

3. 枯損原因の検討

3-1 枯損要因の特定

これまでハイマツの枯損原因については、多くの研究者により次のようなことが報告されており、それらを要約すると以下のとおりである。

- ① 冬季雪に覆われて寒さから保護されてきたハイマツが、春から初夏の気温の上昇と共に生育状態に移行する段階に、突然の氷点下にさらされて生育機能が破壊され枯死に至る。
- ② タカネヒラタハバチの食害により、葉数が減少して軽くなり、雪解け期に早期に雪面上に露出して、寒風や乾燥等により枯死する（大雪山での例）。
- ③ マツノキハバチの大発生による食害（御嶽山の例）。
- ④ 斑点病菌や葉ふり病及びその他の病原菌に罹病して樹勢を衰えさせ、さらに融雪が早まり凍結融解にさらされて枯死に至る。
- ⑤ 酸性雨や酸性霧による枯死
- ⑥ 排気ガス等がハイマツの気孔に詰まって枯死する。
- ⑦ 温暖化により積雪量が減少して、寒さによって樹勢を衰えさせて枯死に至る。

本調査においては、枯損パターンの分類に示した各枯損型からみて、現段階では木曾駒ヶ岳でのハイマツ枯損の主要因の特定には至らない。各地の山岳においてハイマツ枯損は認められるが、その主要因は山岳あるいは地域ごとに異なっていると考えられ、さらに単独の要因によるものではなく、複数の要因が複合的に働くものとするのが一般的な考え方であり、本山岳についても同様のことがいえよう。さらに本山岳では複数の枯損パターンが確認されており、その一つ一つに異なった要因、あるいは複合的に働く様々な要因の軽重の相違などが考えられ、よりその解明を困難なものとしている。可能であるならば、各枯損パターンについて、推定される枯損要因の全てについて年間を通じた綿密な調査が望まれるが、現在ではそれは不可能である。そのためここでは、各枯損パターンについて、その要因として働いている可能性の高いものを挙げるといふ形にとどめ、今後の動向について推察するものとする。

1) 植生調査等の結果から

(1) W 型枯損について

W 型枯損については、その形態上の特徴とベルトトランセクト調査から、風衝が影響を与えていると考えられた。直接的には、風衝による雪面上の枝及び葉群が低温・乾燥害によって枯損がもたらされるものと考えられる。ハイマツの同化可能期間を通じて観察した結果、W 型がもっとも顕著に見られるのは消雪の時期であり、枯損が生じる時期はこれと同時期であると考えられた。この枯損が定常的なもので無いと考えると、ハイマツの枯損が目立つようになったここ 10 年前以来、ハイマツにとって風衝に関連する状況が変わったと考えられる。これは春季の気温の低下、または積雪量の減少や消雪の速度が早まったことによる早期の(気温の低い時期の)ハイマツ枝葉の雪面上への露出が考えられる。しかし、積雪量については顕著に経年的な減少を示す傾向にはなく、春季の気温について、特にハイマツ枯損に関連すると思われる最低気温の推移についても顕著な低下はみられない(伊那＝低地での観測結果からの考察であり、これがそのまま高山帯の気温に反映されるとはいえないが、全体的な傾向としては一致するものと思われる。現地での気象に関しては長期の経年的な推移を示すものがない)。消雪の速度についても現地のデータとして示すことはできないが、「千畳敷においては近年、雪が溶け出してからが早い」という山岳補導員・自然保護パトロールに従事される方々からの情報提供をいただいております、早期のハイマツ枝葉の雪面上への露出に関連があるのではないかとと思われる。

(2) S 型、H 型枯損について

S 型、H 型枯損については、ベルトトランセクト調査から、積雪が多く風衝の弱い場所に比較的高頻度に発生すると考えられる。また、定置枠調査ではハバチ類の分布と関連があると考えられる部分と、そうでない部分が確認された。マーキング枝調査からは虫害とともに S 型と思われる枯損が発生する傾向がややみられたが、そうでない枝も確認された。この枯損パターンの一部がハバチ類(特に食痕の顕著でないものについては産卵などの影響)と関連を持つことは示唆されうるが、一方でハバチ類と関連をもつとは考えがたい場合も多く、異なった要因によるものと呈される枯損の姿が同じであるということが考えられる。後者の場合、枯損の要因としては上記のようなことに起因するハイマツ枝葉の雪面上への露出による低温・乾燥、局所的な雪解け水の再凍結、またはそういったストレス下における菌類の感染などが挙げられる。積雪の多い場所のハイマツは風衝地のものに比べ耐凍性などが劣ると考えられ、低温下での影響は大きいと考えられるが、枯損の範囲が局所的であり、W 型を顕著に呈す場所と違った経緯のものであると考えられる。少数のハイマツ枝葉が単独で雪面上へ露出し、その部分のみが影響を受けるという過程が考えられる。しかし虫害などにより葉群が疎となった場合、上記のような現象はより頻繁に起こ

ると考えられ、その要因はやはり複合的なものと考えるべきであろう。局所的な水分の再凍結については実際に示すことは難しく、深く言及はできない。また、H型をみれば、過去にハイマツが枯死し、枝のみとなった部分の周辺に新たに枯損が生じているが、これはより風衝を受けやすくなったために生じたか、あるいはハバチ類がそのような場所を選択的に産卵場所としたかなどが考えられる。I型枯損が群落内で風衝の強い部分に集中することをみれば後者の可能性も高いが、付近にハバチ類幼虫を確認せず、また食痕も観察されない例も多数あり、その割合は不明だがその両方が実際に枯損要因として働いていると思われる。

(3) P型、G型、I型枯損について

P型についてはいずれの調査からも顕著な傾向や要因の推定に至る情報が得られなかった。これに関してはよりミクロな視点からの調査が必要と考える。また、G型についても、積雪下で何らかの枯損要因が働いたものと思われるが、その要因の推定には至らなかった。

I型についてはハバチ類幼虫による摂食が主要因であるが、その分布や規模についてはそのごく一部をみたに過ぎず、なぜそのように被害が集中するか、あるいはその後どのような推移を見せるかについては、経年的な観察・調査が必要と考えられる。

2) ハバチによる食害について

(1) ハイマツ加害2種の評価

今年の成虫調査で中央アルプス駒ヶ岳のハイマツを加害するハバチとして、タカネヒラタハバチと *Gilpinia* sp. が確認された。そのうち *Gilpinia* sp. の成虫密度が極めて高かった。また秋の幼虫調査においても *Gilpinia* sp. の幼虫だけが確認され、タカネヒラタハバチの幼虫は見られなかった。

以上のことからこの地域のハイマツを加害している主たるハバチは *Gilpinia* sp. であるといえる。日本では *Gilpinia* sp. に関する被害はほとんど見られなかった。

(2) ハバチ食害によるハイマツの枯損

Gilpinia sp. の幼虫はハイマツの葉を先端から食害していく（写真－13）。従って幼虫によるハイマツの被害枝は、摂食された部分が褐色に変色した特徴的な枯損となる（写真－15）。前年度に被害を受けた枝は、葉が少なくなり所々褐色となる。このようなハイマツの被害は、ハバチが高密度に発生している地点ではあちこちで見られた。

一方、このようなハバチ幼虫の食害形態とは異なったスポットになったハイマツの枯損が見られた（写真－16）。このような枯損は明らかにハバチによる食害とは異

なるものであった。また写真-10のような点枯れが表2-11の結果からもわかるように、*Gilpinia* sp.が高密度に発生している地点で多くみられた。点枯れをしている枝を詳細に観察してみると、ハバチに食害されその痕が褐変している葉よりも、何も食害されていないが茶色に変色している葉が大部分であった。従ってこの点枯れは、直接のハバチ幼虫の食害による枯損ではないと考えられるが、ハバチ幼虫の加害によりハイマツの枝が生理的変化を起こして点枯れの原因となることも考えられる。

3) 気象要因等について

気象要因等によるハイマツの枯損については、これまで記述してきたとおり、近年の積雪量の減少、酸性雨や酸性霧等の大気によるもの、それらに寒風・乾燥・過湿等が加わったことによる影響が一因として挙げられている。

積雪量の減少については、「立山カルデラ砂防博物館の飯田肇氏」の研究報告によると、平野部（富山市；標高9m）と山岳部（立山；標高2450m）における最近25年間（1976年～2000年）の積雪深の変化について報告されている。

これによると、巻末図1に示したとおり、平野部では1987年頃から最大積雪深が減少しているが、山岳部では年によってばらつきがあるものの、減少しているとはいえない。また、富山市における降水量（11月～3月までの降水量）と降雪深（1日に積もった深雪の積算）の推移（巻末図2）をみても降水量は概ね一定であるが積雪深は1987年以降減少している。

この原因について、降水としては平年並みに降っているが、温暖化により平野部では雨になり、山岳部では気温が低いため、若干気温が上昇しても雪として維持されるためとしている。

本調査地における木曽駒ヶ岳（千畳敷の駒ヶ岳神社）の週別最大積雪深を見ると、図3-1に示したとおり、1990年～2001年の過去12年間の少ないデータであり、また、日本海側の立山の気象との比較は難しいが、1993年以降若干ではあるが減少傾向にあり、これまで言われている「積雪量の減少がハイマツの枯損に影響及ぼしている。」という説と一致するが、積雪量の減少が直接的原因ではなく、気象要因とその他のいくつかの要因が加わったことにより、ハイマツを衰弱・枯死させたものと推測される。

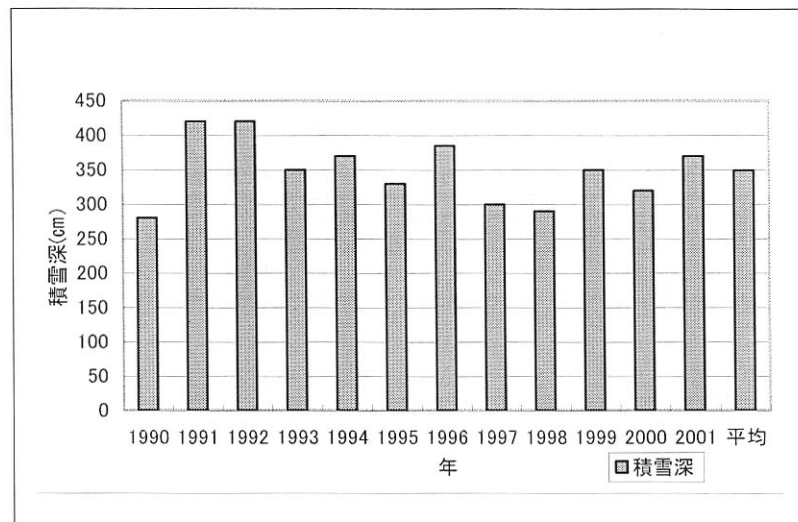


図 3-1 千畳敷における年別最大積雪深

3-2 今後の動向

今後の動向についてであるが、ハバチ類の発生については経年的なピークがあることが知られており、時期の推定はできないものの、それによるハイマツの被害は自然に修復されるものと思われる。また梅雨時期に降水量が少ない年は、ハバチ類の幼虫が雨や冷温の被害を受けず、その大発生を促進するといわれている。従ってこのような気象が連続して起これば注意が必要である。むしろ気象に関連する可能性の高いⅡ型の枯損については、今後も継続して起こる可能性が高い。Ⅱ型は枯死に至るものは少ないが、慢性的な葉量の不足（当地では通常4年分程度の葉によって葉群が構成されるが、Ⅱ型が顕著な場所での観察からは2~3年分の葉しか確認できなかった）が認められ、これは長期にわたってその同化産物の生成、生長などに影響をもたらす可能性がある。ハイマツ群落の喪失には至らないが、枯損部の被覆が遅れるなどの影響があると考えられる。

ハイマツが枯死した後には矮性低木類などによる代償植生が発達するが、実生の定着は少なく、多くはもとからハイマツの下部に生育していた種の栄養生長によるところが大きい。しかし裸地を被覆する速度は極めて緩慢であり、その植生の安定には長時間を要すると思われる。ハイマツが枯死を呈した面積が小さい場合、代償植生の発達を待たず再びハイマツ群落が発達する可能性が高いが、代償植生中にハイマツの実生を確認することは少なく、実生による増加よりも周辺のハイマツ枝の伸長によると考えられる。枯死面積が大きく、周辺のハイマツによる被覆がなされない場所では代償植生の発達から遷移が進むと思われるが、前述のとおりハイマツの実生は少なく、もとのハイマツ群落となるには相当の時間がかかるか、あるいは実生にも枯損要因が影響をもたらし、それを枯損させ遷移が停滞する可能性がある。これに関してはより長期的な調査が必要と思われる。

木曾駒ヶ岳におけるハイマツの枯損は、3年間の調査では景観的に拡大傾向にあるが、その要因は気象障害の他に、ハバチ類の大発生による食害も加わって、複雑な様相を示している。気象障害でハイマツの勢力が衰え、枯損の拡大でさらに勢力が低下し、そこにハバチ類の発生が助長されたという見方もできる。まだ未解明の要素が多々あるので、今後でもできるだけ継続的な調査が望まれる。

おわりに

中部森林管理局の委託により「中央アルプス駒ヶ岳特定地理保護林」におけるハイマツの枯損状況について、平成12年度から平成14年度までの3ヵ年に亘り調査を行った。

定置枠での経年変化から枯損は徐々に進行しており、この枯損要因として、風衝地での寒風による乾燥害、雪解け期の早まりによる凍害や雪解け水の再凍結害、ハバチ類の食害により軽くなった枝が早期に雪面上に露出して寒風などによって枯損すること等が考えられた。

ハバチ類の調査では4種が確認されたが、ハイマツを食害するものは、タカネヒラタハバチと *Gilpinia* sp. (マツハバチ科の1種)であったが、成虫・幼虫の調査の結果、本地域のハイマツを加害している主たるハバチは *Gilpinia* sp.であった。

Gilpinia sp.が高密度に発生している地点の枯損した枝の中にはハバチに食害されていないものが大部分であったことから、ハバチ幼虫の食害による枯損ではなく、ハバチの加害によりハイマツの枝が生理的变化を起こした可能性もある。

以上のように、それぞれ異なった要因による複数の枯損パターンが確認されることから、枯損の要因も単独のものではなく複数の要因が複合的に働いて枯損に至ったものと考えられる。

また、3ヵ年の調査結果から、ハイマツの枯損も進行しているということも明らかになった。この主な要因として上述した気象障害等による影響が考えられるが、まだ未解明の部分も残されていることから、今後必要に応じ原因究明が必要と考えられる。

本調査業務を進めるにあたり、資料のご提供をいただいた立山カルデラ砂防博物館の飯田肇氏、中央アルプス観光株式会社、また、ご指導ご協力をいただいた信州大学農学部 土田勝義教授、同信州大学農学部 中村寛志教授、中部森林管理局及び同駒ヶ根森林管理センターの関係者、信州大学の学生諸氏らに深謝する次第である。

平成15年1月

社団法人 日本林業技術協会
理 事 長 弘 中 義 夫

引用文献

Gilpinia of The Finnish scientific community in the Funet network maintained by CSC.
<http://www.csc.fi/suomi/funet/index.html.en>

中村寛志 (1985) マツノキハバチの集合性に関する生態学的研究. 上戸学園女子
短期大学紀要 15:41-154.

中村元太・森本尚武 (1990) 中央アルプスにおけるマツノキハバチの高山型に
関する研究 II. 高山型と低地型の幼虫と成虫の形態的形質の比較. 応動昆
34(2):131-137.

飯田肇 (2000) 立山の近年の積雪変動と雪氷災害. 第 25 回雪氷防災研究会. 梗概
集.

宮崎敏孝ほか. 信州大学環境科学年報 第 23 巻 別刷 中央アルプス (木曽山脈)
北部のハイマツの枯損状況とその要因について.

酒井 明 (1982) 植物の耐凍性と寒冷適応, 学会出版センター

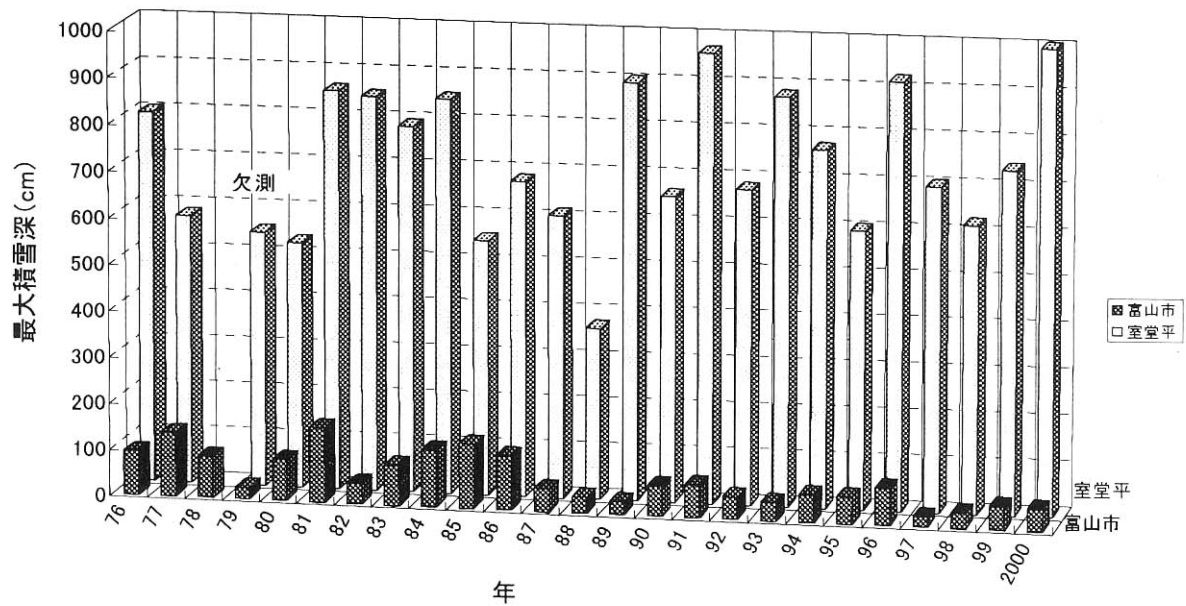
吉田 成章・前藤 薫 (1991) 北海道大雪山系高根原ハイマツの枯損原因. 森林防
疫 40.9.13

宮原 育子 (2001) 木曾駒ヶ岳山頂付近のハイマツ枯損要因. 森林防疫.

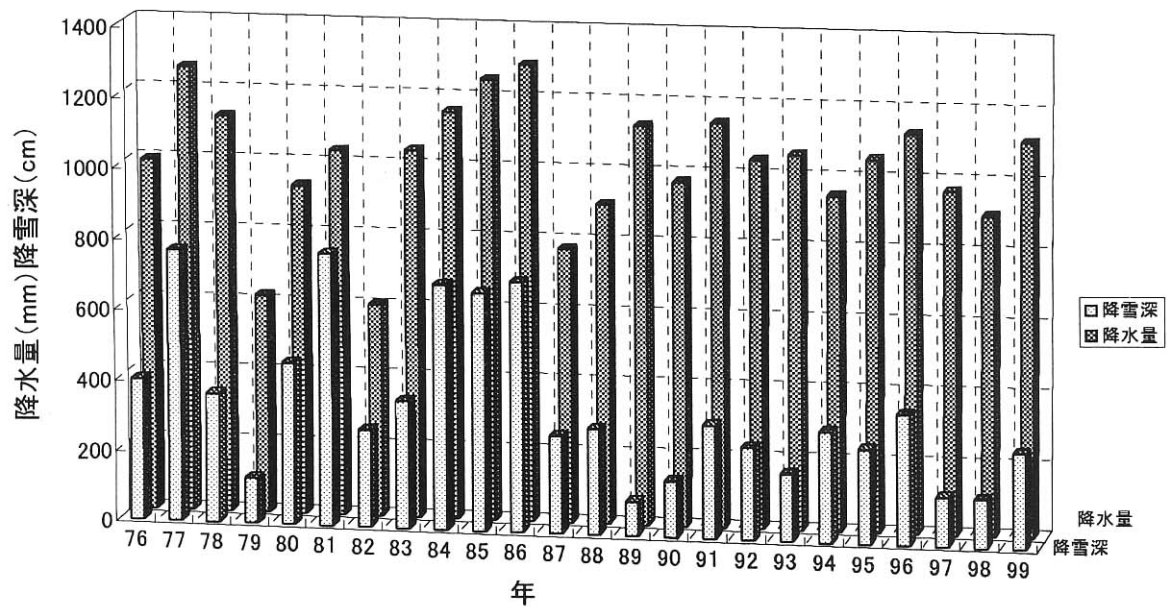
＜卷末資料＞

【積雪資料】

【現地写真】



巻末図1 富山市と室堂平の最大積雪深



巻末図2 富山市における降水量と降雪深

(立山カルデラ砂防博物館 飯田 肇

「立山の近年の積雪変動と雪氷災害」から引用)



写真-1 W型枯損（拡大）



写真-2 P型枯損



写真-3 S型枯損（拡大）

写真-4 H型枯損





写真-5 G型枯損



写真-6 E型枯損



写真-7 ベルトトランセクト1



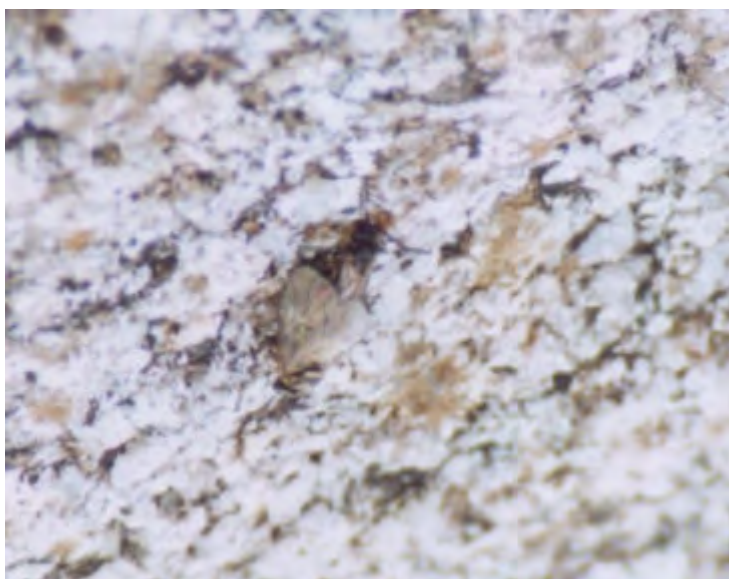
写真-8 調査地付近の積雪状況 (H14.5)



写真－9 タカネヒラタハバチ (H14.7.9)



写真－10 Gilpinia sp ♀ (H14.7.9 中岳山頂)



写真－11 Gilpinia sp 交尾 (上;♂H14.7.9 中岳山頂)



写真－12 Gilpinia sp の繭

(上段左から未羽化♀、羽化済みの♀と羽化時に切り取った丸い蓋、
げっし目に捕食された♀の繭、下段左から未羽化♂、羽化済みの♂、
げっし目に捕食された♂の繭、H14.7.9に採集され羽化した♀)



写真-13 ハイマツを摂取 Gilpinia sp の終齢幼虫



写真-14 点々と枯損しているハイマツ



写真-15 Gilpinia sp の終齢幼虫と食害により変色したハイマツ



写真-16 スポット状に枯損した中岳のハイマツ

○ 調査機関：社団法人 日本林業技術協会

・調査担当者

：常 務 理 事	鈴木宏治
：森林環境部 課長	齋藤敏男
：同 技師	志賀亮介

・調査協力

【ハイマツの枯損分布、定置柵等群落調査】

：信州大学 教授	土田勝義
：信州大学学生諸氏	

【ハバチ類調査】

：信州大学 教授	中村寛志
----------	------