

小地域の気象・気候に関する最近の成果と問題*

吉 野 正 敏**

要旨: 主として1961年以降の内外の文献によって、日本を含めて、世界の小地域気象学・気候学の最近の成果とその諸問題を展望した。まず国別に主要な発展の分野と状態について紹介し、次いで、(1)定義・スケール・方法論、(2)熱収支、(3)大気低層(境界層)の気候、(4)山谷風、(5)海陸風・局地風、(6)都市気候、(7)局地不連続線、(8)小地域の降水量分布、(9)山地と高山の気象、(10)その他、のテーマ別に述べた。

1. まえがき

筆者は前に「小気候」と題するモノグラフィーを公にした(吉野 1961a)。その中には、局地気象学序説という目的をもたせて、小地域の気象・気候に関する1960年ごろまでの成果をまとめた。同じ年に、有名なガイガー教授の「接地気層の気候」の第4版がでた(Geiger 1961)。これは1950年にでた第3版を、その後のこの分野の急速な発展によってえられた豊富な結果をおり込んで増補改訂したものである。この書物が教科書として極めてすぐれていることはすでに世界的に認められており、この第4版もいち早く英語へ訳された(Geiger 1965)。しかし、この書物もやはり1960年ごろまでの成果をまとめたものであって、また、「接地気層の気候学」とはいわゆる「地面付近の大気の物理学」の特性が強く、狭い地域内における気象という、平面的広がりをもった現象の記述を主に目ざしたものではない。例えば、風下波動とかフェーンとか、あるいは局地不連続線などのことは、ガイガーの本にはまったくふれられてないのである。

ここで筆者がいう小地域の気象・気候とは、いわゆるスモールスケールのものであって、一般的にいう微気象学(接地気層の物理学)が対象とする現象よりは、平面的に明らかかな広がりをもった現象のことである。ごく大ざっぱにスケールを定義すれば、地域の水平的広がりには10m~10kmのオーダー、垂直的には10cm~1kmのオ

ーダーである。

以下には、上記のスケールの範囲の現象に関する1961年以降の約5年間の歩みを中心にして、成果と問題点を展望してみたい。ただし、1960年以前でも、これまで見逃されていた重要な文献は含め、また、上記のスケールの範囲を多少はみだす現象もはいる。

2. 各国の研究概観

あとでテーマ別に展望するが、ここでは国別に研究状態を概観しておく。まず外国から始める。

(1) 西ヨーロッパ

i) 西ドイツ 局地気象や小気候研究では、やはり世界の1中心である。東西にドイツがわかれたため、研究者の数も分断され、また気象学全般の進歩の度合から見ると、戦後の西ドイツは例えばアメリカ・ソ連などに比較して戦前の輝きをやや失っているとはいえ、小気候研究に限ると、西ドイツの研究は西ヨーロッパ内においてばかりでなく、世界的にみて見逃すわけにはゆかない。小気候現象そのものがアメリカでは重要性が弱いので、アメリカでは研究が少ない。そのため、相対的に進んでいるということにもなるか。

微気候・小気候の権威ガイガーはミュンヘン大学教授を停年退職後も、極めて精力的に「接地気層の気候」(Geiger 1961, 1965)の著作の増補改訂を続けている。ガイガー教授の跡をつぐバウムガルトナーは、グロース・ファルケンシュタイン山やフィヒテル山でたくさんの要素について詳しい観測を長年続け、すでにいくつかの論文を発表している(Baumgartner 1960~62)。

気象台関係では、やはり停年退職されたとはいえ、老

* Recent trends of meteorology and climatology in a small area.

** M.M. Yoshino: 東京教育大学理学部

—1966年2月10日受理—

ますます盛んの感ある前気候課長クノッホが小気候調査についてモノグラフィーをまとめた(Knoch 1963). これはドイツ国内ばかりでなく、他の国においても、小気候調査のよい指針となる。中央気象台の農業気象課長のシュネルレは作物の防霜について、課内の人達、ブルックハルトやシュナイダーら、それに前記のパウムガルトナーらの共同執筆によつて最近書をまとめた (Schnelle 1963). 内容は、モノグラフィーとして程度も高く、詳しい。この他、農業気象観測所・研究所の関係での研究も多い。防風林や小気候の研究者クロイツが死んでさびしくなったが、アイメルンその他の人達が研究を続けている。

1955年に小気候委員会が小気候調査・研究について検討しているこの国では、すでに方法論的に反省期にはいり、調査法の確立した部分は業務化されているので、いわゆる研究論文そのものの数はやや少なくなりつつあるようである(吉野 1964). しかし、発表される論文はいずれも内容的に充実している。そして、これまでの研究をとりまとめて展望したモノグラフィーがでつつあるという状態である。

ii) オーストリア 学問的には、ドイツと同じ圏内にはいる。ウィーンの気象台ではシュタインハウザーやラウシャーのこの方面への関心は強く、また放射の専門家ディルムヒルムもモノグラフィーを書いている。インスブルックの森林研究局なだれ防止研究所の人達がやっている亜高山帯の森林限界における小気候調査はその後も続いている。地温(Aulitzky 1961, 1962 a, b)や放射(Turner 1961)についてまとめられ、全体的な問題(Aulitzky 1962c, 1963)も論じられている。この他、各地の大学で研究が行なわれている。

iii) イギリス マンリィらの戦後の一連の研究がなくなり、研究者の世代は若返った感じである。オリヴァーがアフリカからスワンジー大学に帰り、カナダからロンドン大学にもどったヘアーも仕事を始めるであろう。ウェイルズ大学では年一回、局地気候学と農業気象学のゼミナーをやり、ここでイギリスにおける諸問題が討議され、その印刷物が毎年でている。気象台では、ローレンスらがやはりこの分野で調査を続けている。

iv) スイス 研究者の数が少ないので目立たないが、着実な進歩を続けている。筆者もこれまで知らなかったし、また気象学界であまり紹介されていなかったが、チューリッヒのリューベル研究所の戦前からの研究がある。植物社会学の研究所であるから主目的は植物社会と

微気候・小気候との関連を調査したものであるが、1937～9年ごろ、リュエディーはダボスで詳しい観測を行った。戦後も局地気候に及ぼす森林の影響について観測し論じている(例えば、Lüdi, Zoller 1949). また、チューリッヒ郊外にあるスイス国立林業試験所のネーグリは一連の防風林の研究を終り、ダボスで、インスブルックの連中の研究とまったく同じ森林限界の局地気象・微気象の研究を始めた。彼の指導による谷風の調査が最近まとまった(Urfer-Henneberger 1964). 気象台では気候課長シュエップがこの方面にも興味をもっており、ダボスのメリコーファーももちろん健在である。

v) フランス・北欧諸国その他 フランス・イタリアをはじめ北欧諸国でもすぐれた研究はいくつかある。しかし、国としての特徴を見出すことがむずかしいほど散発的である。ノールウェイのベルゲン、スウェーデンのウプサラなどが研究の中心的性格をややそなえているというようか。

(2) ソ連

小地域の気候や気象に関する研究では、ソ連はめざましいものがある。協同研究でひとつひとつのテーマを仕上げてゆく。例えば、防護林帯による小気候の改変の問題、カスピ海沿岸低地の微小気候に関する問題、乾いた熱風であるスホベイとその影響に関する調査などは極めてすぐれた成果をあげた。最近でた「スホベイと早害制御」(Dzardzevski 1957, 英訳は 1963)などにその一端をうかがうことができる。

ソ連における特徴ある研究のひとつに、境界層内の気象の詳しい観測がある。地形の影響のない場合については、例えばデヴィアトヴァは、地表から 1000m までの層内における気温・湿度・風速・交換係数の日変化・年変化などの「気候」値についてまとめた(Deryatova 1957). また、地形の影響がある場合、水陸分布の影響のある場合などについてはヴォロンツォフがたくさんの観測をしており、最近それを集大成してモノグラフィーにした(Vorontzov 1960, 1961). 小地域の気象・気候に関する研究の一里塚となるべきものと思う。

この他、アリソフ、ドロズドーフ、フェドロフ、ブデニコをはじめ、サボジュニューコヴァ、ライフトマン、ベルリヤント、セリャニーノフ、ゴルツベルク、ダヴィターヤ、グリゴリエフなどむかしからのすぐれた学者にことかかない。

(3) 東欧圏諸国

最近の東欧圏諸国のこの分野の研究は、上記のソ連の

強い影響と、二分された一方の東ドイツの影響との下におかれている。例えば熱収支の研究などでは、ブデニコやベルリヤントの影響が強くなるようだし、森林気候・霜害分布などの研究分野では東ドイツの影響が強いようである。

i) 東ドイツ 東欧圏のうちで主導的位置にある。戦前からの伝統は今日も引続いて展開している。1963年10月21~24日にはライプツヒヒで東ドイツの気象学会が開かれ、小気候を中心課題とした題目が集められた。発表された論文の内容は *Angewandte Meteorologie Bd. 5 (1965) H. 1~5* に収められているが、この中には東ドイツ内からばかりでなく、東欧圏諸国からの研究が提出されている。中心人物は東ドイツの現ハレレ大学学長のメーデ (Mäde 1964) である。彼他に、ベェール、リンク、シェーネ、フレミンクなどの研究があり、気温・風・霜害分布などの他に、 SO_2 、 CO_2 などが調査されている。

ii) ポーランド この国の気候学研究については前に別に詳しく書いた (吉野 1961b)。その後も着実な歩を続けており、最近の注目すべき研究では熱収支に関するものがある (Hess 1962, Paszynski 1964)。

iii) ハンガリー シェゲド大学の気候学研究室は小気候・微気候の研究をこの十数年続けており、主任教授ワグナーのビュック山における一連の研究は注目に値する (Wagner 1963, 1965)。雑誌 *Acta Climatologica* に、彼の研究室の人達の幾つかの研究がある。その他ゲッツの報告 (Götz 1964) がある。

iv) チェコスロヴァキア プラティスラヴァ大学のコンチェックが大御所で、アカデミーの報告、地理関係の雑誌に発表している。最近のヒットは、気候図帳である。雪に関するもの (Konček, Briedoň 1964)、風に関するもの (Otruba 1964) は、日本でいえば地方別の気候図帳のようなもので、スケールからいえばけっして詳しいとはいえないが、要素別の部厚い気候図帳という点で他に類をみないものである。最近ではクビットの活躍もめざましい。

v) ユーゴスラヴィア 西欧圏に学問的にも近い。研究者が他の東欧圏諸国よりは自由に西側の学会に出席できるから交流も盛んで、論文も西欧の刑行物によくでる。理論面からはチャデズ、観測結果にともなう研究ではミロサヴリエヴィッツ夫妻が中心とみられよう。

vi) その他 ルーマニア・ブルガリアなどでも研究はあるが数は多くないので省略する。

(4) アメリカ

アメリカにおける小地域の気象・気候の研究は、研究者 (機関) 別に分類すると、i) 一般気象学関係、ii) 大気拡散などの微気象学関係、iii) 生態学関係、iv) 水理学・衛生学・地理学などの隣接科学関係、である、特に、一般気象学関係の研究者が比較的少なく、軍や大学の生物学・林学・農学関係の人達が生態学の一部として興味ある研究を行ったりするのがこの国の特徴のようである。i) に属する研究ではワシントン大学で行った山谷風の研究 (Thyer, Buettner 1962) などは注目に値しよう。その他、理論またはレーダーによる海風の研究がある。ii) に属する研究は Lettau・Davidson・Gifford・Holland をはじめすぐれた微気象者がたくさんの研究を発表している。

iii) の生態学関係者のこの方面の研究は特に盛んで、最近では、山地や乾燥地域の植生や動物分布と局地気候との関係、あるいは微気象測定器械の新作や改良、データの整理方法などについての研究が多い。iv) では、水文気象学が発達しているこの国で、特に降水量の小地域における分布に関して研究が多い。衛生関係としては都市の大気汚染の調査があり、地理関係では熱収支や水収支の研究がある。最近、この分野の総合研究がでた (Miller 1965)。

(5) オーストラリア・南米・アフリカ諸国

学問的には受けついでいる伝統がらがうこれらの国をいっしょに論じるわけにはゆかない。しかし、新しいという点では共通点がある。

オーストラリアの微気象学がすぐれていることは世界の認めるところであるが、水平的広がりを持つ現象を扱う……すなわち、シノプティックな観点を必要とする研究となると、まだかならずしも研究は進んでいるといえない。降水量分布、蒸発散の問題、あるいは南極大陸におけるカタバ風その他の局地気象に関する研究がある。

南米やアフリカ諸国については欧米の学者が現地に行って調査・研究したもの、現地の国々の研究者が行ったものとあるが、後者でよい研究がではじまった。例えば、「アスワンダム蒸発の問題に関するシンポジウム」で発表された研究は、特筆に値するものであった。

(6) 日本

わが国における小気候学の基礎をかためた一人である佐々倉航三 [1906—1966] は本年1月死去したが、死の数カ月前まで、小気候に関する論文を発表していた。ここに改めて氏の業績に対し、深い敬意を表したい。

小地域の気象や気候に関する研究が発達しているわが国では論文の数も、その扱っている現象の種類も、またその分析の程度・内容も世界的にみて第一級と自負してさしつかえなからう。これは、学問の伝統もさることながら、地形の複雑さ、水陸分布の不規則なこと、温帯でしかも大陸東岸にあることなどのため、気象現象が極めて多様であるという条件も加わっている。低緯度の割には、霜害が問題になり、また深い積雪に見舞われる。また一方では台風や梅雨期の赤道気団の流入などによって、小地域内の複雑な現象に多様性を与えている。したがって、研究は質、量ともに第一級とはいえ、この複雑で多様な現象に富むわが国としては、まだまだ不十分といわねばならない。

この5年間に発表された文献からみた最近の活動をみると、i) 気象庁関係、ii) 気象庁の地方官署の関係、iii) 農技研・農試などの農業気象関係、iv) 大学の気象学関係、v) 大学の地理学関係の五つに大別されよう。このうち、i と ii は研究時報・天気などに発表されているが、最近では「気象研究ノート」に総合報告としてまとめてその成果を知ることができる。例えば、大気汚染(12巻2号)(14巻3号)、日本の天気——北海道太平洋岸の霧・東北地方の霧・北陸不連続線・関東の雷雨・関東の北東気流・局地風・九州の不安定線——(14巻1号)、西日本の降雨(16巻1号)などは、わが国における小地域の気象・気候についての最近の研究結果を極めて詳しく紹介している。しかし、ii については印刷にならない調査も多いらしく、今後の発表が期待されている。iii に関しては、霜害分布、作物の適地判定などに重要なところから、近年詳しい調査が行われている。雑誌「農業気象」の他、各地の農試報告などに集大成されているすぐれた論文が多い。iv については、北大の降雪や雪雲の観察や実験、東北大の湖面からの蒸発の研究、京大の地形と微気象の研究、九大の降水と地形などの局地気象に関する研究がある。v については都市気候・日射・風などの調査が進んだ。また海風の進入や、メソスケールの気候区界・天気界、山地の風の問題が取り扱われている。

3. テーマ別の最近の成果と問題

(1) 定義・スケール・方法論

大気候・中気候・小気候・微気候とわかるか、小気候と微気候をいっしょにして microclimate とするか、あるいは、もっとたくさんに区分するか諸説ある。もちろん、現象の定義によって、いくらでも区分の方法はある

が、気象現象・気候現象の認識の便利さということも実際には考慮しなければならないからめんどうである。これまでの定義や、スケール区分を整理して筆者が提案した気候現象のスケール区分(吉野 1961a)は、その後、別に反対もないが、違った立場からの考察がいくつかなされている。

その1は気象現象から考えようというもの(Raethjen 1960, Boer 1964)。その2は、気候現象は地球上の地域と具体的に結びついているものだから、地理学的な地域概念によって区分しようとする方法である。これに参考になる研究では Neef (1964), Haase (1964) のものがある。また、生物学、主として生態学の立場からの気候の段階区分(Boyko 1962)、農業気象の立場からの大気候・小気候の認識(Holmes et al. 1965)も参考となる。

方法論という哲学的な問題を扱った論文や著書はないが、具体的調査の方法についてまとめたものが現われている。クノッホが、西ドイツ気象台で彼の指導の下(Knoch 1961)に研究した戦後の成果をまとめて「小気候調査、その本質と方法」というモノグラフィーをだした(Knoch 1963)。ソ連では、やや特殊な部門だけについてであるが、ヴォロンツォフが「大気境界層のアエロロジカルな研究の方法について」という厚いモノグラフィーをだしている(Vorontzov 1961)。わが国では、小気候の全般について、やさしく具体的に調査法・研究法を述べた小冊子がでている(小沢・吉野 1965)。

(2) 熱収支

小地域の気象・気候現象の研究で、重要なのは、熱収支と水収支、それに地域内の気流系の解明であろう。

つい最近、地表面の熱収支と水収支に関する極めてすぐれた展望が発表された(Miller 1965)。収支の各項別に詳しくこれまでの研究を紹介し、総合的に論じている。本文100ページに対し、文献535をあげ、特にソ連の研究によく注目している。アメリカにおける文献の研究の一つの傾向を示すものである。1例をあげると表1の通りで、これは、コペンハーゲンにおけるアスリングその他の最近数年間の研究結果をミラーがとりまとめたものである。

この総合報告をみても、全地球的なスケール、あるいは1地点での収支の研究はかなりすすんでいるが、小地域の熱収支の研究はおくれていることがわかる。わずかに、その方向をめざす研究がごく最近になって発表されたに過ぎない。例えば、ポーランドの Wojcieszów における 5 km² の地域で、地形(傾斜)、アルベド、水平

表 1 コペンハーゲンにおける熱収支と水収支の各項 (Miller 1965).

流 れ	月平均値の幅 (年較差)		年平均または年合計
	最低 (小) 月	最高 (大) 月	
正午の太陽高度	11°	58°	35°
日中の長さ	7 時間	17時間	12時間
下方に向う短波長放射	30ly/日	468ly/日	85, 300ly
上方に向う "	—	—	-19, 100ly
アルベド	0.19	0.50	0.22
下方と上方に向う短波長放射の正味の差	24ly/日	372ly/日	66, 200ly
" 長波長放射 "	-64ly/日	-143ly/日	-40, 700ly
正味の全スペクトル放射	-63ly/日	+234ly/日	+25, 500ly
土壌との熱の交換	—	—	ほぼ 0
(土壌から)	+22ly/日	—	—
(土壌へ)	—	- 29ly/日	—
顕熱の流れ	—	—	- 2, 200ly
(空気から)	+72ly/日	—	—
(空気へ)	—	- 78ly/日	—
潜熱の流れ	0	-133ly/日	-23, 300ly
蒸 発 散	0	70mm/月	392mm
降 水 量	21mm/月	104mm/月	585mm
土壌との水分交換	—	—	ほぼ 0
(土壌中の貯蔵へ)	-44mm/月	—	—
(土壌中の貯蔵から)	—	+ 21mm/月	—
水分過剰	0	42mm/月	193mm
気 温	- 2°C	17°C	7°C
湿度 (水張)	5 mb	14mb	9 mb
地温 (2.5cm の深さにおける)	0°C	23°C	10°C

的な植被係数, 熱伝導度, 土壌の熱容量, 地表面の粗度, 水面の被度, その他を調べた (Paszynski 1964). そのうちの2~3が分布図になっている. これらの値を使って熱収支の状態の小地域内における差異を知ることができる. ここで問題なのは, 熱収支に関する諸項を, どのように階級区分して分布図にするかである. この例では, アルベドは5%おき, 水平的な植被係数は80%以上を5%ごと, 熱容量については $0.1 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{grad}^{-1}$ で区切っている. これらは測定精度や計算の誤差に関係するし, 対象にしている地域によって異なるが, よく検討されるべきであろう.

もう少し広いスケールの熱収支については, 関東地方について論じられた (権根 1965). その結果では, 寒候期における海岸による気温の温暖化が $20 \sim 35 \text{ ly/日}$ と見積られ, また夏季には蒸発による項の大きさが日射量の

約50%にまで達し, これがいわゆる海洋的な気候を海岸地域に生じる原因になっていると考えられた.

この他, 水温に関した水面の熱収支の研究 (Uchijima 1961, 1963), 融雪に関した雪面の熱収支の研究 (中村 1964) などは微気候学的なアプローチで小地域の問題を解決するのに役立つ. 外国では, ハンガリーについて (Berényi 1965), ブルガリアについて (Lingova 1965) の調査がある.

(3) 大気低層 (境界層) の気候

地面付近の微気象学的研究は理論的にも観測によっても進歩がいちじるしいが, 地面から1000mくらいまでの層の気候的な状態については, ひじょうに研究がおくれている. むかし, バルーンとかゾンデが開発されない時代に航空気象や高層気層の目的で行った山岳測候所の観測結果があるが, それにわずかに頼っているありきまで

ある。バルーンやゾンデやロケットが最近では高層や超高層を観測するようになり、一方、200~300mの観測塔による地面近くの観測もあるが、塔の及ばない300mから上の境界層内はまったく手うすである。

ソ連の中央高層気象観測所で1950~54年の間に行われた約560回の観測結果にもとづくものは、極めて詳しい。2, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800mについて、日変化、遞減率、日較差、それらの年変化などが気温・湿度・風について詳しくまとめられている (Devyatova 1957)。図1は彼女による季節別の気温日変化の状態で、日変化は春・夏に大きく冬に小さく、

上層ほど小さいが、そのオーダーと減少の率が判明した。また、この図で興味があるのは春には明らかでないが、500~600m以上の高度に、夏・秋・冬とも1日に2回極大がでる事実である。冬には大きくはないが300~400mの高度からすでにそれがでている。これは早朝、日の出とともに逆転層がいったんこわれてこの高度で気温が降下し、その後、太陽高度が高くなり、乱流熱伝導と空気放射による熱の流入の両方が大となって午後の最高気温へと気温が高くなってゆくためである。

乱流交換係数やリチャードソン数の境界層における垂直分布も観測結果から求められている (Devyatova 1957)。年変化・日変化などがまとめられているが、その1例は表2の通りである。また地表の状態の差による垂直分布の違いも大きい。12~14時のころ灌漑をしたオアシス (Pakhta-Aralのソホーズ) 上では100m以下で1より大、100~500mで0~1の間、600~1000mで1より大で(4以上の極大値がでる)、それ以上の高度でまた1より小となる。これに対し、砂漠上では100m以下で0より小、200m~2.5kmまで0~1の間であった。すなわちオアシス上の逆転層の影響が明らかであった (Vorontzov 1960)。

(4) 山谷風

山谷風の理論はワグナーやデファントの研究で一応の完成がみられそのモデルがえがかれた。しかし、その後、現実の山地ではこのモデルのように風は吹かない場合が多いことがわかり、さらに詳しい観測が必要となった。アメリカのヴァーモントの谷においては垂直分布が谷の断面に沿って詳しく長期間にわたって観測され (Davidson, Rao 1958)、アメリカのレイニア山国立公園の谷 (Thyer, Buettner 1962)、同じくカーボン谷 (Ayer 1961)、南東ノールウェイの谷 (Sterten 1961)

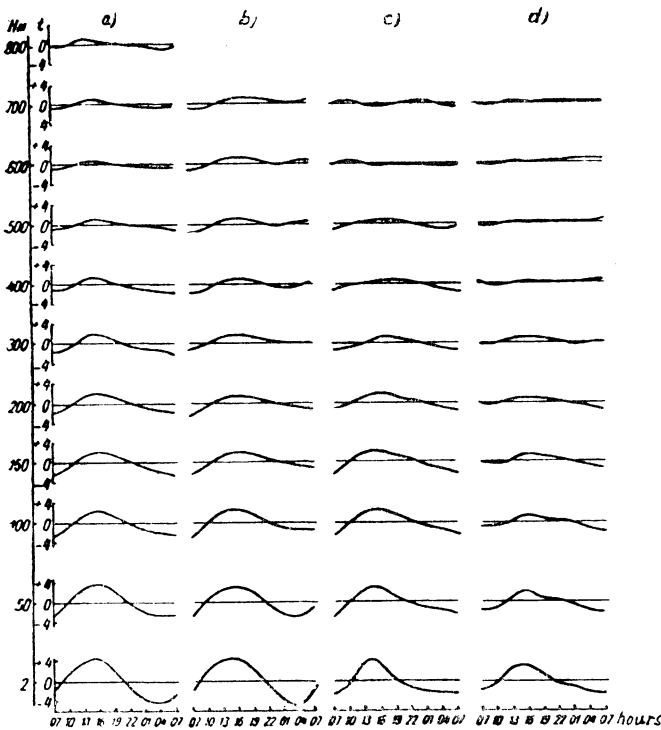


図1 地表2mから800mまでの種々の高度における気温日変化。aは春、bは夏、cは秋、dは冬 (Devyatova 1957)。

表2 リチャードソン数の夏と冬における垂直分布 (Devyatova 1957)。

高 度	0	0	100	200	400	0	0	100	200	400m
	50	100	200	400	600	50	100	200	400	600m
時 刻	7 時					13 時				
冬	0.11	0.10	1.15	2.43	0.66	-0.41	0.14	2.37	1.85	2.32
夏	-0.16	0.08	0.74	1.50	1.16	-0.34	-0.68	0.54	0.64	0.85

などでも観測による山谷風の構造が研究された。

スイスのローヌの谷では谷風が強いが、レマン湖岸から最上流部のグリムゼル峠・フルカ峠までの間の風の局地性が偏形樹の分布を示標として調査された (Yoshino 1964)。谷風は谷底の海拔約 1000m の地点まで明らかで、それ以上は卓越風は吹かず 1390m 付近から上では上層の北ないし北西の風の影響かで、谷を下る風向が卓越している。また、谷壁斜面における谷風の強さについても分布が明らかになった。

スイスのダボスの近くの小さい谷で晴れた日の風系の変化は図 2 の通りであった (Urfer-Henneberger 1964)。この図で、a は真夜中から東向斜面では逆転層の上限より上で斜面下降風が吹く。b は東向斜面 (図の BB 側) の日の出ごろで、斜面上昇風が吹き始める。谷底や西向斜面は以前と同じ。c では谷全体に日射があたるころ。谷底では谷風に転じ、西向斜面でも斜面上昇風が吹き始める。d では東向斜面で日射の影響が弱くなり、斜面上部から次第に下部へ斜面上昇風がなくなる。e では東向斜面と谷底ですでに日の入り後となる。谷風はなくなり、西向斜面だけで斜面上昇風がある。f は西向斜面で日の入りになる少し前。山風が吹き始める。e では谷を横切る循環が半分できあがっていたが、f では完全にできあがっている。日の入り後は夜半になって両斜面で斜面下降風が吹き、山風が吹き、a の状態につながる。以上のように、デファントが画いたモデルよりかなり複雑な状態がえられた。実際には、このような谷の走向の問題の他に、谷の奥行き、谷の断面形と大きさなどが関連し、まだまだたくさん観測例が必要である。

(5) 海陸風・局地風

海陸風のうち、海風の研究はアメリカ・イギリス・日本で盛んである。理論的研究としては Fisher (1961), Estoque (1961, 1962), Pearce (1962) がある。Magata (1965) は Fisher や Estoque が考慮しなかった地表面 (海面) における熱平衡・凝結による潜熱・一般流の垂直シャーなどの効果をいれて数値実験を行った。この種の研究は今後の発展が期待される。観測による結果

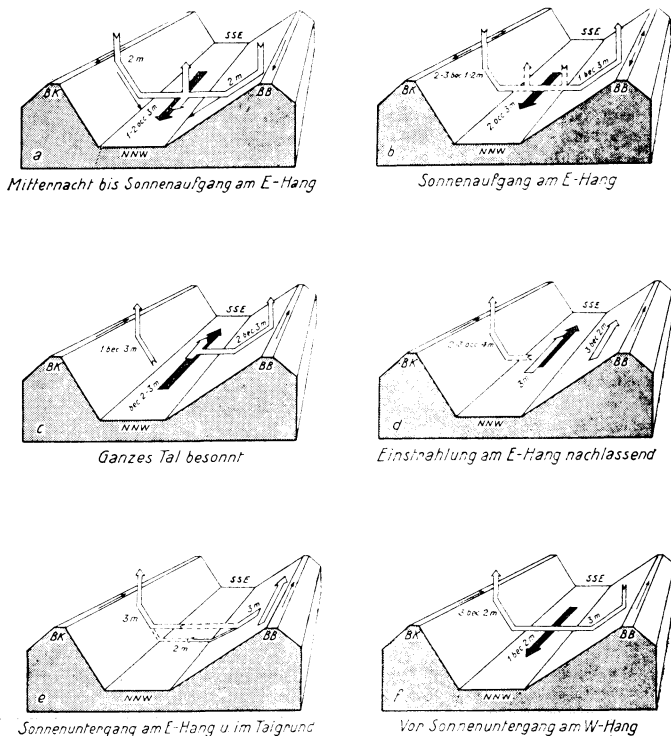


図 2 スイスの小さい谷 (SSE から NNW に走る) の中における山谷風と斜面風との関係。a から f までの説明は本文中にある。図中の m は「m/s」、occ は「ときおり」bec は「後に」を意味する (Urfer-Henneberger 1964)。

については、Fisher (1960), Frizzola et al. (1963), Schultz et al. (1961), Simpson (1964) が各地について報告して、詳しい海風の構造をとらえている。また、各地の海陸風についての比較検討もある (関口 1963b)。アメリカ以外でも、イギリスでレーダーの利用について論じられた (Eastwood et al. 1961)。なお、海風ではないが「湖風インデックス」を理論的に研究することは注目してよい (Biggs et al. 1962)。わが国の青森県の三本木平野において、海風の侵入と気温分布との関係が調べられており (Shitara 1963, 1964) 海の方からの風と内陸の方からの風との境の不連続線をはさんで気温が 3 ~ 7°C も違う。局地不連続線の小さいものと考えてよからう。こういう不連続線 (海風前線) は気温分布ばかりでなく、東京やロサンゼルスで知られているように大気汚染の分布とも関連しているので極めて重要である。

また、山谷風や海陸風について、少し広い地域につい

てその方向や交替時刻の分布を調査することはたいせつである。中部・関東については、極めて興味ある図がえられた(清水 1964)。

海岸平野における日中の気温分布に及ぼす海風の影響ははっきりである。最高気温の分布について分析した結果、その影響の限界は南南西の卓越風のとき、東京湾の奥で40km, 東～東南東のとき同じ地域で10～15kmであった。鹿島灘に面した地域では、南の卓越風のとき約10km, 南南西の卓越風のときには、地域によってまったく侵入しないところがあった(榎根 1961)。

カタバ風の研究は、戦後、山風の循環系の一部として斜面降下風(カタバ風)が扱われようになって下火となった。しかし、南極観測が行われるようになって、強い逆転層の発達する南極大陸の斜面を吹き下りるカタバ風がまた脚光を浴びてきた。カタバ風に関する現象の一つで最も興味があるのは、氷帽の斜面にカタバ風によって発生する定常的な前線である(Lied 1964)。“Standing hydraulic jump”または別名、“レーウエ現象(Loewe's phenomenon)”と呼ばれる。冷却した強い風速をもつうすい層の上に、やや厚い比較的弱い風速をもつ層があ

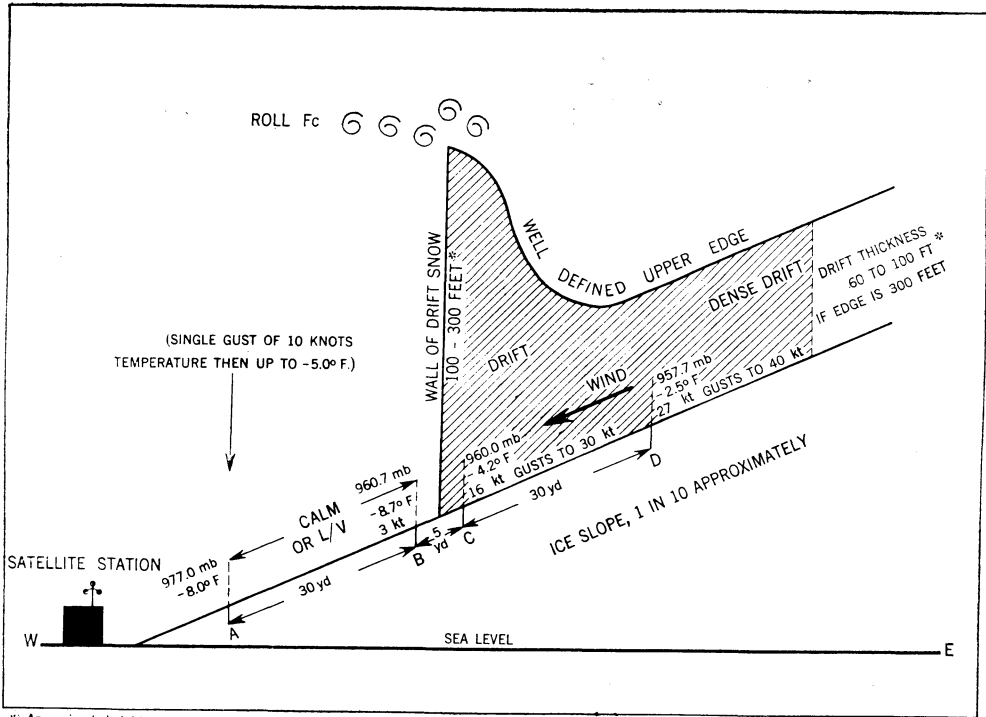
り、この層の中にはうすい強風速の層を含むことが多い。気圧はこのカタバ風の前線、“ジャンプ”, を境にして1～3mb 変化する。極端な場合には20mbも変化することがある。30～100mの高さのふぶきの壁をその前面にもなうことが多く、その場合には、この前線を遠くから“見る”ことができる。プリンセス・エリザベスランド(68°31'S, 78°30'E)で1961年に観測した結果を図示すると図3の通りである。

風の統計的特性については最近も調べられている。日本では東京管区気象台調査課が地域気象調査の一部としてまとめつつある。外国では風の定常度{Beständigkeit=(平均ベクトル風速)/(平均スカラ風速)}の研究があり(Schüepp 1963, Flemming 1964), 山地で大, 低地で小, また熱的な影響の大きい夏に小さいことがわかった。

なお局地風に関するすぐれた総合報告がわが国でまとめられている(山本 1963)。

(6) 都市気候

都心が高温であるという、いわゆる都市温度の詳しい調査が多く、その成因、あるいは風などの他の気象要



* Approximate heights

図3 プリンセス・エリザベスランドで1961年8月12日に観測したカタバ風によるジャンプ。図中のL/Vは弱い風または風向不定を意味する(Lied 1964)。

素との関係を調査している。日本においては、熊谷市（河村 1964a, b, 水越 1965）、米沢市（関口 1962）、大垣市（関口 1963a）、伊那市（関口 1964）、大阪市（奥村 1962, 1963）がある。外国ではケルン（Kalb 1962）とキールについて（Eriksen 1964a）調査がある。また局地気候学における都市気候調査の問題の展望がある（Eriksen 1964b）。

降水量については西ベルリンについて観測が行われている。アメリカではシカゴ近辺において、地点数は多くないが、ミンガン湖上の値と都市域の6地点の平均降水量と比較すると、月降水量で各月とも70~80%で、市中の降水量が多かった（Changnon 1961）。

最近のひとつの成果として、都市内外における日射量の分布の調査がある。東京については1958年3月（関口 1960）、同年5月（河村 1963）の観測の結果がまとめられている。それによると、地域差がかなり大きく、その大きさは風の強さに関係していて、風が強いときは小さくなる。また分布のパターンには地域性があり日射量の不連続的变化をする位置は海風の侵入限界とほぼ一致しているようであった。これは、南方からの汚染した空気が海風前線によっておさえられ、それ以上内陸には侵入しえないからで、大気汚染の地域差が関係している（河村 1965）。

(7) 局地不連続線

38・1 豪雪以来、急に日本の気象界で有名になったのが北陸不連続線である。目下、気象研究所と現地の官署との共同研究が続行中で、ここにその結果を紹介するのは筆者の任でない。しかし、小地域の気象・気候の研究の中で、局地不連続線の機構の解明は重要な問題であることを指摘しておきたい。

日本海岸では、北からいうと、石狩不連続線（Kawamura 1965）（図4）、北陸不連続線（川本他 1963, 瀬下 1965）、若狭湾不連続線（井野 1965）、山陰不連続線があって、その存在は確かめられている（吉野 1961a）が、その発生機構についての詳細はまだあまりわかっていない。こういう局地現象が起るときのマクロな条件の解明に手がつけられた段階である。特に冬期にその不連続線付近に局地的な豪雪が降り（福田 1965）、それが平野部に起るので交通や居住などに影響するところが多い。北陸地方のいわゆる里雪が不連続線で起る場合だけかどうかはまだわからない。新潟県については山雪型・中間型・里雪型の出現に関する気候学的な調査がある（深石 1963-64）。

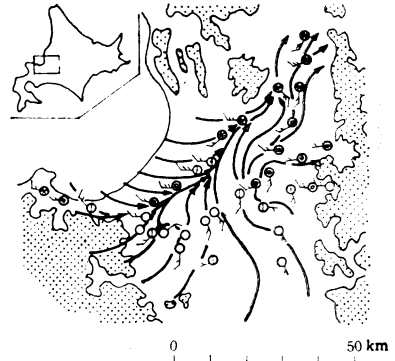


図4 石狩不連続線の1例。
1961年2月11日 12JST の地上の風と
天気分布（Kawamura 1965）。

局地不連続線に関連して、この地域の降雪のバンド構造（Higuchi 1963）、石狩湾上の雪の分布（Kikuchi 1964）の研究が行われている。前の論文では、石狩不連続線に沿う東西に長いバンド状の降雪分布を降雪バンドと呼び、その形成過程を明らかにした。すなわち、日本海北部に季節風の風向に沿ってならんだ雲列ができ、その一本が石狩湾にはいりさらに平野部に上陸し、山岳地帯に沿う取束や、平野内部の局地的前線の影響などで、雲列はバンド状の局地的豪雪をもたらすという。

太平洋岸では、関東平野の宇都宮不連続線、房総不連続線などがある。特に冬の房総不連続線の西への強化と、東海沿岸の西風・積乱雲の堤などとの関連は今後の問題で、富士山レーダーによる調査などは興味あるテーマと思う。

(8) 小地域の降水量分布

わが国では戦後、水資源利用・洪水対策の必要から、小地域の雨量観測は各地で行なわれた。アメリカでも水文気象学の目的で比較的良好に観測・調査された。これらの観測は、いずれも温帯地方の研究で、亜熱帯や熱帯地方のものではなかった。局地的な雷雨やわか雨はもちろん低緯度で強いから、こういう地方での調査が望まれていた。かつて行なわれたシンガポール島の調査は非常に詳しく個々のシャワーまで分布図でとらえていた（Watts 1964）。ホンコンにおいては1952~1962年の11年間の観測結果について、40km×50kmの地域に94地点の密度で月平均値で最近まとめられた（Peterson 1964）。

わが国では、水文気象学の見地から、小地域の雨量観測が行われ、その結果がまとめられているが、その中で特に注目し値するのは「山頂付近の雨の観測地点はどん

な位置に設けるべきか」について考察した研究（正務 1960, 1962）である。また、主として長野県の梓川上流域を例にして水文気象、特に水平雨量計と斜面雨量計による雨量の比較を詳しく検討し、水収支などについて論じた研究（正務 1964）は、特筆すべきものである。

県単位くらいのスケールの雨量分布の調査は比較的大きくあるが、例えば島根県では（来海 1963）、70mm 以上の大雨を観測した日の分布図をみると、雨域は 700～500mb 面の風向にはほぼ平行に発生しており、地上風が強いときと高層の風が強いときとで、雨域の位置や、雨域の発生数が異なることなどがわかった。また九州の霧島山地で示されたように、山地の一般的等高線の形と等雨量線の形とは一致しない（Yoshino et al. 1963）。これも、シノプティックに調査してみる必要がある。

山地の積雪やなだれは、これまで正確に測定されていなかったが、最近、空中写真を利用して、かなり詳しくとらえられるようになった（Takasaki et al. 1964, 瀬戸 1964）。積雪深の分布や山稜付近の卓越風向の分布と微地形との関係は、38・1 豪雪の場合について、分析されており（高崎・五百沢 1964）。また、なだれの発生機構についての研究（荘田 1965）も行われている。ここに詳しく内容まで紹介できないのが残念である。

(9) 山地と高山の気象

山地の小気象を長期間にわたって気温・雨量・霧・地温・植物季節・日射などの要素別に詳しく観測したのはバウムガルトナーである。彼はグロース・ファルケンシュタイン（49°05'N, 13°17'E）の斜面 600m から 1300m の山頂までに分布する 8 地点で気温を観測した結果について最近まとめた（Baumgartner 1960～2）。この結果、山の斜面下部に形成される斜面の温暖帯の存在が明らかになり、その季節変化も明瞭になった。斜面の温暖帯については、東ドイツのチューリンゲン山地で、谷の断面形との関係が考察されている（Koch 1961）。こういう局地的に温暖な場所は土地利用には極めて重要なので、わが国ではミカンの栽培の適地判定のために農業気象の側から注目されており、長野県鬼無里村、茨城県真壁町、千葉県大佐和町などで観測が行われた（農技研微細気象研究室 1964）。

わが国には少ないが、ヨーロッパではカルストのドリーネで気温分布の観測を行った例がたくさんある（Wagner 1963, 1965, Quitt 1964）。特にワグナーの研究は数年来の観測によるもので、その縦断面や横断面に沿う気温分布の日変化を詳しく図化して記述している。

図 5 はそのうちの 1 例で、ビュック山地の Középbérc（48°N）のドリーネで 1960 年 8 月 5 日に測定した結果である。ドリーネの底では 4 時に -2°C になっており、高度差 15m のドリーネの外では $+3^{\circ}\text{C}$ で、 5°C もの差がある。日較差は大きく特に乾いた天候のときには $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ に及ぶ。

さて高山の気象については、西ヨーロッパ各国の気象学者を中心としたアルプス気象学会が偶数年に開かれ、東ヨーロッパ各国の気象学者を中心としたカルパチア気象学会が奇数年に開かれている。そのときに提出された論文を集めたものは、最近のものでは、第 6 回の 1960 年 9 月 14～16 日にユーゴスラビアで開かれたときのものが 1962 年にベオグラードの水気象研究所から出版され、第 7 回の 1962 年 9 月 3～6 日イタリアで開かれたときには 1963 年 *Geofisica e Meteorologia* Vol. 11 としてゼノアからでている。1964 年にオーストリアで開かれた第 8 回の会の論文集はウィーンから *Carinthia II* として 1965 年にでている。

東欧の方のは、1961 年 11 月 13～15 日ブタペストで開かれた第 2 回のもので、カカスの編集ででている（Kakas 1963）。また、オーストリアのゾンブリック山観測所の開所 75 周年記念の論文集もオーストリア気象学会（ウィーン）からでている。これらは山岳気象学にはかかせない論文集である。これらの中の個々の論文を詳しく紹介するのは、紙面の余裕がないので、省く。

オーストリアのインスブルックの森林研究所の人達がやっているグルグル谷の詳しい研究結果はそれぞれ論文としてこれまで発表されていたが、まとめて総合報告として一書になっている（Forstlichen Bdesvers. Mariabrunn 1961）。気温・地温・日射・光・雪・風ばかりでなく、 CO_2 に至るまで長年の観測をしたもので、小気候調査のひとつの代表例といえよう。雪線や氷河あるいは雪や氷の研究も多い。今回のテーマに合ったものとしては東アルプスにおけるもの（Morawetz 1961）、および高山の積雪と氷の表面が山地における放射平衡に及ぼす影響を論じたもの（Hess 1962）があることを指摘するととどめる。わが国では、北アルプス立山・剣で、積雪の地形的分布と植生との関係が密接であることを論じたものがある（小笠原 1964）。

(10) その他

上記の 9 つのテーマ以外を扱った論文で、重要なものがあるが、今回は一応省略させていただきたい。また災害関係、応用関係もすべて省略する。例えば大気汚染に

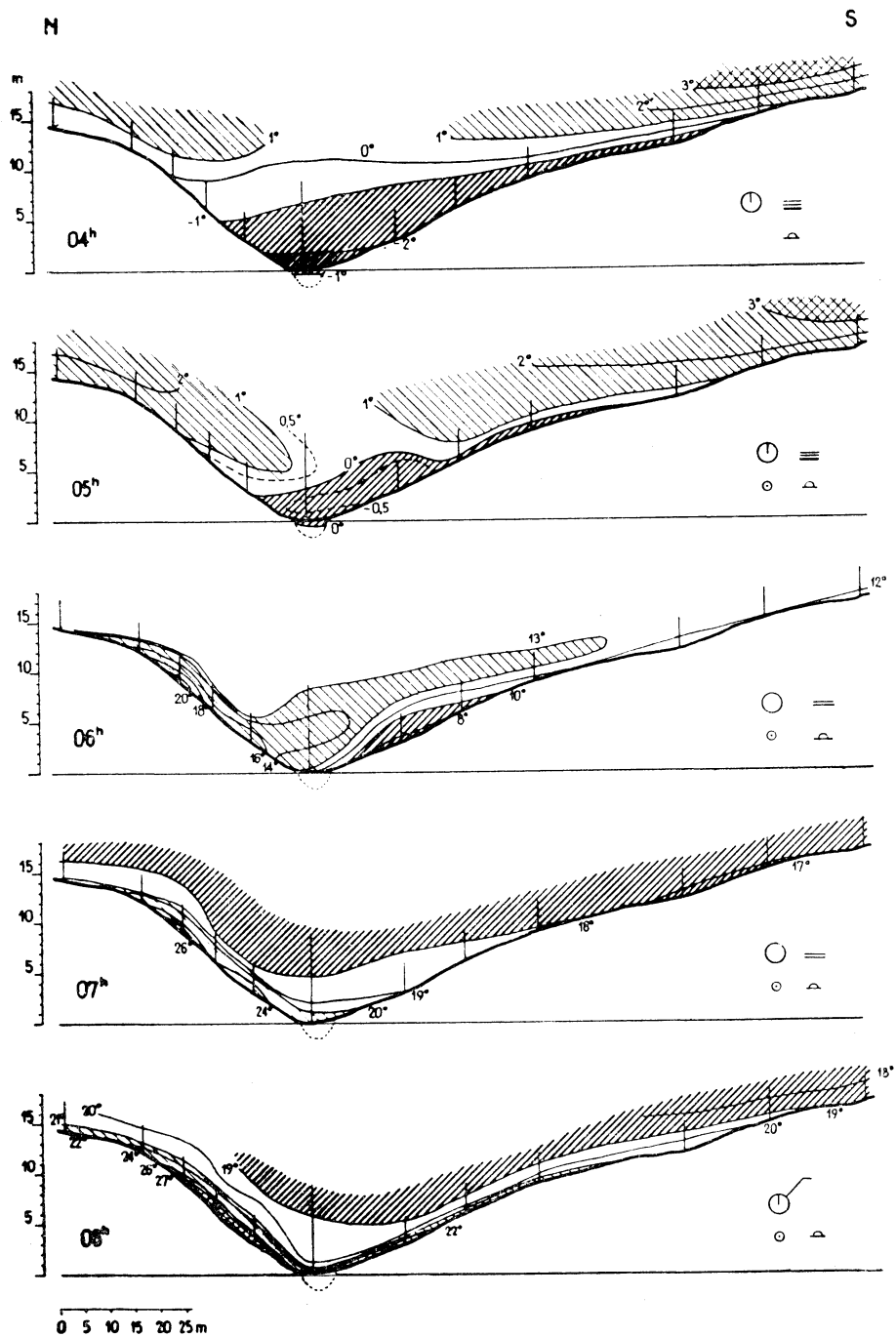


図 5 ハンガリーのビュック山中のあるドリーネにおける早朝の気温分布の変化。
1960年8月5日の例 (Wagner 1965).

関して小地域の気象調査や、霜害分布に関する調査、あるいは都市計画や集落立地・工場立地との関係、さらには植物分布などとの関係を調査したものはたくさんある。それについても別に機会があったら改めてまとめて紹介することにしたい。

4. あとがき

重要な文献で見落しているものもあることと思う。あるいは重要であるにもかかわらず紙面のつごうで論及しなかったものもある。いずれ、より完全なものにしたいと思うので、もしお気づきの点を御教示願えれば幸いである。

文 献

- 深石一夫 (1963-1964): 新潟県の降雪分布. 水温の研究, **7**(4): 185-191, **7**(5): 236-238, **8**(1): 295-299.
- 福田喜代志 (1965): 豪雪. 気研ノート, **16**(2): 200-224.
- 井野英雄 (1965): 冬季若狭湾に形成される不連続線について. 気研ノート, **16**(2): 329-332.
- 川本敏夫他 (1963): 北陸不連続線による豪雪について. 気研ノート, **14**(1): 56-70.
- 河村 武 (1963): 東京都内の日射量の分布. 天気, **10**(1): 18-20.
- (1964a): 熊谷市における気温分布の解析. 地理評, **37**(5): 243-254.
- (1964b): 熊谷市の都市温度の成因に関する二, 三の考察. 地理評, **37**(10): 560-565.
- (1965): 都市気象. 「大気汚染気象ハンドブック」82-89.
- 榎根 勇 (1961): 関東平野部における日最高気温分布の中気候学的解析. 地理評, **34**: 438-449.
- (1965): 中気候の立場からみた関東地方における下層大気の熱収支について. 地理評, **38**: 145-161.
- 来海徹一 (1963): 島根県における大雨分布の特徴について. 研時, **15**: 622-627.
- 正務 章 (1960, 1962): 風の吹きさらす山頂付近の斜面における気象学的雨量と水文学的雨量の比較 (1) (2). 研時, **12**: 681-690, **14**: 65-71.
- (1964): 山岳地域の水文気象に関する解析的研究. 研時, **16**: 1-50.
- 水越允治 (1965): 都市気温の分布と風との関係についての一考察. 地理評, **38**(2): 92-102.
- 中村千里 (1964): 融雪時の雪面熱収支に関する研究. 北陸農試報 (7): 1-28.
- 農技研・微細気象研究室 (1964): 昭和38年度適地判定に関する気候立地的研究. (ガリ版印刷), 1-54.
- 小笠原和夫 (1964): 北アルプス立山・剣の積雪調査. 「北アルプスの自然」, 123-153.
- 奥村和夫 (1962): 大阪市における気温分布の断面的考察. 大阪学大紀要 (10): 145-155.
- (1963): 大阪市における冬季夜間気温の分布. 大阪学大紀要 (11): 111-118.
- 小沢行雄・吉野正敏 (1965): 「小気候調査法」(古今書院) 218p.
- 関口武とその協力者 (1960): 東京都内の日射量の地理的分布. 地理評, **33**: 269-277.
- 関口 武 (1962): 山形県米沢市における冬季の都市気温分布. 東教大地理学研究報告(6): 67-95.
- (1963a): 平野にある都市内外の気候分布, 同上(7): 193-240.
- (1963b): あるゼミのあり方—海風と陸風—. 地理, **8**(10): 1147-1153.
- (1964): 長野県伊那市の都市気候分布. 東教大地理学研究報告(8): 93-104.
- 瀬下慶長 (1965): 北陸地方における豪雪の降水機構について. 研時, **17**: 87-95.
- 瀬戸玲子 (1964): なだれ分布図・積雪深図の作成について. 地図, **2**(1): 15-21.
- 清水重喜 (1964): 中部日本の熱的高低気圧に伴なう風の日変化について. 天気, **11**: 138-141.
- 荘田幹夫 (1965): なだれの発生機構に関する研究. 防災科学技術総合報告 (3): 3-28.
- 高崎正義・五百沢智也 (1964): 積雪深の分布と地形. 地学雑誌, **73**(1): 23-40.
- 山本主夫 (1963): 局地風(山越え気流). 気象研究ノート, **14**(1): 92-111.
- 吉野正敏 (1961a): 「小気候」(地人書館) 274p.
- (1961b): ポーランドの気候学の紹介. 地理, **6**: 530-538.
- (1964): ドイツの農業気象学. 農業気象, **20**: 75-80.
- Aulitzky, H. (1961, 1962a, 1962b): Die Bodentemperaturverhältnisse an einer zentralalpiner Hanglage beiderseits der Waldgrenze. I, II, u. III Teil. Arch. Met. Geophys. Bkl. (B) **10**: 445-532, **11**: 301-362, **11**: 363-376.
- (1962c): Welche bioklimatischen Hinweise stehen der Hochlagenaufforstung heute zur Verfügung? Wetter u. Leben **14**: 95-117.
- (1963): Bioklima und Hochlagenaufforstung in der subalpiner Stufe der Inneralpen. Schweizerischen Zeitsch. f. Forstwesen Nr. 1/2, 1-25.
- Ayer, H.S. (1961): On the dissipation of drainage wind systems in valleys in morning hours. Jour. Met. **18**: 560-563.
- Baumgartner, A. (1960, 1961, 1962): Die Lufttemperatur als Standortsfaktor am Gr. Falkenstein. (1), (2), (3). Forstw. Cbl. **79**: 362-373, **80**: 107-120, **81**: 17-47.

- Berényi, D. (1965): Mikroklimatologische Beobachtungen und Wärmehaushaltsmessungen auf der Hortobágy Puszta (Heide) bei Debrecen. *Ang. Met.* **5**: 87-91.
- Biggs, W.G., Graves, M.E. (1962): A lake breeze index. *J. Appl. Met.* **1**: 474-480.
- Böer, W. (1964): Einige Überlegungen zur raumzeitlichen Struktur des Geländeklimas und den Möglichkeiten seiner Darstellung. *Ang. Met.* **5**: 34-36.
- Boyko, H. 1962: Old and new principles of phytobiological climatic classification. *Biometeorology* (Pergamon Press) 113-127.
- Changnon, S. A. Jr. (1961): Precipitation contrasts between the Chicago urban area and an offshore station in Southern Lake Michigan. *B.A.M.S.* **42**: 1-10.
- Davidson, B., Rao, P.K. (1958): Preliminary report on valley wind studies in Vermont, 1957. *New York Univ. Coll. Eng.*
- Devyatova, V.A. (1957): Mikroaerologicheskoe issledovaniya nizhnego kilometrovogo sloya atmosfery. Leningrad.
- Dziedziewicz, B.L. (ed.) (1957); Sukhoveis and drought control. *Israel Progr. Sci. Transl.* 1963, 366p.
- Eastwood, E., Rider, G.C. (1961): Radar observation of a sea breeze front. *Nature* (189), 978.
- Eriksen, W. (1964a): Beiträge zum Stadtklima von Kiel. *Schr. d. Geogr. Inst. Univ. Kiel.* **22**(1).
- (1964b): Das Stadtklima, seine Stellung in der Klimatologie und Beiträge zu einer witterungsklimatologischen Betrachtungsweise. *Erdkunde* **18**: 257-266.
- Estoque, M.A. (1961): A theoretical investigation of the sea breeze. *Q.J.R.M.S.* **87**: 134-146.
- (1962): The sea breeze as a function of the prevailing synoptic situation. *J. Atmos. Sci.* **19**: 244-250.
- Fisher, E.L. (1960): An observational study of the sea breeze. *Jour. Met.* **17**: 645-660.
- (1961): A theoretical study of the sea breeze. *Jour. Met.* **18**: 216-233.
- Flemming, G. (1964): Zur Windbeständigkeit in Sachsen. *Z. Met.* **17**: 246-247.
- Forstlichen Bundesversuchsanstalt Mariabrunn (1961): Ökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe zum Zwecke der Hochlagenaufforstung. *Mitt. forstl. Bdes-versuchsanstalt Mariabrunn* 59 H, 1-431.
- Frizzola, S.A., Fisher, E.L. (1963): A series of sea breeze observations in the New York city area. *J. Appl. Met.* **2**: 722-739.
- Geiger, R. (1961): Das Klima der bodennahen Luftschicht. 4. Aufl. 1-646.
- (1965): The climate near the ground. (Eng. transl. of 4th ed.) 1-611.
- Götz, G. (1964): Über die Methode und einige Ergebnisse der geländeklimatologischen Forschungen in Ungarn. *Ang. Met.* **5**: 27-30.
- Hasse, G. (1964): Landschaftsökologische Detailuntersuchung und naturräumliche Gliederung. *Pet. Geogr. Mitt.* **108**: 8-30.
- Hess, M. (1962): Influence of snow and ice cover upon the radiation balance and the microclimates of mountains. *Prace Geograficzne* Fas. 5.
- Higuchi, K. (1963): The band structure of snowfalls. *J. Met. Soc. Japan* **41**: 53-70.
- Holmes, R.M., Dingle, A.N. (1965): The relationship between the macro- and microclimate. *Agr. Met.* **2**: 127-133.
- Kakas, J. (1963, ed): Einfluss der Karpaten auf die Witterungserscheinungen. *Akad. Kiadó. Budapest.* 1-297.
- Kalb, M. (1962): Einige Beiträge zum Stadtklima von Köln. *Met. Rdsch.* **15**: 92-99.
- Kawamura, T. (1965): The distribution of surface wind over Hokkaido in winter. *Jap. Jour. Geol. Geog.* **36**(2-4): 135-141.
- Kikuchi, K. (1964): On some coastal clouds over Ishikari Bay, Hokkaido. *J. Met. Soc. Japan* **42**: 341-353.
- Knoch, K. (1961): Methodische Erfahrungen zur Durchführung einer Landesklimateaufnahme. *Z. Met.* **15**: 1-6.
- (1963): Die Landesklimateaufnahme—Wesen und Methodik. *B.D.W.* (85).
- Koch, H.G. (1961): Die warme Hangzone. Neue Anschauungen zur nächtlichen Kaltluftschichtung in Tälern und an Hängen. *Z. Met.* **15**: 151-171.
- Konček, M., Briedoň, V. (1964): Sneh a snehová pokrývka na Slovensku. Bratislava.
- Lied, N.T. (1964): Stationary hydraulic jumps in a katabatic flow near Davis, Antarctica, 1961. *Aust. Met. Mag.* (47): 40-51
- Lingova, S. (1965): Über die Strahlungverhältnisse Bulgariens. *Ang. Met.* **5**: 73-79.
- Lüdi, W., Zoller, H. (1949): Über den Einfluss der Waldnähe auf das Lokalklima. *Bericht ü.d. gesb. Forschungsinstit. Rübel in Zürich f. d. Jahr 1948*, 85-108.
- Mäde, A. (1964): Zur Methodik der meteorologischen Geländeaufnahme. *Ang. Met.* **5**: 1-2.

- Magata, M. (1965): A study of the sea breeze by the numerical experiment. *Pap. Met. Geoph.* **14**: 23-37.
- Miller, D.H. (1965): The heat and water budget of the earth's surface. *Advances in Geoph.* (11): 175-302.
- Morawetz, S. (1961): Schneegrenze, Gletscherablation, Temperatur und Sonnenstrahlung in den Ostalpen. *Pet. Geogr. Mitt.* **105**: 93-104.
- Neef, E. (1964): Zur grossmasstäbigen landschaftsökologischen Forschung. *Pet. Geogr. Mitt.* **108**: 1-7.
- Otruba, J. (1964): *Veterné poery na Slovensku*. Bratislava.
- Paszynski, J. (1964): Mikroklimatische Untersuchungen über den Wärmehaushalt der Erdoberfläche. *Ang. Met.* 55-59.
- Pearce, R.P. (1962): A simplified theory of the generation of sea breeze. *Q.J.R.M.S.* **88**: 20-29.
- Peterson, P. (1964): The rainfall of Hong Kong. *Roy. Obs. Hong Kong. Tech. Note* (17).
- Quitt, E. (1964): Methoden und einige Ergebnisse der Klimaforschung im Mährischen Karst. *Ang. Met.* **5**: 3-6.
- Raethjen, P. (1960): Über den "Scale"-Unterschied vertikaler und horizontaler Störbewegungen. *Beitr. z. Phy. Atmosph.* **32**: 257-264.
- Schnelle, F. (1963): *Frostschutz im Pflanzenbau*. Bd. 1. 488 S.
- Schüpp, M., Urfer, Ch. (1963): Die Windverhältnisse im Davoser Hochtal. *Arch. Met. Geophy. Biokl. (B)* **12**: 337-349.
- Schultz, H.B., Akesson, N.B., Yates, W.E. (1961): The delayed "sea breeze" in the Sacramento valley and resulting favorable conditions for application of pesticides. *B.A.M.S.* **42**: 679-687.
- Shitara, H. (1963): Meso-climatic divide seen from the discontinuity of the weather. *Sci. Rep. Tohoku Univ. 7th Ser. (Geogr.)* (12): 21-34.
- (1964): Sea-breeze air-mass boundary in a coastal plain as an example of meso-climatic divide. *Sci. Rep. Tohoku Univ. 7th Ser. (Geogr.)* (13): 37-50.
- Simpson, J.E. (1964): Sea-breeze fronts in Hampshire. *Weather* **19**(7): 208-220.
- Sterten, A.K. (1961): Local meteorological investigations of mountain and valley wind system in south-eastern Norway. "Local and synoptic meteorological investigations of the mountain and valley wind system" Nowegian Defence Res. Establishment. *Fors. Forskningsinst.* 9¹-73.
- Takasaki, M. et al. (1964): Snow survey by means of aerial photographs. *Jour. Japan Soc. Photogrammetry Sp. Vol. (1)*: 43-47.
- Thyer, N., Buettner, K.J.K. (1962): On valley and mountain wind III. *Dept of Atmosph. Sci. Univ. Washington. Final Rep. AF Contr.* 19 (604)-7201.
- Turner, H. (1961): Jahresgang und biologische Wirkungen der Sonnen- und Himmelsstrahlung an der Waldgrenze der Ötztaler Alpen. *Wetter u. Leben* **13**: 93-113.
- Urfer-Henneberger, Ch. (1964): Wind- und Temperaturverhältnisse an ungestörten Schönwettertagen im Dischmatal bei Davos. *Mitt. d. schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen* **40**: 389-441.
- Uchijima, Z. (1961): On characteristics of heat balance of water layer under paddy plant cover. *Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. (Japan) Ser. A.* (8): 243-265.
- (1963): An investigation on annual variations in water temperature and heat balance items of shallow water. *Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. (Japan) Ser. A.* (10): 101-125.
- Vorontzov, P.A. (1960): *Aerologicheskikh issledovannia pogramichnogo sloia atmosfery*. Leningrad 451p.
- (1961): *Metody aerologicheskikh issledovanii pogramichnogo sloia atmosfery*. Leningrad 220 p.
- Wagner, R. (1963): Der Tagesgang der Lufttemperatur einer Doline im Bükk-Gebirge. *Acta Climatol.* **2-3**: 49-79.
- (1965): Lufttemperaturmessungen in einer Doline des Bükk-Gebirges. *Ang. Met.* **5**: 92-99.
- Watts, I.E.M. (1959): Horizontal distribution of rainfall over a small area in the tropics. *Proc. 9th Pacific Sci. Congr. Vol. 13, Met.* 99-104.
- Yoshino, M.M., Yoshino, M.T. (1963): *Lokalklima und Vegetation im Kirishima-Gebirge im südlichen Kyûshû, Japan*. *Erdkunde* **17**: 148-162.
- Yoshino, M.M. (1964): Some local characteristics of the winds as revealed by wind-shaped trees in the Rhône valley in Switzerland. *Erdkunde* **18**: 28-38.