

ISSN 0912-2478

研究報告

No.35

平成4年度

(1992年)

沖縄県林業試験場

沖縄県名護市字名護3626番地

〒905 TEL. 0980-52-2091

目 次

研究報告	ページ
有用樹種の組織培養による大量増殖技術……………	1
——イジュの芽生えの培養——	
	林産開発室 近藤 博夫
マングローブ種子に関する研究……………	8
——メヒルギ、ヤエヤマヒルギ種子の生産量、貯蔵および発芽について——	
	育林保全室 平田 功・生沢 均
県産材の乾燥スケジュールの確立……………	19
——イタジイ材の人工乾燥試験——	
	林産開発室 嘉手苅幸男
モクマオウ本数密度に関する研究（Ⅲ）……………	31
——伊是名島試験地における33年目の結果について——	
	育林保全室 平田 功・生沢 均・寺園 隆一
林地における土砂流出抑制効果……………	39
	育林保全室 寺園 隆一・生沢 均
林地からの流出水の水質について……………	44
	育林保全室 金城 勝・寺園 隆一・平田 功
キオビエダシャク個体群動態に関する研究（Ⅱ）……………	50
——生存曲線と死亡要因の推定——	
	育林保全室 具志堅允一
資 料	
南西諸島における風の特性について……………	58
	育林保全室 生沢 均・寺園 隆一
ニオウシメジの人工栽培化に関する研究（Ⅴ）……………	76
——プランターによる施設栽培の検討——	
	林産開発室 比嘉 享
クヌギの植栽試験……………	82
——10年目の成長について——	
	林産開発室 比嘉 享

有用樹種の組織培養による大量増殖技術

—イジュの芽生えの培養—

林産開発室 近藤 博夫

I はじめに

イジュ (*Schima wallichii* Korthals) は琉球列島の固有種で、用材としての利用価値が高く、また緑化樹としても重要な樹種である。しかし、発芽率が低く¹⁾、さし木による栄養繁殖も難しい^{1, 2)}。そこで組織培養による繁殖技術を確立するため、今回は芽生え胚軸を用いた増殖法について検討を行ったので報告する。

本試験を実施するにあたり、森林総合研究所組織培養研究室長石井克明氏には研究手法についてご指導を頂いた。記して感謝申し上げます。

II 材料及び方法

1. 材料の滅菌

1991年10月に国頭郡域に生育するイジュ成木より果実を採取し、外果皮割裂後種子を取り出し精選を行った。実験室内でパーミキュライトをつめたプランターボックスに種子を播種し、かん水のみを行った。その後子葉が完全に展開した芽生え胚軸を切り取り、滅菌処理を行った。滅菌法は下記のA～Dの4通りの滅菌処理区を設けて、芽生え胚軸の滅菌処理を行った。なお、表示時間は浸漬滅菌の時間を示す。

A 70%エタノール30秒→10%過酸化水素 3分→滅菌ろ紙上で風乾

B 70%エタノール30秒→5%過酸化水素 5分→滅菌ろ紙上で風乾

C 70%エタノール30秒→1%アンチホルミン (tween 20添加) 5分→滅菌水で5回洗浄→滅菌ろ紙上で風乾

D 70%エタノール30秒→1%アンチホルミン (tween 20添加) 10分→滅菌水で5回洗浄→滅菌ろ紙上で風乾

全ての滅菌処理区で、マグネチックスターラーを用いてかくはんしながら滅菌を行った。滅菌による影響は、初代培養から1ヶ月後に調査を行った。

2. 初代培養

滅菌を終了した胚軸は、クリーンベンチ内で風乾した後、表面殺菌の際傷んだ胚軸下部を1～2mm切り落とし、Woody plant medium (WPM)¹⁾及びMurashige and Skoog medium (MS)²⁾を基本培地として、BAP、Kinetinの濃度を各々0.1、0.5、1、5、10、50 μ Mの6段階に調整させた培地にさしつけて、1ヶ月後に各々同一培地に移植を行い、2ヶ月後に伸長した腋芽数の調査を行った。

3. 継代培養

1) 増殖培養

初代培養で伸長した腋芽は、増殖を図る目的でBAP10 μ M(2.225mg/l)含有のWPM培地にさしつけ、40日後に1本当たりからのシュート増殖率を調査した。

2) 伸長培養

初代培養や増殖培養で得られたシュートのうち比較的短いシュートについては、その伸長促進を図る目的でBAP濃度を0～1 μM含有で4段階に変化させた1/2WPM培地に、長さ3mm～15mmのシュートをさしつけた後、40日目に伸長量の調査を行い、同一培地に移植後、更に80日目に同様の調査を行った。

4. 発根のための培養

継代培養で得られたシュートを発根させるための基本培地は、1/2WPM培地³⁾とし、活性炭及びIBAを単用あるいはNAAを組み合わせる培地に添加した。また、発根に及ぼす影響を調べるために、IBA及びNAAを添加した培地では、さしつけてから1週間後に、ホルモンフリーの1/2WPM培地へ移植した処理区¹⁾と、移植を行わない処理区を設け、各々20本ずつさしつけて、80日目に発根率の調査を行った。

なお、上記2～4で行った培養条件は、培地の寒天濃度は、0.8%とし、121℃で高圧蒸気滅菌を行い、培養は、16時間日長、4,000luxの蛍光灯照明下で行った。

5. 順化

発根した幼植物体は寒天培地から取り出し、水道水で根に付いている寒天培地を十分に洗い落とした後、直ちに水を張ったバットの中に入れて根の乾燥を防いだ。幼植物体は、口径8cm、高さ7cmの黒いビニール製のポットにパーミキュライトを適宜充填して植え付け、直ちにパーミキュライトへ十分な吸水を行った。ポットは、透明なプラスチック容器に移し、10日間室内で管理を行い、当初の3日間はプラスチック容器のフタをしたままで、その後10日目まではフタを半分ほど開けたままで管理を行った。11日以降はガラス室内へ、95%遮光ネット下で適宜かん水を行い、順化開始から2ヶ月後に活着率の調査を行った。

III 結果と考察

1. 材料の滅菌

滅菌処理の違いによる外植体への影響について表-1に示す。雑菌汚染率は各処理区とも10%以下で、Dの滅菌法が若干優れているもののほとんど差はみられないが、外植体生存率においてC、Dの滅菌法が他の滅菌法に比べて、高い生存率を示す(危険率1%)ことから、芽生え胚軸の滅菌は過酸化水素水より、アンチホルミンを用いる方が良い結果が得られた。

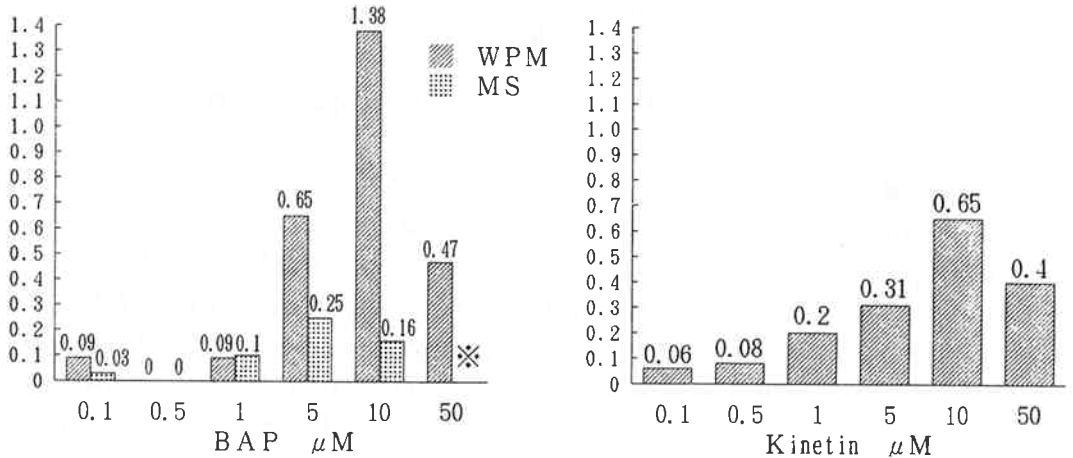
このことからイジュの芽生え胚軸は、予め滅菌された人工用土に、室内管理で発芽させることにより、70%エタノールと1%アンチホルミンで各々30秒、5～10分程度の滅菌で高い生存率が得られるといえる。

表-1 滅菌方法の違いによる外植体への影響

滅菌方法	供試数	雑菌汚染数 (汚染率%)	外植体生存率 (生存率%)
A	120	10 (8)	35 (29)
B	126	12 (10)	101 (80)
C	129	9 (7)	127 (98)
D	139	9 (6)	133 (96)

2. 初代培養

初代培養における基本培地、BAP、Kinetin の濃度の影響について図-1に示す。基本培地ではWPM培地がMS培地よりも腋芽シュート発生数が多く、基本培地WPM培地に統一して、BAPとKinetinの影響について比較すると、BAPの方が腋芽シュート発生数が多く、また10 μ Mの時に最もシュート発生率が多かった。ちなみにBAP、Kinetinが低濃度である場合、頂芽の伸長しかみられず、また一部には外植体下部から直接発根がみられた。逆に50 μ Mの高濃度では、枯死したり、分割不可能なシュート塊の形成がみられた。これは基本培地の無機養分濃度が高く、かつBAP濃度が高いことが枯死した原因であると考えられ、また分割不可能なシュート塊の形成は、他の樹種においても、BAP、Kinetin の量が多いような場合には、シュート伸長が良くないことが報告⁶⁾されており、イジュにおいても全く同様の反応がみられた。



※MS培地BAP50 μ M区の外植体は全て枯死

図-1 初代培養での基本培地、BAP、Kinetinの濃度の影響

3. 継代培養

1) 増殖培養

伸長した腋芽からシュート増殖を図るため、BAP10 μ M含有のWPM培地へ継代した。40日目には腋芽からさらに腋芽を生じる苗条の塊⁹⁾ (多芽体)を形成し、伸長腋芽1本から平均4.0本のシュート発生がみられた。シュートと認めてカウントするのは、3mm以上とした。今回の初代培養及び増殖率をもとに、1本の外植体から増殖されるシュート数を計算すると、初代培養から10ヶ月後には5,000本以上のシュートが得られる(図-2)。

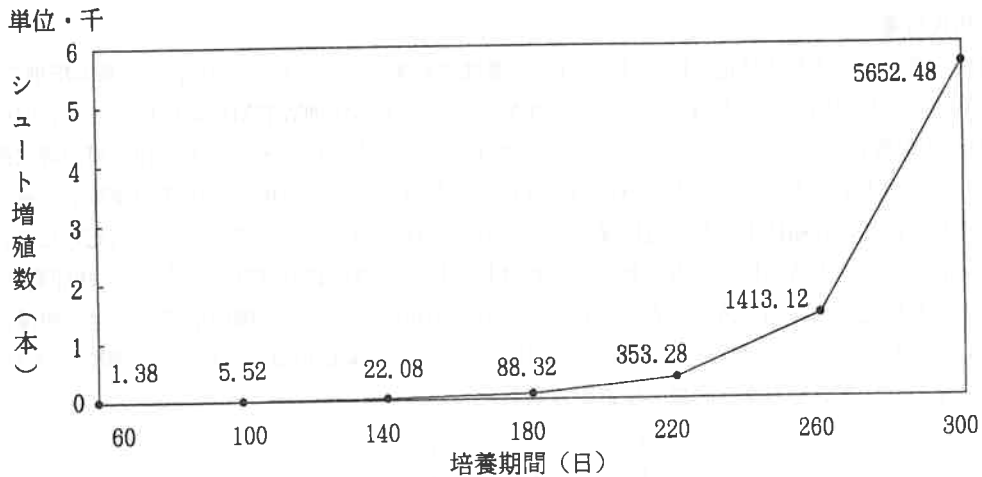


図-2 イジュ芽生え1本当たりから増殖されるシュート数

2) 伸長培養

シュート伸長を目的とした培地におけるシュートの伸長量については、表-2に示した。シュート伸長量は、 $1.0 \mu\text{M}$ の時にさしつけ後80日目に平均で 19.3mm の伸長量を示すとともに、さしつけたシュート20本から新たに36本のシュート増殖がみられた。BAP濃度が低下するにしたがって、シュート伸長量及びシュート増殖は減少するが、逆に、発根するシュート数の増加がみられ、BAP濃度が $0 \mu\text{M}$ の時には20本のシュート中12本のシュートで発根が認められた。イジュの培養においてシュートの伸長・増殖にはBAPが必要である⁵⁾。今後シュートの伸長と増殖をともなったBAPの最適濃度について検討する必要がある。

表-2 BAP濃度の違いによる枝条伸長への影響 (N=20)

BAP濃度 (μM)	40日目平均シュート長 (mm \pm SD)	80日目平均シュート長 (mm \pm SD)	*シュート増殖数	*発根シュート数
0	4.4 \pm 3.5	7.5 \pm 4.3	0	12
0.1	5.6 \pm 6.5	10.7 \pm 8.2	1	10
0.5	5.8 \pm 4.9	13.0 \pm 9.3	1	6
1.0	6.9 \pm 4.2	19.3 \pm 8.7	36	0

* 培養から80日目

4. 発根のための培養

培養によって得られたシュートは、表-3に示す培地に各々20本ずつさしつけた。その結果いずれの培地においても50%以上の発根率が得られ、特に、IBA $5 \mu\text{M}$ 含有の1/2WPM培地に1週間さしつけた後、ホルモンフリーの1/2WPM培地で培養した場合、100%の発根率で幼植物体が得られた。表中3・4に示されるような、IBAやNAAの濃度が比較的低い場合には、ホルモンフリーの培地へ移植しても発根率の向上は見られない。一方IBAやNAAが高濃度になるにしたがって、ホルモンフリーの培地へ移植すると、移植をせずに高濃度のIBA・NAA含有の培地で培養するよりも発根率は向

上した。また、移植を行わなかった場合には、根の発達が悪く、シュート下部にカルスの形成が認められた⁵⁾ (図-3)。カルス形成がおこると順化を行う過程で、シュート基部及び根に付着した寒天培地を洗い落とす時に、カルスが幼植物体から取れてしまう際、根まで切り放してしまったたり、カルス表面の凸凹により、寒天培地がきれいに洗い落とされずカビ発生の原因となり幼植物体の枯死を招くと考えられる。これらのことから、イジュのシュートの発根は、IBA 5 μ M含有の1/2WPM培地で1週間培養後、ホルモンフリーの1/2WPM培地に移植して培養を行うと良いことがわかった。

表-3 培地の違いによるシュートの発根率への影響

培地 (添加物)	植え付け シュート数	発根 シュート数	発根率 (%)
1 1/2WPM	20	11	55
2 1/2WPM (活性炭5g/l)	20	12	60
3 1/2WPM (IBA 1 μ M、NAA 0 μ M)	20	16	80
* 3 "	20	11	55
4 1/2WPM (IBA 1 μ M、NAA 0.1 μ M)	20	16	80
* 4 "	20	15	75
5 1/2WPM (IBA 1 μ M、NAA 0.5 μ M)	20	16	80
* 5 "	20	18	90
6 1/2WPM (IBA 5 μ M、NAA 0 μ M)	20	17	85
* 6 "	20	20	100
7 1/2WPM (IBA 5 μ M、NAA 0.1 μ M)	20	13	65
* 7 "	20	16	80
8 1/2WPM (IBA 5 μ M、NAA 0.5 μ M)	20	13	65
* 8 "	20	19	95

* 1週間後にホルモンフリーの1/2WPM培地へ移植

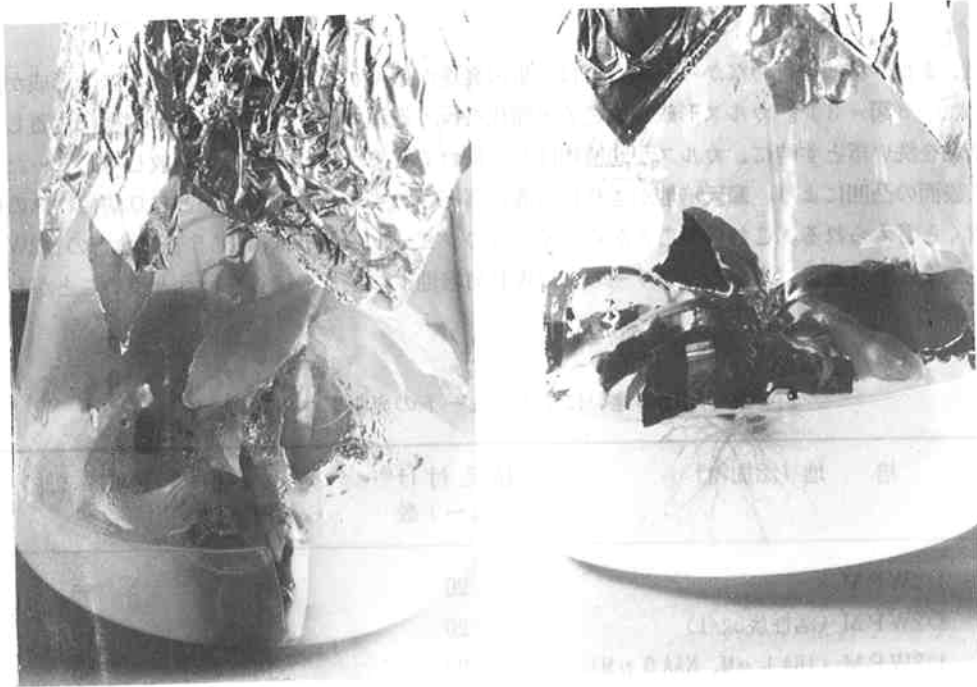


図-3 発根培地にさしつけてホルモンフリー培地へ移植していない幼植物体（左）と移植を行った幼植物体（右）

5. 順化

培養容器から取り出した幼植物体は順化して2ヶ月後の活着率は94%であった（図-4）。枯死した幼植物体を観察すると、カビによる汚染は認められなかったが、葉及び頂芽部の黒変と落葉が進行して枯死し、特に水浸状の幼植物体では顕著に認められた。従って幼植物体の順化を行う場合には、水浸状の幼植物体は避けて、健全な幼植物体を選ぶ必要がある。また、活着した幼植物体は新葉を展開し、茎の基部は緑色から赤褐色に変化して木質化した個体もみられた。

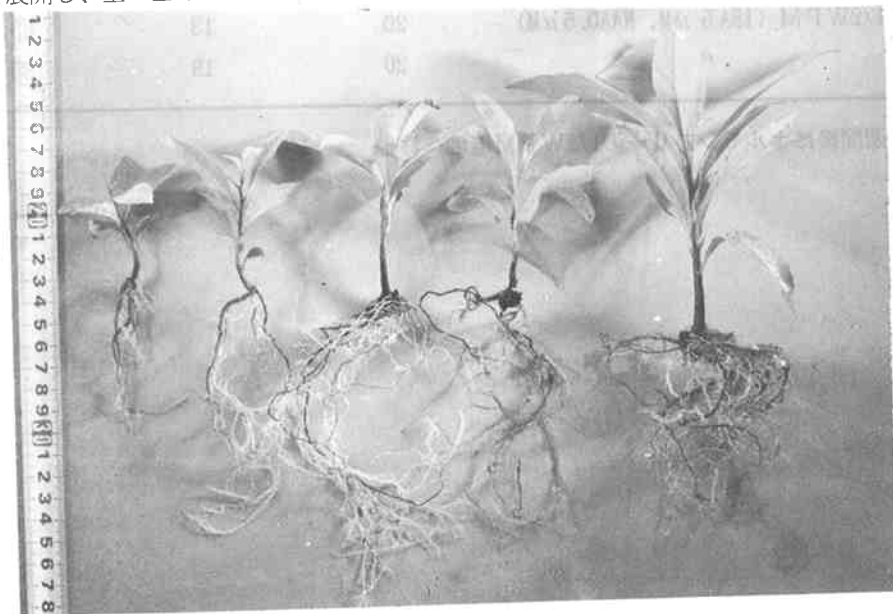


図-4 順化した苗木

マングローブ種子に関する研究

—メヒルギ、ヤエヤマヒルギ種子の生産量、貯蔵および発芽について—

育林保全室 平田 功
生沢 均

1. はじめに

マングローブ林は、世界各地の熱帯・亜熱帯の海岸線や河口付近の潮間帯、汽水域に広く分布し、薪炭材等の木材供給資源として重要な役割を果たしている。本県においても、我が国で最も発達する地域として、西表島の浦内川や仲間川をはじめ、沖縄本島の大浦川、慶佐次川等でヒルギ類を主体とした群落を形成し¹⁾、自然防波堤、土壌流出防止等の防災的機能のほか、陸の生態系と海洋の生態系とをつなぐ重要な役割を果たしている²⁾。

これらのマングローブが分布している地域では、近年薪炭材や木材供給のための伐採やえび養殖等による開発が進み、マングローブ林が減少していく傾向にあるが、一方ではマングローブ生態系保全の重要性が認識され、消失したマングローブ林の再生を目的に積極的に植栽が行われている。

本県においても、マングローブ林が減少するなか、個人または市民組織等が河川や沿岸の干潟にマングローブを植栽しようとする動きが活発になっている。

マングローブの植栽を行う場合、大量の胎生種子（以下種子）が必要となるが、種子の保全が難しいことや、植栽地が特殊な立地環境であるため、健全な苗を育成することが重要となる。

今回、これらのマングローブ林植栽のための種苗生産に関わる基礎技術を確立することを目的に、マングローブ林の主要樹種であるメヒルギについて、林内における種子の生産量調査と、メヒルギおよびヤエヤマヒルギの種子について、長期貯蔵技術、および種子採取後の重量減少が発芽（幼芽が開葉した時点が発芽とする）に及ぼす影響の検討を行った。

なお、この研究は、科学技術庁の地域流動研究として森林総合研究所より委託された「マングローブを中心とした生態系の解明に関する研究」の一部である。

本試験を実施するにあたり、当林業試験場の非常勤職員の宇良直也、比嘉盛也氏の御協力を得た。記して感謝申しあげる。

2. 試験方法

1) 種子の生産量調査

調査地は、沖縄本島東村慶佐次川のマングローブ林に設定した。この調査地のマングローブ林は河口付近に約10haの分布面積があり、構成はメヒルギ林、メヒルギーオヒルギ林、オヒルギ林、ヤエヤマヒルギ林の4林型に区分できる¹⁾。

調査は、下流部山地側のメヒルギ林に調査区（5×5m, PLOT-1, 2）を設け、調査区内にリタートラップ（1m×1m=1㎡、設置高:0.9m）を5個設置した。また、林分状況を把握するため胸高以上の立木について毎木調査を行った。

リターは毎月中旬に回収し、集めた試料を葉、花部、種子部、枝、托葉、樹皮に分別した後、各々の絶乾重量を求めた。

なお調査期間は、1992年3月から1993年4月までである。

2) 種子の低温貯蔵試験

貯蔵試験の供試種子は、メヒルギについては1991年4月と1992年4月に沖縄本島の慶武原川に生育している母樹から、ヤエヤマヒルギについては1992年9月、沖縄本島の慶佐次川に生育している母樹からそれぞれ採取した。

種子の貯蔵条件は次のとおりである。なお、メヒルギについては、貯蔵温度が0℃～10℃区と、10℃～20℃区の2回に分けて試験を行った。

(1) メヒルギ(0～10℃区)

(温度) : 0℃, 5℃, 10℃の3段階。

(期間) : 1カ月～20カ月までの16期間(1991年4月～1992年12月)

(貯蔵状態) : ①ビニール袋にいれ密封した密封貯蔵。

(2) メヒルギ(10～20℃区)

(温度) : 10℃, 15℃, 20℃の3段階。

(期間) : 6カ月(1992年4月～1992年10月)

(貯蔵状態) : ①含水率75%のオガクズの中での湿層貯蔵。②ビニール袋にいれ密封した密封貯蔵。③無処理貯蔵。

(3) ヤエヤマヒルギ

(温度) : 0℃, 5℃, 10℃, 15℃, 20℃の5段階。

(期間) : 6カ月, 12カ月の2期間(1991年9月～1992年9月)

(貯蔵状態) : ①同上。②同上。③完全に水に浸かる滞水貯蔵。

供試種子数は各区20本とした。

なお、貯蔵後の種子はガラス室内で大型コンテナに海砂を入れ滞水状態にした容器に植栽し、3カ月間生育させ生長測定を行った。

3) 種子の重量減少別発芽試験

重量減少別発芽試験の供試種子は、メヒルギについては1992年3月、沖縄本島慶武原川に生育している母樹から、ヤエヤマヒルギについては1991年9月に沖縄本島慶佐次川に生育している母樹からそれぞれ採取した。採取した種子はただちに重量の測定を行い、室内において採取時重量を100とし、100～65%まで5%きざみに重量減少するようにバット上に放置した。各段階になった種子はそれぞれ経過日数を記録し、発芽試験に供した。

各ステージ毎の供試種子数は20本である。

発芽試験は、大型コンテナに海砂を入れ滞水状態にした容器に植栽し、3カ月間生育させ生長測定を行った。

3. 結果および考察

1) 種子の生産量調査

表-1に調査方形区の毎木調査結果を示す。調査地の構成樹種は、メヒルギとオヒルギの2樹種であるが、P-1およびP-2ともメヒルギの構成割合の高い林分である。P-1では立木密度が22,400本/haでその内メヒルギの構成割合が88%となっており、P-2では立木密度16,400本/haのうち86.1%を占めていた。

メヒルギの平均胸高直径はP-1では4.5cm、P-2では4.7cm、平均樹高についてはP-1、

P-2、4.5m、3.7mであった。

図-1に、種子部の落下量の変化を示す。メヒルギ種子の落下量は11~2月間で少なく、3~6月間では5月に最大値をもつ分布型となり年間落下量の95%がこの期間に集中する。図-2に落下種子の長さの変化を示す。落下種子の長さは、3~6月間の落下では15cm以上であり、これは種子の成熟に伴う自然落下と考えられ、それ以前の落下種子の場合は種子長が短く、強風等の物理的作用による落下と考えられる。

また、花部の落下は6~10月間でみられ、8月に最大値をもつ。

これらの結果より、本地域のメヒルギは6~10月の長期にわたって花が咲き、それ以降は2月頃まで胎生芽が伸びる。そして、3~6月にかけて、種子が成熟し自然落下するものと推察できる。

表-1 調査林分の概況

調査区	樹種	本数(混合率) 本/ha	平均胸高 直径(cm)	平均樹高 (m)
PLOT-1	(H \geq 1.2m) メヒルギ	20,000(88%)	4.5 \pm 1.53	4.5 \pm 0.63
	オヒルギ	2,400(12%)	3.3 \pm 2.13	3.5 \pm 1.51
	total	22,400	4.3 \pm 1.64	4.4 \pm 0.84
PLOT-2	(H \geq 1.2m) メヒルギ	14,400(86.1%)	4.7 \pm 1.00	3.7 \pm 0.23
	オヒルギ	2,000(13.9%)	3.4 \pm 1.61	3.0 \pm 1.10
	total	16,400	4.5 \pm 1.17	3.6 \pm 0.49

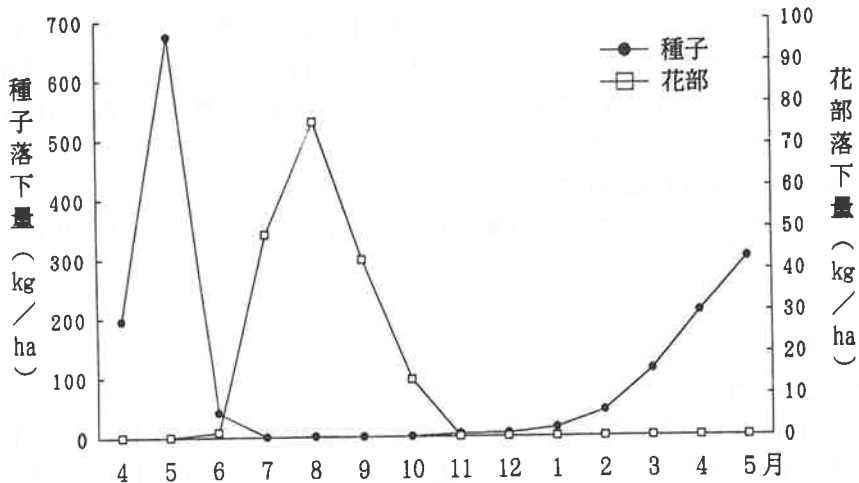


図-1 種子および花部の落下量変化 (P-1, P-2 平均値)

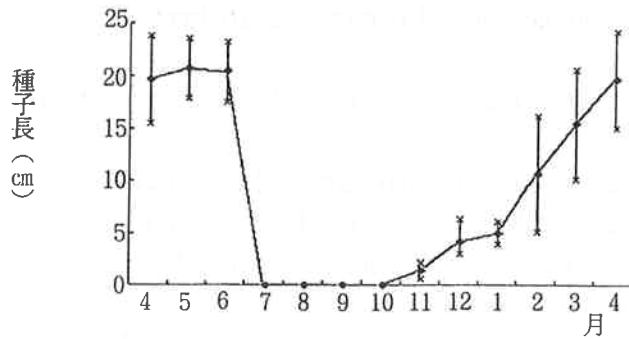


図-2 落下種子の長さ(P-1,P-2平均値)

図-3に全リター量の変化を示す。リター量は3～5月と7～9月に多い。3～6月の落下は5月に最大値を示し、この時期の落下量は年間の40%以上である。これは落葉量の増加とともに、種子の集中落下によるものと考えられる。7～9月の落下は、台風の影響による落葉、落枝量の増加によるものと考えられる。

表-2に、本調査のリター量を示した。全リター量は年間 5.3t/haであった。その内、種子の落下量は1.1t/haで全リター量の20%である。また、落下した種子数は年間301,000本/haと推定された。

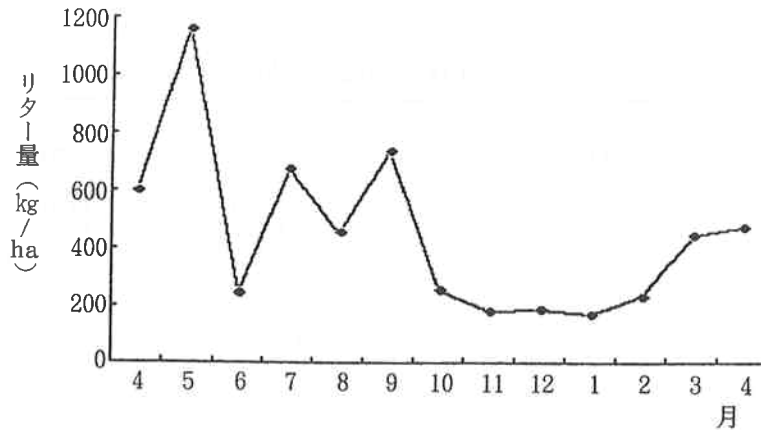


図-3 全リター量の変化(P-1,P-2平均値)

表-2 メヒルギ林のリター量 (kg/ha/yr)

花 部 種 子 托 葉	K. 落葉	B. 落葉	枝	樹 皮	合 計		
181	1088	646	2680	258	482	5	5340

K:メヒルギ B:オヒルギ (P-1, P-2平均値)

2) 種子の低温貯蔵試験

(1) メヒルギ

供試種子は、0～10℃区が長さ21.8±7.0cm、生重量14.9±2.8g、10～20℃区が長さ22.4±2.9

cm、生重量 13.8 ± 2.4 gである。

表-3に、貯蔵温度が $0 \sim 10^\circ\text{C}$ 間での貯蔵後の初期生長を示す。貯蔵温度が 0°C 区では1カ月間の貯蔵後の発芽試験の結果、伸長量 20.3 cm、生存率90%と順調な生育を示したが、2カ月間以上の貯蔵ではすべて枯死した。

5°C 区の貯蔵では2カ月間の貯蔵までは順調な生育を示すが、3カ月間以上の貯蔵ではすべて枯死した。

10°C 区の貯蔵では、貯蔵後の発芽試験の結果は貯蔵期間が長くなるに従い伸長量が小さくなる傾向を示すが、12カ月間の貯蔵でも発芽率が80%と良好であった。それ以上経過すると発芽率が低くなり、20カ月間の貯蔵になると発芽率5%、伸長量が1cmと不良であった。

表-4に貯蔵温度が $10 \sim 20^\circ\text{C}$ 間での試験結果を示す。

無処理状態の貯蔵では、全ての温度区で貯蔵中の種子が乾燥による重量減少が激しく全て枯死した。特に 20°C 区で激しく、変色が起こり種子が黄褐色になっていた。

湿層貯蔵では、全ての温度区で貯蔵後の発芽がみられるものの、発芽率は $30 \sim 40\%$ と低く、伸長量は $9.5 \sim 17.7$ cmであった。また、 15°C 区では、貯蔵中に種子の根点が数mm盛り上がり、 20°C 区では $2 \sim 4$ cm程度の発根がみられた。

密封貯蔵では全温度区に発芽があり、特に 10°C 区では100%の発芽率であった。

また伸長量も $9.4 \sim 22.8$ cmと他の貯蔵区に比較し良好であり、特に 10°C 区では良好な成績を示した。また、貯蔵中には湿層貯蔵区と同じく、 15°C 区で根点が数mm盛り上がり、 20°C 区では1cm程度の発根がみられた。

表-3 メヒルギ種子の貯蔵後の初期生長

貯蔵温度 貯蔵期間	0°C			5°C			10°C		
	発芽率(%)	伸長量(cm)	発根本数	発芽率(%)	伸長量(cm)	発根本数	発芽率(%)	伸長量(cm)	発根本数
1カ月	90(18/20)	20.3 ± 7.2	19.9 ± 5.6	100(20/20)	21.6 ± 3.6	22.8 ± 5.4	100(20/20)	22.0 ± 4.5	22.8 ± 4.1
2カ月	0	0	0	100(20/20)	27.9 ± 4.3	21.4 ± 3.8	100(20/20)	26.1 ± 2.5	20.3 ± 3.2
3カ月	0	0	0	0	0	0	100(20/20)	21.0 ± 3.4	18.8 ± 3.6
4カ月	0	0	0	0	0	0	95(19/20)	19.5 ± 3.6	19.2 ± 3.0
5カ月	0	0	0	0	0	0	80(16/20)	16.8 ± 3.6	20.1 ± 4.0
6カ月	0	0	0	0	0	0	95(19/20)	14.3 ± 2.7	22.3 ± 3.2
7カ月	0	0	0	0	0	0	90(18/20)	11.0 ± 2.5	18.7 ± 4.5
8カ月	0	0	0	0	0	0	85(17/20)	10.5 ± 1.8	17.6 ± 4.4
9カ月	0	0	0	0	0	0	90(18/20)	10.3 ± 3.2	15.9 ± 2.9
10カ月	0	0	0	0	0	0	80(16/20)	9.5 ± 2.1	15.5 ± 4.2
11カ月	0	0	0	0	0	0	85(17/20)	9.9 ± 2.0	15.5 ± 3.5
12カ月	0	0	0	0	0	0	80(16/20)	10.0 ± 3.1	14.3 ± 4.1
14カ月	0	0	0	0	0	0	55(11/20)	9.6 ± 2.7	14.4 ± 3.4
16カ月	0	0	0	0	0	0	60(12/20)	9.6 ± 2.9	13.2 ± 3.1
18カ月	0	0	0	0	0	0	50(10/20)	7.5 ± 5.1	10.9 ± 4.8
20カ月	0	0	0	0	0	0	5(1/20)	1.0 ± 0	12.8 ± 3.7

表-4 メヒルギ種子の貯蔵後の初期生長 ($10^\circ\text{C} \sim 20^\circ\text{C}$)

貯蔵温度 貯蔵期間	10°C			15°C			20°C		
	発芽率(%)	伸長量(cm)	発根本数	発芽率(%)	伸長量(cm)	発根本数	発芽率(%)	伸長量(cm)	発根本数
密封貯蔵区	100(20/20)	22.8 ± 4.3	19.5 ± 3.5	85(17/20)	15.7 ± 4.9	17.6 ± 4.0	40(8/20)	9.4 ± 4.1	16.1 ± 2.7
湿層貯蔵区	40(8/20)	17.7 ± 2.5	19.5 ± 2.7	25(5/20)	12.7 ± 8.0	15.2 ± 3.8	30(6/20)	9.5 ± 2.2	9.6 ± 4.4
対象区	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(2) ヤエヤマヒルギ

供試種子は21.4±1.9cm、生重量16.9±3.1gであった。

表-5に貯蔵後の初期生長を示す。滞水貯蔵では、種子が水分を吸収して黒褐色になり、全温度区ですべて腐敗した。

湿層貯蔵では、10℃区以下の貯蔵ではすべて枯死し、15℃区で発芽率5~10%、20℃区で30~45%と全体的に低い発芽率であった。また、15℃区では貯蔵中に種子の根点が数mm盛り上がり、20℃区では1cm程度の発根がみられ、ほとんどの種子がくの字型に曲がっていた。なかには種子の全部から発根している個体や、発芽している個体もみられた。マングローブ種子の発根条件の一つに種子の固形物との接触刺激が知られており³⁾、このことから、発根がおきたのは、オガクズの種子への接触刺激と、貯蔵温度が比較的高温であったためと推察される。

密封貯蔵では湿層貯蔵と同様に10℃区以下ですべて枯死したが、15℃区、および20℃区では発芽率70%以上と、高い発芽率を示した。特に15℃区では、6カ月貯蔵で100%の発芽率であり、12カ月貯蔵でも80%と高い発芽率であった。貯蔵後の発芽試験における伸長量でも、湿層貯蔵に比較し両温度区とも生長が良好であり、特に15℃区では良好な生長であった。また、貯蔵中には20℃区で、湿層貯蔵と同様5mm前後の発根があった。

以上貯蔵試験の結果、長期貯蔵に適する温度は、メヒルギが10℃、ヤエヤマヒルギが15℃と考えられ、分布北限の緯度がメヒルギより低いヤエヤマヒルギは貯蔵温度がメヒルギより高温となった。

メヒルギ、ヤエヤマヒルギともに貯蔵温度が適温以下の場合には種子が枯死し、それより高温になると種子の発根・発芽がみられた。また、15~20℃区でメヒルギが発根、ヤエヤマヒルギにおいては発芽もみられたことより、このあたりが種子の生理活動が始まる温度と推定された。貯蔵状態については、両樹種とも種子を乾燥させないようにビニール袋で密封する条件区が比較適良好であり、1カ年前後の貯蔵が可能であったが、このことについてはさらに検討する必要がある。

表-5 ヤエヤマヒルギ種子の貯蔵後の初期生長(0℃~20℃)

貯蔵温度 貯蔵期間	期 間	0℃			15℃			20℃		
		発芽率(%)	伸長量(cm)	発根本数	発芽率(%)	伸長量(cm)	発根本数	発芽率(%)	伸長量(cm)	発根本数
密封貯蔵区	6カ月	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12カ月	0	0	0	0	0	0	0	0	0
湿層貯蔵区	6カ月	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12カ月	0	0	0	0	0	0	0	0	0
耐水貯蔵区	6カ月	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12カ月	0	0	0	0	0	0	0	0	0

貯蔵温度 貯蔵期間	期 間	15℃			20℃		
		発芽率(%)	伸長量(cm)	発根本数	発芽率(%)	伸長量(cm)	発根本数
密封貯蔵区	6カ月	100(20/20)	8.6±2.6	12.2±4.0	80(16/20)	6.7±2.6	17.9±5.0
	12カ月	80(16/20)	7.1±3.2	14.4±3.5	70(14/20)	5.2±2.3	10.4±5.3
湿層貯蔵区	6カ月	25(5/20)	5.0±1.5	9.5±9.5	30(6/20)	3.3±2.7	17.8±5.5
	12カ月	5(1/20)	1.0±0	5.7±2.1	45(9/20)	2.8±0.5	8.6±4.1
耐水貯蔵区	6カ月	0	0	0	0	0	0
	12カ月	0	0	0	0	0	0

3) 種子の重量減少別発芽試験

(1) メヒルギ

供試種子は、長さ 22.0 ± 1.4 cm、生重量 15.0 ± 2.3 gであった。

図-4に、メヒルギおよびヤエヤマヒルギ種子の室内での重量減少率を示す。メヒルギ種子の重量減少は、採取後22日前後で初期重量の85%になり、それ以降は減少割合が若干早くなり43日前後で採取時重量の65%になる。

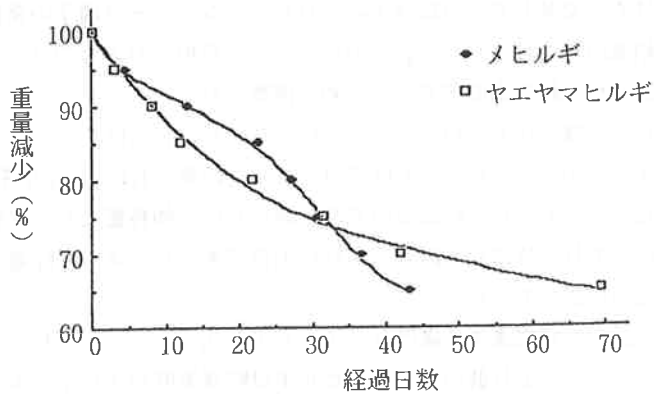


図-4 胎生種子の放置期間と重量減少の関係

図-5および表-6に、各処理区での種子重量減少後の初期成長を示す。発芽率は重量減少が75%まで90~100%で良好な生育を示しているが、重量減少が70%になると発芽率が低下し、伸長量も若干小さくなる傾向を示す。さらに乾燥し、初期重量の65%になると発芽はみられず、地下部だけが発根率70%と生存している状態であった。

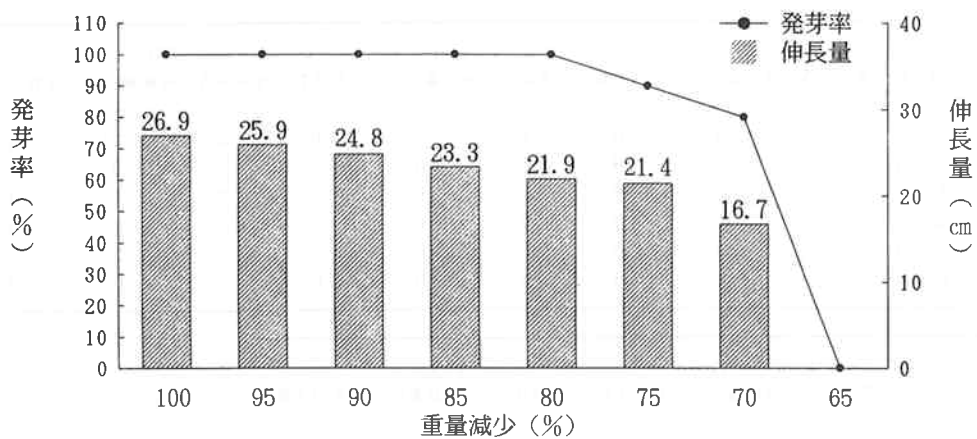


図-5 メヒルギ種子の重量減少と発芽および伸長量の関係

表-6 メヒルギ種子の重量減少後の初期成長

処理区	100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%
日数	0	4.2±1.0	12.7±2.1	22.3±1.7	27.0±2.5	30.5±2.6	36.5±4.1	43.0±3.7
発芽率(%)	100%	100%	100%	100%	100%	90%	80%	0
伸長(cm)	26.9±3.0	25.9±3.7	24.8±4.9	23.3±5.8	21.9±4.4	21.4±3.8	16.7±7.3	0
発根率(%)	100%	100%	100%	100%	100%	95%	90%	70%
発根本数	26.4±5.5	25.7±3.9	25.4±4.5	22.8±4.0	20.2±3.5	20.4±2.6	19.2±0.7	14.6±5.2

これらのことより、メヒルギ種子は採取後36日前後の室内放置で、初期重量の70%に重量が減少し、このときが発芽限界値と考えられ、さらに採取後43日前後で初期重量の65%になり、それ以降では発芽は期待できないと思われた。

(2) ヤエヤマヒルギ

供試種子は長さ21.4±1.9cm、生重量16.7±3.0gであった。

図-4よりヤエヤマヒルギ種子の重量減少は10日前後で当初重量の85%になり、それ以降は徐々に減少し、70日前後で初期重量の65%になる。メヒルギと比較し80%までは早いですがそれ以降は乾燥速度が遅くなる傾向がある。

図-6および表-7に、各処理区での重量減少後の初期成長を示す。発芽率は、重量減少が85%までは100%と良好な生育を示しているが、初期重量の80%以下になると発芽率が低下し、伸長量も小さくなる傾向を示す。特に、75%区では発芽率30%、発根率100%と、地下部は生存しているが地上部は枯死している個体が見られた。さらに乾燥し、初期重量の70%になると発芽・発根する個体はみられなかった。メヒルギと比較し乾燥に弱い傾向がみられた。

これらのことより、ヤエヤマヒルギ種子は採取後31日前後の室内放置で、初期重量の75%に重量が減少し、このときが発芽限界値と考えられ、さらに採取後41日前後で初期重量の70%になり、それ以降では発芽は期待できないと思われた。

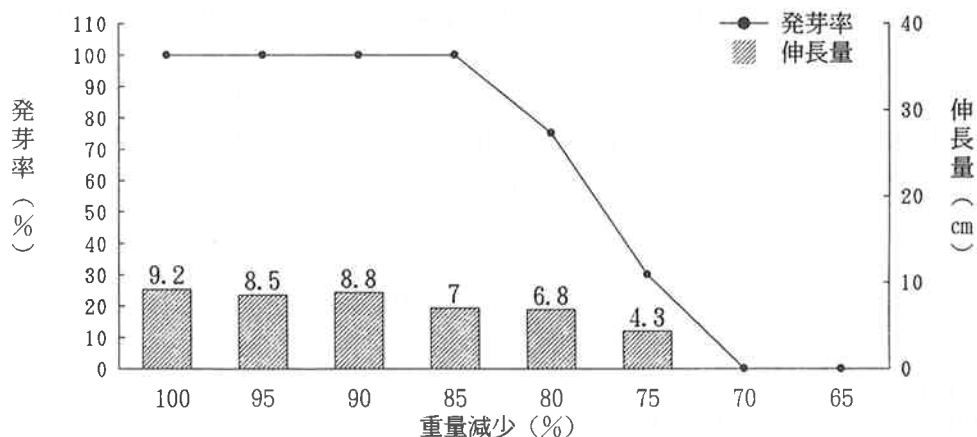


図-6 ヤエヤマヒルギ種子の発芽率および伸長量の関係

表-7 ヤエヤマヒルギ種子の重量減少後の初期成長

処理区	100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%
日数	0	3.0±0.6	7.9±1.0	11.7±1.3	21.7±2.2	31.3±3.4	41.9±5.7	69.2±5.7
発芽率(%)	100%	100%	100%	100%	75%	30%	0	0
伸長(cm)	9.2±1.5	8.5±1.5	8.8±1.3	7.0±2.4	6.8±1.1	4.3±0.9	0	0
発根率(%)	100%	100%	100%	100%	80%	100%	0	0
発根本数	12.2±1.3	12.0±2.7	12.8±1.6	11.7±2.3	10.9±2.3	5.21±2.7	0	0

5. 摘要

本報では、マングローブ林造成のための種苗生産に関わる基礎技術を確立することを目的に、マングローブの主要樹種のメヒルギについて、林内における種子の生産量の調査と、メヒルギとヤエヤマヒルギについて胎生種子の貯蔵試験、および種子採取後の重量減少と発芽に及ぼす影響の検討を行った。得られた結果を要約すると次のようである。

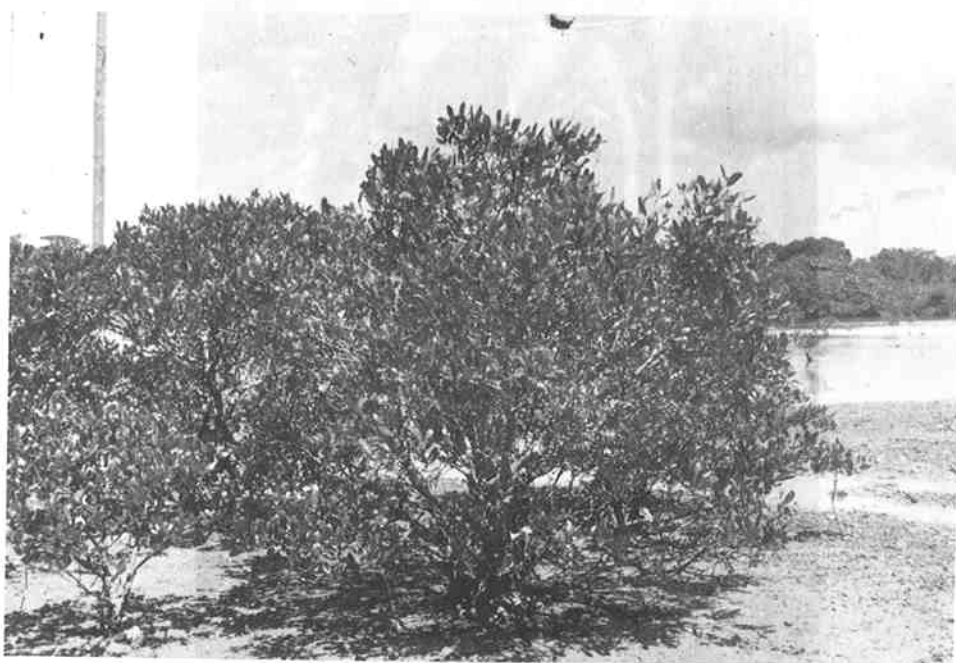
- 1) 種子の生産量調査の結果、沖縄島慶佐次川におけるメヒルギ種子は、12～6月にかけて落下がみられ、その90%は3～6月に集中していた。また、花部の落下は6～10月間にみられ、8月に最大値をもつ。(図-1)
- 2) 種子の落下量は、乾重で年間1.1t/haで全リター量の20%であり、落下本数は年間301,000本/haと推定された。(表2)
- 3) 貯蔵試験の結果、長期貯蔵に適する温度は、メヒルギが10℃、ヤエヤマヒルギが15℃と考えられた。貯蔵状態については、密封処理条件区が良好であり、1年前後の貯蔵が可能であった。(表-3～5)
- 4) 貯蔵試験の結果、貯蔵温度が適温以下の場合は種子が枯死し、それより高温になると種子の発根・発芽がみられた。
- 5) メヒルギ種子は、採取後36日前後の室内放置で初期重量の70%に重量が減少し、このときが発芽限界値と考えられ、さらに採取後43日前後で初期重量の65%になり、それ以降では発芽は期待できないと思われた。(図-4, 5, 表-6)
- 6) ヤエヤマヒルギ種子は、採取後31日前後の室内放置で初期重量の75%に重量が減少し、このときが発芽限界値と考えられ、さらに採取後41日前後で初期重量の70%になり、それ以降では発芽は期待できないと思われた。(図-4, 6, 表-7)

参考文献

- 1) 社団法人沖縄国際マングローブ協会：マングローブ造林調査研究事業報告書，P1～18，1991
- 2) 佐藤一紘：緑と生活，P54～57，1989.11
- 3) 西平守孝：緑と生活，P46～49，1989.4
- 4) 中田銀佐久他：100回日林論，P481～482，1989
- 5) 岸本司他：98回日林論，P301～302，1987
- 6) スルヨ ハルディウィノト他：北大農学報46-3，P577～P594，1989



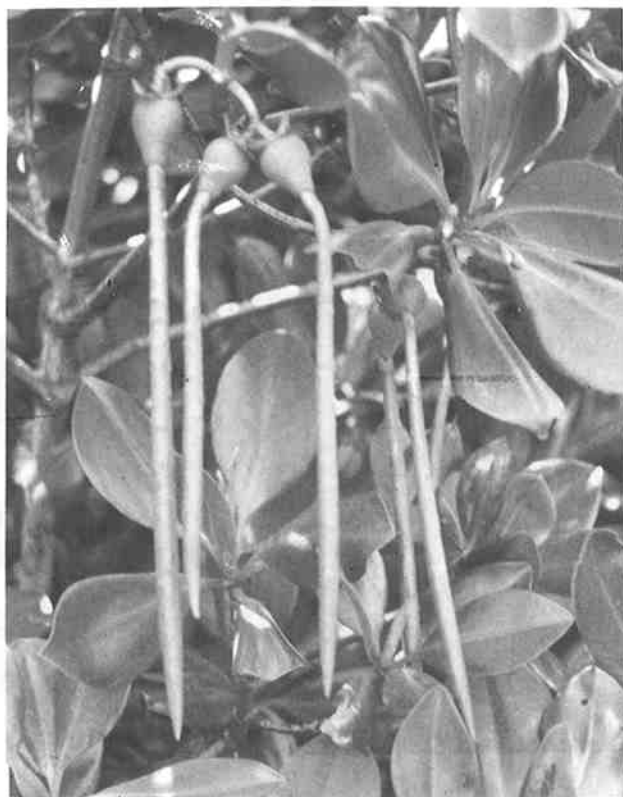
ヤエヤマヒルギ



メヒルギ



リタートラップ設置状況



ヤエヤマヒルギ種子

県産材の乾燥スケジュールの確立

—イタジイ材の人工乾燥試験—

林産開発室 嘉手苺幸男

1. はじめに

わが国唯一の亜熱帯気候下にある南西諸島の森林は、164種にもおよぶ多種多様な樹種で構成されている。反面占有蓄積の割合では、イタジイ、リュウキュウマツ、イジュ、タブノキ、ヒメユズリハの5樹種で全蓄積の60%を占めており、その中においても、イタジイ、リュウキュウマツの蓄積が大きく、一部の樹種に偏在して構成されている¹⁾。

近年県内においては家具製造業者、木工業者、森林組合等でリュウキュウマツ材の木目を生かした高級机、テーブル等の家具、アクセサリ、工芸品、造作用集成材の生産が増加している。

一方イタジイ、イジュ材においては、集成材、フローリング材としての利用開発が計画されているが、これまでの広葉樹は、パルプ用材、パレット材、杭材としての利用が主であるため、広葉樹に対する乾燥技術の開発が遅れ、低利用に停まっているのが広葉樹材の現状であることから、広葉樹の開発を進めるためにも、広葉樹の人工乾燥スケジュールの確立が急務となっている。

広葉樹、特にイタジイの生材を直接に人工乾燥を行うと、乾燥終了までに25日～30日前後の長時間を要するため、乾燥経費の増加とともに、材の歩止まり減少など問題が多く、乾燥の困難な樹種であることが報告されている^{2, 3)}。このようなことから、本試験では、天然乾燥後に人工乾燥を組み合わせた乾燥スケジュールの確立を目的とした。

本試験を実施するにあたり、元森林総合研究所佐藤庄一氏には測定手法等の御指導を頂くとともに、電気加熱式の小型 I F 型スケジュール試験装置を利用させて頂いた。また、国頭村森林組合の古我知正博氏には原木の製材および天然乾燥材の測定等について御協力頂いた。記して感謝申し上げます。

2. 供試材と試験方法

1) 供試材

供試材のイタジイは、国頭村森林組合において27mm～30mm厚材と、38mm～40mm厚材に製材し図-1に示す位置で含水率測定用試験片を採取した。供試材は倉庫内において天然乾燥を行った。天然乾燥材を厚さ27mm、幅150mm、長さ600mmに調整し、板目木取り材9枚、追根木取り材3枚の計12枚を製作し人工乾燥試験に供した。

長尺材の乾燥を想定するため人工乾燥試験用の試験材は、両木口面をアルミニウムパウダーと速乾ニスを混合したコーティング剤を用いてコーティングし、ここからの乾燥を防いだ。試験材には図-2に示す各位置に幅、厚さ、カップ等の測定用マークを付し、さらに各種測定を行うための試験片採取位置をマーキングした。

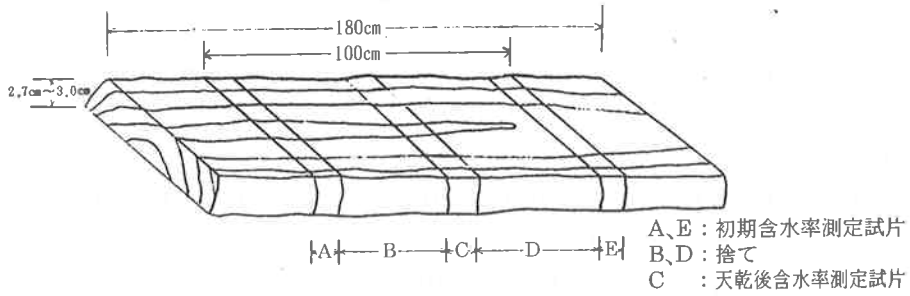


図-1 天然乾燥材の含水率測定位置

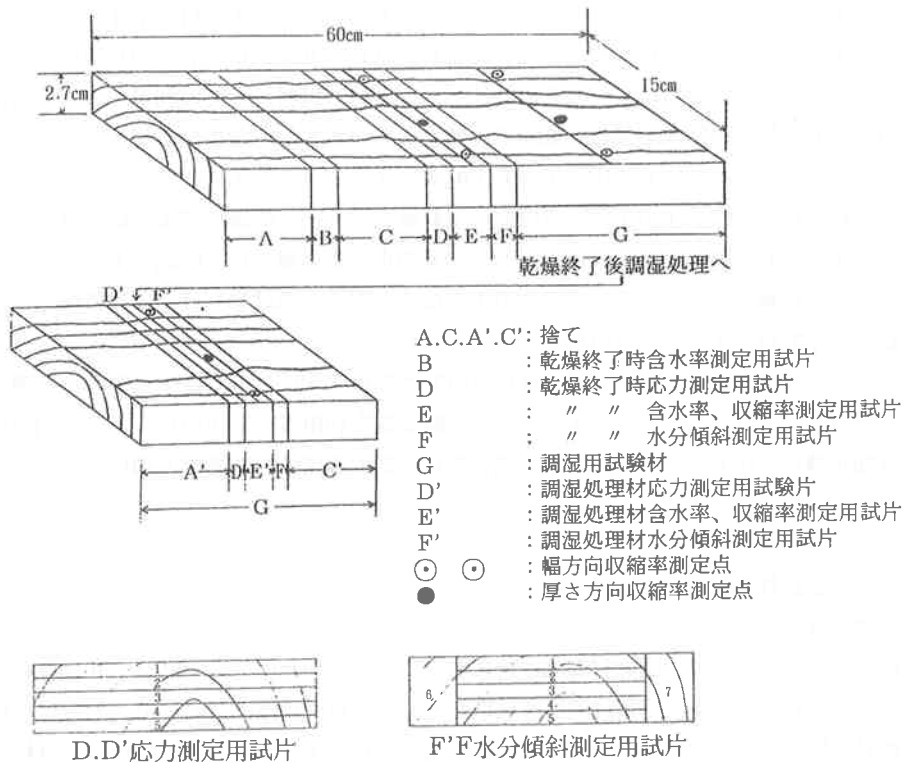


図-2 人工乾燥試験材の測定点・マーキング

2) 試験方法

(1) 天然乾燥試験

27mm~37mm厚材、38mm~40mm厚材に製材したイタジイ材を一边2cmの栈木を用い、栈木間隔60cmとして、直射日光を避け通風のある位置において栈積みを行った。

天然乾燥試験では、含水率測定用のサンプルボードの重量減少が小さくなる時点まで測定を行った。

(2) 100℃試験⁴⁾

100℃試験は、試験材の乾燥特性について小試験片を用いて把握するとともに、試験材の乾燥スケジュールを推定する方法である。この試験は、100℃に調整された恒温乾燥器に小試験片を入れ、生材から全乾状態まで乾燥を行いその間に試験片に発生する損傷の種類、程度を分類して、その結果により厚さ20mm～30mm材における乾燥スケジュールの初期乾球温度、初期乾湿球温度差、および末期乾球温度を求め乾燥スケジュールを決定する。

(3) 人工乾燥試験

人工乾燥試験には、試験材6枚を1組とし、第1回乾燥試験は100℃試験で求めた標準的な乾燥スケジュール表（Ⅰ）に従って行った。第2回乾燥試験は第1回乾燥試験の結果から判断して乾燥条件をやや厳しくした。

乾燥操作にあたっては、試験材の平均含水率が18%前後の天然乾燥材であることから、100℃試験から推定した人工乾燥スケジュールに対して乾燥開始初期条件を三段階弱い条件より開始し、それぞれの条件を2～3時間の間隔をおいて変更するように設定した。その後は含水段階20%～15%の設定スケジュール条件に入っていくように乾球温度と湿球温度を操作し、最終含水率の目標を8%として乾燥試験を行い、最後に調湿処理を行った。

乾燥試験中の試験材の重量測定は、乾燥条件の変更毎および1日2回行い、幅、厚さ、カップ量、ねじれの各測定を行い、その後試験材の1/2を切断し各収縮率、含水率、内部応力、および水分傾斜測定用試験片を採取した。また残りの1/2の試験材を用いて20時間調湿処理を行い、調湿処理後に同様な測定を行った。

(4) 乾燥現場におけるイタジイ材の乾燥

国頭村森林組合の蒸気式乾燥機（100石）を用いて、乾燥スケジュール表（Ⅰ）の条件に従いイタジイ24mm材、34mm材の材厚の異なる天然乾燥材を用いて人工乾燥を行った。各天然乾燥材からサンプルボードを採取し各々の含水率を測定した。人工乾燥中の重量の測定は、乾燥条件の変更毎および1日1回とした。

3. 結果と考察

1) 天然乾燥経過

27mm～30mm材の天然乾燥経過を図-3に示す。乾燥開始から含水率20%までに低下するのに要した時間は、17日～40日と大きく異なっている。このことは初期含水率の差ならびに製材時における木取りによって影響を受けていると考えられる⁵⁾。伐倒直後で含水率100%前後の生材では60日以内に含水率は20%まで低下すると推定される。含水率20%以後の乾燥経過は緩慢となり16%付近で気乾状態に達している。

38mm～40mm材の天然乾燥経過を図-4に示す。乾燥開始から含水率20%まで低下するのに要した時間は160日前後であった。

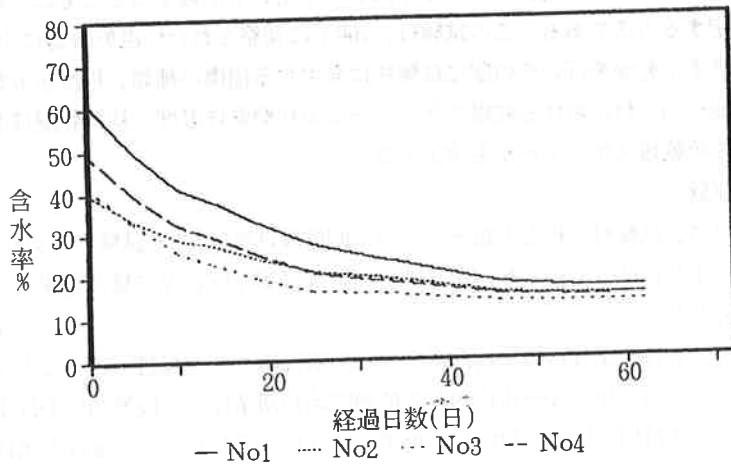


図-3 イタジイ天然乾燥経過 (27mm~30mm)

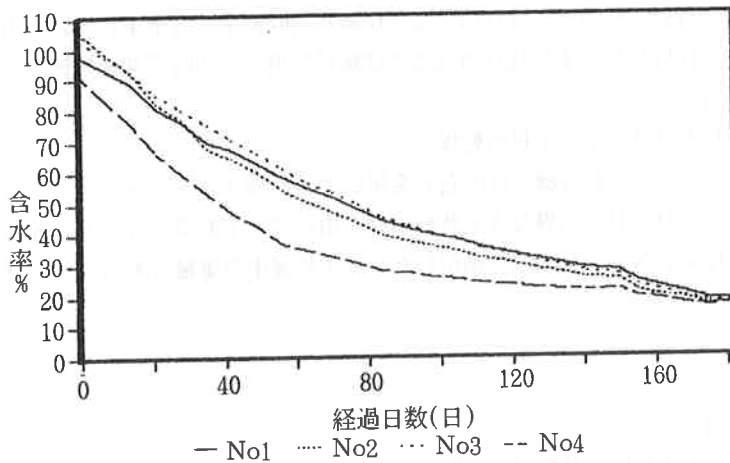


図-4 イタジイ天然乾燥経過 (38mm~40mm)

2) 人工乾燥条件の決定

100℃試験の結果(8段階評価法)により、初期割れ6、断面変形7、内部割れ8となった。得られたこれらの結果より、第1回目の乾燥試験における標準的な乾燥条件は、初期乾球温度45℃、初期乾湿球温度差 2.5℃、末期乾球温度70℃と推定された。この条件に基づいた乾燥スケジュール表(I)を表-1に示す。

次に、第2回目の乾燥試験においては第1回目の乾燥試験の結果から判断し、これより強い乾燥条件を用いることとし、初期乾球温度60℃、初期乾湿球温度差 5.0℃、末期乾球温度80℃とやや厳しい乾燥条件とした。乾燥スケジュール表(II)を表-1に示す。

表－1 乾燥スケジュール

乾燥スケジュール表（Ⅰ）

含水率 (%)	乾球温度 (°C)	乾湿球温 度差 (°C)	湿球温度 (°C)	平衡含水 率 (%)
生～50	45.0	2.5	42.5	16.5
50～40	45.0	3.5	41.5	15.2
40～35	45.0	5.5	39.5	12.7
35～30	47.0	7.5	39.5	10.0
30～25	52.0	11.0	41.0	8.2
25～20	59.0	15.0	44.0	6.5
20～15	66.0	21.0	45.0	4.6
15～	70.0	25.0	45.0	3.7
調 湿	70.0	5.0	65.0	12.5

乾燥スケジュール表（Ⅱ）

含水率 (%)	乾球温度 (°C)	乾湿球温 度差 (°C)	湿球温度 (°C)	平衡含水 率 (%)
生～50	60.0	5.0	55.0	13.0
50～40	60.0	6.3	53.7	11.7
40～35	60.0	8.8	51.2	9.0
35～30	62.0	11.0	51.0	8.5
30～25	67.0	14.0	53.0	6.6
25～20	72.0	17.5	54.5	5.6
20～15	77.0	22.0	55.0	4.6
15～	80.0	25.0	55.0	3.8
調 湿	80.0	5.0	75.0	12.0

3) 人工乾燥経過

第1回乾燥試験におけるイタジイ人工乾燥材の乾燥経過を図－5に示す。

乾燥開始時の平均含水率17.3%から乾燥終了時の平均含水率 7.9%までの総乾燥時間は72.5時間を要し、約3日間であった。その間の平均乾燥速度は 0.130 (%/hr) の値を示した。乾燥終了後調湿処理を行った結果、最終平均含水率は、9.6%であった。

乾燥終了時における各乾燥試験材間での含水率のばらつきは、最高、最低間で 2.6%の差が生じたが、70°C-Δt 5°Cの条件にて20時間調湿処理を行うことにより、各乾燥試験材間のばらつきが 1.5%と減少し、調湿処理効果が確認できた。

次に、乾燥時間の短縮を主目的として、温湿度条件を厳しい条件に設定した第2回乾燥試験を試みた。乾燥初期条件を乾球温度で15°C高い60°Cとし、乾湿球温度差で2.5°C高い5.0°Cとするスケジュールを設定した。主に乾燥を行う20%～15%の含水率段階では乾球温度で11°C高い77°C、乾湿球温度差で10°C高い22.0°Cで乾燥試験を進めた。乾燥経過は図－6に示す。

乾燥開始時の平均含水率17.8%から乾燥終了時の平均含水率 7.9%までの総乾燥時間は48.5時間を要し、約2日間で目標含水率まで低下することができた。第1回乾燥試験と比較して24時間、日数で1日間の乾燥時間の短縮が可能となった。その間の平均乾燥速度は0.204 (%/hr) の値を示して、約57%の乾燥速度の向上が認められた。第2回乾燥試験終了時の各試験材間のばらつきは、0.9%と小さな範囲内であるが、80°C-Δt 5°Cの条件にて20時間調湿処理を行うことにより、0.7%と減少し調湿処理効果が確認できた。

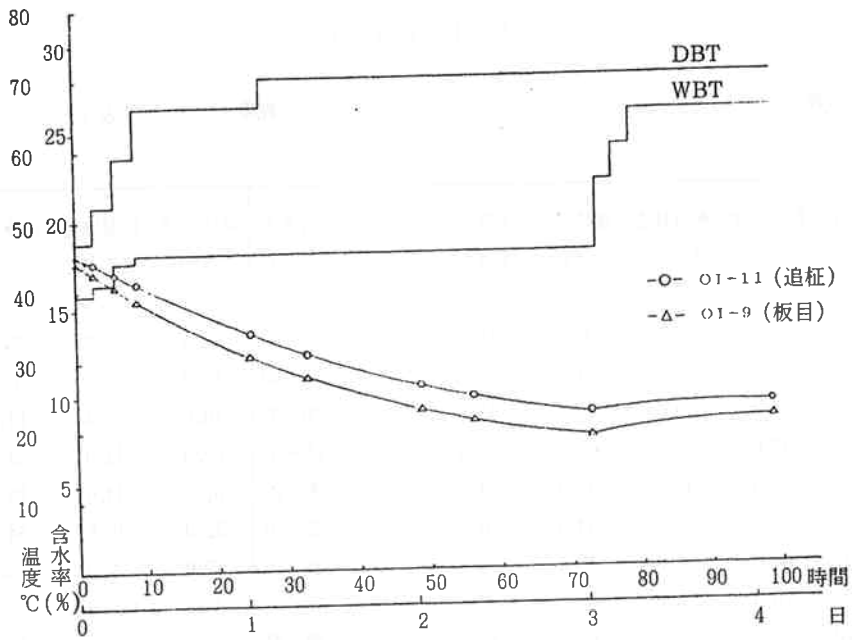


図-5 第1回乾燥試験乾燥経過

表-2 各終了時の含水率・乾燥速度

第1回乾燥試験					
木取り	試験材No	初期含水率(%) *	乾燥終了時含水率(%)	調湿終了時含水率(%)	乾燥速度(%/hr)
板目	O I - 1	16.2	6.2	8.7	0.138
板目	O I - 3	17.5	8.5	10.2	0.124
板目	O I - 5	17.4	8.0	9.6	0.130
板目	O I - 7	17.2	8.2	9.7	0.124
板目	O I - 9	17.5	7.5	9.3	0.138
追証	O I - 11	18.0	8.8	10.1	0.127
	平均	17.3	7.9	9.6	0.130

第2回乾燥試験					
木取り	試験材No	初期含水率(%) *	乾燥終了時含水率(%)	調湿終了時含水率(%)	乾燥速度(%/hr)
板目	O I - 2	17.8	8.2	10.0	0.198
板目	O I - 4	17.8	8.1	10.0	0.200
板目	O I - 6	17.6	7.6	9.5	0.206
板目	O I - 8	17.8	8.0	9.7	0.202
追証	O I - 10	18.4	8.1	9.6	0.212
追証	O I - 12	17.3	7.3	9.4	0.206
	平均	17.9	7.9	9.7	0.204

*天然乾燥材の人工乾燥開始時における含水率

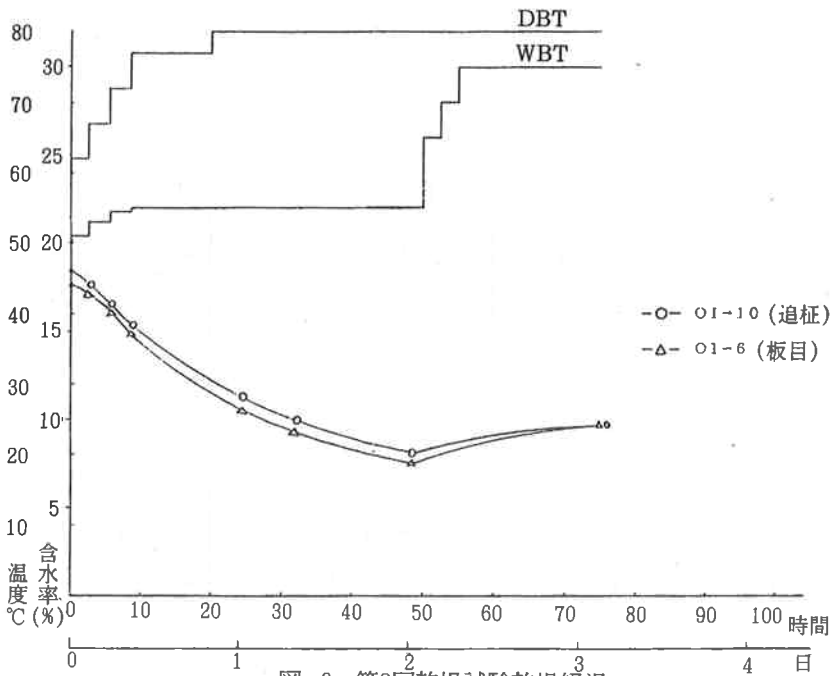


図-6 第2回乾燥試験乾燥経過

4) 水分傾斜

第1回乾燥試験における各試験材の乾燥終了時および調湿処理終了での材厚方向の水分傾斜を図-7に示す。

乾燥終了時における試験材の両表層と内層との水分傾斜は、両表層で低く、内層の中央部が高い山形の傾斜を示しその傾斜の最大値と最小値の平均差は 2.8%の傾斜が認められた。調湿処理後の各水分傾斜は、最大値と最小値の平均差は 0.4%の値を示し、水分傾斜の均一化が図られ調湿処理の効果が確認できた。

第2回乾燥試験においても調湿処理を行うことにより、各試験材の水分傾斜の均一化が図られた。(図-8)

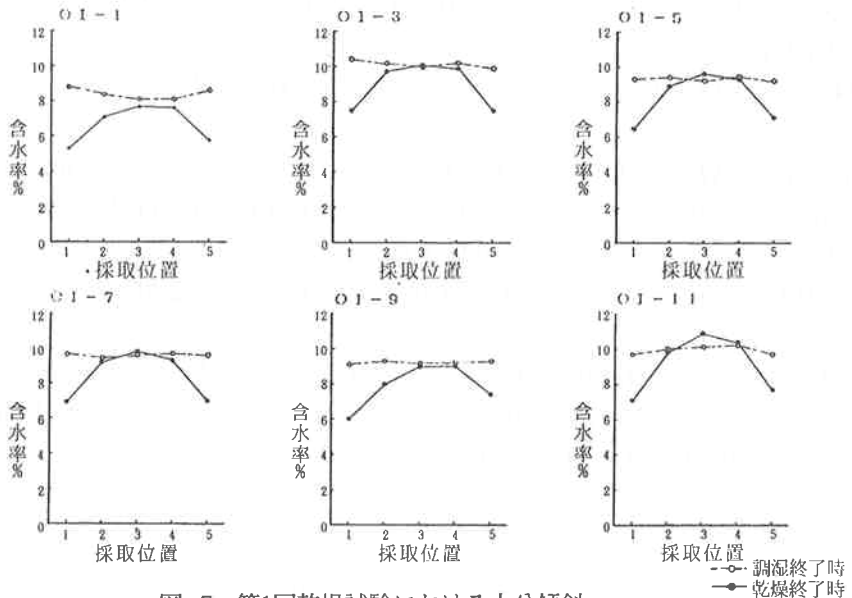


図-7 第1回乾燥試験における水分傾斜

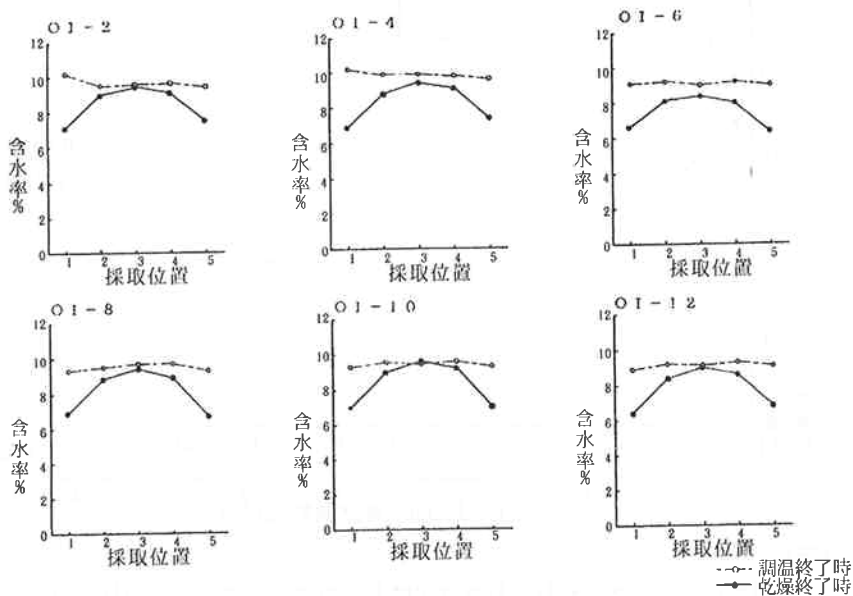


図-8 第2回乾燥試験における水分傾斜

5) 収縮率

第1・2回乾燥試験における各試験材の収縮率を表-3に示す。

第1回乾燥試験において乾燥終了時の板目材における材厚方向の収縮率は1.1%~1.4%の値を示し、材幅方向の収縮率は2.2%~2.8%の値を示した。材厚方向と材幅方向との収縮比は1:2の割合を示した。

次に、調湿処理を行うことにより各方向の収縮率に与える効果を検討してみた。

材厚方向においては板目木取り5試験材の収縮率が1.1%を示しわずかながら回復傾向にある。追柁木取り材では2.0%から1.7%となり収縮率の回復見られた。

材幅方向においては2.2%~2.7%を示し、処理前と比較して収縮率の回復は少なく、調湿処理効果が小さい。

第2回乾燥試験では、板目木取り材における材厚方向における収縮率は1.0%~1.2%の値を示し、材幅方向の収縮率は2.4%~2.7%の値を示した。乾燥条件が第1回乾燥試験に比べ厳しい条件にもかかわらず、収縮率の増加は材厚、材幅方向とも無かった。しかしながら、調湿処理を行うと、材幅方向の収縮率は0.7%~0.9%と回復が見られたが、材幅方向に対しては蒸煮処理効果は無い。

追柁木取り材では、材厚方向における収縮率は1.6%~1.8%を示し、材幅方向の収縮率は2.2%~2.6%であった。調湿処理後の材幅方向の収縮率は1.0%~1.2%となり板目木取り材と同様に収縮率の回復が見られた。材幅方向における収縮率の回復は無い。

表-3 第1・2回乾燥試験における収縮率

乾燥スケジュール試験 (I)								乾燥スケジュール試験 (II)							
木取り	No 01-	収 縮 率 (%)						木取り	No 01-	収 縮 率 (%)					
		終了時		調湿時		全乾時				終了時		調湿時		全乾時	
		幅	厚さ	幅	厚さ	幅	厚さ			幅	厚さ	幅	厚さ	幅	厚さ
板目	1	2.5	1.4	2.4	1.1	4.2	3.1	板目	2	2.6	1.0	2.5	0.7	4.7	2.4
板目	3	2.5	1.1	2.6	1.1	4.9	3.1	板目	4	2.4	1.0	2.3	0.9	4.6	2.6
板目	5	2.4	1.2	2.4	1.1	4.5	2.9	板目	6	2.7	1.1	2.7	0.9	4.6	1.8
板目	7	2.2	1.1	2.3	1.1	4.5	2.8	板目	8	2.5	1.2	2.5	0.9	4.4	2.8
板目	9	2.8	1.2	2.7	1.1	4.4	3.0	追証	10	2.6	1.8	2.6	1.0	4.7	3.2
追証	11	2.2	2.0	2.2	1.7	4.3	4.6	追証	12	2.2	1.6	2.2	1.2	3.9	3.3

6) 乾燥における損傷

第1・2回乾燥試験における各試験材の乾燥終了時および調湿処理後の損傷状況（カップ、ねじれ）を表-4に示す。

第1回乾燥試験における乾燥終了時のカップ量は最大で0.58mmの値を示し、第2回乾燥試験では、0.44mm程度であった。調湿処理を行うことにより乾燥試験材でカップ量の減少を示したのが4試験材、カップ量の増加を示したのが2試験材となり、調湿処理がカップ量の回復に影響を及ぼすとは言い切れない。このことは、第2乾燥試験においても同様であった。

ねじれ量は第1・2乾燥試験とも0~3.0mmの値を示し、ねじれ量は軽微な範囲内である。

乾燥における損傷の結果より、乾燥条件のを厳しくした乾燥スケジュール表(II)を用いて乾燥試験を行っても損傷が増加することは無かった。また各試験材における各種の割れ（木口割れ、材面割れ、内部割れ）の発生は全く無く、良好な乾燥材であった。

表-4 第1・2回乾燥試験における損傷

乾燥スケジュール試験 (I)					乾燥スケジュール試験 (II)				
木取り	No 01-	損 傷 (mm)			木取り	No 01-	損 傷 (mm)		
		C U P		ね じ れ			C U P		ね じ れ
		終了時	調湿時				終了時	調湿時	
板目	1	-0.16	-0.05	L2.5	板目	2	-0.44	-0.30	L2.0
板目	3	* 0.16	0.13	**R2.0	板目	4	-0.20	-0.25	L2.0
板目	5	-0.17	-0.14	L1.5	板目	6	-0.18	-0.16	L3.0
板目	7	0.01	0.06	L1.0	板目	8	-0.41	-0.43	L3.0
板目	9	-0.58	-0.44	R2.5	追証	10	0.05	0	0
追証	11	-0.26	-0.30	L2.0	追証	12	-0.08	-0.02	0

* 試験材の材面が平面の時に0、凹面で-、凸面で+とした。

** 定盤上で試験材の3点を固定し、残り1点の立ち上がり量を測定し右上がり量をR、左上がり量をLとした。

7) 乾燥応力

第1回乾燥試験における調湿処理後の応力測定試験片を図-9に示す。第2回乾燥試験における乾燥終了時および調湿処理後の応力測定試験片を図-10に示す。

第1回乾燥試験の調湿処理材では、各試験片共に両表層部および内部における残留応力は認められない。

第2回乾燥試験の乾燥終了時の各試験片は図の上段に示すような残留応力が見られたが、応力としては小さい。これは、含水率18%前後まで低下した天然乾燥材を用いたことにより、乾燥終了時においても生材から直接人工乾燥を行った材と比較して、応力の蓄積が少ないためである。第2回乾燥試験の試験材に対する調湿処理を行った結果を下段に示す。図から調湿処理効果が確認することができる。

OI-3



OI-5



図-9 第1回乾燥試験における調湿処理後の乾燥応力

OI-4

乾燥終了時



OI-4

調湿終了時



図-10 第2回乾燥試験における乾燥終了時と調湿処理後の乾燥応力

8) 乾燥現場における人工乾燥経過

乾燥現場における人工乾燥では、イタジイ天然乾燥24mm材（含水率18.8%）、34mm材（含水率28.8%）の天然乾燥材を用いたが、24mm材の人工乾燥を主目的として、目標含水率を8%とし乾燥スケジュール表（I）を用いて乾燥を開始した。また同時にイタジイ34mm材の乾燥経過もあわせて図-11に示す。

イタジイ24mm材では、乾燥開始含水率18.8%から乾燥目標含水率8%までの総乾燥時間は105時間を要した。第1回乾燥試験の乾燥時間と比較すると33時間増加しており、この間の平均乾燥速度は0.130(%/hr)から0.109(%/hr)となり16%前後の乾燥速度の低下があった。このような乾燥時間の増加と乾燥速度の低下は、人工乾燥開始前半における、各乾燥段階の設定の遅れによるものだと考えられる。イタジイ24mm材の含水率は18.8%であることから、乾燥開始9時間後には、乾燥条件が含水率段階20%～15%の乾球温度66.0℃、乾湿球温度差21.0℃に設定を行い、乾燥開始20時間後には、最終含水率段階の乾球温度70.0℃、乾湿球温度差25.0℃に設定することにより、第1回乾燥試験と同程度の乾燥時間で、目標含水率まで低下させることが可能と考えられる。またこの24mm材に対しては、乾燥スケジュール表(Ⅱ)の乾燥条件を用いて乾燥を行うことにより、乾燥時間の短縮が期待できる。24mm材の160時間後の最終含水率は7.8%を示し、110時間以後は含水率の減少はほとんど無い。20時間の調湿処理後における含水率は9.4%を示した。

34mm材においては、乾燥開始含水率が高いことから、160時間後の含水率は10%を示し、この間の平均乾燥速度は0.118(%/hr)であった。この34mm材を目標含水率まで低下させるためには、さらに80時間以上必要となる。

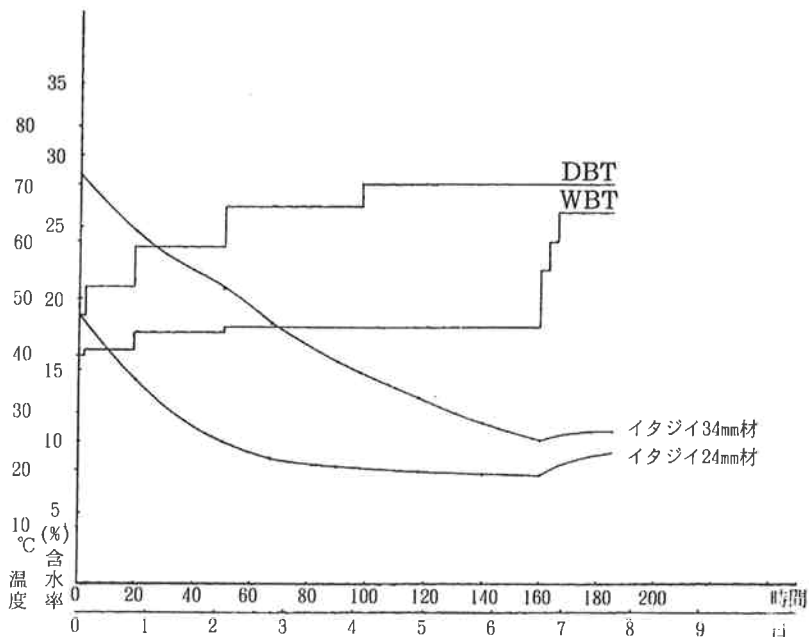


図-11 イタジイ24mm、34mm材の乾燥経過

4. まとめ

今回、イタジイの乾燥試験として、天然乾燥後に人工乾燥を組み合わせた乾燥スケジュールの検討を行い、以下の結果を得た。

- 1) 27mm～30mm材を、天然乾燥により含水率20%まで低下するのに要する日数は初期含水率の差により大きく異なるが、含水率100%前後の生材状態では60日以内である。
- 2) 38mm～40mm材では、160日前後を要した。

- 3) 100℃試験から求めた標準的な乾燥スケジュール表(I)を用いた乾燥試験では、目標含水率まで72.5時間を要した。調湿処理後は、水分傾斜の均一化が図られた。
- 4) 乾燥条件の厳しい乾燥スケジュール表(II)を用いた乾燥試験では、目標含水率まで48.5時間を要し、24時間の乾燥時間の短縮が図られた。乾燥における損傷・割れ等の発生は無く、収縮率の増加も見られない。
- 5) 乾燥現場において、標準的な乾燥スケジュール表(I)を用いた24mm材の乾燥時間は、105時間を要した。乾燥初期における乾燥条件を適切に設定することにより、乾燥時間の短縮が可能である。

引用文献

- 1) 県産材利用開発調査報告書、38、沖縄県農林水産部、1984
- 2) 佐藤庄一：難乾燥広葉樹材の人工乾燥、96、第40回日本木材学会、1990
- 3) 山之内清竜：奄美大島産イタジイの乾燥性、95、第40回日本木材学会、1990
- 4) 寺沢真：木材乾燥スケジュールの簡易決定法、216、木材工業、1965
- 5) 満久高鷹：木材の乾燥、58、森北出版、1980

モクマオウ本数密度に関する研究（Ⅲ）

—伊是名島試験地における33年目の結果について—

育林保全室 平田 功・生沢 均
寺園 隆一

1. はじめに

沖縄県は、冬季に季節風が卓越し、夏季には台風が常襲するため、防風・防潮林は社会経済上きわめて重要な樹林である。

沖縄県における防風・防潮林は、明治41年に台湾より導入されたオーストラリア原産のモクマオウを主体に造成されてきた¹⁾。この樹種は、生長が早くて、耐乾燥、耐潮性に優れているため、海岸線を中心に、広く植栽されている。しかし、材がもろく、台風による風倒や幹折れ等、それ自身被害の大きい樹種でもある。また、20年～30年で生長が著しく減少し、樹勢の衰えがみられるため、恒久樹種としては不適という指摘²⁾があるものの、その実態は明らかではない。

そこで今回、モクマオウ防風・防潮林の施業技術の基礎資料を得ることを目的として、1959年に設定されたモクマオウ本数密度試験地において、設定後33年間の林分密度の変化、生育状況等の検討を行ったので報告する。

本調査にあたり琉球大学農学部幸喜善福氏には懇切なる御指導を賜った。記して感謝申し上げる。なお、本報の一部については第45回日本林学会九州支部大会において報告した。

2. 調査方法

図-1に、試験地位置図および配置図を示す。試験地は、沖縄本島の北に位置する伊是名島の伊是名村字内花の海岸線沿いに設置されている。林帯は、西南西～東北東へ伸び、海岸線から内陸までの林帯幅は100m程度ある。試験区は海岸側から20m程度奥まであり、西南西側から3000、6000、9000、12000本/ha区と配置されている。各区の面積はそれぞれ0.4haである。（写真-1）

調査は、試験地設定後33年目である1992年8月に行った。調査方法は、各区内に10m×10mの方形プロットを2箇所ずつ設定し、胸高直径2cm以上の全立木について毎木調査を行った。また、各区より標準木を1本選定し、樹幹解析も行った。

なおこの試験地は、植栽後8年目に高江洲重一³⁾、19年目に仲間清一⁴⁾により成長経過等が取りまとめられている。

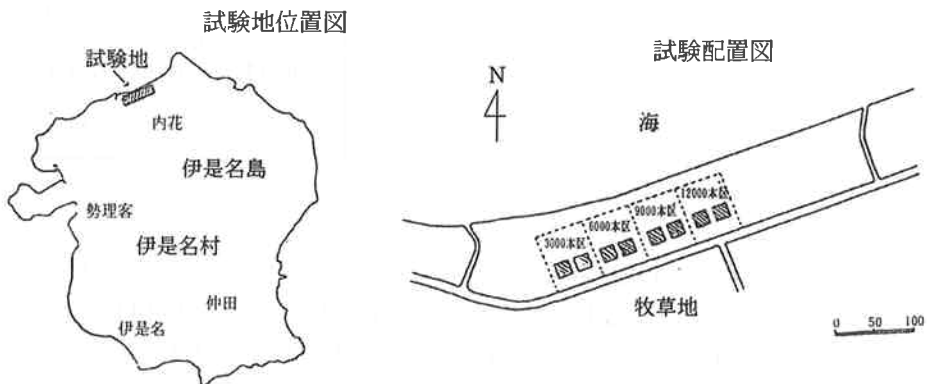


図-1 試験地位置図および配置図

3. 結果および考察

1) 毎木調査結果

表-1に、毎木調査の結果を示す。設定後33年目における毎木調査の結果、ha当たり本数が900~1150本、平均樹高は15.0~15.9m、平均直径24.8~22.6cm、ha当たり材積が553.4~616.7m³となり、各密度区間には大きな差異は認められなかった。

表-1 毎木調査結果

	3000本区	6000本区	9000本区	12000本区
ha当たり本数(本/ha)	900	1000	950	1150
平均樹高(m)	15.9±3.3	15.7±3.5	15.1±3.3	15.0±3.1
平均直径(cm)	24.8±8.1	23.9±7.3	24.5±7.8	22.6±7.3
ha当材積(m ³ /ha)	553.4	619.6	603.2	616.7

図-2に測定年度毎のha当たり本数の推移を、表-2に測定年度毎の枯損率を示す。ha当たりの立木本数は、設定時の3000~12000本が、8年後に2500~6600本、19年目では1075~1675本と減少し本数差が少なくなっている。さらに33年目では、各密度区とも1000本前後になり、3000~1200本の密度区間が20年前後以降30年程度では均一化するようである。

枯損木の割合は、19年目では64.2~86.1%と植栽時の2/3程度の立木が枯損しているが、それ以降33年目までは5%前後漸増した程度であった。これは林分あるいは個々の立木が大きくなったためと考えられる。また、各密度区間では、本数が同程度になっており、結果的に高密度区では枯損率が高く、低密度区では低くなっている。モクマオウにおいては、通常は低密度であれば台風等の物理的被害を大きく受けやすく、枯損率がかかなり高くなると考えられるが、この試験地における低密度区での枯損率が低い原因は、本試験地の林帯幅が厚いために被害が軽減されたものと考えられる。

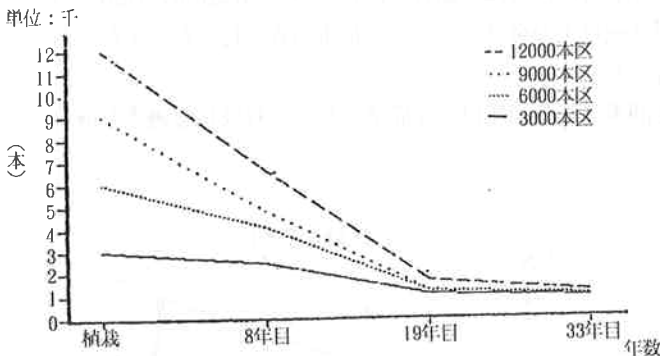


図-2 調査年度物ha当り本数

表2 調査年度別枯損率

	8年目	19年目	33年目
3000本区	38.3%	64.2%	70.0%
6000本区	52.0	80.0	84.0
9000本区	57.6	86.1	89.5
12000本区	52.0	86.0	91.5

図-3および図-4に、平均樹高および平均直径の推移を示す。8年目では、樹高の場合密度区間に大きな差はみられないが、直径の場合は密度区間に差がみられる。19年目になると、樹高、直径ともに密度区間に顕著な差が見られ、両者とも立木密度が低いほど大きくなっている。33年目では12000本区で若干低いが樹高、直径ともに密度区間の差が小さくなっている。一般に直径は、立木密度の影響が大きいとされ樹高についてはその影響がないとされる⁵⁾。このことからすると、19

年目で樹高に差があるのは、高密度区では、立木間の被圧による劣勢木の影響と考えられ¹⁾、33年目で樹高、直径ともに差が小さくなっているのは、劣勢木がほぼ淘汰されたためと考えられる。これらのことより、19年前後までは高密度区においては、個々の立木が完満的に生長し、低密度区ではうらごけ的な傾向で生長が推移していることが予想される。それ以降33年目では、ほぼ立木本数同様に試験区ごとの密度効果差がなくなっているものと考えられる。

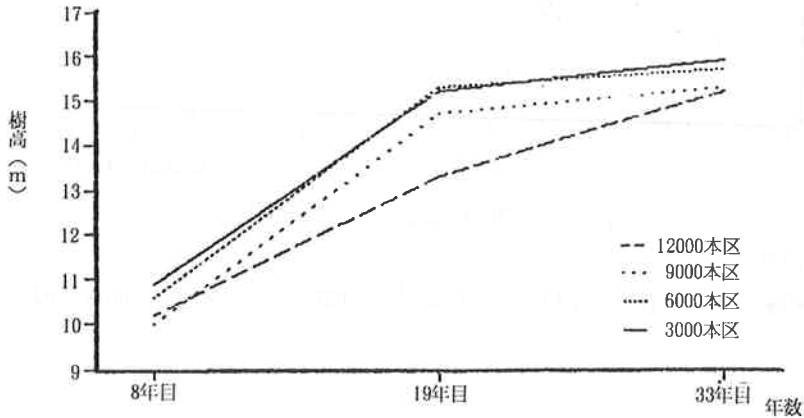


図-3 平均樹高の推移

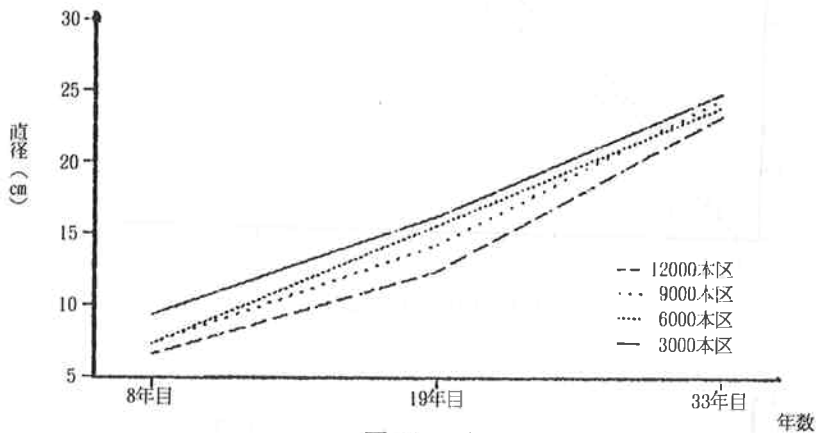


図-4 平均直径の推移

図-5 に、各密度区での平均胸高直径分布の推移を示す。各試験区の直径分布は、8年目で2 cm～22 cm、19年目で2～34 cm、33年目では10～42 cmとなっており、33年目では8 cm以下の立木はみられない。モクマオウは、通常海岸線前線部の裸地部や、内陸部の裸地等で天然更新がみられる時があるが、本試験地では8 cm以下の小径木がなく、天然更新による中・下層のモクマオウ稚樹はみられなかった。また、試験地林内では10×10 m程度の枯損によるギャップが多数みられるが、その下層部では数本のシマグワ以外は草本種が優占しており、モクマオウ上層木の衰退後の後継樹が貧弱であった。これらのことから、モクマオウが恒久樹種としては不適であるという指摘を支持できるものと考えられる。(写真-2, 3)

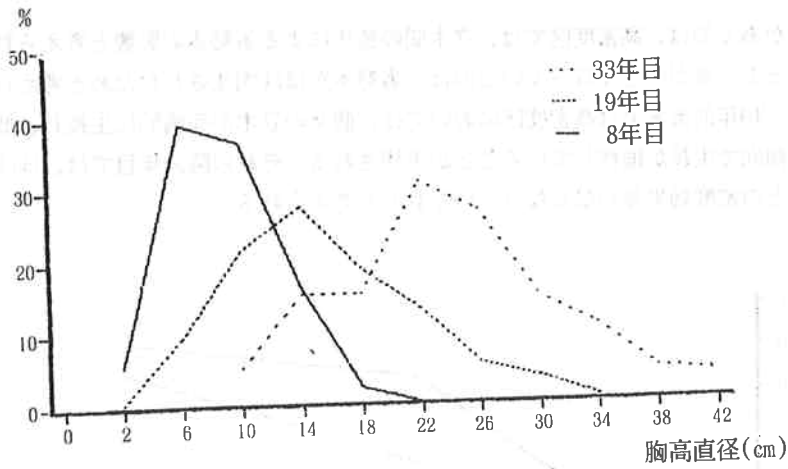


図-5 測定年度別胸高直径階別本数

2) 樹幹解析結果

樹幹解析の結果より、植栽後33年目までの樹高総生長曲線および連年生長曲線を図-6, 7に示す。

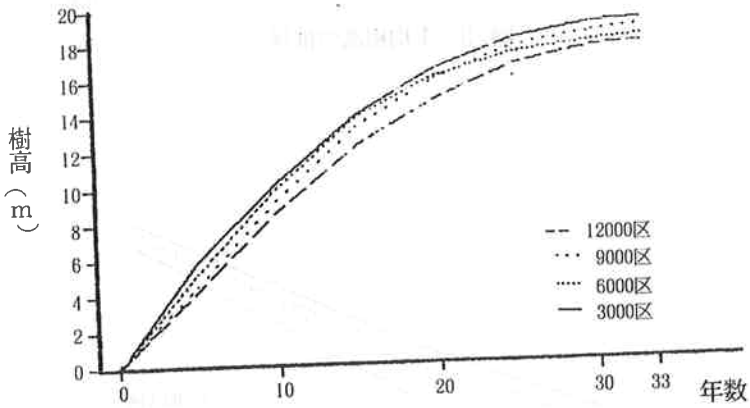


図-6 樹高成長曲線

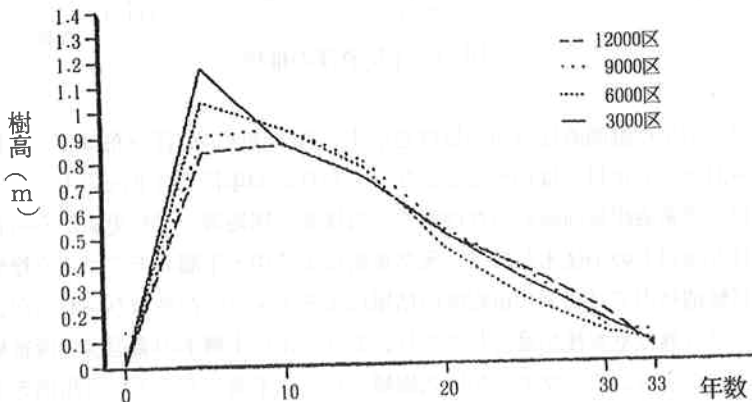


図-7 樹高連年成長曲線

総生長は、各密度区とも同様な傾向を示し、前半は曲線の勾配が急で生長が早い、後半20～25年あたりから勾配が小さくなり生長が緩やかになっている。このときの、10年目までの生長量は総生長量の49～56%であり、20年目では、81～89%である。また連年生長の場合は、10年目までは年間0.8～1.1mの生長量を示すが、それ以降は減少し、特に25年目以降では年間0.1～0.2mと初期生長量の10～20%である。

図-8、9に直径総生長曲線および連年生長曲線を示す。直径生長も樹高生長と同様な傾向を示し、10年目までの連年生長が0.7～1.2cmであるのに対し、25年目以降は0.2～0.4cmと半分以下の生長量となった。

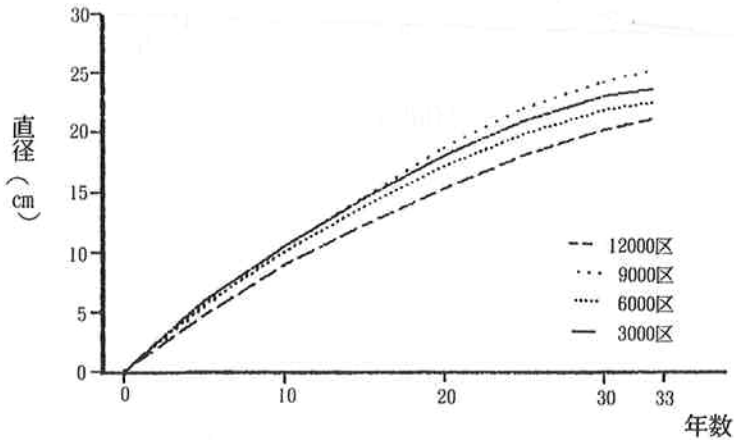


図-8 直径成長曲線

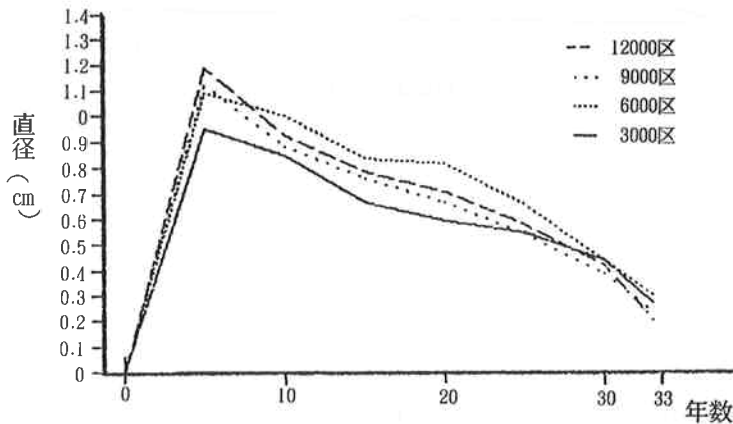


図-9 直径連年成長曲線

図-10、11に材積の総生長曲線および連年生長曲線を示す。材積生長の総生長は、10～15年までは緩やかであるが、それ以降は生長が大きく、25～30年あたりから再度生長が緩やかになっている。連年生長では25年目あたりでピークを示し、それ以降は急激な減少がみられる。

樹幹解析の結果よりモクマオウの生長は、10年～15年までに盛んな生長がみられ、25年生以降は生長が減退する傾向にあると考えられる。また、モクマオウは、これらの傾向から最終的に樹高が15～20m、直径が25～40cm程度の生長が期待できるものと考えられる。

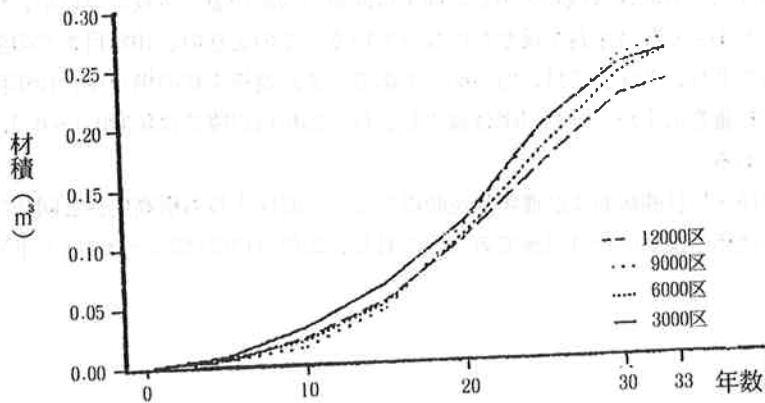


図-10 材積成長曲線

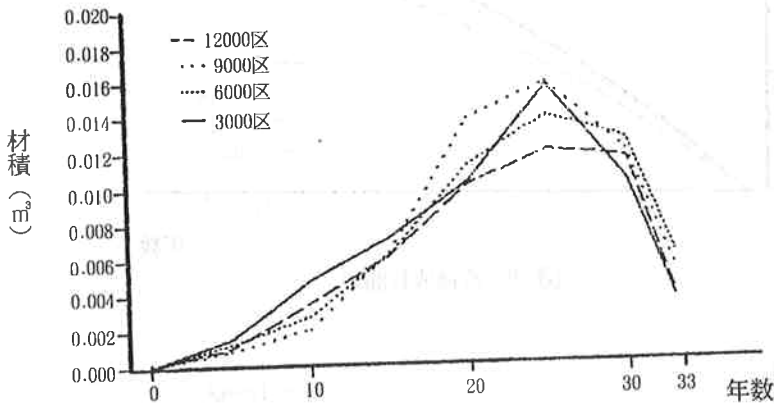


図-11 材積連年成長曲線

4. おわりに

今回、試験地設定後33年目のモクマオウ林分について、生育状況等の検討を行った。その結果、3000～12000本の密度試験区は低密度区では20年生まで個々の立木がうらごけに生長し、高密度区では完満に生長する傾向がうかがえた。それ以降は、密度間の差異がなくなり林分が均一化するようであった。

また、立木本数は20年生までは急激に減少していくが、それ以降は漸減し30年目以降は3000～12000本区が1000本前後と同程度になっていた。そのため、枯損木は高密度区で多く、低密度区で少ない結果となったが、特に低密度区では、林帯幅が厚いために台風等の物理的被害の影響が通常より軽減されたため枯損率が低くなったと考えられた。これらの結果より、本試験地のように林帯幅が厚い場合は、経費等の面から考えて低密度植栽が好ましいと考えられる。

また、現在の試験地の状況はha当たり立木本数が植栽時に比べ1000本前後とかなり少なくなっているが、樹高、直径が大きく、林帯幅も100m前後と厚いため、防風・防潮林として十分な機能が期待できる。しかし、ギャップ更新しないことや、それ以降の生長が期待できないことから、今後は、防風・防潮林としての機能維持のため、更新時期および更新方法等について検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) 中須賀常夫：亜熱帯林2号, 27～55, 1980
- 2) 仲野英徳ほか：沖林普及誌22号, 25～29, 1989
- 3) 高江洲重一：沖林試報第10号
- 4) 仲間清一：沖林試報第20号
- 5) 佐藤大七郎：育林, 244～250



写真-1 密度試験地



写真-2 樹幹上部ギャップの状況



写真-3 ギャップ下の下層植生状況

林地における土砂流出抑制効果

育林保全室 寺園 隆一
生沢 均

1. はじめに

近年、沖縄本島を中心とする南西諸島の沿岸海域において、林地の開発や農業的土地利用、さらに特殊な土壌、地形要因等により、豪雨時の土壌浸食等による土砂の海岸流出が顕在化しており、沿岸海洋生態系の保全、沿岸漁業、観光需要の面からも大きな社会問題となっている。このため、南西諸島沿岸海域の生態系の保全と好適維持管理を図るため、土砂流出・流下機構の解明と土砂流出防止技術の開発さらに土砂流出を軽減するための流域管理手法の開発等に関する研究が重要となっている。

そこで今回、これらの一連の調査研究の一環として、水土保持機能を有すると考えられる森林について、その林地のもつ土砂流出抑制機能（フィルター効果）を明確にすることを目的として、林地の表層材料と斜面長別のフィルター効果モデル試験を実施したので報告する。

なお、この報告は九州農業試験場が沖縄県林業試験場に委託している特別研究「南西諸島における海洋への土砂流出の発生機構の解明と防止技術に関する研究」の一部を取りまとめたものである。

2. 試験方法

1) 表層材料別フィルター効果試験

林地土壌表層部における各種材料を塩化ビニル製角雨樋(15cm×200cm)に所定量敷き詰め、林地表層部のフィルター効果判定のための簡易モデルを作成した。試験はこの簡易モデルを5度の勾配で配置し、その上方に赤土500gを充填した採土円筒(400cc)を配し、円筒の真上から雨量強度が50mm/hrになるように人工降雨装置を用いて雨滴を落下させた。そして、流出してきた濁水を実験開始後1、2.5、5、10、20、40及び60分後にそれぞれ1分間採水した。なお、実験開始前に供試材料にたいして十分に散水を行い、飽水状態にして実験を開始した。

採水した水の分析は精密濁度計で濁度を測定した後、実験開始5分後の濁水をよく攪拌しながらビーカーに50ml移し、105℃で48時間乾燥させ残留物の重量を測定した。なお、用いた供試材料は松混交林LF層(厚さ1cm、2cm)、FH層(1cm、2cm)、LF+FH層(2cm)、広葉樹林LF+FH層(2cm)、パーク堆肥(1cm)、市販腐葉土(1cm)、芝(3cm)、対照区(材料なし)とし、それぞれ3回繰り返しで実施した。

2) 斜面長別フィルター効果試験

試験区は林業試験場構内のリュウキュウマツ混交林斜面(傾斜30度)に幅1m、斜面長10m、5m、2.5m、1.25mのライシメーター(2回繰り返し)を設定した。実験はライシメーター内部を充分散水し飽水状態にした後、その上部から赤土汚濁水(6000mg/l)を毎分7.8lで放水した。流出水の採水は流出開始後、1、2、5、10、20、40、50、60分後にそれぞれ5秒間行った。流出水の分析は濁度の測定と実験終了後に集水容器(100lポリバケツ)内に沈殿した赤土の乾重量を測定した。

3. 結果および考察

1) 表層材料別フィルター効果試験

簡易モデルによる流出水の濁度変化は図-1のとおりであり、対照区に対する濁度減少率は表-1に示すとおりである。

濁度は、FH層2cm(平均9.4ppm)=腐葉土(9.7)<広葉樹LF+FH層(19.7)<針葉樹LF+FH層(46.5)<芝(60.1)<バーク(65.6)<FH層1cm(133.6)<LF層1cm(139.1)<LF層2cm(15.2)<対照区(585.9)の順となり、FH層2cmと腐葉土が最も小さい濁度値を示した。また、濁度がピークに達する時間が最も遅かったのは広葉樹LF+FH層の20分後で、次いで、FH2cm=バーク<針葉樹LF+FH層<芝= FH層1cm<LF層2cm<LF層1cm<対照区の順であった。

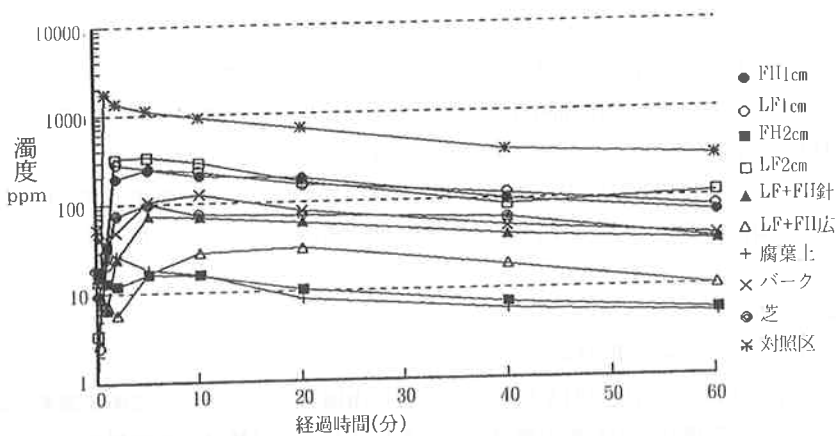


図-1 濁度の経時変化

表-1 土砂流出抑制効果

処理区	経過時間 (分)							%
	1	2.5	5	10	20	40	60	
FH 1 cm	2.2	14.1	22.1	22.6	26.7	27.4	22.6	22.8
LF 1 cm	1.2	20.4	22.4	25.3	22.6	31.7	26.3	23.7
FH 2 cm	0.8	0.9	1.5	1.8	1.5	1.9	1.8	1.6
LF 2 cm	2.2	23.2	30.1	31.9	24.4	24.1	36.9	26.0
LF+FH針	0.4	1.7	6.7	7.9	8.5	11.2	10.9	7.9
LF+FH広	0.4	0.4	1.5	3.1	4.4	5.1	3.5	3.3
腐葉土	1.7	1.9	1.7	1.8	1.2	1.6	1.7	1.7
バーク	2.4	3.5	9.7	13.9	11.4	13.9	12.5	11.2
芝	1.4	5.4	8.9	8.0	10.2	17.1	11.1	10.3
対照区	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

図-2に実験開始5分後に採水した濁水中の残留物重量を示す。流出残留物は、対照区が1314mg/ℓで最も多く、逆に残留物が少なかったのは、広葉樹LF+FH層で206mg/ℓであった。

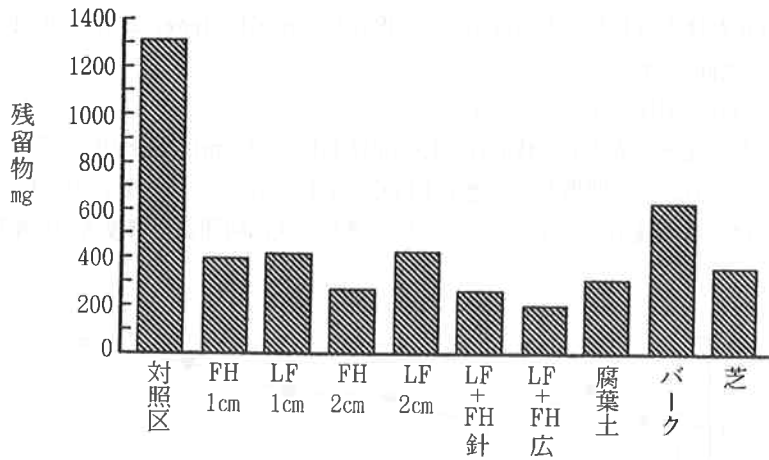


図-2 残留物の重量 (mg/l)

残留物重量と濁度の関係を図-3に示す。

濁度は水の濁りの程度を示す指標であり、通常蒸留水1ℓ中に白陶土1mgを含む場合1ppmとなっている。そこで、5分後に採水した汚濁水の濁度とその濁水中の1ℓ当たりの重量を比較すると全般的に残留物重量のほうが大きい値を示す傾向が認められた。なお、相関係数は $r=0.90$ であった。

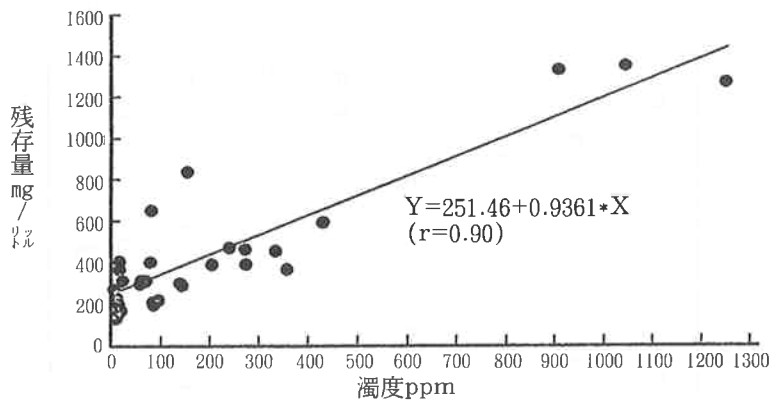


図-3 残存量と濁度の関係

これらのことから、土砂流出抑制効果は腐葉土とFH層が高く、これらの層が厚いほど効果が高くなることがうかがわれた。また針葉樹と広葉樹では広葉樹のほうが若干効果が高い結果となった。

2) 斜面長別フィルター効果試験

ライシメーターにおける流出水の濁水変化は図-4に示すとおりである。

ライシメーター上部より放水した汚濁水の濁度は1000~1100ppmで、流出水の平均濁度は、1.25m区891ppm、2.5m区432.7ppm、5m区313.8ppm、10m区89.1ppmであった。この結果から、10m区は1.25区と比較して1/10の濁度値を示しており、斜面長が長くなるほど濁度は低下する傾向が認められた。

なお、各斜面に真水だけを流したときの流出水の濁度は1.25m区10.4ppm、2.5m区9.2ppm、5m区7.5ppm、10m区39.22ppmであった。

斜面長と流出開始時間の関係を図-5に示す。

濁水を流し始めてから流出するまでの時間は、1.25m区45秒、2.5m区1分20秒、5m区3分30秒、10m区10分27秒であり、1時間当たりの流出率はそれぞれ、87.8%、77.9%、63.3%、41.8%であった。このことは、斜面長が長くなるにしたがい、濁水の流出時間と土壌浸透水が増加することを表している。

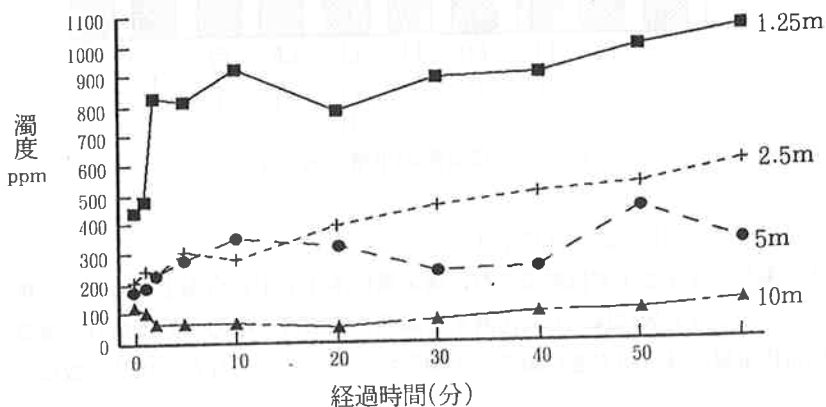


図-4 流出水の濁度変化

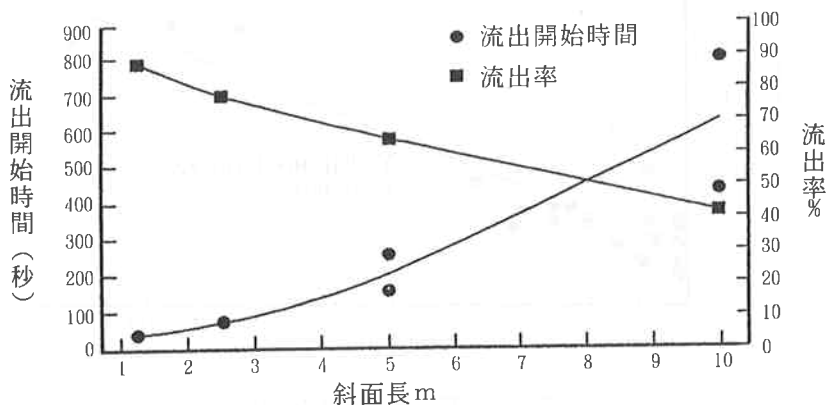


図-5 斜面長と流出開始時間、流出率との関係

集水容器内に沈殿した流出残留物重量を図-6に、流出残留物の粒径組成を図-7に示す。

流出残留物の乾重は、1.25m区が108.4gで最も多く、次いで2.5m区84.2g、5m区22.9g、10m区12.5gであり、斜面長が長くなるほど残留物の重量は減少する傾向が見られた。流出残留物の粒径組成については、実験に使用した原土の組成（粘土25.9%、シルト37.2%、細砂28.6%、粗砂8.3%）に対し、各区とも粗砂、細砂の割合が減少し、逆にシルトの割合が1.25m区61.3%、2.5m区64.9%、5m区68.8%、10m区58.2%と大幅に増加していた。

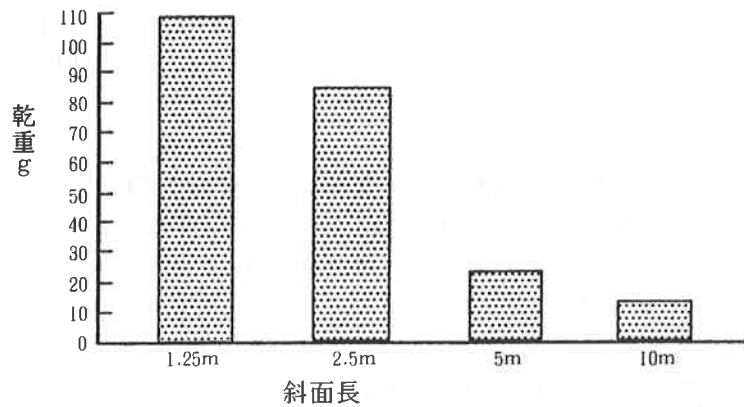


図-6 流出残留物重量

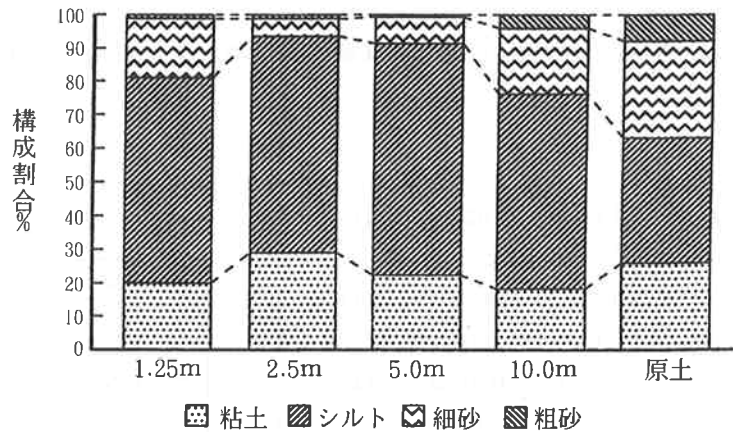


図-7 流出残留物の粒径組成

これらのことから土砂流出抑制効果は林地の斜面が長くなるにつれ増大することが明らかとなった。また、流出水の粒径組成はシルトの割合が増加する傾向がみられた。

4. まとめ

今回、実施した林地のフィルター効果モデル試験の結果を要約すると次のとおりである。

- 1) 土壌表層部のフィルター効果はF H層と腐葉土が高く、層が厚いほど高い。
- 2) 広葉樹と針葉樹では広葉樹の落葉層の方がフィルター効果が高い。
- 3) 林地のフィルター効果は、斜面長が長くなるほど高くなり、斜面長1.25mに比較して、10mでは1/10以下の濁度となる。
- 4) 流出水の粒径組成はシルトの割合が増大する傾向がみられる。

なお、今回の斜面長別フィルター効果試験では流した赤土汚濁水の濃度は約1,000ppmであり、10,000ppm以上の高濃度の汚濁水を流した場合や、流す量を増やした場合について、さらに検討する必要がある。