

# 霧ヶ峰高原における風の分布に及ぼす微地形の影響について\*

野口 泰生\*\*

## 要旨

風影斜面に地形的特徴のある霧ヶ峰高原の一つの谷をとり、微地形が風に与える影響について考察した。その結果、i) 尾根を境に風に面する斜面と風影斜面との間に風向の不連続が生じ、風影斜面上部に渦が形成されていることがわかる。ii) 風影斜面上部では風向、風速のばらつきが最大となり、風向は不安定である。一方、風に面する斜面、谷底は風向のばらつきが小さい。iii) 風影斜面上部の凹形斜面の部分で風速は最小となり、最大値は尾根上に現れる。iv) 谷の中における風向、風速の分布は夏、秋、冬ともほぼ同じパターンを持つ。v) 風向および風速分布の観測結果と偏形樹から推定した流線図とはほぼ一致し、霧ヶ峰の各月の最多風向が年間を通じ一定であることから考えて、偏形樹からこの地域内の年間の卓越風向の傾向を読み取ることができる。

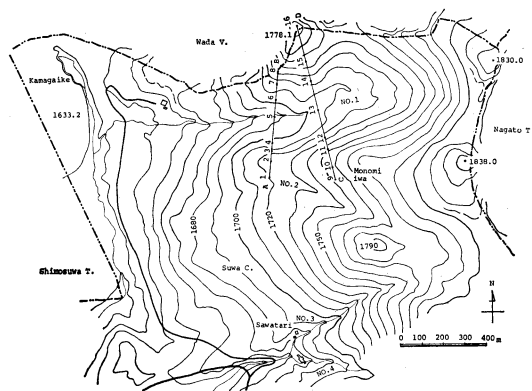
## 1. まえがき

霧ヶ峰高原では、ほぼ東西方向に走る数本の谷の北向斜面と南向斜面とで、その斜面形に著しい非対称がみられる。このような非対称山稜の形成要因としては、積雪分布の局地差が大きく作用していると考えられる。そこで、この積雪分布の局地差を生じる要因となる風と微地形との関係の調査が重要である。

海拔 2,000 m 以上の高山における風と微地形との関連については、外国では、オーストリアのエッツ谷 (Aulitzky, 1955)、スイスのダボス (Nägeli, 1971) などで行なわれている。わが国では海拔約 1,300 m の長野県菅平 (Yoshino, 1957, 1958) で行なわれた例があり、ここでは積雪と微地形との関係 (立石, 1969) も調査されている。これらの地域で得られた結果が、霧ヶ峰高原においても適用されるかどうかを一方では確かめ、他方では今後の霧ヶ峰高原における周氷河現象の成因究明の一段階として、今回の調査を行なった。

## 2. 調査地域の概況

霧ヶ峰は車山 (1,925 m) を最高峰として、海拔 1,600 ~ 1,900 m の範囲内にゆるやかな起伏の高原地形を形成している。この調査では、物見岩がある E-W 方向に走る尾根をはさんで、その北側と南側を流れて八島ヶ池



第1図 調査地域の概観図。

に注ぐ2本の谷と、蝶々深山の北側と南側から発して沢渡りで合流する2本の谷の合計4本の谷をとりあげた。いずれも、ほぼ東から西 (部分的に南西または北西方向) に谷口を西へ向けて流れている。いま、便宜上これらの谷を北から南へ No. 1~No. 4 の谷と名づける。

これら4本の谷では、その北向斜面の上部に、雪の作用によると思われる急傾斜な斜面の部分がある谷の走向に沿って走っている。八島ヶ池方向から東を臨むと山稜が非対称にみえるのはこのためである。今回の観測地域としては、これら4つの谷のうち最も北側に位置し、谷の規模も最も大きい No. 1 の谷を選んだ。この地域では、構造土や階状土などの縞模様地面についていくつかの報告

\* Effect of Micro-topography on the Wind Distribution at the Kirigamine Highland

\*\* Y. Noguchi, 法政大学

—1974年6月10日受理—

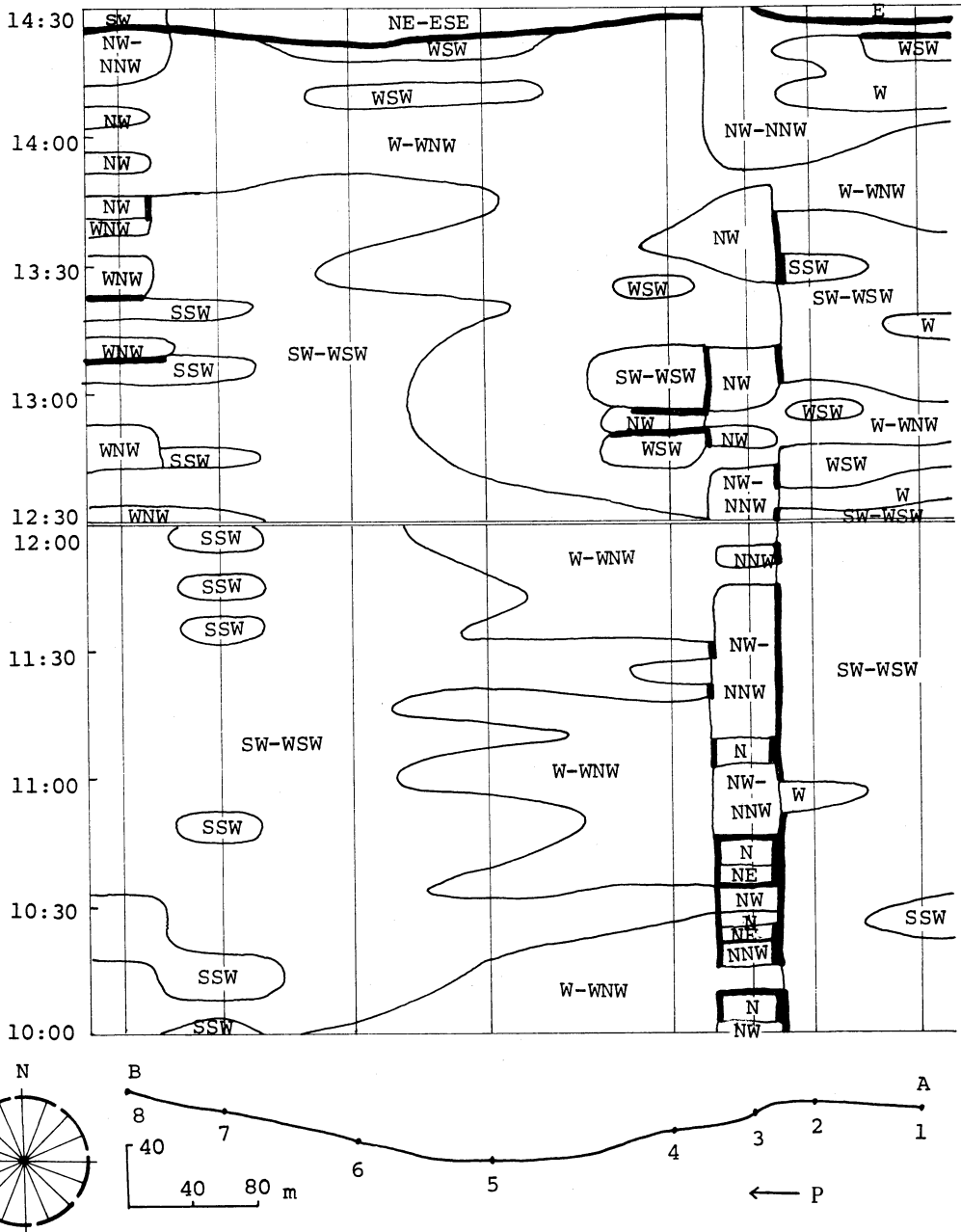
第1表 1973年8月4日における観測地点の諸条件

断面	地点番号	位置	標高(m)	傾斜	主な植生と草丈(cm)	地形的特徴
AB	1	南向斜面 上部	1720	4°	カヤ 40 クマザサ 20	穏かな南向斜面
AB	2	尾根上	1723	0°	カヤ, ハギ ) 30 クマザサ レンゲツツジ 50	尾根上の平地
AB	3	北向斜面 上部	1715	22°	カヤ 120~150 シンウド	凹形急斜面
AB	4	北向斜面 中部	1706	9°	カヤ 100 シダ類 60~70	凹形急斜面と谷底との間の緩傾斜地
AB	5	谷底	1688	0°	カヤ 100 ミズナラ 400~500	平坦で湿地状の谷底部でミズナラが疎生
AB	6	南向斜面 下部	1703	14°	カヤ 100	谷底のミズナラ疎生地を出た所
AB	7	南向斜面 中部	1718	8°	クマザサ 30~40	緩かな南向斜面
AB	8	尾根上	1730	0°	カヤ ) 50~60 クマザサ	NE-SW に走る尾根上
CD	9	南向斜面 上部	1746	6°	クマザサ 60	緩かな南向斜面でブロック(直径1m以上)が点在
CD	10	尾根上	1750	0°	クマザサ 30~40	尾根上の平地
CD	11	北向斜面 上部	1738	24°	カヤ ) 120~150 ヨモギ	凹形急斜面
CD	12	北向斜面 中部	1724	15°	カヤ 100~120	凹形急斜面と谷底との間の緩傾斜地
CD	13	谷底	1700	2°	ヨツバヒヨドリ 50 ミズナラ 400~500	広く平坦な湿地状の谷底部
CD	14	南向斜面 下部	1720	16°	カヤ ) 30~60 クマザサ	クマザサの繁茂する単調な斜面
CD	15	南向斜面 中部	1742	11°	クマザサ ) 50 ハクサンフウロ ツリガネニンジン	流土階段のみられる地点
CD	16	尾根上	1778	0°	裸地	360°展望のきく被覆のない山頂

(羽田野・他, 1963; 岩塚・守屋, 1965; 門脇, 1965; 奥舎, 1970; 小池・他, 1972)がある。田淵(1973)は周氷河地形による卓越風向の推定方法を検討した。構造土については古くは氷見(1959)の報告があり、最近、諏模様地面の問題として総合的に論じられた(石川, 1972)。これらの記述から、霧ヶ峰が中央日本の中で周氷河地形が卓越している地域であることがわかる。

### 3. 調査方法

第1図に示すように、和田村と諏訪市の境界上の最高点1778.1mの地点Dから、No.1の谷を横断してS15°Eの方向に1本の谷の横断面CDをとり、さらに標高1778.1m地点から尾根上を263m八島ヶ池の方向に下った地点Bから、S6°Wの方向にもう1本の横断面ABをとった。これら2本の横断面上に、地形の特徴を考慮

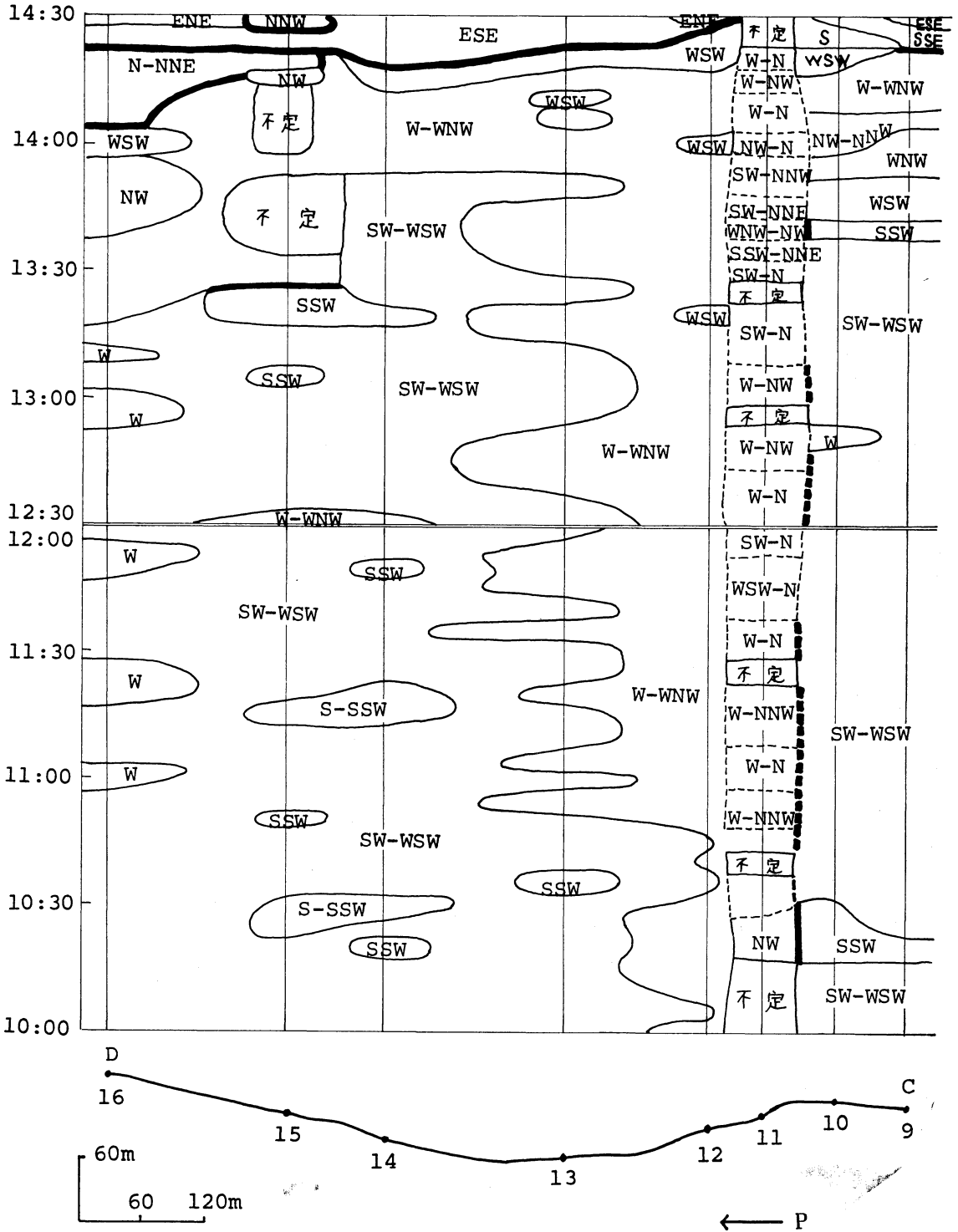


第2図 a 断面 AB における風向のアイソプレス (1973年8月4日). P : 卓越風向.

に入れて、それぞれ8地点づつ合計16の観測地点を設けた。第1表にはこれら各観測地点における地形の特徴と夏における最多頻度の植生の草丈を示す。なお、2本の横断線の方向が少し異なるのは、谷の走行のわずかの違いを考慮に入れたためである。

異なった気圧配置下で風の分布にどのような違いがあらわれるかをみるため、観測は1973年の夏から1974年の冬にかけて合計4回行なった。各観測時における気圧配置はそれぞれ次の通りである。

1973年8月4日：南高北低の夏型気圧配置で、太平洋



第2図b 断面 CD における風向のアイソプレス (1973年8月4日). P: 卓越風向.

高気圧の張り出しが強まっている。

1973年11月4日：オホーツク海にある低気圧からのびる寒冷前線が、東北地方から日本海にのび、気圧の谷が近づいている。

1973年12月29日：西高東低の強い冬型の気圧配置。

1974年1月13日：西高東低の冬型気圧配置が続く。

夏（1973年8月4日）の観測では、各観測地点で中浅式風向風速計（地上120cm）による風向、風速の観測を5分ごとの読み取りで、10時～12時と、12時30分～14時30分までの合計4時間行なった。秋（1973年11月4日）と冬の降雪期（1973年12月29日および1974年1月13日）の観測では、断面 AB において中浅式風向風速計による移動観測を行なった。定点である地点2では1分ごとの読み取りを、また7他の地点においては3分ごとの読み取りを行なった。

#### 4. 調査結果と考察

##### (1) 風向

##### (a) アイソプレス（等値線）による分析

第2図は断面 AB, CD 上における1973年8月4日、10時～12時、12時30分～14時30分までの5分ごとの風向変化を16方位で記録し、アイソプレスで示したものである。

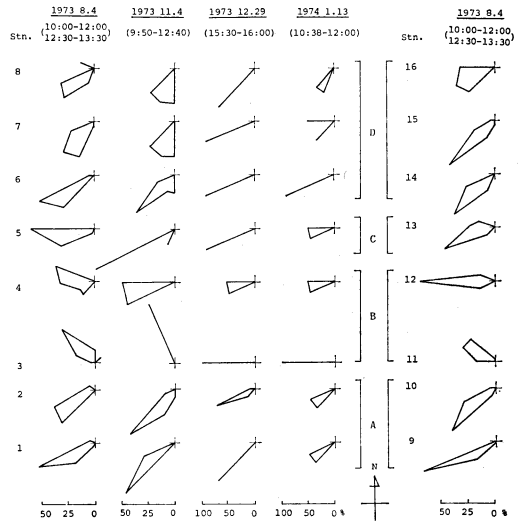
この2つのアイソプレスに共通して言えることは、i) 南向斜面、すなわち尾根の風上斜面では、風向はほぼ安定した状態を保っている。ii) 尾根の風上斜面の地点1, 2および地点9, 10に現われる風向と、尾根を境として風影斜面、特に斜面上部の観測地点3および地点11に現われる風向とが、はっきりとした不連続を示す。この事実は菅平における観測結果（Yoshino, 1957）にも現われているが、霧ヶ峰の方がより明瞭である。これは、イ) 5分ごとの読み取りによって風向の乱れが平均化されたこと、ロ) 凹形斜面という微地形的影響をうけていること、によるものと思われる。iii) 風影斜面上部の地点3, 地点11では常に風向が乱れて一定せず、ふれが大きい。iv) 谷底では比較的風向は安定しているが、谷に沿って吹き上がる成分と、谷壁を吹き上がる成分の風とが5～10分の周期で入れかわる。

しかし、以上の風向パターンは雷雨が近づいた13時30分頃からくずれ出し、14時30分にはほとんどすべての観測地点で、これまでの風向とは逆の風向を観測している。

##### (b) 風向頻度図による分析

第3図は断面 AB, CD の各観測地点における風向頻

1975年2月



第3図 断面 AB, CD の各観測地点における風向頻度図。A：風に面する斜面，B：風影斜面，C：谷底，D：風に面する斜面。

度図を示す。断面 AB では夏（8月）、秋（11月）、冬（12月、1月）にわたって4回の、また断面 CD では夏（8月）1回のみ観測記録を示す。

まず、断面 AB では、風に面する斜面の地点1, 2, 6, 7, 8で、尾根に近づくとつれて尾根の走向に対し直角を保とうとして SW の成分が次第に強くなる。尾根からわずか下の地点3では、8月4日、11月4日の観測では風向が NW 寄りへ大きく変化する。また降雪期である12月29日、1月13日の観測では W 寄りとなり、いずれも、尾根の走向に対し地点2と3の風向が線対象となっている。これは、特に8月と11月の観測結果から考察すれば、i) 尾根を越えた風が風影斜面で渦を作っている。ii) しかし、この渦は尾根に対し完全に直角とならず、渦の下部は谷の上流側へ流れる。iii) この渦のねじれた形は、谷を吹き上がる風の影響を受けているためと推定される。

地点4では、8月4日の観測では主風向は WNW であるが、地点3と比べると W の成分が強くなる。地点5の谷底では W が主風向となり、それに加えて、SW の成分がみられる。これは南向斜面を吹き上がろうとする風の影響とみられる。8月と比べ11, 12, 1月の観測では、地点4, 5とも SW の成分が強くなっている。

断面 CD においても断面 AB と同じことが言える。すなわち、地点9から地点10にかけて、風向は S の成分を強めて吹き上がる傾向が明らかである。地点11では風

向のふれが大きく、アイソプレスではかなりの時間で不定の状態を記録している。しかし主成分はNW寄り、断面ABの地点3でみられる風向と一致する。尾根の風下斜面中央部に位置する地点12では、Wの成分がほとんどを占める。谷底の地点13ではすでにSWの成分が入り込んでいて、地点14、15へとSWの頻度が強くなり、断面ABと比べ反時計回りの回転が早まっている。しかし、地点16では逆にWの成分が強くなり、斜面を吹き上がる風の影響以外に、尾根の走向等の影響を受けているものと思われる。

### (C) 風向の乱れについて

アイソプレスおよび風向頻度図からも明らかなように、風影斜面、それも地点3および地点11で代表される斜面上部の部分において、風向のふれが大きく、風向の不安定な箇所が現われ、地形との関係が大きいことがわかる。

卓越風向、地形が谷の平均風速、平均風向、乱れ、風向のふれ幅に与える影響については、これまで伊豆(吉野, 1954)、菅平(Yoshino, 1957)などで調査されている。伊豆の例では、卓越風向が一定でない場合、特定の地形的影響も不明瞭となることが指摘されている。一方、一定の卓越風向下で調査が行なわれた菅平の場合では、今回の調査で得られた風向、風速の乱れの分布と同じ結果が得られている。

第2表は1973年8月4日、10時~12時、12時30分~13時30分における各地点の風向のばらつきを標準偏差で示す。また風速の乱れについても比較のため載せた。これによれば、地点3、4、11で大きい値を示し、地形的特徴のある風影斜面上部が最大ふれ幅と同時に、風向のばらつき、乱れの強さも大きいことがわかる。一方、風向の最大ふれ幅と乱れの強さが小さい地点は、断面ABでは地点5、6、断面CDでは地点9、10、12、14で、風向と谷の走向とが一致する地点5と地点12が最も安定している。

### (2) 風速

#### (a) アイソプレスによる分析

第4図は1973年8月4日、10時~12時、12時30分~13時30分における断面AB、CD各地点の風速のアイソプレスである。断面ABでは、地点3で風が弱く、地点1、2、7、8が強風域となっている。尾根を境として風上側と風下側とで風速が大きく異なることがわかる。地点4、5、6では風速は弱い。これは地形的要因のほか、疎生するミズナラなどの影響も無視できないものと

第2表 各観測地点における風向、風速のばらつき  
(1973年8月4日、10:00~12:00、12:30~13:30)

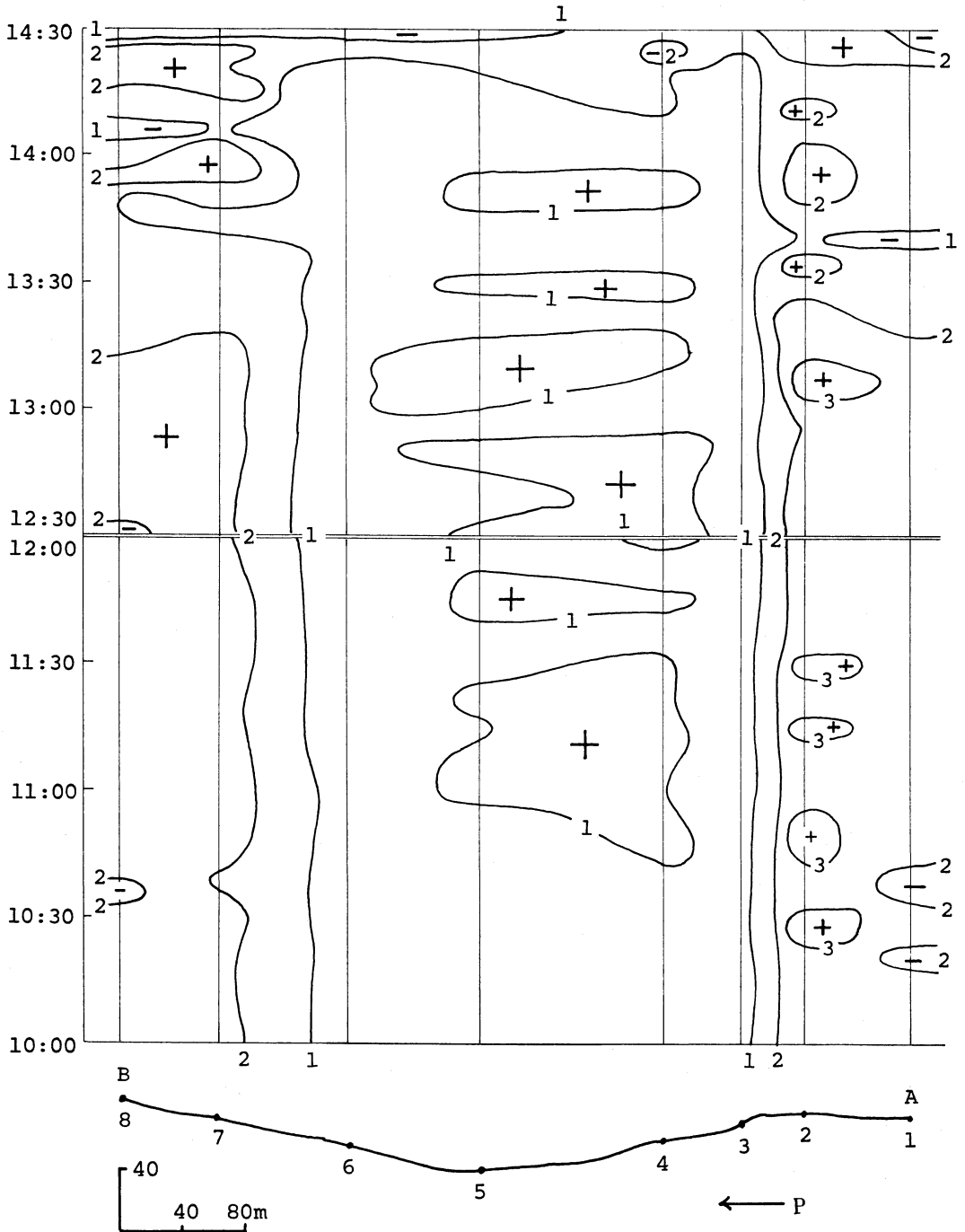
地点	風向のふれの最大幅	風向のばらつき( $\sigma$ ) ( $1=22.5^\circ$ )	乱れの強さ( $g$ ) ( $g=\sqrt{\bar{u}^2}/\bar{u}$ )
1	90°	0.870	0.13
2	90°	0.799	0.14
3	135°	1.295	0.47
4	90°	1.090	0.38
5	45°	0.553	0.26
6	45°	0.544	0.28
7	68°	0.808	0.14
8	68°	1.162	0.13
9	45°	0.510	0.13
10	68°	0.647	0.21
11	158°	1.609	0.47
12	45°	0.527	0.28
13	90°	0.947	0.22
14	45°	0.687	0.12
15	90°	0.760	0.20
16	45°	0.781	0.18

思われる。地点6と7の間にも同じくはっきりとした変化があり、谷底と尾根の風上斜面との間に風速の差が明瞭である。このような傾向は13時30分頃まで持続した。それ以後は雷雨が近づくにつれ、尾根付近の風速の変動が大きくなりはじめ、14時30分頃には全地点ほぼ同時の時間的変化が顕著となった。

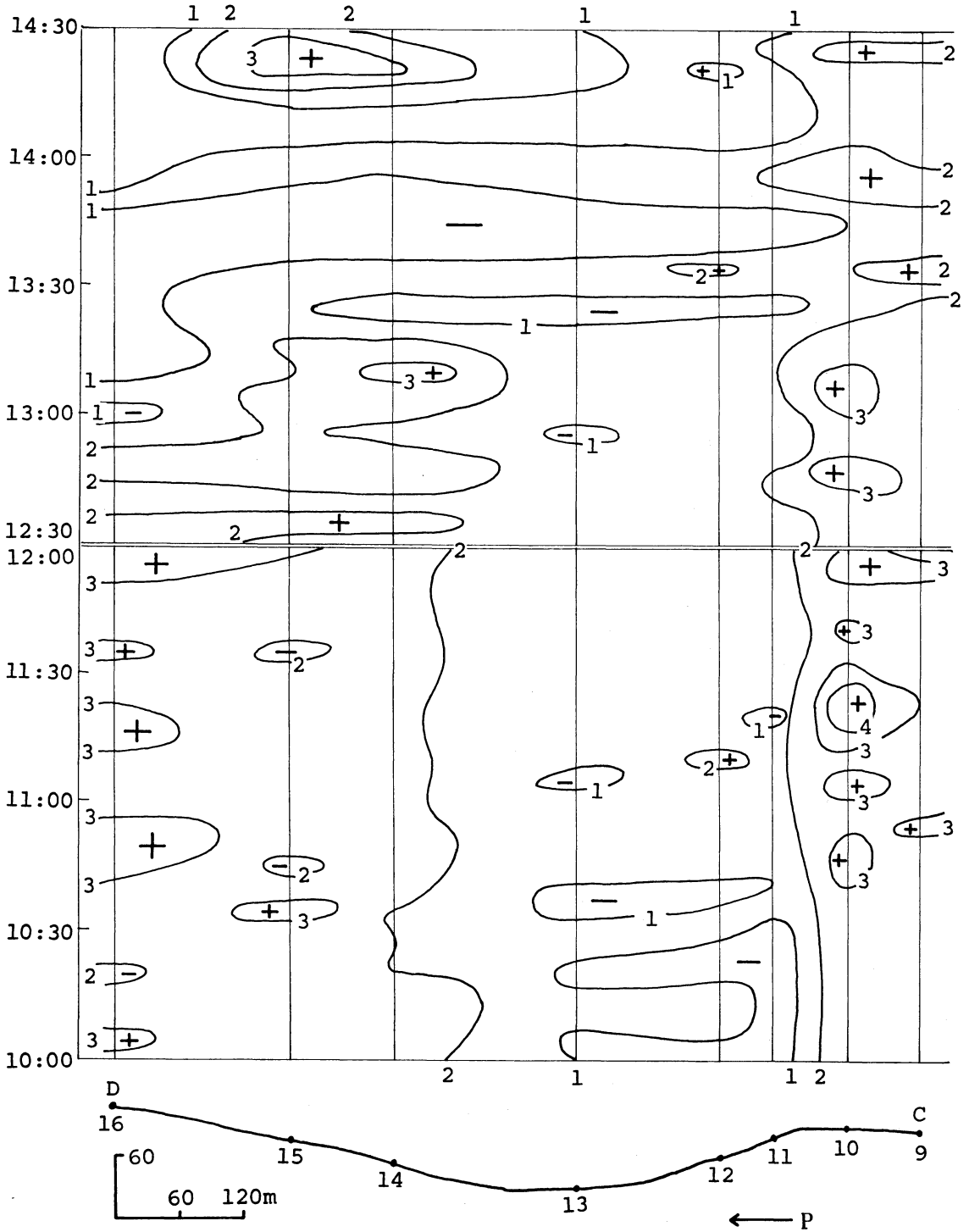
断面CDにおいても、尾根を境として風に面する斜面と風影斜面に風速の大きな差がみられ、谷底や風影斜面は風速が弱い。しかし、この弱い風の範囲は、断面CDでは風影斜面と谷底に限られ、または影斜面上の地点11の観測値も、断面ABにみられるほど著しい風速の低下は生じていない。これは、谷の走向が少し違って、卓越風向と谷の走向との交叉角が多少異なること、谷底幅が広いこととも関係しているものと思われる。

#### (b) 平均風速

第5図は断面AB、CDの各地点における平均風速を偏差で示したものである。これによれば、全般的に谷の内部が風上斜面に比べ弱く、そのなかでも地点3と11が最低値を示している。断面ABにおいて地点3と地点2の風速比は、8月4日の午前の2時間平均で1/14、11月4日の約3時間の平均で1/19となっている。谷の風影

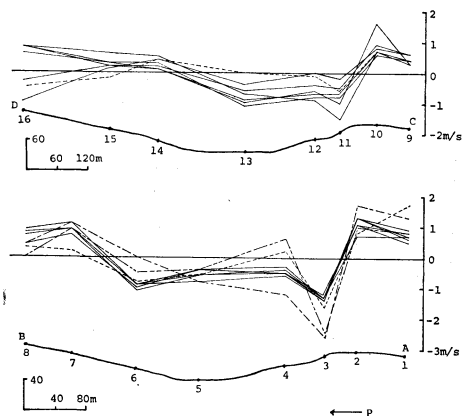


第4図 a 断面 AB における風速のアイソプレス (1973年8月4日). P: 卓越風向.



第4図b 断面CDにおける風速のアイソプレス (1973年8月4日). P:卓越風向.





第5図 断面 AB, CD の各観測地点における風速の偏差。

実線：1973年8月4日，10時～12時，12時30分～13時30分の平均。

1点鎖線：1973年11月4日，9時50分～12時40分の平均。

2点鎖線：1973年12月29日，15時35分～16時10分の平均。

破線：1974年1月13日，10時38分～11時56分の平均。

P：卓越風向。

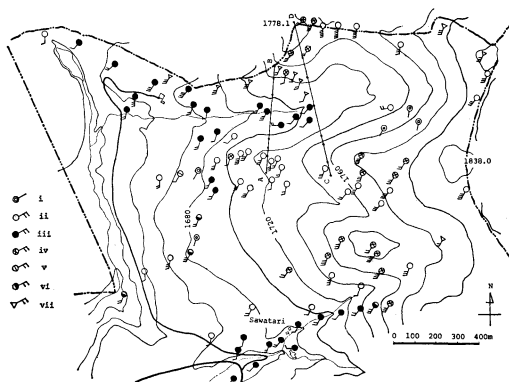
斜面上部に風速の最低値が現われることは、菅平における調査 (Yoshino, 1957) でも示されたが、今回の調査でもそれが確かめられた。しかし、今回、風影斜面上部の風速最低域が菅平の場合より明瞭に認められた理由は、風向のアイソプレスの解析のところに述べたように、尾根の走向、斜面傾斜に加えて、凹形斜面形の影響が大きいと考えられる。

(3) 偏形樹による卓越風向の決定

第6図にはこの地域にみられる偏形樹およびカヤを、これまでの偏形樹の調査例 (Yoshino, 1964; 大和田・吉野, 1971) にしたがってプロットしたもので、この図をもとに描いた流線図が第7図である。この図と第3図の風向頻度図を比較すると、概ね一致した関係を示す。霧ヶ峰測候所の気象年表 (1944) によれば、最多風向は年間を通じて各月ともSを示し、S成分を主とした最多風向との合計は、1月の13日間を除けばすべて15日以上である。したがって、偏形樹によって描かれる風の流線図をこの地域における年間の卓越風向とみることができよう。

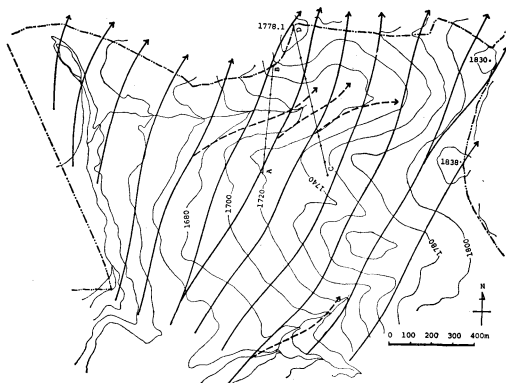
5. まとめ

以上、風影斜面に地形的特徴のある霧ヶ峰高原の一つ



第6図 偏形樹およびカヤによる卓越風向の推定。

i：カヤ, ii：ズミ, iii：ミズナラ, iv：レンゲツジ, v：シラカバ, vi：アカマツ, vii：カラマツ。



第7図 第6図より求めた卓越風向の流線図。

の谷をとって、微地形が風に与える影響について考察した。その結果、菅平における風と微地形の調査 (Yoshino, 1957, 1958) と概ね一致した結果をみたが、風速の最低が現われる部分、風向の乱れが大きい部分などは、今回の調査地域では、風影斜面上部でより明瞭に現われた。また、vi) vii) は今回の特に成果である。これらを整理すると次の通りである。

i) 尾根を境に風に面する斜面と風影斜面の間に風向の不連続が生じる。これは風影斜面上部に渦が形成されるためである。今回の調査地域では、風影斜面が凹形斜面面をしているという地形的影響により、特にこの不連続が明瞭である。

ii) 風影斜面上部では風向のばらつきが最大となり、風向は不安定である。一方、風に面する斜面、谷底は風向のばらつきが小さい。

iii) 一般に、風速の弱い所では風向のばらつきが大きく、強い所では小さくなる傾向がみられる。

iv) 谷壁を吹き上がる風は、尾根に近づくにつれ、風向が尾根に対し直角となるように変化する。

v) 風影斜面、谷底は全般的に風速が弱い、とりわけ、風影斜面上部は最少となり地形的影響が著しい。一方、風速の最大値は尾根上に現れる。

vi) 谷の中における風向、風速の分布は夏、秋、冬ともほぼ同じパターンを持つ。

vii) 風向および風速分布の観測結果と偏形樹から推定した流線図とはほぼ一致し、霧ヶ峰の各月の最多風向が年間を通じ一定であることから考えて、偏形樹からこの地域内の年間の卓越風向の傾向を読みとることができる。

今回の調査にあたり、筑波大学吉野正敏教授に終始ご指導いただいた。また法政大学田淵洋助教授には多くの貴重な助言をいただいた。夏の観測では諏訪市教育委員会、および茅野慶次氏ほか多くの方々のお世話になった。ここに深く感謝の意を表します。

#### 文 献

- Aulitzky, H., 1955: Über die lokalen Windverhältnisse einer Zentralalpinen Hochgebirgs-Haugstation, Arch. f. Met. Geoph. Biokl., **13**-6, 353-373.
- 羽田野誠一・馬部正久, 1963: 霧ヶ峰の周氷河地形について, 地理学評論, **36**-12, 50.
- 永見順一, 1959: 氷河と氷河周縁の地形, 三野与吉編, 自然地理学研究法, 朝倉書店, 134-145.
- 岩塚守公・守屋以智雄, 1965: 霧ヶ峰高原の無土器文化遺跡とそれに関連した若干の古気候地形学的

- 問題, 地学雑誌, **74**-5, 1-6.
- 門脇和博, 1965: 長野県霧ヶ峰付近の構造土に関する研究, 駒沢大学卒論,
- 小池春夫・武居 守・両角昭二・斉藤保人・五木省二・北沢和男, 1972: 霧ヶ峰の構造土——流土階段について, 第四紀学会講演要旨集 **1**, 20.
- 三野(石川)与吉, 1972: 縞模様地面の二, 三について, 地域研究, **13**-2, 12-26.
- Nägeli, W., 1971: Der Wind als Standortfaktor bei Aufforstungen in der subalpinen Stufe, Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchswes., **47**, 33-147.
- 西村昭二, 1961: 日本の構造土現象の意義, 辻村太郎先生古稀記念論文集, 215-222.
- 奥舎憲雄, 1970: 霧ヶ峰高原の構造土, 地理学評論, **43**-7, 407.
- 大和田道雄・吉野正敏, 1971: 石狩平野の卓越風の分布について, 地理学評論, **44**-9, 638-652.
- 田淵 洋, 1973: 周氷河地形による卓越風向の推定方法について——霧ヶ峰を例として, 気候学研究, **13**, 51-57.
- 立石由己, 1969: 積雪分布に及ぼす風速および微地形の影響, 地理学評論, **42**-8, 527-532.
- 吉野正敏, 1954: 尾根・谷斜面・谷底における風(1), (2), 地理学評論, **27**, 472-484, 705-718.
- Yoshino, M.M., 1957: The Structure of surface winds over a small valley, Jonr. Met. Soc. Japan, **35**, 184-195.
- Yoshino, M.M., 1958: Wind speed profiles of the lowest air layer under influences of microtopography, Jonr. Met. Soc. Japan, **36**, 174-186.
- Yoshino, M.M., 1964: Some local characteristics of the winds as revealed by wind-shaped trees in the Rhône Valley in Switzerland, Erdkunde, **18**-1, 28-39.

#### —会員の広場—

### シンポジウムの裏方の苦労

昨年秋のシンポジウム(冬の低気圧)は、国鉄ストにもろにぶつかってしまった。世の中、万事がうまくいくものではないらしいのことは長年の生活体験で十分心得ているつもりだったが。

ほんとにストはやるだろうか、やるような素振りできりぎりの線までもってきてスト中止。過去の国鉄ストには、その例が多かった。今度もその期待をもつのも至極当然で私もその一人だった。

日延べになれば、開催通知の郵送、会場の借用、講演者との交渉など全てやりなおさなければならない。緊急に理事会は開けないし、管区气象台の研究会とペアで計画したのでその方との兼合いもある。12月に入れば大雪で交通機関のストップや乱れも考えられる。

とにかく、東京からも情報を取捨し、分析して、常任理事、幹事とも相談して延期を決めたが、それに至るまでの数日間、それ以後の数日間というものは全く大変だった。

幸い延期してシンポジウムはうまくおこなわれたが、裏方はしんどい。(札幌管区气象台 浅野 芳)