HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	霜高のミクロクリマ
Author(s)	今田, 敬一
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 21(2), 177-185
Issue Date	1962-09
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/20793
Type	departmental bulletin paper
File Information	21(2)_P177-185.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

霜高のミクロクリマ

今田敬一

Frost Height as a Microclimatic Phenomenon

By

Keiichi KONDA

はじめに

寒冷地方では，開芽季になってもたびたび気温がさがるため林木に晩霜害を生じ，被害が甚だしい上にこれを毎年くりかえす造林地では，植栽後数年で潰滅的な被害をうけたり，生きのこった被害木が散生または小集団状になって成林しなかったりする。また一応成林しても，著しく成長がおくれたり形質をそこなったりすることもある。北海道のトドマツは，このような傾向が特に顕著である。

霜害は地上からの或る高さ——霜高までで，林木がこの高さ以上に成長すればほとんど被害がないということは，昔から経験されまた言われてきたことである[1]。

霜害をおこすような放熱のさかんな夜の低温は，地面にちかいほど低いから，地面にちかいほど霜害がひどく，またその被害が或る高さまでであるのは当然だが，接地気層の低温は地形と地被植物——ことに森林の影響を大きくうけ，場所によって著しくちがうため，比較的せまい地域のなかでも霜高のちがいは大きい。したがってこの霜高の問題を正しくつかむには，霜高をミクロクリマの現象とて取扱ってみる必要がある。この研究は霜高という古い問題を，この意味であたらしく見直したものであり，これによって，寒冷地方の造林に何にかを貢献することができれば幸である。

これはかって北大教授として在職中，北大苫小牧演習林の造林地で実施した研究である。接地気温の観測と観測値の整理は，当時演習林の研究生であった伏見修と林学科の学生磯地一穂が担当した。演習林の谷口三佐男所長ほか所員一同の協力とあわせて深謝の意を表したい。

---

1) BORGGREVE (1871) は稚樹の霜害をふせぐには，1～3 m の高さになるまで，母樹または保護樹の下にそだてればよいといった。HART's Lehrbuch für Förster. Berlin 1871, S. 303. この書は HART の同書3版 (1811) によったと緒言に書いてある。そうすると，霜高の観念は 19 世紀のはじめ頃からあったらしい。霜高 Frosthöhe の術語は NEY (1885) がつかっている。Die Lehre vom Waldbau. Berlin 1885, S. 7.

研究の場所と方法

研究を実施した場所は，北大苫小牧演習林幌内事業区第20林班の台地で，1954年に公刊した「斜面の温暖地帯と寒冷な台地」[2]の研究を実施したおなじ場所である。この台地は見たところ平らだが南東に緩斜し，北側は浅い谷になっている。カラマツの造林地であったのを戦時中伐採，しばらく雑草の茂るにまかせ，1952年の春またカラマツを造林した。植栽の間隔は2.0×1.5 m。

研究を実施した1956年のカラマツの状態は，風あたりのすくないところで1 mをこえるものがあったが，大部分は草丈50～80 cmの雑草と大差がなく，接地気温はまだ雑草地の性格を多分に保っていたと考えられる。

ここにあらわれている霜高をたしかめるため，最低気温の観測を実施した。観測点も前記の研究とおなじだが，あたらしく追加した所がある。これらの観測点はまず台地の北側の谷からはじまり，12°～18°の斜面を台地の平坦部までのぼり，そこから台地の上を直線状にすすんでエゾマツの孤立木の下をとおり，雑木林をよぎり，最初の谷の観測点から330 mはなれた台地上の最終の観測点まで，合計11点配置した。

最低気温観測点の配置

観測点	比高 (m)	位置	摘要
No. 1	0.4	浅い谷の底	雑草地，かってトドマツを造林し晩霜害で全滅した所
No. 10	11.8	北西斜面の中腹	傾斜18°，No. 1から70 mはなれている
No. 13	19.2	台地の縁	傾斜変更点から下へ8 m，No. 10から18 m
No. 11	20.3	同上	同上から上へ4 m，No. 13から12 m
No. 12	20.0	台地の平坦部	No. 11から36 m
No. 14	20.4	同上	No. 12から36 m
No. 15	20.2	台地の孤立木の下	エゾマツ老木樹高13 m，胸高直径60 cm，枝下6 m，No. 14から29 m
No. 16	19.9	台地の雑木林の北側林縁	林縁木の根元から4 m，No. 15から33 m
No. 19	19.5	同上の林内	樹高8～9 m，疎密あり，観測点附近は密，No. 16から29 m
No. 20	19.0	同上の南側林縁	林縁木の根元から4 m，No. 19から20 m
No. 17	19.3	台地の平坦部	No. 20から55 m

注意　観測点はこの表の順にならんでいる。番号に出入りがあるのは後から挿入したためである。

温度計は太田計器製のルサフオード型最低温度計1/2 ℃分刻，球部を白い厚紙で覆ってつかった。観測点はなるべく植栽木のない所をえらび，周りの雑草を刈りはらい，タルキを立て，これに打ちつけた横木に温度計をゴム紐でとりつけた。観測の地上高は25 cm，50 cm，1 m，2 mとし，4個の温度計を，1本のタルキの上でそれぞれ所要の高さにならぶ

2) 北大農学部演習林研究報告 XVII. 1, 1954, 103-126頁

表の1 5月の霜日の最低気温 (°C) (1956年 苫小牧)

地上高 (cm)	4日	5日	7日	8日	9日	10日	13日	14日	16日	18日	19日	21日	25日	27日
No. 1														
25	−4.6	−4.1	0.0	−2.7	0.5	0.2	−1.5	−1.8	−4.1	−1.4	−1.7	−0.5	−5.9	−2.6
50	−3.9	−3.6	0.3	−2.4	0.6	0.5	−0.7	−1.7	−3.5	−1.3	−1.5	0.1	−5.5	−2.2
100	−3.2	−3.0	1.5	−1.5	1.4	0.9	0.0	−1.3	−2.9	−0.5	−0.9	0.4	−5.2	−1.9
200	−2.7	−2.5	2.6	−0.9	1.5	1.4	1.0	−0.7	−2.8	−0.1	−0.1	0.9	−4.3	−1.5
No. 10														
25	−1.4	−1.0	1.5	−0.5	2.4	2.5	1.5	1.1	−0.4	1.6	1.2	2.8	−2.8	0.2
50	−0.9	−1.0	2.0	0.0	2.6	2.7	1.9	1.3	−0.2	2.0	1.8	3.2	−2.5	0.2
100	−0.5	−0.9	2.7	0.4	3.5	2.7	2.1	2.0	0.0	2.0	1.7	3.3	−2.6	0.4
200	−0.4	0.1	3.5	1.2	4.0	3.3	2.3	2.6	−0.1	2.4	2.4	3.5	−2.3	0.9
No. 13														
25	−1.1	−0.9	1.5	−0.5	2.6	3.0	0.9	1.4	0.3	1.6	1.5	2.8	−3.2	−0.2
50	−0.6	−0.1	1.9	0.4	3.1	3.2	1.9	1.8	0.5	2.3	1.9	3.5	−2.6	0.2
100	−0.2	0.7	3.4	1.1	3.8	3.8	2.8	2.5	1.4	3.5	2.9	4.6	−1.9	1.1
200	0.1	0.9	4.4	1.7	4.1	4.4	4.0	3.0	1.9	4.0	3.5	5.5	−1.7	1.5
No. 11														
25	−2.0	−1.8	1.5	−1.2	2.0	1.5	0.5	0.3	−2.2	−0.3	0.1	0.8	−5.0	−1.3
50	−1.5	−0.5	2.0	0.1	2.7	2.9	1.5	1.4	−0.7	1.8	1.4	2.8	−3.7	0.0
100	−0.7	0.9	3.2	0.7	3.5	4.0	2.8	2.8	1.4	3.4	3.1	4.6	−2.1	0.8
200	0.1	1.5	4.2	1.9	4.1	4.3	3.4	3.6	2.4	3.9	4.0	6.0	−1.2	1.9
No. 12														
25	−4.5	−4.6	−0.1	−3.4	0.0	−0.6	−2.0	−2.1	−4.8	−2.5	−2.1	−1.2	−6.6	−3.0
50	−2.2	−3.0	1.0	−2.4	0.9	0.3	−0.7	−1.0	−3.6	−1.4	−1.4	−0.4	−6.0	−2.1
100	−0.4	−0.2	2.7	0.0	2.9	2.8	1.9	1.2	−0.7	1.5	1.5	2.8	−3.4	0.8
200	−0.1	1.4	3.9	1.0	3.9	3.8	3.1	3.2	2.1	3.3	2.8	5.2	−1.7	1.8
No. 14														
25	−5.3	−4.7	−0.6	−4.2	−0.8	−0.5	−2.1	−1.8	−4.7	−2.5	−2.1	−1.2	−6.4	−3.0
50	−3.2	−3.7	0.6	−3.1	0.0	−0.2	−1.5	−1.2	−3.9	−1.8	−1.4	−0.8	−6.2	−2.4
100	−1.0	−1.2	1.7	−0.7	2.0	2.0	0.7	1.0	−1.8	0.5	0.8	1.3	−3.9	−0.4
200	0.5	1.5	3.5	0.6	3.6	3.3	2.5	2.6	1.5	3.1	2.9	4.6	−1.7	1.6
No. 15														
25	−1.8	−3.2	0.2	−2.5	0.7	0.2	−0.5	−0.9	−3.5	−1.7	−0.7	−0.2	−5.3	−2.1
50	−0.7	−2.5	1.0	−0.6	1.5	0.7	0.2	−0.5	−3.1	−1.0	0.1	1.3	−5.3	−1.4
100	0.0	−0.1	3.1	−0.1	3.0	3.0	2.3	1.5	−0.7	1.6	2.2	2.1	−2.8	0.8
200	0.4	1.4	4.2	1.5	4.2	4.2	3.8	3.2	1.9	4.1	3.5	5.4	−0.8	2.5
No. 16														
25	−2.6	−2.2	−0.3	−2.1	0.7	0.9	−1.1	−0.3	−2.3	−0.5	−0.2	1.2	−4.1	−0.2
50	−2.0	−1.5	0.5	−1.4	1.7	1.4	−0.3	0.5	−1.2	0.0	0.7	1.5	−3.5	0.3
100	−0.7	−0.8	1.7	−0.2	2.6	2.5	0.7	1.6	−0.1	1.5	1.9	3.1	−2.2	0.9
200	0.2	0.4	3.5	0.7	3.3	3.5	2.5	2.6	1.5	2.7	2.9	4.3	−1.3	1.9
No. 19														
25	−1.9	−0.9	1.6	−0.6	2.6	2.5	0.4	1.5	0.1	1.6	2.0	3.9	−1.1	2.0
50	−0.8	−0.7	2.4	0.0	3.0	2.5	2.3	1.8	0.6	2.0	2.5	4.0	−0.9	2.2
100	−0.1	0.3	3.0	0.6	3.2	3.3	3.3	2.7	1.5	2.6	3.2	4.3	−0.7	2.1
200	0.5	1.2	3.8	1.8	4.1	4.6	4.0	3.5	2.6	4.0	4.9	5.4	0.1	2.4
No. 20														
25	−2.8	−2.0	0.2	−1.6	1.5	1.8	0.4	0.0	−1.8	−0.4	0.6	1.3	−3.6	0.3
50	−2.4	−1.6	0.9	−1.5	1.6	2.3	1.2	0.2	−1.7	0.0	1.2	1.9	−3.3	0.8
100	−1.5	−0.6	2.3	−0.5	2.6	2.7	2.1	1.2	−0.5	1.2	2.3	3.3	−2.3	1.4
200	−0.2	0.7	3.4	0.6	3.2	4.2	3.2	2.3	1.9	3.0	3.3	4.8	−1.1	2.2
No. 17														
25	−4.9	−4.9	−1.0	−4.4	−1.4	−0.7	−2.6	−2.8	−7.6	−2.8	−2.4	−1.6	−7.0	−3.7
50	−3.7	−4.0	0.3	−2.8	−0.3	−0.2	−1.4	−1.9	−3.9	−2.2	−1.9	−0.8	−6.7	−2.5
100	−1.7	−2.2	1.7	−1.4	1.6	1.6	0.7	0.1	−1.0	0.1	0.3	1.5	−4.3	−0.7
200	−0.5	0.3	3.1	0.3	2.6	3.2	2.3	2.1	1.0	2.0	2.0	3.6	−2.2	0.9

ようにした。

最低気温観測の結果

最低気温の観測は，2日間の予備観測ののち1956年5月3日から31日まで29日間実施した。そのうち，すべての観測点の地上25 cmの最低気温が0°C以上の日15日を除き，どこかの観測点に0°C以下（0°Cをふくむ）の最低気温があらわれた残りの14日を霜日とみなし，器差の修正をした観測値を別表にまとめた。

1956年の春は，特に温度がさがった年といえないが，表のように，観測した5月の29日間のうち14日も霜日があった。ことに，トドマツもエゾマツも開芽をはじめた5月16日の接地気温は−7.6°Cまでさがり，25日にもまた，−7°Cになったところがある(No. 7)。この両日のため，北大苫小牧演習林のトドマツ造林地の一部に激甚な晩霜害を生じた。しかしこの程度の低温があらわれるのは1956年だけでなく，1944年以来の観測に照しあわせても，ほとんど毎年，おなじことが5月の開芽季には繰返されているのである。

以上の観測値から，つぎの表をまとめた。

表の2　最低気温の平均（°C）　　(1956年　苫小牧)

観測点	No. 1	No. 10	No. 13	No. 11	No. 12	No. 14	No. 15	No. 16	No. 19	No. 20	No. 17
(cm)				a 霜日平均（14日間）							
25	−2.2	0.6	0.7	−0.5	−2.7	−2.9	−1.5	−0.9	1.0	−0.4	−3.4
50	−1.8	1.0	1.2	0.7	−1.6	−2.1	−0.7	−0.2	1.5	0.0	−2.3
100	−1.2	1.2	2.1	2.0	−1.0	−0.1	1.1	0.9	2.1	1.0	−0.3
200	−0.6	1.7	2.7	2.9	2.4	2.2	2.8	2.0	3.1	2.3	1.5
				b −4°C以下霜日平均（5日間）							
25	−4.3	−1.2	−1.1	−2.4	−4.8	−5.1	−3.3	−2.7	−0.9	−2.4	−5.8
50	−3.8	−0.9	−0.5	−1.3	−3.4	−4.0	−2.4	−1.9	−0.4	−2.1	−4.2
100	−3.2	−0.7	0.2	0.0	−0.9	−1.7	−0.7	−0.8	0.3	−1.1	−2.1
200	−2.6	−0.3	0.6	0.9	0.5	0.5	0.9	0.3	1.2	0.4	−0.2
				c 各観測点の低極（5月10日以後）							
25	−5.9	−2.8	−3.2	−5.0	−6.6	−6.4	−5.3	−4.1	−1.1	−3.6	−7.6
50	−5.5	−2.5	−2.6	−3.7	−6.0	−6.2	−5.3	−3.5	−0.9	−3.3	−6.7
100	−5.2	−2.6	−1.9	−2.1	−3.4	−3.9	−2.8	−2.2	−0.7	−2.3	−4.3
200	−4.3	−2.3	−1.7	−1.2	−1.7	−1.7	−0.8	−1.3	0.1	−1.1	−2.2

a. 霜日平均は前表14日間の平均値，また b. −4°C以下霜日平均は，どこかの観測点の地上25 cmに−4°C以下の最低気温があらわれた日——5月4, 5, 8, 16, 25日の平均値である。c. 各観測点の低極は，5月10日以後各観測点それぞれの地上高にあらわれた最も低い温度で，5月25日の低温がこれに相当する。ただNo. 17の地上25 cmだけは例外で，

5月16日の方が低いからこれをつかった。また，これらのとりまとめの理由は後でふれることにする。

考　　察

開芽季5月の寒冷な夜の接地気温の傾向は，表の2によって図の1をえがいてみるとわかりやすい。図のように，地上25 cmから2 mにいたる気層の低温は，観測点——場所によって著しいちがいがあり，たとえばNo. 1とNo. 13の地上25 cmをくらべれば2.9°，No. 19とNo. 17では4.4°ちがう。これは平均値だから，日々のちがいはもっと大きいことがある。この場所による夜の低温のちがいは，地面にちかいほど著しく，地上1 mと2 mではたがいに接近する傾向をみせている。また接地気温の特徴として，地面からの高さをますにしたがい，低温は一般に緩和されているが，その緩和の状態も場所でちがう。たとえばNo. 10の地上2 mは地上25 cmより1.1°，No. 14では5.1°緩和されている。前とおなじように，日々のちがいはもっと大きいことがある。このようなちがいがあるのは，夜の低温が地形と林木の影響を強くうけるためで，霜高の場所によるちがいもこのためである[3]。

ヨーロッパの造林地の霜高は，地上1 mから3 mくらいまでの高さが普通であると権威者たちがいっている[4]。表の2または図の1から，霜高をこのように数字で知ることはむずかしい。しかし，霜高について次ぎの典型的な傾向を知ることができる。

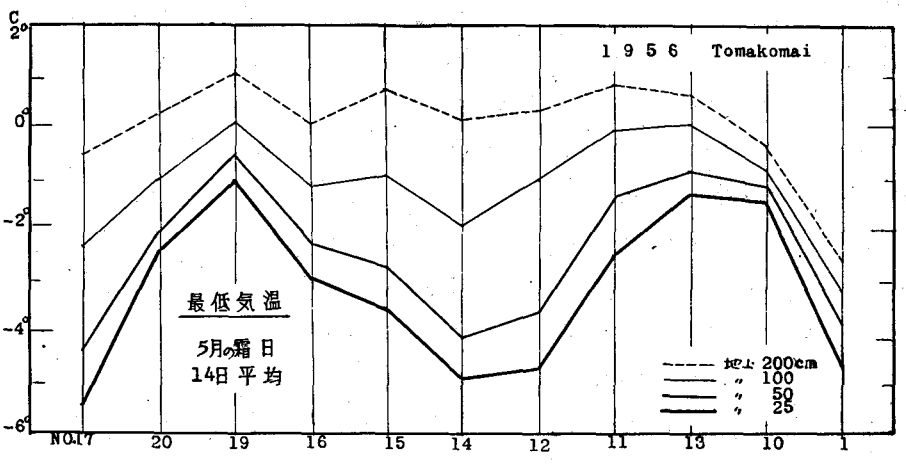
1. 谷の霜高は高い[5]。この傾向は谷の観測点No. 1にあらわれている。谷の地面ちかくは著しく低温になりやすく，地面からの高さをましても低温はあまり緩和されないから霜高は高くなる。No. 1の地上25 cmの平均最低気温は−2.2°，2 mは−0.6°で1.6°たかいだけである。谷または凹地の林木は丈けの低い稚樹の時代ばかりでなく，相当高くなっ

---

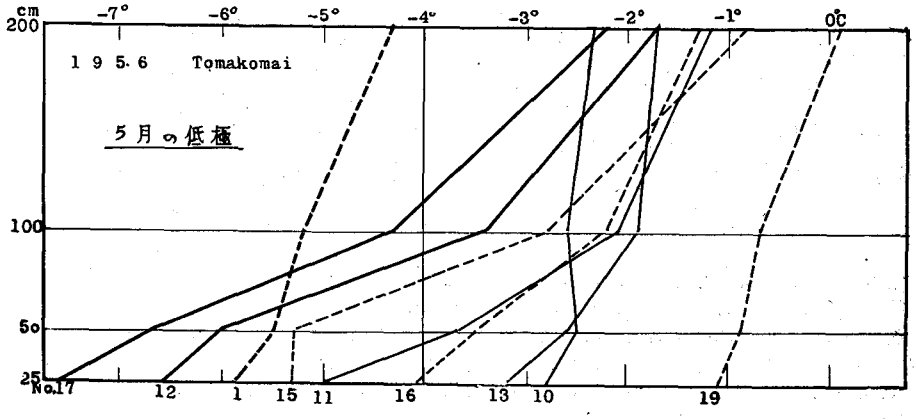
3) 霜高が地形と密接な関係があることは昔から注意されていた。
HESS: Fortschutz. 2. Aufl., 2. Bd., Leipzig 1887, S. 335.
新島善直はこの HESS の説を明治時代に紹介した。森林保護学，明治33年，294頁。
しかし霜高と林木の関係についてはほとんど言われていないようである。

4) RUBNER: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus. Neudamm 1924, S. 33.
DENGLER: Waldbau. Berlin 1930, S. 115.
KÖSTLER: Waldbau. Berlin und Hamburg 1950, S. 43.
TSCHERMAK: Waldbau. Wien 1950, S. 18.
日本では1～2 m とする説に傾いているようだが，ヨーロッパにも1～2 m またはそれ以下が多いという説もある。
中村賢太郎: 育林学原論，再版，1937，115頁。
藤島信太郎: 実践造林学，四版，1953，12頁。
川口武雄: 森林気象学，1956，94頁。
WAGNER: Lehrbuch des Forstschutzes. Berlin 1930, S. 87.
MAYR: Waldbau. Berlin 1909, S. 226.
BÜHLER: Waldbau. 2. Bd., Stuttgart 1922, S. 287.
FANKHAUSER: Leitfaden für die Schweizerische Unterförster- und Bannwarten-Kurse. Bern 1923, S. 19.

ても霜害を生ずる有害な低温にさらされる。激しい低温がたびたびあらわれる谷では，霜高をこえる前に致命的な被害をうける。この No. 1 附近は，かってトドマツをうえ晩霜害のため全滅したところである[6]。



図の 1



図の 2

5) PHILIPP が霜害は 7 m を越えることがあるといっているのは，谷のことであろう。
Der rationalisierte Waldbau. Karlsruhe 1932, S. 233.
洞爺湖の中島国有林には霜高 4～5 m と思われる凹地がある。地形が大きくなると，谷または凹地の霜高はたかくなる傾向がある。

6) 苫小牧演習林の谷地形にあらわれる低温とトドマツの晩霜害については，前に詳しくとりあつかっている。
今田敬一：晩霜季における林地の低気温，北大農学部演習林研究報告，XIV. 1, 1948, 1–46 頁.
――――：造林地のトドマツの凍害に関する研究，同上 XVI. 2, 1953, 117–174 頁.

2. 温暖斜面 (斜面の温暖地帯)[7] の霜高は考えなくともよいことがある。或る高さ以上(中腹以上など)の斜面の接地気層は，夜の温度が極端にさがらないため，無霜害地帯になっていることがある。このようなばあいの霜高は無いにひとしい。No. 10 と No. 13 の観測点はこれに相当し，最も温度がさがる地上 25 cm の平均最低気温は 0.6° と 0.7°，5 月の低極はそれぞれ −2.8° と −3.2° だが，普通はさがつても −1° 前後にすぎない。また霜日 14 日のうち，ここでは共に 9 日まで 0° 以上である。開芽季のトドマツやエゾマツの芽が凍死する温度は −4°C といえるから[8]，No. 10 と 13 ではたとえ霜害はあっても軽微で，実質的には無霜害地帯であり，したがって霜高はないと考えてよい。北海道のトドマツは天然林でも人工林でも，このような斜面によく育っている。

3. 台地の平坦部の霜高は低い。台地の平坦部の地面ちかくは著しい低温になる傾向がある[9]。しかしそれは，地面に比較的ちかい気層だけで，高さをますにつれ急激に低温は緩和され霜高は低い。No. 12, 14, 17 の観測点は，この傾向をあきらかに見せている。たとえば No. 12 の地上 25 cm の平均最低気温は −2.7 で相当低いが，2 m では 2.4° で 5.1° もたかい。それゆえ若い苗木時代は激しい霜害をうけても，台地の低い霜高以上に育つことができれば，その後は安全に育つ可能性がある。しかし地面ちかくの著しい低温のためトドマツなど，谷とおなじく，ついに霜高以上に育ちえず成林しないばあいがすくなくない。山裾などの緩斜地や，沢ぞいの広い平坦地などにも，おなじ傾向があることが考えられる。

比較的高温な No. 11 は，台地の平坦部から温暖斜面に移行する中間地帯にあたり，霜高は台地本来の霜高よりなおいっそう低い。

4. 上木の下は霜高が低く，これを考えなくともよいばあいがある。上木の下の接地気層は，放熱がさまたげられるため夜の温低は緩和される。鬱閉や樹種年齢などによってちがうとしても，林内接地気層の低温は著しく緩和されているのが常である。No. 19 はそのよい例で，この広葉樹林の閉鎖状態にある部分では，まだ完全に着葉していないが地上 25 cm の平均最低気温 1.0°，となりの No. 17 にくらべて 4.4° もたかい。また 5 月の低極は −1.1° にすぎず，霜高は無いと考えてよい。しかしここを皆伐すれば，No. 17 または No. 14 のような激しい低温が地面ちかくにあらわれるに違いない。霜高は平坦地だからたかくないが，地面ちかくでは致命的な霜害もあらわれかねない。北海道の平地または緩斜地のトドマツ造林は，上木の下で安全に育つたものを，上木を早く伐りすぎて霜害をうけ失敗することがある。

---

7) GEIGER: The climate near the ground. Translation by Stewart. Cambridge 1950, p. 206–208. この 20 林班の温暖斜面について前記　斜面の温暖地帯と寒冷な台地　に詳しく論じている。114 頁.
8) 今田敬一・武藤憲由：凍害と温度，北大農学部演習林研究報告，XIX. 1, 1958, 41–60 頁.
9) 前記の　斜面の温暖地帯と寒冷な台地　118 頁参照。

林内接地気層の低温は鬱閉度でちがうが，孤立木の下も低温が緩和され霜高が低い傾向がある。No. 15 のエゾマツの下はこの例である。林縁附近にもまたおなじような傾向がみられ，No. 16 と No. 20 の観測点はこのことを示している[10]。

或る場所の実際の霜高は，その場所の接地気層の観測値によって知ることができよう。この観測値をもとに，さまざまな方法があってよいはずである。

たとえば開芽季のトドマツの芽の凍死は −4℃ で顕著になるから，開芽季の −4℃ 以下の霜日を平均した観測値——表の2のbにより図の2にならってえがいた図上で一応の目安となる霜高がえられる。またトドマツの開芽は，苫小牧のあたたかい斜面では5月10日ごろからはじまるから，10日以後の −4° 以下の霜日を平均し，おなじようにして霜高を求めればいつ層実際にちかいものになる。しかし図の2は，5月10日以後の低極によってえがいている。低い温度があらわれるほど霜害はいよいよ深刻だから，この方法で求めた霜高がもっとも現実的に思われる。またこの程度の開芽季の低温は，苫小牧演習林の寒冷箇所ではほとんど毎年のことで，この図の2によって求めた霜高は，附近の霜害の状況から判断される霜高とも，ほとんど一致しているようである。(表参照)

開芽季の低極によって求めた霜高

観測点	霜高 (m)	状況
No. 1	2.30	浅い谷
No. 10	0.00	温暖斜面
No. 13	0.00	同上
No. 11	0.45	温暖斜面—台地移行帯
No. 12	0.90	台地の平坦部
No. 14	0.95	同上
No. 15	0.75	同上のエゾマツの下
No. 16	0.30	同上の雑木林北側林縁
No. 19	0.00	同上の雑木林内
No. 20	0.00	同上雑木南側林縁
No. 17	1.15	同上の平坦部

おわりに

この研究は，霜害をおこすとき極めて普通な，輻射冷却のばあいの霜高をミクロクリマの問題として取扱ったものである。寒冷地方の造林にとって，凍霜害の形であらわれる悪条件はほとんど宿命的なものだが，造林地にあらわれる低温の実態をとらえることなくして寒冷地方の進んだ造林はありえない。

谷のような凹地の霜高がたかいことは今日までもいわれていた。しかしこの研究が示しているように，谷ばかりでなく，霜高は地形の関係か林木の影響をうけ，それぞれ固有な様態があることを注意したい。寒冷地方の造林は，このような霜高の様態をじゅうぶん理解して行なう必要があろう。

北大の苫小牧演習林幌内事業区第20林班の霜高を概括すれば，台地の平坦部の霜高は1m内外，これに接続する谷は2mあまり，温暖斜面と雑木林のなかは0，その林縁もほと

10) 前記の　斜面の温暖地帯と寒冷な台地　123頁参照。

んど0，孤立するエゾマツ老木の下は周囲より約30 cm ひくい。これらの霜高は，苫小牧演習林の全般，また附近のおなじような地形と雑木林の内外などにもあてはまると思う。北海道としても比較的寒冷な苫小牧の丘陵性の台地の霜高がこの程度であるから，北海道には霜高1 m 以下の造林地が相当広く実在すると思われ，またヨーロッパでいわれている1～3 m を霜高の普通の限度と考えてよいであろう。しかし温度や地形の条件によって，もっと高い霜高もあらわれることがあるのは，かって広く踏査した霜害の実態からみてもたしかである。気候が北海道よりも温暖な本州方面では，1～2 m を普通の限度とする今までの考えかたがあってよいだろう。

霜害をまぬかれるには，霜高の低いところほど有利だが，広い平坦地や緩斜地では，霜高は低くとも地面ちかくの著しい低温が激しい霜害をおこすばあいがある。霜害によわいトドマツのような樹種の造林は，霜高がほとんど考えられない温暖斜面をえらびたいが平坦地や緩斜地では，霜高を著しく低くする上木の利用が考えられる。このばあい，上木の鬱閉度と大さが当然問題になる。また，上木を除く時期は，植えた下木が伸長して，上木を除いたときそこにあらわれる霜高をこえたときでなければならない。