

# アテ苗木の晩霜害

— 被害の実態と成長に及ぼす影響 —

Study on the late frost damage of nursery stocks of Ate  
(*Thujaopsis dolabrata* var. *hondae* Makino)

— Actual state of damage and effect of damage on the growth —

中野 徹夫

**要旨**：平成元年4月29日の晩霜を中心に、アテが受けた霜害の状況と成長に及ぼす影響を観察した。霜害を受けた苗は新葉、新梢が褐色に変わり、重いものはその部分が枯損した。主軸の先端が枯損すると、そのやや下部から不定芽を発生する。霜害を受けた苗の伸長成長は、主軸の生死にかかわらず、1カ月以上停止した。そのため成長周期は乱れ、成長の最盛期は9月に現れた。また、年間の成長量は正常な苗の約1/2であった。ただし、林内で育てていた苗や上木の被護のある苗木には被害はなかった。平均樹高2.3mの幼木も霜害を受けたが、樹冠上部には被害は及ばなかった。そのため、樹高成長には影響がなかった。また、アテはスギより晩霜害を受けやすいことがわかった。

## I はじめに

平成元年4月29日と平成3年4月21日の早朝に、石川県内のほぼ全域にわたって晩霜がみられ、農作物、果樹、茶、林木の苗等に被害をもたらした。特に平成元年4月29日の晩霜は、古老の話によると今までに経験したことのない遅い霜であり、かつ大きな害を受けたことである。林木の凍霜害については、トドマツ、エゾマツ、カラマツ、スギ、ヒノキ等の報告はあるが、アテについての報告は見当たらない。筆者は長年アテ苗を育成してきたが、霜害(根うきを除く)に遭遇したのはこの2度だけである。しかし、昨今の異常気象からすると、今後も晩霜害の発生することが危惧される。そこでこの2度の晩霜でアテが受けた霜害の状況、生育に及ぼす影響等について調査し、また平成3年と平成4年には結霜状況について観察したので、その結果を報告する。この報告が今後アテ苗を育てる上で、いささかでも役立てば幸である。

## II 調査地の概況と方法

### 1 調査地の概況

調査地は石川県内の3ヶ所で、その概況を表1に示す。林業試験場調査地は西に向かってゆる

表1 調査地の概要

調査地	所在	標高	地形
林業試験場	石川県 鶴来町三ノ宮	200m	西向傾斜6°の台地
林木育種場	石川県 志賀町火打谷	30	平坦
柳田森組苗畑	石川県 柳田村鴨川	80	平坦

やかに傾斜している台地であるが、アテを植栽している苗畑から約250m東側には苗畑より数10m高い小屋根が南北に走っており、西に100mほど進むと、20°~30°の傾斜で再び西に下る地形である。林木育種場については、苗畑は平坦地であり、その周辺の場合有林は、ゆるやかで小さな高低差を有する起伏がみられるが、近くに山らしいものはない。柳田森林組合苗畑は丘陵地を開墾して造成されたもので、付近一帯が丘陵地である。

### 2 材料と報告

調査の対象は3調査地に共通して苗畑で育成していたアテ苗であるが、それと比較する意味からスギ苗についても調べた。また、林業試験場では苗畑に接するスギ林内で育成していたアテ苗と苗

畑の周辺などに植えてあるアテ、スギの幼木について調べた。これらの調査の対象と調査年について表-2にまとめた。

次に、調査方法を述べる。苗木については、霜害の発生から症状の経過を観察すると共に、林業試験場苗畑で生育調査を行い、霜害の成長に及ぼす影響を調べた。すなわち、主軸の先端から数cm下部の枝元にペンキで印し、それを起点として竹尺で主軸の伸長量を毎月mm単位で測定した。筆者は平成元年からアテ苗の生育状況の観察を開始し、毎月1回伸長量の測定を実施しており、霜害を受けた苗についても継続して測定した。また幼木等については、林業試験場苗畑に接して植えてある10年生の小林分(38本)を中心に、発生から症状の経過を観察するとともに被害度と成長の関係を調べた。すなわち、この小林分の各個体が霜害を受けた部分について被害の程度を表-3に示す激、

表-2 調査対象と調査年

調査地	調査対象	調査年		
		平成元年	3年	4年
林業試験場	アテ・スギ苗	○	○	○
	アテ・スギの幼木	○	○	○
林木育種場	アテ・スギ苗	○	○	
柳田森組苗畑	アテ・スギ苗		○	

注) 調査年欄の○印は調査したことを示す

表-3 被害部における被害程度のカテゴリ

区分	被害部の変色(枯損)の程度と霜害発生日からの新芽の形成状況
激	新葉全体に厳しい変色を呈し(一部枯損)、1カ月半から2カ月の間に新芽が形成されはじめたもの
中	変色の程度は激と微の中間で、約1カ月後に新芽が形成されはじめたもの
微	新葉の一部又は全体に軽い変色を呈し、2~3週間後に新芽が形成されはじめたもの

表-4 各個体の被害度のカテゴリ

被害度	被害程度と出現範囲
③	激または激と中が混在するもので、被害の範囲はその個体のほぼ全方位に及んでいるもの
②	被害度③と①の中間のもの
①	全く被害の現われなかったもの、および被害程度が微で、出現範囲は全方位の1/4以下にとどまったもの

中、微の3段階に分け、次に、その被害の程度と出現範囲から、各個体の被害度を表-4に示す③、②、①の3段階に分けた。被害度③に属するものは、被害程度の激又は激と中が混在するもので、被害の範囲はその個体のほとんど全方位に及んでいるもの。被害度①に属するものは、全く被害の現われなかったもの、および被害の程度が微でその出現範囲は一部(全方位の1/4以下)にとどまったもの。被害度②に属するものは③と①の中間のものである。成長の測定方法は苗木のそれと同じ方法である。この小林分についても、筆者は植栽してから毎年生育状況を観察しており、霜害後も継続して観測した。また、平成3年と平成4年の降霜の際には、金沢気象台から前日の夕方霜注意報が発令されたため、林業試験場アテ苗畑の結霜の状況をかんさつし、それと被害の関係を調べた。

ところで、霜害が発生した平成元年4月29日にかかわる天候は、金沢気象台編集の石川県気象月報によると次のとおりである。「27日低気圧がやや発達しながら日本海を東進、大きな気圧の谷となって上空に季節外れの寒気が流れ込みしぐれて雷雨が発生した。28日には大陸から移動性高気圧が東進して日本付近をおおい天気は回復して29日夜明け前には遅霜の被害が発生した。」

### III 結果と考察

本題に入る前に林業試験場の自記温度計が記録した平成元年4月29日の気温(百葉箱内)の状況を図-1に示す。0℃以下に低下している時間は3時から約2時間半で最低気温は4~5時の-0.5℃である。百葉箱が設置されている場所はアテを植栽している苗畑より約150m西で高度は約30m下がったところである。百葉箱内の気温より外の地上に近い気温が低いことは知られている

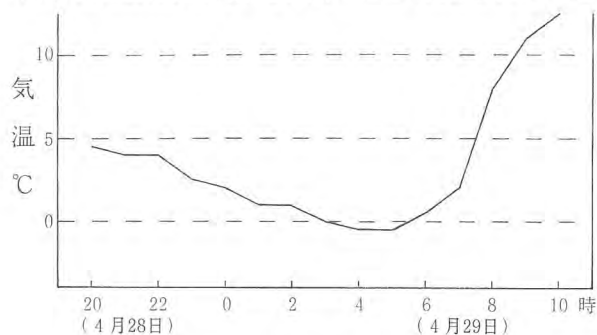


図-1 霜害発生時前後の百葉箱内の気温の分布(平成元年)

が、堀内<sup>3)</sup>は地上30cmの最低気温は百葉箱の最低気温より4～5℃低いことを指摘している。また、筆者が平成4年4月21日に、苗畑で地上20cmの最低気温を測定したところ、1.8℃であったのに対し、自記温度計の最低気温は5.5℃で、その差は3.7℃であった。これらのことから考えると、4月29日の苗畑における苗木先端部の最低気温は-4℃以下に低下したものと推察される。

## 1 被害形態

霜によるアテ苗の被害形態については林業試験場苗畑を中心に観察したので、それについて述べる。アテの苗木は4月に入ると新葉や新梢が形成され、順調な生育がみられた。しかし、4月29日の夕方には、実生2年生苗を除くすべての苗の枝葉や主軸の先端部がうすく褐色に変化しているのが観察された。この褐変現象は日時の経過とともに鮮明になり、やがて枝葉や主軸の先端部が枯損していることが明らかになるものが現われた。主軸の伸長成長は主軸先端部の生死にかかわらず、実生2年生苗を除くすべての苗が6月初旬までは完全に停止していた。6月中旬になると主軸および枝葉の先端部に新芽（不定芽を含む）の形成がみられはじめたが、6月下旬になっても新芽の形成されなかったものも一部あった。7月になると、主軸の先端部が枯損したため、そのやや下部から数本の不定芽が発生している苗と、枯損に至らなかったため不定芽を生ずることなく、正常な形で再び生育を始めている苗の二通りに区別できた。また、枝の先端部についても枯損したものはその近くから、2～3枚の不定芽（葉）の発生しているものもあった。

これら不定芽の発生した苗は、そのままでは山出し出来ないので7月中旬に主軸について不定芽の発生した苗の割合を調査したのち1本に調整した。しかし、平成3年に霜害を受けた林木育種場と柳田森組苗畑のアテ苗は不定芽を1本に調整する時期が遅れたため8月に入るとほうき状を呈した。トドマツ、カラマツ、スギ等の主軸の先端部が枯損すると、不定芽が多く発生し、複梢になったり、ほうき状を呈することが報告<sup>5, 6, 11, 12, 15)</sup>されている。アテも同じ現象を呈した。

次に幼齢木について触れる。被害にあった10年生のアテ小林分(38本)の平均樹高は2.3m(1.0～3.5m)で、霜害を受けたのは枝葉先端部の新

葉であり、樹冠の上部には被害は認められなかった。降霜日以降における被害葉の症状の進行は苗畑におけるアテ苗とほぼ同じ状況であった。

なお、ここで留意したいことは、今までに述べた被害はすべて新葉、新梢に限られていたことである。筆者は結霜の状況を平成3年4月21日と平成4年4月15日に観察したが、結霜は新葉、新梢だけでなく、旧葉にもみられた。晩霜害の特徴は新葉、新梢に限定されることが報告<sup>1, 6)</sup>されているが、アテでも同じことが認められた。

## 2 苗木の被害状況

主軸の先端が枯損したため不定芽の発生した苗木の状況を表-5に示す。

表-5 主軸の先端が枯損して不定芽の発生した苗木の状況

年度	調査地		区分	植栽本数	不定芽の発生した苗木	
					本数	割合
平成元年	林業試験場	苗畑	アテ さし木 3年生	480	320	67
			〃 〃 2 〃	540	228	42
			アテ 実生 4 〃	64	3	5
			〃 〃 2 〃	800	0	0
			スギ 〃 3 〃	17	0	0
		林内	アテ さし木 3年生	100	0	0
			〃 〃 2 〃	60	0	0
			アテ さし木 2年生	1,500	800	53
			〃 実生 〃	1,300	0	0
			スギ さし木 2 〃	10,000*	0	0
平成3年	林木育種場苗畑	〃 実生 3 〃	20,000*	0	0	
		アテ さし木 4年生	1,500	900	60	
		スギ 〃 2 〃	10,000*	0	0	
		〃 実生 3 〃	20,000*	0	0	
		アテ さし木 2年生	15,000*	14,000*	93	
		〃 実生 3 〃	1,000	330	33	
柳田森組苗畑	スギ 〃 3 〃	7,000	2,000	29		

注：\*印をつけたものは概数

### (1) 苗畑と林内の比較

比較の対象になるのは林業試験場調査地のさし木2～3年生苗である。苗畑では3年生苗480本のうち320本に、2年生苗540本のうち228本に主軸先端の枯損に伴う不定芽の発生をみた。一方、林内では3年生苗を100本、2年生苗を60本植えていたが、霜害は全くなかった。アテ苗を植えていた林はアテの苗畑から約70m離れた所にあるスギ林で、林齢22年、樹高約10m、ほぼ2m間隔に

植えてあったが、56豪雪やその後的大雪で相当空間が生じていた。ただし地形は苗畑もスギ林も同じである。アテ苗を植えたのは8×4m、5×6m（いずれも幹間隔）程度の空間地であった。霜害が生じなかったのは樹林の保護作用で低温が緩和<sup>3、6、16</sup>されたためであろう。

#### (2) さし木苗と実生苗の比較

林業試験場苗畑では、さし木のうち主軸先端が枯損して不定芽の発生したものの割合は3年生苗が67%、2年生苗が42%である。一方、実生苗で不定芽の発生したものは4年生苗64本のうち3本で、その割合は5%と低く、2年生苗には全く被害がなかった。林木育種場苗畑でも、さし木2年生苗1500本のうち主軸先端が枯損して不定芽の発生したものは800本あったが、このさし木苗の近くに植えていた実生2年生苗1300本には被害はなかった。柳田森組苗では平成3年4月21日の降霜で、さし木2年生約1万5千本のうち主軸が枯損して不定芽の発生したものは90%を超えた。この降霜では実生3年生苗にも主軸が枯損して不定芽の発生したものが3本に1本の割合であった。このように3調査地ともさし木苗より実生苗の方が被害の少なかったことは、実生苗はさし木苗より耐凍性が高いと考えられる。

また、苗齢と霜害の関係については、資料（事例）が少ないのではっきりとは言えないが、林業試験場苗畑の被害状況からみる限り、さし木苗、実生苗とも苗齢の若いものに被害が小さい。

#### (3) スギ苗との比較

平成元年に林業試験場苗畑に植栽していたスギ苗は3年生の17本だけであったが、これらに霜害の徴候はみられなかった。林木育種場苗畑では平成元年にさし木2年生苗を約1万本、実生3年生苗を約2万本植栽していたが、霜害の徴候はみられなかった。平成3年にもさし木2年生苗を約1万本、実生3年生苗を約2万本植栽しており、これらの苗の一部に新葉の褐変を認めたものの、その部分の枯損や不定芽の発生は全くなかった。柳田森組苗畑においては、降霜の程度が重かったため、7000本あった実生3年生苗のうち主軸先端部の枯損に伴う不定芽の発生した苗は2000本あったが、アテに比べれば被害は小さい。これらのことから考えると、スギ苗はアテ苗より晩霜害に強いことがわかる。

#### (4) 結霜状況と霜害

平成3年4月21日午前6時30分に林業試験場苗畑のアテ苗を観察したところ、数百本のさし木苗のうち約50本に主軸の先端や枝葉に結霜がみられた。このうち10本の苗に目印としてひもを根元に巻きつけた。結霜していない苗は露を帯びていたが、土壌の表面は10数mmの霜柱が立っており、相当冷え込んだことを示していた。この苗畑に直接光が当たり始めたのは7時過ぎであった。夕方、アテ苗を観察したところ、さし木苗の約半数と実生苗の一部が枝葉の先端部にかすかな褐色を呈していた。このことから朝の観察時に枝葉にみられた露の多くは霜の溶けたものであることがわかる。ひもを巻きつけた10本の苗のうち4本には褐変現象がみられたが、残りの6本は健全であった。このことから、耐凍性には個体差のあることがわかる。

酒井<sup>9)</sup>は、霜はそれ自身が害を与えるのではなく、葉の組織内に凍結を引き起こすことによって害が生じるのであり、その害を受けるか否かは植物の凍結に耐える度合によって決まる、と述べている。4月21日の結霜とその後の被害の状況から、これと同じことも観察された。なお、枝葉先端部の褐変は日時の経過とともに色はやや濃くなったものの、枯損は全くなかった。そのため不定芽の発生もなかったが、被害を受けた部分の成長は2～3週間程度停止した。

次に、平成4年4月15日午前6時05分に、林業試験場苗畑を見廻ったところ、千数百本のアテ苗のうち約40本に薄い結露がみられた。また、土壌の表面には数mmの霜柱が立っているのが観察された。結露のみられたアテを当日の夕方およびその後も観察したところ、霜害の徴候はなかった。結霜の程度や霜柱の長さからみて、平成3年4月21日より平成4年4月15日の方が地上付近の冷え込みは緩やかであったことが推察される。そのため、4月15日には霜害が発生しなかったものと思う。酒井ほか<sup>10)</sup>霜害の程度は冷え込みの程度、時間、その植物の耐凍性の大きさとのかかわりあいによって決まる、と述べているが、今までの観察からも同じことが言える。

### 3 幼齢木の被害状況

アテ小林分の環境および各立木の配置と被害の状況を図-2に示す。西側と北側には樹高約10m

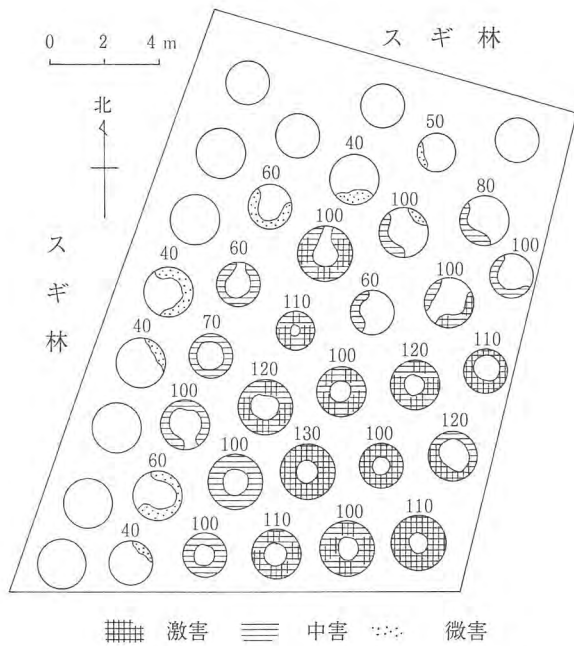


図-2 アテ小林分の立木配置と霜害状況

円は樹冠を表し、数字はその個体が霜害を受けた地上からの高さの上限をcm単位で示す。

のスギ林があり、東側には幅2mの道を挟んで樹高3mのスギの疎林が、南側にも幅2mの道を挟んで3mの桜がある。

被害については前述のとおり、その程度を激、中、微の3段階に分けた。これらの被害は個体ごとに単独で現われたものもあったが、1個体でも激と中、又は中と微が混交して現われたものもあった。特に激と中は混交して現われたものが10個体あった。図にはそのように表示した。また、被害の上下方向の範囲は個体ごとに異なるが、上限が地上130cmで、下限は20cmであった。個体に記した数字は被害の上限で、地上からの高さをcm単位で示したものである。激害木、中害木について上下方向の被害状況をみると、被害が現われた範囲のほぼ中央部に最も強い害がみられ、地上に近い部分では軽くなっていた。今田、武藤<sup>5)</sup>は、トドマツ、エゾマツ等の北海道主要造林樹種について、下部に着生している芽は上部に着生している芽より凍死しにくいことを指摘している。アテについても同じ傾向がみられた。このアテ小林分の樹冠上部に被害が現われなかったのは、樹高が霜害の現われる高さ(霜高)以上に達していたため<sup>6, 16)</sup>と思う。

図-2からわかるとおり、スギ林の近くのアテは被害が全くないか、あっても微害である。これに対し激害はスギ林から離れた東南部分に多くみ

られる。このことは、林縁部においても林外より気温の低下が緩和された。<sup>6, 16)</sup>ためであろう。また、苗畑やその周辺にあるアテの幼木を観察したところ、桜などの上木で被護されているものには被害は認められなかったが、上木の被護のないアテには程度の差こそあれ被害の徴候がみられた。森田ほか<sup>7)</sup>はトドマツの晩霜害に対して上木による保護効果を認めているが、アテについても上木の保護効果がみられた。

#### 4 アテとスギの晩霜害の抵抗性

スギの幼木も苗畑やその周辺にあったが、苗木と同じく被害は認められなかった。樹種によって耐凍性に差がある<sup>8, 13, 14)</sup>ことは報告されている。アテとスギを比較すると、アテの方が相当早く新葉、新梢の成長が始まる。平成4年の観察では、アテ苗の枝葉の開葉が4月4~6日頃であったのに対し、スギ苗の枝葉の開葉は4月18日~20日頃であった。アテとスギについて4月と年間の伸長量を表-6に示す。4月における伸長量は幼木、苗木ともスギよりアテの方が大きい。しかし、年間の伸長量はスギの1/2程度か、それ以下であるから、そのことを考慮するとアテはスギより相当早く開葉していることがこの表からも推察できる。

表-6 アテとスギの伸長量(平成4年) (cm)

区分	4月の伸長量		年間の伸長量		調査本数		
	主幹	枝	主幹	枝			
幼木	ア	テ	1.6	1.6	45	19	主幹7、枝21 スギ 6、18
	ス	ギ	1.0	0.9	102	28	
苗木	アテ実生3年生		0.39	—	8	—	10
	スギ実生3年生		0.81	—	13	—	15
	アテ実生3年生		0.12	—	40	—	10

注1) 幼木の測定開始時の樹高は約2m

注2) 苗木は平成3年秋に床替したもの

林木の耐凍性は秋から冬にかけて高まり、冬から春にかけては徐々に低下するが、開葉期を境に著しく低下する<sup>2, 4, 5, 8, 14)</sup>ことが知られている。また、今田、武藤<sup>4)</sup>は綻びかけた芽は膨らんだ芽より凍死しやすいことを指摘している。そのため降霜時にアテ、スギのどちらにも新葉が形成されていても、アテはスギより早く開葉期を迎えているので、耐凍性はスギよりかなり低下していることになる。そのことが、アテがスギより晩霜害を

受けやすい大きな理由と言えよう。九州ではヒノキよりスギが多く凍霜害を受けており<sup>15)</sup>、耐凍性はスギよりヒノキが高いことが報告<sup>13)</sup>されている。同じヒノキ科の林木であってもヒノキとアテでは相当の差があることがわかる。

また、春先におけるアテの成長を観察すると、主軸よりも枝葉の成長が10日程度早く始まる。このことから、前述の平成3年4月21日の霜で、林業試験場苗畑のアテ苗の枝葉に被害が現われ、主軸に現われなかったのは開芽時期の差が関係しているものと思う。

## 5 生育に及ぼす影響

### (1) 苗木について

平成元年に林業試験場苗畑に植栽していたアテ苗はすべて霜害を受けたことは前述した。そのため同年に苗畑で霜害を受けたさし木2年生苗と林内で霜害をまぬがれたさし木2年生苗について、主軸の毎月の伸長成長と累積成長を図-3に示す。また、平成4年に苗畑で同じ品種系統のさし木2年生苗の生育状況を調べた結果を図-3に併せて示す。これからわかるとおり林内と苗畑ではいく分差があるものの、正常なアテ苗の伸長成長の年周期は4月から始まり、5月、6月と経時するにともない成長速度を増し最盛期に達すると、それ以降は緩やかな下降線をたどって終息する。そのため、累積成長曲線はゆるやかなS字型を呈している。

一方、霜害を受けた苗の伸長成長は、4月は正常な苗と同程度の成長がみられたが、5月には完全に成長が停止している。6月には成長が再開し

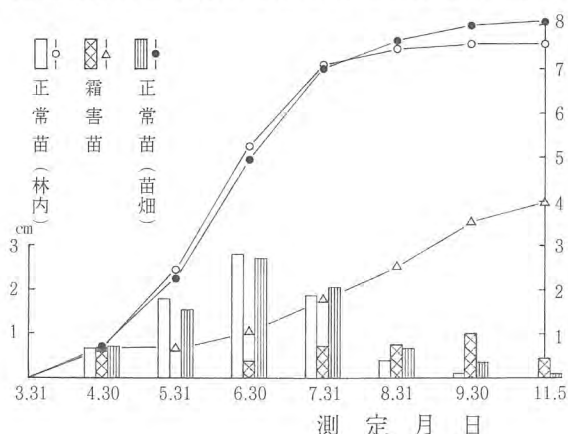


図-3 アテ2年生の霜害苗と正常苗の毎月の成長と累積成長

霜害苗と林内の正常苗は15本の平均値(平成元年)、苗畑の正常苗は10本の平均値(平成4年)

たものの、その量は0.37cmと微々たるものである。7月の成長については、その量は6月の2倍になっているが、正常な苗と比較すると、完全に回復しているとはいえない。しかし、8月の成長量は正常苗の成長量を超えているので、8月に入って成長は完全に回復したとみてさしつかえない。9月の成長量は8月のそれより大きくなっているが、9月は成長周期の終りに近く成長は下降途上にあるため、8月の成長量より小さくなるのが本来の姿である。霜害を受けてから本来の成長機能が回復したのが、8月と遅かったため、成長の最盛期がずっと遅れて現われ、このような現象が起きたのである。10月の成長についても正常な苗より良好であるのはこのためであろう。なお、霜害を受けた4年生実生苗も、さし木苗とほぼ同じような乱れた成長周期を示した。

次に、年間の伸長成長量について述べる。図-3からわかるとおり、霜害を受けた2年生苗の成長量は4.0cm弱である。一方、同年に林内で被害をまぬがれた2年生苗の成長量は7.6cmであり、平成4年の苗畑での2年生苗の成長量は8.1cmである。また、平成3年の苗畑での同じ品種系統の2年生さし木苗の年間成長量(15本の平均)も8.1cmであった。これらのことから考えると、霜害を受けた苗の成長量は、正常な苗の成長量の約1/2程度にとどまったことがわかる。これから旺盛な成長期に移ろうとする矢先に霜害を受け、1カ月以上の成長停止期間が生じるなど成長周期が乱れると、その年の成長量は小さくなることがわかった。

また、平成3年4月21日の降霜で、林業試験場苗畑で育てていた実生苗のうち、一部は枝葉先端部に霜害を受けたことは前述したが、同じ苗床でも寒冷紗で覆いをしていた苗には被害がなかったので、この両者の生育についてふれる。4~6月の3カ月間の月毎の伸長成長量を表-7に示す。これからわかるとおり、霜害を受けた苗と受けなかった苗はほぼ似たような成長をしており、霜害の影響はみられない。これは、霜害の程度が軽く、

表-7 霜害を受けた苗と正常な苗の伸長成長

区 分	調査本数	月毎の伸長成長量 (cm)		
		4月	5月	6月
霜害を受けた苗	15	0.30	0.80	1.22
正 常 な 苗	15	0.27	0.89	1.12

主軸に害が及ばなかったことと、アテは常緑樹であり旧葉でも同化作用が行われたためであろう。

#### (2) 幼齢木について

図-2に示した10年生の小林分については、前述したとおり樹冠上部が霜害を受けたものは1本もなかった。この林について被害度と樹高成長について述べる。被害度③に属するもの12本、②と①に属するものは13本ずつであった。ただし、幹に虫害を受けたものなど伸長成長を観察するのに不適当なものが、被害度③に2本、②と①にそれぞれ1ずつあったのでそれらを除いて計算した。この被害度別に年間成長量を表-8に平均値で示した。どの被害度においても昭和62年には約37cmの成長量を示しており、昭和63年はやや成長量が落ちたものの、晩霜害の発生した平成元年は前年以上の成長量を示した。このように、どの被害度においても同じ成長傾向がみられた。被害度①の内訳は、全く被害のないもの9本、微害が一部に現われたもの3本であるから、実質的には被害がなかったものとみてさしつかえない。このことから考えると、このアテの小林分に発生した平成元年4月29日の晩霜害は外観上相当激しいものもあったが、幹の伸長成長にはほとんど影響がなかったと言える。前述したように、アテは常緑樹であるため、新葉に被害が出て、旧葉で同化作用がなされること、および樹高が霜高以上の高さに達しており樹冠上部が霜害を受けなかったことが何よりも幸したものと思う。このようにアテは霜害を受けても、被害が主軸の上部に及ばなければその伸長成長にはほとんど影響のないことがわかった。

表-8 被害度別幼木の樹高成長 (cm)

被害度	年			
	昭和62年	昭和63年	平成元年	平成2年
③	36.8	33.1	40.6	43.4
②	36.8	34.3	38.8	45.6
①	37.5	35.2	41.0	43.1

#### IV ま と め

晩霜によってアテ苗が大きな害を受けることがわかった。被害が幹(主軸)の先端部に及ぶと、成長周期は大きく乱れ成長量は大幅に減少する。しかし、被害が幹の上部に及ばず、枝葉の部分だけに止どまるなら、伸長成長にはほとんど影響は

ない。また、アテはスギよりも晩霜害を受けやすいことが明らかになった。

晩霜害の防除方法としては、簡易で安全なことが望まれる。その一つとして、通常の苗畑に植栽した苗については、降霜を予知して寒冷紗やヨシズ等で覆いをする方法が考えられる。一方、最初から林内の空間地等を利用して育成すれば、霜害に対する配慮はほぼ不要になる。ただし、林内で育成した苗は山出しに際し、苗畑で育成した苗に比較して健全さが劣ることも考えられるので、相当の空間がある林を選ぶことが大切であろう。

#### V 引用文献

- (1) 藤村好子・坂上幸雄(1980) トドマツの霜害(Ⅲ) 開芽期前後のトドマツの耐凍性、日林北支講 28: 93~94.
- (2) 堀内孝雄・酒井 昭(1973) スギの耐凍性変動に及ぼす温度の影響、日林誌 55: 46~51.
- (3) 堀内孝雄(1976) スギ幼齢木の幹の凍害と防除に関する研究、茨城県林試研報 10: 1~59.
- (4) 今田敬一・武藤憲由(1958) 北海道主要樹種の凍害に関する研究(Ⅱ) 凍害と朝日の影響、北大演習林報告 19: 61~77.
- (5) 今田敬一・武藤憲由(1958) 北海道主要樹種の凍害に関する研究(Ⅲ) 凍害発生の時期、北大演習林報告 19: 78~121.
- (6) 今田敬一・佐々木準長(1959) 凍害と霜害、北方林業叢書 13: 1~198、北方林業会
- (7) 森田健次郎・水井憲雄・中村 洋(1972) 北海道トドマツ晩霜害の一例、日林北支講 20: 169.
- (8) 岡田 滋・森 俊人・酒井 昭(1967) 開葉時のトドマツ、アカエゾマツ、エゾマツ苗木の耐凍性の比較、日林北支講 18: 138~140.
- (9) 酒井 昭(1966) 林木の寒さの害に関する用語の使用法についての一提案、日林誌 48: 25~27.
- (10) 酒井 昭・吉田静夫・大塚宏二(1967) トドマツの霜害に関する研究(Ⅰ) 霜害に及ぼす融解速度の影響、日林誌 49: 9~16.
- (11) 酒井 昭・吉田静夫(1967) トドマツの霜害に関する研究(Ⅱ) 霜害時に現われる幹の被害、日林誌 49: 87~93.
- (12) 相馬 稔(1967) 晩霜害を受けたカラマツ

- の回復経過調査、林業技術 303 : 28~31.
- (13) 高木哲夫・上中作次郎 (1965) 主要林木の耐凍性季節変化、日林九支講 19 : 90~91.
- (14) 高樋 勇・渡辺富夫・鎌田丑之助 (1966) 林木の凍害に関する研究 (IX) トドマツ、カナダトウヒの耐凍性の経過について、林試北支場年報 (1965年度) : 56~65.
- (15) 徳山陽山・日高義実・清原友也 (1962) 九州地方における林木の凍霜害および寒風害に関する調査報告、林試九州支場研究資料 5 : 1~33.
- (16) 徳重陽山・尾方信夫 (1968) 造林地の寒さの害、わかりやすい林業研究シリーズ 27 : 1~52、林業科学技術振興所