

カラマツの霜害について(1)

| | |
|-------|---|
| 誌名 | 日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society |
| ISSN | 0021485X |
| 著者 | 海上, 道雄 内田, 煌二 砂坂, 元幸 大坪, 輝夫 |
| 巻/号 | 54巻12号 |
| 掲載ページ | p. 429-433 |
| 発行年月 | 1972年12月 |

短 報

カラマツの霜害について (I)

霜輪の発現と積算最低気温による予知*

海上道雄**・内田煌二**

砂坂元幸**・大坪輝夫**

1. ま え が き

樹木が異常低温にさらされると、外観でみられる霜害のほか樹幹内部に霜輪や傷害樹脂道および扇形変色などを生ずることはよく知られている。

筆者らは、東京教育大学八ヶ岳演習林でカラマツの霜害調査を行なう過程で、霜害木の樹幹内部に上記の異状が残され、また軽度なものとして放射組織がゆがむことを認めたので、霜輪の発現状態を調べ、その発現原因である最低気温との関係を推定した。

この調査にあたり、農林省林業試験場玉手三葉寿先生、東京教育大学藤井真一教授、同中村義司助教授、同栃木紀郎助手にご教示とご援助いただいた。また現地演習林職員に現地調査での配慮を願った。これらの各位に厚く謝意を表す。

2. 材料および調査方法

霜輪の調査は、川上演習林 (35°55'N, 138°30'E, 1,430m) の山脚緩斜地の10年生カラマツ林から17本を1970年に伐採し、さらに野辺山ヶ原の平坦地 (35°56'N, 138°28'E, 1,350m) において2, 4, 12, 21年の異った林齢から各2本の計8本を1971, '72年に伐採し、それぞれ0, 0.2mと以上20cmまたは50cm間隔に円板を採取し測定材料とした。

円板の調査はすべて検鏡により異状の有無を確かめ、霜輪については、その発現の位置(樹高方向と半径方向)と被害程度(激・中・微)を観察した。

象気資料は、野辺山観測所 (35°57'N, 138°28'E, 1,351m) のものを用いたが、1951~'53年の資料は欠測が多いために除外した。

3. 調査結果と考察

1. 霜輪の発現状況、霜輪の発現年は野辺山ヶ原では1950~'71年の22年間で17年あり、認められなかった

年は5年のみであった。川上演習林では、1960~'69年の10年間に於いて1961, '64, '69年だけにみられ、野辺山ヶ原で発現している'67, '68, '69年には認められなかった。これは川上演習林は野辺山ヶ原より最低気温が1~2°C高いことによるようである。

霜輪の発現季節は、両地区共にほとんど春季であった。秋材部にあるものは1969年の1回のみで、9月9日の低温(-2.0°C)によるものと推定され、被害は軽度のものであった。

霜輪のみられた多くの年はその時期に1回だけ発現しているが、1955, 1961年では同一春季に2回発現し二重霜輪となっていた(写真-1)。

樹幹の垂直方向における霜輪発現部位は、林齢6, 7年頃までの若いものでは地際部分を除き全面に分布することが多い。林齢約10年頃からは、被害発現回数が少なくなり、発現する場合はおもに梢頭部付近にみられた(図-1)。樹齢の高いものの梢頭部付近に発現する傾向は、閉

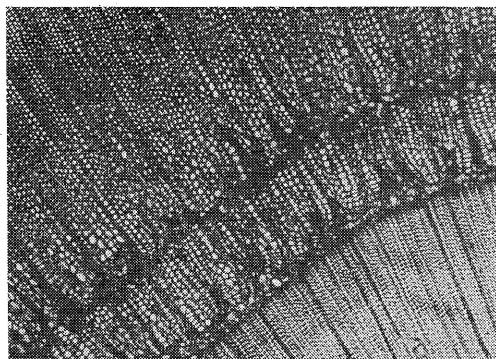


写真-1. カラマツの二重霜輪

霜輪発現時 1961年, 樹齢5年

Photo. 1. Microphotograph of double frost rings appeared in Japanese Larch (*Larix leptolepis* GORDON) (50×)

Appearance of frost rings: 1961
Tree age: five years

* Michio KAIJYO, Kohji UCHIDA, Motoyuki SUNASAKA and Teruo OTSUBO: Frost injury of Japanese larch (*Larix leptolepis* GORDON) (I) Appearance of frost ring and its anticipation by summation of daily minimum temperature

** 東京教育大学農学部演習林 The Instruction Forest of Tokyo Univ. of Education, Tokyo

鎖した林冠によって樹冠内部では極端な冷え込みが緩和されるが、上部は樹冠上層が二次放射面となり、梢頭部付近に低温層が出現する結果であろう^{1,2)}。

霜輪の半径方向における分布は、発現した年により秋材のすぐ外側にあるものから最大約 20 細胞外側にあるものまで多様に分布していた。これは、形成層細胞の分裂進行状況と有害な低温の発生する時期の関係を示しているようである。

肥大生長がある程度進んだ後に霜輪が発現した場合の半径方向の位置は、樹幹の垂直位置によって異なり、写真-2 の例では高さ 40 ~80 cm の部分で最も外側にあり

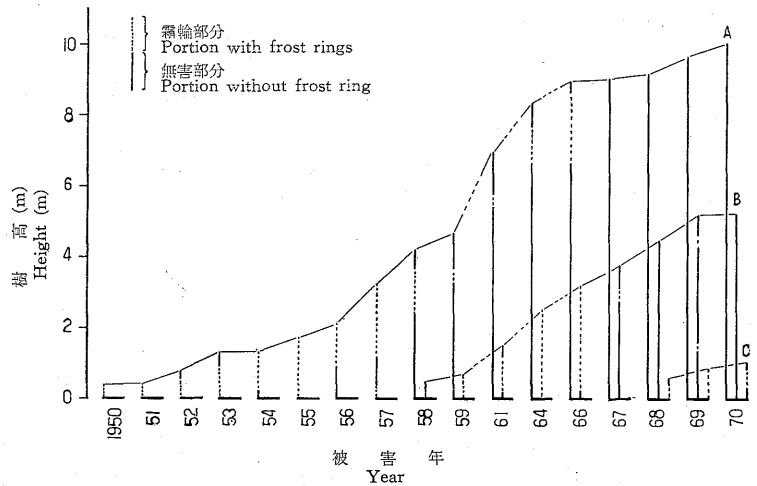
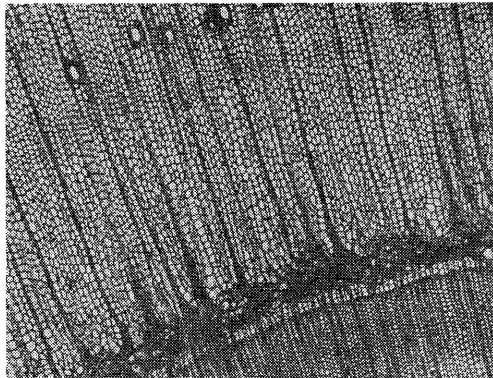


図-1. 樹幹の垂直方向における霜輪発現部位

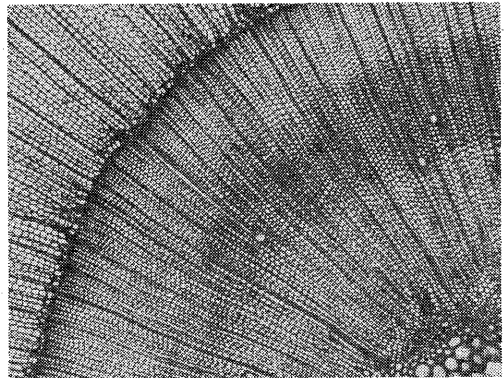
標本 A, B, C 共に野辺山産、樹齢 23, 15, 5 年

Fig. 1. Vertical portion of stem which frost rings appeared

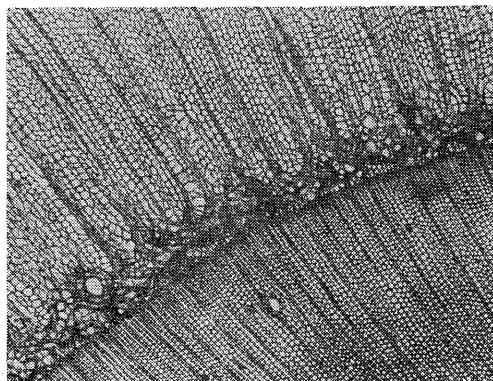
Samples, A, B and C, were originated at Nobeyama, Nagano prefecture



(a)



(c)



(b)

写真-2. 樹幹の断面高と霜輪

(a) 断面高 0.7m, (b) 断面高 1.2m, (c) 断面高 1.7m
霜輪発現時 1966 年, 樹齢 7 年

Photo. 2 Microphotograph of frost rings, appeared in Japanese Larch (*Larix leptolepis* GORDON), with respect to difference of height of cross section (50×)

(a) 0.7 meters in height of cross section
(b) 1.2 meters in height of cross section
(c) 1.7 meters in height of cross section
Appearance of frost rings: 1966
Tree age: seven years

組織の破損が大きく、1.2m で内側に寄り、1.7m では秋材のすぐ外側にあり、被害も軽くなっている。これは形成層細胞分裂の進行が樹幹の垂直位置によって異なることを示すものであろう。

2. 霜輪の発現と最低気温 春季耐凍性が漸次低下するが低温にふれると短期間に耐凍性が増大する。しかし発芽開始後は耐凍性増大の条件が失われる³⁾ といわれ、

霜害は冷え込みの強さとその低温の現われる時期が問題である。霜輪の形成については活動状態にあった形成層のもっとも内側の材母細胞の 2~3 細胞層が害を受け、他の形成層細胞層が害を受けないで新しい組織を形成するため、害を受けた 2~3 細胞層が霜輪として残る⁴⁾ といわれ、霜輪の形成は、形成層が活動状態にあり、しかもその部分の耐凍度より低い外圍温度がかかわること

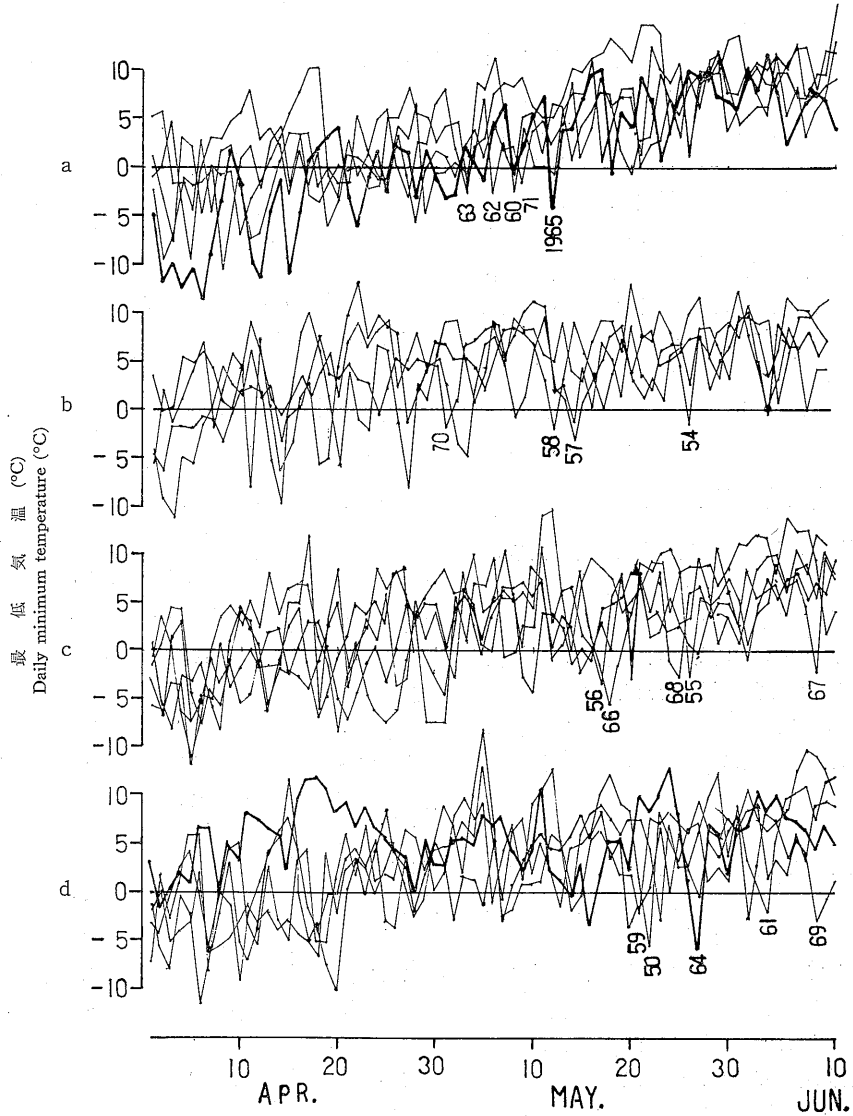


図-2. 被害別による各年の日最低気温 (4月1日~6月10日)

a: 無被害年, b, c, d: 軽, 中, 激度の被害年

Fig. 2. Daily minimum temperature from April 1 to June 10 on different years with and without frost injury

a, b, c, and d: show degree of frost injury
 a: without injury b: slightly c: worse d: severe

いえる。

野辺山ヶ原のカラマツ開芽時期は、4月中・下旬であり、晩霜害の発生は5~6月で、特に5月に多い。開芽期の4月中・下旬の最低気温の平均値は0.8, 2.1°Cで、同期の平均気温は6.3, 7.8°Cであるから、植物の最低生育温度の範囲にあり、4月下旬を平均的な開芽期とみなすことができよう。

形成層細胞の分裂開始時期について今川ら⁵⁾は5月10日頃とみなし、その直後に一次膜帯の細胞数の急激な増加がみられたとしている。この報告の北大苫小牧演習林の月平均気温⁶⁾と野辺山のそれを比較すると野辺山が4月で約2°C, 5, 6月では約1.5°C高い。したがってカラマツの開芽期も苫小牧より10~15日程早くなり、形成層細胞の分裂開始時期もその頃と推定される。

調査結果による霜輪の発現年と無発現年との最高最低気温の旬別平均を比較すると4月と5月上旬では発現年が高温を示し、5月中・下旬では、低く(1.0, 1.4°C)なるかほぼ等しくなっている。これは発現年では開芽前の4月から急に気温が上昇し開芽日を早めているに反し、無発現年では開芽期前が低温で開芽日がおくれたことを示すものである。

無発現年の4月1日から6月上旬にわたる最低気温の変化は、一般に初期の低温から順調な上昇傾向をたどり、5月以後には極端な低温の発生が少ないといえる。1965年は5月12日に強い低温(-4.2°C)が発生しているが、その前期の最低気温は低い。

発現年では4月下旬から0°C以上の日が多く、その後の上昇傾向が鈍化し、水平的な推移をたどりながら5月に入ってから0°C以下の低温の現われる日が多い。特に中・激寒年では5月15日以後にかなり強い低温が出現している(図-2)。

以上のような傾向から、霜輪の発現と気温との関係を量的に示す一方法として、被害を与えた最低気温とそれ以前の生育温度条件として4月1日からの積算最低気温をとりあげ、両者の関係を求めた(図-3)。

生育温度条件として最低気温をあげた理由は、桑の開芽期日の推定に用いられていることや観測が比較的容易であることで、4月1日から積算値をとったのは、他の期日より良好な関係が得られたことによる。

図-3は、0°C以下の最低気温(t)を横軸にとり、その前日までの積算最低気温(T)を縦軸にとってプロットした。無発現年の分布領域はほぼ $T \leq 64t^{-1.16}$ の曲線にて示される範囲であった。発現年については、過去の霜害観察記録を参考にし、記録もれの年は経験的な推定を行ない、有害な最低気温を定めプロットした。その結果は

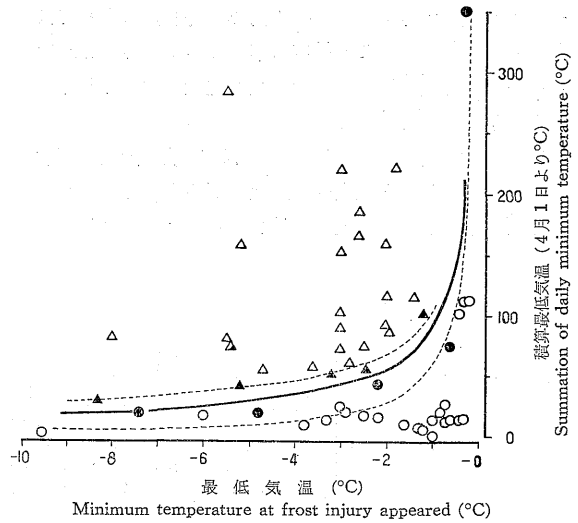


図-3. 霜輪発現推定曲線

○●: 無被害, △▲: 被害, ⊙▲: 平均に用いた点

Fig. 3. Relation between minimum temperature at frost injury appeared and summation of daily minimum temperature from April 1 to date of frost injury appeared

Opened marks and solid marks represent data obtained and average of data, respectively

○●: without injury
△▲: injured

$T \geq 100t^{-0.54}$ の曲線の範囲に分布し、被害度の大きい年ほど曲線から離れている。以上両曲線から次の式を求め

$$T = 92t^{-0.72}$$

これを霜輪発現推定曲線とした。この結果からカラマツの春季の霜輪の発現は、0°C以下の低温に起因することは当然であるが、その低温発現時におけるカラマツの生育状態と関係し、これをここでは4月1日からの積算最低気温(T)で表わすと $T > 92t^{-0.72}$ の場合に発現し、現われる低温(t)にかかわらず T の値が大きくなるほど被害度が大きくなる。低温が発生してもそのとき $T < 92t^{-0.72}$ の場合は霜輪が発現しないといえる。

ここで注意すべきは、気象観測点は、霜輪調査区域から約0.6km離れていて、過去3年間の4, 5月の月平均最低気温は、調査区域がそれぞれ0.5, 0.9°C低くなっている、したがって調査区の気温を用いた場合上式の係数は多少変化するであろう。

以上の結果から、カラマツが霜害を受ける地域で開芽前約半月ほど前からの最低気温の積算値と、発生する最低気温の関係をもって霜輪を発現する有害な低温を推定することができる。

4. ま と め

カラマツの霜害の多発地である野辺山ヶ原で、過去におけるカラマツ霜輪の状況を調査し、霜輪発生の気象条件を推定した結果、次のことがらを得た。

1. 1950～71年の22年間における期間で、霜輪の発現した年は17年あり、非常に高い発現頻度であった。発現時期はほとんど春季の晩霜害によるもので、5月中に多く発生し6月にもみられた。特別なものとして同一季内に2度の被害を受け、二重霜輪となっているものもあった。

2. 霜輪は幼齢木に多く発生している。クローネが閉鎖されたような林分では、梢頭部付近に現われ、クローネ上層による二次放射との関係を示しているようである。

3. 肥大生長がある程度進んでから発現した霜輪の半径方向の位置は、断面高により異なっている。これは断面高により半径方向の細胞分裂の進み方が異なっていると考えた。

4. 霜輪を発現せしめるような有害低温(t)は、カラマツの開芽生育の進行状況と関係し、生育進行状況をこの場合4月1日からの積算最低気温(T)で表わすと、

$T=92t-0.72$ の関係が得られ、 $T>92t-0.72$ のとき霜輪が発現すると推定され、この場合 t の値にかかわらず T の値が大きいほど被害度が大きくなっている。 $T<92t-0.72$ であるとき霜輪は発現しなかった。

このような関係式を求めることによって、霜輪の発現はあらかじめ予知できそうである。

本調査では、霜害の発生記録の欠けた年があり、この場合は推定によった。この点問題があると思われるので、今後さらに調査を進め前記の関係を確かめてゆきたい。

引用文献

- 1) 長野測候所：りんご園における防霜実験について，農業気象 12, No. 2, 48
- 2) 太田 巖：苗木の凍害，日林誌 45, 65, 1963
- 3) 酒井 昭・吉田静夫：トドマツの霜害に関する研究 (II)，日林誌 49, 89～91, 1967
- 4) 酒井 昭：樹木の凍害について，北方林業 10, 33, 1958
- 5) 今川一志・石田茂雄：樹木の木部形成に関する研究，北大演報 27, 380, 1970
- 6) 北大演習林：北海道大学演習林 60年の歩み，18, 1963
(1972年9月11日受理)