

岩手県藪川地域の低温に関する気候学的考察

YOSHINO, Noriyasu / 加藤, 美雄 / SAKURAI, Michio / 佐藤,
典人 / 吉野, 徳康 / 塩谷, 恭正 / KIMURA, Naruhiko / 櫻
井, 三千男 / 木村, 成彦 / SHIOYA, Yasumasa / SATO,
Norihito / KATO, Yoshio

(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)

39

(開始ページ / Start Page)

23

(終了ページ / End Page)

32

(発行年 / Year)

2007-03-22

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00025937>

岩手県藪川地域の低温に関する気候学的考察

加藤 美雄・佐藤 典人・塩谷 恭正・櫻井 三千男・木村 成彦・吉野 徳康

気象庁のアメダス観測網の本州において、もっとも気温の低い地点として岩手県藪川（A 藪川）が従来から指摘されてきた。その気温低下の背景を探る狙いで、気候学的見地から解析を試みた。

その結果、確かに冬型気圧配置の時や移動性高気圧に覆われた際に、A 藪川では気温低下が生じやすい。しかし、独自に設置した測器の観測値を含めて、この藪川地区（外山地区と藪川地区）の気温値を対照すると、A 藪川以上に低温を記録する藪川小・中学校や同・亀橋分校などの地点もあった。とは言え、高気圧に覆われた時の早朝に日最低気温が極度に低下しやすい外山地区・A 藪川では、東寄りの弱風が吹送している。これは外山川の支流・大石川上流からの冷気の流れを伺わせ、それが A 藪川の気温低下に相乗的な効果を招来していると推察された。それゆえこの地域での小気候観測の必要性が浮上した。

キーワード：放射，夜間冷却，藪川地域，冷気湖

Key words：radiation, nocturnal cooling, Yabukawa Region, cold air lake

I はじめに

昨今、話題にされる「地球温暖化」の仕組みを引き合いに出すまでもなく、地球は太陽エネルギーを受けつつ、宇宙空間に赤外放射でエネルギーを放出している。とくに日没後の静穏な晴夜には、地表面からの放射が進行し、早朝に向けて地面付近の気温は低下の一途を辿る。それゆえこの放射冷却の進展は、気温の鉛直断面において接地逆転層を形成しやすい。

斜面などの傾斜地においてこの現象が始動すれば、気温低下に伴って重力的に重くなった大気は低所に向かって流下する可能性が生ずる。これがいわゆる「冷気流」、ないし「斜面降下風」と呼ばれる事象である（今岡：1964）。だからこそ、静穏晴夜などに、地形的な凹地や盆地の低所には、その地面自身の放射冷却に加えて周囲の斜面から冷却された大気の流れが生じがちであると指摘されている（例えば、鳥谷：1985）。その結果、凹地のような地形的に閉塞された低所などでは、極端に低い気温を記録しやすい。これは周囲から供給された冷気が低地に滞留し、相乗的に温度低下を促進させたことに起因しており、今日では「冷気湖」現象（工藤：1982など）と広く認識されている。

ところで、本州でもっとも寒い、つまり気温の低い気象観測地として知られているのが岩手県の藪川（AMeDAS藪川）¹⁾である。事実、日最低気温の分布からも極度の低さが際立っている（佐藤・浅見：1988）。確かにこの地域は北上山地の北部に位置し、海拔高度もやや高いけれど、その気温値に高度補正を施しても、あるいは他のもっと標高の高い地点よりも、低い値を記録する傾向にある。

この藪川の低温に関しては、近藤（1987）や菊地（1995）も触れてはいるものの、現地での小気候的観測を踏まえた研究は未だ着手されていない。そこで本稿では、1991年以来²⁾、この藪川の低温に関して接近を試みてきた内容を含めて解析を加えることを目的にしている。

II 調査地域の概要

本研究の調査地域である藪川地域³⁾は、岩手県盛岡市の市街地から北東に20kmほど離れた、北上山地の北部に位置している。北上川の支流である丹藤川の源流部と、同じく北上川の支流である米内川上流の外山川との分水嶺を挟んだ谷筋にこの地域は相当している。この外山川や丹藤川

第1表 気圧配置型別の出現日数, および A 藪川と A 小本の日最低気温値の比較(1987 年の値)

気圧配置型	日数	地点	平均値 (°C)	標準偏差	小本-藪川 (°C)
西高東低 (冬型)	I a	15 小本 藪川	-2.9 -7.3	3.6 6.2	4.4
	I b	15 小本 藪川	-5.2 -7.9	2.3 4.3	2.7
気圧の谷	II a	23 小本 藪川	1.3 -0.5	7.4 8.3	1.8
	II b	30 小本 藪川	7.9 7.2	8.8 10.9	0.7
	II c	20 小本 藪川	0.9 -2.0	8.2 11.3	2.9
	II d	3			
	II e	6			
	II f	2			
移動性 高気圧	III a	4 小本	4.4	7.6	
	III b	46 藪川	1.5	8.9	2.9
	III c	30 小本 藪川	2.1 -0.3	7.3 8.1	2.4
	III d	33 小本 藪川	6.4 3.2	7.7 8.2	3.2
	III e	18 小本 藪川	2.1 0.9	5.4 8.2	1.2
	III f	2			
前線	IV a	14 小本 藪川	9.0 8.2	6.2 7.2	0.8
	IV b	52 小本 藪川	11.2 11.5	7.6 9.1	-0.3
	IV c	25 小本 藪川	14.4 14.2	6.0 7.2	0.2
	IV d	20 小本 藪川	9.7 7.9	7.4 8.5	1.8
南高北低(夏型)	5				
不明	2				
合計	365				

気圧配置型

I 西高東低

- a 強い冬型
- b 弱い冬型

II 気圧の谷

- a 低気圧が北海道または樺太付近を東に進む
- b 低気圧が東北地方を東に進む
- c 低気圧が関東・北陸以南を東に進む
- d 低気圧が日本海を北東に進む
- e 低気圧が日本の太平洋岸を北東に進む
- f 2 つ玉低気圧, または日本海と太平洋に低圧部

III 移動性高気圧

- a 高気圧が北海道を東に進む
- b 高気圧が東北地方を東に進む
- c 高気圧が関東・北陸以南を東に進む
- d 帯状高気圧
- e 高気圧が日本の太平洋岸または南方を東に進む
- f 高気圧が樺太以北を東に進む

IV 前線

- a 北海道以北の前線
- b 東北地方に前線
- c 関東・北陸以南の前線
- d 太平洋岸, または日本南方に前線

V 南高北低

(夏型、太平洋高気圧が日本列島上に張り出し)

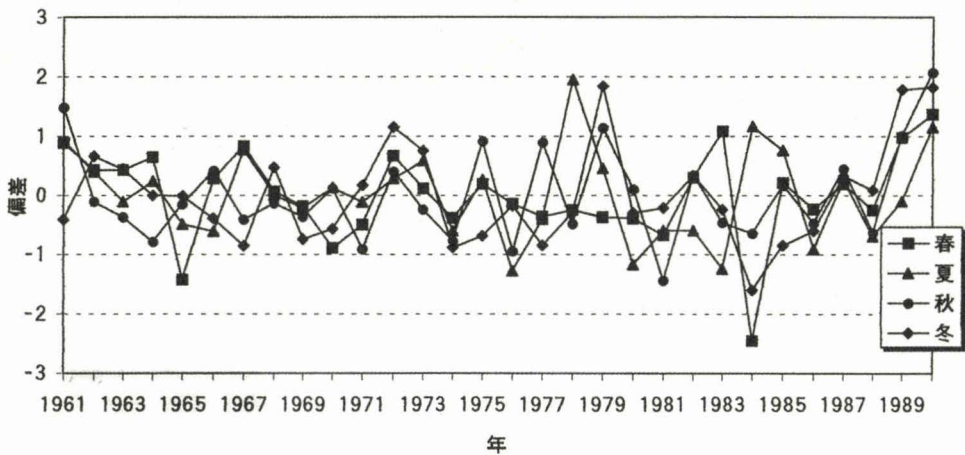
した値を示している年として1987年⁵⁾を指摘できる。この事実から1987年を気象値の解析対象年として選定した。

つぎに藪川の気象観測値は、北上山地の内陸部に位置しているので、少なからず地理的、および地形的な影響を被った結果を測定している。そこで藪川とはほぼ同緯度で、東に60kmほど離れた三陸沿岸の小本(39°50'N)と藪川の気温値を比較することを通して、藪川の低温現象への把握を試みることにした。このアメダス小本(以下、A小本と表記)は海拔高度の条件や市街地の人工排熱の影響を考慮する必要がない。また海域に面しているので気温の日較差や年変化幅が割合に小さく、ノイズの入らない比較対照の地点としては適している。もちろん藪川に近接している地点として盛岡市も想定された。しかし、この街は北上盆地に位置しているため地形的な影響やさらには都市気候のそれも無視できないので、比較する地点とし

てはノイズの除去が課題となる。

また従来、藪川の気温が低いと指摘されているのは、あくまでA藪川の値をもとに言及しているに過ぎない。つまりこの対象地域全域の中で、外山地区にあるA藪川の気温上の位置付けが判明しているわけではない。そこで独自に測器を3箇所増設して、この地域の気温低下が著しいとされる冬季を含む6カ月間(1991年11月～1992年4月)、観測を遂行した。それに合わせて積雪深との対応も吟味した。なお、独自に測器を設置した地点は藪川小・中学校(標高635m)、同・亀橋分校(同674m)、岩洞湖ダム管理事務所(同700m)である。

また本稿での気圧配置型は吉野・福岡(1967)に準拠しており、冬型の細分には、仙台とシベリアのブラゴベシエンスクとの気圧差をもとにして、それが10hPa以上の場合に強い冬型、それ未満の場合に弱い冬型と便宜的に定めた。



第2図 東北地方の気象官署16地点における季節別平均気温の平年値からの偏差の経年変化

IV 藪川地域の低温に対する気候学的考察

1. 気圧配置型と低温の発現

第1表に、1987年1年間の日本付近の気圧配置型を日単位で特定し、その型別の出現日数とそれに対応するA藪川とA小本の日最低気温値を集計した。出現日数では、対象地域の包含される東北地方が影響を被ると想定されるⅡb型、Ⅲb型、Ⅳb型が各気圧配置型において頻度が高い。ここで10日以上の日数を数えた気圧配置型に限って、A藪川とA小本の値を比較⁶⁾した。

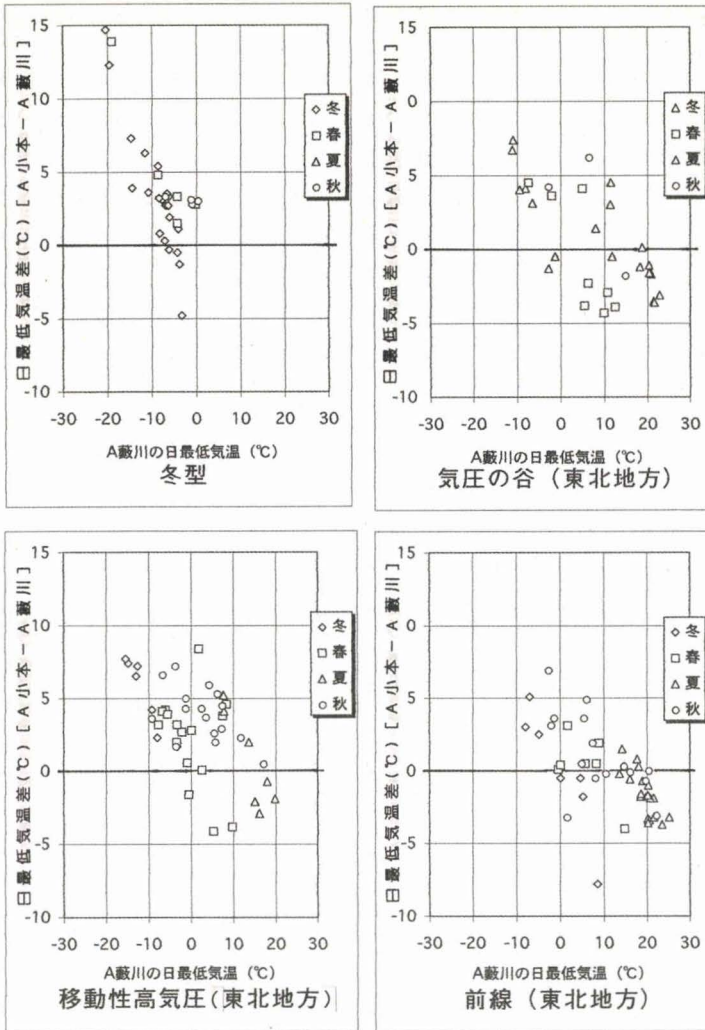
それに依拠すれば、両地点間の気温差が大きいのは冬型が強まった場合で、これに次いで移動性高気圧型や冬型が弱い場合となっている。つまりこれは、乾燥した大陸起源の高気圧に覆われて大気の状態が安定しているⅢ型の場合や上層の寒気によって気温が低下しがちな冬型において、内陸のA藪川が沿岸部のA小本に比べて気温の低下が著しいことを物語る。またⅡc型でもA藪川の日最低気温が低くなり、A小本との気温差が大きいのが注目される。逆に両地点間の気温差が小さいのは、Ⅱb型やⅣb型に多く見られる。これは擾乱のために大気が混合した姿と見れる。また日最低気温の標準偏差の値に着目すると、冬型で小さく、総じて気圧の谷型で大きい。とりわけ後者の場合には、擾乱の経路に寒暖の状態が左右される

結果と言える。

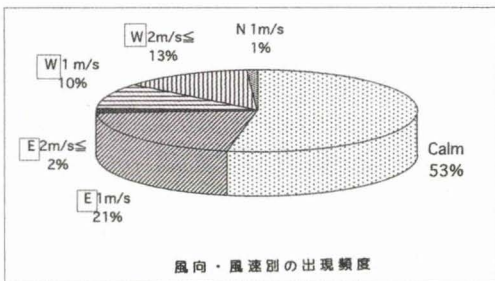
気圧配置型に対する両地点間の日最低気温差を明確にする意図から第3図⁷⁾を作成した。この図から、冬型のもとではA藪川の気温が低下するほど両地点の差も拡大する傾向を読み取れ、高気圧型でも季節を問わず、同様の内容を指摘できる。一方、ⅡbやⅣbでは、この散布図でいささか分散気味となり、明瞭な傾向を識別しにくい。

2. 藪川地域の気温低下と大気の吹送

すでに前述したように気圧傾度の緩い移動性高気圧に覆われた際に、放射冷却が進行しやすい。そこでこの気圧配置型に限定して、A藪川で日最低気温の起時の際の風向・風速を対比した。第4図がそれである。当然ながら静穏のもとでの発現比率が53%と高く、これに次いでNNE～SSEの東寄りの弱風(1 m/s)が21%であった。逆のSSW～NNWの西寄りの弱風で10%、2 m/s以上も含めると23%とやや高い値である。ここで静穏時に日最低気温が現れやすいのは放射冷却の発達と整合的に捉えられるが、それ以外の風向の違いに照応する日最低気温の背景を探る狙いから第5図を作成した。第5図上の弱風の際に、東寄りで日最低気温が出現するのは、NEとENEのもとで多く、季節的には春秋に集中している。これに対して西寄りでは、WSWがほとんどを占有する。これが



第3図 主な気圧配置型別のA藪川の日最低気温と[A小本-A藪川]の値との対応



第4図 移動性高気圧型でのA藪川における日最低気温出現時の風向・風速別出現頻度

同図下の2 m/s以上となると、SWとWSWの風向に特定され、季節的には春と冬に限定されている。

以上の事実から、春秋の移動性高気圧に覆われるような弱風時には、A藪川の日最低気温がNE、ENEの風向で現れやすく、WSWの風向のもとでの発現は季節的に定常的でない。一方、これに対して2 m/s以上の風速、つまりやや風が強まると、西寄りの風の吹送下で日最低気温が現れがちで、その季節は春と冬に限られる。この内容から冬季を中心とする北西の季節風に対応し、A藪川ではそれが南西系の風へと偏向して吹送している様子が伺われる。

さらにA藪川での日最低気温の起時を大気の吹送の視点から図示したのが第6図である。季節別に特定の風向・風速4タイプに限定して対応させた。これに拠れば、静穏時には20時から早朝まで幅があり、その起時には一定性が認められないけれども、季節的には春秋に多いことは上述の通りである。東寄りの弱風の際には、夜半から早朝にかけて気温が下がり、かつその

季節はほぼ春秋に限定される。この事実は、第1図のA藪川的位置から判断できるように、緩やかな傾斜で幅の広い外山川の上流側から、ないし支流の大石川上流からの大気の流れが示唆される。この点に関する追求は現地での小気候観測の結果をもとに稿を改めて報告したい。なお、風向きが反対の西寄りの風向では、判然とした傾向が見られなかった。

3. 独自の現地観測による気温の相互比較

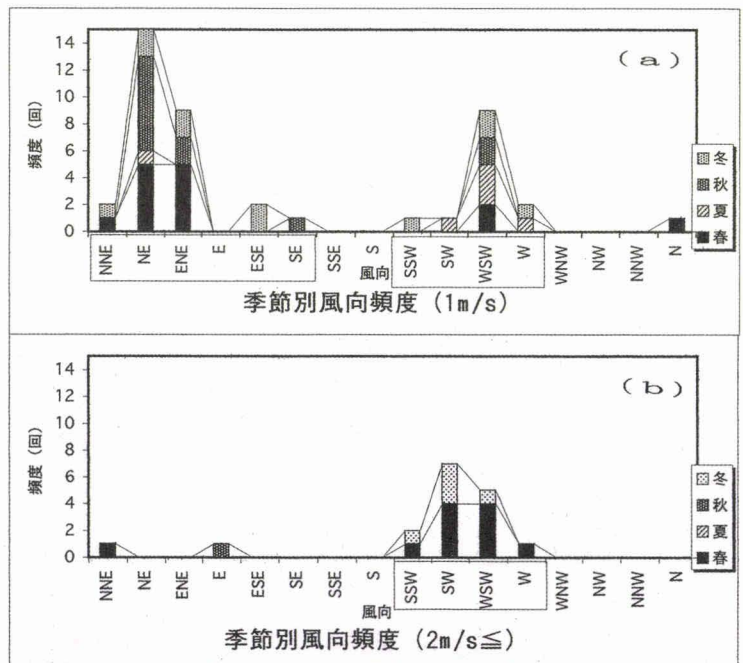
調査対象地域に独自に設置した3地点の測器から得た気温値にA藪川の値を加えた4地点間の相互比較を試みた。よってこの気温値は既述した1991年11月～1992年4月までの値を解析したものである。以下では便宜的に藪川小・中学校をY, 同・亀橋分校をK, 岩洞湖ダム管理事務所をGと表記する。

第7図⁸⁾に、気圧配置型別にA藪川の日最低気温とそれに対する他の地点との気温差との関係を示した。この図から、冬型や移動性高気圧型の際に、3地点とA藪川との気温差が $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 程度に納まる一方で、気圧の谷型や前線型ではその値を超えることがあり、地点間の差が大きい。また冬型では、総じてA藪川の日最低気温が他の地点よりも低く、この傾向はA藪川の気温が低下するほど顕著である。しかし、移動性高気圧に覆われた際には、同様の傾向を伺えるものの、YやKの気温がA藪川よりも低くなることも多々ある。しかるにこれまで言及されてきたA藪川の気温以上に日最低気温が低い地点として、このYやKを挙げることができる。

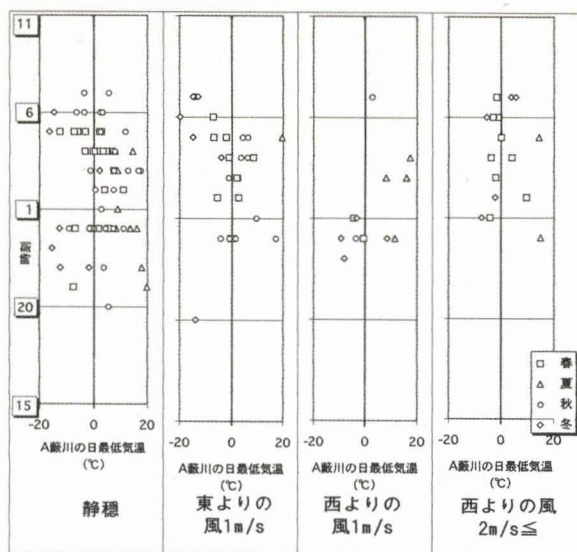
けれどもGの気温は、図中に掲げた4つの気圧配置型に限ってとは言え、A藪川よりも低くなることはほとんど皆無であり、G地点に近接する岩洞湖が温度的に熱源⁹⁾となつて、Gの気温低下を抑制する方向に働いているものと推察できる。

第7図に拠れば、高気圧に覆われた際に、A藪川よりもYやKの気温が低い場合を識別できる。このことは、地形の開析がやや進んだ谷底に位置するY地点と緩い斜面で比高が小さく、天空の開けたA藪川との違いを語る一端とも言え、示唆に富む。そこで移動性高気圧に覆われた時の、両地点別に日最低気温の

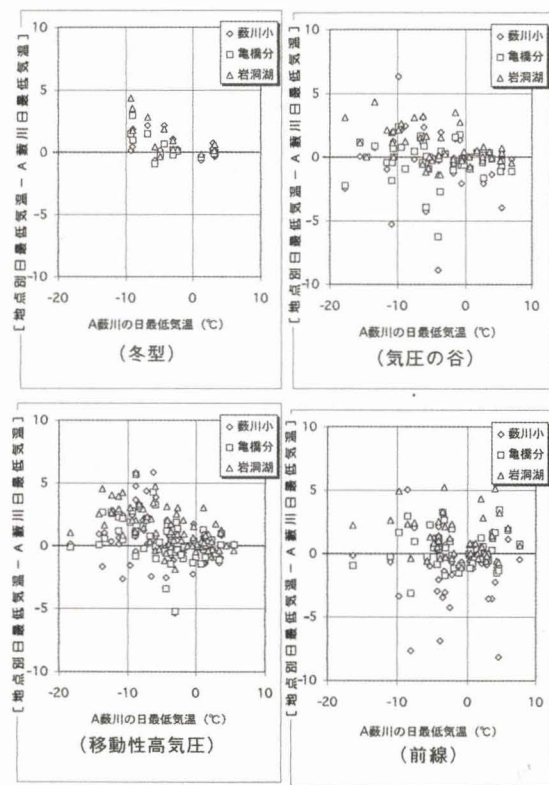
起時別出現頻度を第8図に図化した。これから明らかにY地点は17時を極大とする日没時に日最低気温を記録しやすい一方、A藪川では24時と早朝の6～7時に極大が現れている。この事実は非常に教示的な内容と言える。やや深く谷を刻んだ丹藤川の河岸にあるY地点では、地形的に早目に日陰に入り、その日没後の急激な気温低下が日最低気温に置換している反面、A藪川では、夜半前後と早朝にその値が現れやすい。これは、A藪川が先に触れたように緩傾斜で天空の開けた谷の大石川下流に位置し、放射冷却の進行につれて重力的に重くなった大気が上流側から流れ下る、いわば冷気の滞留との相乗効果ゆえ、朝方の気温低下が著しいものと、現段階で推定される。ならば夜半の極大は何を意味するのだろうか。察するに、これは放射冷却の進展に伴って冷氣流の発達が見られるものの、冷氣湖現象の報文(例えば、熊沢ほか: 1988, 佐藤ほか: 1997)などで間々、指摘される夜半頃の突然昇温(ブレイク)が、結果的に夜半過ぎの日最低気温の発現を抑制した現れと理解でき



第5図 移動性高気圧型でのA藪川における日最低気温出現時の季節別風向出現頻度(上:風速1m/s以下,下:風速2m/s以上)



第6図 移動性高気圧型でのA藪川における日最低気温とその出現時刻の季節別比較



第7図 主な気圧配置型別のA藪川の日最低気温と他の3地点のそれとの比較

る。これについては、現地での小気候観測結果をもとにして別途に報じたい。

いずれにせよYでは日没時に、A藪川では早朝に日最低気温を記録しやすい傾向にある。そこでこの両地点で、その該当時間帯¹⁰⁾に絞って、風の吹送状況と対比したのが第9図である。双方とも静穏時の頻度がもっとも高い。それに続くのがA藪川ではE方向の弱風であり、Y地点ではWの風速2m/s以上の場合である。とりわけ前者のE系の弱風は、まさに地形的に放射冷却で冷えた大気が大石川に沿って下流側へ流れた結果の計測と判断できる。だからこそ、この大石川の緩傾斜の谷底(写真1)での小気候観測の必要性が生ずる。

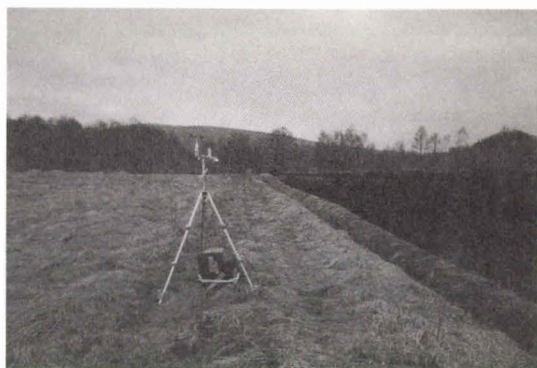
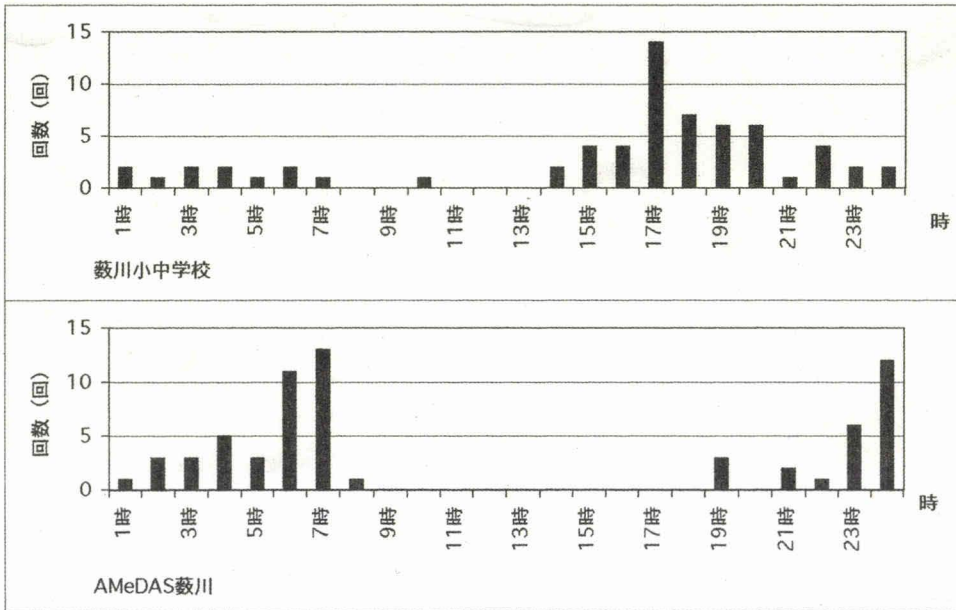


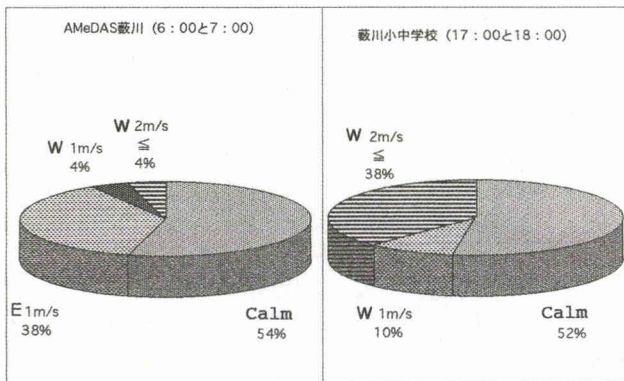
写真1 外山地区の大石川流域における気象測器の設置と周辺の地形(1991年11月2日・佐藤撮影)

4. 降雪と日最低気温との対応

藪川地域の冬季の年平均最深積雪量は97cm¹¹⁾であり、脊梁山地の東側としてはやや多いと言える。近藤(1983)は、地表面上の積雪量と日最低気温との関係を調べ、北海道や東北地方では積雪量が多いほど日最低気温の低下が大きいと指摘している。また小林(1971)も東北地方における冬季の積雪に伴う気温への冷却効果を報じている。そこで調査対象地域において、日最低気温と降雪との



第8図 移動性高気圧型での A 藪川と藪川小・中学校 (Y) での日最低気温の起時別出現頻度



第9図 移動性高気圧型での A 藪川と藪川小・中学校 (Y) での日最低気温の風向・風速別出現頻度

関わりを検討した。第10図はA藪川も含めた対象地域内の4地点の日最低気温とA藪川の日々の降雪量との対応を示した図である。解析対象事例の最大降雪量は14cmであった。図中の上に示した冬型においては、降雪量と日最低気温との間に、明確な関係を識別できなかった。これは降雪発現時の冬型では風速が大きく、大気の流れ・混合が促進されるため、降雪が日最低気温の低下に直接

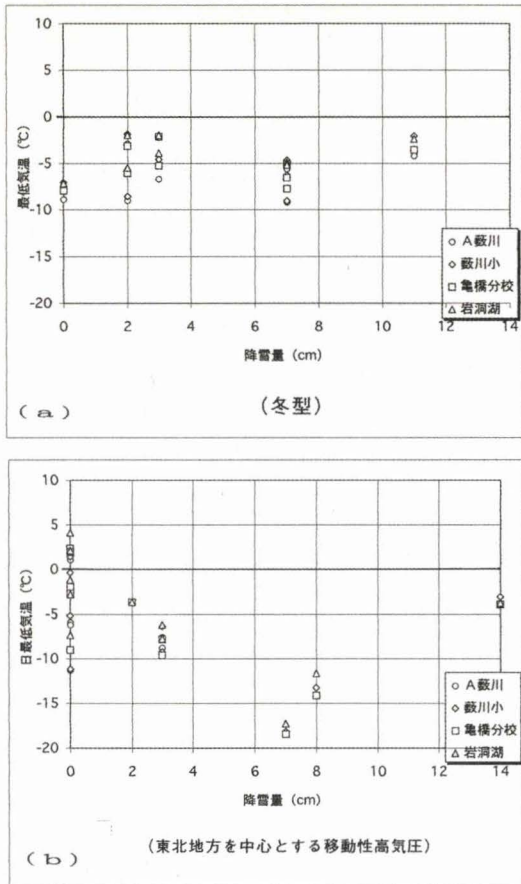
的な影響を与えない現れと受けとめた。

しかし、同図下は移動性高気圧の影響を強く被るⅢb型の際の両者の対応であり、降雪量が多いほど日最低気温が低下する実態を物語っている。これは高気圧に覆われた時には、大気の状態が安定しているので、風速が弱まり、結果的に大気の流れによる顕熱輸送が期待できないためと推定した。加えて、地面が雪に被覆されており、摩擦が少ないので冷気の移流に伴う気温低下が一層、助長される結果と理解できる。ただし、降雪量が14cmと図中で最大の際に日最低気温が必ずしも低下していないけれど、わず

か1例のみでのこれ以上の言及は避けたい。なお、この図においてK地点の日最低気温の低下が顕著であった。これにはK地点周辺の地形的な影響の現れかと思われる。

V おわりに

従来、本州でもっとも気温が低いと報じられて



第10図 冬型和移動性高気圧型でのA藪川の降雪量と各4地点の日最低気温との関係

きた岩手県・藪川地域の気温低下に対して、気候学的見地から若干の解析を試みた。その結果、以下のような諸点を把握できた。

- 1) ごく平均的な年として1987年を抽出し、A藪川とA小本の気温値を比較すると、冬型や移動性高気圧型のもとで両地点間の気温差が拡大し、気圧の谷型や前線型ではそれが縮まる。これはある意味では予想された内容であるものの、A藪川の日最低気温が日々の気圧配置型によって、如何に変動して低下するかを意味している。
- 2) A藪川の日最低気温起時の風向・風速を見ると、静穏がかなりの比率を占める。それに次

いで弱風でE系の風、やや強風でSW系の風が各々対応している。とくに弱風時のE系の際には、夜半過ぎから早朝にかけての時間の推移に歩調を合わせ気温が低下しやすい。

- 3) 対象地域に独自に測器を設置し、4地点相互に気温を対照した結果、冬型や移動性高気圧型のもとでは、A藪川の気温低下に符合して他の3地点のそれも低くなる傾向を伺えた。しかし、個々の地点を詳細に比較すると、YやKの地点ではA藪川よりも気温が低下する場合も多く、湖岸に近いG地点ではA藪川よりも高温で終始しやすい。
- 4) 降雪と日最低気温との関係では、移動性高気圧の際に、双方に一定の関係、つまり降雪量が多くなれば、気温低下が著しいという傾向が見れた。
- 5) A藪川における早朝の日最低気温の出現頻度の高さは、その起時や気圧配置型、さらには風向などの点から、支流大石川の流域が大きな意味を有していると伺えたので、機会を改めて現地での小気候観測の結果を踏まえた解析を報じたい。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、機器の設置を快諾してくれた藪川小・中学校、同・亀橋分校、および岩洞湖ダム管理事務所の各位に対して心より感謝の意を表する。また本調査や解析に協力してくれた法政大学大学院人文科学研究科地理学専攻の佐藤ゼミの方々(当時)に対し、この場を借りて謝意を表する。なお、本研究の一部は、1995年度東北地理学会秋季学術大会において発表したものであり、その内容にその後、加筆・修正をしたものである。

注 記

- 1) 気象庁によるアメダス観測網の日最低気温の月別平均値が、本州で-10℃以下に達する地点は藪川のほか、青森・酸ヶ湯、岩手・門馬、長野・野辺山と開田、岐阜・六既である。
- 2) 1991年夏季の予備調査以降、長期の測器設置以外に7回の現地観測などを実施しているが、これらの内容に関しては別途に報じたい。
- 3) 筆者らが調査を開始した当時、行政的には岩手県

岩手郡玉山村であったが、現在では市町村合併によって盛岡市に併合された。

- 4) 季節区分は便宜的に3~5月を春季, 6~8月を夏季, 9~11月を秋季, そして12~2月を冬季とした。
- 5) 季節毎の標準偏差を計算すると, 1987年は0.09と もっとも小さく, それ以外の年ではその値が0.20以上と高くなっている。
- 6) 両地点の気温値の比較においては, 海拔高度の海面補正($0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$)を施している。
- 7) この図において, 冬型はIaとIbを一括して表示しているが, それ以外の型では, 各々IIb型, IIIb型, IVb型のみを採用して作図している。なお, 縦軸の値は[A小本—A藪川]であり, 正の値が大きいほどA藪川の気温が低いことを意味する。
- 8) 縦軸の値は[他の3地点—A藪川]であるので, 正の値が大きいほどA藪川が他の地点よりも気温が低いことを示している。
- 9) 事実, 静穏晴夜で終始した1991年11月2日早朝は, 快晴で厳しい冷え込みとなり, 湖面上を濃い霧が覆った。この時の移動観測を実施した全測点の平均気温が -2.7°C であるのに対して, 湖水の水温は $+9.0^{\circ}\text{C}$ であった。
- 10) A藪川では早朝の6時と7時に, Y地点では17時と18時に, それぞれで日最低気温を記録する頻度の高い時間帯として絞っている。
- 11) 1979年~1995年までの16年間の平均値であるけれど, これには3年間の欠測が含まれている。

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, 17-24.
- 菊地 立(1995): 厳寒の里かけ巡り, 季刊地理学, 47, 144-147.
- 工藤泰子ほか(1982): 菅平における冷氣湖の形成過程, 地理評, 55, 849-856.
- 熊沢秀晃・小羽謙一・佐藤典人(1988): 小規模かつ典型的な盆地における夜間の気温冷却現象について, 法政地理, 16, 65-67.
- 小林善博(1971): 東北地方における気温の地理的因子について, 研究時報, 23, 329-338.
- 近藤純正・山沢弘実(1983): 夜間の地表面放射冷却と積雪および日本各地の最低気温の極値について, 天気, 30, 295-302.
- 近藤純正ほか(1983): 盆地内に形成される夜間の安定層(冷氣湖), 天気, 30, 327-334.
- 近藤純正(1987): 身近な気象の科学, 東大出版会, 189p.
- 佐藤典人・浅見邦彦(1988): 東北地方における日最低気温分布について, 法政大学地理学集報, 15, 1-12.
- 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, 13-32.
- 鳥谷 均(1985): 長野県菅平盆地における冷氣湖の形成と冷氣流, 地理評, 58, 67-79.
- 森 洋介ほか(1983): 山地の夜間冷却と熱収支, 天気, 30, 259-267.
- 吉野正敏・福岡義隆(1967): 半旬別の気圧配置型ごよみ, 天気, 14, 250-255.