

## 新潟・妙高山東麓緩斜面上における気温と風の分布

佐藤, 典人 / 杉山, 保 / SATO, Norihito / SUGIYAMA, Tamotsu / 杉澤, 雅寿 / SUGISAWA, Masatoshi

---

(出版者 / Publisher)

法政大学地理学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

JOURNAL of THE GEOGRAPHICAL SOCIETY OF HOSEI UNIVERSITY / 法政地理

(巻 / Volume)

45

(開始ページ / Start Page)

25

(終了ページ / End Page)

36

(発行年 / Year)

2013-03-21

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00011629>

## 新潟・妙高山東麓緩斜面上における気温と風の分布

佐藤 典人・杉澤 雅寿・杉山 保

妙高山麓の緩斜面上を対象地として、気温と風の分布を把握するために小気候観測を遂行した。本研究で得られた知見は次のとおりである。①. 夜間に低所の関川の河谷に沿って気温の逆転層が形成され、その層内で南寄りの風が吹いている。その上方には、広域的な循環系（高田平野と長野盆地間）の昼夜間で風向が正反対となる海陸風の吹送が伺われる。②. 池の平スキー場のゲレンデ内では、末端の低所に日没後、徐々に低温な大気が蓄積・滞留し、それに応答する形で斜面中腹に温暖帯が現れる。③. 日没後、斜面の傾斜方向に沿ったいわゆる斜面下降風は、ゲレンデ内の下部から始動し、次第に上方の斜面温暖帯方向へ伝播している。④. 日の出前後に至ってもゲレンデ最下部の気温低下と斜面中腹の温暖帯の出現は維持され、日の出後、いち早くこの温暖帯で気温が上昇する。⑤. 関川の河谷に沿って形成される気温逆転層、妙高山東斜面で掌握された斜面下降風と斜面温暖帯、および広域的な海陸風循環（南北方向）は個々にスケールの異なる現象である。

キーワード：斜面下降風，斜面温暖帯，逆転層，局地循環，妙高山。

Keywords : downslope wind, thermal belt, inversion layer, local circulation, Mt. Myoko.

### I はじめに

通常、高気圧に覆われて気圧傾度が緩い一般場では静穏な晴天となりやすい。そのような下での風の弱い晴れた夜間には、地面の放射収支が負になるにつれて、放射冷却が促進される。結果的に地表面近くの大気が冷えて接地逆転層(安定層)を形成しやすいことは、先人の報文でも指摘されている(例えば、吉野：1960など)。当然ながら、この地面に接する大気の冷却の度合いは、地被状態、地表面形態、地形規模などによって左右される。

仮に地表面形態が平坦であれば、接地気層の冷却は時間とともに進行し、その厚さも次第に増すであろう。しかし、地面が傾斜しているならば、低温となって重くなった接地面付近の気塊は、やがて摩擦を克服し、重力的に低所へ流下すると考えるに難くない(例えば、森ほか：1999)。この傾斜地を流れ下る気塊の吹送に対して「冷気流」、ないし「斜面下降風」と命名している。前者には大気の始動前よりも気温低下が進行するという認識が付随している。この前提に立てば、この気塊の通過域では、吹送前よりも冷え込むために降霜を招来しかねない<sup>1)</sup>理由から、いわゆる「霜道」という

説明が旧来から支配的であった(例えば、羽生ほか：1978など)。

だが、これには根強い反論がある。斜面を下る気塊の温度とその通過域に生育する植物の葉面温度を同時に測定すれば、むしろ前者の方が高温であり、それゆえ植物にとって、斜面下降流は逆に霜害を軽減する方向に作用するはずであるというのがその根拠である(例えば、三原：1979、水間：1999など)。この点に関する論議において未だ統一的な見解を得るには至っていない(鳥谷ほか：2000)。

また、斜面下部に盆地状の地形、ないし凹地が連なって位置することも現実には多い。このような場所でも類似の気象条件下では、放射冷却が進展する(佐藤ほか：1997など)。加えて平坦地の冷却と対照すれば、その冷却の程度や接地逆転層の厚さは大きいとさえ指摘されている(工藤ほか：1982)。実際、円形の火口をモデル的に見立てた終夜観測に拠れば、急激にこの安定気層の厚さが増している(例えば、熊沢・佐藤：1987)。かような盆状構造をなす地域に低温な大気の蓄積・滞留する姿は、あたかも湖の湖水の貯留に酷似しているため「冷気湖」と呼ばれている(M.M.Yoshino：

1975).

したがって、斜面を流下する気塊の生成と冷気湖の形成とは、現実の地形条件さえ兼ね備わるならば、同一の天気条件のもとで相互に連動して発現する可能性が極めて高い現象と言える(例えば、立石：1961, 今岡：1964, 中村：1976, 鳥谷：1985, M.Mori & T.Kobayashi：1996など)。

また、斜面下降風と冷気流、ないし冷気湖との対応において、斜面温暖帯の出現・形成に関する研究も重要となる(例えば、堀ほか：2006, 植田ほか：2011など)。

そこで、筆者らは火山山麓の緩斜面上を流下すると想定される気塊に焦点を照射して、気温と風の分布を掌握する狙いから小気候観測を遂行した。なお、本稿では斜面を流れ下る気塊が相対的に冷気か否かも確信していないので、敢えて「斜面下降風」という表現を用いることにした。

## II 調査地域と観測方法

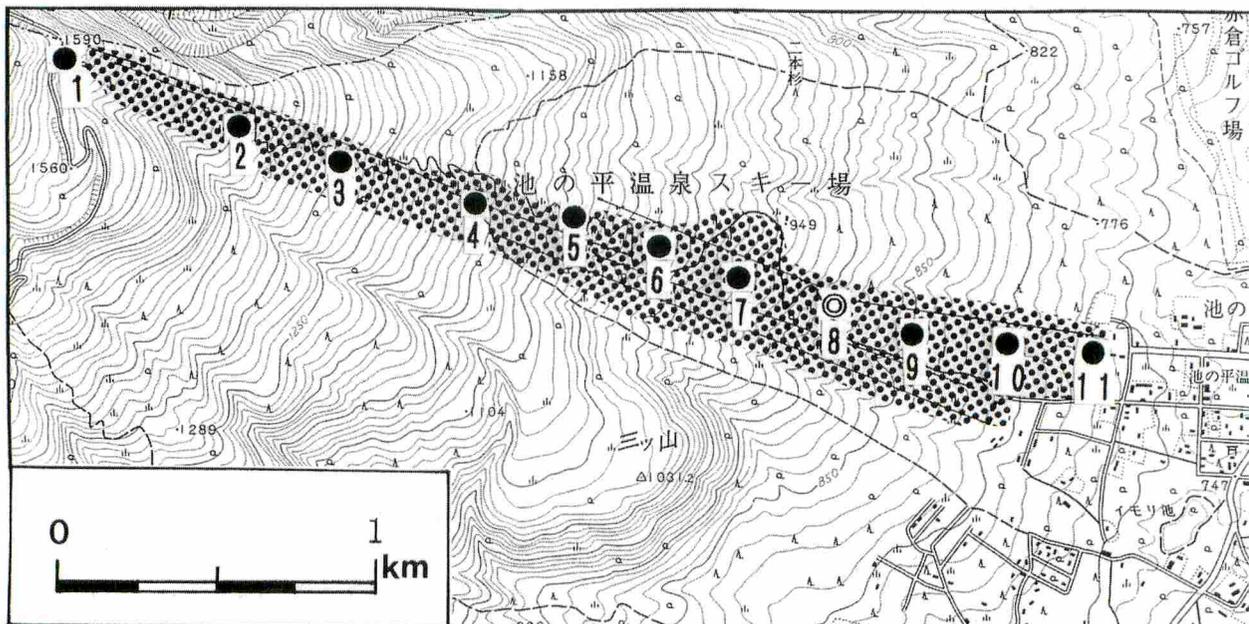
### 1. 調査地域の概要

本研究の目的に適合する調査地域として、新潟

県中頸城郡妙高高原町(現・妙高市<sup>2)</sup>)にある妙高山(標高2446m)の東斜面を選定した。この火山の東麓に拓かれた池の平スキー場から、もっとも標高の低い関川(標高500m)の河谷を挟んでその対岸の右岸に至る東西断面を基線とした東向きの緩斜面一帯が観測の対象地域である(第1図参照)。

妙高高原は新潟県上越地方の南端に位置し、この地域の南側で関川が県境となっている。長野市と上越市を結ぶ国道18号線に沿って北上すると、西方には南から順に、飯縄山、黒姫山、そして妙高山と火山起源の独立峰がほぼ南北に並び、東側には斑尾山が聳える。このような山地の配列を反映して、この国道が長野市の在る善光寺平(長野盆地)と日本海斜面域との間を画する明瞭な脊梁山地を越えることはない。

それでも国道の標高は長野・新潟の県境周辺でもっとも高く、斑尾山西麓に在って堰き止め湖として知られている野尻湖を抱える信濃町付近が分水界となっている。従って、国道は妙高高原から高田平野に向かって徐々に標高を減じていく。関川が高田平野を貫流して注ぐ日本海から、観測対象地域である妙高高原までの距離は35km前後で



第2図 小気候観測を実施した妙高山東麓斜面における観測点分布図

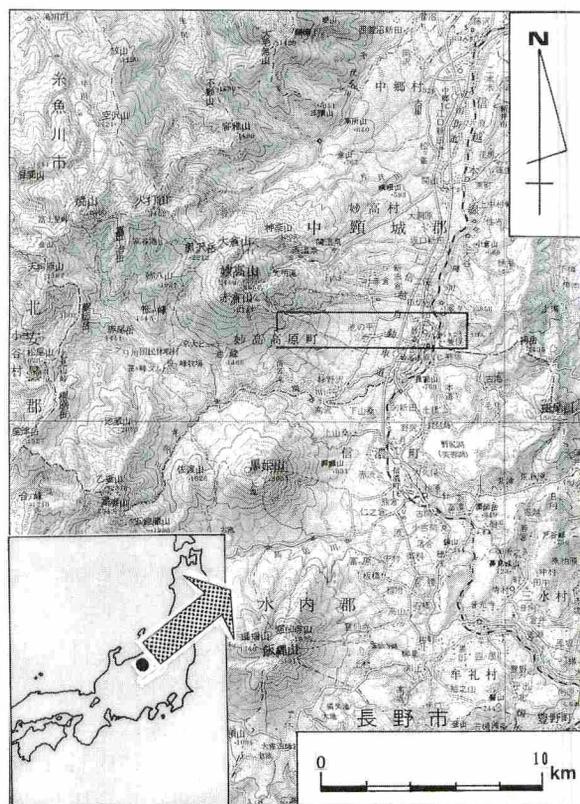
## 新潟・妙高山東麓緩斜面上における気温と風の分布

あり、長野市とのほぼ中間に相当する。

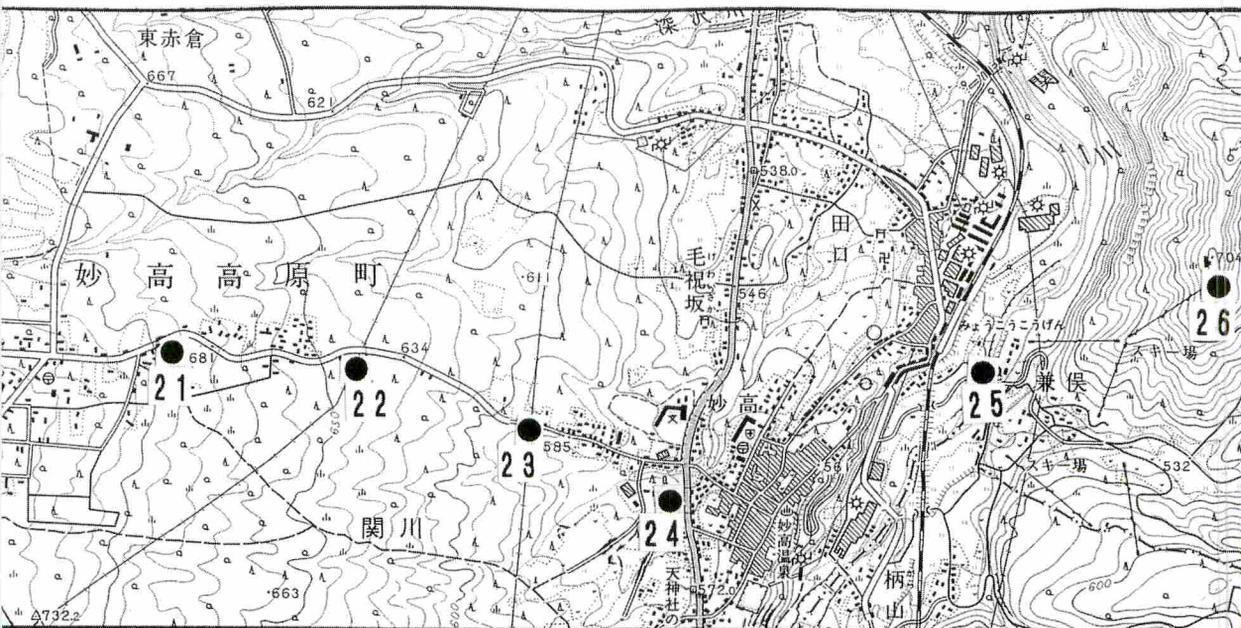
このような地理的位置や地形起伏との関わりから、気圧傾度の緩い総観場の下では、夏季を中心として日中に高田平野方向からの海風が、夜間にはその逆方向(長野盆地方向)からの陸風が、それぞれこの地域で吹送すると予想される。

火山活動に伴って形成された妙高山の裾野は、標高が低減するに従って傾斜が緩くなる火山特有の緩傾斜を呈し、池の平スキー場内の平均傾斜角は約11度である。第2図に示したように、このスキー場グレンデ内に観測点番号1(以下、測点と表記。標高1600m)から同11(標高770m)を配置し、そこから東方の妙高高原市街地までの間には、道路に沿ったオープンスペースに同21～同24を、さらにもっとも標高の低い関川沿いに同25(標高500m)を、そして関川右岸の妙高パノラマスキー場の山頂に同26(標高700m)を、各々観測点として定めた。

なお、概ね東西方向の断面に沿ったこの



第1図 調査対象とした妙高山東麓および周辺地域の概略図



(第1図の枠で囲んだ地域に相当。図中の数字は測点番号。国土地理院発行の地形図に加筆している)

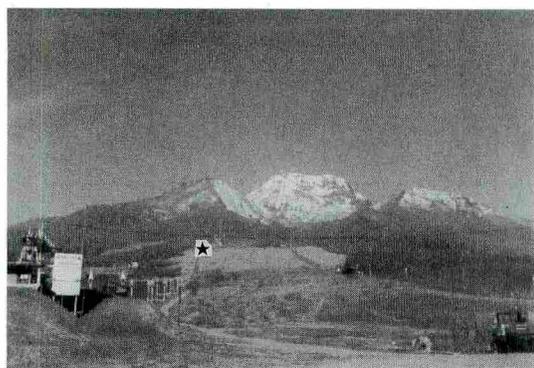


写真1 妙高山とその東麓斜面に位置する池の平スキー場の平スキー場  
(★印付近が斜面温暖帯の出現高度=測点6~7. 1979年5月に測点10のやや南から佐藤が撮影)

観測地域の土地利用は次のようになっている。すなわち、池の平スキー場ゲレンデ内は雑草地(写真1参照)であり、一部にススキが生育している。その周囲は雑木林であり、ゲレンデ末端の測点11付近の周りにも樹木や家屋があつてほぼ平坦な土地になっている。また、測点21~24の間はカラマツの卓越する樹林地となっている。さらに同25付近には狭長ながらも耕地が拓け、同26の山頂部は人手の加わった草地となっている。

さらに第2図からも分かるように、ゲレンデ末端に位置する測点11から同21の間には池の平の集落が在り、主として企業等の厚生保養施設などが多い。この点において、同じ町内にあつて旧くからの温泉集落である赤倉地区や妙高高原駅近傍の妙高温泉、および民宿がメインの杉野沢集落とはその性格を異にしている。

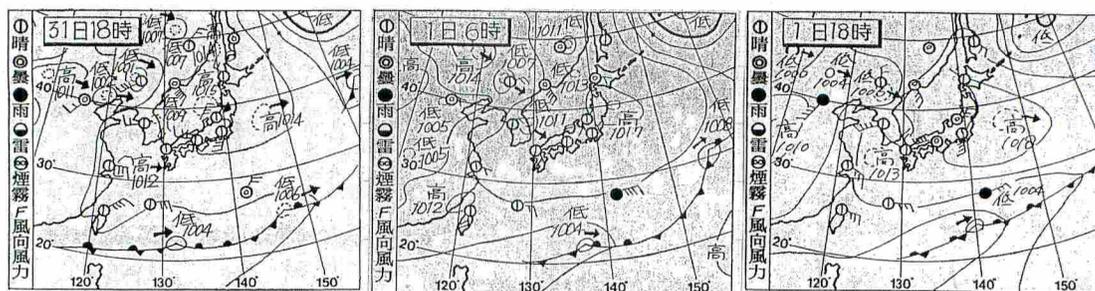
## 2. 観測方法

筆者らは本研究で設定した目的を解明するための小気候観測を、1979年5月末~6月の観測を皮切りとして、これまでおもに春・秋季を中心に複数回<sup>3)</sup>実施してきた。当然のことながら、常に研究対象とした現象の発現が期待しうる天気恵まれるわけではない。本稿ではまず晴天・静穏の天気に恵まれた1979年5月31日~6月2日の観測結果を中心に報じたい。

第3図はその観測期間中の天気図である。5月31日後半から移動性高気圧の接近につれて日本列島全域が高気圧に覆われ晴天となった。とくに6月1日の早朝は、この時期としては冷え込みが厳しく、観測地域でも5℃以下まで低下した地点が見られた。高気圧の後面に入った1日の日没時から2日にかけても、西方から接近する次の高気圧との、いわゆる帯状の高気圧帯となって天気の大崩れは生じなかった。

次に気象観測の内容について述べる。基本的にすべての地点<sup>4)</sup>で有人による気温(アスマン通風乾湿計)と風(中浅式風向風速計)の測定を、地上1mの高さにおいて2分ピッチで実施<sup>5)</sup>した。ただし、前者の気温観測において、池の平スキー場ゲレンデ内の数地点では地上1.0mと2.0mの高さの異なる2高度で測定した。また、測点8には、高さ6mのポールを設置し、熱電対温度計<sup>6)</sup>(株江藤電気製・サーモダックII)を用いて、地上から高さの異なる複数高度で気温の観測を遂行した。ただし、測定の時間ピッチは他地点と同一で2分間隔である。

その一方で、車の通行が可能な池の平地区より



第3図 解析対象とした期間の地上天気図(1979年5月31日~6月1日、朝日新聞による)

も低所の地域を対象として、面的な視点から気温分布を把握するために、北の新赤倉地区から南の杉野沢地区を含む形(第1図参照)で、自動車を使用した移動観測を実施した。それは車の左前方高さ2.0mの位置(佐橋:1983)に放射除けを装着したサーミスタ温度計(株東邦電探製)を取り付けて遂行した。最終的にその測点数は30点弱(図は省略)で、数地点において重複測定を試みている。

上述した観測点の配置で、とくに念頭に入れておくべき点は、池の平スキー場のゲレンデが、標高750mから1600mの間に位置しているのも、標高500mを北流する関川の河谷から見れば、高低差250mを超える斜面中腹に相当している点である。

### III 結果と考察

#### 1. 気温の水平分布

車を利用した移動観測では、1回の観測が比較的短時間で終了したので、その測定値には時刻補正を行わず、器差補正のみを施した。時系列順に妙高山東麓(標高500~750m間)の気温分布に注目してみたい(図は省略)。

まず、6月1日早朝4時30分(本稿での時刻表示はJSTである)の気温分布図では、ほぼ標高の増大に応じて気温(5~10℃の間)が低下している。ただし、最低所である測点25では南寄りの風向の下で8℃以下を示し、近接する妙高パノラマスキー場(観測当時)の山頂(測点26:11.4℃)との間で3℃もの逆転を呈している。また、妙高高原駅近傍の市街地をはじめ、赤倉、池の平、杉野沢の各集落を核として気温が相対的に周囲よりもやや高い。これは集落立地の影響で、弱いながらもヒートアイランド現象が現出している結果と理解できる。それと対照的に、ほぼ同一の標高に立地する北の赤倉から南の杉野沢に至る各集落間の気温分布に着目すると、各々の集落間で、つまり、赤倉~池の平間(樹林地内に東流する小谷がある)、さらに池の平~杉野沢間(第2図中の三ツ山の東方に該当し、沢からの取水が可能で面積もあって水田が拓かれている)で気温の低下が明瞭

であり、西の妙高山側から東方・関川の河谷に向かって低温を示す等温線が舌状に伸びている。実際、この間で気温は8℃前後から5℃に低下している。

6月1日13時30分の気温分布図(図は省略)を見ると、早朝に比べて気温幅が縮小しているけれども、値そのものは20~22℃間で標高に比例して遞減している。それでも関川沿いの測点25は20.5℃と駅前よりは1.5℃ほど低く、北寄りの風、つまり、海風の風向(風力2)を示している。この時、測点26の山頂は北寄りの風、風力1で気温は19.1℃を記録している。また、赤倉~池の平~杉野沢の間はおおむね20℃の等温線の走向とほぼ一致し、早朝のように集落の間での気温低下は認められない。

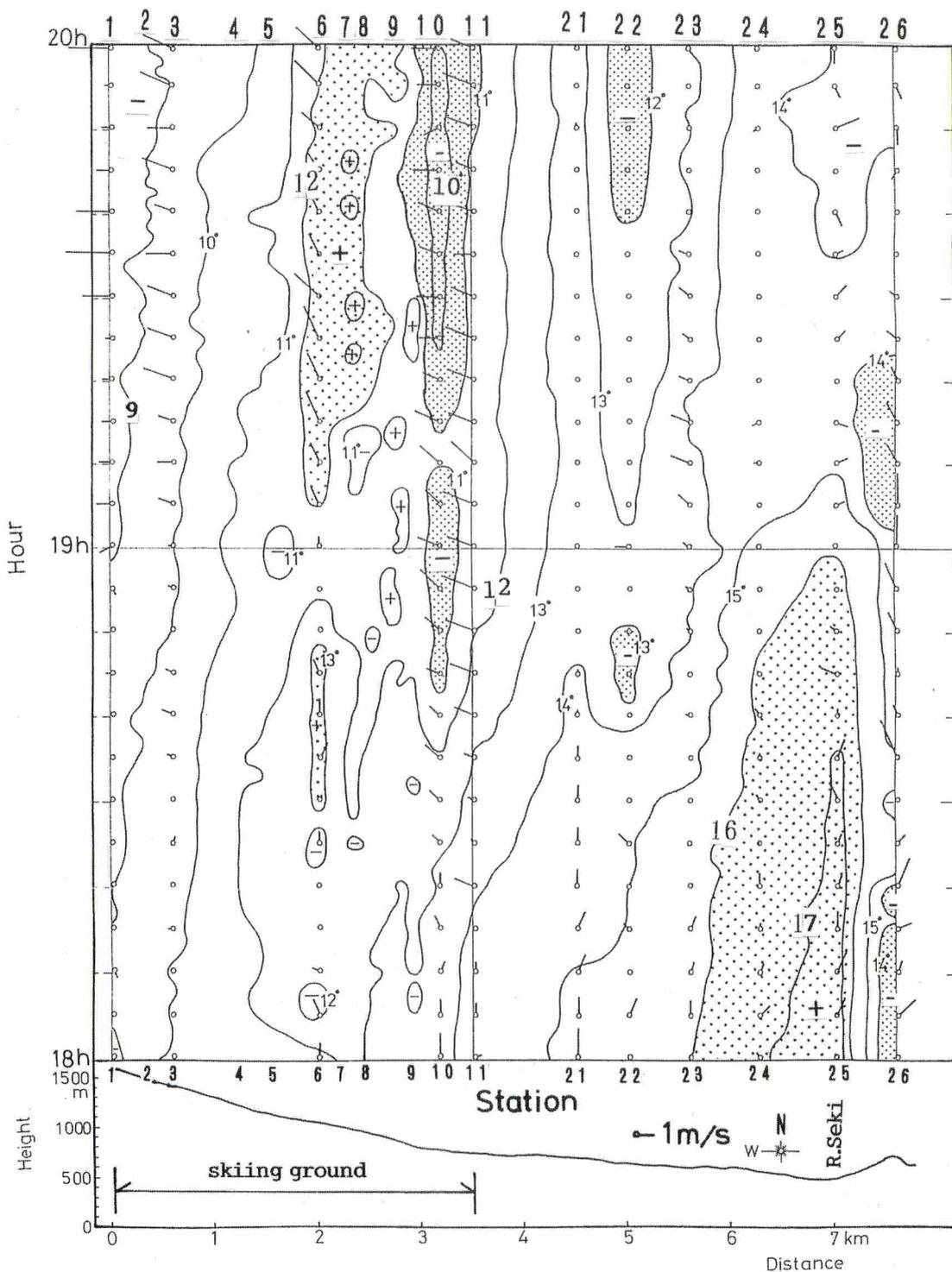
次に日没後に当たる6月1日20時00分の気温分布図を作成した(図は省略)。気温はおおよそ標高に比例して11~14℃で遞減している。最低所の測点25の気温は14℃で南東の弱風を示し、測点26の山頂とは、気温、風とも近似した状況を呈している。つまり、この時点では早朝のように両地点間で気温の逆転は生じていない。一方、赤倉と池の平の両地区では、周辺と比較して約1℃ほど気温が高く、ヒートアイランド現象の発現が伺われる。

#### 2. 気温と風の距離・時間断面(日没時)

時系列としては逆になるけれども、日没→日の出の順に気温と風の分布を把握するため、まず、第4図に6月1日の日没時(18~20時)における距離・時間断面(アイソプレス)を示した。

18~19時の間では、ほぼ標高に応じて気温が低下しており、測点23~25間で16~17℃ともっとも気温が高い。それでもこの温暖域は19時前後に消失し、その後、隣接地点との気温差が解消されている。この時間帯で池の平地区から低所の測点25間では、時間の経過とともに気温の低下を表わす等温線の走り方が明瞭である。

また、池の平スキー場ゲレンデ内は9~14℃の範囲にあり、測点6で18時30分以降、13℃を超える値が現れ始めて、それに隣接する地点と比較



第4図 妙高山東斜面における日没時の気温と風の距離・時間断面図 (1979年6月1日18時~20時)

すれば気温が高くなっている。

19～20時の気温変化に着眼してみたい。関川に沿った測点25とその東方山頂の測点26とを対照すると、前半には逓減であった気温差が19時30分過ぎ頃から同じ14℃台に変化し、気温差が無くなっている。なお、測点22は相対的に低温となっている。さらに池の平スキー場内に目を転ずれば、ゲレンデ末端の測点10～11の気温が10℃以下と低くなったのに対して、測点6～8付近のそれが12℃を超えて高い。つまり、この双方の間で気温が逆転し、いわゆる斜面温暖帯が出現している。また、測点6より上方では標高とともに気温が低下しており逓減状態を見せている。

これに風の吹送状況を併せてみる。18～19時の間では全域的に風が弱い。それでも測点21より低所では北寄りの風が吹いており、これは高田平野方向からの海風の風向に符合している。池の平スキー場内では、18時台の後半から、ゲレンデ末端の測点10～11で最初に西寄りの風、つまり、斜面上方からの風が現れ始めたのに対して、それより斜面上方の地点では風の吹送が判然としない。

それが19～20時になると、ゲレンデ内の風が妙高山の東向き傾斜に沿った風向き(西～西北西)として明瞭に現出し始め、風速も測点21～25の低所に比べてやや強い。この結果から見逃せないのは、ゲレンデ内下方末端部の測点10～11付近から、妙高山東麓緩斜面の最大傾斜方向に沿った風が、時刻的にいち早く始動している点とその後、徐々にその動向が上方の斜面温暖帯方向の地点に伝播している事実である。

### 3. 気温と風の距離・時間断面(日の出時)

第5図に6月1日の日の出時(3～5時30分)における距離・時間断面(アイソプレス)を示した。

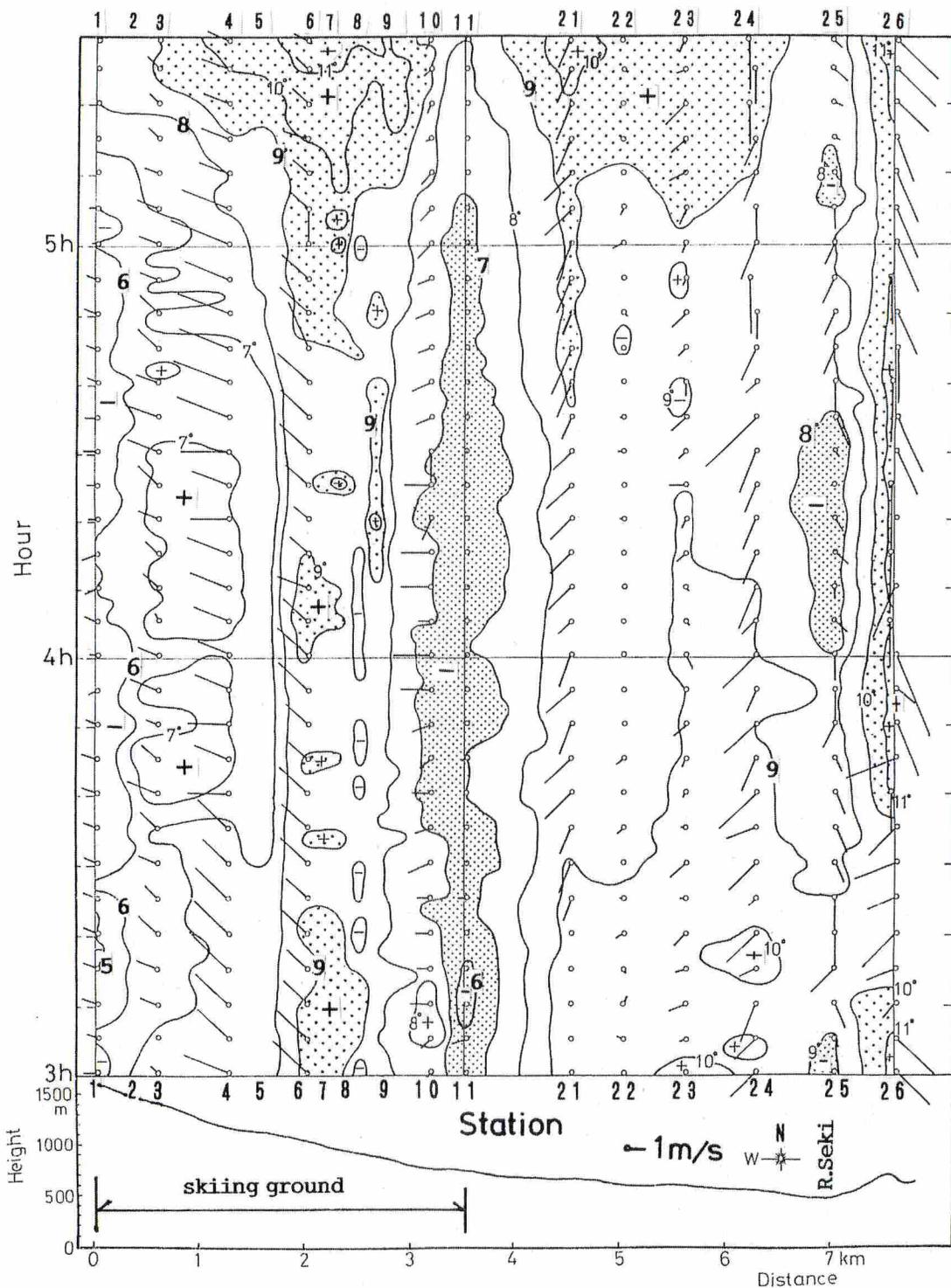
気温の状況を見ると、関川沿いの測点25(8℃台)と11℃台を示す測点26の間で明確な気温逆転が出現しており、5時過ぎまで継続している。測点21～25間では、日の出まで地点間の気温差がそれほど大きくない。これに対して、池の平スキー場内では、ゲレンデ最下部の測点10～11に終始、

低温域(6～7℃)が発現している一方、それより標高の高い測点6～8、ないし9辺りで相対的に高温(9℃以上)を示している。それゆえこの間で気温の逆転が生じており、やはり斜面温暖帯の発現が認められる。さらに測点5よりも標高の高い地域では、測点3～4付近で4時前後を中心にやや高い気温が現れている以外には、気温の逓減状態にある。

この時の日の出時刻は斜面上部で4時30分過ぎであり、地形起伏で山蔭となる影響が除去されるに従って、低所の測点ほど時刻的に遅延しながらも、5時過ぎには測点24～25でも日の出を向かって気温の上昇が認められる。この日の出が時刻的に早い斜面上方では、日の出以降、測点4周辺で等温線が7℃を超える状況を示し、ゲレンデ末端の低温域も消失に向かっていく。その一方で、いわゆる斜面温暖帯に相当していた測点6～8の地域では、日の出後の気温上昇も早く、観測終了時には11℃台まで昇温している。このような昇温は、測点21を核としても識別され、東方の測点26も同様の気温を示して、かつ標高の点でも双方が近似していることから、関川の河谷に形成された逆転層の上限に相当していると推断できる。それゆえ、これを池の平スキー場内の気温逆転とは同一視できない。

これに風の吹送分布を重ねて考えたい。関川の河谷を中心とする低所の測点25では、全時間を通じて南寄りの風が吹いている。東端の測点26の風はやや南東に偏向しつつも測点25よりその風速が強い。これは河谷内に形成された逆転層内の風速がやや弱く、その上層で強い南東の風が吹いている構図になる。このような風の吹き方を見れば、その上層では夜間の陸風の吹送が伺われるけれども、それが長野盆地と日本海との間で吹送すると想定される海陸風循環の一端なのか否か、この段階では即断できない。このような南寄りの風は測点24や同21でもやや西寄り(妙高山と黒姫山の間から発する関川の源流部の谷方向に符合)に転じながらも認められる。

これに対して、池の平スキー場内の風に注目すると、全域的に斜面上方からの、いわゆる斜面下



第5図 妙高山東斜面における日の出時の気温と風の距離・時間断面図 (1979年6月1日3時~5時30分)

降風と合致する風向を示す風が吹いている。加えて風速もやや強く、とりわけ測点4の風速の大きさは顕著である。それと比べるとゲレンデ末端の測点10～11の風速は、それほど大きくない。とくに測点11は弱風を呈している。これはゲレンデ末端部がこの時点になると冷気の蓄積・滞留した、いわゆる安定層内(逆転層内)に属していることを示唆している。

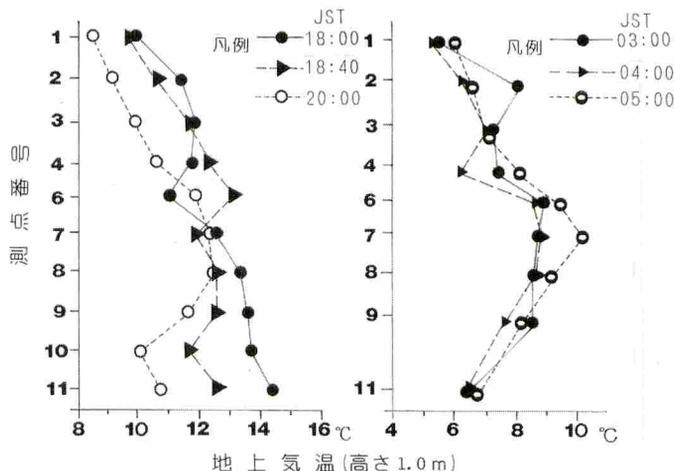
このような結果から、池の平スキー場ゲレンデ内の風の吹送と気温の分布は、関川の河谷に沿って吹く南北方向の風とは、その性格が異なると解釈できる。おそらく後者の南北方向の風の吹送には、スケールのもっと広域的な風の循環を考慮する必要があると思われる。さらに気温の分布状況、とくに等温層を念頭に入れるならば、池の平スキー場ゲレンデ内を吹き降りる斜面下降風は、関川の河谷に沿って形成される逆転層の上部に流入している可能性が伺われる。この点に関しては今後の追究が必要となる。

#### 4. 池の平スキー場内の気温と風の分布

池の平スキー場ゲレンデ内における気温と風の分布に関して、別の視点から検討を試みたい。

第6図左に日没後、同右に日の出前と時間帯を分けて、測点別、すなわち標高別に気温の時間的変化を図示した。日没直後の18時には、標高に応じた遞減状態を呈している。これが徐々にゲレンデ最下部の測点9～11で気温の低下が進行している。とりわけ測点10～11でのそれが明瞭である。なお、測点4～6間(標高1000～1150m)の気温変動がやや複雑である。また、測点4よりも標高の高い地域では、気温が遞減状態を維持しながら時間の経過とともに低下している。

早朝の状態を見ると、時間の推移に伴う気温の変化はそれほど大きくなく、ほぼ類似の高度分布を示している。つまり、ゲレンデ最下部の測点11から同6～7にかけて気温の逆転が明確であり、その逆転度は約4℃に及んでいる。また、4時30

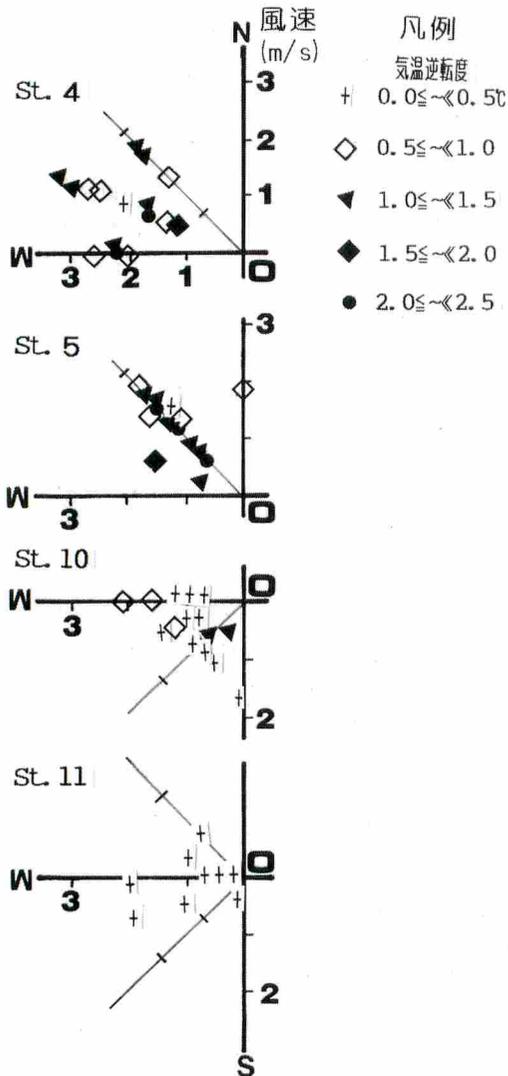


第6図 池の平スキー場における気温の高度別分布とその時間的推移(左:日没後, 右:日の出前)

分後の日の出とともに、この逆転の上限に当たる測点6～7付近<sup>7)</sup>(標高1000m前後)の昇温がいち早く始動しており、これは先の第5図で理解された事実と調和している。この逆転の上限よりも標高の高い地域ではおおむね気温が遞減状態をなしている。

上述の内容から、ゲレンデ最下部(測点10～11)における気温低下が著しい反面、測点6～7の高度に、いわゆる斜面温暖帯が形成された結果、双方の高度間で気温の逆転が生じていると判明した。この斜面温暖帯の上限付近<sup>8)</sup>は、日没後に複雑な気温の時間変化を見せる標高に該当しており、この事実には今後、注目を要する。

第7図に日の出前の時間帯を対象に、任意の4測点ながら、個々の地点の接地面における気温の逆転度<sup>9)</sup>と風向・風速との対応を図化した。第6図で逆転層上限よりもやや標高が高い測点4や5の地点では、風速が1.5～3.0m/s弱で北西～西北西の風向の出現が多く、気温逆転の度合いも大きい傾向にある。これに対して、ゲレンデ最下部の測点10～11では西～南西の風向の出現頻度が増して、風速は弱体化して気温逆転の度合いも小さい。このゲレンデ最下部は、第5図で言及したように既にこの時間帯には逆転層内に入り、冷気が蓄積した安定層内(逆転層内)に含まれていることを加味すれば、風速の弱体化や気温逆転の度合いが小



第7図 池の平スキー場における気温の逆転度と風向との対応  
(気温の逆転度 = 2.0mの気温値 - 1.0mの気温値)

さい事実は、納得しうる姿である。

また、ゲレンデ内最下部の冷氣湖内と逆転層上限に当たる測点とのほぼ中間に該当する測点8(標高 900m付近)での観測値を用いて、気温の接地逆転度<sup>10)</sup>と風向、および風速との対応関係を吟味した(図は省略)。それに拠ると、気温逆転度が1~2℃、ないし2~3℃の階級で出現頻度が高く、その風向はほぼNW, WNW, Wの3方向に限られている。同じ視点から風速の現れ方を対比

すると、同様の気温逆転度の出現頻度が高い際に、風速が2.0~2.5m/s, 2.5~3.0m/sの風が斜面を流下している確率が極めて高い。

ただし、これらの事実から測点8で感知された斜面下降風が、即座に冷氣流であるか否かの判断はできない。むしろこの時点では、ゲレンデ中腹(測点8)における接地逆転の度合いと風向・風速との対応において出現頻度の観点から相互の関係を指摘できるに留めるべきかと思う。実際に観測中、斜面上部から流下してくる斜面下降風の風速は、2~3m/s程度と感知できたものの、その気温に関してはその吹送前に比べてむしろ暖かく感じた。この点から考えても、斜面下降風が冷氣か否かの言及には、その定義も含めて更なる調査と慎重な吟味を要する。

#### IV おわりに

斜面を流下する気塊の温度的性質の把握を念頭に入れつつ、新潟県妙高山東麓の緩斜面上で気温と風に焦点を当てた小気候学的観測を実施した。その結果、以下の諸点が明らかになった。

1). 山麓一帯でやや広域的な視点から気温の移動観測を行なった結果、日没後や日の出前には関川の河谷に沿った南北方向、すなわち、高田平野と長野盆地を結ぶ方向に吹送する、いわゆる広域的な海陸風の循環が伺われた。

2). 関川沿いの最低所とその東の山頂との間では、夜間に気温逆転が発現すると判明した。加えて、その逆転層内で吹送する南寄りの風<sup>11)</sup>とその逆転層の上方(測点26)で吹く南東寄りの強い風とは異質であると指摘できる。後者がより広域的な循環の一端を示す陸風と思われる。

3). 妙高山東麓の緩斜面に沿った気温と風の距離・時間断面に拠れば、日没後、池の平スキー場のゲレンデ内下方に位置する測点10~11付近から、斜面傾斜に沿った西寄りの風の吹送がいち早く始動している。しかも、そのような気塊の動向が徐々に斜面上方に伝播している。それに呼応して、標高1000m前後の測点6~7付近に明瞭な斜面温暖帯が現出している。この温暖帯より上方

## 新潟・妙高山東麓緩斜面上における気温と風の分布

は、基本的に気温は遞減状態を呈している。

4). 上記3)と同様に夜半過ぎから日の出前の結果を注視すると、ゲレンデ内低所の測点10～11は、やはり低温域となっており、逆転層内に、あるいはこの付近に形成される可能性の高い規模の小さな冷気湖内に位置していると思われる。それとは逆にやはり測点6～7辺りには斜面温暖帯が現れている。このような傾向は第6図、第7図などでも説明可能な事実である。

5). 斜面中腹の測点8の観測値に拠れば、接地面での気温逆転度は、2℃前後の出現頻度が高く、その際の風向はほぼNW～Wの範囲に収まり、かつ風速は2～3m/s程度の範疇にある。同地点で観測中に、この斜面下降風はその吹送前に比べて温風として感知され、斜面下降風が冷気の流下とは必ずしも言明できない。

6). 妙高山東麓斜面上での気温と風の分布結果に依拠すれば、関川の河谷に沿って形成される逆転層(標高500～700m)とその上方に昼夜間で風向が交代する海陸風(南北方向)の吹送(標高700m以上)する気層の2層の存在が指摘できる。それに対比して、池の平スキー場ゲレンデ内に発現する末端部(標高750m前後)の低温な気層と斜面温暖帯(標高1000m前後)との間の気温逆転現象は、スケールが異なる事象と言える。

今後、本稿の結果に対してさらなる確証を付与するため、研究の目的とする大気現象の発現する可能性が高い天気条件のもとで観測を実施し、次のような点を明確にする必要がある。すなわち、①:ゲレンデ内で生起している斜面下降風を核とする局地循環の構造をさらに的確に捉える。②:そのために斜面温暖帯を挟む形で鉛直的な気象観測の実施が求められる。③:それを踏まえて、斜面上での局地循環の実態を把握し、広域的な循環場(海陸風)との係わりを念頭に入れて検討することなどの諸点である。

## 謝 辞

本稿の一部は、1981年度日本気象学会秋季学術大会(名古屋市)において発表したものである。発表の席上で有益な助言を賜った各位にこの場を借りてお礼申

し上げる次第である。また、小気候観測の実施に臨み種々の便宜をはかって頂いた妙高高原町池の平温泉在住(当時)中津積盛氏ご夫妻と新潟県観光施設(株)に対し、心から謝意を表したい。なお、本稿の一部には、公開されている本学の野外実習観測資料を用いた。本実習に参加した学生に対しても謝意を表したい。

## 注 記

- 1) 三沢勝衛(1947):『風土産業』。蓼科書房、385pに拠ると、p162前後にこの霜害に関する記述があり、木曾地方の山麓では斜面を下る気流は低温で「霜害気流」と命名されていたと言う。
- 2) 平成の大合併によって、それまでの中頸城郡を構成していた妙高高原町、妙高村、中郷村、新井市などが合併し「妙高市」に変わった。なお、妙高高原町は、場合によっては「田口」という地名の方が馴染み深いかも知れない。
- 3) 1979年～2000年の間、ほぼ隔年で春、ないし秋に、この妙高高原町・池の平スキー場を中心として、小気候観測を計20回ほど実施してきた。
- 4) 観測人員の関係上、測点5だけは気温観測のみ実施した。
- 5) 気温値は2分間隔(偶数)で読み取った。また、風のそれは2分間の風程を秒単位に換算し、風向は同じ間の最多出現方位を記録した。従って、気温値は瞬間値であるのに対して、風速は2分間の平均値となっている点に注意を要する。
- 6) 観測に使用したアスマン通風乾湿計やサーミスタ温度計はすべて、より精度の高い熱電対温度計に補正をして用いた。
- 7) これまでの現地滞在中に、妙高山東斜面において、この高度に薄雲の懸かる場合が多々確認された。
- 8) 上記7)と同様である。また、その際の雲の動向は、妙高山と黒姫山との間の関川の源流部方向と高田平野とを結ぶ方角で、方位的にほぼ斜面傾斜の方向と直交している。
- 9) ここでの気温の逆転度は、地表面高度[2.0m-1.0m]の値で算出している。
- 10) ここでの気温の逆転度は、地表面高度[2.0m-0.5m]の値で算出している。
- 11) これまでの観測中に野尻湖の湖面を源とする霧の発現とその流出が何度か見られた。これらの霧は県境付近で関川の谷に入り、その河谷に沿って北の方向、つまり関川の downstream 方向に流下する。また、その霧の上端は、まさに河谷内の逆転層を間接的に表わしていたと考えられる。

## 参 考 文 献

- 今岡円七(1964): 斜面下降風の構造に関する観測とその考察. 農業気象, 20, pp.17-24.
- 植田宏昭ほか(2011): 筑波山の東西南北4斜面における高度100m間隔での通年観測. 天気, 58, pp.765-775.
- 工藤泰子ほか(1982): 菅平における冷気湖の形成過程. 地理評, 55, pp.849-856.
- 熊沢秀晃・佐藤典人(1987): モデル地形における冷気湖の形成過程. 日本地理学会予稿集, 32, pp.84-85.
- 佐藤典人ほか(1997): 盆状地形における気温分布と斜面下降風との対応. 法政地理, 25, pp.13-32.
- 佐橋 謙(1983): 自動車による気温の移動観測における観測誤差. 天気, 30, pp.327-334.
- 立石由巳(1961): 菅平における冷気の流出. 天気, 8, pp.67-79.
- 鳥谷 均(1985): 長野県菅平盆地における冷気湖の形成と冷気流. 地理評, 58, pp.67-79.
- 鳥谷 均ほか(2000): 局地風(2)冷気の流れ. 農業気象, 56, pp.311-316.
- 中村圭三(1976): 夜間の緩斜面上の冷気流と気温分布について. 地理評, 49, pp.380-387.
- 羽生寿郎ほか(1978): 『農業気象学』. 文永堂, 244p.
- 堀 正岳ほか(2006): 筑波山西側斜面における斜面温暖帯の発生頻度と時間変化特性. 地理評, 79, pp.26-38.
- 三沢勝衛(1947): 『風土産業』. 蓼科書房, 385p.
- 水間満郎(1999): 中国北西部祁連山脈の麓における冷気流出の観測. 農業気象, 55, pp.307-314.
- 三原義秋(1979): いわゆる冷気流の温風効果について. 昭和54年度日本農業気象学会大会講演要旨, pp.87-91.
- 森 牧人ほか(1999): 九住山南麓で観測された斜面下降風(冷気流)の特徴. 天気, 46, pp.281-288.
- 吉野正敏(1960): 冷気流と冷気湖に関する最近の研究. 農業気象, 15, pp.161-165.
- M.Mori & T.Kobayashi (1996): Dynamic Interaction between observed Nocturnal Drainage Winds and a Cold Air Lake. J.Meteor.Soc. Japan, 74, pp.247-258.
- M.M. Yoshino (1975): "Climate in a small area". Univ. of Tokyo Press, Tokyo, 599p.