

# 縞枯現象の追跡調査について(中間報告・その2)

諏訪・経営課収穫係 ○ 前 田 貞 治  
白 鳥 貞 明

## 要 旨

当署の冷山国有林内にある縞枯山の亜高山樹林が縞状に枯れていく現象について、その成因や現況の変化等を追求し、亜高山施業方法の確立を図るために経年的に調査し、考察する。

## はじめに

亜高山樹林が縞状に枯れていく現象が、北八ヶ岳ではよく見受けられる。中でも縞枯現象で有名な山として、昔から「縞枯山」と呼ばれ、縞が百年に一縞ずつ上へ移動すると言われている。

この現象について、多くの人が調査研究されているところであるが、当署でも、その成因や現況の変化等を追求し、亜高山施業方法の確立を図るため調査を行ってきた。

昭和29年に初回調査、昭和52年に中間調査が行われ、その結果が発表されているが、前回に引続き調査を実施したので、中間的であるが「縞の移動状況」「縞枯と風との関係」及び「樹の大きさの変化」等を主体に発表する。

### I 縞枯山の概況

縞枯山は八ヶ岳連峰の北部に位置し、俗称北八ヶ岳の一峰で北に横岳、南には茶臼山に連なり、火山活動の噴出物で形成された山で、山頂は2,399 m、稜線がNWからSE方向に延びている。

縞枯現象は稜線西側の南西斜面に山腹中央部から稜線にかけて現われ、ほぼ等高線に林木が立枯れた横縞模様を呈し、その数は7条程見られる。横縞で最も長いものは750 mにも及んでいる。

この現象が発生している面積は約35 haに及び、この内31 haは学術参考保護林に指定されている。

### II 地 況

#### 1. 地質

基岩は両輝石安山岩、土壌は上部尾根筋付近がPw(h)■型、中央より下部はBe型の2種に大別できる。深度は深く、A層20~30cm、B層50~60cmあり下部程深い。土性は壤土である。

#### 2. 標高

縞枯現象は、現在2,200 m付近から2,399 mの頂上部まで現われている。

#### 3. 傾斜

縞枯部は尾根筋を除き10~20度で、現象の出ていない下部は5~15度と、下部ほど緩斜面である。傾斜方向は主にSからSWで、中にSE及びWの部分も含まれている。

### III 気 象

縞枯山の北西に位置する北横岳ロープウェイ山頂駅(標高2,240 m)での観測値から。

1. 風の最多風向は、平均風速、最大風速ともSWが年間を通して71~98%と卓越している。風速は、平均で毎秒6~12m、最大で毎秒13~42mである。

2. 気温は、平均(57~60年)で最低-C17°(2月)最高C20°(8月)。

温量指数はC26°で亜寒帯に

表 1 風の観測表

入る。

3. 最高積雪深は1.0~1.5m。

4. 降水量は10年平均(51~60年)で1,658mm冬に雨の少ない表日本型の気候である。

#### Ⅳ 林況等

##### 1. 樹種

シラベ(70~80%), アオモリトドマツ(20~30%)を主とする林分で、下部はシラベが多く上部ほどアオモリトドマツが多い。他にトウヒ、ナナカマド等が僅かに点生している。

##### 2. 林相

裾から峰にかけて次の四つに

月別	最大風速				平均風速			
	風向SW 頻度%	風速、m/秒			風向SW 頻度%	風速、m/秒		
		59年	60年	61年		8時	12時	15時
4	85	30	29	23	83	8.1	8.8	9.5
5	84	22	23	30	86	6.8	8.1	8.1
6	77	28	23	27	81	6.7	7.2	7.6
7	88	28	30	24	89	6.9	7.9	7.9
8	73	34	13	30	71	5.6	5.6	6.3
9	91	18	30	20	90	7.9	8.2	8.0
10	84	32	30	23	87	7.7	8.2	8.0
11	90	24	40	18	89	9.2	9.9	10.3
12	91	42	29	22	93	9.0	10.5	10.8
1	99	29	32	30	98	9.5	11.6	12.2
2	97	30	19	33	97	8.8	10.3	11.0
3	93	15	24	29	91	9.4	10.7	11.0

大別できる。

※ 観測地点：ピラタス北横岳ロープウェイ山頂駅

- (1) 上層木が枯損した縞枯帯、下層に幼木が生育する。
- (2) 上層木が生立木と枯損木からなる混交帯、下層に稚樹が生育する。
- (3) 過密生立成木帯。(混交帯に近い下層に稚樹の発生がある。)
- (4) 最も生長の良い幼木帯

以上の四つの層が、裾より上部へ順次繰返している林分で、樹高が階段状を形づくっている。

なお、下層植生は、(1)と(4)帯は、コケ類、オサバグサ、シラネウラボ、セリバオーレン、マイズルソウ、ゴゼンタチバナ等、(2)帯は、コケ類、オサバグサ、セリバオーレン、マイズルソウ、ゴゼンタチバナ等、(3)帯は、コケ類である。

3. 幼木から成木になるまでの生長は比較的良好で、幼木から40~50年ほどで上層林冠を形成する。

#### Ⅴ 調査区域および調査方法

##### 1. 調査区域

昭和29年調査時に、裾から峰へ帯状に10m幅で、斜距離10mごとに53区画の調査帯が設定されている。調査帯の長さは斜距離で530m、高低差は134mである。

##### 2. 調査方法

調査帯の各区画を実地確認した上で、各区画ごとに立木の樹高と胸高直径等、毎木調査を行った。

ただし、疎密度の高い箇所は標準地調査方式を採用した。また、樹高1.2m未満のものは、本数調査だけに止めた。

以上の調査結果については、昭和29年調査時の数値と比較できるよう調査帯現況表に取りまとめた。調査帯にある各縞枯帯の生立木2本を抽出し、計10本の樹幹解析を行った。

表-2・1 調査帯現況表

	S 2 9					S 6 2						
	生立木		枯 倒 木			生 立 木			枯 倒 木			
	平均樹高 (m)	胸高直径 (cm)	胸高直径 (cm)	木 数 (千本)	平均樹高 (m)	胸高直径 (cm)	木 数 (千本)	胸高直径 (cm)	木 数 千本	枯倒率 (%)		
1	15.0	20~28	12~16	1.5	1	3.8	3.0~10.0	4.0 (0.2)				
2	13.0	16~20	12~18	2.5	2	3.8	3.5~10.0	4.6 (0.2)				
3	10.0	14~22	14~20	3.4	3	2.7	3.0~7.0	5.0 (0.8)	3.5~5.0	0.8	13.8	
4	12.0 (0.8)	14~18	10~18	4.2	4	5.7 (2.7)	6.5~10.5	25.2 (7.6)	0.5~6.0	0.4	13.7	
5	12.0	14~20	12~26	3.5	5	4.1 (2.3)	4.0~9.0	45.6 (17.8)	0.5~5.0	2.8	5.8	
6	12.0	14~18	8~12	1.9	6	3.4	3.0~7.0	18.6 (3.2)				
7	10.0	12~20	6~10	2.4	7	2.7	3.0~4.0	37.5				
8	10.0	10~26	6~14	3.8	8	2.7	2.5~4.0	65.0				
9	8.0	10~16	6~10	3.0	9	2.0	1.0~4.0	92.5 (30.0)				
10	8.0	6~10			10	2.5	1.5~5.0	72.5 (5.0)				
11	7.0	2~6			11	2.3	1.5~4.5	47.5				
12	5.0	2~6	12	2.6	12	3.3	2.0~7.0	16.0 (4.4)	2.5~11.5	6.4	28.6	
13	4.0	2~4	14	2.6	13	3.0	2.0~7.5	9.4 (2.0)	2.5~13.0	4.4	31.9	
14	4.0	2~4	12~18	10.5	14	6.5 (2.2)	6.5~13.5	10.8 (5.2)	2.5~13.5	2.8	20.6	
15	1.5		12~20	2.7	15	9.0 (1.6)	6.5~13.5	8.8	2.0~9.5	11.0	55.6	
16	13.0 (12.0)	14~22	10~24	2.0	16	8.2	4.0~15.5	10.2 (1.2)	1.5~5.5	6.0	37.0	
17	12.0 (0.7)	16~30	10~22	0.6	17	6.6	5.0~13.0	19.3 (1.0)	1.5~7.5	8.8	30.3	
18	12.0 (0.55)	12~24	6~18	1.3	18	4.7	3.5~11.0	30.0 (11.2)	1.0~6.5	5.6	15.7	

- 注1. 平均樹高 ( ) は下段帯樹高。  
 2. 生立木樹高, 胸高直径測定木は優勢木とした。  
 3. 昭和62年調査・本数 ( ) 内書は, 地上高1.2 m未満のもの。

表-2・2 調査帯現況表

	S 2 9				S 6 2						
	生立木		枯 倒 木		生 立 木			枯 倒 木			
	平均樹高 (m)	胸高直径 (cm)	胸高直径 (cm)	木 数 (千本)	平均樹高 (m)	胸高直径 (cm)	木 数 (千本)	胸高直径 (cm)	木 数 千本	枯倒率 (%)	
19	12.0 (0.30)	18~30	6~28	2.9	19	2.9	3.0~5.5	92.5 (25.0)			
20	11.0 (0.30)	12~18	6~16	4.3	20	3.1	1.5~6.0	50.0 (2.5)			
21	11.0 (0.15)	12~18	6~16	2.9	21	2.0	2.0~4.0	40.0 (12.5)			
22	10.0 (0.10)	12~16	6~16	2.9	22	2.0	1.5~3.5	97.5 (25.0)			
23	6.0	2~14	6~12	16.5	23	2.2	1.5~3.5	60.0 (22.5)			
24	3.0	1~2			24	2.2	2.0~4.5	10.4 (1.0)	2.5~8.0	0.8	7.1
25	2.4	1			25	6.9 (2.0)	10.5~13.0	17.6 (8.0)	1.5~15.5	5.4	23.5
26	9.0 (1.80)	12~18	6~18	4.5	26	5.3 (2.0)	10.0~11.5	24.0 (6.2)	1.0~6.5	3.6	13.0
27	10.0 (0.15)	10~14	6~10	3.9	27	2.7	2.5~6.5	132.5 (60.0)			
28	10.0 (0.05)	10~18			28	1.9	1.5~4.5	110.0 (62.5)			
29	9.0 (0.04)	10~14	6~12	1.0	29	2.0	1.0~4.5	62.5 (17.5)			
30	8.0 (0.03)	10~20	8~12	0.4	30	1.7	1.0~3.0	47.5 (12.5)			
31	7.0 (0.03)	8~12	6~14	1.2	31	2.2	2.5~4.5	17.5 (17.5)			
32	7.0	8~12	10~12	0.7	32	2.3	3.5~5.5	20.0 (10.0)			
33	5.5	2~8			33	1.9	2.0~6.0	18.2 (3.8)	3.0~17.0	2.2	10.8
34	2.4	1			34	2.2	2.5~4.0	11.8 (7.0)	2.0~10.5	6.2	34.4
35	2.0	1			35	7.1 (2.7)	8.0~13.0	16.6 (11.4)	2.0~10.5	10.8	40.4

- 注1. 平均樹高 ( ) は下段帯樹高。  
 2. 生立木樹高, 胸高直径測定木は優勢木とした。  
 3. 昭和62年調査・本数 ( ) 内書は, 地上高1.2 m未満のもの。

表-2・3 調査帯現況表

	S 2 9				S 6 2						
	生立木		枯倒木		生立木			枯倒木			
	平均樹高 (m)	胸高直径 (cm)	胸高直径 (cm)	本数 (本)	平均樹高 (m)	胸高直径 (cm)	本数 (千本)	胸高直径 (cm)	本数 (千本)	枯倒率 (%)	
36	9.0 (1.80)	10~14	6~14	5.4	36	5.7 (2.5)	5.5~11.5	11.0 (4.2)	1.5~10.0	14.2	56.3
37	9.0 (1.45)	10~18	6~8	1.4	37	5.1 (2.6)	6.0~10.5	37.8 (10.8)	3.0~5.5	1.8	4.5
38	9.0 (0.14)	10~14	6~8	2.1	38	2.0	2.0~3.5	57.5 (5.0)			
39	10.0 (0.05)	10~18	6~14	1.6	39	2.4	1.0~5.5	50.0 (10.0)			
40	10.0	10~16	6~14	3.3	40	2.6	2.0~6.0	45.0 (5.0)			
41	10.0	10~16	6~8	3.3	41	2.7	2.5~5.0	50.0			
42	9.0	10~20	6~10	3.1	42	3.2	5.5~8.0	30.0 (5.0)			
43	9.0	10~16	6	1.4	43	3.0	2.0~7.0	40.0			
44	7.0	10~14	6~18	1.9	44	2.7	3.5~5.5	40.0 (10.0)			
45	7.0	6~12	6~16	1.4	45	2.5	2.0~6.5	17.6 (2.8)	6.5~11.5	0.8	4.3
46	4.0	6			46	2.1	1.5~5.0	15.8 (5.4)	4.5~12.0	4.4	21.8
47	3.5	4~6			47	8.0 (1.6)	8.0~13.0	18.6 (9.4)	2.5~12.0	5.0	21.2
48	1.2				48	7.2 (1.6)	7.0~14.5	9.6 (3.4)	2.0~7.5	5.6	36.8
49	6.0 (1.00)	10~14	6~14	6.5	49	7.3	6.5~13.0	9.4 (0.2)	2.0~5.5	7.4	44.0
50	8.0 (0.40)	10~14	6~10	1.6	50	4.9	4.0~5.5	32.5	2.0~3.5	25.0	43.5
51	7.0 (0.18)	10~14	6~10	2.4	51	2.3	2.0~3.5	110.0 (17.5)			
52	7.0 (0.08)	10~16	6~12	1.6	52	2.5	3.5~6.5	37.5 (12.5)			
53	7.0 (0.05)	10~20	6~10	1.6	53	2.9	3.0~6.5	40.0 (15.0)			

- 注1. 平均樹高 ( ) は下段帯樹高。  
 2. 生立木樹高、胸高直径測定木は優勢木とした。  
 3. 昭和62年調査・本数 ( ) 内書は、地上高1.2m未満のもの。

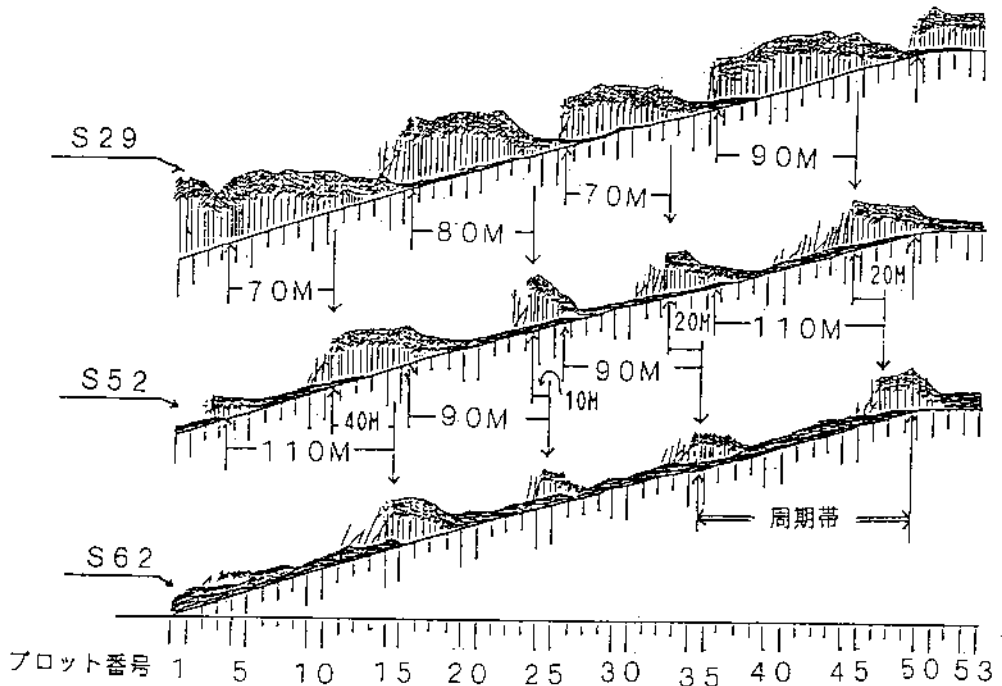


図-1 断面的に見た林相の変化(調査帯)

## II 成 果

### 1. 調査帯における昭和29年, 52年と今回調査との比較。

#### (1) 縞の位置及び移動速度の変化

ア 縞枯帯（縞枯帯と混交帯との接線）の位置は、昭和29年調査から今回調査までの33年間で平均100 m, 昭和52年調査からは10年間で平均23m移動している。

#### イ 移動速度の変化

縞の年平均移動速度は、29年調査では更新の周期帯幅（縞枯帯から稚樹の発生箇所までの平均幅）145 mを、成木帯の平均樹齢90年で除せば移動の変化が分ることから90分の145の計算から1.6 mと推測したが、実状は33年間で100 m移動していることから移動速度は約3 mである。この移動速度は、29年調査の1.6 mに対し、1.8倍以上の早さで移動したことになる。

また、52年調査からでは10年間で23m移動したことから、移動速度は2.3 mとなる。

一縞移動するには、29年調査で縞枯帯から縞枯帯間平均104 mを、年平均1.6 mの速度で移動したとすれば、約65年を要すると推測したが、実状の年平均移動速度3 mでは、約35年間となり、30年短縮したことになる。

このように年平均移動速度が1.8倍以上に早まったのは昭和34年の台風による影響と思われる。

#### ウ 29年調査の縞枯帯に至る到達年（推測）

四つの縞枯帯が一巡して昭和29年調査時の縞枯帯に到達する

表-3 29調査の縞枯帯に至る到達年（推測）

年を、52年調査から今回調査までの10年間におけるそれぞれの年移動速度で推移するとして計算すれば、昭和65～72年には到達することになる。

縞枯帯番号	年 移 行 速 度 (52調査～62調査)	到 達 要 年	到 達 年
5	$4.0m = \frac{40m}{10年}$	$2.5年 = \frac{10m}{4.0m}$	S65年
4	$1.0m = \frac{10m}{10年}$	$10年 = \frac{10m}{1.0m}$	S72年
3	$2.0m = \frac{20m}{10年}$	$10年 = \frac{20m}{2.0m}$	S72年
2	$2.0m = \frac{20m}{10年}$	$5年 = \frac{10m}{2.0m}$	S67年
計算式	$X = \frac{\text{移動距離}}{\text{経過年数}}$	$X = \frac{\text{到達距離}}{\text{年移行速度}}$	

#### エ 空中写真による縞の移動状況

昭和34年11月撮影時、縞枯帯は7条あったものが、50年9月撮影時には最下部の縞枯帯が新たに見られ、8条の縞枯帯が確認された。

60年5月撮影写真からは、50年9月撮影時に在った最頂部N斜面の縞枯帯がなくなり、1条減の7条が確認できる。

昭和34年11月撮影と昭和60年5月撮影の写真との縞枯帯の位置は接近しており、34年当時の縞枯帯が上部へと移動していることが確認できる。（図-2は空中写真を図化したものである。）

(2) 樹の大きさ  
の変化

ア 調査帯現況表から成木帯の樹高、胸高直径とも、29年調査時より今回調査の方が全般的に小さくなっていることが分かる。

成木帯の幅についても、全体で29年調査時の約3分の1の130mに狭まり、逆に幼木帯が広がっている。

イ 樹幹解析から成木帯の平均樹齢は29年調査で90年、今回調査で64年、26年若くなっている。

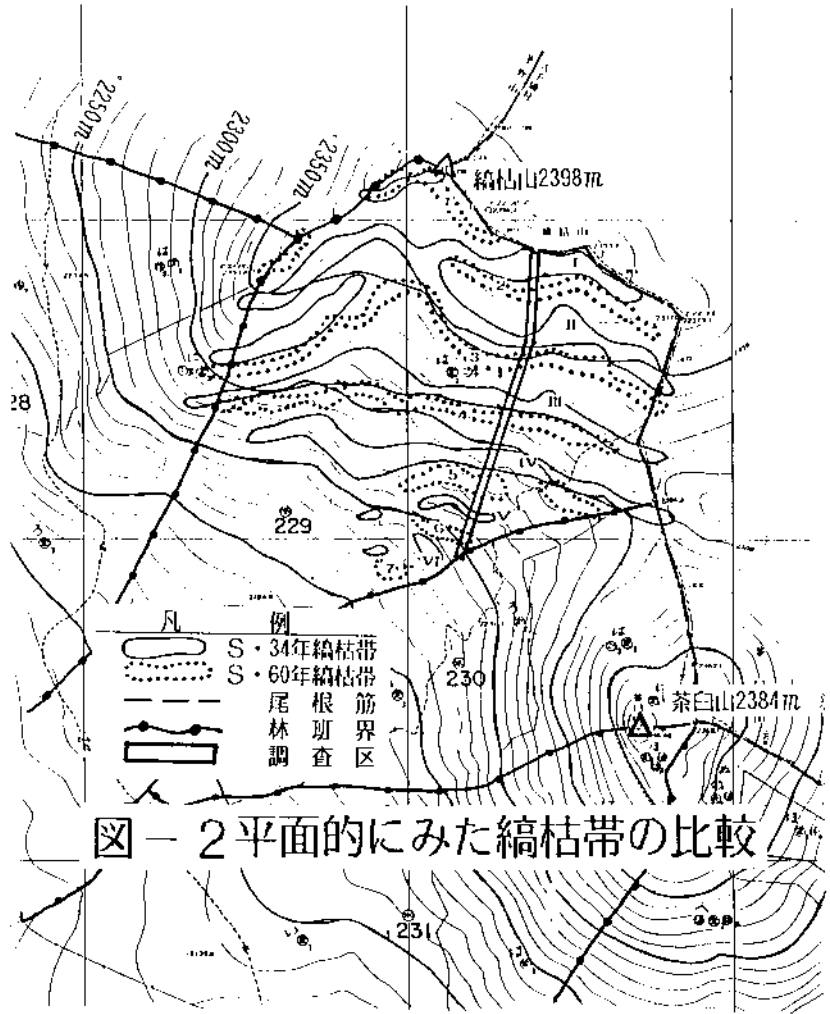


図-2 平面的にみた縞枯帯の比較

図-2 平面的にみた縞枯帯の比較

平均枝下高は64%、樹冠幅は1.4~2.7m、52年調査同様変わっていない。

ウ 年輪偏向性生長調査では、樹幹解析における地上高1.2m以上の各断面の平均半径を100とし、八方位の半径の比率を求め、その総和を平均して年輪偏向性生長率を求めた。

調査結果は、全般的に年輪生長に偏向が見られ、樹幹のN-E-S側の生長が大きく、S-W-N側の生長が小さい傾向が現われている。

この変化の図表は、図-3、表-4のとおりである。

また、樹幹解析図からもE側の生長が大きく、W側の生長が小さい傾向が現われている。

エ 林冠疎開地の調査では、縞枯現象の起因は林冠の疎開から始まると言われていることから、幼木帯のうち調査帯プロット番号1~3号及び31~34号は疎開地であり、その現況は樹木の枯損状態は見られない。

(3) 地形と風向

縞枯山付近の地形と、最多風向のSW方向との関係を図化してみれば、縞枯現象は風向に直交し

て現われている  
ことが分る。

Ⅶ 考 察

1. 卓越風が最もよく当たるS, SW斜面に縮枯現象が多く現われている。

2. 縮枯現象の成因については、前回までの調査で「風、地形、樹種の三因子によるもので、主たる原因は風の影響が一番強く受ける」と述べられているように33年間における

縮の移動速度、縮の形状、樹の大きさの変化及び枯損木の状態等から、卓越風の影響が現われている。

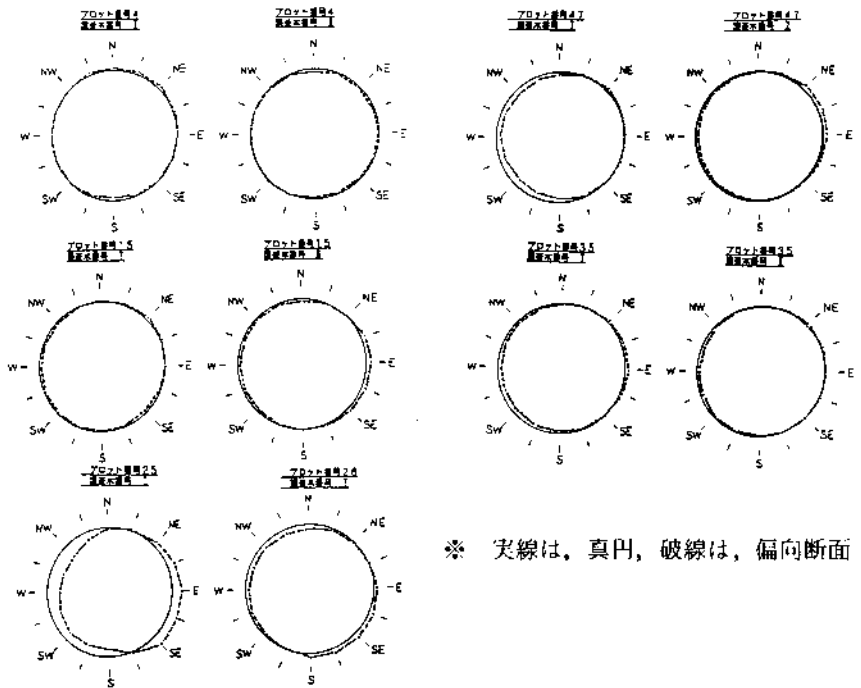
3. 幼木帯にある疎開地では、樹木の枯損状態は見られない。これは、樹高(2.7~3.8m)と低いこと、疎開地が狭小であること等、風衝の影響を受けないのであろう。

4. 一般的に樹木の年輪生長する法則性が言われているが、今回調査の

年輪偏向性生長とに差異が認められた。樹幹のE側の生長が大きく、W側の生長が小さい傾向が現われたことは、風衝の影響かと思われる。

ま と め

天然更新によって一斉に発生したシラベ、アオモリトドマツの稚樹は、過密林分を造り自然淘汰さ



※ 実線は、真円、破線は、偏向断面

図-3 年輪生長断面図

表-4 年輪偏向性生長率

プロット番号	4		15		25		26		35		47		
調査木番号	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
方位	N	108	96	101	97	98	92	100	102	97	99		
	NE	108	99	106	103	107	99	105	104	104	106		
	E	103	99	100	107	116	106	107	102	101	106		
	SE	99	98	97	106	115	109	100	101	102	101		
	S	94	99	99	102	88	106	96	98	96	100		
	SW	99	102	99	97	88	97	94	98	90	98		
	W	99	100	97	97	79	94	94	95	94	96		
	NW	103	99	98	98	79	93	97	98	93	100		
位	N	108	97	101	97	98	92	100	102	97	99		

※ 平均半径を100とした。

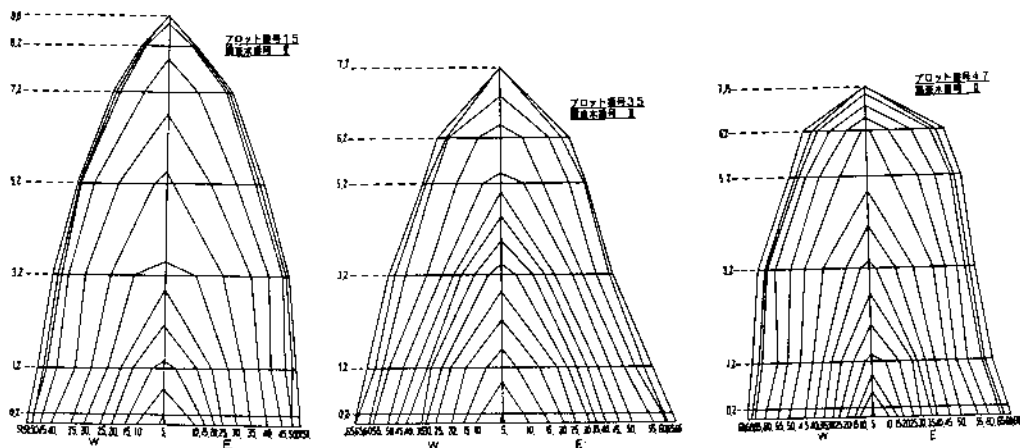


図-4 樹幹解析図

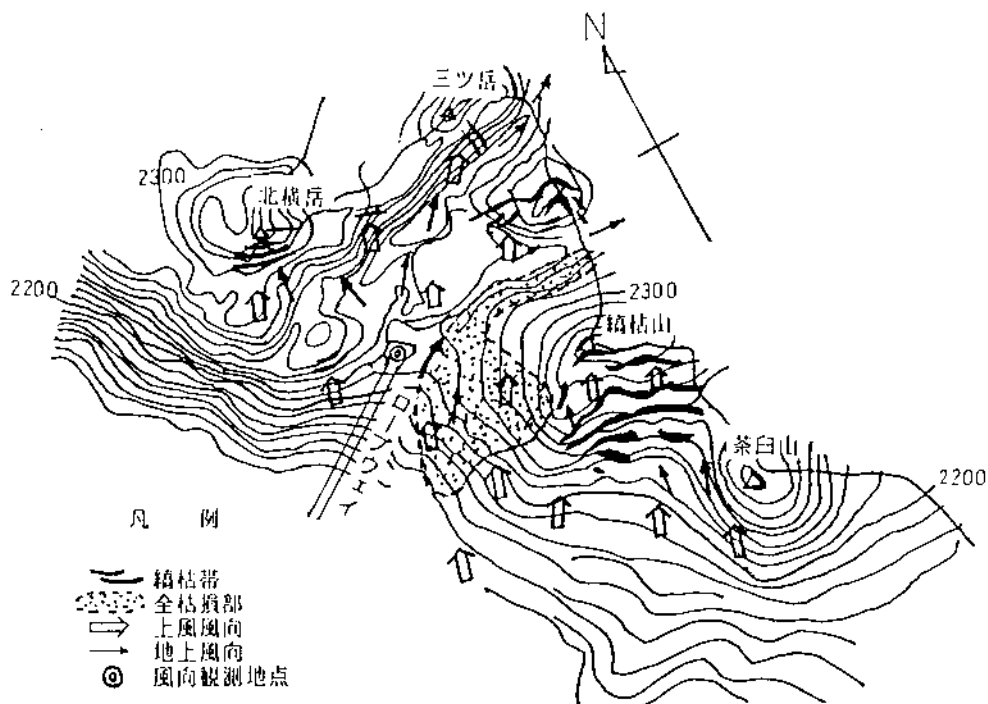


図-5 編枯山付近の地形と風向

れてやがて優生木のみが生長した林分を構成する。

この優生木は、過密に育ったことから、その樹幹構造が幹の細長い、枝下高が高く、樹冠が小さく、上部へ偏在した密生林分を構成する。

このような林分構成は、とりわけ風による諸被害に非常に弱いために、樹木の枯損が発生する。

しかも、林地の傾斜方向に平行してSWの卓越風が林沿（縮枯帯）に吹付けることから風上の林沿木から逐次枯損し、その枯損状態は筋状の縮枯帯となって風下へと進行するものと考えられる。



その後、樹木の生長と風の強さ等で、縮枯の大きさ、幅、移動速度および樹の大きさが変化していくものと考えられる。とりわけ、縮の移動速度と樹の大きさの関連から、樹木の生長よりも縮枯帯の移動する速度が早まれば、林木本来の樹齢を全うしないまま、若くして枯死するという相関関係にある。

#### おわりに

樹木の枯損はSWの卓越風が樹冠等に直接当たることで発生することを考えるとき、疎開地にある幼木帯が生長していく過程において今後、風衝の影響をどのように受けるのかを見守っていきたい。また、昭和29年の縮枯型に達する縮は、早くも3年後の昭和65年には到達する。この機会を含めて亜高山樹種と風との関係を追求調査してまいりたいので、関係各位のご批判と今後のご指導をお願いしたい。

昭和29年調査者：吉田邦男，山内栄

昭和52年調査者：奥原卓郎