

## 八ヶ岳亜高山樹林の縞枯の成因

## I. その分布と卓越風との関係

島津 昭

On the Origin of "Dead Tree Strips" in  
the Subalpine Forest of the Yatsugatake

## I. Relationship between its Distribution and Prevailing Wind

Akira Shimazu

Department of Biology, Faculty of Sciences,  
Ochanomizu University, Tokyo

八ヶ岳連峰の北部にある縞枯山（標高 2395 m）の南西斜面に、山麓地域からも認められる数条の白い帯状縞がある。この縞はほぼ水平で年々山頂に向かって移動すると伝えられ、不思議な現象として古くからこの地方の人々の注意をひいていた。この斜面は中腹（約 2000 m）より山頂部までシラビソとオオシラビソの優占する亜高山樹林におおわれ、帯状の縞はこの樹林内の標高 2250 m 以高のところであり、優占種の立枯れた樹幹の集団からなっている。当地の人々はこれを“縞枯”と呼んでいる。縞枯のある樹林の構造は、立枯部の林床に稚樹が密生し、山腹を下るにしたがって漸次樹令と樹高を増す。一方、立木密度を減じて成樹林となり、やがて半枯状部を経て一段下の立枯部に続いている。林床に横たわる枯木はその腐しよくの程度が立枯部附近より山腹下方に向かって漸増し、立枯が山頂方向に周期的な移動をくり返していることを物語っている。

この縞枯およびそれに類似の集団立枯現象は八ヶ岳の北部に多く見られ、南部にも散見する。最近、大峰山<sup>19)</sup>（奈良県）や奥秩父<sup>4)</sup>（山梨・埼玉・長野県境）にも見出されたが、その他の地方にも相当数あるものと予想される。これまで縞枯は北八ヶ岳の縞枯山、蓼科の前掛山など深い山地に少数知られていただけなので、たゞ不思議な現象としてのみ注目されていた。しかし、各地に見出され、また奥地の森林資源の開発技術が進歩した今日において、縞枯による森林の被害対策が必要であり、縞枯の成因について検討することは重要な課題であろうと思われる。

縞枯山の縞枯についての研究は 1930 年代に当地の博物学者によって先鞭がつけられたといわれ、ついで 1938 年に Okubo の報告がある。<sup>14)</sup> 近年になって、吉田と山内 (1955)<sup>20)</sup> は林学的な立場からその樹林構造を明らかにし、その成因として風・地形・樹種の三要因をあげて、おおよそ次のように推定した。森林の鬱閉が最初は風雪によって破られ、その後風圧によって老令木から枯損が進む。枯損の後を追って稚樹の発生・生長がおこり、90 年に達すると老令木となり枯損する。以後これをくり返す。地形が風に関係し樹種が 90 年週期の天然更新に関係している。五味ら (1956)<sup>3)</sup> は縞枯の分布が蓼科山・横岳・縞枯

山にわたる標高約 2000 m 以上の SW—S—SE 斜面にみられ、平地および N 斜面にみられないことを強調した。そして、縞枯山における年輪の偏向方向と縞枯の移動方向から、風によって縞枯が移動することを推定した。矢頭 (1958)<sup>19)</sup> は大峰山系の明星岳・頂仙岳 (1718 m) 間の尾根にそった南西向き斜面のシラビソ樹林にも縞枯が分布することを示した。Oshima *et al* (1958)<sup>14)</sup> は生態学的な物質経済という見地から縞枯山の樹林構造を解析した。Iwaki and Totsuka (1959)<sup>4)</sup> は縞枯山以外の北八ヶ岳および奥秩父において半月形の縞枯の分布と樹林構造を調査し、半月形縞枯も帯状縞枯に似た内部構造をもっていることを明らかにした。そして分布が奥秩父・北八ヶ岳ともに標高 2100~2500 m の間にあり、南側 (SE—S—SW) 斜面のシラビソ・オオシラビソ優占群集に限られることを指摘した。分布が南側斜面に限られることと、風および光の二気候要因との関係を重要視している。

筆者は 1950 年 6 月、北八ヶ岳の夏沢峠および箕冠で集団的立枯現象を見出して以来、八ヶ岳—霧ヶ峰附近の立枯現象について観察してきた。そして樹林の遷移段階により集団立枯後の様子が異なること、すなわちカラマツ植林 (霧ヶ峰の足倉山、標高 1480~1510 m) では草原化し、シラビソ・オオシラビソ優占の天然樹林 (八ヶ岳、極相) では多く縞枯状を呈することを見出した。縞枯の有無にかかわらず集団的立枯現象のおこる地形が類似し、一般に風害を起しやすい地形<sup>5)</sup> に相当していること、またその分布が風衝によつて山頂現象<sup>6)</sup> を呈している地域の分布に類似していることなどから、その成因は風と深い関係があると予想し、その観点から調査を進めてきた。

縞枯の成因について風を重要視している点では吉田と山内、五味ら、そして Iwaki and Totsuka に共通しているが、いずれも縞枯と風の関係について十分な資料が示されていない。また分布については五味らと Iwaki and Totsuka とともに南側 (SE—S—SW) の斜面に限られることを指摘しているが、筆者はこれ以外の斜面にも分布することを観察している。本報においては縞枯の分布と局地的な卓越風との関係について検討してみる。

## 1. 縞 枯 の 分 布

縞枯が現存するかまたは現存までに移動したことがあると推定される範囲を次のようにして調査した。

縞枯が移動した範囲の樹林を他の山頂から望見すると、現存する縞枯部をさかいとして樹高差 (成木または立枯と稚樹との) による段があり、周囲の樹林に比して樹冠が小さく緻密で均一化して見える (Fig. 1)。また赤外写真で見ると樹令差によると考えられる色調の変化もくわわって、肉眼や普通写真では縞枯を認め難い階段の状況まで明瞭になる (Fig. 2)。このように周囲の樹林から区別できる特殊な区域、すなわち縞枯が移動したところのある範囲を筆者は“階段状シラビソ樹林” (“Stepped” *Abies*-forest) と名づける。これは Iwaki and Totsuka<sup>4)</sup> の “Shimagare” type of forest とほぼ同じであると思われる。階段状シラビソ樹林のこのような特長を利用して、山頂や風衝地などからの展望と写真による判定に実地調査を加えて、分布範囲を地理調査所発行の五万分の一地形図に記入した。

その結果を Fig. 3. に示す。これら多数の縞枯または階段状シラビソ樹林の分布について共通していることは、2100 m 以上のシラビソ・オオシラビソ優占樹林内にあることと、

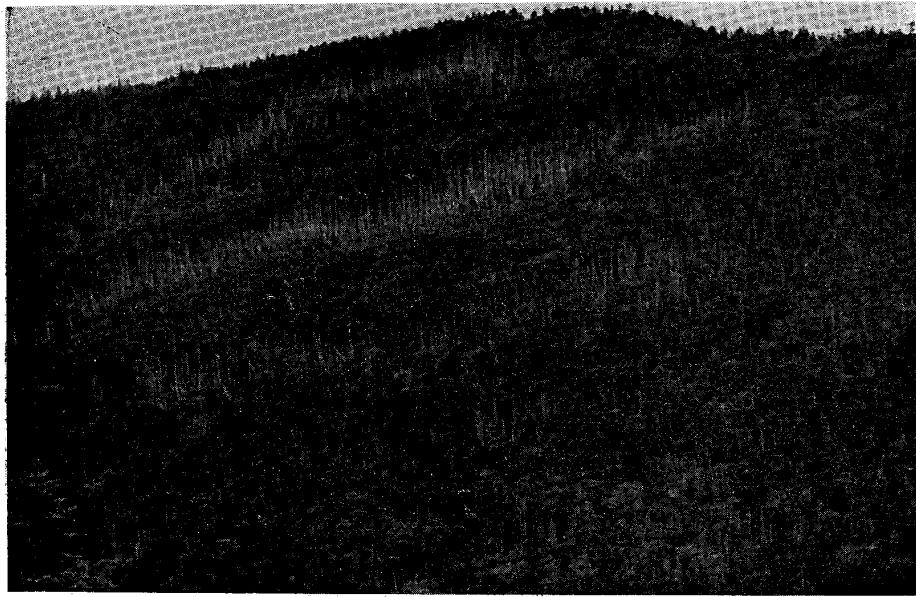


Fig. 1. Showing the belt-shaped "dead tree strips" in subalpine climax forest on the west slope of Mt. Inako (2352 m). These white strips in dark green forest are formed from a large number of dead trunks of dominant *Abies*-trees, and these strips shift upwards on the slope. The shifting area of "dead tree strips" is characterized with dense small crowns.



Fig. 2. Showing the crescent-shaped "dead tree strips" on southeast slope in Mt. Maekake. In this infrared photograph, many "dead tree strips" are characterized by clear steps consisting of successively aged *Abies*-trees with different height.

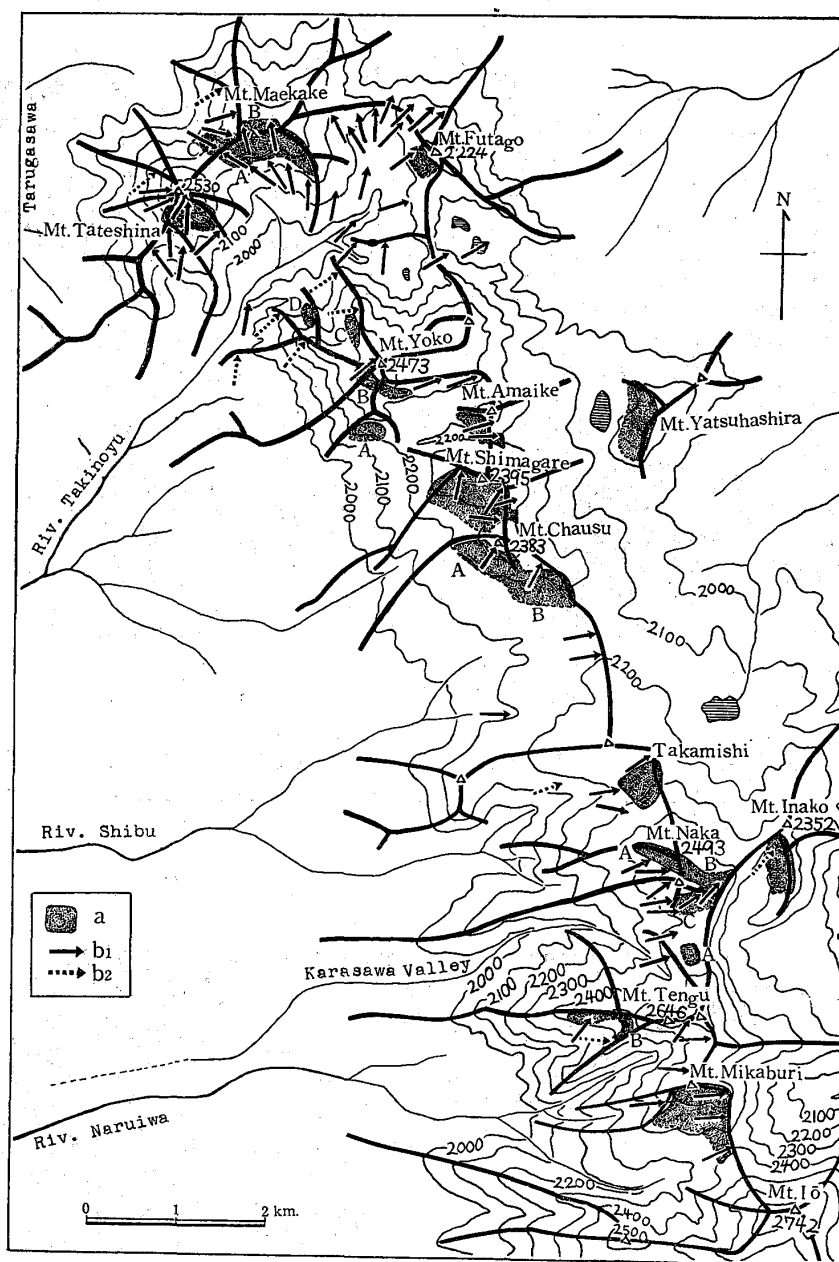


Fig. 3. Map showing the distribution of the "stepped" *Abies*-forests, i. e., the shifting areas of "dead tree strips" (a) and the directions of prevailing winds which were determined by deformation of tree crowns such as shown in Figure 4 ( $b_1$  was measured with a clinometer and  $b_2$  was observed with a field-glass), in the northern part of the Yatsugatake Mountains.

南西または西に向つた谷の正面の稜線(尾根)またはその谷にほぼ直角に向う稜線(山脚)にそつた西側に発達していることである。一般に縞枯は稜線に近い上部において明瞭で長くなり、斜面の下部では不規則で小さく、周囲の樹林との区別も不明瞭になっている。斜面の方向はSWが最も多く、それを中心としたNWからSEまでにほとんど含まれる。例外的にN, NEにもあるが、これらはともにS, SW斜面のものが曲率の小さい稜線を越えて反対側の緩傾斜面まで進んだものである(cf. Iwaki and Totsuka と五味ら)。稜線をわずかに超えることは一般的な傾向で、その程度は稜線の曲率と関係があり、

曲率が大きいときには縞枯の分布がその稜部で止る。傾斜は約 39 度 (蓼科山) から平坦 (天狗岳 A) まで種々の段階があり, 傾斜の大小は階段の巾 (縞枯から次の縞枯までの距離) に関係し, 急傾斜のとき階段の巾は小さく (蓼科山: 70~80 m), 緩傾斜のとき巾は大きく (八柱山: 7~4°, 約 300 m) なる傾向がある。

## 2. 卓 越 風 向

樹木はその生長期の卓越風によつて変形をうける。<sup>5)</sup> 三沢 (1929)<sup>8)</sup> は八ヶ岳山麓で柿樹などを用いこの変形の方法から卓越風向を観測できることを見出し, その後の研究によつてこのフィトメーター法が確立された。<sup>9) 10)</sup> これにならつた次の方法で北八ヶ岳の各小地域における夏季の卓越風向を調査した。

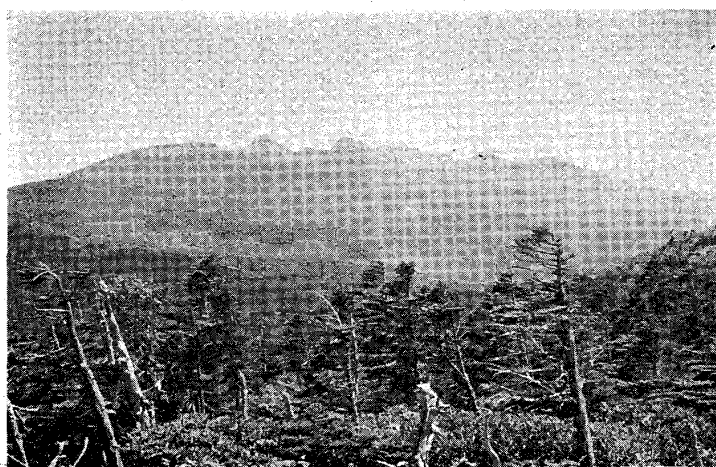


Fig. 4. The one-sided crowns of *Abies Veitchii* and *A. Mariesii* on the wind-swept south slope in Mt. Yoko. These characteristic crowns indicate the local direction of prevailing wind.

シラビソ・オオシラビソ・コメツガ・カラマツなどの片面樹冠のなびいている方向 (Fig. 4), またはダケカンバ・ナナカマド類などの枝の傾屈方向をクリノメーターで測定した。結果は五万分の一地形図に, 指標植物の位置を先端とする矢印で方向を示した。測定にあつて, 露岩地域においてはクリノメーターの磁針が著しくくるう場合があり (岩石の異常磁化による<sup>7)</sup>), そのときには他の二つ以上の山頂または地図上位置の明瞭な目標物との関係から方向を地図上に記入した。なお, 近づくない地域にある顕著な片面樹冠は, 双眼鏡によりその示す方向を観測し, 前記のように目標物との関係から地図上に点線矢印で記入した。傾屈方向をクリノメーターで測定するときの測定値の信頼限界は  $\pm 8 \sim 13^\circ$  で, 大体左右  $15^\circ$  以下であるといわれる<sup>16)</sup> が, 片面樹冠についてはもつと小さく  $\pm 8^\circ$  以下と見られる。但し双眼鏡観測による信頼限界は  $\pm 13^\circ$  より大きいと考えられる。

結果を Fig. 3 に階段状樹林の分布と共に示した。この図から 16-方位別頻度を, 方向の異なつた谷のまわりと北八ヶ岳全体について求めたものが Table 1 である。

北八ヶ岳において片面樹冠が観察される地域は, 1900~2000m 以上の南・西側 (NW—SE) 斜面にあり, 北・東側では傾斜のゆるい尾根附近にわずかみられるだけである。Fig. 3 によると, 卓越風向は微少な地形によつて著しい影響を受けるので, 一見複雑である。

Table 1. The frequency of prevailing wind directions along the valleys. Each frequency has been calculated as a percentage among all the wind directions illustrated in Fig. 3.

Parts		Tarugasawa	The Valley of Riv. Takinoyu	Other Valleys	All the N-Yatsugatake
Directions of Valleys		W-NW	SW	W	
Directions of wind	SE	—	4.8	—	4.8
	SSE	—	9.6	—	9.6
	S	—	9.6	—	9.6
	SSW	—	6.0	3.6	9.6
	SW	1.2	18.1	7.2	26.5
	WSW	3.6	7.2	6.0	16.8
	W	1.2	2.4	15.7	19.4
	WNW	1.2	—	1.2	2.4
	NW	1.2	—	—	1.2

しかし、尾根附近ではそれに対して西側から直角またはそれに近い角度をとる傾向をなしている。また山脚に対しても同様な傾向をとる。全体的にみると風向は山をめぐるように分布し、西方に向つた谷部に収斂して、谷筋に平行する。そして多くの場合、谷の最奥部で尾根に直交するように発散している。この発散の様子は谷の形と方向によつて多少異なる。谷が広く最奥部の広く開けているときには風向の発散も大きい、谷が狭くほぼ平行状のときにはその正面の尾根に対しても谷に平行した方向成分が大きくなつている。これらの結果は Table 1 にみられるように谷に平行した風向が多くなる傾向をもつ。

風向が稜線に対して直角またはそれに近い角度をとる傾向は、Arakawa (1932)<sup>1)</sup> の一つの気団が山脈を越える様子について気象力学的に導びいた理論に一致する。この理論はすでに箱根山で実証されており<sup>2)</sup>、また低い丘でも同様な傾向を示すことも観測されている。<sup>16)</sup> そして主風が谷筋の方向と一致する傾向は、Okada (1928)<sup>12)</sup> によつて明らかにされているが、これも荒川の理論で説明される。それ故に、この理論にしたがえば指標植物がなく観測できない小地域的な卓越風向も、既知の風向を基準にして、その地形から推定できる。

北八ヶ岳における卓越風向は SW が最も多く、これに次いで W・WSW の順になっている。そして SW を中心として両側 90° の範囲にすべて含まれている。(Table 1) 山岳測候所 (標高 626~3773 m) の 1945 年の年間最多風向を、通年観測のある 17ヶ所について調べる<sup>23)</sup> と、NNW—W—SSE の間に含まれ、北八ヶ岳と類似の分布範囲を示す。また南・中・北アルプスの峰々で夏季に観測された結果<sup>7) 17) 23)</sup> も西成分が多い。このように各地の山岳で、卓越する風向が西側半分に偏っているのはどうしてであろうか。一般に山岳の気候は同高度の自由大気の気候に類似するという。<sup>10)</sup> 館野高層气象台 (茨城県) の観測資料<sup>24)</sup> によると、高度 0.5 km の自由大気中の月平均風向は季節的に著しく変動しているのに、2.0~2.5 km の高度 (縞枯の存在する高さ) では一年を通じてほぼ SW—W の間に含まれる。さらに富士山の高度 (3.5~4.0 km) に達すると、WSW—W となる (Fig. 5)。Table 2 に縞枯が存在するかその可能性のある中部以北の、高度 2 km の月別平均風向を、高層気象資料 (1951-'55 の 5 年平均)<sup>24)</sup> から 16-方位に換算して示し、

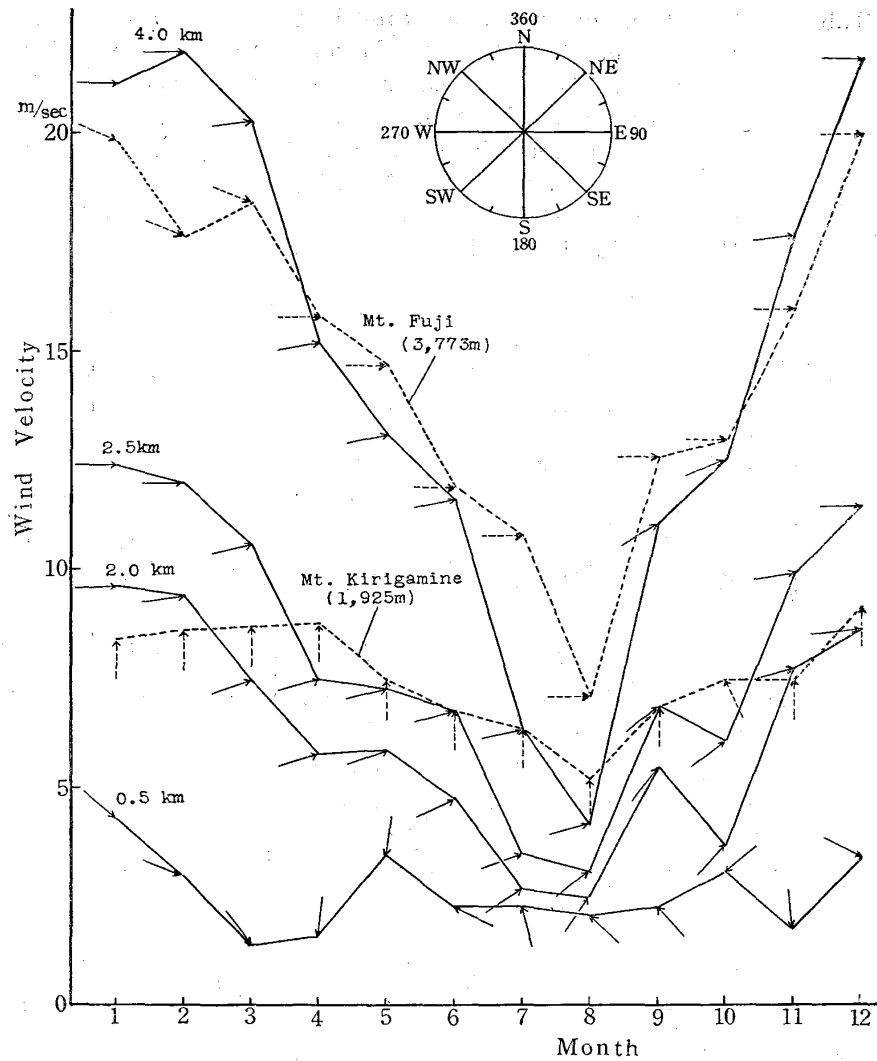


Fig. 5. Seasonal changes of wind velocities and directions in free air (solid lines) and on mountains (dotted lines). The wind directions (arrow) of free air are shown with vector mean (degree), and that on mountains, by the most frequent wind directions in 16-directions. The aerological data<sup>24)</sup> are 5-years averages of 1951-1955, the meteorological data of Mt. Fuji<sup>22)</sup> is 5-years average of 1937-1942, and that of Mt. Kirigamine<sup>25)</sup> is 3-years average of 1943-1945.

これと比較するために、2000 m 前後の山岳の 1954 年における月別最多風向を、山岳気象資料<sup>23)</sup>から転載した。\* 各地の上層風向は似ており、WNW-SW にすべて含まれている。これに比し山岳では相当異なっているが、上層風との差は大きくとも 90° 以内にある。富士山では最多風向が WNW-W 間にあり、館野の 3.5~4.0 km の上層風との差は 45° 以内になっている。四国の剣山・石槌山を除く中部以北の山岳では、一年を通じてほぼ一定の風向を示すが、上層風向とは多少異なっている。霧ヶ峰 (1925 m) の三年間 (1944-46) の最多風向は S (次多は SSE, その次は SSW) となっており、館野の上層 2.0 km の平均風向と 45~90° の差である。これは測候所が霧ヶ峰高原の東端にある車山の山頂に位置し、

\* 平均風向と最多風向は厳密には比較できない。しかし上層風では両者はほとんど一致するといわれる。また統計年次が異なるためやはり厳密な比較はできない。しかし、およその傾向を知ることにはできる。

Table 2. Directions of prevailing wind in free air and on mountains (about 2000 m above the sea-level). The directions of free air shown as vector mean are converted into 16-directions, and the wind directions on mountains are shown by the most frequent one. Aerological data<sup>24)</sup> are 5-years period averages (1951-1955) and the climatic data of mountains<sup>23)</sup> are 1-year period of 1945, except that the data for Mt. Ishizuti is obtained in 1946.

Stations	In Free Air				On Mountains					
	Yonago	Tateno	Sendai	Sap- poro	Tsurugi	Ishizuti	Kiri- gamine	Zaô	Iwate	Nantai
Altitude	2000 m	2000 m	2000 m	2000 m	1946 m	1964 m	1925 m	1760 m	1771 m	2483 m
Jan.	W	W	WNW	WNW	NNW	SW	S	W	W	NW
Feb.	WNW	W	W	WNW	NNW	SSW	S	WSW	WNW	NW
March	W	WSW	W	W	N	N	S	WSW	WSW	NW
April	W	WSW	W	W	N	SW	SSE	WSW	W	NW
May	W	WSW	W	W	NNW	SSW	SSE	WSW	W	NW
June	WSW	WSW	WSW	WSW	S	sw, ssw	SSE	WSW	WNW	NW
July	WSW	SW	WSW	WSW	S	SSW	SSE	WSW	WNW	NW
Aug.	SW	SW	WSW	WSW	S	SSW	SSE	SW	WNW	NNW
Sep.	WSW	SW	WSW	W	SSW	SW	SSE	W	WNW	NW
Oct.	W	SW	W	W	SSW	SW	SSE	W	WNW	NW
Nov.	W	WSW	W	WNW	NW	NW	S	W	WNW	NW
Dec.	W	W	W	W	NW	W	SSW	WSW	W	NW

その前面には大きな旧火口が南に向って深い谷(車沢)をなしているため、もし上層風が荒川の理論で説明される地形的影響をうけるとすれば、観測所の位置では南風(SSE—SSW)になると推定される。この推定方法が正しいことは次のことにより実証される。すなわち同高原の東側以外では、樹形による夏季の卓越風向がSW—WSWを示し、館野の上層風に近似している。男体山、蔵王、岩手山についても同様に、上層風向と測候所附近の地形、とくに谷の影響から推定される風向は、観測風向に近似する。

北八ヶ岳の各局地の夏季の平均風向を、2 kmの上層風向がSW—WSWとして地形図上で推定すると、樹形によって示された卓越風向とはほぼ一致する。また車山の例から、上層風がWに変わる冬季にも、地形的影響からほぼ同一方向をとるものと考えられる。

Fig. 2で富士山および霧ヶ峰の風速とそれぞれ同高度の上層風速を比較してみる。\*上層風速は夏季において急激に減衰する。若し両山岳の風が上層風だけに支配されているとすれば同じ傾向を示すはずである。富士山の風速の年変化は上層風に似た傾向をもつが、春から秋にかけての減衰は上層風より小さく、霧ヶ峰ではさらに小さくなっている。同様なことは他の山岳資料<sup>23)</sup>にも見られる一般的な現象である。このことは上層風の他に春から秋にかけて発生する風が加わっていることを示す。春から秋にかけて山地に発生する風としては山谷風が知られている。山谷風は山腹における日中の温度上昇と夜間の冷却によって発生し、夏季によく発達するもので、風速はあまり大きくないが頻度が大

\* 統計年次が異なるため厳密な比較はできない。



きい。<sup>5)</sup> この風の影響を考えると、山岳と上層風速の年変化の相違をだいたい説明できる。山谷風のうち山頂部に影響の大きいのは谷風である。これは山の斜面の空気が太陽輻射によって、同高度の自由大気より熱せられるために生ずる一種の上昇気流で、谷または山腹にそって山頂に向う。したがって谷風の発達の場合、太陽の輻射による気温の上昇度と関係するはずである。Gerlach の模式図<sup>6)</sup> によると、一様な円錐形の丘上の輻射量は S 斜面で最も大きく、それを中心に左右対称に減少する。しかし気温の分布は SSW 斜面に最高の値があらわれ、それに次ぐ高温域は SSW の両側で非対称に SE-W の間に分布する。北八ヶ岳連峰はほぼ SSE-NNW 方向にやや彎曲して長いため、山腹の気温分布を考えると、輻射によって熱せられる斜面方向は分水尾根の東側より西側に多くなっている。また、日射による気温変化は植物の被覆の程度によって異なり、裸地、畑地、草原、樹林の順に温度変化は緩和される。<sup>5)</sup> 北八ヶ岳の植物の被覆の程度を調べると、東側では山麓部 (900~1000 m) までほとんど樹林におおわれ、蓼科の北側の樹林間に放牧地が点在する。これに対して、西側では山腹の 1500 m 以下 1300~1000 m まではほとんど草地と灌木の疎林となり、それ以下は畑地となっている。したがって東側より西側で、日射による気温上昇度は大きくなると考えられる。この二要因が組合わさって谷風の発達も東側より西側で大きくなるはずである。

このようにして北八ヶ岳の西側に発達した谷風が地形的影響を受けながら山腹にそって上昇するとすれば、地形図上で推定される風向は樹形の示す卓越風向とほぼ一致する。北八ヶ岳の西側では、晴れた夏の正午頃から日没時まで、谷風による霧や雲が発生すること、またその移動方向は樹形による卓越風向に近似することを筆者はたびたび観察している。東側で発生した谷風の風向を地形図上で推定すると、東側斜面上部で観測された卓越風向にほぼ逆となる。ただ、稲子岳の西側斜面だけは一致する可能性がある。東側の谷風により発生する雲霧は午前中にときどき観察されるが、主稜より西側に越えることはごくまれである。

このように樹形により示された卓越風向は、大循環にもとづく上層の偏西風と、西側の山腹で特によく発達する谷風が、地形的影響を受けるとして推定される風向とほぼ一致する。すなわち、北八ヶ岳において偏西風と谷風が地形的影響によってほぼ同一方向から合成されているとすれば、卓越風向が SW に最も多くそれを中心に両側 90° の範囲に含まれることが説明できる。

### 3. 縞枯と卓越風との関係

縞枯が進行すると、その後には稚樹が生長して成樹となり再び縞枯となる。したがってその進行する方向に樹高が漸減している。このことを利用して縞枯の進行方向を調べた。この方向は詳細に調べると、一つの縞枯においても部分的に異なっていて複雑である。またこれに関しては次報に述べる予定なので、ここでは各階段状樹林について主な進行方向またはその方向の範囲を 8-方位で示した。結果を各縞枯の存在する斜面方向および卓越風向と一つの表にまとめた (Table 3)。この表において、斜面方向は微少な地形変化があつて複雑であるけれど、巨視的に 8-方位で示し、卓越風向はその附近の樹形から観測された方向またはそれから荒川の理論にしたがって推定した方向を、他とあわせるため 8-方

Table 3. Relation between the chief directions of the developing shift of "dead tree strips" to the directions of slopes and of prevailing winds. The shifting direction of the strips is reverse to the directions of slope and of wind.

		Developing shift of Dead Tree Strips	Slopes	Prevailing Winds
Mt. Tateshina		N—NE	SE—S—SW	S—SW
Mt. Maekake	A	NW—N—NE	SE—S—SW	SE—S—SW*
	B	N	N	S
	C	E, SE	NW	W, NW
Mt. Futago		NE	SW	SW
Mt. Yoko	A	N—NE	S	SW*—S*
	B	NE	S—SW	SW
	C	E	NW—W	W
	D	E	NW	W*
Mt. Amaike		NE—E	S—SW—W	SW*—W
Mt. Yatsushira		N	W—SW	S**
Mt. Shimagare		N—NE—E	SW, NW	S—SW—W
Mt. Chausu	A	N—NE	SW	S*—SW
	B	NE	S—SW	SW
Takamishi		NE	NW	SW—W
Mt. Naka	A	NE—E	SW	SW—W
	B	NE	NE	SW
	C	NE—E	SE	SW—W
Mt. Inako		N—NE	W	SW—?
Mt. Tengu	A	NE	—	SW
Mt. Mikaburi		NE—E	S, NW	SW—W

\* These directions were concluded from topographic conditions in accordance with Arakawa's theory.

\*\* According to the following formula of wind shadow, it was concluded that the wind passed over the east side of Mt. Chausu was prevailing here. The formula is;  $d = h \cot \frac{A}{2}$ , where d: distance of wind shadow, h: mountain height, and A: angle (average) of slope of mountain.

位で示した。なお、縞枯の進行方向は斜面方向および風向とは反対に表示される。

Table 3によると縞枯の進行方向は卓越風の進行方向とはゞ平行し、斜面方向とは類似的であるが必しも平行しない。すなわち進行方向は斜面より卓越風向と密接な関係をもっている。この関係をもっとはっきりさせるため、中山の例について具体的に検討してみる。

中山 (2493 m) には南西斜面の上部 (A) から山頂附近の平坦な尾根を越えて北東斜面の一部 (B) に、さらに山頂から東にのびた平らな尾根を経て南東斜面の一部 (C) まで、山頂を半周して連続している。この山は西側斜面 (NW—SW, 2200 m 以高) の各所と山頂附近が風衝によって山頂現象を呈し、その程度によって露岩地域またはハイマツ・コメツガ・ハクサンシャクナゲなどの灌木林となっている。またシラビソ・オオシラビソ優占樹林もその縁部はまばらで灌木状を呈し、片面樹冠となって卓越風向を明示している。Aに

は半月状の縞枯が多数あり、その下方縁部で示される卓越風向と縞枯の関係をよく示している (Fig. 6)。これを観察すると、縞枯帯は卓越風向に対してほぼ直交する方向に長く、

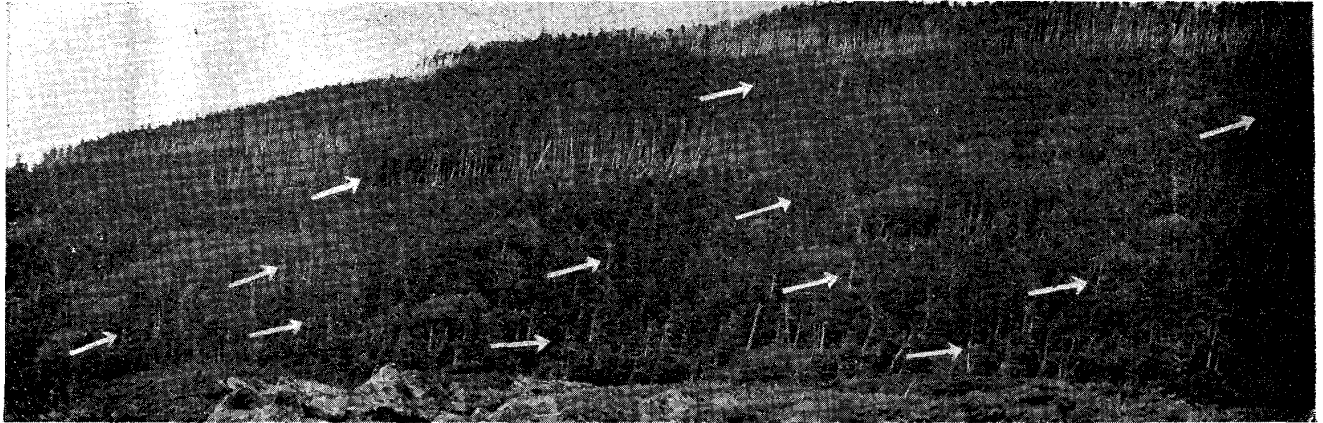


Fig. 6. Showing the relationship between the directions of the developing shift of "dead tree strips" which are indicated by gradual decrease in tree height, and the directions of prevailing wind (white arrow) which are indicated by the one-side tree crowns, on the southwest slope in Mt. Naka.

その進行方向は風の進行方向とだいたい平行している。BはAの上部のものがそのまま山の反対側にまわって帯状になったもので、斜面の上方に水平な縞枯帯があり、下方に向って樹形を減じ、再びこれをくり返している。これは樹林の表面が鋸歯状を呈し、縞枯が斜面の上方から下方に向って進行する点がA。その他一般の縞枯と異なっている(前掛山Bもこれと同じ例である)。これは山頂部附近または東にのびた稜線附近の樹形によって示される風向に対して、縞枯帯はほぼ直交する方向に長く、進行方向はだいたい平行する。Cには半月状縞枯が複合され、斜面の方向にほぼ縦に不規則な帯状を示すものがある。これは山側にそって進行する点がAおよびBと異なり、これも林縁や林内の樹冠形により示される卓越風向に対してA・Bと同様な関係が認められる。この3例の縞枯の進行方向は、斜面の方向や上下が異なっているのに、卓越風の進行方向とは平行している。

これらの結果から次のように考えられる。縞枯の進行方向はその卓越風向と平行する関係があり、その斜面の方向や上下は直接に関係していない。斜面方向はおそらく地形の一部として卓越風向に関係しているのであろう。

一方、風速について検討してみる。山岳気象資料<sup>23)</sup>と館野の高層気象資料<sup>24)</sup>から、一年の平均風速について山岳と自由大気中との高度による変化をFig. 7に示す。自由大気中では高度とともになめらかな曲線を描いて増すが、山岳では点がばらついている。しかし、ほとんどが自由大気中の風速より大きい側に分布している。高度をおって風速の最大ものを結ぶと、観測点の大半を含むa-曲線となる。この曲線上に並ぶ観測点の位置を地形図(山岳気象報告<sup>23)</sup>の附図と二十万分の一地形図)上で調べると、だいたい上層の偏西風に対して露出側にあり、その他の観測点は風陰側にある。後者は風陰の程度によるものであろうが、自由大気中より大きいもの(b)と小さいもの(c)と二群に分けられる。

このような巨視的観点から北八ヶ岳西側における風速分布を推定すると、標高 2000 m

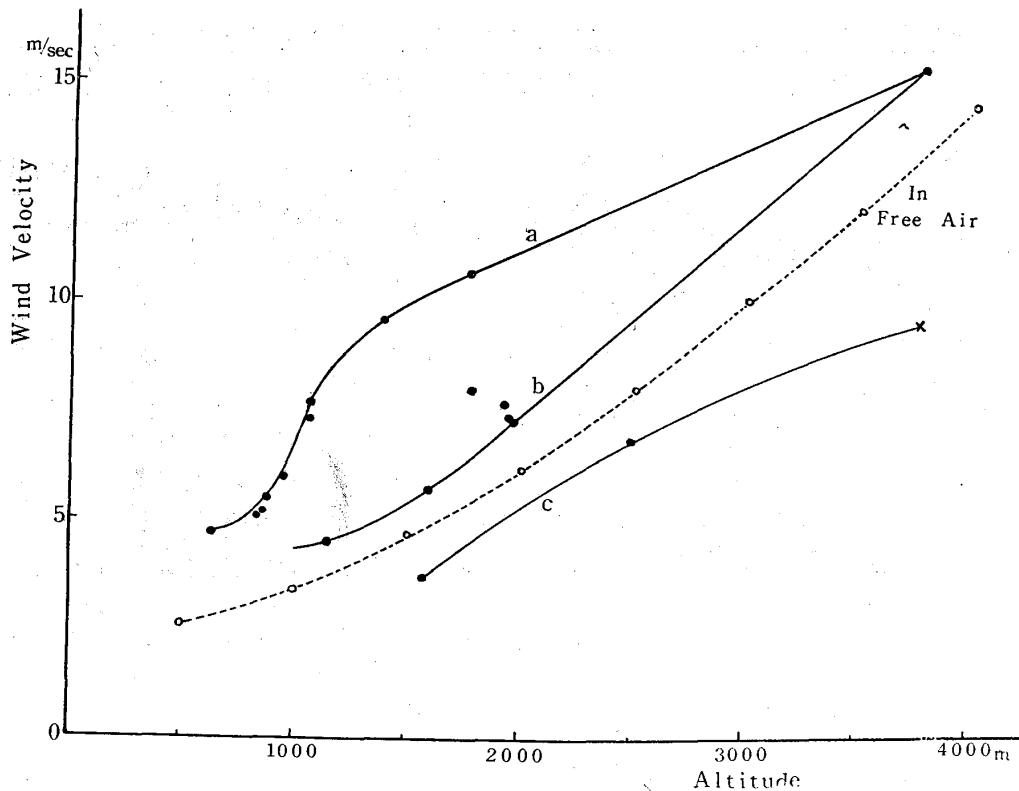


Fig. 7. Increase of the wind velocity in annual mean with altitude on the mountains and in the free air. The *line a* is for mountain stations which are exposed to "prevailing westerlies", and the exposure of other mountain stations (about *lines b* and *c*) are less than that of *line a* because their stations are placed on the eastern part of peaks or on the top of mountains that are sheltered by other mountains standing on the west side.

—●—; mountain stations (1 year and 2 or 3 years period average of 1944-1946)<sup>23</sup>,  
 ...○...; in free air above Tateno (5 years period average of 1951-1955)<sup>24</sup>,  
 —×; the data of the old station of Mt. Fuji (4-years average of 1932-1936)<sup>22</sup>.

以上のところでは地形的に上層風向に露出するところと多少風陰になるところがあり、a-と b-曲線間に含まれる。すなわち標高 2000 m で 7.5~11.5 m/sec., 2500 m で 9.5~12.5 m/sec. の範囲内にあるとみられる。そして、標高 1500 m 以下では霧ヶ峰高原(標高 1300~1900 m)と南アルプス前衛の守屋山系(1200~1900 m)のために露出状態が悪く c-曲線級となる可能性が大きい。実際に山麓 1285 m の八ヶ岳農場ではたった一年だけの観測値であるためか年平均 1.7 m/sec.<sup>11)</sup> という小さい値を示している。この風速分布は片面樹冠の認められる高度が 1900 m 以上であり、縞枯と著しく山頂現象を呈する風衝地域とが 2100 m 以上の地に存在することと深い関係があると思われる。

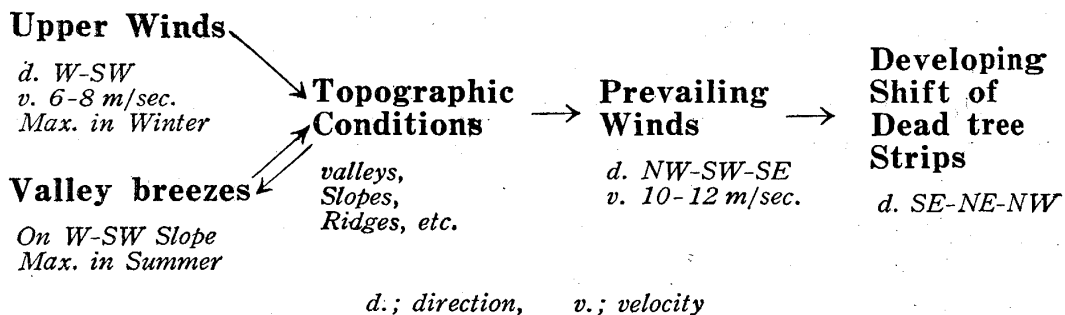
八ヶ岳連峰は 2~3 km の上層風向に対してほぼ直交する方向に長い山脈である。したがって主稜線の高度以上の上層風は、上にふくらんだ流線をなして通過するが、それより低い 2 km 級の風は山脈にそって強制的な上昇風となって越える。Arakawa (1932)<sup>1)</sup> が気象力学的に導いた理論によると、一つの気団が渦を伴わないとの仮定のもとに山脈をのり越えるとき、稜線附近で風速は増大される傾向がある。実際の山脈では多数の渦を生ずるはずであるが、やはり同じ傾向を持つことが実証されている。<sup>2)</sup> 風速の大きい冬の富士山では、風向にほぼ垂直な側面に強風帯があることが知られ、<sup>18)</sup> 一般に円形の山では風

速の最大は風前と側面との間に生ずる<sup>5) 6)</sup> ことも、荒川の理論により説明される。これらは上・側両方向の風に対して尾根と山脚の稜線附近で風速が強まる傾向があることを示している。また谷筋が風の主方向と一致する場合には谷に沿った風速が自由大気の風速より大きくなる。<sup>15) 17)</sup> 北八ヶ岳西側の谷筋は W-SW に向い、上層風向にほぼ平行し、さらに日中は谷風も加わって、谷筋に沿った風速は大きくなると考えられる。これらが複合された風速分布は、縞枯が西または南西に向った谷の正面の尾根附近あるいはその谷に直交する山脚の稜部の西側にそって発達することと密接な関係があると考えられる。

風速に及ぼす地形的効果を考えると、縞枯の存在する附近の山頂現象を呈する部分では風速はかなり大きくなる。したがって年平均で 10~12 m/sec. の範囲であろうと推定され、これはビューフォート風力階級で 6 に相当し、大枝が動く強さである。山岳または高層資料で検討すると、年平均風速は月平均の 4~5 月あるいは 10~11 月に相当する。そして北八ヶ岳は山脈であるから霧ヶ峰型の季節変化をするものとすれば、最低の 8 月に 6~8 m/sec., 最高の 12 月に 12.5~14.5 m/sec. の間にあるものと予想される。すなわち、8 月には小枝が絶えず動く強さで、12 月には大枝が動く強さまたは樹木全体が動く強さである。これらの強さは日中現地で観察される風の強さより少し強いが、山岳では一般に日中より夜間に強くなるので、<sup>7) 21)</sup> 予想される強さはほぼ実際に近いものと考えられる。

以上、縞枯と風および両者の関係について検討した。これらの結果を図示すると次のようになる。

Relation between "dead tree strips" and winds.



すなわち、縞枯はその卓越風によって進行させられる。そして卓越風は上層の卓越偏西風と西側の山側で発達した谷風とが、谷・斜面・尾根など地形的効果によって、その風向を一致したものであろう。上層風が急激に弱まる夏に谷風は特によく発達するため、卓越風の吹き続ける確率が高い。このことは縞枯の進行にとって重要な意味があると考えられる。

終にのぞみ、本研究に入る端緒を与えられた校閲の労を執られた東京大学植物学教室の門司正三教授に深く感謝の意を表します。なお有益な助言を戴いた同教室の佐伯敏郎氏、ならびに高層気象資料閲覧の便宜や助言を与えられた気象庁高層課の大井正一氏に謝意を表します。

## 摘 要

1. 縞枯は年々すこしずつ移動する。この移動する範囲の樹林をその特殊な相観から“階段状シラビソ樹林”と命名した。そして北八ヶ岳における階段状シラビソ樹林の分布

- および縞枯の進行方向と局地的な卓越風向を調査し、縞枯と風の関係について考察した。
2. 階段状シラビソ樹林は標高 2100 m 以上のシラビソ・オオシラビソの優占する極相樹林にあり、西または南西に向った谷の正面の尾根か、その谷にはほぼ直交する山脚の稜部の西側にそって分布する。存在する斜面方向は SW が最も多い。
  3. 各局地の卓越風向は稜線に対して直角に近い角度をとり、谷に平行する傾向がある。SW が最も多く、それを中心として両側 90° の範囲に含まれる。
  4. 3 の結果と高層・山岳両気象資料について考察し、各局地の卓越風は上層の卓越偏西風 (冬季に最盛) と西側の山側で発達した谷風 (夏季に最盛) が地形的効果によって方向を一致し速度を相加したものであらうと考えられる。
  5. 縞枯の進行方向はその局地的卓越風の進行方向と平行する。
  6. 風速とその分布について考察し、風速分布と縞枯の分布が密接な関係をもつことを明らかにした。そして縞枯附近の山頂部の風速は年平均 10~12 m./sec. であらうと推定した。

### Summary

1. The distribution and chief direction of "dead tree strips" in the subalpine coniferous forest of *Abies Veitchii* and *A. Mariesii* were surveyed in the northern part of the Yatsugatake Mountains, Nagano Prefecture, and they were discussed in relation to the direction and velocity of prevailing wind.

2. Many "stepped" *Abies*-forests, the shifting areas of "dead tree strips", were observed at the subalpine climax forest in high altitude above 2100 m., especially along the western edges of mountain ridges facing valleys, whose direction was southwest or west, or along the western edges of mountain spurs, direction of which was almost in right angle with the valleys.

3. The local directions of prevailing wind, which were determined by the deformation of *Abies* crowns, are mostly in right angle with mountain ridges or spurs, and are parallel to the direction of valleys. The wind directions in the "stepped" *Abies*-forest area are limited in SE-SW-NW, and the highest frequency was found in SW-direction.

4. The observed direction of prevailing wind was discussed on the basis of aerological and meteorological information; the direction and velocity of prevailing winds are a resultant of upper prevailing westerlies (strongest in winter) and of valley breezes (strongest in summer), which often develops on western mountain slopes, in the northern part of the Yatsugatake by the effect of topographic conditions.

5. The developing shift of "dead tree strips" occurs in the same direction as that of the prevailing wind.

6. The wind velocities at each part of mountains were discussed

based on the aerological and meteorological information, and it was found out that a close relationship between distribution of wind velocity and that of "dead tree strips". The wind velocity at the exposed slope and mountain top near the "dead trees strips" could be estimated at 10-12 m./sec. in annual mean.

#### 文 献

- 1) Arakawa, H., Geophys. Mag. 5: 63—68, (1932)
- 2) 荒川秀俊, 気象力学 (増訂版) (岩波書店) (1949)
- 3) 五味新平, 勝野安信, 今井建樹, 採と飼 18: 66—72, (1956)
- 4) Iwaki, H. and Totsuka, T., Bot. Mag. Tokyo 72: 255—260, (1959)
- 5) 川口武雄, 森林気象学 (地球出版) (1956)
- 6) 吉良竜夫, 依田恭二, 山の生態系, "生物と環境" 内 (共立出版) (1958)
- 7) 小林国夫, 日本アルプスの自然 (築地書館) (1956)
- 8) 三沢勝衛, 地理学評論 5: 790—821, 873—899, (1929)
- 9) 三沢勝衛, 河角広, 地理学 7: 1131—1143, 1389—1395, (1939)
- 10) Misawa, K. and Misawa, H., Jour. Agr. Meteor. 6: 157—158, (1954)
- 11) 野口弥吉, 高冷地農業の諸問題 (農林統計協会) (1952)
- 12) Okada, T., Geophys. Mag. 1: 105—129, (1928)
- 13) 大井正一, 山の気象はどう変わるか, (恒星社) (1956)
- 14) Oshima, Y., Kimura, M., Iwaki, H. and Kuroiwa, S., Bot. Mag. Tokyo, 71: 289—301, (1958)
- 15) Peattie, R., Mountain Geography (Harrard Univ. Press) (1936)
- 16) 関口 武, 地理学評論, 24: 33—43 (1951)
- 17) 植松幹夫, 御岳山の気候, "御岳研究・自然編" 内 (御岳駒ヶ岳総合調査委員会) (1958)
- 18) 山本三郎, 富士山, (明文堂) (1958)
- 19) 矢頭献一, 採と飼, 20: 258—260, (1958)
- 20) 吉田邦男, 山内 栄, 造林技術研究, 5: 53—65 (1955)
- 21) 和達清夫 (監修), 気象の事典 (8版) (東京堂) (1958)

#### 資 料

- 22) 中夫气象台, 富士山頂の気象 (昭和7—17年), (1949)
- 23) 中央气象台, 山岳気象報告, (1953)
- 24) Jap. Meteor. Agency, Aerological data of Japan (1951-1955), Wind aloft data, (1958)
- 25) 諏訪測候所, 車山観測所資料 (資料照合, 1959)

(Received Sept. 1, 1959)