

新技術情報

— 林業試験場北海道支場 —



トドマツ苗の凍結温度による晩霜被害率の推定

造林第一研究室 坂上幸雄・藤村好子

まえがき

北海道のトドマツ造林地で最初に問題とされた気象被害は晩霜害であった。とくにトドマツ人工造林地が広がるにつれ晩霜のおこりやすい場所に注意がむけられ、今田¹⁾が凹地に想像以上の低温があらわれることを指摘して以来、霜穴に対する注意が払われるようになった。一方比較的大面積の晩霜被害も所々にみられる大地形で、霜害発生地形区分も行われるようになった。²⁾

しかし造林の立場から必要とされる小班単位の大きさの霜害危険地判定方法は、まだできていないと言ってよいであろう。植栽後数年の植栽木に致命的被害をあたえる晩霜害については、特に危険地判定の方法が必要であろう。もし晩霜害をうけやすい場所を、事前にまた適切に区分できるなら、危険の少ない場所では皆伐による人工更新を、危険の多い場所では保残木、保護樹帯などを設ける方策をとり、事前に得られる情報にもとづく造林方法の対応が考えられる。

農業では霜害危険地の判定方法として、1) 最低気温分布図をつくり、この図から危険地域の推定を行なう方法と、2) 被害分布図から危険地域の判定をする方法が用いられている。

これらの分布図は霜害危険地判定に有力な手段となっており、作付作物の種類の決定、土地利用区分などに活用されている。

これらの方法を林業に適用するには多くの困難があり、直接応用することはできない。なぜなら第一の方法を造林予定地の霜害危険地判定に用いるには、数多くの観測点が必要であり、また、観測できたとしても、観測期間中に降霜がなければ、晩霜害の危険性をとらえることができない。第二の方法は天然林を人工更新対象林分とした場合、過去の記録もなく農業のようにその場所の被害実態をもとにした危険地判定の方法は不可能である。

われわれが現在必要としているのは、近い将来伐採され造林される林分の晩霜害危険性が大きいのか、小さいかということであり、この課題に答えるには独自の方法が必要である。そこでわれわれは過去の霜害が樹形に表現されていることと、植栽初期の造林木を除いては、1, 2回の霜害で枯れることができない点を利用して、造林予定地の晩霜害危険判定の方法を検討している。

この方法の基本は晩霜害をうける気温は、植栽木1本1本に違いがあり、気温が低下するにつれ本数被害率も増加することを利用するもので、造林予定地周辺の既応造林地の被害本数率から、その場所に発生した最低気温を知ろうとするものである。このことを裏返してみると、ある造林予定地の最低気温が実測されていれば、その場所での晩霜害本数被害率を推定することもできる。

このための基礎的な研究はトドマツ苗について行なっているので本文ではトドマツ造林を前提とした考え方を述べてみたい。また、この方法はまだ現地で検証されていないので正しく判定できるかは、まだ疑問があるが、ここでご紹介し、造林担当の方々のご批判とご助言をうけたいと思っている。

トドマツが晩霜害をうける気温条件

一般に降霜時の気温は日没とともに低下しはじめ、日の出前に最低気温を示したあと、日の出とともに急速に上昇する。気温低下時の低下速度は資料が少なく平均的低下速度はわからないが、1976年6月30日から7月3日にかけて大雪営林署石狩事業所で記録された資料（図-1）によると1時間当たり1℃前後の低下速度であった。この時の晩霜害はトドマツ、アカエゾマツ、エゾマツとも新しく伸長した枝葉が全部被害をうけている。

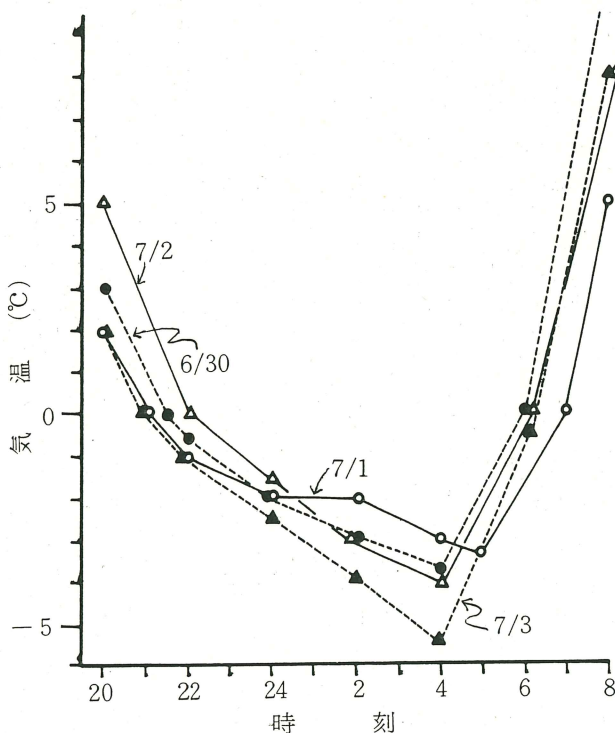


図-1 結霜時の気温変化の例

苗畑で晩霜害をうけた時の気象資料は手許にないが、大夕張営林署南部苗畑で1979年4月27日から6月21日まで地上0cmから200cmの間の6位置の気温を測定した時の記録によれば、地上高30cmの気温がマイナスになった時の気温低

下速度は毎時0.7~1.0℃であった。

これらの例から晩霜害発生時の気温低下速度は毎時1℃前後とみなしてよさそうである。また降霜日の平均露点が一1℃から2.7℃である³⁾ことから、霜がむすび晩霜害が発生する時にはトドマツ枝葉に結露していると考えられる。

以上からトドマツの晩霜害発生時の気象条件は、気温が低下し枝葉に結露し、さらに気温が毎時1℃前後で低下しながら極低温に達する。この極低温が枝葉の凍る温度に達した時、トドマツ枝葉が晩霜害をうけるであろうと考えられる。

トドマツ枝葉が凍る温度

一方トドマツ枝葉が凍る温度は季節によって違い⁴⁾、冷やされる速さ⁵⁾、枝葉が水で濡れているか、いないかによっても違ってくる。一般に水で濡れたトドマツ苗は、濡れていない苗より凍りやすく、冷やす速度が遅くなると凍りにくくなる。冷やす速度（冷却速度）と枝葉が凍る温度（凍結温度）の関係を図-2に示した。この

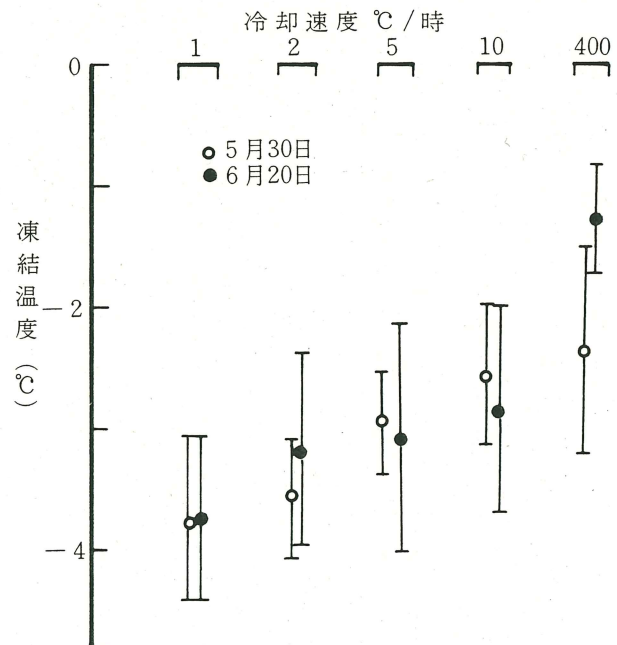


図-2 各冷却速度における凍結温度

○印は平均値、棒は標準偏差を示す。

実験材料は水で濡らしたものである。この図からトドマツの開芽直後の枝葉（5月30日）も、数cmの長さに伸長した枝葉（6月20日）も冷却速度が遅いほど凍結温度が低くなることが

わかる。

前記の晩霜害が発生した時の温度条件と、この実験結果を照しあわせると、晩霜害をうけやすい時期の平均凍結温度は -3.7°C であった。しかし最も凍りやすい苗は -2.4°C で凍り最も凍りにくい苗は -5.2°C になってはじめて凍った。この凍結温度を各温度における頻度分布でみると図-3のようになる。この頻度分布は5月30日と6月20日の測定結果を一緒にして図示してある。それは両時期の凍結温度に統計的差がないので5月30日から6月20日の間の新枝葉は毎時 1°C の冷却速度で冷やされた時には同じ性質を持っていると考えられるからであった。

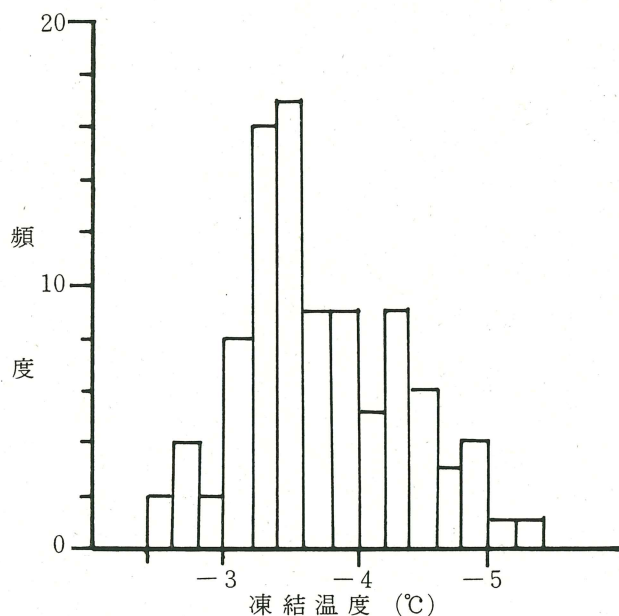


図-3 凍結温度の頻度分布
(0.2°C で層化)

図にみられるように、トドマツ新枝葉の凍結温度の分布は正規分布を示さず、 -3.2°C 付近で急激に凍結する苗の数が増加し、 -3.4°C 付近を頂点として低温側にフクラミを持つ分布をしている。このように凍結温度が比較的広い範囲に分布していることを利用すれば発生が予想される最低気温から晩霜被害率を推定したり、逆に晩霜被害率からあらわれた最低気温を推定することができるであろう。

凍結温度の個体間変動を利用して晩霜害危険地域区分をする。

いろいろな環境因子を物理的方法や化学的方

法で測定するのではなく、そこに置かれた植物の生長や特定の器官の生長によって、相対的に環境因子を測定する方法がある。この方法は植物計法（フィトメーター法）といわれ、指標植物による環境の把握法と共通した考え方である。この考え方を晩霜害危険地域区分に応用することができる。

晩霜害の危険地域区分をしようとする地域にあるトドマツを植物計とする利点として、1) トドマツ造林木、天然木のすべてが植物計として利用できるので広い範囲にわたって資料を得ることができる。2) トドマツ当年生枝葉の高さ別被害率から垂直方向の資料がとれる。3) 被害木は少なくとも2, 3カ月間、被害状態をそのまま保っているので調査時間に余裕がある。4) 植栽初期のトドマツ以外は数回の晩霜害をうけても枯死することがない。また 5) 過去の被害が樹型で読みとれるなどの利点がある。

一方前述のように、ある温度で凍る苗の本数率に一定の傾向があるならば、特定の温度での被害本数率を推定することができ、逆に晩霜被害本数率から発生した最低気温の推定も可能である。

そこで図-3の頻度分布を凍結温度の高い方から順次加えながら、それぞれの頻度小計を総

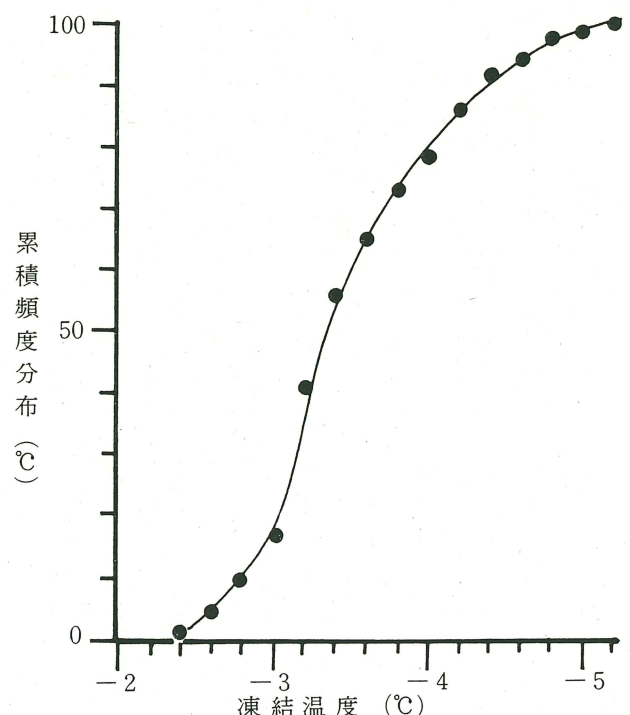


図-4 累積頻度分布曲線

数で除した値を図-4に示した。これらの点を通る線は累積頻度分布曲線で、ある低温にトドマツがさらされた時、全体のうち何%の本数に被害がでるかを示している。例えば-4.0℃では約80%の苗が被害をうけるであろうと推定される。逆に50%の晩霜被害本数率を示した場所では-3.2~-3.4℃の最低気温があらわれたであろうと推定できる。このような数値はトドマツ苗で得られたものではあるが、成木の時も晩霜害をうける部分が当年生枝葉に限定されることが多いので、苗の数値をそのまま成木に適用してもかまわないであろうと考えている。

この方法を現地に適用するなら、造林予定地周辺にあるトドマツ林分の過去の被害本数率から発生した最低気温の分布図をつくり、造林地予定地がどの程度の最低気温が発生する場所であるか推定できるのである。

しかし過去の被害本数率を調べるのは多くの時間と労力を必要とするので実行は難しい。現実的には造林予定地周辺にあるトドマツ若齢造林木を植物計とするのが妥当である。

その具体的方法としては造林予定地周辺のトドマツ若齢造林地に晩霜害が発生した時がチャンスである。この時、

- 1) 被害地点ごとの被害本数率を地形図(2~2.5万分の1)上に記録しておく。この場合できるだけ多くの点が記録されることが望ましい。
- 2) 1本の木の一部の枝しか被害をうけていなくても被害木とみなす。
- 3) 被害本数率は20%きざみでよく、目測で評価する。
- 4) これらの被害本数率を図-4によって最低気温に読みかえる。
- 5) この値から最低気温分布図をつくり、造林予定地の出現最低気温を推定する。
- 6) しかし調査地のトドマツが枝下高1.5m以上あり、地上高1.5~2mの樹冠に晩霜害がみられるときには、被害本数率から得られる最低気温に-3℃を加えた値を最低気温とする。これは地表面より上部の方が高い最低気温になっており、実際に植栽される苗の位置の最低気温は1.5~2mの高さより1~3℃低くなっているためである。-3℃の値を用

いるのは被害発生を過小に推定しないため大きな値を用いる。

一方造林予定地の最低気温が実測されるならば、その場所にトドマツ造林した時の晩霜被害本数率を推定し、造林の可否を判定することができるであろう。

このような方法で晩霜害危険地域区分をするとしても、単年度だけの資料では不安があるので、機会のある度に資料の積み重ねが必要であろう。

以上、トドマツ苗の凍結温度の研究で得られた結果のうち現場で活用できるであろうと思われる利用方法を紹介した。しかしこの方法は、まだ現地で検証されたものではなく、またトドマツ種子の産地によって累積頻度分布曲線の型も少し変る可能性があるが、⁶⁾ 晩霜害危険地判定の一助になればと思って本文をまとめた。もし、この方法の検証のための資料や、チャンスがあれば、ご検討いただきたい。

[引用文献]

- 1). 今田 敬一：北大演報14, 1~46, (1948)
- 2). 吉野 正敏：小気候, pp274, 地人書館, (1976)
- 3). 阿部富士夫：北海道林試時報54, 1~40, (1944)
- 4). 坂上 幸雄・藤村 好子：日林誌62, 205~210, (1980)
- 5). ———, ———：日林北支講28, 95~97, (1980)
- 6). 鮫島惇一郎・中村 和子：林試北海道支場年報(昭49), 45~49, (1974)

新技術情報 No. 4

昭和56年3月15日 発行

編集 林業試験場北海道支場

札幌市豊平区羊ヶ丘1

☎ 061-01 電話(011)851-4131