谷風の範囲と谷風の局地的特性について*

吉 野 正 敏

(東京教育大学理学部 地理学教室)

The Extent and the Local Characteristics of the Valley Winds

M. YOSHINO

(Dept. of Geography, Tokyo Kyōiku Univ.)

1. ま え が き

谷風の局地的な状態と、農林業計画や、火災・大気汚染その他の災害対策とは、深い関係をもっている。最近谷風の構造については、気球やゾンデ、地上観測などによつて、詳しい調査が行なわれている。例えば、アメリカ合衆国のヴァーモント (DAVIDSON, RAO 1958), 同じくレイニア国立公園 (THYER, BUETTNER 1962) 南東ノールウェイ (STERTEN 1961), コーカサスのアゾウ谷 (VORONTZOV, SCHELKOVNIKOV 1956) などである。しかし、谷風の範囲、地域的特性の詳細については、研究されていない。

そこで今回は、(1) 谷風は谷の流路に沿つてどこが最も強いのか、(2) その強弱と微地形・小地形との関係はどうか、(3) 谷が直角にまがっているところでは、谷風はどう吹くのか、谷風は上流のどこまで達するか、(5) 谷壁斜面では風の状態はどうなっているのか、の諸点を明らかにする目的で、調査を行なつた。調査地域は、ヨーロッパのアルプス中で、谷風が最も明らかなスイスのローヌ谷で、偏形樹によつてその局地性を調査した。

2. スイスのローヌ谷における谷風に関するこれまでの研究

この地方の谷風は極めて明瞭で、しかも非常に強いから、“ヴァレの谷風”またはビース (la bise) と住民の間で呼ばれている。谷風についての科学的記述はすでに 18 世紀からあり、19 世紀後半には、モールロによる詳しい研究が発表され、ブエンジューによる植林に関してこの地方の風の記述もある。

今世紀になつて、気象学的に詳しい調査を行なつたのはビルヴィラーで、彼はローヌ谷の数地点で気圧やその他の気象要素の日変化を測定した (BILLWILLER 1914, 1915)。

一方、植物分布との関連における研究は詳細になつた。フリューは、スイスにおける局地風と植物の生活と

の関係を論じた中で、この谷風を扱い、彼は特に樹木の形態に及ぼす風の影響が大きいことを指摘した。すなわち、サクラ、ある種のリンゴ、ポプラ、ナシ、カラマツその他がいちじるしく偏形していることを述べ、その偏形している方向からスイスにおける谷の中の卓越風向の分布図を作つた (FRÜH 1902)。次いで、ガムスはこの地域の 1 部の植生調査において、やはり偏形樹を扱い、また、谷の中の諸種の気象現象や植物分布について、極めて詳しい報告書と植生図を刊行した (GAMS 1927)。その後でモノグラフィーには、かならずこの地域の谷風とそれに関連した植生や偏形樹の状態が記述されている (BROCKMANN-JEROSCH 1927, FRÜH 1930, CONRAD 1936)。また、スイスの気候法にもこの地方の風の状態が観測所の統計値によつて論じられている (MAURER et al. 1909)。ネーゲリもこの地方の防風林の研究において、この谷風について考察した (NÄGELE 1943)。

第 2 次大戦後、ボーイエはスイスのローヌ谷における種々の気候要素について、いくつも研究を発表した。彼は最近、この地域内の 2 測候所の風向・風速の日記記録を整理し、谷風についても記載した (BOUËT 1961)。

3. 調査地域の地形と風の概況

調査したローヌ谷は、フルカ峠 (2,431m)——サンゴッタルド峠の西方、直線距離で約 11km の位置——から南西に流れる。最上流部の集落はローヌ氷河の末端から約 2km 下流のグレッチ (1,762m) である。この北西側斜面にはグリムゼル峠 (2,164m) があり、北方からくるハスリ谷に連なる。位置の概観は図 3 の右下部に示した。

ローヌ谷は細かい屈曲を無視すれば、上流部では全体としてはヴィスプ (654m) まで南西方向に走り、次に、ロイク (633m) まで西方向に、次いでマルティニ (474m) までは、ふたたび南西方向に走る。ここで直角に方向を転じ、レマン湖岸まで北北西に向う。レマン湖岸で、海拔 390m である。

谷の横断面形は次の通りである。最上流部はメーレル(771m)まではほとんどV字谷をなし、谷底には平坦な部分が少ない。ここの少し下流のブリク(679m)付近から急に谷底の幅は広くなり、ロイクの東方まで続く。ロイクの南には大きな扇状地があり、流路は屈曲が多く、谷底の地形はやや複雑になっている。その西方の下流側にはモレーンの小丘がいくつかある。シェール(536m)付近から、マルティニまでは谷底の幅も広く、1.5~3.0kmあり、比較的単調に直線的に走る。マルティニから北北西にサンモーリスまでは、谷はやや狭くなり、谷底の幅は1.0~1.5kmとなる。サンモーリス付近で、谷はあたかもせきとめられたような地形になっている。ここを過ぎると、レマン湖岸まで谷底は広くなり、幅は3.0~6.0kmとなる。

谷の周囲の山々の頂は3,000~4,500mである。ブリクの北24kmにはユングフラウ(4,161m)、ロイクの南40kmにはマッターホルン(4,481m)がある。

この地域の風の状態として、最も重要なのは、いうまでもなく谷風である。一般にいう谷風とは、狭義の谷風——いわゆる山谷風の循環系のひとつ——と、谷に沿って上流に向って吹く風——一般風が地形によつて影響を受け、谷の方向に沿う風向となつたもの——の、両方を含めたものである。また、斜面上昇風とは、谷壁斜面を上る風で、谷の走向と直角の方向をとるものをさす。

さて、この谷風の日変化、および年変化を図1に示す。この図は、シェールにおける風速の日変化を、晴れ

表1 ローヌ谷の4地点における7月と年の風向頻度(%)

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	静穏
シオン (46°14'N, 7°21'E, 549m, 1909~1940)									
7月	2.5	7.0	2.6	0.7	0.8	20.7	16.3	3.0	39.4
年	2.5	8.1	3.6	0.9	1.3	13.1	11.1	2.8	48.1
モンターナ (46°19'N, 7°29'E, 1,453m, 1929~1940)									
7月	2.6	2.2	12.2	1.2	0.9	5.6	24.2	6.3	37.8
年	1.7	5.6	16.4	1.0	0.6	2.6	16.9	5.0	41.4
レッキンゲン (46°28'N, 8°14'E, 1,332m, 1901~29, 34~40)									
7月	3.2	7.5	1.9	3.3	1.8	4.9	3.2	8.7	58.5
年	2.8	5.2	1.3	2.3	1.2	3.5	2.4	8.0	63.9
サンゴッタルド (46°33'N, 8°34'E, 2,096m, 1903~1940)									
7月	44.6	5.6	1.4	9.7	9.3	0.3	0.1	1.2	20.8
年	38.4	4.3	0.8	12.3	13.4	0.3	0.1	1.6	20.2

た日だけについて月別に平均した統計値(BOUËT 1961)をもとにしてえがいたものである。この図からわかることは、(1)谷風は2月から11月まで明らかである。(2)極大は6, 7, 8月の16時前後に月平均で5m/s以上である。(3)3月から9月までの午後の3~6時間は、月平均で4m/s以上に達する。(4)極大の起時は、3~5月16~17時, 2月と6~10月は15~16時11, 12, 1月は14~15時である。

谷風の瞬間最大風速は3~9月の間10~11m/sである。この地方の重要な局地風としてはフェーンもある。確かに、谷風の平均風速や瞬間最大風速は、フェーンのそれらより1/2~1/4小さい。しかし、出現回数では、谷風の方が問題にならないほどである。

谷風は下流部から吹き始める。この時刻のずれに関する気候学的な統計値はまだない。

シオン、モンターナ、レッキンゲン、サンゴッタルドの風向頻度は表1の通りである。この表の値は、後で、谷の中の風の局地性を論じるときにより参考となる。

4. 観測方法

偏形樹の局地的分布状態によつて、風の局地性を知るという方法をとつた。この方法は、三沢勝衛によつて長野県とその近傍の調査にとり入れられた(三沢 1929)。その後たくさんの研究があり、戦後には、伊豆大島(矢沢 1951)、長野県赤穂扇状地(関口 1951)、四阿山・根子岳山頂付近(吉野 1960)その他の調査がある。外国においてはスイス各地(FRÜH 1902)に始まり、最近ではドイツのボンケルン地球(EISCHET 1955)や、イギリスのウェルズの西端デイル半島(OLIVER 1960)、フランスのローヌ谷下流地方(BARSCH 1963)などの調査がある。

このような方法が、風の小気候調査において、ひとつ

図1 シェールにおける晴天の日の風速日変化(風速はm/s)

の有力な方法であることは、すでにわが国では詳しく論じられている(矢沢 1953)。また、最近まとめられた小気候調査法に関するモノグラフィーの中でも、同様のことが指摘されている(KNOCH 1963)。

筆者は以前、偏形樹を3種に分類した(吉野 1961)。その後、世界各地の報告を集めてみて、4種に分類するのがよいようである(YOSHINO 1963)。この調査地域は、そのうち、次の型が現われる。

第1型：幹は垂直で、枝は風下側にまげられているようにみえるもの。成長期間の卓越風によるもの。針葉樹と、ある種のポプラの例がある。

第2型：幹は垂直で、枝は風下側だけにあり、風上側にはない。これは冬の氷雪や凍雨をとまなう卓越風的作用で生じたもの。針葉樹になる。

第3型 幹も枝も風下側にまげられたようにみえるもの。常緑広葉樹・落葉広葉樹・常緑針葉樹・落葉針

葉樹のいずれもがこの形になりうる。成長期間の風によるもの。卓越風が弱い場合には、梢の部分だけ幹と枝が風下にまがっている。

さて、上記の型に属する偏形樹を、図2に示めす測定基準によつて偏形度をきめた。方向はクリノメーターで測定した。1地点の値としては、付近に障害物がない広い場所で2~3本の樹を測定し、その平均をとつた。全部で172地点の値をえた。

測定した樹種はサクラ(*Prunus avium*)を選んだ。理由は、この地域の谷底において最も普遍的にあり、かつ、このサクラは風の影響が最も敏感なものである(WALTER 1951, WEISCHET 1951, 1953, 1955)からである。特に風向の局地的変化が大きい地域では、補助としてポプラ(*Populus alba*, *P. nigra* var. *italica*)、マツ(*Pinus silvestris*)を測定した。針葉樹では、カラマツ(*Larix decidua*)、トウヒ(*Picea excelsa*)などを

測定した。調査は1962年8月と1963年6月に行なつた。調査地点は主として谷底であるが、谷底と同時に谷壁斜面の状態も知るため、サクソン、シオン、シエール、ヴィスプ、ブリク付近の北西向斜面、モンターナ、オーバーヴァルト付近の南東向斜面の合計7カ所で谷壁斜面における垂直変化を調査した。なお、図2の基準は、WALTER (1951), WEISCHET (1953, 1955, 1963), 吉野 (1961), BARSCH (1963)の結果と、この地域の予備調査の結果によつて、定めたものである。

5. 結果

上記の方法によつて測定した結果を図3に示した。この図には、天気図における風向・風力の表現と同じように偏形樹から推定卓越風向と偏形度から推定した風の強さを記入した。

(A) 谷底における水平分布

レマン湖岸から、上流部のメーレルおよびダイシュ付近まで、谷風が卓越している。下流からその分布を記述すると以下の通りである。

谷風はレマン湖とアイグルの間でまず強くなる。次に、また弱くなり、モンテとサンモーリスの間で偏形度0となる。これはこの付近の谷の地形と関連あると考えられる。すなわち、

図2 サクラ(*Prunus avium*)、ポプラ(*Populus nigra* var. *italica*)、カラマツ(*Larix decidua*)、マツ(*Pinus silvestris*)の偏形度1~4の樹形

図3 スイスのローヌ谷における偏形樹より推定した風の局地性

サンモリスの北で、谷底の幅は極度にせばまり、あたかも谷をせきとめたようになっている。このため谷底における谷風が弱いのであろう。サンモリスからマルティニに向つてまた強くなり、特にドンナの南とマルティニの間で最強となる。谷底のうちでは、かならずしも谷底の中央部が強くはなく、川の流路に沿った部分が強。風向はレマン湖岸からマルティニまで NNW-NW である。

マルティニの北郊外で、風向は NW から WNW に転じ、北東郊外では WSW となる。マルティニの東方の北西向谷斜面下部では SW-SSW となり、反対側の南東向斜面下部のフリーの南西部と南部には風が非常に弱い地域がある。これは、レマン湖岸の方から来た NW の風が水平的に W→SW→S と方向を転じたもので、この気流の内側は風が弱く、いわゆる風影地域になっている。

マルティニからシェールまでの谷底では、谷壁斜面に近い部分を除いて WSW-SW である。サクソンを経てリッデまでが今回の調査地域では最も谷風が強い。次いでシオンまで幾分弱くなり、シオンの東では非常に弱くなる。さらにシェールの西方でまた強くなり、シェールとロイクの中間の扇状地付近でかなり強い。ロイクまで流路が東西性となるので風向は W となり、ヴィスプの東まで強い。谷底においてメーレルまで谷風は明瞭である。ダイシュ付近では、微地形的に風あたりがよい地点だけ谷風の影響がみられる。

ダイシュからレッキンゲンまでは風は非常に弱い。これは表1にあげたレッキンゲンにおける観測値でも確められる。この部分では谷風はもはや吹かないと言えよう。

上記のようなレマン湖岸からダイシュまでの谷風地域とダイシュからレッキンゲンまでの風の極めて弱い地域とに対し、反対の風向成分、すなわち、谷を降りてくる風向が卓越する地域が最上流部にある。すなわち、レッキンゲンから上流のオーバーシュテルンまでの谷底部の NE 風の地域と、オーバーヴァルト付近の南東向斜面の N-NNE の風の地域である。さらにグレッチの北の南向斜面でも NNW-N の卓越風向が認められる。

最上流部では、もはやサクラはなくなり、風向はカマツに特によく現われている。これらの偏形は上記の第1型に属するもので、成長期の卓越風によるものである。しかし、谷壁斜面の上部では第2型に属するマツ (*Pinus silvestris* の他に *P. cembra*)、トウヒ、モミなどが多い。したがって、この部分では、夏も冬も卓越風は北より強いことが推定できる。

この最上流部における谷を降る風向の卓越風は何であろうか。考えるものは、(1) 谷風の上層反流、(2) ローヌ氷河からの氷河風、(3) 上層の N または NW の風が吹き込んだもの、の3つである。しかし、ダイシュからレッキンゲンまでの間に風の弱い地域があるので、谷風の上層反流でないことは明らかであるし、また、ローヌ氷河の末端 (2268 m) からグレッチまでの間の谷底において偏形樹が認められず、先に述べた通りグレッチの北の斜面で N の卓越風向が認められることから氷河風でもない。すなわち、(3) の上層風が吹き込んだものであることが推論される。表1のサンゴツタルドで N 風の頻度が多い事実、またこの地域の上層 3,000 m では、WNW-NNW の風が卓越しており (WAGNER 1931), 60 ノットを越す強風は NW-NNW と W である (GE-

図4 ロース谷の縦断面に沿う谷壁斜面における風の局地的地域, I₁, II……については本文参照のこと

NSLER 1963) という事実から, この最上流部の風はグリムゼル峠を越して吹き込んだ風であると言えよう。

(B) ロース谷の谷壁斜面における垂直分布

谷壁斜面における垂直分布の観測値は7カ所においてえられた。その結果と, 上記にえた谷底における観測結果とを合わせて図4をえた。この図は次のようにして書いた。すなわち, 上記の谷底の観測値を2~3kmおきに平均した値を谷の縦断面図の上に書き, 同じく谷壁斜面における結果も同図上にそれぞれの位置にかき, 次にそれぞれの地域が以下のようにになるよう区分した。

地域I₁: 谷風が最も強い地域。偏形度またはそれ以上。

地域I₂: 谷風が強い地域。偏形度2。

地域II: 谷風は明らか。しかし, I₂より弱い。偏形度1。

地域III: 谷風と斜面上昇風とは同じくらいの強さだが, いずれも明瞭でない。偏形度0か, 微地形的に風あたりのよいところでは偏形度1。

地域IV: 域斜面上昇風が明瞭。この地域の特徴は後で述べる。

地域V: 風は弱い。偏形度は見られない。

地域VI₁: 上層の北よりの風の影響が強い地域。

地域VI₂: 上記の北よりの風の影響がやや現われている地域。

さて, 図4から判明したことは次の通りである。(1) マルティニ付近で谷風が最も強く, 斜面上でも高い高度にまで達する。特にこれは北西向斜面で明らかである。(2) 谷風が明らかな地域IIの高度は, マルティニからサクソンまでの間を除いて, ほぼ200~300mである。(3) 地域IIIと地域IVの境界は3カ所で定められたが, 谷底から600~700mの高度である。上層のN風の影響が認められるのは, 海拔1,350m以上の地域で, 1,400m以上の東または南東向斜面で特に強い。

(5) 谷の縦断面形の局所的状態との関係を見ると, サンモーリス, ロイク, プリクなどの傾斜の急変点の下流

部で谷風が弱まる。(6) 強いのは急変点の上流側で, ローシュ, ドレーナ, マルティニとサクソンの中間, ガンベルなどである。こういうところは, その付近の谷底の幅も広い。

次に, 地域IIIとIVについて述べておく。地域IIIは風が一般に弱く, 風あたりのよい地点だけ偏形樹になっており, その風向も地形に応じて変る。例えば, ヴィスプの近くの北向斜面では地点によってNNWとWNWの間を変化し, シオンの近くの北西向斜面ではWNWとWSWの間を変化する。また同じ地域IIIでも南東または南向斜面の方が, 北西または北向斜面より風が弱い。地域IVにおける斜面上昇風も同様の傾向がある。なお, 地域IIIと地域Vとの境界はどうなっているか不明であるし, 地域Vと地域VI₂との境界も, 今後の調査にまつところである。

6. 谷風の範囲と局地性に関する

二, 三の考察

ロース谷においては, 谷底における谷風の垂直構造はまだ観測されたことがない。オーストリアのイン谷においては, これまで何回も観測されている(EKHART 1931, HANN-SÜRING 1943)。これらの結果をまとめると, 谷風は午後の最盛期において, 周囲の山の尾根の高さとほぼ同高度かまたはそれよりわずかに高い高度までといわれている(DEFANT 1951)。アメリカのレイニア山のカーボン川の谷における最近の観測結果もこれを確めている。(THYER 1962, THYER・BUETTNER 1962)。もし, ロース谷においてもこのような状態であるとすれば, 谷底の上空において海拔2,000~2,500mの高度まで谷風が達しているはずである。この高度と図4の地域IIIとVIとの境界線とを比較すると, 谷壁斜面においては, 谷風の高度は非常に低く, 谷壁斜面においては海拔1,300~1,500mの高度から斜面上昇風が現われていることがわかる。

また、ロース谷において、谷壁斜面にかかる霧の層の下限高度は、夏には海拔 1,200~1,300m で、これは谷風の上限高度と対応すると指摘されている(GAMS 1927) この高度は図4の地域Ⅲと地域Ⅳとの境界線にはほぼ一致する。

谷風が谷底上において最大となる高度は、他の谷の観測例をまとめると谷底から 200~400m の高度である(CONRAD 1936, DEFANT 1951)。ロース谷においても、もしそうであるとするならば、図4の地域Ⅱの上限の高度は、谷風が最大になる高度と関係があるとみられ、ほぼ似かよった値である。また、ガムスはロース谷における植物分布を詳しく調査して、谷壁斜面において谷底から 80~120m の高度に乾燥した部分があることを発見した(GAMS 1927)。この事実はその後も確認された(BROCKMANN-JEROSCH 1929)。この乾燥帯は図4の地域Ⅰとはほぼ合致しており、風速の大きいことが、乾燥の原因のひとつと考えられる。

ロース谷と同じくらいの地形規模のコーカサスのアゾフ谷における観測結果(VORONTSOV・SCHELKOVNIKOV 1956)によると、谷風は谷底から 500m の高さまで達しており、その上空には上層風がはいり込んでいた。また、ドイツとオーストリア国境のアルゴイアルプスでは偏形樹に現われた上層の W-NW 風の影響は海拔 1,700m より上であつた(RUNGE 1959)。

谷底における局地的な風速の変化が、谷底における微地形と関係あることは、長野県菅平高原の小さいV字谷の中で観測した通りである(吉野 1958)。また、オーストリアのツィル谷でも偏形樹の分布から同じ結果が報告されている(RUNGE 1958)。ロース谷においても、谷底における風速の強弱は、谷底の幅と正の関係にあり、それはロース谷が深く刻まれたみごとなU字谷だからであろう。縦断面形との対応でいえば、わずかな傾斜の変わり目——横断面からみればここで谷底の幅が狭くなり、微地形的な凹凸がはげしい——の下流(風上)部で弱くなり、その上流(風下)部で強くなる。

上流部の谷底における谷風の限界は、ロース谷では、海拔約 1,000m であつた。他の谷における観測結果と比較すると、前記のツィル谷では海拔約 1,200m (RUNGE 1958)、オーストリアのエッツ谷では海拔 1,450m であつた。したがって、谷の地形規模の他の、谷の方向と上層風の卓越風向との関係などが複雑に関連し、谷風の上限高度を決定しているようである。

なお、日本においては、スイスのロース谷におけるような大規模な谷風地域は、これまで報告されていない。しかし、例えば伊那谷や北上川の谷などでは、かなり明

らかな谷風が発達していると考えられる。

7. あとがき

スイスのロース谷において、偏形樹の分布から、この地域の谷風の範囲と局地的特性について調査した結果を述べた。最も重要なことをまとめると

(1) レマン湖岸(390m)からダイシュ(1,000m)までの谷風地域、ダイシュからレッキンゲン(1,350m)付近までの風の弱い地域、レッキンゲンから上の最上流部の上層風の影響の強い地域、の3地域に大きく区分される。

(2) 局地性としては、マルティニ付近における谷風の転向と風影地域の出現、谷底における谷風の強弱と谷の縦断面形・横断面形との関係などが明らかになった。また、こういう谷風の上限高度は谷壁斜面上では谷底上よりかなり低く、谷壁斜面では斜面上昇風の成分が強い。

(3) 最後に、たのロース谷における結果を他の谷における結果と比較し、谷風の構造を考察した。

参 考 文 献

- 三沢勝衛 1929: ハガ岳火山山麓の景観型。地理評, 5, 814~817.
関口 武 1951: 柿の梢の偏向より判断した赤穂扇状地の初夏の卓越風。地理評, 24, 33~43.
矢沢大二 1951: 大島の気候景観の一例。地学雑誌, 60, 152~154.
矢沢大二 1953: “気候景観”(古今書院) 59~76.
吉野正敏 1958: 溪谷の風—谷間に形成される渦について, 農業気象, 13, 129~134.
吉野正敏 1960: 亜高山帯付近における風の気候景観とそれによる小気候調査。東京教育大学地理学研究報告, 4: 87~106.
吉野正敏 1961: “小気候”(地人書院) 193~197.
BARSCH, D. 1962: Wind, Baumform und Landschaft. Freiburger Geogr. Hefte 1: 21~180.
BILLWILLER, jun. R. (1914): Der Walliser Talwind. Ann. Schweiz. Met. Zentr. Anst. 50, 1913, 7: 1~13.
BILLWILLER, jun. R. (1915): Der Walliser Talwind und der tägliche Barometergang. Met. Zeitsch. 423~425.
BOUËT, M. (1961): Le vent eu Valais (Suisse). Mémoires de la Société vaudoise des sciences naturelles, 12, 277~352.
BROCKMANN-JEROSCH, H. (1929): Die Vegetation dea Schweiz. Beitr. z. geobot. Laudesaufuahme 12 (Vierte Lieferuug) 385~458.
CONRAD, V. (1936): Die klimatologischen Elemente und ihre Abhängigkeit von terrestrischen Einflüssen. “Handbuch der Klimatologie” Bd. I, Teil B, 237~247.
DAVIDSON, B., P. K. RAO (1958): Preliminary

- report on valley wind studies in Vermont, 1957. College Eng., New York Univ., Res. Div. Final Report AF Contract 19 (604) 1971, 1~54.
- DEFANT, F. (1951) : Local winds. "Conpedium of Meteorogy" 655~672.
- EKHART, E. (1931) : Zur Aerologie des Berg- und Talwindes. Beitr. Phys. fr. Atmos. 18, 1~26.
- FRÜH, J. (1902) : Die Abbildung der vorherrschenden Winde durch die Pflanzenwelt. Jarhesber. d. Geogr.-Ethnoga. Gessellschaft Zürich 1901/1902, 57~153.
- FRÜH, J. (1903) : Geographie der Schweiz. Bd. 1, 297~301.
- GAMS, H. (1927) : Von den Follatères zua Deut de Morcles. Beitr. z. geobot. Landesaufnahme 15, 1~760.
- GENSLER, G. A. (1963) : Die Stauktur der Höhenwindverteilung nördlich und südlich der Alpen. Geofisica e Meteorologica, 11, 97~99.
- HANN-SÜRING. (1943) : Lehrbuch der Meteorologie (Lieferung 6~8). 546~556.
- KNOCH, K. (1963) : Die Landesklimateaufnahme ; Wesen nnd Methodik. Ber. p. Deutch. Wetterdienstes. 85 : 1~64.
- MAURER, J., BILLWILLER, R. jr., HESS, C. (1909) "Klima der Schweiz" 1 : 1~217.
- NÄGELI, W. (1943) : Untersuchungen über die Windverhältnisse im Bereich von Windschutzstreifen. Mit. d. Schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen, 23, 221~276.
- OLIVER, J. (1960) : Wind and vegetation in the Dale Peninsula. Field Studies 1, 2 : 1~12.
- RUNGE, F. (1958) : Windgeformte Bäume den Tälern der Zillertaler Alpen. Met. Rdsch. 11, 28~30.
- RUNGE, F. (1959) : Windgeformte Bäume in den Tälern der Allgäuer Alpen. Met. Rdsch. 12, 98~99.
- STERTEN, A. K. (1961) : Local meteorological investigations of the mountain and valley wind system in south-eastern Norway. Norwegian Defence Research Establishment, Forsvarets Forsknings-institut 9~73.
- THYER, N. (1962) : Valley wind theory. Dept. Atmosph. Sci., Univ. Washington Final Report AF Contract 19(604)~7201, 107~199.
- THYER, N., K. J. K. BUETTNER. (1962) : On valley and mountain winds III. Dept. Atmosph. Sci., Univ. Washington Final Report AF Contract 19(604)~7201, 1~106.
- VORONTZOV, P. A., M. S. SCHELKOVNIKOV. (1956) : Opyt aerologicheskogo issledovaniia nizhnego sloia atmosfery v doline Azau. Trudy GGO, 63: 138~167.
- WAGNER, A. (1931) : Klimatologie der freien Atmosphäre. "Handbuch der Klimatologie" Bd. I, Teil F, 32~39.
- WALTER, H. (1951) : Einführung in die Phytologie. III. Grundlagen der Pflanzenverbreitung. 493~498.
- WEISCHET, W. (1951) : Die Baumneigung als Hilfsmittel zur geographischen Bestimmung der klimatischen Windverhältnisse. Erdkunde 5, 221~227.
- WEISCHET, W. (1953) : Zur systematischen Beobachtung von Baumkronendeformation mit klimatologischer Zielsetzung. Met. Rdsch. 6. 185~187.
- WEISCHET, W. (1955) : Die Geländeklimate der Niederrheinischen Bucht und ihrer Rahmenlandschaften. Münchner Geographischen Hefte, 8 : 1~169.
- WEISCHET, W. (1963) : Grundvoraussetzungen, Bestimmungsmerkmale und klimatologische Aussagemöglichkeit von Baumkronendeformationen. Freiburger Geogr. Hefte 1 : 5~19.
- YOSHINO, M. M. (1963) : A paper presented to the Committee on ecological climatology, International Society of Biometeorology, held in Pau, South France, Sept. 1963).

Summary

By observing wind-shaped trees as indicators for climatic wind conditions, the extent and the local characteristics of the valley winds in the Rhône valley in Switzerland were made clear. Valley winds were found from the shore line of Lake Léman (380 m. a. s. l.) to the upper course of the river near Mörel and Deisch (about 1,000 m. a. s. l.). The strongest winds are to be found especially north of Martigny (480 m. a. s. l.). Their horizontal distribution along the river course shows a close relation to the topographical conditions of the valley bottom : width of the valley bottom and topographical irregularity of the valley bottom such as fans and moraines. The region of calm was recognized between Deisch and Reckingen (1330 m. a. s. l.) and the northerly wind region in the uppermost part of the valley from Reckingen under the influence of upper winds. The vertical distribution on the valley slopes along the river was given on the illustration map divided into six regions by the wind conditions. Finally, the wind conditions in the Rhône valley were compared with those in other valleys and also with other meteorological and plant ecological phenomena in the Rhône valley.