

最近発生した林木の霜害について

水 井 憲 雄

はじめに

北海道ではここ数年来毎年のように造林地や苗畑に寒さの害が発生し、そのあられかたも幼苗から 1 令級にいたるものまで、かなり広範囲にわたっている。林木の寒さの害は被害形態や発生時期によって道林務部江口技師らが次のように分類している。



凍害は植物が凍結状態で、ある限界温度をこえて冷却されたときにおこり、現象として芽枯れ、枝枯れ、芯枯れ、また、最近大きな問題となっているトドマツ、カラマツ、スギの地際の凍害、さらに下刈終了前後のトドマツの幹の胴枯型の凍害などがある。これらの被害はトドマツ、アカエゾマツ、カラマツ、スギなどあらゆる樹種におよび全道一円に発生する危険性が高い。

一方、寒風害は一般に積雪の少ない土壤凍結地帯の風衝地に多くみられるが、道南地方のような土壤が凍結しないところでもかなり発生することがある。結局、冬期間土壤が凍結しているか、幹の一部が凍結していることによって、根から水の供給が悪い状態にあるとき、強制的に脱水されておこる乾燥害といわれている。被害の症状として最初枝葉の先端から変色が始まり、黄緑色となるが次第に黄褐色となって、さらに進むと赤褐色となり枯死してしまう。昭和 41 年の冬から 42 年春にかけて道東地方の幼木が多量に枯死したのはこの乾燥害と報告されている。

気象条件のきびしい北海道では林木の寒さの害が造林をすすめる上で大きな隘路となっており、これらに関する研究活動も 30 余年前から取組まれ、寒害防止対策もいろいろ検討されてきている。

今回は最近発生したトドマツ晩霜害を中心にして霜害について考えてみた。

霜害およびその発生時期

霜害は大きく 2 つに分けられる。トドマツの場合、春の開芽期に耐凍性がほとんどなくなった危険な状態で - 2 ~ - 5 の低温によって凍結を強制されて発生する害である。これは晩

霜害といわれ、主として新芽に被害をうける(写真 - 1)。また温度低下の度合が著しい場合は幹にまで被害をうけることがあり、このようなときはいずれ枯死することが多い。新芽だけに被害をうけていても、毎年降霜のある地域、すなわち常習地帯では奇型になってしまい成林の期待がもてない。晩霜害は一般に5月初めから遅いときでは6月下旬まで被害をうける可能性がある。



写真 - 1 新芽に被害をうけた典型的なトドマツの霜害

一方、早霜害は秋口の生長停止期の頃、やはり耐凍性が十分高まらない状態で、林分が耐えられる以下に温度がさがったとき被害をうけるもので、おもにカラマツがこの被害をうける。道内の多くの造林地や苗畑ではこの晩霜害、早霜害が大きな障害となっており、とくにカラマツの育苗はその大部分が道東地方でおこなわれ、早霜害防除は大きな課題とされている。幸いにしてこの2～3年は気象条件に恵まれ、9月下旬から10月上旬にかけて雨が多かったり、道東地方特有の秋晴れが続かなかったりして、強い降霜にみまわれず大被害は発生していないようである。

防 除 法

トドマツの晩霜害は全道一円にその危険性が高く、各地の養成苗畑ではいろいろな方法を用い回避に努力している。古くからおこなわれている方法として、古タイヤ、重油などを燃やすくん煙法、ヨシズ、寒冷紗などによる被覆法、その他にも風を送るとか、水をかける方法、また開芽抑制剤を使用して開芽期を遅らせる方法も検討されている。これらの方法も人手がかかるわりに効果が少なく、比較的効果の高いのは寒冷紗による被覆法が最も多く用いられている。この方法も小面積なら全面被覆も可能であるが、数10haにもおよぶような場合は資材費、労力などの点で問題があり、また、緩和できる温度にも限界がある。

カラマツの早霜害防除については肥料によって成熟を早め耐凍性を高めるとか、ナフタリンサクサン、CCC、エスレルなどの生長抑制剤を散布するなど、また、日長を操作する方法も検討されている。しかし薬剤を使用する場合は薬害の発生するおそれとコストの問題があり、日長を操作するにも実際に苗畑でおこなうには難点がある。最近これらの他にユリヤ樹脂発泡剤による人工雪を林木に吹きつけ晩霜、早霜を含めて防除できないか検討されている。ユリヤ樹脂とは石炭を原料とする保温、衝撃防止材で、建築用の断熱材とか食品品の詰合せなどに用いられている軽い白色の函材で、1966年ドイツにおける特許として土質改良剤にも認めら

れている。永い間紫外線にふれると分解してこなごなとなり、黄木に対する影響も散布時期と散布量を適切におこなえばさほど障害もなさそうである。ただ、実験的には防霜効果が認められているが、野外ではまだ明らかでないので今後の結果を待たなければならない。

このような方法も苗畑ではかなり効果を発揮しても、山間部の造林地など地の利の悪いところや、面積の広い場所では使うことが困難である。結局、トドマツを造林する場合は上木を残し、少しでも接地気象を緩和するとともに、開芽期を遅らせること、上水の活用できないところでは霜に強い樹種を植えるなどの方法に限られてくる。古くから晩霜害に悩まされている道東地方では、斜面下部に比較的抵抗性が高いアカエゾマツを植栽し、中腹から上部にはトドマツを植え、また常習地帯ではさらに強い樹種であるヨーロッパトウヒとかヨーロッパアカマツなどが植えられている。伐採方法においても、上木を残すように配慮されている。このように各地で霜害回避の対策がとり入れられ、多少の降霜があっても被害が軽減され、枯死にいたるようなことは少なくなってきた。

昭和46年6月13日の晩霜

昭和46年6月13日、道東、道北地方を襲った降霜は時期的にも非常に遅く、温度低下の度合も数10年ぶりという異例のものであった。6月中旬といえば平均気温もかなり上昇し、すべての広葉樹も芽をふき、トドマツはすでに開芽がおわり、山々は緑にかわりつつある頃である。

このような時に強い降霜があったため、樹高20mもあるヤチダモの天然木が一夜にして葉が黒く音色してしまい、これと同時に春、開芽の早い樹木や農作物などに大被害を及ぼした。このときの道内各地の最低気温は平年に比べ、ほとんどの地区で3~7度も低く、旭川で33年ぶり、帯広で30年ぶり、網走で11年ぶりという低温が記録された。農作物での被害面積は道庁調べによると上川、網走、十勝管内で35,600ha達し、大正11年以来実に49年ぶりという晩霜被害となっている。造林地においても上記管内の国、道、民有林にかなり広範囲にわたって霜害が発生した。さらに昭和47年5月中旬と下旬の2回にわたって降霜があり、前年被害をうけた造林木はおいうちをかけられ、決定的なダメージをうけたところが数多い。

昭和46年6月13日の晩霜によって道北地方のトドマツ造林地は激害をうけていたので、道有林名寄林務署の協力をえて、同管内で被害の特徴、上木（保残木）による防除効果、斜面方位による改善発生の違い、また保護帯による側方効果などについて調べてみた。

上木による防霜効果

造林地の霜害を防ぐ手段として最も期待されるのは上木である。拡大造林の推進以来、道内の各地に数10haもの団地になった造林地が目につくが、一般にこのような造林地は霜害をうけやすいばかりでなく、凍害、寒風害の発生する頻度も高い。またこのような一次的被害のあとに病原菌の侵入が目立ち、いずれは枯死してしまうケースが少なくない。

あらゆる面で抵抗性の高い安定した森林を造成するには、天然林的な林相に仕立てることが

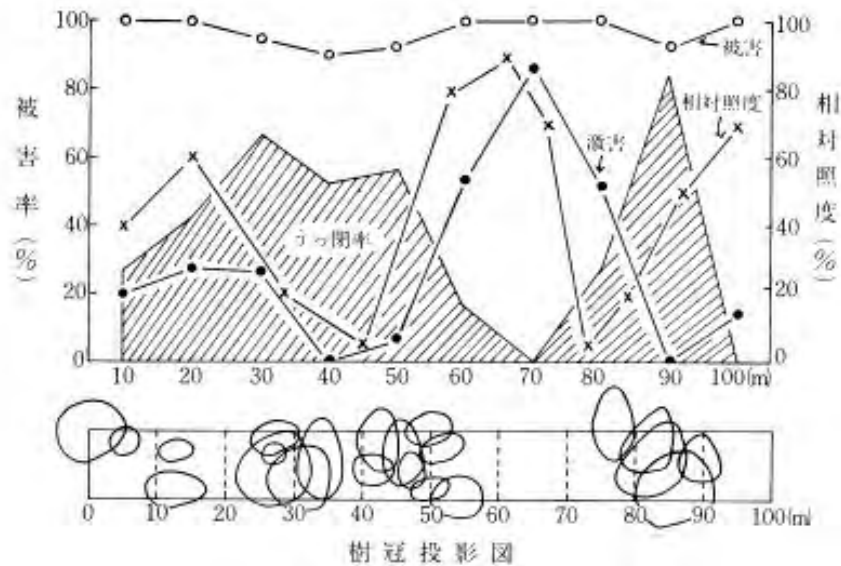


図 - 1 上木の残存度と霜害の関係

好ましいことで、とくにトドマツ造林の場合には、上木の保存が霜害の回避に大切な役割を果たすものと考えられる。そこで上木の残存度合と霜害の関係を見るために、第1の調査地は霜害地形、すなわち霜穴と思われる沢の激害地を選び、上木の残存度と被害状況について調べた。この結果を図-1に示したが、これによると被害率は上木のあるところで90%、上木のないところで100%の被害を受け、上木によっても被害を完全に回避することはできなかった。しかしこの被害率で表わしたのものには枝先の新芽のみに被害があるような微害も含まれているので非常に高い値で表われている。回復が不可能な状態、すなわち頂芽が完全に枯死し当年葉だけでなく前年葉まで赤く変色したものを激害で示すと黒丸のようで、上木の多いところでは激害が少なく、逆に上木の少ないところでは高い値を示し、上木の有無と霜害の密接な関係がみられる。うっ閉率は100 m²毎に表わしたので、斜線の部分が高いほど暗いことになる。しかし平均値であるため、必ずしも50%のところは50%とはいきれない。そこでアントラセン方式(アントラセンの0.5%ベンゼン溶液10ccを測定点にセットしておき、その沈殿度によって1日の陽光量を測定する方法)によって相対照度を測定してみると、上木と霜害の関係が適確にとらえられ、激害の発生率とほぼ一致している。これらのことから、この調査地のような霜害地形においても、上木が残されていることにより、かなり被害を軽減し回復できる可能性を残していた。

一方、第2の調査地は比較的斜面上部に設定し、第1の調査地と同様に調べてみたが、第1の調査地と違って上木があることにより、ほとんど被害をまぬがれ、樹冠から外れたところでも微害程度にとどまった(図-2)。当年の生長にもほとんど影響はみられず、上木の効果が充分認められる。

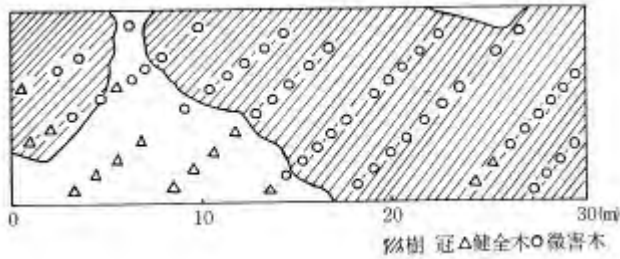


図 - 2 上木と霜害の関係

増してくる。無立木地では 90%の被害を受けた。北見林務署管内で調査された結果でも、うっ閉率 40~50%で被害が軽減されているが、20%になるとすべての造林木が被害を受け、10%以下になると大部分が激害を受けている。また樹高生長も平均的な値を示すのがうっ閉率 40~50%であり、霜害を回避し樹高生長もある程度期待できるうっ閉率は 50%前後と思われる。

上木の残しかたであるが、一般に造林木が樹冠下にある場合は被害を受けにくく、樹冠外のときに被害を受けやすいことは明らかである。しかし今回のような強い降霜では、単木として残っているものの樹冠下でも被害を受けているところが数ヶ所みられたことから、単木として残すのではなく、群状に残すことが望ましいようである。ただ、晩霜害はトドマツ自体の開芽状態と温度低下の兼ね合いから被害が発生するので、いかに上木があ

では実際に施業する場合、どの程度の上木を残すことが適切かということが問題になるが、残す量、残しかたによって被害の回避と造林木の生長にそれぞれ関連があり、この調査からだけでははっきりしたことはいえない。ただこれからいえることはおよそうっ閉率 50~60%で被害を軽減し、それ以下になると激害は急



写真 - 2 樹下植栽されたトドマツ人工林
上木のうっ閉度が 50%以上あると被害が少ない



写真 - 3 単木として保存されている場合には防霜効果が少ない

っても遅い時期はもちろん、非常に早い時期でも霜害はおこりうる。たとえば、頂芽の凍死について北大の今田・武藤教授は次の様な実験をおこなっている(表 - 1)。

この表からわかるように、トドマツの場合、-5℃, 2時間に耐えるのが開芽 10日以前であり、-10℃, 8時間で頂芽の凍死がはじまるのは 40日前である。もし開芽の時期が 5月中

表 - 1 頂芽の凍死のはじまり (今田, 武藤による)

処理温度と時間	- 20 (8時間)	- 10 (8時間)	- 5 (2時間)
トドマツ	開芽前 70 日	開芽前 40 日	開芽前 10 日
アカエゾマツ	" 60 日	" 40 日	" 8 日
エゾマツ	-	-	" 9 日
ヨーロッパトウヒ	" 50 日	" 40 日	" 5 日
カラマツ	" 30 日	" 20 日	開芽直前

旬と考えるなら, その40日前は4月上旬となり, その頃は造林地において - 10 となることは充分考えられ, その頃から被害をうける可能性がある。またアカエゾマツは - 5 , 2 時間で, 開芽8日前から頂芽の凍死がはじまるが, 開芽時期そのものが遅いのであまり霜害をうけない。しかし, 低下する温度によって, やはり限界があるので, 極度の低温にさらされると被害をうける。今までにも高海拔地帯に植栽されたアカエゾマツに大きな被害がでた例がある。また, 今田・武藤教授はトドマツの開芽がはじまるとどのような耐凍性を示すかという点についても調べている (表 - 2)。

表 - 2 開芽期のトドマツの頂芽の凍死 (今田・武藤による)

苗令	与えた低温	時間	凍死率
2年生	- 3	3時間	9%
"	"	4	27
"	- 4	3	31
"	"	4	54
"	- 5	0.5	43
"	"	1	66
"	"	2	89
"	芽がぬれている場合		
"	- 3	3	44
"	"	4	77
"	- 4	2	62
"	"	3	90

この表によると, 開芽期のトドマツは - 5 で2時間さらされると芽の凍死率は89%となり, 芽がぬれている場合は - 4 でも3時間で90%の凍死がみられ, - 3 においても77%の被害をうける。

北海道のような気象条件のきびしいところでは, 6月中, 下旬まで気温が - 3 ~ - 4 まで低下することは充分考えられ, 昭和46年6月13日の道北地方の晩霜に

しても地表面の温度は - 4 の観測記録があり, 奥地や, 霜害地形のところではこれを上回っていることが推測される。上木によってどの程度, 地表温度の低下を緩和していたかは明らかでないが今田らの報告によると, 雑木林の中の最低気温は林外より2 くらい高くなるのは普通で, ときには6 くらい高くなるといわれている。

とにかく上木は被害を軽減していることは間違いないので, 今後残し方などについて一層考えていく必要がある。

斜面方位の違いによる被害の程度

被害発生は斜面方位によって差が生じる。晩霜害はそのほとんどが輻射型の冷却であるため

空気の移動は比較的少ない。したがって南，北，どの斜面においても差がなく，同じように被害をうけるように考えられるが，被害地を調べてみると南斜面に被害の大ききことが明らかである。これは温度低下の度合に差がなくても，トドマツの開芽時期に違いがあり，南斜面の場合，春の直射日光により融雪が早まるとともに気温，地温が北斜面にくらべてはるかに高くなる。この温度差について以前，浦幌の造林地で調べたが，4月上旬の比較的晴天のとき，日中の樹体温度が北斜面で 0 ~ -2 であるのに，南斜面では +14 ~ +15 に上昇していた。このように温度条件が整ってくると，トドマツは休眠が破れ南斜面の造林木は北斜面よりも数日早く開芽を始める。こうなると造林木の耐凍性はほとんどなくなっているのので，ある限界以下の低温にさらされると北斜面よりも被害をうけやすくなる。各地のトドマツ造林地で北斜面は成林してきているが，南斜面ではいつまでたってもハウキ状となっているところが意外と多いのも，これらに起因するものと考えられる。

保護帯の側方効果

帯状に残されている保護帯はほとんど峰筋にある場合が多く，従来はおもに寒風害対策として設定されていたようであるが，晩霜に対する側方効果がみられるかどうか，勾配のゆるやかな南西斜面で調査をおこなった。この結果を図 - 3 に示す。保護帯から約 30m までは健全もしくは微害でほとんど激害がみられない。しかしそれより離れることによって急に激害が増加し，成林する可能性は低い。またこの図では省略したが，50m 以上 200m までの間では激害率に一定の傾向がみられず，非常に高い値を示していた。このことは保護帯との関係よりもむしろ地形的なものに左右されていることを示すようである。

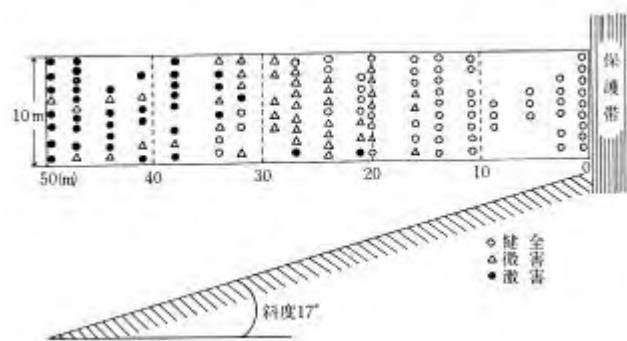


図 - 3 霜害に対する保護帯の側方効果

晩霜害に対する保護帯の側方効果については林分内容，その幅，位置によって異なるかもしれないが，低温が停滞するような個所では林縁でも被害をうけており，いずれにしても大きな期待はもてないようである。

おわりに

昭和 46 年 6 月 13 日の晩霜はこのように大被害をおよぼしたが，古くさかのぼると昭和 13 年 6 月 18 日の北大苫小牧演習林における大被害，さらに昭和 29 年，道東地方の晩霜害，このあと道東地方では昭和 40 年まで毎年のように大被害が発生している。早霜害についても昭和 44 年には大打撃をうけており，北海道の造林を考えるうえで，このような寒さの害を考えずにはいられない。とくに南斜面では寒風害，凍害，霜害などが多発しやすいので造林方法を充分考慮していく必要がある。

文 献

- 江口 完 1971 ユリヤ樹脂発泡剤(人工雪)による苗木の寒害防止 北方林業 23(2) : 20 - 23
- 江口 完・渡辺富夫・森田健次郎・山根玄一・岡田 滋・合田昌義 1972 北海道における林木の寒害 131 P 北方林業叢書 50
- 小野孝司・生井郁郎 1961 微細地形と造林地の凍霜害 59 P 北海道造林振興協会
- 今田敬一・武藤憲由 1958 北海道主要造林樹種の凍害に関する研究 I. . . , 北大演習林報告 19(1) : 41 - 121
- 今田敬一・佐々木準長 1959 凍害と霜害 200 P 北方林業叢書 13
- 酒井 昭 1965 北海道における林木の寒さの害の問題点について 北方林業 17(1) : 14 - 17
- 酒井 昭・吉田静夫 1967 トドマツの霜害に関する研究()霜害時に現われる幹の被害 日林誌 49(3) : 87 - 93
- 花房 尚 1972 ユリヤ樹脂発泡剤によるカラマツ早霜害防除試験 日林北海道支部大会発表
- 森田健次郎・水井憲雄 1971 林木の寒さの害に関する研究(I)斜面方位別樹体温度と土壤凍結深度の季節変化 北海道林試報告 9 : 51 - 58

(造林科)

