が食害した部分は樹皮がもりあがり、木屑と樹液が流出して樹皮面が赤褐色になる。成虫が脱出した古い食害部分は成長にともなって樹皮がカルス状になり、樹幹全体が枯死することは稀である。

防除法：成虫が活動する 6～7 月に、後食で黒ずんだタブの 1 年枝を目安に被害木をさがし、産卵部位に MEP 乳剤 500 倍液を散布する。これは卵とふ化幼虫に効果がある。また材内の幼虫を対象に、樹液がしみでている虫糞孔から薬剤を注入する。

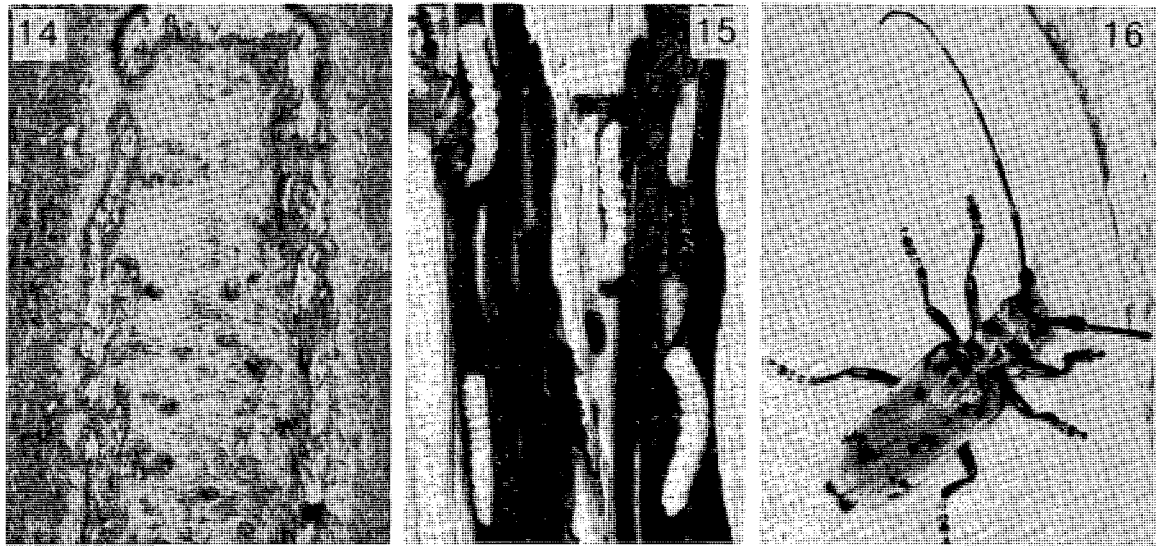


写真 2-3-3⑭ ホシベニカミキリの産卵痕 ⑮ 同材内の幼虫 ⑯ タブノキ葉上の成虫

12) ヨコヤマヒゲナガカミキリ *Dolichoprosopus yokoyamai* (Gressitt)

本種はブナ帯に分布しブナの生立木だけを食害することが知られているが、生態や被害については詳しい観察例がない。

加害樹種：ブナ。

分布：本州（ヤブツバキ帯上部からブナ帯）、四国、九州。

形態：成虫の体長 24～25mm、体は黒色で全体灰白色の微毛でおおわれる。雄の触角の長さは体長の 1.7～1.8 倍、雌は 1.2 倍程度。前胸の側方は鋭く突出しており、小楯板は金色をしている。鞘ばねはしわ状の点刻があり、点刻部分には微毛が密生して不鮮明な斑紋がある。西日本産の個体では、この斑紋が帯状やぼやけた丸紋になる。古くなった個体は微毛がはげ落ちて、黒色光沢部分が多くなる。体の下面は全体に灰色の微毛でおおわれる（清沢ら 1981）。

生態：成虫は日中にブナの木の上枝辺に潜んでいて、夕方から夜間にかけてブナの樹幹上や灯火に飛来する。産卵もブナの生立木の高くない場所に行なわれる。脱出孔は樹幹の地際や衰弱木にみられ、幼虫は生立木の材部を食害する（清沢ら 1981）。兵庫県北西部の日本海側ではブナ自生地全域に分布しており（海拔 350～1,300m）、伐採跡地で根の堀り取りを行なったところ、本種と推定される幼虫の食痕が認められた。幼虫は根に向かって穿孔し、地際部で往復を繰り返している。孔道内には粉末状の糞が残され、部分的に繊維状の木屑も混じっており、幼虫食痕はゴマダラカミキリとほぼ同じものであった（岡田ら 1996）。また新潟県のブナ二次林（林齢 45 年生、海拔 260m）の間伐林で、日中ブナの樹

幹上で産卵加工らしい行動を観察しており、成虫も採取している（須藤ら 1995；表 2-3-3 ④）。

表 2-3-3④ 新潟県のブナ二次林の間伐木断面に現われたカミキリムシの被害*

（須藤弘之ほか、1995；改変）

樹 種	立木本数 (ha)	平均直径 (cm)	調査株数 (0.2ha)	被害株数 (0.2ha)	被害率 (%)
ブ ナ	2105	13.0	235	55	23.4
コシアブラ	100	13.7	14	1	7.1
アズキナシ	60	9.5	10	0	0
ミズナラ	40	12.6	6	3	50.0
ウワミズザクラ	35	9.3	7	0	0
ホオノキ	25	17.6	1	0	0
ク リ	25	16.6	—	—	—
コナラ	15	17.7	3	1	33.3
ウラジロノキ	10	13.3	3	0	0
ウリハダカエデ	5	12.2	1	0	0
アオハダ	5	10.9	1	0	0
ナナカマド	5	8.7	1	0	0
タムシバ	5	6.3	—	—	—
ヤマモミジ	5	3.1	—	—	—

*ミヤマカミキリ、ヨコヤマヒゲナガカミキリ、シロスジカミキリ、クワカミキリ

13) シロスジカミキリ *Batocera lineolata* Chevrolat

日本産カミキリムシのうち最大級の一種である。平野部の雑木林、公園や庭園木、街路樹などの広葉樹、その他果樹類など多くの生立木を食害する重要害虫である。単木的な被害は恒常的にみられるが、日高（1941）によると、暖帯林のシイ、カシ類に大被害を与えた記録がある。また 1957～1960 年に高松市の栗林公園にシロスジカミキリとミヤマカミキリの被害が発生し、全園のカシ・シイ類がほぼ 100%の被害を受け、被害本数は 2,200 本に達している（打越ら 1964）。また平野部のクリ植栽地では恒常的に被害が発生している。産卵は同一木に毎年繰り返され、幼虫は木質部を長期間にわたって食害するため材内が空洞になり、さらに外部の傷跡から腐朽菌が侵入するため被害の拡大をまねき、枯死や強風による倒木を誘発し壊滅的な被害を受けることがある。

加害樹種：ポプラ類、ヤナギ類、ハンノキ類、ブナ、イヌブナ、アカガシ、シラカシ、ウバメガシ、ミズナラ、コナラ、クヌギ、クリ、ツブラジイ、スダジイ、マテバジイ、イチジク、イヌビワ、ビワ、ナシ、キリ。

分布：本州（ヤブツバキ帯）、四国、九州、その他島嶼；台湾、朝鮮半島、中国。

形態：成虫の体長 45～70mm、体は黒色であるが灰色の微毛でおおわれている。鞘ばねは黒灰色で縦に黄白色か黄色の斑紋列がある。この斑紋は死亡すると白色になる。雌雄で触角の長さが異なり、雄は体長の約 1.4 倍、雌は体長とほぼ同長かやや長い。卵は乳白色で長楕円形、長さ 7～8 mm。老熟幼虫の体長 60～80mm、前胸背板の前部と側部に褐色の斑紋があり、顆粒状突起が密にある（図 2-3-3①F）。

生態：普通一世代に 3 年を要する。成虫は 4 年目の 5～6 月に脱出するが、2 年で脱出する個体もある。成虫は早朝と夕方に 1～2 年枝の樹皮をむしり取るように後食するため、その部分から折損するか上部が枯死することがある（写真 2-3-3⑩）。成熟後樹幹上で交尾し産卵する。産卵は 5 月下旬から 8 月上旬の長期間にわたり、最盛期は 6 月下旬から 7 月中旬にみられ、地上 50～150cm の範囲に最も多い。樹皮に約 1 cm 内外のかみ傷をつけ、その中央部から産卵管を上方に向けてさし込み、樹皮下に 1 粒ずつ産卵する。さらに横に移動しながら産卵を繰り返すので、産卵痕が樹幹を一周し 20 粒以上も産卵した例もある。山下（1974）によると、クリ樹の産卵部位は 7～13cm 程度の樹幹で、地際からほぼ 1 m までの範囲の高さで、平滑な樹皮面を持つ正常な木に産卵痕が多い。また木の生育程度によっては産卵に最適な太さである 10cm 前後の部位を地際から枝部まで選択して産卵することがある。しかし、すでに幼虫の食害によって材部がコブ状にふくれあがったり、樹皮面が粗雑になり縦に裂け目ができたりしている部分には産卵を回避するらしく新しい産卵痕は認められない。また打越ら（1964）はカシ、シイ類での産卵部位は直径 10～15cm の太さで、地際から 1 m の高さに多く、それより上部では少ない。しかし、地際の直径が 30cm 以上もある太い木は幹よりも枝に多く、高さ 3～4 m の場所にも産卵痕がみられる。

山下（1974）は産卵率は樹皮面の形状によって異なり、厚皮では成虫の大あごの形態から十分なかみ傷ができず不完全な産卵痕となり、産卵率が低下する。特に大あごの内側長より厚い樹皮（5～6 mm）の場合は産卵は成功しない。

卵は 7～10 日でふ化する。幼虫は樹皮下を食害した後木質部に穿入し、のこ屑状の木屑を排出する。成長するにしたがって繊維状の木屑となり地際に堆積される。幼虫は 3 年目の 8 月下旬頃から孔道の先端で蛹化・羽化し、そのまま成虫で越冬し翌年脱出する。成虫の生存期間は 1～2 か月、幼虫は約 26 か月間の長期にわたって材内で生活する。さらに材内で羽化した成虫は越冬し脱出するまでの期間が 8～9 か月を要し、産卵から成虫脱出まで約 35 か月間材内で生活する（写真 2-3-3⑪）。

防除法：本種の産卵はおもに地上 50～150cm の範囲に集中するため、山下（1974）が

指摘した新聞紙や肥料袋などで、その部分を被覆する方法は産卵防止に効果がある。しかし中垣ら（1979）は樹幹被覆法は幼齢木の場合は効果的であるが、太い樹幹や多発時には被覆部分より上部に産卵痕を増加させる可能性がある。薬剤防除として産卵最盛期に MEP またはマラソン乳剤 100～200 倍液を樹幹に 1～2 回散布して効果をあげている。

また斎藤（1990）は樹幹 2 m 以下に産卵前期間の 5 月下旬に MEP 0.5% 乳剤 1 回散布で被害予防効果が顕著であった。さらに樹幹深く穿孔した 2 年目以降の幼虫に対しては、薬剤の注入では効果が不十分のため、昆虫寄生性線虫（*Steinernema feltiae*）の懸濁液を幼虫の食害部位から注入する方法で、材内の幼虫に対して高い感染死亡を起こさせることができる（遠田未発表）。今後、昆虫寄生性線虫のもつ寄主の探索行動、二次感染を期待した穿孔性害虫の生物防除法の開発が望まれる。



写真 2-3-3⑰ ブナの枝を後食するシロスジカミキリ成虫 ⑱ 同材内の越冬成虫と幼虫

14) クワカミキリ *Apriona japonica* Thomson

本種は古くからクワ、イチジクなどの害虫として知られているが、関東地方の平野部ではポプラ、ブナ、ケヤキなど広葉樹の植栽林に被害が多い。成長が旺盛な樹木では古い虫糞孔や傷口が癒合するため外見上の被害は軽くみすごされやすいが、毎年被害が繰り返され、1頭の幼虫が樹幹内を上下方向に 2～3 m の長い孔道を作るため材内が変色し空洞になる。このため樹勢が衰え枯死することもあり、また強風で折損する。森林総研構内に植栽された数百本のブナ幼齢木（6年生、樹高約 2 m）にクワカミキリとシロスジカミキリが多発し、幼虫の食害と枝条部の成虫の後食被害がひどく、倒伏または枯死したため改植

した。また単木的には庭木のヤマモミジ（直径 13cm）が数年にわたって被害を受け衰退した例、公園のケヤキ、街路樹のトチノキ（直径 10～20cm）にも被害がみられる（遠田 1994）。

江崎（1997）は、石川県珠洲市にある 12～13 年生のケヤキ造林地（3 ha）で、本種の被害の実態調査を行った。1982 年の植栽当時はケヤキとケヤマハンノキの混植（10：3）で、13,000/ha の植栽であった。その後ハンノキはケヤキを被圧し、さらに穿孔虫による被害が多いため、1990 年にハンノキが伐倒駆除された。さらにケヤキにもクワカミキリの被害が発生したため、1992 年に一部の被害木が地際から伐倒され、その場に放置された。

この造林地の被害本数率は約 3 %で、クワカミキリの被害は地上高 1 m の幹直径が 4 cm 以上にみられ、無被害木に比べて肥大成長のよい生立木の加害が多い。産卵部位は従来からクワ、イチジクでは 1 年枝の基部付近に多いといわれていたが、ケヤキでは直径 4～5 cm の主幹であったことから、加害樹種によって寄生様式を多様に変化させていることを指摘している。さらに、石川県金沢市の公園の場合、ケヤキ、エノキ、マツなどの中～大径木、その他多くの樹種が移植造成されている。ケヤキ（直径 20～30cm）にクワカミキリの寄生が高頻度でみられ、側枝の枯死が目立ち、枯枝の基部付近にらせん穿孔跡と皮割れや陥没が発生している。幼虫の食害によるらせん穿孔は樹幹周囲の通導組織を破壊し、樹勢の衰退を促進しているという（江崎ら 1997）。同様に石川県羽咋郡志賀町にあるケヤキ育成地（8～9 年生）で、クワカミキリ幼虫による折損や枯死被害が多発している（江崎 1997）。

大橋ら（1997）は、岐阜県揖斐郡にあるケヤキ造林地でクワカミキリの被害が、11 林分中 6 林分で確認された。成虫の後食は枝直径 8～15mm の 2 年枝以上でみられ、本数被害率は 26 %である。幼虫の穿孔被害は根元直径 3～9 cm（平均 5cm）で、無被害木に比べて肥大成長のよい生立木に多いこと、産卵部位も江崎（1997）の調査結果とほぼ一致している。

加害樹種：ポプラ類、ヤナギ類、サウグルミ、ブナ、イヌブナ、ニレ類、ケヤキ、ヤマグワ、トチノキ、ケンボン、クマシデ、イタヤカエデ、コウゾ、サルスベリ、ニセアカシア、イチジク、イヌビワ、ビワ、セイヨウリンゴ、ナシ、ミカン類、その他。

分布：本州（ヤブツバキ帯）、四国、九州、その他島嶼。

形態：成虫の体長 36～45mm、体は黒色、全体が灰黄褐色の微毛でおおわれており、外見上は黄褐色を呈する。雌雄は類似しているが触角の長さが異なり、雄は体長の 1.2～1.3 倍で先端の 2 節が翅端を超えるが、雌は体長よりわずかに長い。卵は乳白色で長楕円形、長さ 6 mm 内外。老熟幼虫の体長 60～70mm、前胸背板の顆粒状突起群は後縁から前方に放射状につらなる（図 2-3-3①G）。

生態：一世代を完了するのに2年または3年を要する。成虫は6～7月に脱出し、最盛期は九州では6月下旬から7月上旬（村上 1960）、関東地方ではやや遅く7月上旬から下旬に脱出し9月まで活動する。成虫はおもに早朝と夜間に活動し、1年枝の樹皮をかじって後食するが、伸長したばかりの梢頭の緑色部や木質化した古い樹皮の後食は少ない。環状に食害された枝の上部は枯死または折損することがある。

産卵は7月中旬から8月下旬に多く、産卵部位は幹・枝にかかわらず太さがほぼ一定している。クワの場合は普通 13～19mm の小枝に多く（中川 1904；村上 1960）、1年枝の基部から 15cm 内外の高さが全体の 75%を占め、高くなるにしたがって少なくなる。さらに1本の枝につけられた産卵痕は1か所が大半を占め、2か所のもの5%、3～4か所が1%であった（村上 1960）。ポプラの場合直径6～27mmの範囲でそのうち10～15mmの太さが最も多く、樹皮を口器で幅 10mm、長さ 15mm 程度の大きさの U 字形にかみ切り、さらに木部を深くえぐってその中に1粒産卵する（西口ら 1964；写真 2-3-3⑨）。産卵後粘着物を出しながら尾端で産卵痕の樹皮面を押さえ、これには約 40 分を要する（村上 1960）。1 雌の産卵数は 26～138 粒、平均 60 粒で1日の平均産卵数は 2.2 粒である。卵期間は 9～14 日、10 日が最も多く、ふ化率は 83%であった。幼虫は材部を下方に向かって食害し、樹皮面のところどころに 1.5mm 程度の孔を作り、粉状か円筒状の虫糞を外部に排出する（写真 2-3-3⑩）。この虫糞孔の間隔は若齢幼虫は短く、枝の細い部分は 3～7 cm、幼虫が成長するにしたがって間隔も長くなり、2年目は 10～25cm の範囲で孔の大きさも約 3 mm となる。ふ化幼虫から蛹化するまで 5～13 か所の虫糞孔が作られ、排出する木屑は若齢幼虫では細かく、樹液と混じって柔らかくなり樹幹や枝の基部、葉上などに付着していることがある。幼虫が成長するにしたがって円筒状に連なって大量の木屑を排出するので、食害部位と発育状態を知る目安となる。他のカミキリムシと異なり孔道内には木屑を詰めない（写真 2-3-3 ⑪）。3年目の5～6月に孔道の先端部に木屑をつめ、その中で蛹化し、約2週間で羽化する。

防除法：産卵部位はおもに細い幹枝に多いため、枝打ちを適期に行えば被害を軽減できる可能性がある。多発した被害林では成虫の発生時期に樹冠全体に薬剤散布することによって成虫の殺虫と、後食・産卵防止に効果がある。すでに食害中の幼虫に対しては、樹皮面に作られた虫糞孔のうち新しい木屑が出ている孔から、つる口洗浄瓶（ポリエチレン製）で薬剤を注入する。孔道内の木屑は常時外部に排出されるため、薬剤注入法は確実に効果があり、新しく排出した木屑の有無から殺虫効果を判定できる。

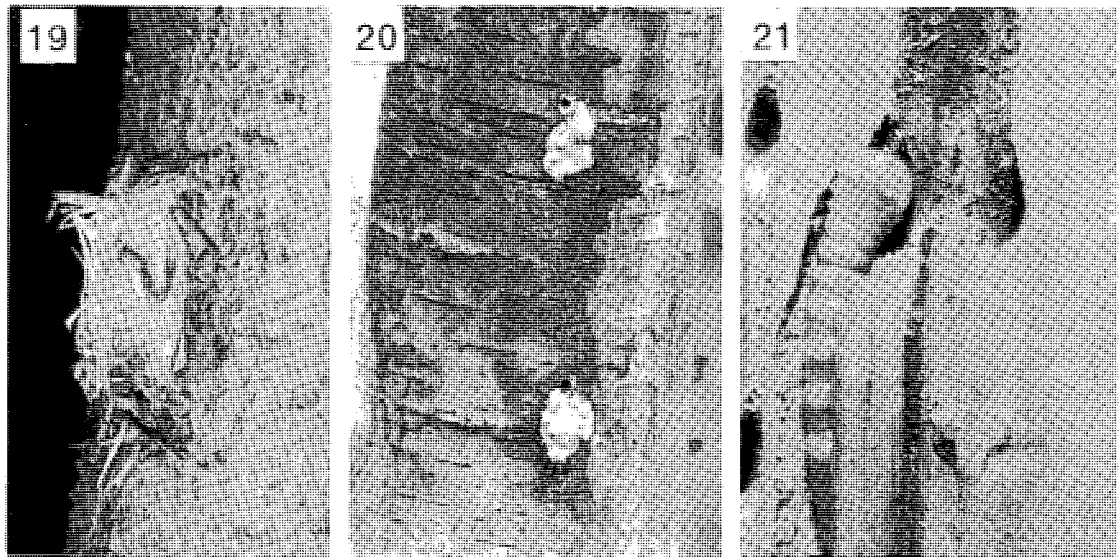


写真 2-3-3① クワカミキリの産卵痕 ② 同幼虫の虫糞孔 ③ 同材内の幼虫

15) シナカミキリ *Eutetrappa sedecimpunctata* (Motschulsky)

本種はシナノキ、ケヤマハンノキなどの衰弱木や伐採木に飛来して産卵するといわれているが（松下 1948；小島ら 1969）、1947 年頃シナノキの天然林に大発生して被害を与えた記録がある。余語（1951）によると、被害地は秋田県男鹿半島西海岸の国有林で、1930 年頃に皆伐した跡地に成林したシナノキ群生地である。直径 3～20cm、平均 10cm 位で、まれに母樹となった 40～50cm のものがある。シナノキの他イタヤカエデ、ナラ、サクラなどが混交し、上部と下部はブナ帯に挟まれている。被害は 1947 年頃から始まったもので、1950 年以前の枯死木には成虫の脱出孔がみられ、樹幹上部の折損や倒伏したものも多い。特に南西の海風を受ける急斜地に多く、平坦地や他の樹種が比較的多い暗い林内では前年までは被害を受けなかった。しかし、1951 年 7 月上旬の調査では、全ての樹皮に成虫のかみ傷がつけられ、樹皮下に卵・ふ化幼虫が認められ無傷のものは 1 本も残っていなかった。

4 か所の標準調査地の総面積は 314m²で、そのうちシナノキが 99 本で全体の 80%を占め、その他イタヤカエデ、サクラ、クワ、ケヤキなどが 24 本で 20%である。調査木 99 本のうち前年までの枯死木は 41 本、産卵痕のある被害木が 58 本で 100%の被害を受けていた。この林分のシナノキの立木本数は 3,100 本/ha となり、被害面積は約 40ha に達しており、総被害本数は約 12 万本余となる。このような異常発生の原因は、衰弱木などで細々と維持していたものが、ブナ天然林の伐採によって不適地に天然更新したシナノキの劣勢木や衰弱木でしだいに増加し、異常発生したものと推察される。

加害樹種：シナノキ、ケヤマハンノキ、カツラ、ヤマブドウ（成虫の後食）。

分布：北海道、本州（ブナ帯）、四国、九州；樺太、中国東北部、シベリア。

形態：成虫の体長 13～20mm、体は灰黄色。前胸背に4個の黒斑があり、その前方の一对は瘤状に隆起する。鞘ばねには不規則な黒紋が7～8対散在し、側方に肩部から翅端に達する黒条がある。触角は雄では体長よりやや長く第10節で翅端を超えるが、雌はほぼ体長と同じである。卵は乳白色で長楕円形、長さ2.5mm。老熟幼虫の体長約25mm、前胸の真腹板には顆粒状突起群はない（小島ら 1969）。

生態：1年に一代を完了し、男鹿半島では成虫は4月下旬から脱出する。シナノキの葉脈・葉柄と伸長したばかりの緑枝をかじって後食するため、その部分から落葉するか上部が枯死する。成虫は樹皮に3～9mmの産卵痕を作り、この傷は幹に対して横・縦・斜めなど一定してない。この傷跡は日当りのよい南西面に多い。産卵痕の中央部に産卵管をさし込み1粒ずつ産卵する。7月上旬の蔵卵数は9～10粒で、産卵中と樹皮下の若齢幼虫もみられたことから成虫は長期間のわたって活動するようである。幼虫は辺材部を食害した後、秋まで深さ2cm位材入し、孔道はU字形に作られ、翌年蛹化・羽化して脱出する。幼虫の孔道は楕円形で4×7mm、脱出孔は4～6mmである（写真2-2-3④）。

野平（1973）によると、岐阜県平湯では成虫は6～7月に多く、シナノキの伐採木に群れをなして飛来する光景がたびたび見られたが、最近では広葉樹が伐採された跡地にカラマツが植林されたため、ほとんど見られないという。成虫はシナノキの葉と葉柄・小枝の樹皮を後食するほかヤマブドウの葉と葉柄を後食する。

16) ハンノキカミキリ *Cagospira sanguinolenta* Thomson

ハンノキ類の害虫として知られているが多発の例は少ない。小島ら（1960）は、1958年頃高知県大豊村の海拔1,400mで崩壊地復旧のために植栽されたケヤマハンノキ、ヒメヤシャブシを著しく食害した報告がある。山地のハンノキ類の植栽地では、日当りのよい幼齢木に産卵痕がよくみられるが、平野部では被害が少ない（遠田 1968）。木村ら（1964）の調査によると、岩手県盛岡付近のコバノヤマハンノキ植栽地14か所のうち、産卵痕が多かった場所は3か所で生立木100本あたり501、77、58個であり、斜面上部と石礫の多い急傾斜地に多く、湿潤できわめて成長のよいところは被害は少ない（表2-3-3③）。

加害樹種：ヤマナラシ、シラカンバ、オオバヤシャブシ、ヤシャブシ、ミヤマハンノキ、ケヤマハンノキ、ヤマハンノキ、コバノヤマハンノキ、カキノキ。

分布：北海道、本州（ヤブツバキ帯からブナ帯）、四国、九州、その他島嶼；千島列島、樺太。

形態：成虫の体長 15～22mm、体は黒色。鞘ばねの側縁は朱赤色、頭部と前胸背は朱赤色の軟毛でおおわれているが、前頭・頭頂・前胸両側および背面は黒色。触角第3節以下各節の基部には灰白色の軟毛があり、雌雄とも体長より短い。卵は乳白色で長楕円形、長さ3mm内外。老熟幼虫の体長23～30mm、前胸背板の顆粒状突起群は工字状をなし、前胸背の前半と前腹板の両側に淡黄褐色の明瞭な紋がある（Kojima, 1929；図2-3-3①H）。

生態：生活史は十分明らかにされていないが、一世代に1年または2年を要する。成虫の発生時期はきわめて短く、高知県では5月下旬から約2週間であるが、7月上旬にも成虫が採集されている（小島ら 1960）。成虫はハンノキ類の葉や枝の樹皮を後食し、交尾は葉上でみられる。茨城県の山間部では5月下旬から産卵する。産卵は植栽後2～6年生の樹幹（樹高2～3m）では1～2mの枝下付近に多く、樹皮を縦に長さ4～6cm、ときには10cmのかみ傷をつけ（写真2-3-3②）、その上部の両側の樹皮下に産卵管をさし込んで、樹皮と材の隙間に左右1～2粒ずつ、1か所に2～3粒産卵する。産卵部位はおもに5cm以下の細い樹幹で枝にはあまり産卵しないようで、木が成長するにしたがって産卵場所も高くなる。

卵期間は約1週間で、幼虫は辺材部を浅く食した後材の中心部へ材入し、上方に向かって孔道を作る。孔道の長さは比較的短く9～16cm（Kojima, 1929）、産卵痕の傷跡から繊維状の木屑を排出する（写真2-3-3③）。小島ら（1960）は、幼虫は5齢を経過して老熟幼虫で越冬し、翌年4～5月上旬に孔道の上端に繊維状の木屑でしきった蛹室を作って蛹化する。産卵痕の付近に2～3個の脱出孔がみられる。

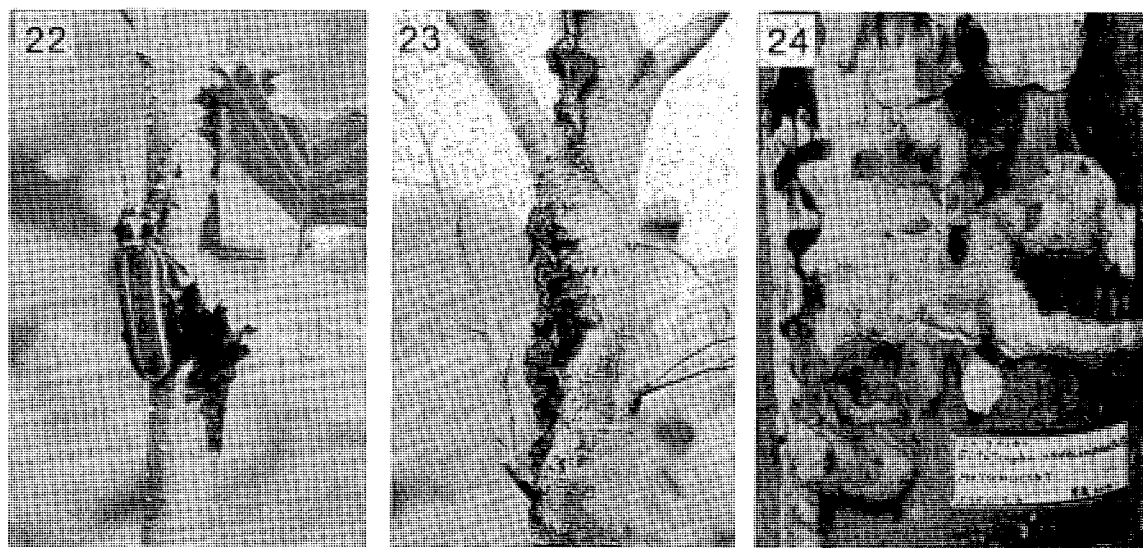


写真2-3-3 ② ハンノキカミキリの成虫 ③ 同被害木 ④ シナカミキリ幼虫の食痕

引用文献

- 新井 茂・阿久津喜作(1978): ウドを加害するセンノカミキリ、植物防疫 32(9), 19~24.
- 足立 磯(1988): ゴマダラカミキリの生態に関する知見、植物防疫 42(10), 18~21.
- 阿久津喜作・窪木幹夫(1981): シロスジカミキリ成虫の行動、応動昆 25(3), 156~161.
- 馬場金太郎(1932): ウスバカミキリ雑報、昆虫 6(4), 188.
- 遠田暢男(1958): ヤナギ科植物の害虫イタヤカミキリの一知見、森林防疫 7(3), 14~17.
- 遠田暢男(1965): 本邦産ポプラおよびヤナギ属植物の害虫、林試研報 182, 1~41.
- 遠田暢男(1968): コバノヤマハンノキに寄生する昆虫類、森林防疫 17(5), 5~8.
- 遠田暢男・小林一三(1968): コバノヤマハンノキ植栽地におけるゴマダラカミキリの被害推移、日林講 79, 216~217.
- 遠田暢男(1981): 広葉樹を加害するカミキリムシ、林業と薬剤 78, 1~15.
- 遠田暢男(1994): 広葉樹の穿孔性甲虫類、森林昆虫 総論・各論 (小林富士雄・竹谷昭彦編著)、養賢堂, 217~233.
- 遠田暢男・山崎三郎(1995): 中国ポプラ植栽林「緑の万里の長城」のゴマダラカミキリ被害、林業と薬剤 131, 1~9.
- 江崎功二郎(1996): クワカミキリによるケヤキ造林地の被害実態、森林防疫 45(4), 9~12.
- 江崎功二郎(1997): トチノキの幼齡木を加害するアオカミキリの加害形態、森林防疫 46(5), 10~12.
- 江崎功二郎・千木 容(1997): クワカミキリによるケヤキ公園緑化樹の被害実態、森林防疫 46(8), 13~16.
- 江崎功二郎(1997): クワカミキリによるケヤキ育成地の被害実態と推移、森林防疫 46(12), 14~17.
- 藤村俊彦(1956): 日本産天牛幼虫及び蛹の研究、イタヤカミキリの幼虫と蛹、あきつ 5(2), 29.
- 日高義実(1941): カシ類のシロスジカミキリ、カシノナガキクイムシの予防駆除試験の概要、熊本営林局, 50pp.
- 日東電工技術資料(1997): 微生物農薬バイオリサ・カミキリ、1~25.
- 伊庭正樹・井上昭司・菊地 実(1976): キボシカミキリの生態学的研究、成虫の発生消長にみられる地方的変異、日蚕雑 45(2), 156~160.
- 石川稔彦・岩田隆太郎(1994): 東京都内におけるウスバカミキリによるケヤマハンノキの被害と幼虫の人工飼料による飼育、森林防疫 43(8), 2~6.
- 片野田逸郎・谷口 明・瀬戸口 徹・下園寿秋(1996): スダジイを加害するオオシマゴマダ

- ラカミキリの生態とその被害が林分構造に与える影響、森林防疫 (45) 9, 2～6.
- 川村 満(1973): ゴマダラカミキリは薬剤で防除できるか、農業研究 20(2), 38～44.
- 川村 満(1977): カンキツ類を加害するゴマダラカミキリの生態と防除の考え方、農業 24(3), 56～65.
- 木村重義・山家敏雄・五十嵐正俊・五十嵐豊(1964): コバハン生立木に寄生する害虫類、林試東北支場たより 27, 1～4.
- 清沢晴親・早川広文・降旗剛寛・堀 勝彦・小林靖彦編(1981): 図説 長野県のカミキリムシ、日本民族資料館, 230pp.
- 小林一三・奥田素男(1981): ゴマダラカミキリによるスギ幼齡林の被害、日林論 92, 357～358.
- 小島圭三・渡辺弘幸(1960): 高知県におけるハンノキカミキリの生態について、日林誌 42 (10), 359～362.
- 小島圭三・林 匡夫(1969): 原色日本昆虫生態図鑑 カミキリ編、保育社, 295pp.
- 小島圭三・渡辺弘幸・中村慎吾(1961): イタヤカミキリの生態、日林誌 43(7), 245～250.
- 小島圭三・打越 彰・寺尾 実(1965): ミヤマカミキリの生態、げんせい 15, 11～14.
- 小島圭三・中村慎吾(1986): 日本産カミキリムシ食樹総目録、比婆科学教育振興会, 336pp.
- Kojima T. (1929): Immature stages of some Japanese Cerambycid-beetles, with notes on their habits. Journ. Coll. Agric. Tokyo Imp. Univ. 10(2), 102～128.
- Kojima T. (1931): Further investigation on the immature stages of some Japanese Cerambycid-beetles, with notes on their habits. Journ. Coll. Agric. Tokyo Imp. Univ. 11(3), 263～308.
- 国吉清保(1961): 石川市に異常発生したゴマダラカミキリについて、琉球政府林試研報, 36～39.
- 楨原 寛・堀野信一(1988): ヒノキの樹皮を後食するゴマダラカミキリ、森林防疫 37 (1), 18.
- 楨原 寛・五十嵐 豊・舟越日出美(1989): 森林総研東北支所構内におけるゴマダラカミキリの加害樹種とその被害実態、日林東北誌 41, 182～183.
- 楨原 寛・五十嵐 豊・鎌田直人(1989): 岩手県におけるブナ穿孔性昆虫、日林東北支誌 41, 184～185.
- 松下真幸(1948): 森林害虫学、富山房, 410pp.
- 村上美佐男(1960): クワカミキリの食害生態と防除について、蚕糸試彙報 77, 25～39.
- 中村克典(1998): ヒノキ根株腐朽部を食害するウスバカミキリ幼虫、森林防疫 47(10).
- 西口親雄・山中寅文(1964): ポプラ類におけるクワカミキリの産卵部位、ポプラ懇話会, ポ

- プラ 21, 14~17.
- 日本鞘翅目学会編(1984): 日本産カミキリ大図鑑、講談社, 565pp.
- 野平照雄(1973): 御岳山系のカミキリ類、昆虫と自然 8(7), 18~22.
- 野平照雄・大橋章博・小森基安(1992): 土岐市のコナラ林に発生した穿孔虫被害について、40 回日林中支論、229~230.
- 野平照雄(1994): 広葉樹を加害する穿孔虫類の樹種別被害について、42 回日林中支論、127~128.
- 中垣至郎・関口計主(1979): 茨城県におけるシロスジカミキリの多発生とその対策、植物防疫 33, 23~26.
- 中川久知(1904): 桑のかみきり、農商務省農試報 30, 17~36.
- 大林延夫・佐藤正孝・小島圭三(1992): 日本産カミキリムシ検索図説、東海大学出版会, 696pp.
- 岡田 滋・永幡嘉之(1996): 兵庫県北部における生立木を加害するカミキリムシについて、日林関西支講 5, 151~154.
- 奥田素男(1970): コバハン植栽地における穿孔性害虫、植栽後 6 か年の被害推移、日林講 81, 286~287.
- 大橋章博・野平照雄(1997): ケヤキ造林地に発生したクワカミキリ被害実態、中森研 45, 175~176.
- 斎藤 透(1990): センノキカミキリとシロスジカミキリの殺虫剤による被害予防、森林防疫 39(12), 12~14.
- 須藤弘之・布川耕市・蓑口秀夫(1995): 新潟県の低海拔ブナ林におけるカミキリムシ被害の実態、46 回日林関西支論, 103~106.
- 蕭 剛柔 主編(1992): 中国森林昆虫、中国林業出版社, 1362pp.
- 谷口 明・竹村 薫・青木 等(1982): 鹿児島県種子島におけるゴマダラカミキリのスギ造林木被害、森林防疫 31(5), 9~13.
- 打越 彰・寺尾 実・小島圭三(1964): 栗林公園のカシ・シイ類のカミキリムシのよる被害、森林防疫 13(2), 26~31.
- 山口 昭・大竹昭郎編(1986): 果樹の病虫害診断と防除、全国農村教育協会 643pp.
- 山下優勝(1974): シロスジカミキリの産卵習性と樹幹巻紙による産卵防止効果、植物防疫 28(7), 27~28.
- 矢野宗幹(1933): 桐の害虫、山林 610, 53~58.
- 余語昌資(1951): 男鹿のシナノキの被害、林試秋田支場研究時報 2, 1~4.

2-3-4 主要害虫の生態と被害実態及び被害発生要因の分析

1) ブナアオシャチホコ

(1) 生態及び被害実態

ブナアオシャチホコは鱗翅目シャチホコガ科に属し、ブナ・イヌブナを食害する代表的な食葉性害虫で、北海道南部、東北・中部地方の山地、四国・九州地方の高山地に分布し、食樹の分布と一致する。1年1世代。蛹で越冬し、ブナの転葉が終わった5月下旬～7月に羽化して成虫になる。成虫はブナの葉の裏面に数十卵の卵塊として産卵する。卵は7～10日間で孵化し、孵化幼虫から3齢に達するまでは葉の表に群棲して葉を舐食する。7月下旬～8月上旬に終齢幼虫となり、この時期に最も著しい食害を与える。幼虫は4～5齢で老熟し、樹冠から落下し、落葉層に潜り蛹化する。

本種の大発生は1917年に栃木県及び神奈川県で観察され、これが最初の記録である。その後も北海道南部や東北地方で大発生を繰り返し、なかでも1978～82年の八甲田山や岩木山での大発生は最大規模のものであった。最近では、1989～1994年に八甲田山、長野県志賀高原一帯、和歌山県護国山、新潟県妙高高原、北海道渡島半島等で大発生が観察されている。1982年、標高1342mの八甲田山櫛ヶ峰西麓の林齢約100年のブナ天然林に大発生したブナアオシャチホコによる被害状況とその後の経過を詳細に調査してみると、本種による食害は標高約850～1000mの標高線に沿って280haにわたり帯状に観察され、1985年には枯死木が多数発生した。

しかし、被害は受けたものの枯死しなかった個体は再び着葉量が増え、樹勢が回復する場合が多い。

これまでの大発生の記録と詳細な被害実態調査結果等から大発生の特徴を分析すると、その特徴は①8～11年の周期で大発生が起り、ひとつの場所で必ずしも毎回大発生が起るわけではないこと、②大発生が起りやすい場所とそうでない場所があること、③発生が2年以上続く場合は被害地が移動すること、である。

それでは一体、このような特徴をもつブナアオシャチホコの大発生を引き起こしている原因は何であろう。

(2) 被害発生要因等の分析

ブナアオシャチホコに食害されてもブナが枯死することは希である。例えば、1990年青森県岩木山で大発生した後、枯死したブナは本数率にしてわずか約0.3%にすぎなかった。

ブナアオシャチホコの著しい食害が始まる7月下旬以前に多くの昆虫類によってブナが食害される。これらの多くは食葉性昆虫類であるが、なかでもブナ林で問題とされている

種類は春先展葉間もない葉を食害するナナスジナミシャクと7月中旬に大発生するハバチである。

鎌田・五十嵐(1996)は落下糞量からブナ食葉性昆虫ギルドの量的な解析と9年間にわたる排糞量のシミュレーション結果から、5月下旬～6月中旬と7月下旬～8月上旬に観察される2つのピークは前者が広食性の小・中型蛾類の幼虫のもので年変動は小さく安定しているが、後者はブナアオシャチホコの終齢幼虫によるもので本種以外の食葉性昆虫に比べて年変動は大きいことを明らかにした。

この結果は、ブナに加わる様々なストレスの中には、多くの食葉性昆虫類による加害もあるが、なかでもブナアオシャチホコ終齢幼虫の著しい食害は極めて大きなストレスをブナに加えるものであり、大発生時の食害に加えて、それ以降に水分ストレスが加われば、その食害と水分ストレスのレベルによっては枯死する可能性があることを示唆するものである。

アメリカ合衆国北東部ではナラ類がマイマイガの大発生後、大面積にわたって枯死した例が数多く報告されている。これはアメリカ合衆国北東部では日本の半分程の降水量であるため、著しい食害に過度の水分ストレスが加わって枯死したものと推察されている。

我が国でも、1980年代中頃、岩手県、静岡県、岐阜県でブナアオシャチホコの食害が原因で約半数ものブナが集団枯損した例がある。これは大発生時からの食害に加えてその後、夏の異常な高温少雨によって著しい水分ストレスが生じたことが原因と推測されている。

いうなれば、樹木に加わる様々なストレスの総和と樹木自身の健全性のバランスで、被害を受けたときに枯死するか否かが決まるといえる。

また、ブナアオシャチホコのような大発生種では大発生した場合に密度を下げる要因とともに、大発生しない場合に密度を制御している要因を明らかにすることが個体群動態を解明する重要な点である。

1989年～1993年の八幡平の大発生時からそれ以降の個体群変動を見ると、1991年には産卵数を含む卵から終齢幼虫の間の死亡が大きく、1991年～1993年には老熟幼虫から羽化までに高い死亡が起きていたことがわかる。

大発生時には、ブナアオシャチホコ幼虫を捕食するクロカタビロオサムシの大発生やエナガ等のカラ類やカラス等の鳥類も幼虫の捕食例が確認されている。また大発生の翌年に冬虫夏草の一種サナギタケが大量に発生した。これらの事例はいずれも確かに大発生時の死亡要因ではあるが、特にサナギタケはブナアオシャチホコの密度が高いほど寄生率が高くなっており、時間遅れのフィードバック要因として密度依存的な死亡要因として働き、

ブナアオシャチホコの周期的な密度変動を引き起こす要因にもなっているものと考えられる。

したがって、ブナアオシャチホコの大発生が終息するには、さきに述べたような様々な死亡要因の他に、連続的な食害によってブナ樹体内に誘導される防御反応や親世代が育った環境条件が子世代の質に影響を及ぼす「material effects」等が大発生時以降も有効に働き、密度を低く抑えるのである。また、大発生の広域的な同調性は気候変動の同調性により作り出されるものと考えられているが、場所依存的な大発生の解明は今後の課題である。

2) カシノナガキクイムシ

(1) 生態及び被害実態

カシノナガキクイムシは鞘翅目ナガキクイムシ科に属する養菌性クイムシ類である。成虫は一夫一妻性で分散飛翔時に孢子貯蔵器官にアンブロシア菌と総称する共生菌を取り込み運搬する。本州、四国、九州、沖縄、台湾、インド、ジャワ、ニューギニアに広く分布する。コナラ・ミズナラ等のナラ類やアカガシ・マテバシイ等のシイ・カシ類を主として寄生樹種とする。

新成虫は5月～7月初旬に羽化脱出を始め、夜明け後から分散飛翔する。6月～8月にかけてピークとなり、10月過ぎても脱出するものもある。雌雄の比率は本州ではほぼ1対1であるが、九州では若干雄に偏った性比である。雄が先に穿入木に飛来穿孔し、その後雌の飛来を待つ。雌を受け入れる場合は、雄はいったん坑道の外に出て、雌を坑道に誘い交尾する。交尾後は雌雄両者で長梯子孔と呼ばれる坑道を形成し、共生菌を接種し、雌は産卵する。孵化した幼虫はアンブロシア菌を食べて脱皮を繰り返し終齢幼虫になると幼虫室を作り越冬する。一部、秋に羽化し、成虫で越冬する個体も存在する。休眠から覚めた幼虫はほぼ一週間で春から初夏に蛹化し、羽化する。

カシノナガキクイムシによる森林被害が確認されたのは1935年頃に宮崎・鹿児島で発生したカシ類の大量枯損被害が最初の記録である。その後、被害は主にナラ類の集団枯損として1948年～1957年に兵庫県、1973年には新潟県で発生し、最近では日本海側に沿った地域に被害は拡大し、1996年には石川県で被害が確認された。一度被害が発生すると、同地域で周期的に発生する傾向がある。日本海側におけるナラ類の集団枯損被害を見ると、最初は単木的な枯損が発生し、2～3年で急速に広がるが、その後終息する傾向がある。

(2) 被害発生要因等の分析

7月～8月にかけてカシノナガキクイムシの集中的加害を受けた樹木は葉が萎凋・褐変

し、枯死木は心材部から辺材部にかけて不規則な変色が見られる。

東北地域および関西地域における詳細な被害実態調査からカシノナガキクイムシとナラ類の集団枯損との間には、①健全木にカシノナガキクイムシが高密度に穿入、その年に急速に枯死する、②カシノナガキクイムシの穿入密度は低い、当年に枯れる。③カシノナガキクイムシが穿入するが、当年には枯死せず、その後さらに穿入を受けた後で枯死する、④カシノナガキクイムシの穿入を受けても枯死しないといった特徴的な関係が見られる。また、直径の大きい個体ほど枯死する割合が高く、大量の穿入を受けた個体は必ずしも枯死するとはいえないものの、枯死しやすい傾向がみられる。

一方、九州地域のシイ・カシ類の被害実態調査では、上述した③のような現象は認められるが、カシノナガキクイムシのアタックが集団枯損のような枯死率の大幅な増加をもたらしているとはいえない。

カシノナガキクイムシは外見上健全と思われるナラにも穿入することから、生立木を加害する可能性はあり、上述したようにカシノナガキクイムシと枯損には特定の関係は認められるものの、カシノナガキクイムシの加害だけの要因では枯死を説明することは困難である。すなわち、カシノナガキクイムシは基本的には二次性害虫であり、かれらが集中的に加害寄生する場合には、ホストが何らかの原因で生理的に障害を受けて衰弱していることが重要である。現在の日本海側に見られるナラ類の集団枯損の被害地は、豪雪地帯とはいえ、かつて薪炭林施業が営々として実施された地域であった。その頃の薪炭林施業は主として萌芽更新で回転しており、頻繁な伐採が繰り返行われてきた。しかしながら、昭和 40 年代の燃料革命によって薪炭は石油と石炭に取って代われ、炭の需要が低迷し、薪炭林施業は徐々に衰退してゆくことになった。薪炭林の多くは人手が入らず、放置され、主要な樹種であるコナラ、クリやミズナラ等は老齢過熟木となって枯死するかまたは現在に至っており、このことがナラ類が受けた生理的障害の一因であるとも考えられる。

一方、カシノナガキクイムシをはじめ坑道から菌を分離し同定したところ、Yeasts（酵母類）、Hyphomycetes（Polo-Blastic 型分生子）の 1 種およびその他の菌類の 3 グループに大別された。坑道内壁から分離された菌類は幼虫活動期には Yeasts と Hyphomycetes（Polo-Blastic 型分生子）の 1 種が、それ以外の時期では Yeasts に加えて Cladosporium sp. や Trichoderma sp. が優先的に分離された。

これらの菌類のうち、カシノナガキクイムシの主要な栄養源となる共生菌は Candida 属を中心とする酵母類であると推察された。

ナラ類の集団枯損に関わる要因を明らかにするためにはさきに分離した菌類の中で枯死

に関連する菌類が存在するか、また存在するとすればカシノナガキクイムシがその病原菌を伝播するか否かを明確にすることが今後の課題である。

3) カミキリムシ類

(1) 生態及び被害実態

我が国には 800 種を超えるカミキリムシが分布し、そのうち 720 種が命名されている。針葉樹や広葉樹の生立木や腐朽木等の樹皮下や材部で生活しており、森林生態系のなかでは樹木の分解者として重要な役割を担っている。広葉樹の生立木に寄生するカミキリムシはフトカミキリ亜科に属する種が多い。

ブナを加害するカミキリムシによる被害を既往の文献で調べた。岩手県では早池峰山麓と安比高原の海拔 800～1,000m のブナ天然林の枯損被害はセンノカミキリによるものと推定されている。新潟県の低海拔地帯にある天然更新したブナ二次林の間伐木や切株の調査では、加害種の特定までは出来ないが、クワカミキリ、ミヤマカミキリ等を含め 4 種が推定された。兵庫県北西部の日本海側では海拔 150m からブナの自生がみられ、海拔 900m 以上には天然林が広く分布する。そのブナ天然林の生立木を加害すると考えられるカミキリムシは、クワカミキリ、センノカミキリ、シロスジカミキリ、ミヤマカミキリ等 7 種である。なかでも低海拔地帯でのクワカミキリの本数被害率は高く、20～65%であった。

一方、ブナ以外の有用広葉樹を加害するカミキリムシでは、鹿児島県沖永良部島の大山山頂付近のスタジイ天然林には 1990 年頃からオオシマゴマダラカミキリによる枯損被害が発生している。秋田県男鹿半島の 40ha のシナノキ群生地にシナカミキリが発生し、12 万本にも及ぶ被害がみられたのは 1947 年頃である。

最近、ケヤキの造林地でクワカミキリの被害が多発し、低海拔地の雑木林や公園木、街路樹、庭園木などのブナ、シラカンバ、ケヤキ、シイ・カシ類やクリ、コナラ等ではミヤマカミキリ、シロスジカミキリ、ゴマダラカミキリの被害が全国的に見られる。

次に広葉樹を加害するカミキリムシの主要種の生態と被害等についてその概要を述べる。

i ウスバカミキリ

キリの害虫として古くから知られ、しばしば多樹種の大径木や他の病害虫による傷害木や老齢木に被害が多くみられる。加害樹種はポプラ類、ハンノキ類、ナラ類等の広葉樹やモミ、トドマツ、アカマツ、ヒノキ等の針葉樹と広範囲に及ぶ。北海道、本州、四国、九州、朝鮮半島、台湾、中国、インドに分布する。普通 1 世代に 2 年以上。成虫は 5～9 月に活動し、夜間樹幹上で交尾し、枯枝の付け根等の腐朽部分を選んで産卵する。孵化幼虫

は成長とともに生きた材部に穿入し、坑道を作り、老熟幼虫となって蛹室を作り、蛹化する。約2週間で羽化する。

ii ミヤマカミキリ

クリ、カシ類の害虫で各地で恒常的な被害がみられる。被害は一般に低海拔地のクリ、コナラ林に散見され、高海拔地では少ない。加害樹種はブナ類、シイ・カシ類、ナラ類等の生立木の樹幹部。北海道、本州、四国、九州、アジア極東地域に分布し、普通1世代に3～4年を要する。夜間活動する。樹幹上で交尾し、樹皮の隙間等に産卵する。孵化幼虫は樹皮下に穿入し、常時材内の孔道と樹皮下に出入りして木屑を排出する。3年目の11月頃に蛹室を作って幼虫越冬し、4年目の5月頃に蛹化し、6～7月に羽化脱出する。

iii ジャコウカミキリ

ポプラ、ヤナギ類の生立木の樹幹部を食害する。日本では北海道のみに分布し、その他の地域では朝鮮半島、中国、ロシアに分布。1世代に3～4年かかると推定されている。成虫は7～8月に発生し、老齢木に産卵する。詳しい生態は不明だが、中国産のジャコウカミキリについては若干詳しい生態が記述されている。

iv アオカミキリ

イロハモミジやクリ等の生立木を食害し、枝先を枯らす。加害樹種はイタヤカエデ、イロハモミジ、クリ等。北海道、本州、四国、九州、朝鮮半島に分布。成虫は6～8月に出現し、アカメガシワやクリ、ノリウツギの花を好む。詳しい生態は分かっていない。

v トラフカミキリ

古くからクワの害虫として知られている。クワ、ヤマグワの老木に被害が多い。北海道、本州、四国、九州、台湾、朝鮮半島、中国、ロシアに分布。1年1世代。成虫は6～9月に出現し、樹幹上や葉上で交尾し、太い幹の根元等に産卵する。卵は約1週間で孵化し、幼虫は樹皮下や材部に穿入する。幼虫で越冬し、5月に蛹化し、材内で羽化後、外界へ脱出する。

vi タテジマカミキリ

成虫はカクレミノ、ヤマウコギ、センノキ、ヤツデの樹皮や葉を後食し、若枝に2ヶ所輪状に噛み傷を付け、そこに産卵するため、産卵部位から上部は枯れ落ち、幼虫は下方に食して成長する。3年目の6月に蛹化し、羽化脱出した成虫は生立木の樹皮を後食して越冬する。本州、四国、九州、台湾、中国に分布。

vii イタヤカミキリ

ポプラ・ヤナギやヤマハンノキ等に普通に見られる種で、北海道、本州、四国、九州に

分布。普通は2年1化だが、3年一世代もある。成虫は6月～8月まで出現し、産卵は幹や枝の樹皮を縦に噛みきり、樹皮裏に列状に行う。孵化幼虫は樹皮下を食害し、材内に孔道を作り、多くの木屑を排出する。幼虫で越冬し、3年目の6月になって蛹化し、羽化脱出する。

viii ゴマダラカミキリ

最近本種の被害が各地で発生している。従来広葉樹害虫であるが、スギ造林地の幼齢木に被害が発生した事例がある。加害樹種はポプラ・ヤナギ類、ナラ類、シイ類、ハンノキ類。ミカン類、カエデ類等多種に及ぶ。北海道、本州、四国、九州、台湾、朝鮮、中国、マレーシアに分布。普通は1年一世代。成虫は6月頃出現し、枝や樹皮や葉を後食し、交尾して樹幹下部から胸高部までの適当な場所に噛み傷を付けて産卵する。孵化後、3齢幼虫になると成長に伴い木部の食害が多くなり、大量の木屑を排出する。5齢幼虫で越冬し、5月に蛹化する。

ix センノカミキリ

幼虫はセンノキ、タラノキ等のウコギ科の生立木を食害する。成虫は6～8月に出現する。一世代に3年を要する。北海道、本州、四国、九州、千島列島に分布。詳しい生態は不明。

x キボシカミキリ

普通1年一世代か2年一世代。成虫は5～11月に発生し、葉や樹皮を後食し、交尾する。産卵は何らかの原因で衰弱した樹幹を選択して行う。東日本では多くは卵で越冬する。幼虫は樹皮下や木部を食害し成長する。西日本では幼虫態で越冬し、木部の蛹室で蛹化する。加害樹種はクワ科植物で生立木に被害を与える。

xi ホシベニカミキリ

タブノキの樹幹や枝に被害がみられる。普通は2年一世代。成虫は6月下旬から7月頃に出現し、新梢の樹皮や新葉を後食する。樹幹・枝上で交尾し、幹・枝を深く噛みきり、樹皮下に産卵する。幼虫は虫糞孔を作る。2年目の秋に材内で蛹化し、成虫で越冬する。加害樹種はタブ、ヤブニッケイ、クス等。北海道から九州まで分布。国外では台湾、中国に分布する。

xii ヨコヤマヒゲナガカミキリ

ブナの生立木のみを食害する。本州、四国、九州に分布。詳しい生態や被害はよく分らない。

xiii シロスジカミキリ

シイ・カシ類に破壊的な大被害を与えた記録がある。加害樹種は広範囲に及び、ポプラ類、ヤナギ類、ハンノキ類等多樹種に被害がみられる。本州、四国、九州、台湾、朝鮮半島、中国に分布。普通一世代3年。成虫は5～6月に出現し、枝の樹皮を後食し、樹幹上で交尾する。樹皮に噛み傷を付け産卵しながら樹幹を一周する。幼虫は樹皮下を食害した後、木部に穿入し、成長に伴い木屑を排出する。3年目に蛹化し、成虫で越冬するが、羽化脱出までに長期間材内で生活する。

xiv クワカミキリ

古くからクワやイチジクの害虫として知られているが、最近ではポプラ、ブナ、ケヤキ等の広葉樹の植栽木に被害が目立つ。本州、四国、九州に分布。加害樹種はポプラ類、ニレ類、ヤナギ類、ミカン類等広範囲に及ぶ。一世代2～3年を要する。成虫は6～7月に発生し、若枝の樹皮を環状に後食するため、その上部は折損または枯死する。産卵は8月頃枝や幹に噛み傷を付けて行う。孵化幼虫は材部下方へと食害し、虫糞孔を作りながら木屑を排出する。孔道内には木屑を詰める習性はない。3年目の5～6月に蛹化し、その後羽化脱出する。

xv シナカミキリ

本種はシナノキやケヤマハンノキ等の衰弱木や伐採木に飛来して産卵するとされるが1947年にシナノキ天然林に大発生し被害を与えたことがある。加害樹種はシナノキ、ケヤマハンノキ、カツラ等である。北海道から九州まで分布し、国外では樺太、中国、シベリアに分布する。1年1世代。成虫は4月に脱出し、葉脈、葉柄、新しい緑枝を後食し、樹皮に産卵痕を作り、産卵する。幼虫は秋まで辺材部を食害した後、翌年蛹化し、羽化脱出する。

xvi ハンノキカミキリ

1958年、高知県のケヤマハンノキ、ヒメヤシャブシ植栽地で著しい食害があったとの報告がある。ヤマナラシ、シラカンバ、ハンノキ類やヤシャブシが加害樹種である。北海道から九州までと千島列島、樺太に分布する。一世代に1～2年かかる。成虫は5月に出現し、葉や枝の樹皮を後食し、葉上で交尾する。樹皮に噛み傷を付け産卵する。幼虫は辺材部を食した後、材に上に向かって穿入し、産卵痕から木屑を排出する。老熟幼虫で越冬し、翌4～5月に蛹化する。生活史は十分明らかにされていない。

(2) 被害発生要因等の分析

上述したカミキリムシのなかで、これまでに食害によって広葉樹の枯損を引き起こすまでに至らせた種は、センノカミキリ、オオシマゴマダラカミキリ、クワカミキリ、ミヤマカミキリ、シロスジカミキリ、アオカミキリ、ゴマダラカミキリ、キボシカミキリである。その他の種は、部分的な被害にとどまっている。カミキリムシ類の被害は、幼虫が生立木の木部に穿入し、その噛み傷や孔道から変色・腐朽菌が入り、木部が変色腐朽することが、枯死を引き起こす要因である。

2-4 施業管理を含む害虫防除対策

一般的に広葉樹林は生物相が豊かであり、森林のレクリエーション機能や風致的機能が高く、また風に対する耐性にも優れている。また、広葉樹は枝の比率が高く、幹の通直性に劣り、家具材や内装材としての需要は根強いが、成長が遅く、所定の太さまでに時間がかかる。このようなことから、広葉樹の造林技術が軽視され、形質の良い有用樹が不適切に抜き伐りされており、多くの広葉樹林では人為が加えられず、自然の更新に任せられているということから、低質な広葉樹林となっていたり、戦後の拡大造林時には、林業的に有利な場所では広葉樹伐採の後は針葉樹の人工林に切りかえられることが多かったため、現在では有用広葉樹の供給量は極めて乏しいのが現状である。

したがって、今後、低質化した広葉樹林の林相改良や優れた用材林への誘導などを通して広葉樹資源の整備を図ることは極めて重要であるが、森林の多様な機能の発揮に配慮した森林管理を進める必要がある。

多様な森林の諸機能を発揮させるには、広葉樹林が生態的バランスのとれた適正な配置になっていることが重要であり、また、広葉樹林が適正に配置されることによって病虫獣害の生態的防除という面でも効果的な機能を発揮するといわれている。

広葉樹の生育は高温多湿な環境に適しており、針葉樹の生育に適している冷温帯のみならず暖温帯も含めて夏季は高温多湿であるため、天然林は広葉樹が主体となっている。いふなれば、我が国の自然は生態的にも生理的にも最も広葉樹の生育に適しているといえる。

一般的に天然広葉樹林には様々な森林昆虫が生息しているものの、樹種構成や林分構成が多様なため、これらの昆虫類が深刻な被害を与えることは少ないといわれている。むしろ、これらの森林昆虫類はその森林生態系において花粉の媒介、種子の分散、樹木の更新促進、鳥や獣の餌、森林資源の再生等に極めて大切な役割を担っている。しかし、その森林生態系が予期せぬ気象災害や人為的な攪乱等によって一旦崩れると、ある種の昆虫が大発生し、森林・林業に大きな被害をもたらすこととなる。

昆虫の大発生には、高い密度で発生をし続ける恒常発生型、突発的に発生する突発発生型、風害や伐採後の保育不良、不適地への造林等が原因となって衰弱木が発生することによって起こる特異的発生型、そして被害を及ぼすことはなく林木に寄生している潜在害虫型に分けられるが、森林昆虫類の大半は潜在害虫型であり、恒常発生型、突発発生型、特異的発生型に変わる場合には人工林の造成に見られるような森林環境の人為的改変によることが多い。

本報告で記述したブナアオシャチホコは突発発生型であるが、周期的に繰り返され、ま

たピークを過ぎると終息することが分かっているので、失葉による枯損被害がなければ直接的防除手段に訴えなくてもよい場合が多く、その見極めが重要である。カシノナガキクイムシやカミキリムシ類は特異的発生型であると考えられ、2-3-4 2) で述べたようにこれらは二次的害虫であり、一次的原因となる樹木の生理的变化を防ぐことが決め手となる。しかし、いずれも最初は局部的や単木的な被害をひき起こし、その後拡大蔓延して枯損被害がみられるようになる。したがって、初期段階で被害木を除去するような被害防止策は重要である。

また、針葉樹の被害を防ぐ広葉樹の混交も広葉樹の重要な役割である。Graham (1952) は、混交林が昆虫の大発生を抑制する理由として、昆虫が食物を探索する際の移動を伴う危険と、豊富な天敵類の2つをあげている。つまり生物的な barrier (障壁) となることと、天敵を常時維持する寄生昆虫の reservoir (貯蔵庫) としての役割を果たしていることに重要な意義がある。このように、広葉樹が針葉樹造林の安全弁的な特性があるとはいえ、広葉樹の育造林は、古くからポプラ造林にみられるような深刻な害虫のため行き詰まる恐れがあることも注意しなければならない。

広葉樹は萌芽更新しやすく、20~30 年生までの伐期では萌芽更新施業が適しているが、形質の良い材を生産するには幼・若齢期を高密度で育成する天然下種更新施業が適している。一般的に広葉樹は成長すると人為を借りなければ針葉樹に比べて生育空間が大きく、樹冠を大きく横に張る傾向が強く、主幹の比率は小さくなり、通直性も低下する。しかしながら、広葉樹林は多種多様な昆虫や野生生物にとって好適な棲息空間を与えており、これからの天然広葉樹林施業は、原生的な広葉樹林の保全や育成天然林施業による広葉樹林の整備や適正な配置を積極的に推進するとともに、近年の生物多様性の維持という森林管理の基本理念に沿ったものでなければならない。

お わ り に

今後の我が国の森林整備においては、森林の多面的な機能に対する国民の要請に対応し、森林の質的な充実と公益的機能の一層の発揮を図ることが課題とされている。公益的機能を高度に発揮させるためには多様な森林施業の推進が求められ、その一つとして広葉樹の育成に取り組むことも重要とされている。

広葉樹の育成を推進していくためには、広葉樹林の施業技術が確立されていることが重要である。しかし、我が国においては、その確立が十分になされていないというのが現状である。広葉樹の病害虫に関する調査研究にいたっては、一部のものを除き未だ手付かずの状況である。

このような状況のもと、本調査では特に体系的な取りまとめがほとんどなされていない天然広葉樹林の重要な病害虫について、現時点での調査研究等の成果を整理することを試みた。また、こうした整理がなされることによる現状把握によって、今後求められる研究の方向性も明らかになっていくものと考ええる。さらに本調査においては、異常発生時の対策や施業管理のあり方といった観点から病害虫の防除対策についても言及を試みたが、資料不足のため満足できる内容とは言い難い。

本調査が一つの踏み台となり、今後、天然広葉樹の病害虫に関する調査研究がより一層進展し、実践的な防除対策が体系化されていくことを期待したい。