

赤倉付近の冬季の気温逓減率について

岡 上 正 夫⁽¹⁾ ・ 太 田 巖⁽²⁾

本 木 茂⁽³⁾ ・ 佐々木長儀⁽⁴⁾

1. 緒 言

スギの天然林分布と気象との関係調べているうちに、北陸地方の山地における冬季の気温をできるだけ正しく推知するの必要を感じた。すなわち、林 弥栄氏の報告¹⁾によると、富山県には海拔おおよそ 1,800 m のところまでスギ天然林の存在が報告されている。一方スギの分布には冬季の低温が主要な制限因子となつてゐることが明らかであるので、この上限付近の冬の気温が何度くらいであるかを明らかにするために気温逓減率を調査した。

普通気象観測所は、人の住んでゐるところに設けられるので、人の住んでゐないこのような高い山の気象資料はほとんど得られない。したがつて、高い山地の気温を明らかにするには特別に実測するか、あるいは他の方法で推定するよりしかたがない。実際問題として冬季高山での気象観測はなかなか困難であるから、適当な方法で推定しなければならない。

ところで推定方法で一般に使われるのは気温の逓減率を利用する方法である。一般に海拔高を増すにつれて気温は低下していく。この割合を高度差 100 m について求めたものが普通いわれる気温の逓減率である。山地における気温逓減率については、わが国では平田徳太郎博士の報告²⁾があるが、北陸地方については、当時森林測候所が十日町だけで、高い山に観測所がなかつたため、この地方の逓減率は求められなかつた。

北陸地方における冬季の気温逓減率について考えてみると、冬この地方ではシベリヤ大陸から日本海を吹き渡つてくる季節風が、日本海に面する山岳のため、強制上昇を余儀なくされ、ほとんど連日曇天降雪をもたらしている。したがつてこのときの気温逓減率は湿潤断熱減率に等しいであろうと予想された。

湿潤断熱減率とは、たとえば風が山を吹き越えたり、あるいは不連続面をすべり上つたりするとき、上昇に応じて気圧が減少し、それによつて空気は断熱膨張し、気温は下がる。空気が乾燥しているときは 100 m につき 1°C の割合で低下する（これを乾燥断熱減率といつてゐる）が、上昇の途中で露点に達すると、空気中の水蒸気は気温の降下につれて凝結をはじめ、潜熱を放出するために、気温の降下する割合が前より小さくなつてくる。このようなときの気温の逓減率を湿潤断熱減率という。この値は気温によつて異なり、気温が低くなるほど、空気中の水蒸気量は減少し、凝結する量も減少してくるから、放出される潜熱は減少し、逓減率は高温のときより大きくなつてくる。次にその一例を示す。

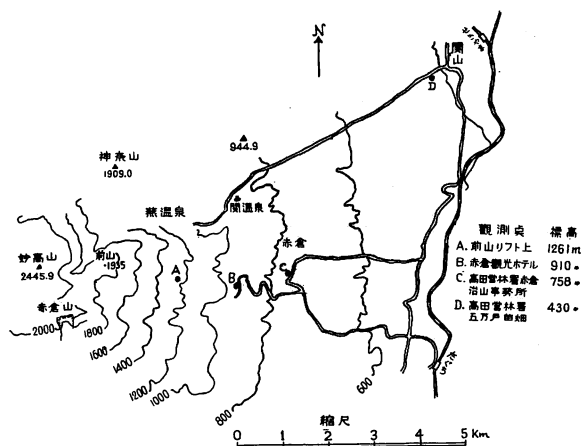
気 温	湿潤断熱減率
+30°C	0.36°C/100 m
+10	0.51
-10	0.74

(1) 防災部防災第一科気象研究室長

(2)~(4) 防災部防災第一科気象研究室員

いま海面での気温を 1°C とし、気温の垂直分布が湿潤断熱減率で変化しているとする、海拔 $1,000\text{ m}$ では約 -5.5°C 、 $1,800\text{ m}$ では -11.7°C くらいになる。このような考え方が、冬雪の多い北陸地方の山でどの程度正しいであろうか。これを一応たしかめることが必要である。

2. 観測地の選定



第1図 観測点の位置

Fig. 1 Distribution of observation places

事務所 (758 m)、高田営林署五万戸苗畑 (430 m) に観測設備があり、また高田測候所 (13 m) もあつて、これらの気象資料を比較検討できる便もあつた (第1図)。

われわれとしては2月初旬くらいに観測を行ないたいと思っていたが、他の仕事のつごうでゆけず、2月26日から3月4日まで1週間観測を行なつた。このとき赤倉では150~180 cmの積雪があつたが、2月25日高田測候所をたずねたときには市街には全然積雪がなく、測候所の露場の芝草は露出していた。

3. 観測方法

前山リフト終点 (1,261 m) の横に小型百葉箱を置き、その中に遇巻中型自記温度計と、ルサフード型最高、最低温度計をおさめ、毎日15時に観測した。9時の観測は、宿舎から観測点までの距離のつごう上困難と思われたので、実測は15時1回とした。なお近くの観測所にもお願いして、9時の定時観測のほかに、15時の観測もしていただいた。

観測項目は気温を主とし、天気・風向・風力もこれに加えた。

4. 観測結果

観測結果を第1表に示す。観測期間中の9時および15時の気温垂直分布を第2図に示す。

上記の考え方をたしかめるために、北陸地方の日本海に面する斜面で気象観測を行ない、通減率を求めることとし、観測場所を求めた。条件としては、さらにできるだけ高いところで交通の便もあり、しかも安全に観測できることが必要である。その結果赤倉が最も適当であろうと思われた。ここには赤倉観光ホテルが標高 910 m のところにあり、その背後にはリフトがあつて 1,261 m まで楽に登れる。しかもこのホテルでは気象観測を行なっておりまた近くには高田営林署赤倉治山

第 1 表 気 象 表

Table 1. Observations taken in Akakura region

観 測 所 名 Place			標 高 Height m	
A	前山リフト頂上	Top of Maeyama lift	1,261	
B	赤倉観光ホテル	Hotel Akakura	910	
C	赤倉治山事務所	Akakura land conservation office	758	
D	五万戸苗畑	Gomanto nursery	430	
E	高田測候所	Takata meteorological station	13	

観測所 Place	月日 Date	Feb.			Mar.			
		26	27	28	1	2	3	4

最 高 気 温 Max. Temperature °C								
A	7.1	-4.5	-5.7	-0.6	-0.4			
B	8.4	-3.7	-5.5	2.0	1.6	-7.2	-4.2	
C	9.0	-2.7	-3.6	-3.0	2.0	-5.5	-3.0	
D	12.0	0.5	-1.0	2.0	4.0	-5.0	2.0	
E	14.9	4.2	2.6	6.1	7.2	0.6	3.2	

最 低 気 温 Min. Temperature °C								
A	-2.2	-8.5	-10.5	-11.8	-3.0	-12.5	-11.5	
B	-2.3	-7.2	-9.3	-10.7	-3.8	-10.2	-9.8	
C	-0.8	-9.3	-11.0	-10.8	-10.0	-9.0	-6.5	
D	0.5	-3.5	-5.5	-8.0	-8.0	-6.5	-6.0	
E	-0.4	-0.5	-1.9	-7.3	0.5	-3.5	-2.8	

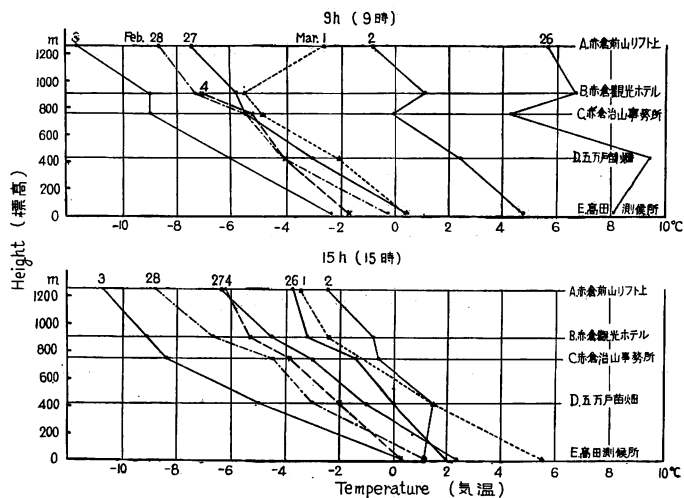
9 時の気温 Temperature (9 hr) °C								
A	(5.6	-7.5	-8.7	-2.6	-0.8	-11.7	-*)	
B	6.8	-5.8	-7.3	-5.5	1.2	-9.0	-7.1	
C	4.4	-5.4	-5.4	-4.8	0.0	-9.0	-5.2	
D	9.5	-3.0	-4.0	-2.0	2.5	-6.0	-4.0	
E	8.2	0.5	-0.2	0.5	4.9	-2.3	-1.6	

15 時の気温 Temperature (15 hr) °C								
A	-3.7	-6.3	-8.8	-3.5	-3.6	-10.7	-6.2	
B	-3.2	-4.5	-6.7	-2.4	-0.8	-9.1	-5.3	
C	-1.4	-3.0	-4.5	-1.0	-0.6	-8.4	-3.8	
D	0.0	-1.0	-3.0	1.5	1.5	-5.0	-2.0	
E	2.0	2.4	1.2	5.6	1.2	0.3	0.3	

天 気 Weather (15 hr)								
A	×	×	×	×	①	×		
B	⊙×	⊙≡	⊙×	⊙	⊙	⊙×	⊙×	
C								
D	⊙×	⊙	⊙	①	⊙	⊙×	⊙×	
E								

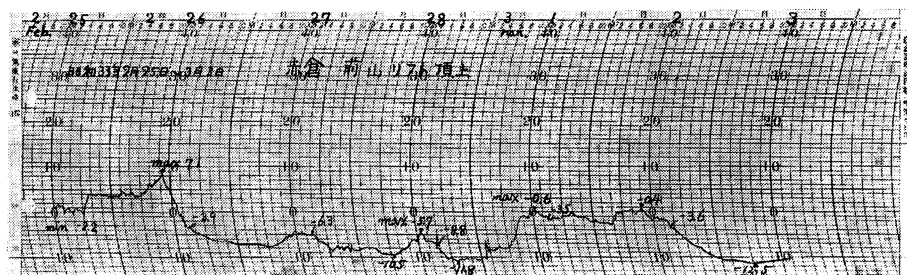
風 向 Wind direction (15 hr)								
A	SE	SE	SE	—	SE	SE		
B	N	NE	N	—	—	—		
C	NE	NW	NE	NE	NE	NW		
D	NW	NW	—	NW	NW			
E								

(注) * は自記紙から読み取る。



第2図 昭和33年2月26日～3月4日までの9時
および15時の気温垂直分布

Fig. 2 Vertical temperature distribution



第3図 前山リフト頂上の気温変化 (昭和33年2月25日～3月3日)

Fig. 3 Temperature record at Maeyama (Feb. 25th to Mar. 3th, 1958.)

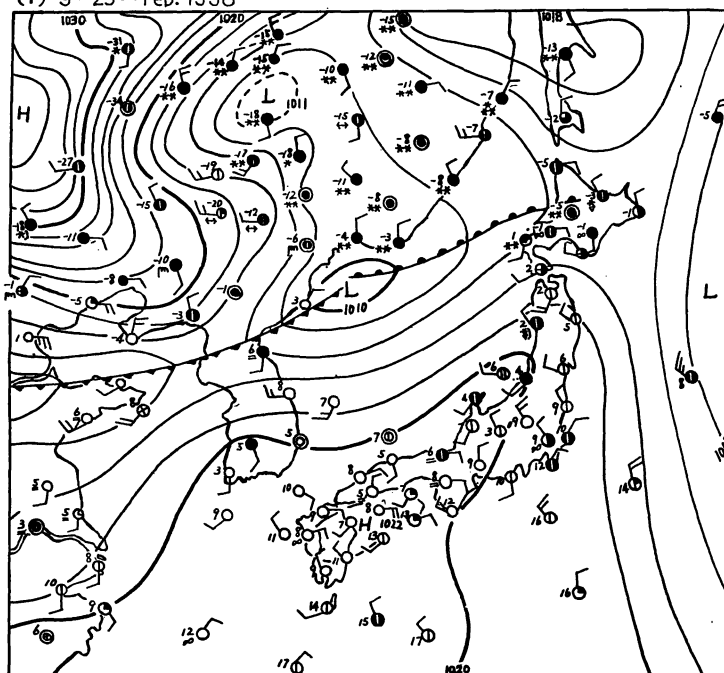
前山リフト頂上での自記温度計による気温変化を第3図に示す。

遞 減 率

遞減率を計算するに先だつて、気温の垂直分布を検討してみる必要がある。

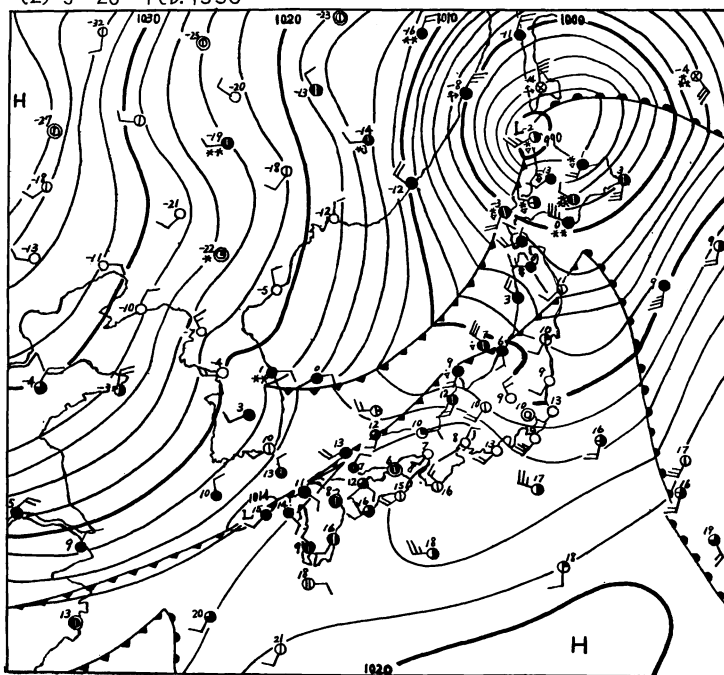
第2図を一見すると、9時には2月26日と3月2日に治山事務所(758 m)と赤倉観光ホテル(910 m)との間に著しい逆転が認められる。3月1日にはホテルとリフト上(1,261 m)との間にも気温の逆転が認められる。そしてこれらは15時には解消している。天気図(第4図)を見ると26日9時には寒冷前線が新潟・輪島を結ぶ線の北にあり、前山の自記温度計の記録をみると前線の通過は10時である。高田も同様である。したがって9時には高田も前山も同一気団中にあつたと考えてよい。3月1日、2日の場合もだいたい同様である。しかもいずれも季節風の弱いときである。するとこの逆転は、地形性のものと考えられる。天気図上には明示されていないが、いわゆる北陸不連続線を形成する冷氣塊の上限がちょうど赤倉付近にあつたのではないかと考えられる。ここに北陸不連続線とは、北陸地方で雪におおわれた山

(1) 9h 25th Feb. 1958



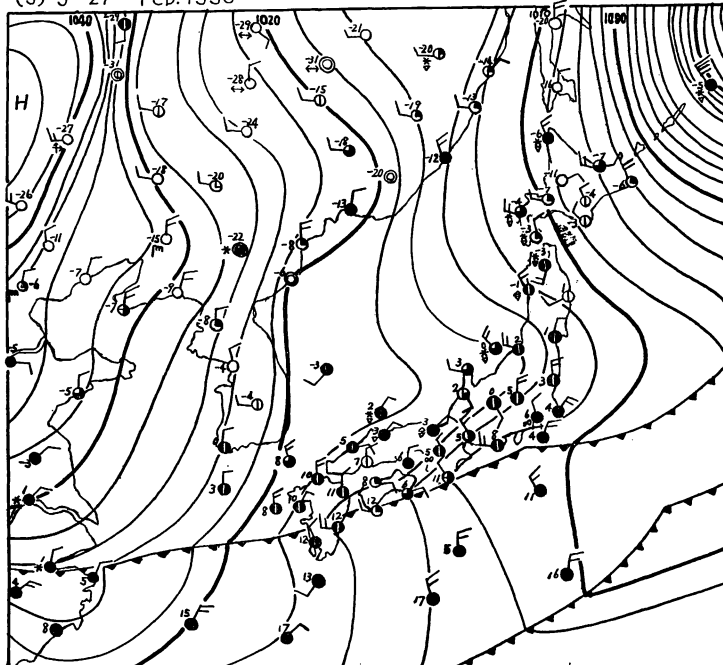
第 4 図—1

(2) 9h 26th Feb. 1958



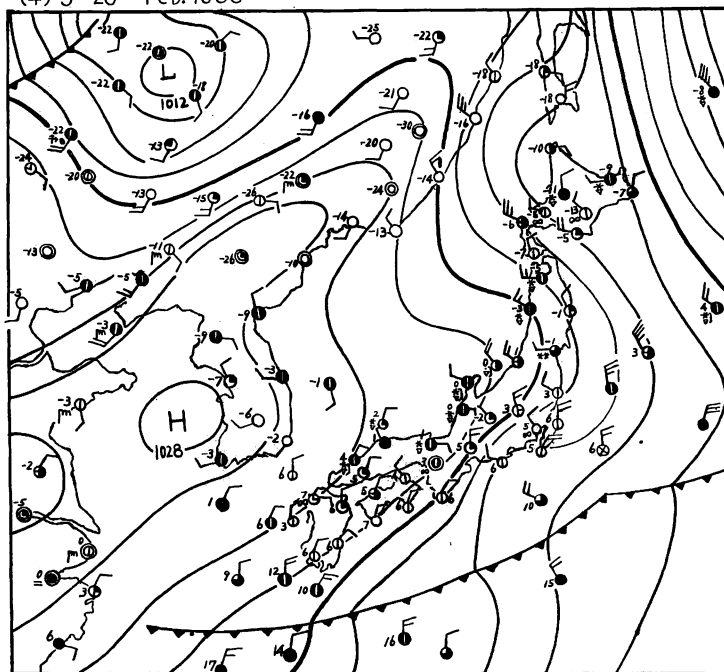
第 4 図—2

(3) 9^h 27th Feb. 1958



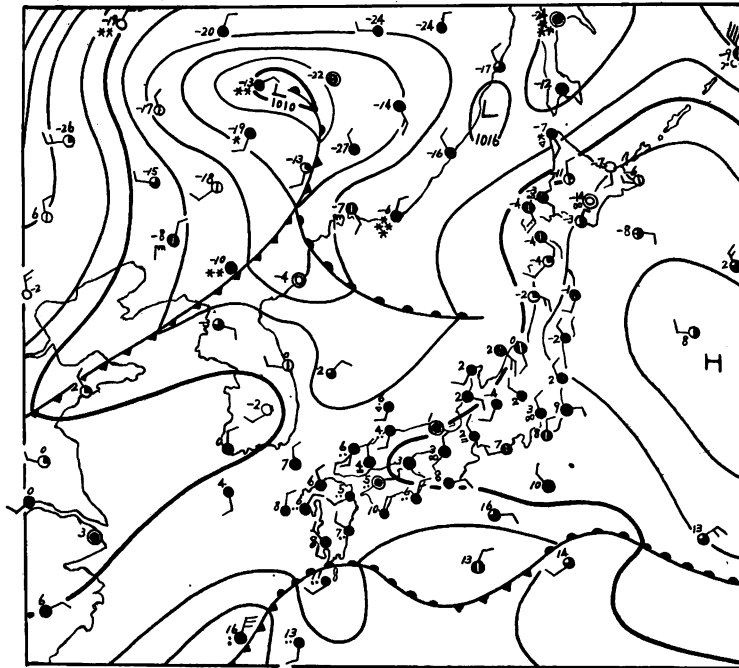
第 4 図—3

(4) 9^h 28th Feb. 1958



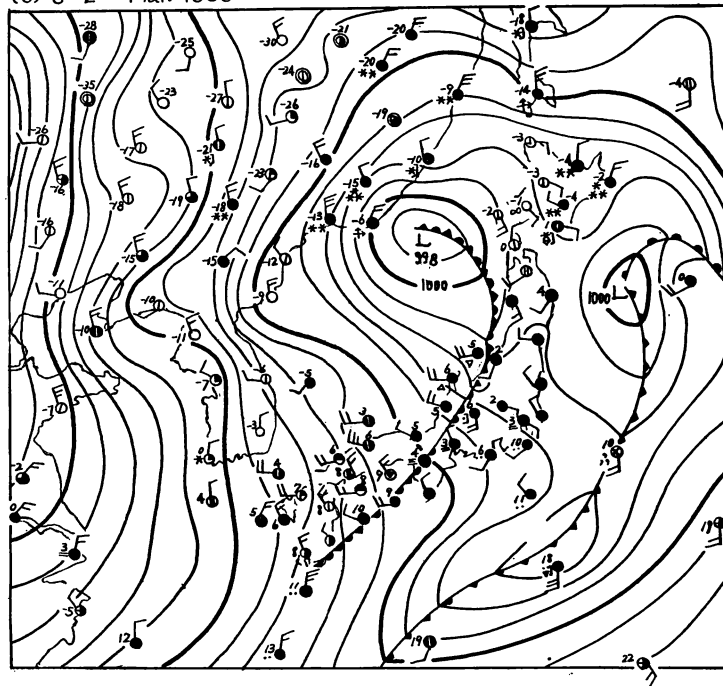
第 4 図—4

(5) 9^h 1st Mar. 1958



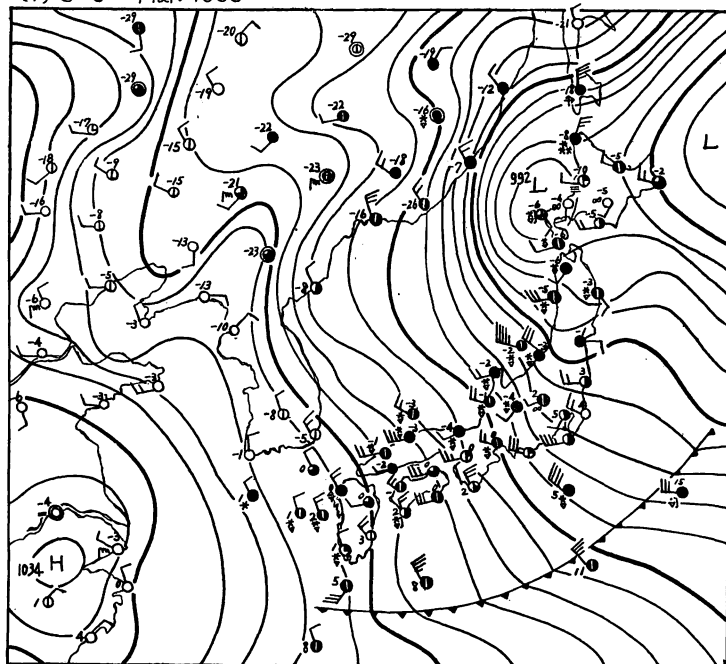
第 4 図—5

(6) 9^h 2nd Mar. 1958



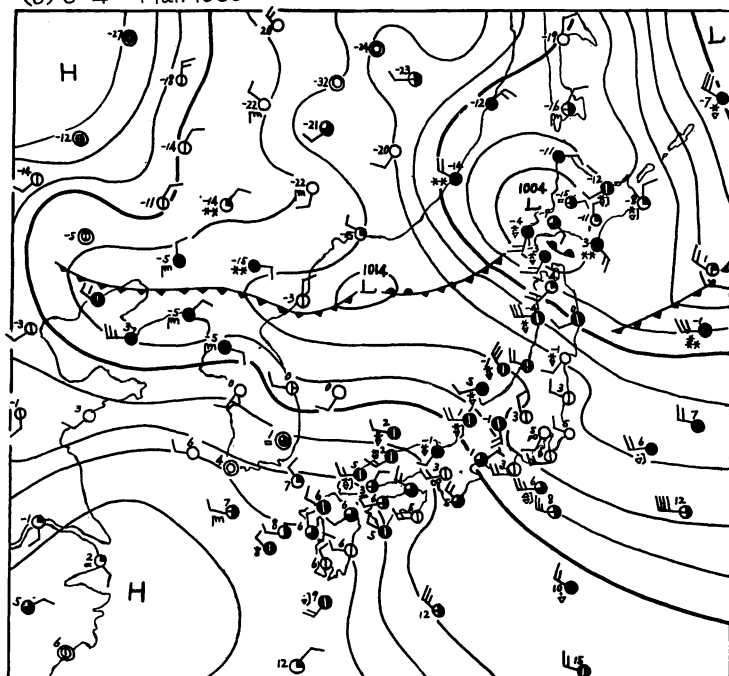
第 4 図—6

(7) 9^h 3rd Mar. 1958



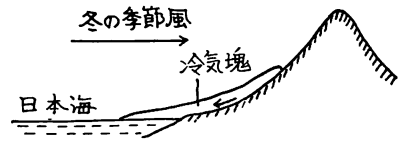
第 4 図——7

(8) 9^h 4th Mar. 1958



第 4 図——8

や山ろくで、積雪のために気温の低い、しかも夜間輻射により一層冷却した冷氣塊が、海上のあるいは海上を通つてきた相対的に暖かい空気との間に作る地形性の不連続線³⁾である。これを模式図化したものが第5図である。この冷氣塊の高さは、その中心が新潟にあるとき、新潟で200 m くらいであることが知られている。そして山腹での上端が、ちょうど赤倉観光ホテルと治山事務所の間あたりにあつたと考えられる。したがって通減率を求めるときに、この冷氣塊の中と外を一応区別して、同一の冷氣塊中にあると考えられる 治山事務所と高田との間の通減率を計算してみた結果が第2表である。



第5図 積雪におおわれた山肌上の冷氣が、夜間輻射によりさらに冷却し、寒氣塊が山ろくにできている状態を示す。

Fig. 5 Schematic representation of the cold air

第2表 通減率
Table 2. Lapse rate (13~758 m) °C

月 日 Date	2 月 Feb.			3 月 Mar.				平均 Mean.
	26	27	28	1	2	3	4	
高田—赤倉治山事務所 Takata— Akakura L. C. O. 13~758 m	9hr 0.51	0.79	0.70	0.71	0.66	0.90	0.48	0.68
	15hr 0.46	0.72	0.77	0.62	0.24	1.17	0.55	0.65

これによると、通減率は日々に変化しており、必ずしも湿潤断熱減率には等しくないことがわかった。

しかし一方気温の逆転がしばしばあることがわかったので、これがどのくらいのひん度で現われるかをみるために気象庁発行の気象旬報から、観測期間の長い赤倉観光ホテルと高田測候所の毎日の最高および最低気温の平均から、通減率を計算し、そのひん度分布を調べてみたものが第3表である。資料は1954(昭.29)~1956(31)年の1月のみをとった。気温の逆転ができていときは、上下の温度差が小さくなり、見かけ上の通減率は小さくなる。逆にいえば、通減率が小さいときは逆転ができていと考えても大過ないであろう。ひん度分布を見ると、そのモードは0.61~0.67°Cの付近にある。また高田測候所の資料から計算すると、平均気温から求めた高田—赤倉観光ホテル間の通減率は第4表のとおりで、1月0.61°C、2月0.62°Cである。

第3表 赤倉と高田の気温差のひん度分布 (昭和29~31年の1月のみ)
Table 3. Frequency of temperature difference between Akakura and Takata (January)

年 Year	気温差 ΔT °C														
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
通減率 Lapse rate °C/100m	0.22	0.28	0.33	0.39	0.44	0.50	0.56	0.61	0.67	0.72	0.78	0.83	0.89	0.94	1.00
1954	1	0	2	2	3	3	2	5	6	3	3		1		
1955				1	2	2	0	6	10	2	3	3	1		1
1956		1		1	1	1	2	6	0	7	7	4		1	
計 Total	1	1	2	4	6	6	4	17	16	12	13	7	2	1	1

第4表 赤倉・高田間の1月および2月の通減率

Table 4. Lapse rate between Akakura and Takata

年 Year	1月平均気温 Mean temperature Jan.		Δt	2月平均気温 Mean temperature Feb.		Δt
	赤倉 Akakura	高田 Takata		赤倉 Akakura	高田 Takata	
	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1941	98.5	3.2	4.7	97.4	2.3	4.9
1942	95.0	1.6	6.5	94.9	0.9	6.0
1943	95.0	0.8	5.8	95.4	0.9	5.5
1944	94.6	1.0	6.4	95.2	1.5	6.3
1945	93.9	99.3	5.4	92.3	98.8	6.5
1946	96.9	2.4	5.5	96.6	1.8	5.2
1947	96.9	2.1	5.2	94.9	0.9	6.0
1948	98.1	2.5	4.4	97.7	2.0	4.3
1949	99.1	4.6	5.5	99.3	4.6	5.3
1950	98.1	3.2	5.1	97.1	2.9	5.8
平均 Mean			5.45			5.58
通減率 Lapse rate °C			0.61			0.62

自由大気の気温通減率

次に Radiosonde による観測資料により、自由大気の気温通減率を調べてみた。さいわいに 1951～1955 年にわたる 5 カ年の月平均気温が、気象庁発行の高層資料に出ているのでこれを利用した。

第5表 輪島上空の気温通減率

Table 5. Lapse rate of free atmosphere at Wajima

1月		Jan.					
高 度	Height	m		148	989	1906	2925
氣 温 Air temperature °C	{	0 hr		1.6	-4.3	-10.1	-15.4
		12 hr		2.9	-4.5	-10.1	-14.9
		平 均	Mean	2.0	-4.4	-10.1	-15.2
		Δt		6.4	5.7	5.1	
ΔH			m		841	917	1,019
通 減 率	Lapse rate	°C		0.76	0.62	0.50	
2月		Feb.					
高 度	Height	m		153	993	1912	2934
氣 温 Air temperature °C	{	0 hr		1.3	-4.1	-9.5	-14.5
		12 hr		2.8	-4.0	-9.2	-13.8
		平 均	Mean	2.1	-4.1	-9.4	-14.2
		Δt		6.2	5.3	4.8	
ΔH			m		840	919	1,022
通 減 率	Lapse rate	°C		0.74	0.58	0.47	

この中には南は鹿児島から北は稚内まで全国で9カ所の観測所があり、この中で真日本に面し、赤倉に一番近いところは輪島である。観測時は0時と12時であるからこの平均を求め、これから通減率を計算し第5表に示した。

この表によると、輪島上空では、少なくとも3,000 mまでは、高度を増すにつれて通減率が小さくなつていく。

海拔1,000 mくらいまでの間の通減率について自由大気と地上との比較をしてみると、輪島と高田の地理的違いはあるが、一応これを無視すると、第6表に示すように、自由大気の方が、通減率が多い。

これだけを見ると、自由大気の気温より、山地の方が高いことになる。しかし、著者は一応1,000 mまでの通減率として地上観測による0.61°Cをとりたい。

次に問題は、われわれの手の届かなかつた1,000～2,000 mの間である。自由大気のこれは輪島で1月0.62°C、2月0.58°Cである。このころは山は積雪におおわれ、天気は曇り、降雪も多いから、気温に及ぼす斜面の向き、地形の影響はあまりないと考えられる。またこのくらいの高さになると、山が自由大気に突出しているところが多いから、一応自由大気の場の強い風をうけると考えてよい。これらを考えあわせると、山での通減率は、だいたい自由大気の数値と同じと考えても大過ないであろう。したがって、1,000～2,000 mの間でも、通減率1, 2月を平均して0.6°Cとしても大過ないであろう。厳密には1月0.62°C、2月0.58°Cで、0.6°Cとの差は0.02°Cあるが、1,000 mでわずかに0.2°Cであるからこれは無視しても差しつかえないであろう。

以上のことから、地上での観測値のない1,000～2,000 mの通減率も0.6°Cとして取りあつかいたい。

結 論

北陸地方におけるスギ天然林分布の上限の冬季1, 2月の気温を推定するために気温の通減率を調べた。まず昭和33年の冬赤倉で1週間気象観測を行ない、前山1,261 m、赤倉観光ホテル910 m、赤倉治山事務所758 m、五万戸苗畑430 m、高田測候所13 mの各気象観測所の資料を比較し、気温の垂直分布からえられた知識をもとにして、地上での通減率を求めた。また一方高層気象資料から標高3,000 mまでの通減率を調べた。そして赤倉付近では、2,000 mの高さまでは気温通減率を0.6°Cとして大過ないという結論に達した。

終りに臨み、観測にご援助賜わつた高田営林署長若林幸助氏、経営課長大野延司氏、五万戸苗畑渾川源徳氏、赤倉治山事務所門池忠太郎氏、および赤倉観光ホテル北川勇氏、ならびに取りまとめに種々ご指示下された気象研究所奥田穰氏、気象庁予報課石原健二氏、高田測候所長坂田初太郎氏の各位に厚く感謝の意を表する。

文 献

- 1) 林 弥栄: 日本産主要樹種の天然分布(スギ), 林業試験場研究報告, 48, (1951), p. 146~168
- 2) 平田徳太郎: 本邦山地及台地における気温通減率に就て, 森林測候所特別報告, 7, (1922), p. 1~20
- 3) 畠山久尚: 冬の天気と降雪, 雪氷, 21, 1, (1959), p. 18~23
- 4) TOLLNER H.: Der Einfluss grosser Massenerhebungen auf die Lufttemperatur und die Ursachen der Hebung der Vegetationsgrenzen in den inneren Ostalpen. Arch. Met. Geoph. Biokl. 1, 347~372, 1949
- 5) Aerological Data of Japan. 5-year period averages (1951~1955) Radiosonde Data. C. M. O. Mar. 1956

Lapse Rate in Akakura Region in Winter

Masao OKANOUE, Iwao ÔTA, Sigeru MOTOKI and Osasige SASAKI

(Résumé)

It is of great importance in forest climatology to know the air temperature in mountainous country. But in those parts of the country there are scarcely any meteorological stations. So it is necessary to estimate the temperature from the lapse rate.

For this purpose we observed air temperature at Maeyama (1261 m) (on the east slope of Mt. Myoko) for a week from 26th February to 4th March 1958.

Vertical temperature distribution in this region and temperature record at Maeyama are given in Fig. 2 and 3.

Then the lapse rates of air temperature are calculated from surface observations and aerological data. They are shown in Tab. 3 and 4. From these data, will be recognized the estimated lapse rate at 0.6°C between 0~2000 m in the Akakura region in winter.