

山地における自然景観変動要因としての低気圧の重要性

メタデータ	言語: jpn 出版者: 明治大学人文科学研究所 公開日: 2010-03-08 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 梅本, 亨 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10291/7030

山地における自然景観変動要因としての低気圧の重要性

梅 本 亨

Importance of atmospheric cyclones as an agent of natural landscape variability in mountain regions

UMEMOTO Tohru

The natural landscapes of Japanese mountains are very unique because they are controlled by the extraordinary strong winds and have much rain and snow. Japanese Islands are located in the northwestern part of the Pacific Ocean off the coast of the Siberian continent. This situation causes severe cold outbreaks with much snow in winter and tropical cyclone attacks in summer. In addition, the westerlies over this region may be strongest in the northern hemisphere and produces the most active area of extratropical cyclogenesis. Both cold outbreaks with snow and tropical cyclones exert much influence on the natural mountain landscapes (e.g., treeless thick shrub landscapes on the snowy flank of Japan Sea coastal mountains and so-called subtropical rain forests observed in some islands). But we have little information about extratropical cyclones passing through frequently. The purpose of the study is to find out some relationships between the atmospheric or climatic variability caused by extratropical cyclones and vegetation landscapes on mountains.

The author installed some thermometers and an anemometer with data-loggers in some places of mountains in order to obtain the precise variation of temperature and wind velocity. The thermistor sensors were set at 150cm above the surface within simple shelters, and the height of the anemometer was 550cm. In this study, the author uses data observed at the following three sites: (1) Mt. Amayobariyama, ca. 800m a.s.l. in the northern Honshu Island near Yamagata City, (2) Mt. Nishiyama, ca. 800m a.s.l., a conical mountain of the volcanic island of Hachijojima located in the Pacific Ocean about 300km south of Tokyo, and (3) Mt. Jonen, ca. 2500m a.s.l., in the northern Japan Alps in the central Honshu Island near Nagano City.

In Mt. Amayobariyama, there are some hollows maybe formed by a large slumping type of rockslide. In the hollows, we can observe strong temperature inversions caused by cold air ponds and see the vegetation of the colder environment. Surface temperature observations show that cold air ponds are never formed during passages of extratropical cyclones in the Sea of Japan and the difference of temperatures between the ridge and the hollow is minimized or vanished. A slight shift of the storm track may cause a totally different thermal conditions and

give some damage on the vegetation. On the other hand, a whole year around observation of the surface temperature inside the caldera of Nishiyama volcano of Hachijojima shows that the short-term variation of surface temperature is mostly controlled by the warm and cold advection closely related to extratropical cyclone passages. In Japan, tropical cyclones known as typhoons make strong surface winds considered to be the best agent affecting vegetation. Extratropical cyclones, however, also make such winds and moreover have much higher occurrence frequency. The observation of surface winds at the col of Mt. Jonen shows an extremely windy condition. For example, there were 9 times of strong wind events with 10-minutes mean wind speed of 20m/s or more during only two months (April to June, 1999). And all of these events were caused by the passage of extratropical cyclones.

《個人研究第2種》

山地における自然景観変動要因としての低気圧の重要性

梅 本 亨

1. はじめに

日本における山地地域の一般的な重要性は、古くは鉱産資源や林産資源の供給地であることなどにあったが、ここ百年ほどの間に大きな変化をみせている。例えば、20世紀後半には水資源開発の舞台となって多くのダムが建設されたが、最近では地方の伝統文化の歴史的涵養域としての価値やレクリエーション資源としての価値に代表されるように、地域社会を含んだ景観として保護すべき対象となった。また、炭酸ガス固定能力を持つ（山地の）森林は、わが国が保持すべきバイオマスとして再認識することも可能だが、その自然科学的な評価は曖昧模糊としている。

地理学は、このような山地の自然環境を研究対象として、地形・植生・気候という三つの観点から具体的にアプローチしてきた。いま、簡単のために山地の自然環境を総体的に〈山地の自然景観〉と捉えれば、それを構成するより具体的な下位の〈景観〉として、地形景観・植生景観・気候景観があることになる。しかし、それぞれの〈景観〉の変動に特有なタイムスケールは異なり、地形景観は地形自体の全般的な変化のスピードにより1000年、植生景観は植生すなわち植物群落の優占種たる樹木の寿命により100年が特性的な変動の時間尺度となる。

一方、気候景観は前二者とは性格が違い、1日あるいは1年をサイクルとするような大気現象とその影響自体が景観を直接構成する場合と、地形および植生を媒体として間接的に景観を構成する場合に分けて考えることが必要である。前者の例として、海陸風・山谷風といった局地循環系にともなう天気分布、冬季の積雪などがあげられよう。また後者の例としては、地形にロックされた風系による風食微地形、雪崩が地表を削って作るアバランチシュート、強風による倒木が原因とされる亜高山帯針葉樹林（オオシラビソ林）の縞枯れ現象などがある。これとは別に、気候自体の温暖化/寒冷化あるいは乾燥化/湿潤化は、その空間スケールがグローバルであれローカルであれ、地域の自然景観を構成する地形と植生に上記のタイムスケールで大きな変動をもたらすことが知られている。このように気候は、それ自体が景観を構成する要素でありながら、日本の山地の自然景観の変動を支配する時間空間的にフレキシブルな要因であるという特性をもっている。

本研究は、地形と植生が構成する山地の自然景観の変動特性を、実証的なデータの取得が技術的にもっとも困難な気候に注目してなるべく定量的に評価する試みである。具体的な目的は、多くの場合

山地における自然景観変動要因としての低気圧の重要性

は「部分的な破壊」という形態をとる急激な景観変化をもたらす温帯低気圧通過にともなう悪天候イベントの発生頻度を、山地における気象観測データの解析から把握することである。

2. データおよび方法

気象庁による富士山の有人気象観測の中止に象徴されるように、日本においても諸外国においても山地における気象観測を主体とする環境モニタリングは極めて手薄である。したがって、山地における自然景観の変化を研究するに足る質・量を備えた情報源としての官公庁等による継続的な観測は事実上行われていない。観測機器自体は、最近の技術革新により小型化・自動化がめざましく進行しているものの、データの品質管理上もっとも重要な設置場所の観測条件の維持にはかなりの困難がともなう（梅本1994, 2002）。本報告に使用するデータは、筆者が独自に観測を実施して得たものを基本とした。これに加えて、気象庁作成の各種気象資料を援用した。

本報告で扱う気温観測は、原則として樹木の幹の北側の地上150cm 高の位置に設置した自作の放射避け・雨除けのシェルター内に固定したサーミスタセンサーで行った。シェルターには複数の通風スリットがあるがファンによる強制通風は行っていない。したがって気象官署等が管理する標準的な気象観測による気温とは異なる「林内地上気温」である。気温データはコーナシステム社製のKADEC-U および同等の性能をもつ米国 Onset 社の HOBO Pro 8 で毎正時に記録したものである。また、風速はコーナシステム社の KADEC-KAZE システム（データロガーに米国 Young 社の風向風速計を接続したもの）を使用した。

気温データは、その時系列をグラフにプロットして、観測地点近傍の特徴のある自然景観を形成する要因となる大気現象の出現に関係する変動に注目して解析する。例えば次章冒頭に記す山地内の凹地に形成される冷気湖のような場合には、山頂部と凹地底付近に温度計を設置して、両者の日最低気温が夜間に出現するときの温度差をもって発現の指標とする。そして、冷気湖の発現を1日単位の時系列としてとらえ、気象庁の1日2回（9時と21時）のいわゆる「印刷天気図」を詳しく参照して低気圧通過との関連を検討する。風速データは、温帯低気圧通過にともなう山地の強風を把握するために解析する。一般に、熱帯低気圧（台風）の場合の強風が強く認識されているが、山地においては特に高空に突出する稜線部において、温帯低気圧通過時に著しい強風が吹くことが経験的に知られている。その強さはまさに「台風並み」であり、本報告で使用したデータを取った測器も強風のために大破して通年観測の目的を果たせなかった。

解析の手順は、まず東北地方の複雑地形からなる山地の稜線と中腹の凹地における気温の同時観測データから冷気湖形成に関する日本海低気圧の影響を詳しく検討し、ついで海洋島である八丈島の火山の山頂における気温データから、南岸低気圧によって海洋性気候の特性である小さな温度変化がどのように乱されているかを簡単に検討する。そして最後に、低気圧の特性の一つである強風が地表の景観に直接作用している北アルプスの常念岳付近の風速観測の結果を低気圧通過と対比する。

3. 気象観測データからみた環境変動イベントとしての低気圧通過

1) 東北地方の山地における観測

東北山地の奥羽山脈に位置する標高800mほどの山地斜面において、気温観測を実施した。およその観測位置は、山形県天童市の北緯38度21分、東経140度26分（世界測地系）付近で、山地斜面の大半は主にスギからなる人工林に覆われ、稜線付近を中心にミズナラを主体とする落葉広葉樹林（二次林と思われる）がみられる。設置場所は、稜線部として雨呼山山頂から北西に伸びるやせた尾根のミズナラの高木の樹幹、およびその西方の雨呼山中腹にある地滑り的な斜面崩壊地にある凹地のミズナラの樹幹である。

この凹地群は天童市では古くから風穴として知られ、「ジャガラモガラ」とよばれて県の天然記念物にも指定されている。大きな凹地にはヤナギランなどの比較的低温な場所に分布する「高山植物」が生育しているほか、浅い楕円状凹地の底の草地にはマトリクスを欠く角礫層が露出して「風穴口」となる部分も観察できる（写真1A）。これが、現在も「活動中」の風穴かどうかは明らかではない。活動中とは、夏季には斜面下部の風穴口から外気より低温な「冷気」を「噴出し」、逆に冬季には「暖気」を吹き出す風穴口が斜面上部に存在するというものである。なお、筆者がこの場所を訪れた1990年代前半の初夏から晩秋にかけての数回の観察では、風穴口からの気流の噴出は認められなかった。

この場所の地形は、典型的な「風穴地形」というよりは「凹地群」といった方がよく、典型的かつ効率の良い冷気湖の器である。ただし数十年前には凹地底の「風穴口」から夏季に霧とともに冷気を

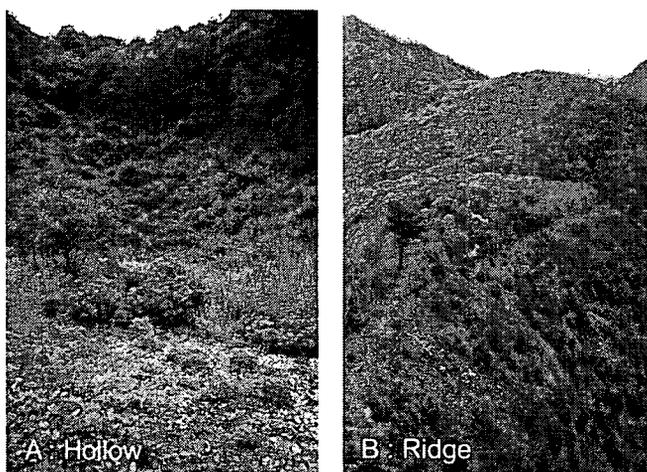


写真1 奥羽山脈雨呼山の観測サイト（筆者撮影）

A：凹地（1993年9月）手前のやや白っぽい部分は露出している角礫層，その奥の丈の高い草は開花中のヤナギラン，背景の稜線までの比高は50～100m。B：雨呼山の稜線（1992年11月）稜線の観測地点直下のやせた尾根から山形盆地方向を望む。写真Aの凹地は写真Bの前景の稜線を左に下った場所にある。尾根の右側斜面はスギの植林地だが生育状態は悪い。稜線から左側斜面には落葉広葉樹の二次林が広がる。

山地における自然景観変動要因としての低気圧の重要性

噴出していたとの情報もある（きちんとした聞き取り調査による情報ではなく、筆者の生家がここから数キロの場所にあることによる「知識」である）。いずれにせよ、かつては樹木も少なく、凹地も草地とはなっていなかったようである。その後、この付近は藪に覆われて人气が絶えたが、林道沿いに部分的に整備された。風穴循環は、斜面が植生に覆われると減衰することが想定され、天然記念物として保全するためには植生の除去などが効果的であるとの指摘もある（田中ほか 2004）。

図1は、雨呼山における1992年11月6日から11月21日の毎時の地上気温の時系列を、気象庁発行の印刷天気図（毎日2回）を参照してまとめた総観規模の気象状況とともに示したものである。おおむね15℃から-5℃の間でリズムカルな日周期変動をしている。点線で示した標高785mの地上気温と、実線で示した凹地内部（底部は立ち入り禁止のため縁辺部）の標高550mの地上気温は、晩秋の冷気湖形成を示す明瞭な変化を示している。

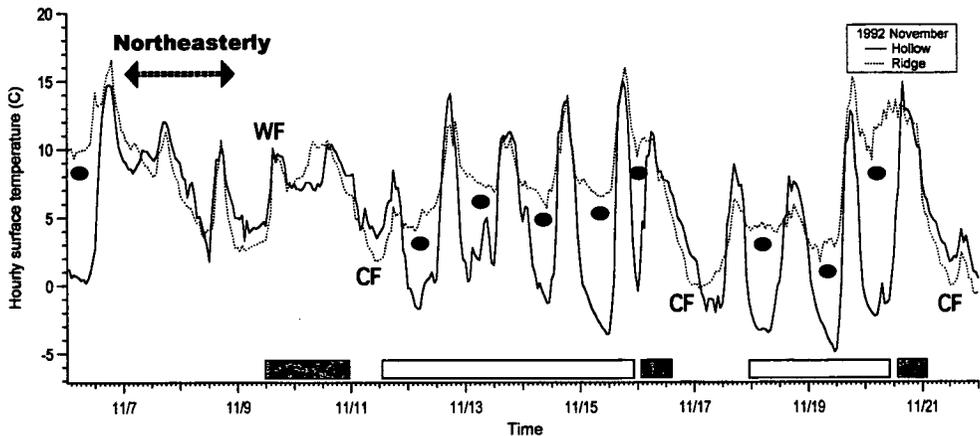


図1 奥羽山脈雨呼山の稜線と中腹西向き斜面の凹地における地上気温（1992年11月）

点線 (Ridge)：稜線（標高785m）の毎時地上気温，実線 (Hollow)：中腹凹地（標高550m）の毎時地上気温，黒丸 (●)：顕著な冷気湖の成立，WF：低気圧にともなう温暖前線の通過，CF：低気圧にともなう寒冷前線の通過，横軸上の黒帯：低気圧の通過期間，同じく白帯：移動性高気圧に覆われた期間，矢印：特殊な気圧配置によって強く冷涼な北東気流が卓越した期間（一般に曇天）

図中に黒丸で示した部分が、夜間に顕著な冷気湖が形成された日を表している。両地点の標高差である約200mは、標準的な自由大気（地表の影響をほとんど受けない）中では、平均的な気温減率により、たかだか2度程度であるが稜線の方が低温であることを示唆する。しかし、ここで観測したのは自由大気の気温ではなく、地上気温（日本では一般に地上150cmの気温を指す）を想定した林内気温であるため、関係は逆転し、標高の低い凹地で稜線より約10度も低い気温を記録している。後述のように、この特徴は暖候期のもので、その中心にあたる夏季にも共通する。

稜線付近は風も強く人工林には利用されないため、自然植生に近い樹林が部分的に成立しており、その主要樹種はミズナラである（写真1B）。この部分より標高の低い凹地付近も、地形的な冷気湖

(あるいは風穴の冷気) のために温度条件が悪く、土壤も貧弱なことから人工林とはなっておらず、ミズナラなどの樹木に縁取られた裸地混じりの草地となっている。この半自然景観の成立には、土壤を主とする土地条件に加えて、気温および地温からなる温度条件が大きく寄与していることが考えられる。図1の凹地の低温は、凹地の縁辺部の地上150cmで記録されたものである。よって、凹地の底部の地表面温度はさらに数度は低温であり、ミズナラ等の生長期間である9月から10月においても、かなり頻繁に降霜および地表付近の凍結をもたらすことが想像できる。気候的な生長期間中の土壤の凍結は、根からの水分の吸収を妨げるため、その樹木の定着の阻害要因となるのである。

このような冷気湖にとまなう低温の出現の総観気象学的な条件は明らかであり、静穏・晴天で水蒸気量の少ない気団に覆われることである。図1の横軸の上に白帯で示した部分は、大陸から東進してきて発達した移動性高気圧に覆われた期間を表している。また、冷気湖の形成が欠如するかあるいは非常に不明瞭な期間にはおおむね気圧の谷が通過しており、図中に黒帯で示した部分は天気図上に解析された温帯低気圧の通過を表している。黒帯期間の前後には、温暖前線および寒冷前線も東北地方を通過しており、おそらくは強風の悪天候となって地形条件・高度条件の差が消滅したことがわかる。

日本付近には主要な温帯低気圧の経路が3本あるが (Umemoto 1982)、東北地方の奥羽山脈においては、そのうちの1本である日本海コースの頻繁な低気圧発現が、小規模な地形にとまなう景観の温度的な形成要因の寄与程度のコントラストを小さくするように働くことが明らかである。

つぎに、この観測地点におけるもう少し長期の時系列を検討したい。図2に、1993年7月22日から9月19日までの毎時の地上気温を示した。この期間はいわゆる盛夏期だが、1993年夏の東北地方は

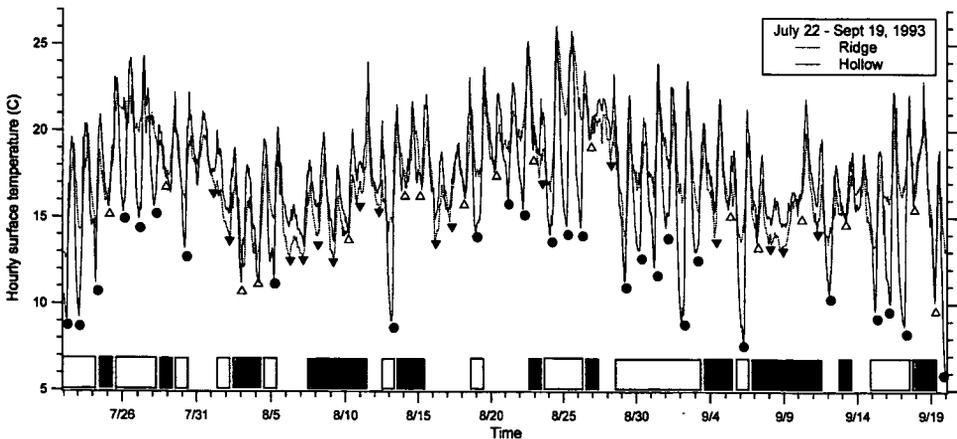


図2 奥羽山脈雨呼山の稜線と中腹西向き斜面の凹地における地上気温 (1993年7月～9月)

点線 (Ridge) : 稜線 (標高785m) の毎時地上気温, 実線 (Hollow) : 中腹凹地 (標高550m) の毎時地上気温, 黒丸 (●) : 顕著な冷気湖の成立, 黒三角 (▼) : 稜線の気温が凹地より明瞭に低い場合, 白三角 (△) : 両地点の気温がほぼ同じ場合, 横軸上の黒帯 : 低気圧の通過期間, 同じく白帯 : 移動性高気圧に覆われた期間。

山地における自然景観変動要因としての低気圧の重要性

天候不順で冷夏となった。温度計のシステムや設置場所は図1と同じである。また、図の表現方法も原則として図1と同様である。毎時気温の時系列は当然のことながら顕著な日変化を示しているが、同時に1ヶ月程度の周期をもつやや長期的変動も示している。

図2では、稜線の凹地の地上気温の日変化に関して3つの単純な類型を想定した。すなわち〔夜間の凹地の気温が稜線の気温より顕著に低い…記号●〕,〔夜間の稜線の気温が凹地の気温より顕著に低い…記号▼〕,〔稜線の気温と凹地の気温はほぼ同様に变化する…記号△〕である。前述のように、この場所の山地自然景観の特徴は、冷気湖の頻繁な形成にともなう凹地付近の植生景観の特殊性にある。よって、原則として日周期現象である冷気湖の発現状況に注目するわけである。まず、黒丸が示す顕著な冷気湖発現をみると、少数の例外はあるものの、高気圧に覆われた期間を示す横軸上の白帯によく対応していることがわかる。1日限りの単発的な発現はいわゆる移動性高気圧の通過に対応しているが、そもそも移動性高気圧に明確な実体はなく、二つの温帯低気圧の隙間にすぎない。7月26日、8月25日、8月30日、9月16日の前後にみられる連続の冷気湖発現は、単なる移動性高気圧の通過ではなく、帯状高気圧とよばれることもある東西方向に軸をもつ持続的な気圧の尾根に対応している。このような場合、低気圧の位置および移動経路は南北にシフトすることが多い。

図中に黒三角で示した気温プロットの極小は、標高の高い稜線の方が凹地よりも低温であるというノーマルな気温の鉛直構造を示唆するものである。発現タイミングは横軸上の黒帯で示した低気圧通過にほぼ対応しており、曇天（または雨天）で大気自体も湿っていて夜間の山地斜面の放射冷却による冷気の生産が少なく、凹地への冷気湖としての蓄積も起きなかったのであろう。黒帯と白帯の長さの合計を比べると、観測期間中では同じ程度であることがわかる。したがって、地形の凹部に冷気が蓄積して植生の生長を妨げてできるような特殊な植生景観に関しては、低気圧はその形成の阻害要因として働くことになる。日本を始めとする中緯度の山地斜面では、かなりの幅の高度帯にわたって均質な相観をもつ植生が広がることがよく観察される。これは、植生を構成する主要樹種の適応度・耐性度の幅と環境傾度および同種間（異株）・異種間競争などから説明されることが多いが（たとえばAustin 2005など）、本報告では、中緯度温帯の山地斜面（特に「中腹」）においては、植生の生長期間における頻繁な温帯低気圧の通過が、特に温度環境に関する局地性を小さくし、さらに降水過程にともなう潜熱の解放により中腹—稜線間の温度勾配も小さくしていること、すなわち環境傾度の緩和が起きていることの重要性を指摘しておく。

白三角のマークは、稜線と凹地の気温が標高差をキャンセルしてほぼ同じ推移となる事例を示している。その発現タイミングには、低気圧通過の前後となる傾向がみられる。この特徴は図1の前線通過時の温度変化にも現れており、前線通過時の強風をともなう悪天候に対応しているものと思われる。このような強風の気流中に含まれる乱れ（あるいは「渦」）のサイズが大きく、自由大気中の高度差に対応する温度差が地上気温に反映されないためである。現象自体としては上記の温帯低気圧の通過に付属するものと考えてよさそうである。

2) 伊豆諸島の八丈島における観測

前節では日本列島付近を通過する温帯低気圧のうち、主として日本海低気圧が天気変化に与える影響を強く反映する東北地方の山地についてみてきた。ここでは、もう一つの主要な温帯低気圧の経路である太平洋沿岸のいわゆる南岸低気圧に注目すると同時に、島国である日本における海洋性気候の側面にも注意を払いたい。このような観点から調査対象地域を探すと、九州から関東にかけての沿岸部が、特に南岸低気圧の影響を強く受けるという点で候補にあがる。しかし、温帯低気圧はそもそも海岸近傍の海洋上を移動しやすく、低気圧を構成する前線システムの影響を見積もるには、本土の山地よりも突出した孤立峰をもつ島の方が適している。そこで、標高約800mの円錐形の火山をもつ伊豆諸島の八丈島における気温観測データの検討をおこなうこととする。

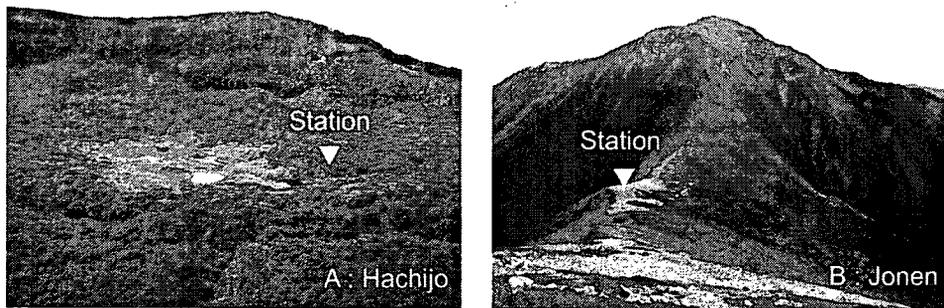


写真2 伊豆八丈島および北アルプス常念岳の観測サイト（筆者撮影）

A：八丈富士（西山）山頂カルデラ内（1991年9月）スカイラインがカルデラ壁で外側は風衝草原、直下に深い噴火口があり、その手前の樹高4m程度の樹林帯内部に温度計を設置した。中央の白い部分は池。B：常念岳乗越（1997年9月）横通岳から正面に常念岳を望む。コルに「常念小屋」があり、経営者のご協力によってアンテナ塔に風速計を設置。コル付近は風衝砂礫地となっている。

山頂付近のカルデラの外側は、強風により乾燥するため風衝草原となっているが、内部はカルデラ壁に守られて風が弱く、突出部のイヌツゲ（ハチジョウイヌツゲ）などの風衝低木林から溶岩が形成したリング状の凹地または谷地形には高木からなる雲霧林に類似した植生景観が成立している（写真2A）。カルデラ内のリング状の凹地に囲まれて「中央火口丘」とよばれる溶岩からなる相対的な高まりがあり、その上には小さな池が点在する。池の周囲にはミズゴケが生育しており、多量の降水と比較的冷涼な温度条件を想定させる湿原的な植生景観となっている。さらに、池やイヌツゲの風衝低木林の周囲に分布する高木は、ある程度の高さで折り取られたような樹形となり、台風通過時の強風被害であることが確実である。この高木の樹幹を利用して地上150cmの高さに温度計を設置した。

中緯度山地の自然景観の特徴の一つは、非常に狭い領域で大きな差がでることである。その原因は斜面方位による日照条件の差（植物の光合成に必須の太陽放射量の差および気温差）、そして風当たりの差（強風による風衝斜面の植物には乾燥害が発生しやすい）である。後述の北アルプスなどの特殊な多雪環境では、風による雪の吹き溜まりの形成が植生景観に大きな影響を与えるが、八丈島では

山地における自然景観変動要因としての低気圧の重要性

これを考慮する必要はない。外輪山のカルデラ壁の外側と内側では、障害物のない太平洋上を吹走してきた強い気流の乾燥効果が顕著であり、大きな景観の差をみせている。

図3（上段）は1994年から1996年にかけて筆者が実施した八丈富士（西山）の山頂から中腹にかけての地上気温観測から、山頂の巨大な凹地であるカルデラ内部の自然林の1995年の通年毎時気温データを抜粋したものである。5度程度の振幅で大きな変動を繰り返しているが、日変化の他に数日間の周期的な変動もめだつ。冬季は0℃を下回ることが多く、冬の東京都心部よりは低温であり、降雪もそれほどまれではない。一方、夏季には変動の振幅が小さくなり、特に梅雨期には一見して変動の小さな部分が認められる。

通年データのうち、南岸低気圧の通過が頻繁な2月と梅雨期の7月を拡大表示して日変化が確認できるようにしたのが図3の下2段のグラフである。2月は数日間の周期的な変動が顕著だが、注意深くみるとスパイク状の昇温が明瞭なわりにはその逆の降温がめだたない（図1の鋸歯状の変化を参照）。これは、冬季が強風のシーズンにあたっており、晴天夜間の放射冷却にとまなう冷気の蓄積が阻害されるからであると解釈できる。観測地点の近傍にある噴火口は100m近い深さがあり、地形としては冷氣湖に最適である。しかし、火口底は樹林帯となっておりヤマグルマの驚くほどの巨木が遠望できる（降りられず確認できなかった）。冷氣湖の「器」はあっても、そこに溜まるほどの冷気が斜面で生産されないらしい。

7月は全体として日変化さえ不明瞭な期間が長い。特に7月1日からの約2週間は、気温はほぼ

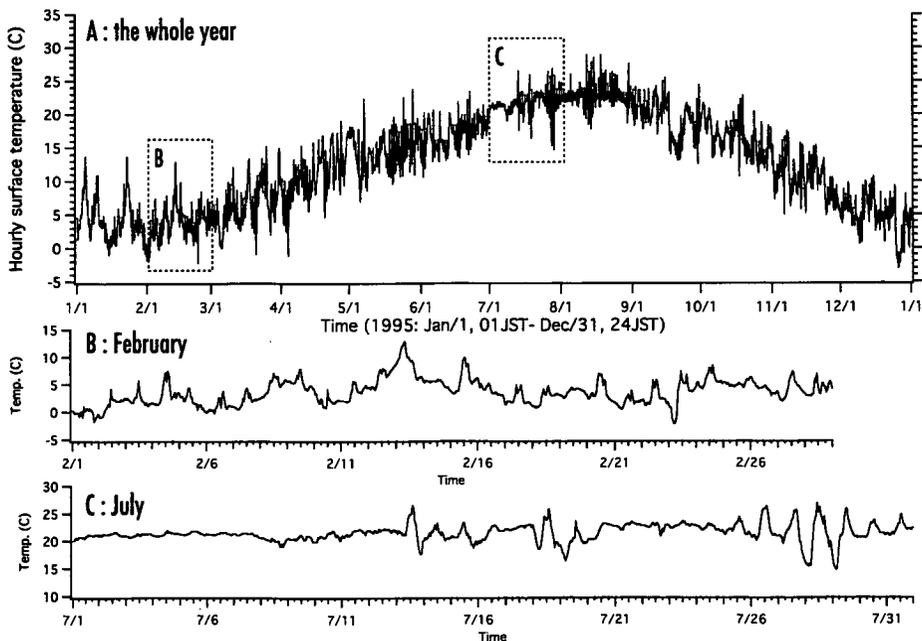


図3 八丈島の八丈富士（西山）山頂カルデラ内標高825m 地点の毎時地上気温（1995年）

A：通年の毎時地上気温時系列， B：2月を拡大表示したもの， C：7月を拡大表示したもの

20℃を保ったままほとんど変化していない。この間、山頂部は厚い層雲の中に入っていたものと想像しているが、この点に関しては今後の課題としたい。以上のように顕著な海洋性気候下のため気温の変化が小さいとはいえ、晴天時には明瞭な日変化があって低気圧通過時の気温変化が判定しにくい。そこで図4に、毎時の値とともに荷重をつけた25点移動平均によって日変化の凹凸を平滑化したグラフを示した。

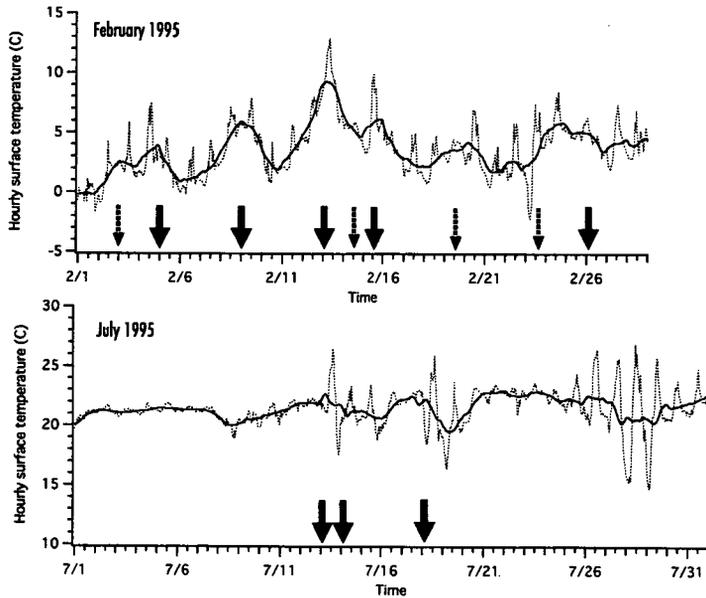


図4 八丈富士山頂における1995年2月と7月の地上気温および低気圧の通過時期

点線：毎時の地上気温時系列，実線：日変化を除去するために前後それぞれ12時間の値の平均値（2個）と当該値（1個）の計3個の値の平均によって平滑化したもの。黒の太い矢印は主要な低気圧の東経140度の子午線の通過タイミングを1日2回（9時と21時）の天気図で確認したもの。また、破線の細い矢印は小規模な低気圧や、八丈島のかなり南方を低気圧中心が通過した場合を示す。

図には低気圧通過のタイミングを1日2回の天気図によってはかり、矢印で併記してある。頻繁に南岸低気圧が通過する2月をみると（上段）、28日間に顕著な低気圧は5回、小低気圧やはるか南方だが八丈島付近の天気変化に影響を与えていると思われるもの4回の通過があった。およそ3日に1回の通過と見積もることができる。気温変化の傾向は明らかで、低気圧通過前には前面の暖気移流によって5度程度の昇温があり、通過直後に寒気移流により同程度の降温がある。なお、低気圧通過後の冬型気圧配置時には、伊豆半島付近から伸びる帯状雲がかかって降水をもたらすことが多く、東京のように晴天となるわけではない（梅本 2004）。

一方、梅雨期である7月は時間値を平滑化する必要がないほどフラットな変化をする期間が長いものの、日変化が顕著な中旬と下旬後半をみると、平滑値によって南岸低気圧通過による影響の強さが

山地における自然景観変動要因としての低気圧の重要性

確認できる。すなわち低気圧が通過した中旬には、特に通過後の寒気移流によって3～5度の全体的な降温が認められる。下旬後半の大きな日変化が認められる期間は、梅雨明け後の高気圧による全般的な晴天によるもので、日中午後には山頂部に雲が発生して最高気温が頭打ちになり、夜間は晴天で乾燥した上空の大气によって効率よく地表からの赤外放射が進んで冷却し、全体としても2度ほどの降温となったものと思われる。

以上のように八丈島の西山山頂においては、南岸低気圧の通過によって短期の気温変動が支配されており、それはもっとも気温変化がめだたなくなる梅雨期においてさえ散発的に大きな変動をもたらすことが確認できた。

3) 北アルプス常念岳における風の観測

ここまでは、山地の自然景観の特に植生に重点を置いて、その生長の支配的な要因の1つである気温に注目してした。最後に、簡単に風について検討を加えることにする。写真2Bに、標高約2500mの峠である北アルプスの常念乗越を示したが、常念岳山頂部とともに植生が貧弱で裸地が広がっている様子が確認できる。これはいうまでもなく強風と低温による景観である。植被を欠く地表は、特に乾燥すると風食を受けやすく、風が地形形成の営力として重要となる。

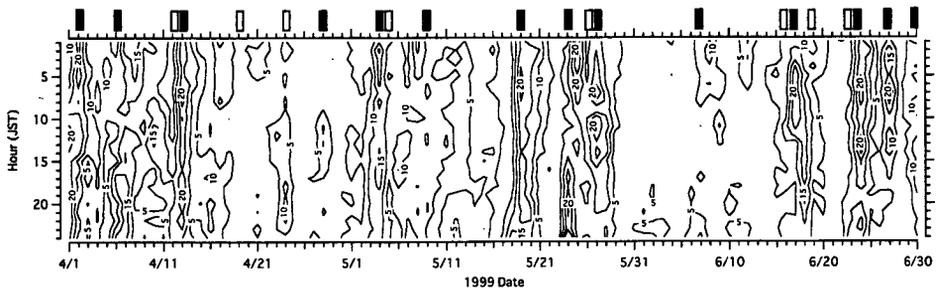


図5 北アルプス常念乗越における毎正時10分間平均風速 (m/s) のアイソプレス

縦軸：時刻 (JST)，横軸：日付 (1999年4月1日～6月30日)，等風速線の間隔は5 m/s，黒い四角：日本海低気圧の通過，白い四角：南岸低気圧の通過，設置場所の標高は約2465m，風速計の設置高度は地上5.5m。

図5は、常念乗越に設置して約1年間ほど機能した風向風速計の10分間スカラー平均風速を示したものである。上部欄外に示した黒帯と白帯は、それぞれ日本海低気圧と南岸低気圧が中部日本の経度帯を通過したタイミングを示している。南岸低気圧にはほとんど反応しないこともあるが、温帯低気圧の通過時には、平均風速で20m/sを上回る値が珍しくない。つまり、温帯低気圧が通過するたびに強力な台風の直撃と比較しても遜色のない強風が観測されているのである。

景観の変動要因としては、日本では台風が注目されることが多いようである。台風の直接の影響が山地景観におよぶのは基本的に暖候期であろう。よって降水は原則として雨となる。一方、温帯低気

庄は1年を通して頻繁に強風をもたらし、降水も寒候期には雪となる。このことを指摘するだけでも、温帯低気圧の通過にともなう山地の気象要素の変動を観測する必要性が改めて認識される。

4. まとめ

中緯度温帯に属する日本の山地において、主として地形と植生が相互に関連して形づくる自然景観の変動要因として、頻繁に通過して悪天候をもたらす温帯低気圧に注目した。温帯低気圧は山地においては平野部よりはるかに大きな気温の昇降や強風をもたらすことが想像されている。しかし、山地の気象観測は事実上おこなわれておらず、温帯低気圧通過にともなう実態はよくわかっていない。本研究では、筆者がこれまでに実施してきたいくつかの山地における気温および風の観測データに含まれる変動を、温帯低気圧の通過時期と詳細に対比した結果、山地の自然景観を維持・形成してきた大気現象の出現状況を、温帯低気圧が大局的には支配していることがほぼ明らかとなった。

奥羽山脈の凹地における冷気湖の出現は低気圧通過により阻害され、平滑な山地斜面で景観分布の均質性が著しく高いことへの説明となること、海洋性気候下にある八丈島においては低気圧通過が短期の気温変動を支配していることと、同時に山頂カルデラ内における局地的な気候差の成立を低気圧通過時の強風が阻害して温度差による景観の多様性を減じていること、そして北アルプス常念岳付近の風衝景観を形成する強風は、頻繁に通過する温帯低気圧によって台風なみとなることがわかった。

謝辞：常念岳の風速観測は、筆者が参加した小疇 尚先生（明治大学名誉教授）を代表とする研究プロジェクトにおいて、長谷川裕彦博士の尽力により「常念小屋」の全面的なバックアップを得て、横山秀司教授（九州産業大学）、高橋伸幸教授（北海学園大学）を始めとする研究者の努力により実現したものである。ここに記して感謝の意を表す。なお、図5の常念乗越の観測データは、長谷川博士が現地でも回収したものを筆者が品質確認し解析したものである。

<文献>

- 梅本 亨（1994）東北地方における山地気候の地理学的研究 一奥羽山脈南西部の谷における気温観測からの考察一。 明治大学人文科学研究所紀要, 36, 214-228.
- 梅本 亨（2002）地生態学研究法：気候からのアプローチ。横山秀司編『景観の分析と保護のための地生態学入門』, 古今書院, 109-135.
- 梅本 亨（2004）伊豆諸島における冬季の収束性擾乱に伴う降水の気候学的研究。 明治大学人文科学研究所紀要, 54, 271-284.
- 田中 博・村 規子・野原大輔（2004）福島県下郷町中山風穴における風穴循環の成因。 地理学評論, 77, 1-18.
- Austin, M.P. (2005) Vegetation and environment: discontinuities and continuities. in *Vegetation Ecology* ed. by E. van der Maarel, Blackwell Publishing, 52-84.
- Umemoto, T. (1982) Cyclone frequency in East Asia and double-cyclones. *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*, 17, 43-60.

（うめもと・とおる 文学部教授）