

那岐山山頂における観測からみたおろし風 (広戸風) の発生条件

中 村 みゆき^{*1}・上 甲 実^{*1}・塚 本 修^{*2}・金 森 恒 雄^{*3}
 東 克 彦^{*3}・川 田 一 昭^{*3}・木 邨 弘^{*3}・亀 井 紀 男^{*4}
 鎌 田 忠 彦^{*4}・筆 保 弘 徳^{*5}

要 旨

岡山県勝田郡奈義町には標高1240 mの那岐山が聳え、台風などが那岐山よりも南側を通過する際に、那岐山の南麓に強い北寄りのおろし風が吹くことがある。

「岡山県における局地風研究グループ」は、1999年9月より那岐山山頂での観測を開始し、今日までに「那岐山からのおろし風」を2事例観測した。この2事例と台風が瀬戸内海付近を通過したにもかかわらずおろし風が吹かなかった1事例を比較して、気象条件を詳しく調査した。更に、過去において山頂での観測を行っていなかった期間に那岐山よりも南側を通過した台風など、36事例についても調査し、「那岐山からのおろし風」の発生条件をまとめた。

その結果、本研究では新たに、那岐山の麓におろし風が吹くためには山頂を越えるある程度の空気の量と上層の安定層の強度にある臨界値が必要だということと、おろし風発生時には風下側山麓の奈義で局所的に気圧が低下することがわかった。

1. はじめに

岡山県勝田郡奈義町には標高1240 mの那岐山が聳えている(第1図a)。那岐山の北側には1000 m級の山々が聳えてV字型の地形を成し、南側には緩やかな日本原高原が広がっている(第1図b)。那岐山付近の地形(南斜面の勾配1/4)は吉野(1986)が述べているおろし風が発生する地形の特徴をよく表し、台風や低気圧等が那岐山よりも南側を通過する際に、那岐山の南麓に「那岐山からのおろし風」が吹くことは昔からよく知られている。この那岐山からのおろし風は、台風や低気圧等に吹き込む北よりの風が千代川の流れるV字型の地形に入って南下すると那岐山の南麓一帯

に吹く、と言われている。おろし風の中でも特に暴風を伴い、麓一帯に被害を与えるような風は、一般に「広戸風」と呼ばれている。地元では昔から村ごとに「那岐おろし」・「まつぼり風」・「横仙風(よこぜかぜ)」・「北風」・「広戸風」・「ほところ風」などと呼ばれていた(大阪管区気象台、1956)。本論文では「那岐山からのおろし風」という表現に統一している。

また、那岐山の麓では過去に幾度となく、このおろし風による大きな被害が発生していて、1997年6月28日に台風8号が瀬戸内海を通過した際に、岡山では最大瞬間風速26.9 m/sであったが、台風中心からより離れている勝北町役場では48.0 m/s、奈義町役場で39.0 m/s、また、アメダス奈義で最大平均風速25 m/sを観測し(金森ほか、2000)、那岐山の麓の勝北町や奈義町ではおろし風によると思われる第2図のような被害が発生した。

この那岐山からのおろし風の構造を解明するために、これまでいくつかの調査が行われた。大阪管区

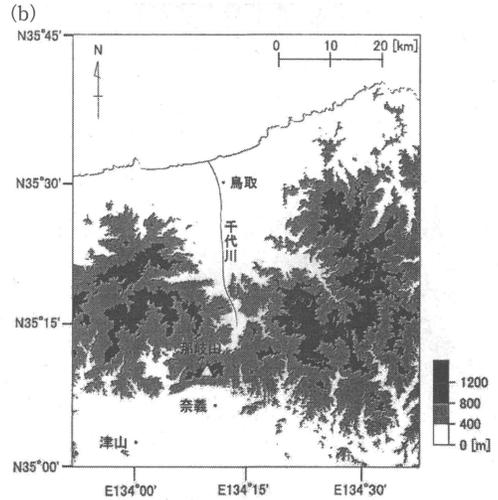
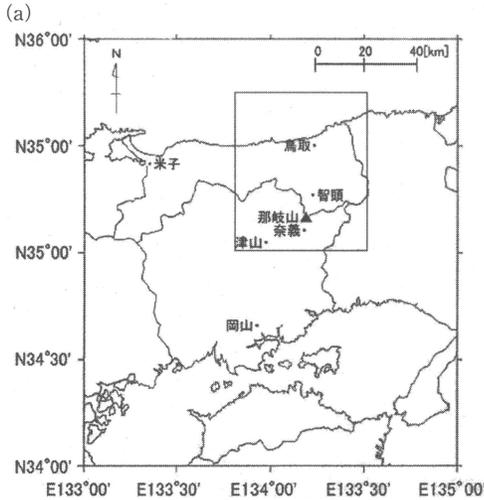
^{*1} 岡山大学大学院自然科学研究科。 ^{*2} 岡山大学理学部。

^{*3} 岡山地方気象台。 ^{*4} 日本気象協会関西支社。

^{*5} 京都大学防災研究所。

—2001年4月9日受領—

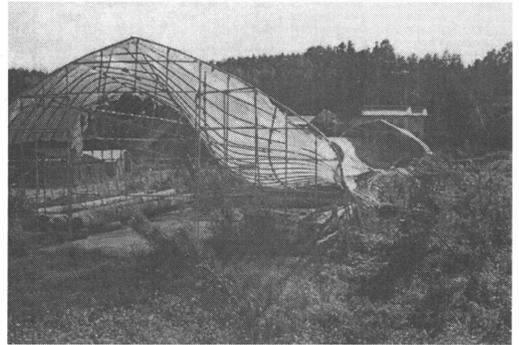
—2001年11月2日受理—



第1図 (a) 那岐山付近の地形図. (b) (a) で□で囲んだ部分の地形図.

気象台 (1956) によると、那岐山の麓一帯での観測や聞き取り調査、米子の高層観測、それ以前の調査結果等から、広戸風が発生するためには大気の状態が安定であって、上層（山の頂付近）の風速が地面近くの下層に比べて、著しく強く、かつその風向が北よりの風であることが必要で、上層風の風速の大小によって広戸風の被害域が南北に変化する、と述べられている。また、岡山地方気象台 (1967) は1967年8～10月の約3か月間、那岐山の山頂と山麓に風向風速計を設置して特別観測を行った。その結果、那岐山山頂と那岐山の麓の数か所との風の比較をし、強風が那岐山山頂を中心として弧を描きながら伝わっていく様子や、おろし風発生時に那岐山山頂の強風に対応して米子の高度1000 m程度の所に中心を持つ北東の強風帯が出現していることなどがわかった。佐橋 (1990) は1990年9月19日に台風19号が通過した際に吹いたと思われるおろし風の調査から、奈義町役場の気圧と風速の関係を示した。

しかし、山頂における観測データが不足しているために、おろし風の全容は依然として不明な点が多い。そこで、「岡山県における局地風研究グループ」(岡山大学、岡山地方気象台、日本気象協会関西支社)は、1999年9月より那岐山山頂で気象観測を行い、同年末までに那岐山からのおろし風を2回観測した。また台風が瀬戸内海付近を通過したがおろし風は観測されなかった事例がある。これらを比較しておろし風発生時の特徴などを調査した。そして、更に1990～2000年の間に那岐山よりも南側を台風等の低気圧が通過した計



第2図 1997年6月28日、台風8号が瀬戸内海付近を通過した際に吹いたと思われるおろし風によって、那岐山の麓の勝北町や奈義町で発生した被害状況。ビニールハウスが倒れた。

36事例を調査し、那岐山におろし風が発生する際の気象条件などをまとめた。本研究の解析には、那岐山山頂での独自の観測データ（以下、山頂と示す）の他に気象庁提供の米子の高層観測、鳥取・智頭・奈義・津山・岡山のアメダス（以下、鳥取・智頭・奈義・津山・岡山と示す）、更に奈義町役場（以下、役場と示す）の観測のデータを用いている。

本論文では、那岐山の南麓で発生した強風（那岐山の南麓約6.5 kmに位置するアメダス奈義で観測された風速10 m/s以上の風）の内、風上側の大気の状態が条件付き不安定で、山頂と奈義の温位がほぼ等しい値を示した風を「おろし風」と定義する。また山頂での観測が行われていない期間に、奈義で風速10 m/s以



第3図 那岐山山頂と避難小屋.

上の風が吹き、強風時に米子の高層観測で下層に北よりの風によって冷気が入り込み、上部に強い安定層が形成されていた9事例を、「おろし風と思われる風」として扱う。

2. 那岐山山頂での観測の概要

1999年9月より那岐山山頂で、風向風速・気温・湿度・気圧の観測を開始した（湿度・気圧は2000年6月より）。風向風速は10分平均値、気温・湿度・気圧は2分毎のデータを記録している。第3図のように観測機器は山頂よりも少し西に下がった避難小屋に設置し、風向風速計、温湿度計は小屋の煙突に、そして気圧計は小屋の床下に設置している。

3. おろし風発生時の特徴

3.1 解析事例

山頂での観測開始から今日までに、日本の南岸を通過した温帯低気圧による「那岐山からのおろし風」を2事例観測した。また、1999年9月、台風16号が瀬戸内海付近を通過した際におろし風が発生しそうな気圧配置になったにもかかわらず、おろし風は吹かなかった。ここで、本研究では

事例1：1999年11月15～16日

事例2：1999年10月27日

事例3：1999年9月15日（おろし風発生せず）

とし、これら3事例を比較検討した。更に、山頂での観測が行われていない期間に那岐山よりも南側を台風・熱帯低気圧・温帯低気圧が通過した計36事例を調査した結果も併せて、おろし風発生時の特徴等を示す。これら36事例の内、「おろし風と思われる風」が吹いた9事例と実際に観測したおろし風の事例1・事例2を第1表に示す。これら11事例全てで、奈義で風が強ま

第1表 調査事例の内、おろし風が発生した事例の一覧表。日時の後ろに何も記載していない事例は、日本の南岸を通過した温帯低気圧を示す。

1989年8月27日 台風17号	1990年9月19日 台風19号
1995年9月16日 台風12号	1997年6月28日 台風8号
1998年1月15日	1998年9月22日 台風7号
1999年3月15日	1999年3月19日
1999年10月27日(事例2)	1999年11月15日～16日(事例1)
2000年4月5日	

る直前に一時的に南よりの風が吹いていた。この南よりの風は、四国のやまじ風が発生する前に吹くと言われている「誘い風」(小倉, 1994)と同様、おろし風発生前におろし風とは逆の方向から吹く風だと考えられる。

3.2 気圧配置

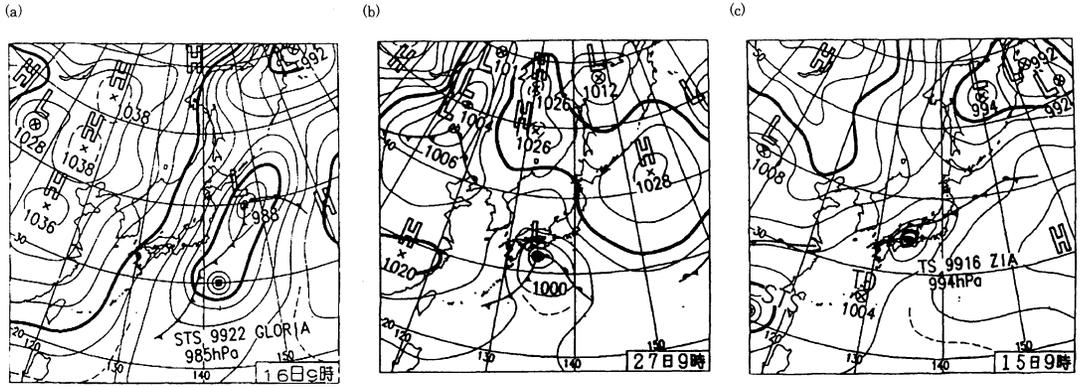
事例1, 事例2, 事例3における9時の地上天気図(気象庁「気象要覧」による)を第4図に示す。事例1, 事例2において、温帯低気圧が日本の南海上を通過し、中国大陸には高気圧があった。また、事例3においては台風16号が瀬戸内海付近を通過し、台風の北側には停滞前線が位置していた。いずれの事例においても那岐山を挟んで南北の気圧傾度が大きく、那岐山付近は北よりの風が吹き込みやすくなっていた。

3.3 風と気温の時系列

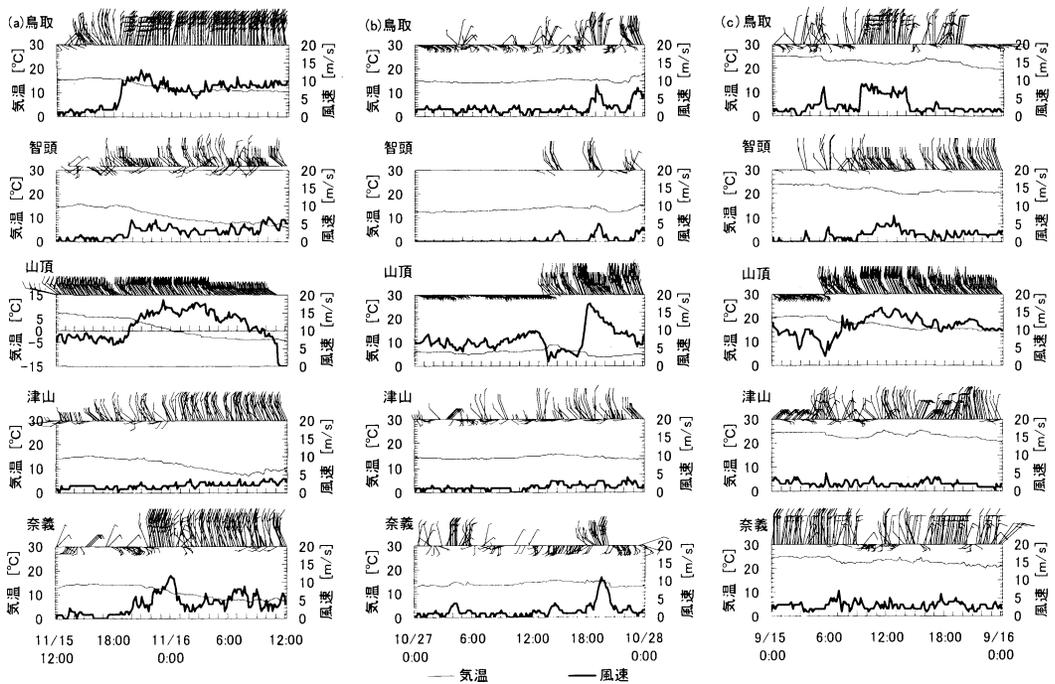
事例1, 事例2, 事例3における風と気温の時系列を第5図に示す。事例1では、18時過ぎから鳥取・智頭・山頂・奈義の順に北よりの風が強まり、気温もほぼ同時に低下し始めた。奈義では16日0時に最大風速12 m/sの風が吹き、奈義から約18 km西に位置する津山ではこの頃、2～3 m/sの風しか吹かなかった。事例2では、17時過ぎから山頂・鳥取・智頭・奈義の順に北よりの風が強まり、山頂だけほぼ同時に気温も低下した。奈義では27日19時30分に最大風速11 m/sの風が吹き、この頃津山では2～3 m/sの風しか吹かなかった。事例3では、5時頃から各地で一時的に風が強まり、ほぼ同時に気温も低下したが、その後風は弱まり、9～14時頃にかけて鳥取で北よりの風が強まった。しかし、奈義では風は強まらなかった。

3.4 温位の時系列

事例1, 事例2, 事例3において鳥取・智頭・山頂・奈義の温位を求め、温位の時系列を第6図に示す。事例1では15日20時30分～16日0時20分、事例2では27



第4図 各事例における9時の地上天気図（気象庁「気象要覧」より）。（a）事例1：1999年11月16日，（b）事例2：1999年10月27日，（c）事例3：1999年9月15日。



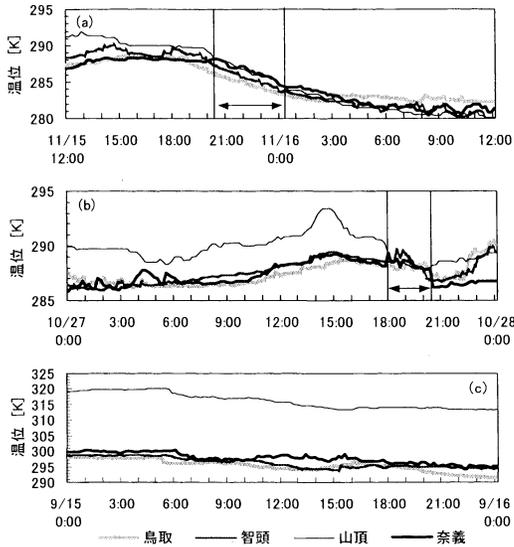
第5図 各事例における風と気温の時系列図。短い矢羽根は1 m/s，長い矢羽根は2 m/s，ペナントは10 m/sを示す。（a）事例1，（b）事例2，（c）事例3。

日18時～20時20分の間に、山頂と那岐山南麓の奈義で温位がほぼ同じ値を示した。この期間は第5図中に示した奈義での強風期間とよく対応しており、これは那岐山山頂の空気が温位を保存したまま乾燥断熱変化をしながら麓へ吹き降りてきたことを示す。また、事例3では、山頂と奈義の温位が大きく異なっていた。

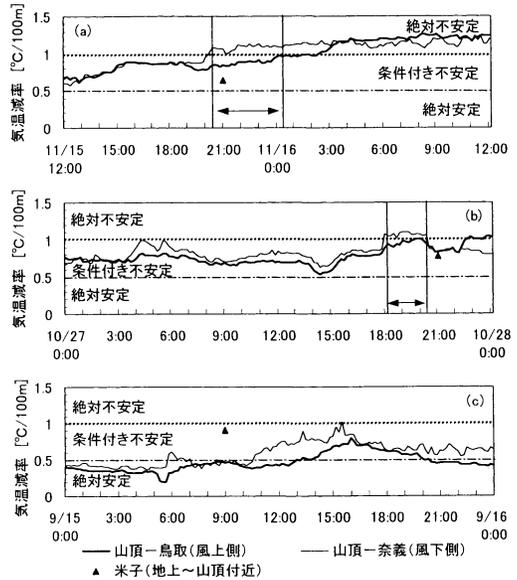
3.5 風上側と風下側の大気安定度

事例1，事例2，事例3において、鳥取・山頂・奈

義の水平距離を考えず（鳥取－山頂間は約38 km，山頂－奈義間は約6.5 km），山頂－鳥取，及び，山頂－奈義のそれぞれの気温差をそれぞれの高度差で割って気温減率を求めた。山頂－鳥取の気温減率は風上側の大気の安定度を，そして，山頂－奈義の気温減率は風下側の大気の安定度を示していると考えられ，各事例における気温減率の時系列を第7図に示す。また，米子の高層観測による地上～那岐山山頂付近（高度約1200 m



第6図 各事例における温位の時系列図。↔は山頂と奈義の温位がほぼ同じ値を示していた時間帯。(a)事例1、(b)事例2、(c)事例3。



第7図 各事例における気温減率と大気の状態の時系列図。↔は山頂と奈義の温位がほぼ同じ値を示していた時間帯。(a)事例1、(b)事例2、(c)事例3。

付近)の気温減率も示す。本研究では大気安定度を気温減率によって、絶対不安定・条件付き不安定・絶対安定の3つの区分で考えた。

事例1、事例2において、最初は風上側(山頂-鳥取)も風下側(山頂-奈義)も条件付き不安定を示している。山頂と奈義の温位がほぼ同じ値を示す頃、風上側は条件付き不安定の範囲にあり、風下側は乾燥断熱減率よりもやや大きく、絶対不安定を示した。また、山頂の温位と奈義の温位の差が大きくなり始めた頃、風上側の気温減率(Γ : $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$)は乾燥断熱減率にほぼ等しく($0.97 \leq \Gamma \leq 1$)、中立な状態に近づいた。

しかし、(事例3)では、鳥取で北よりの風が強まっていた15日9~13時頃、風上側は絶対安定を示していた。その後、風上側は条件付き不安定になったが、鳥取の風は既に弱まっていた。

そこで、3.3節・3.4節・本節とをまとめると、事例1、事例2では、日本海側から北よりの風が入り込み、風上側の大気の状態が条件付き不安定になると、風上側では北よりの風がV字型の地形に収束させられながら那岐山山頂まで強制的に押し上げられる状態になる。そして、那岐山の南麓に強風が吹き、強風発生時には山頂と奈義の温位がほぼ等しい値を示した。第1節で述べたように、那岐山の南麓で発生した強風の内、風上側の大気の状態が条件付き不安定で、山頂と奈義

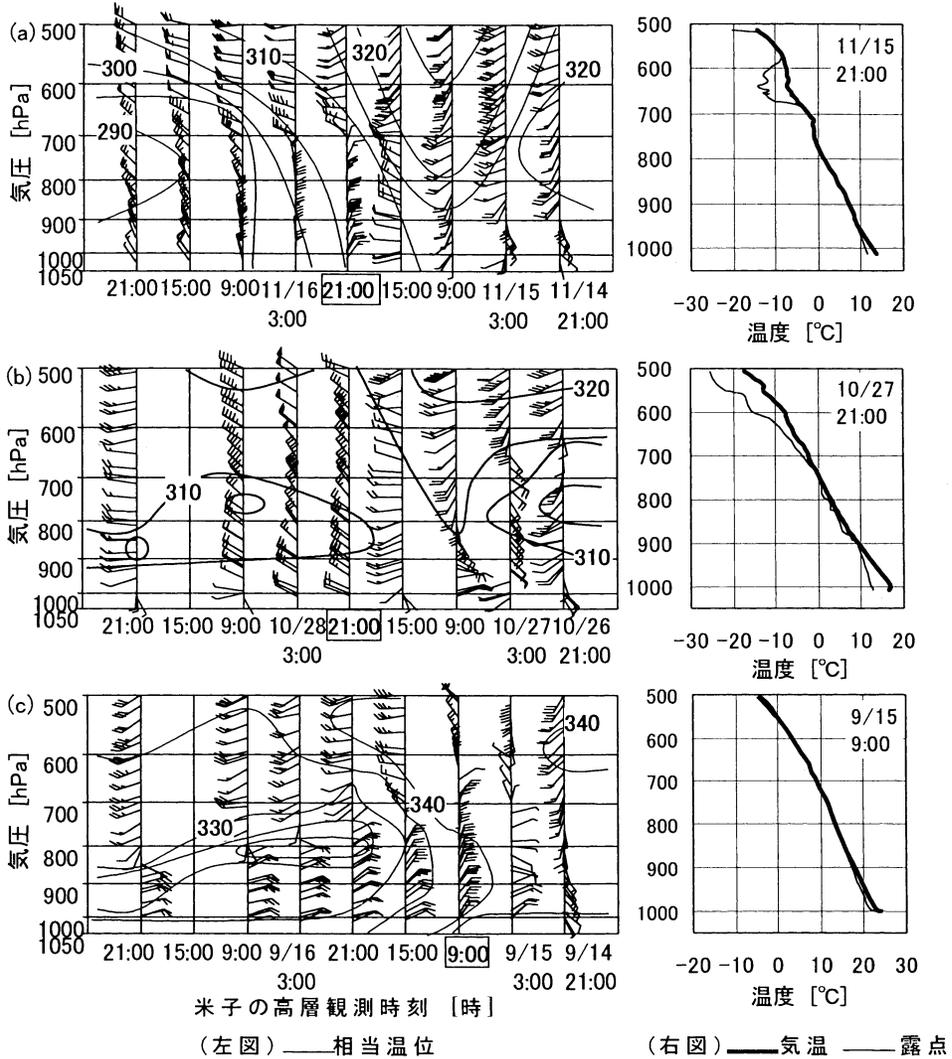
の温位がほぼ等しい値を示した風を「おろし風」として扱っている。しかし、事例3では風上側の大気の状態が絶対安定であったために、事例1、事例2のような条件付き不安定の場合と比べると北よりの風が山頂まで上昇しにくく、おろし風が吹かなかったので山頂と奈義の温位の値が大きく異なっていたと考えられる。

このように風上側の大気の状態や山頂と山麓の奈義との温位の対比からおろし風を確認できることは、山頂での気温観測が有効であったことを示す。

3.6 米子における高層観測

事例1、事例2、事例3における米子の高層観測から求められた相当温位と風の鉛直断面図を第8図に示す。事例1、事例2では那岐山の麓でおろし風が吹いた時間帯に最も近い米子の高層観測時刻を、また、事例3では鳥取で北よりの風が強まっていた時間帯に最も近い観測時刻を□で囲んでいる。それぞれの事例において、□で囲んだ観測時刻の米子の状態曲線を、相当温位と風の鉛直断面図の右側に示す。

事例1において、15日21時には地上から750 hPa付近までに北北東~北東の風によって冷氣(相当温位308 K)が入り込んだために、750 hPa~700 hPa付近に気温減率 $0.06^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ の強い安定層が形成され、その下

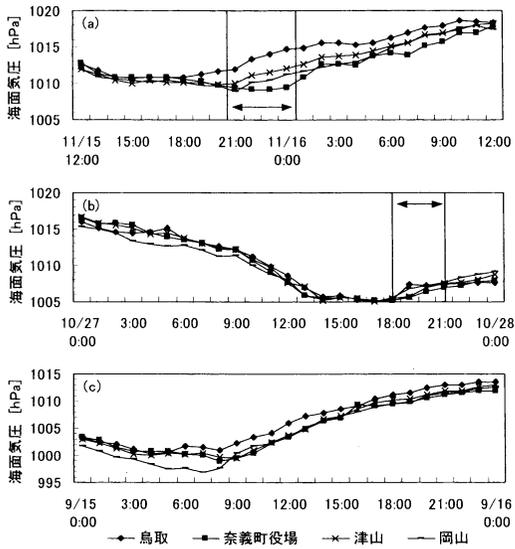


第8図 各事例における米子の高層観測に基づく(左)相当温位と風の鉛直断面図, (右)米子の状態曲線. 短い矢羽根は2.5 m/s, 長い矢羽根は5 m/s, ペナントは25 m/sを示す. (a) 事例1, (b) 事例2, (c) 事例3.

層は条件付き不安定になっていた. 事例2において, 27日21時には870 hPa~780 hPaにかけて北西の風によって冷気(相当温位310 K以下)が入り込んだために, 730 hPa~680 hPa付近に気温減率 $0.37^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ のやや強い安定層が形成され, その下層は条件付き不安定になっていた. 事例3において, 15日9時には地上付近から860 hPa付近までに北東の風によって冷気(相当温位342 K)が入り込んだために, 700 hPa~650 hPa付近に気温減率 $0.39^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ のやや強い安定層が形成され, その下層の大気の状態は条件付き不安定になったことは前2事例と同様であるが, 先の3.5節で

述べたように風上側(山頂-鳥取)の気温減率で見ると絶対安定な様子を示していたことが, 前2事例とは異なっていた. このことから, おろし風発生時における風上側での大気の安定度を調査するには米子の高層観測だけでは不十分なので, 山頂での気温観測が必要であると言える.

また, おろし風発生時には米子の高層観測で, 下層に北よりの風によって冷気が入り込んだために, 上部には強い安定層が形成されていたことがわかる. そこで, 山頂での観測が行われていない期間に那岐山よりも南側を通過した台風・熱帯低気圧・温帯低気圧, 計



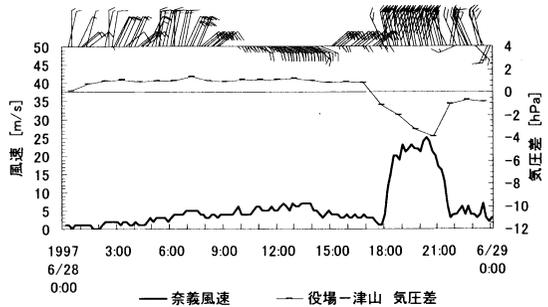
第9図 各事例における海面気圧。↔は山頂と奈義の温位がほぼ同じ値を示していた時間帯。(a) 事例1, (b) 事例2, (c) 事例3。

36事例の内、奈義で風速10 m/s以上の風が吹き、強風時に米子の高層観測で下層に北よりの風によって冷気が入り込み、上部に強い安定層が形成されていた9事例を、本研究では「おろし風と思われる風」として扱っている。事例1、事例2とこれら9事例の高層観測において、冷気は相当温位の値が鉛直方向にほぼ等しい冷氣層となって入り込んでいることが多く、また、冷氣層内の風のシアは小さく、それよりも上層の風との間でのシアは大きくなっていた。

3.7 気圧の局所的低下

事例1、事例2、事例3における鳥取・津山・岡山・役場の現地気圧から海面気圧に換算した値を第9図に示す。奈義町での気圧は、アメダス奈義から北へ約1.6 km離れたところに位置する奈義町役場の気圧を用いた。

事例1、事例2において、山頂と奈義の温位がほぼ同じ値を示す頃、つまり、おろし風が吹いていた頃、役場の気圧は西へ約18 km離れた津山と比較して低くなっており、役場—津山の最大気圧差は事例1では2.7 hPa、事例2では0.7 hPaだった。つまり、おろし風発生時に那岐山の麓の奈義で局所的に気圧が低下するということである。しかし、事例3でも15日10時には最大気圧差が0.7 hPaになったが、このときの大気の状態は風上側・風下側共に絶対安定であり、山頂と奈義

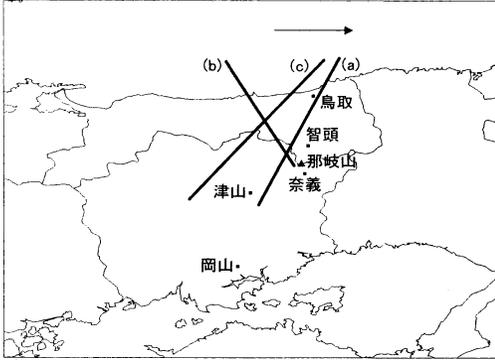


第10図 1997年6月28日における役場—津山の気圧差と奈義の風速。短い矢羽根は1 m/s、長い矢羽根は2 m/s、ペナントは10 m/sを示す。

の温位も大きく異なっていたため、おろし風に関連した現象ではないと考えられる。

おろし風と思われる風が発生した9事例でも同様の現象が現れており、各事例における役場—津山の最大気圧差は0.6~4.0 hPaだった。これら9事例と事例1・事例2を合わせた11事例の内8事例は、役場で最低気圧を観測した2~8時間後に役場—津山の気圧差が最大値を示した。第10図に1997年6月28日の役場—津山の気圧差と奈義の風速を示す。これを見ると、強風と気圧低下の対応が顕著に現れている。岡山地方気象台(1967)によると、鳥取—津山の気圧差と広島風の風速には正の相関があり、佐橋(1990)によると、1990年9月19日に台風19号が通過した際には台風が最も接近した時刻と奈義町役場の平均風速の最大値が現れた時刻はほぼ一致し、奈義町役場で最低気圧が観測された時刻と最大瞬間風速が観測された時刻はほぼ一致する、と述べられている。しかし、おろし風2事例とおろし風と思われる風9事例全てにおいて、奈義で観測されるおろし風の風速は役場—津山の気圧差とよく対応していることがわかった。おろし風が発生しなかった事例では、このような現象は見られなかった。

また、米国コロラド州ボルダーはロッキー山脈からの強いおろし風が吹くことで有名だが、Neiman *et al.* (1988)によると、ボルダーでおろし風が発生すると風速と気圧がともに変動し、おろし風発生時には気圧が低下すると述べられている。大阪管区気象台(1958)によれば愛媛県の「やまじ風」に伴って気圧の低下や振動が見られる、と記されておりボルダーの例と共通するところがある。また、横田・中島(1992)によると、「六甲おろし」に伴って台風中心からほぼ等距離に位置する神戸と洲本では、神戸の方が気圧が5.5 hPa



第11図 各事例における不連続線の位置。→は不連続線の進行方向。(a) 事例1：1999年11月15日18時，(b) 事例2：1999年10月27日17時，(c) 事例3：1999年9月15日5，9時。

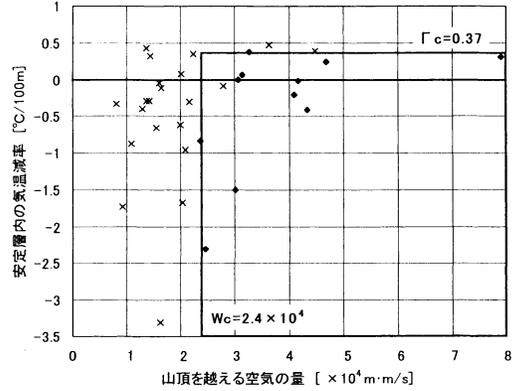
も低かったと述べられており，この局所的気圧低下はおろし風に共通のものとして興味深い。

3.8 不連続線

3.6節で述べたように事例1，事例2，事例3において，低気圧や台風に吹き込む北よりの風によって下層に冷気が入り込み，この冷気先端はアメダスの気温と風の分布図で見ると不連続線を形成していた。各事例における不連続線の様子を第11図に示す。不連続線が鳥取付近を通過した時刻は事例1では11月15日18時，事例3では9月15日5時と9時（9時については日本海側のみ通過），また，事例2で不連続線が那岐山山頂付近を通過したのは10月27日17時だった。これらの不連続線通過後，各地では風が強まり，気温もほぼ同時に低下したが，事例2では気温が低下したのは那岐山山頂のみだった。

そして，おろし風と思われる風9事例においても，冷気先端は不連続線を形成し，不連続線の通過後は各地で風が強まり，気温も低下したが，地上付近での気温の低下が見られない事例もあった。これらは寒冷前線性の不連続線である。9事例内の8事例と事例1・事例3は不連続線が北東～南西に傾いていたために鳥取・智頭・那岐山山頂・奈義の順に風が強まり，残り1事例と事例2は不連続線が北西～南東に傾いていたために那岐山山頂・奈義・鳥取，または，那岐山山頂・鳥取・奈義の順に風が強まった。

また，事例1，事例3とおろし風と思われる9事例において，不連続線通過後の鳥取の風向の約86%が360°～22.5°だった。つまり，不連続線の通過後，冷気



第12図 安定層内の気温減率と山頂を越える空気量。
 ● おろし風発生 × おろし風発生しない

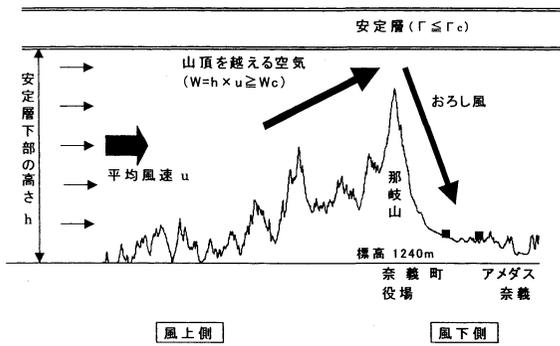
は那岐山の北側にあるV字型地形の谷筋（谷は風向にして315°～45°に開けている）に沿って入り込んでいることがわかる。

4. 山頂を越える空気量と上空の安定層

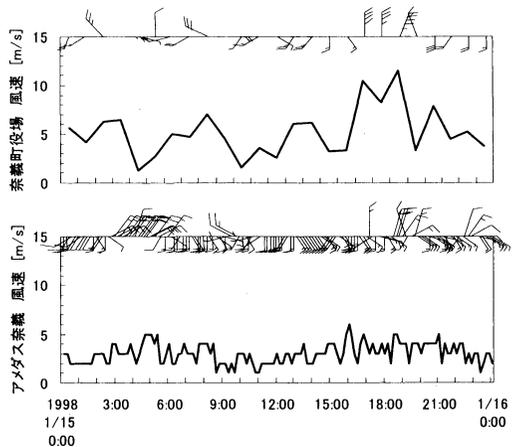
浅水流理論 (Saito, 1992) によると，フルード数 ($Fr = u / (gh)^{1/2}$) がある範囲の値 ($Fr < 1$) を取り，山の高さがある程度高いならば山の上の風速がかなり大きくなり，山麓でハイドロリックジャンプが発生する。ここで，事例1，事例2，事例3と過去に那岐山よりも南側を台風・熱帯低気圧・温帯低気圧が通過した計36事例の全てにおいて，上空の強い安定層内の気温減率と，安定層以下の平均風速との関係性を求めた。上空の強い安定層は，下層へ冷気が流入したために形成されたものである。おろし風が発生した事例ではおろし風が発生した時間帯に最も近い米子の高層観測のデータを用い，また，おろし風が発生しなかった事例では鳥取で風が強まった時間帯に最も近い高層観測のデータを用いた。そこで，おろし風が発生しているときには上空の安定層以下の平均風速が10.8 m/s以上であることがわかったが，これ以上の風速であってもおろし風が発生しなかったことがあった。

そこで，安定層以下の下層の平均風速の代わりに，次のような山頂を越える空気量 W を考える。山頂を越える空気量 (W) は，安定層下部の高さ (h) に安定層より下の平均風速 (u) をかけたものとして，次式のように定義する。

$$W = h \times u \quad (1)$$



第13図 山頂を越える空気と安定層の模式図.



第14図 1998年1月15日における奈義町役場とアメダス奈義の風. 短い矢羽根は1m/s, 長い矢羽根は2m/s, ペナントは10m/sを示す.

この山頂を越える空気の量と安定層内の気温減率との関係を第12図に示す. この図より, 那岐山の麓でおろし風が発生したときには, 安定層内の気温減率と山頂を越える空気の量との関係がある一定の条件 (空気の量 $W \geq 2.4 \times 10^4$ [m²/s], 気温減率 $\Gamma \leq 0.37$ [°C/100 m]) を満たしていることがわかる. つまり, おろし風が発生するためにはある程度の山頂を越える空気の量とその空気の向きを下向きに変化させる安定層が必要であると思われる. 安定層は山頂を越える空気に対して蓋の役割を持っている.

ここで, 山頂を越える空気と安定層との関係を表した模式図を第13図に示す.

また, 第12図において, おろし風発生域に×で示したおろし風が吹かなかった事例があるが, このときの鳥取の風向は292.5°~315°で, 冷気の流入する風向もおろし風発生時には重要な要素であることがわかる.

5. ハイドロリックジャンプの可能性

浅水流理論によると, おろし風が吹く際には山の上の風速が大きくなり, 風下側の山麓で気流が上へ跳ね上がるような現象, ハイドロリックジャンプが生じることがあると述べられている. 大阪管区气象台(1956)によると, 広戸風の気流は風下の地面へ吹き降りてから, 跳ね上がる気流である, と記されている. しかし, これは実際に観測されたものではなく, 一般的なおろし風のモデルとして述べられている.

第14図で, 1998年1月15日における奈義町役場とアメダス奈義の風を比較する. 奈義町役場の風は1時間値, アメダス奈義は10分値を用いた. 奈義町役場で北よりのやや強い風が吹いていた17時~19時頃, アメダス奈義ではほぼ南よりの風が吹いていた. アメダス奈義周辺の観測点では13時頃から北よりの風が吹いてい

たが, アメダス奈義だけ18時20分頃まで南よりの風が吹いていた. 奈義町役場はアメダス奈義より北へ約1.6 km離れたところにあるので (第13図), 奈義町役場とアメダス奈義の間で, 那岐山の麓に吹き降りた気流が上へ跳ね上がるような現象, つまりハイドロリックジャンプが起こっていたために奈義町役場では北よりの風が吹き, アメダス奈義では南よりの風が吹いたのではないかと考えられる. また, 3.7節で述べたように, 奈義町付近では局所的に気圧が低下している. 大阪管区气象台 (1956) によると広戸風に伴って山頂付近には「風枕」と呼ばれるロール雲ができ, 佐橋 (1988) によると山頂付近の「風枕」とは別にその風下側には山脈に平行なロール雲が発生すると述べられている. この後者のロール雲は Huschke (1959) による Foehn cloud に相当する雲だと考えられ, これらはハイドロリックジャンプに関連している可能性がある.

6. まとめ

那岐山のおろし風の発生条件を次のようにまとめた. まず, 実際に観測されたおろし風の事例解析から,

- 寒冷前線性の不連続線が通過した後, 下層に北よりの風 (多くの場合, 風向360°~22.5°) によって冷気が入り込むこと.
- 風上側が条件付き不安定になり, その上空には強い安定層が形成されること.

また, 実際に観測されたおろし風と過去の事例解析から求めた発生条件は,

- ・山頂を越える空気の量と冷気が入り込んだために形成される上空の強い安定層内の気温減率との関係がある一定の条件

(a) 空気の量 $W \geq 2.4 \times 10^4$ [m²/s]

(b) 気温減率 $\Gamma \leq 0.37$ [°C/100 m]

を満たすこと。

次に、おろし風発生時の特徴をまとめる。まず、実際に観測されたおろし風の事例解析から、

- ・山頂と奈義の温位がほぼ同じ値を示すこと。
- ・風上側の大気の状態が中立になるとおろし風は吹き止むこと。

また、実際に観測されたおろし風と過去の事例解析から得られた特徴は、

- ・中国大陸に高気圧があり、那岐山よりも南側を通過する台風などに北よりの風（風向360°~22.5°）が吹き込みやすい気圧配置になること。
- ・おろし風が発生する直前に奈義では南よりの風が吹くこと。
- ・おろし風発生時には、奈義で局所的に気圧が低下すること。

今後も那岐山山頂での観測を継続すると共に、おろし風発生時の那岐山の麓一帯での調査等を行い、那岐山のおろし風の全容を解明したい。

謝 辞

本研究にあたり、多くの方々からの御指導、御協力を頂戴致しました。長年広戸風の研究に御尽力され、広戸風について御教授頂いた岡山大学佐橋 謙名誉教授、岡山県勝田郡奈義町役場の観測資料を御提供頂いた奈義町役場の方々、及び岡山理科大学の山下研究室の方々、また、那岐山山頂での観測に御協力頂いた多

くの皆様に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。また、本論文中の改訂にあたり査読者及び編集委員より有益なコメントを頂きました。最後に、本研究を実施するにあたり、日本気象学会関西支部より研究グループ助成金を受けました。

参 考 文 献

- Huschke, R. E, 1959: Glossary of Meteorology, Amer. Meteor. Soc., 226pp.
- 金森恒雄, 坂本雅巳, 山本高男, 東 克彦 (岡山地方気象台), 2000: アメダス10分値データを使った広戸風の調査(その1), 平成11年度大阪管区府県気象研究会誌, 334-335.
- Neiman, P. J., R. M. Hardesty, M. A. Shapiro and R. E. Cupp, 1988: Doppler lidar observations of a downslope windstorm, Mon. Wea. Rev., 116, 2265-2275.
- 小倉義光, 1994: お天氣の科学—気象災害から身を守るために, 森北出版, 226pp.
- 岡山地方気象台, 1967: 広戸風の研究報告 (昭和42年実施の分), 13pp.
- 大阪管区気象台, 1956: 広戸風 総合調査報告, 57pp.
- 大阪管区気象台, 1958: やまじ風 総合調査報告, 57pp.
- 佐橋 謙, 1988: 広戸風 (岡山県の局地風) に伴うロール雲, 天気, 35, 497-499.
- 佐橋 謙, 1990: 1990年9月の台風19号による広戸風, 日本気象学会関西支部例会講演要旨集, (53), 22-23.
- Saito, K., 1992: Shallow water flow having a lee hydraulic jump over a mountain range in a channel of variable width, J. Meteor. Soc. Japan, 70, 775-782.
- 横田寛伸, 中島 肇, 1992: 六甲おろしに伴う風下側のロール雲, 天気, 39, 469-471.
- 吉野正敏, 1986: 新版 小気候, 地人書館, 298pp.

Experimental Study of the Downslope Wind (“Hiroto-Kaze”)
Occurrence at Mt. Nagi

Miyuki NAKAMURA*¹, Minoru JOKO*², Osamu TSUKAMOTO*³
Tsuneo KANAMORI*⁴, Katsuhiko AZUMA*⁴, Kazuaki KAWATA*⁴
Hiroshi KIMURA*⁴, Norio KAMEI*⁵, Tadahiko KAMATA*⁵
and Hironori FUDEYASU*⁶

*¹ (Corresponding author) Graduate School of Natural Science and Technology,
Okayama University, Okayama, 700-8530, Japan

E-mail : miyuki24@mx3.kct.ne.jp

*² Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University.

*³ Department of Earth Sciences, Okayama University.

*⁴ Okayama Meteorological Observatory.

*⁵ Japan Weather Association.

*⁶ Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University.

(Received 9 April 2001 ; Accepted 2 November 2001)

春季大会講演予稿集の申込みについて

2002年春季大会（さいたま）の予稿集（81号）の予
約希望者は下記を記入のうえ葉書またはFax. (E-
mailでも可)で学会事務局宛にお申し込み下さい。す
でに定期購読されている会員は不要です。

記

- 1) 氏名（会員番号がわかる場合は会員番号も）
- 2) 送付先または所属（会員番号を記入した場合は省
略してもよい）
- 3) 81号（春季大会予稿集）のみの場合：81号のみ。
81号以降定期購読の場合：81号以降定期と記して
ください。

〒100-0004 東京都千代田区大手町1-3-4 気象庁内

日本気象学会 事務局

Tel. : 03-3212-8341 内線2546

Fax. : 03-3216-4401

E-mail : jmetsoc@blue.ocn.ne.jp

注. *印刷部数が限られているので、購読希望の方は
定期購読をお勧めします。大会当日は売り切れ
となることがあります。

頒布価格（円）	個人会員	団体会員	会員外
81号のみ	2,420	2,630	2,630
定期購読	2,100	2,310	

予稿集の申込締切りは2002年4月22日（月）です。