

(研究資料)

林木の苗木の低温貯蔵試験

古川 忠⁽¹⁾・及川伸夫⁽²⁾

Tadashi FURUKAWA and Nobuo OKAWA : Low Temperature
Storage for Planting Stocks of Forest Tree Species
(Research note)

要 旨：パネル組み立て式の直接冷房方式簡易低温貯蔵庫を用いて苗木の冬期貯蔵に関する実用試験を行った。-2°C から 5°C の間の温度条件で、スギ、アカマツ、カラマツの3年生実生苗とミズキの1年生苗を、箱詰、ビニール袋詰、コモ巻の3方法で、11月下旬から7月中旬まで貯蔵し、苗木の状態、植栽後の活着率、生長を調べた。別に報告した関連実験の結果を含めると次のように要約できる。直接冷房方式の低温庫に苗木を貯蔵する場合には、ダンボール箱かビニール袋などで密封梱包することが必要である。貯蔵中は、凍害をうけぬよう、また苗木が活動しないように -3°C から 3°C の範囲に温度を保つのが適当である。この範囲の温度は貯蔵中のカビの発生を防ぐことにも役立つが、この範囲の温度でも活動する菌もあるので、過湿をさけ、また適切な殺菌剤を使用すればさらに効果的である。貯蔵条件に注意すれば、7月中旬までほとんど活着率を落さずに貯蔵できるが、あまり遅くなると植栽年の生長は減少する。

I ま え が き

冬期間における苗畑での被害回避・床替・山出し作業の期間延長などをはかるため、苗木の冬期貯蔵が必要であり、北海道などすでに一部で実用化されはじめている⁴⁾。しかし、大型の低温貯蔵庫は設備・維持ともに経費がかさみ、小規模な民間苗畑で手軽に実用に供することはできない。東北地方でも簡易な冬期貯蔵を検討する必要があると考えていた矢先、農業生産工学会から、簡易な低温貯蔵庫を利用して苗木の貯蔵技術を検討してほしいという要請があったので、昭和51年度から54年度まで、東北地方の主要造林樹種の山行苗を対象に実用的視点から試験を行った。

II 実 験 材 料

貯蔵試験に用いた苗木の樹種、苗齢、年度別本数等を表1に示した。すなわち、東北地方における主要

表1. 年度別使用苗木の本数

樹 種	苗 齢 (年生)	51 年 度 (本)	52 年 度 (本)	53 年 度 (本)	54 年 度 (本)
スギ	3	300	2,000	1,200	600
アカマツ	3	300	600	550	600
カラマツ	3	200	180		
ミズキ	1			1,200	

造林樹種である、スギ、アカマツ、カラマツの3年生実生山行苗およびミズキの1年生山行苗を用いた。なお、カラマツは苗木が十分得られなかったため、使用本数が少なかった。

III 苗木の貯蔵庫と貯蔵の方法

1. 貯 蔵 庫

この試験は、主として前川製作所提供の簡易低温貯蔵庫を用いた。これは、1.8m×0.9mの断熱パネルを現場において比較的簡単に組み立て、解体できる箱形の貯蔵庫で、大きさはパネルの数で自由に加減できるものである。今回用いたものは、縦3.6m、横3.6m、高さ1.8mの貯蔵庫で、内部は2室になっており、それぞれ異なる温度に調節することができる。1.5kwの冷凍機に結ばれた冷却ユニットを庫内においた直接冷却する方式で、湿度は成り行きにまかせた。

2. 貯 蔵 方 法

苗木の貯蔵には、包装貯蔵のように山行苗木の移送中に起こる苗木の活力低下防止を目的とした短期間のもの¹⁾と、植栽、床替時期の延長に対する苗木の需給を目的としたかなり長期的なもの²⁾とがある。この試験は後者に属し、低温貯蔵庫を用いてかなり長期間貯蔵しようとするものである。梱包資材その他貯蔵方法を一括して表2に示した。すなわち、箱詰密封貯蔵の場合は、苗木の根の土をよく落とし、ポリフィルム(厚さ0.02mm)で包み、ダンボール箱(47cm×34cm×33cm)に詰めガムテープで目張りしたあと、箱をシルバーポリトウフィルムで包み、3°Cの低温室、暖房のない屋内、直射日光の当たらない屋外でそれぞれ貯蔵した。袋詰密封貯蔵の場合は、苗木を床の上にならべ、オーソサイド粉剤使用のときは散粉器で、チュウラム水和剤使用のときは800倍水溶液をジョウロで、それぞれ十分散布し、ポリあるいはビニールの袋に入れ、中の空気を押し出ししながら口をビニールテープでしばった。これらの袋詰め苗木は低温貯蔵庫の棚あるいは床の上にならべて貯蔵した。コモ巻開放貯蔵の場合は、一般民間苗畑で実施している梱包方法に準じて、ハトシートZあるいはシルバーポリトウのフィルムで内張りしたワラ製コモを

表2. 貯 蔵 方 法

年度 項目	5 1	5 2	5 3	5 4
梱包方法	箱詰密封	袋詰密封	コモ巻開放	袋詰密封
梱包資材	ダンボール箱 (47cm×34cm×33cm) ポリフィルム シルバーポリトウ ビニール紐 ガムテープ	ポリ袋 (90cm×60cm) ビニール紐	ワラ製コモ ハトシートZ シルバーポリトウ ワラ縄	ビニール袋 (100cm×60cm) ビニール紐
貯蔵温度	3°C 屋内気温 屋外気温	0°C 5°C	-2°C 2°C	1°C
1梱包の苗木本数	50本	25本	スギ 200本 アカマツ 150本 ミズキ 300本	20本
殺菌剤		オーソサイド粉剤		チュウラム水和剤

用い、根を内側に、梢頭部を外側に向けて、ノリ巻状にコモで巻いて梱包し、低温貯蔵庫の棚にのせて貯蔵した。貯蔵期間の長さは年度によってわずかに異なるが、11月下旬に貯蔵庫に入れ、翌年の4月中旬から7月中旬の間に植栽するまで貯蔵した。貯蔵中における貯蔵庫内ならびに梱包内の温度はタカラサーミスタを用いて記録させ監視した。

IV 結果ならびに考察

1. 貯蔵中の苗木の状態

貯蔵中における苗木の梱包方法、貯蔵の温度、湿度ならびに貯蔵期間の長さ等は、苗木の乾燥やカビの発生に関係し、苗木の活力に影響をおよぼす。そこで、ビニール袋詰め苗木を対象に貯蔵中における重量変化について調べ、その結果を表3に示した。この表から貯蔵前後の苗木の重量差をみるときわめて少なく、貯蔵中にほとんど乾燥しなかったものと考えられる。しかし、苗木をコモ巻梱包で貯蔵した場合には、表4に示すとおり、梱包から露出している枝葉の水分はかなり失われることが分かる。ことに -2°C で貯蔵期間が長びくと乾燥がいちじるしい。

次に貯蔵中におけるカビの発生状況について、4月中旬から7月中旬までの間に約半月ごとに20~40本の貯蔵苗木を対象に調べたところ、カビの害を受けた苗木は針葉が暗褐色に変わっており、白い菌糸に覆われているものもあった。被害調査はその軽重に関係なく、針葉に被害が明らかに認められた個体は被害苗木として数え、調査本数に対する被害本数から被害率を求めた。その結果を表5に示す。この表から、貯蔵温度と被害率との関係を見ると、 3°C 以下の温度で貯蔵したスギ、アカマツ、カラマツの被害率は52、54年度のアカマツを除いてきわめて低いが、貯蔵温度を 5°C にすると被害率が著しく上昇することが分かる。ことに、貯蔵期間が長くなると被害率は高くなった。カビの発生防止に、オーソサイド粉剤とチュウラム水和剤を用いたところ、アカマツに対してオーソサイド粉剤は効果が低くカビの被害を受けた

表3. 袋詰め苗木の貯蔵前後の重量差 (kg)

月	スギ			アカマツ		
	前	後	差	前	後	差
4	2.9	2.9	0	4.4	4.4	0
5	4.8	4.8	0	5.0	5.0	0
	3.8	3.6	0.2			
6	3.9	3.9	0	4.0	4.0	0
	5.0	5.0	0	5.5	5.5	0

表4. コモ巻梱包で貯蔵したスギ苗木の露出枝葉部の含水率変化（生重に対する％）

月旬	12		1		2		3		4		5
	中	下	中	下	中	下	中	下	中	下	中
-2°C	57	51	48	46	50	46	45	42	39	35	31
2°C	58	54	52	50	50	48	46	50	41	51	47

表 5. カビによる被害率 (%)

年度	温度	樹種	殺菌剤	調査月旬						
				4月		5月		6月		7月
				中	下	中	下	中	下	中
51	3°C	スギ		0	0	0	0	0		
		アカマツ		0	0	0	0	10		
		カラマツ		0	0	0	0	0	0	
	屋内気温	スギ		0	0	0	40	75		
		アカマツ		25	75	100	100	100		
		カラマツ		0	0	0	30	100	100	
屋外気温	スギ		0	0	0	20	25			
	アカマツ		50	90	95	100	100			
	カラマツ									
52	0°C	スギ	○ ×	0 0	0 0	0 0	0 0	4 0	0 0	
		アカマツ	○ ×	0 0	0 0	0 0	4 7	26 44		
		カラマツ	○ ×	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0		
		スギ	○ ×	0 0	0 8	0 0	45 15	0 70	0 24	
	5°C	アカマツ	○ ×	0 0	0 14	0 12	80 75	72 84	68 100	
		カラマツ	○ ×	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
54	1°C	スギ	○ ×	0 0	0 0	0 3	0 0	0 5	0 0	3 0
		アカマツ	○ ×	0 35	0 23	3 70	0 40	0 30	5 50	3 80
		カラマツ								

注 1. 梱包方法：51年度 箱詰密封；52, 54年度 袋詰密封
 2. 殺菌剤：52年度 オーツサイド；54年度 チュウラム；○ 処理，× 無処理

が、チュウラム水和剤の効果は高く、カビの被害を抑えることができた。アカマツの被害は暗色雪腐病菌によるもので、この菌に対してオーツサイド粉剤の殺菌効果は低いようである。スギに発生したカビは灰色カビ病菌で、オーツサイド粉剤でもかなり効果があった。なお、1°Cで貯蔵したアカマツの殺菌剤無処理苗木にかなり高い被害を受けたが、これは、水和剤処理の対象として無処理苗木に対しても水だけを散布したため、過湿になりカビの発生を助長したものと考えられる。また、屋内、屋外に貯蔵したスギ、アカマツにカビの被害が多かったが、これは気温の上昇に伴ってカビの発生が多かったためであろう。カラマツの場合はスギ、アカマツと異なって葉を着けていないため、一般にカビの発生は少ないが、屋内貯蔵では貯蔵中に開葉が始まり、開葉した葉にカビが発生し被害をひどくした。

2. 貯蔵苗木の植栽成績

貯蔵苗木は毎年4月中旬から7月中旬までの間に、約半月毎に貯蔵庫から取り出して植栽した。植栽本数は1処理20本を基準にして総数の多い樹種は増し、少ない樹種は減らした。植栽苗木の活着率と伸長量について、伸長生長が停止する10月末に調べ、その結果を表6, 7にそれぞれ示した。表6から、各年度

表6. 貯蔵苗木の植栽時期別活着率 (%)

年度	貯蔵温度	樹種	薬剤処理	植栽時期						
				4月		5月		6月		7月
				中	下	中	下	中	下	中
51	3°C	スギ		100	100	100	100	100		
		アカマツ		100	100	100	100	100		
		カラマツ		100	100	100	100	100		
	屋内	スギ		100	100	100	100	100		
		アカマツ		100	100	100	100	90		
		カラマツ		100	100	100	100	100	0	
屋外	スギ		25	45	15	25	25			
	アカマツ		95	95	60	40	0			
	カラマツ									
52	0°C	スギ	○ ×	100 100	100 100	100 100	100 100	100 100	100 100	
		アカマツ	○ ×	100 100	92 91	96 100	96 100	92 81	100 92	
		カラマツ	○ ×	100	100	100	100	100	100	100
	5°C	スギ	○ ×	100 100	100 100	100 100	90 100	100 61	93 92	
		アカマツ	○ ×	96 84	96 88	100 96	64 80	72 56	48 16	
		カラマツ	○ ×	100	100	100	100	54	40	
53	-2°C	スギ			88	76	96	92	100	
		アカマツ			88	96	96	92	100	
		ミズキ			100	100	100	96	92	
	2°C	スギ			96	96	80	80	92	
		アカマツ			100	88	84	92	92	
		ミズキ			100	100	100	100	96	
54	1°C	スギ	○ ×	100 100	100 100	100 100	100 100	100 95	100 100	100 100
		アカマツ	○ ×	95 100	100 100	100 100	100 100	95 100	100 100	100 100

注 1. 梱包方法：51年度 箱詰密封；52, 54年度 袋詰密封；53年度 コモ巻開放
 2. 殺菌剤：52年度 オートサイド；54年度 チェウラム；○ 処理，× 無処理

における植栽時期別苗木の活着率をみると、3°C以下の温度で貯蔵した苗木は、植栽時期を遅らせても高い活着率を保つことができるが、貯蔵温度を5°Cにするととくにアカマツ、カラマツで活着率は低下する。そして、植栽時期が遅れるほど活着率はより低下した。これは、貯蔵中に発生したカビが原因と考えられる。53年度の貯蔵苗木の活着率は、貯蔵温度が3°Cより低いにもかかわらずやや劣っている。これは、コモ巻梱包による苗木の乾燥が原因と思われる。カラマツの活着不良は、スギ、アカマツとちがって、貯蔵中における開葉がその原因になっている。また、屋外貯蔵スギ苗木の活着不良は根の凍害が原因であると考えられる。真冬におけるスギ苗木の根の耐凍温度は-10°C付近が限界で、梱包内の温度が

表 7. 貯蔵苗木の植栽時期別伸長量 (cm)

年度	貯蔵温度	樹種	薬剤処理	植栽時期						
				4月		5月		6月		7月
				中	下	中	下	中	下	中
51	3°C	スギ		29±9	34±10	29±10	36±11	14±5		
		アカマツ		25±5	31±9	28±5	31±6	25±6		
		カラマツ		61±14	57±19	52±19	47±12	20±9	14±5	
	屋内	スギ		40±12	32±7	33±10	27±13	20±8		
		アカマツ		24±5	26±8	24±6	14±8	8±6		
		カラマツ		68±10	65±14	39±11	20±10	0		
屋外	スギ		25±7	23±15	31±4	16±5	6±2			
	アカマツ		22±7	20±6	17±5	17±14	0			
	カラマツ									
52	0°C	スギ	○ ×	24±6 17±6	29±9 28±7	20±7 29±10	25±7 23±8	19±7 17±6	15±5 14±4	
		アカマツ	○ ×	30±4 32±7	30±6 28±8	32±5 29±7	25±5 33±5	26±5 24±6	22±4 19±6	
		カラマツ	○ ×	28±9	27±10	24±6	14±5	12±3	15±5	
	5°C	スギ	○ ×	27±12 23±7	19±7 29±9	25±9 23±7	21±6 20±7	16±6 18±7	13±4 17±6	
		アカマツ	○ ×	27±6 25±7	30±5 26±5	29±5 23±6	21±8 16±6	15±5 14±6	15±5 12±4	
		ラカマツ	○ ×	17±6	19±7	20±5	15±5	10±4	6±3	
53	-2°C	スギ			12±10	1±7	3±7	5±9	-2±8	
		アカマツ				23±7	21±6	18±6	19±6	21±7
		ミズキ				4±22	4±17	-7±23	-11±23	-26±19
	2°C	スギ			13±11	9±12	7±9	16±9	10±7	
アカマツ				16±8	17±4	17±6	17±5	15±5		
ミズキ				16±10	17±11	16±7	14±7	8±12		
54	1°C	スギ	○ ×	9±6 8±4	23±13 36±10	14±9 19±11	16±8 12±8	28±9 23±11	22±7 16±7	13±4 13±4
		アカマツ	○ ×	24±4 23±4	21±5 22±4	26±4 24±5	23±6 22±6	23±5 19±4	19±6 18±4	19±5 16±6

注 1. 梱包方法：51年度 箱詰密封；52, 54年度 袋詰密封；53年度 コモ巻開放
 2. 殺菌剤：52年度 オーツサイド；54年度 チュウラム；○ 処理，× 無処理

-13°C まで下った屋外では耐えられなかったものと考えられる⁹⁾。なお 11 月頃のスギ苗木の根は -5°C で凍害をうける⁹⁾ から、-5°C より高い温度を用いる必要がある。これに対してアカマツの根の耐凍温度は -15°C 付近が限界であるので、梱包内の最低温度 -11°C では根の凍害はおこらなかったはずで、4 月以後の気温の上昇によるカビの被害が活着不良の原因になったと考えたほうがよさそうである。もちろん、屋内貯蔵苗木も気温の上昇によるカビの被害もあったが、その程度が屋外ほどひどくないため活着にはそれほど影響しなかったようである。

次に表 7 をみると、植栽時期別苗木の一生長期に生長した伸長量は年度によって異なるが、これは植栽

時期の気象条件が年によって異なったためであろう。総括的にみてスギ、カラマツは5月下旬頃までに植栽すれば普通に伸長するが、植栽時期が遅くなると伸長量はかなり低下することが分かる。これに対してアカマツは6月下旬頃まで植栽時期を延ばしても、スギ、カラマツほど伸長量の低下はみられない。なお植栽2年目における伸長生長をみると、スギ、カラマツは植栽時期の遅延による生長抑制はなくなるが、アカマツはむしろ2年目に植栽時期の遅延による影響があらわれるようである⁷⁾。また、貯蔵中にカビや乾きにより苗木が被害を受けると、活着してもその後の生長は抑制される。53年度のコモ巻梱包苗木は貯蔵中に梢頭部が脱水され枯れたため、植栽後における生長は抑えられ、ことにミズキは梢頭部の枯れこみがひどく、樹高は被害を受ける前の苗長に達しないものがかかなりみられた。なお、54年度のスギの伸長量にかかなりのばらつきがみられるが、その原因についてはわからない。

V あとがき

以上簡易低温貯蔵庫を用いて行った、林業用苗木の冬期貯蔵試験の結果について述べたが、別に報告した関連実験の結果をあわせて要約すると次の通りである。

1. 冷風が直接庫内を循環して冷却する、この種の貯蔵庫を用いて、貯蔵中の苗木の水分を保持するには、苗木をダンボール箱あるいはビニール袋等で密封梱包することが必要である。梱包から苗木が露出したり、裸苗木を貯蔵することは、水分を失ない枯損の原因になるので適当でない。
2. 苗木の貯蔵温度の範囲は $-3\sim 3^{\circ}\text{C}$ が適当である。 -3°C より低いと貯蔵開始時期（11月）のスギの根が凍害をうけるおそれがある。また、 3°C より高いと貯蔵中に苗木が活動するおそれがある。
3. 貯蔵中の苗木をカビの害から防ぐには、できるだけ低い温度で貯蔵することが必要であるが、雪腐病菌は 0°C においても活動するので、苗木を梱包する際に土壌をもちこんだり、過湿にならないように注意することが大切であり、また、積極的防除法としてはチュウラム剤などの殺菌剤の使用が有効である。
4. 貯蔵苗木の活着状況はきわめて良好で、貯蔵条件に注意すれば植栽時期を7月中旬頃まで延ばしてもほとんど影響はないと考えてもよさそうである。伸長生長は植栽時期を5月下旬以後まで延ばすと、とくにスギ、カラマツの場合かなり抑制される。なおスギ、カラマツの場合、植栽2年目になると影響はみとめられなくなるが、アカマツはむしろ2年目に影響があらわれるようである。

参 考 文 献

- 1) 塚原初男・上中作次郎・安楽国雄・中崎俊夫・本車田勇・寺本秀信：CTMによるアヤスギ山行苗の包装貯蔵効果，日林誌，52，380～381，（1970）
- 2) 高山雄治・後藤康次：活力維持包装材ライフパックの効果について，日林中部支部講演集，22回，53～56，（1973）
- 3) 大山浪雄・高木哲夫・安楽国雄・中崎俊夫：CTM処理によるスギ・ヒノキ苗の長期貯蔵試験，日林誌，54，30～34，（1972）
- 4) 北海道林務部造林課：低温貯蔵苗木の床替及び植栽試験ならびに低温貯蔵苗木の取扱（調査報告書），p. 67，（1979）
- 5) 古川 忠：林木の山行苗木の貯蔵試験，東北支場たより，No. 190，（1977）
- 6) 古川 忠：スギ・ヒノキ・アカマツの山行苗木の根の耐凍性，東北支場年報，No. 21，28～29，（1980）
- 7) 及川伸夫・古川 忠：低温貯蔵スギ・アカマツ苗木の伸長生長と糖分ならびに無機要素の変動，日林誌，62，62～65，（1980）