

研 究 報 告

No.42

平成11年度

(1999年)

沖 縄 県 林 業 試 験 場

〒905-0017 沖縄県名護市大中4丁目20番1号

TEL. 0980-52-2091

FAX. 0980-53-3305

目 次

研究報告

健康・環境に配慮した集成材の製造技術の開発……………	1
ー水性高分子イソシアネート系接着剤に対する亜熱帯産樹種の接着性能ー	
嘉手苺 幸男	
木材保護塗料を用いた亜熱帯産樹種の耐候性（第1報）……………	9
嘉手苺 幸男	
パイロットモデルフォレスト事業の15年目の調査結果について……………	15
平田 功 ・ 漢那賢作	
宮城 健 ・ 伊禮英毅	
漏脂胴枯病によるリュウキュウマツの枯死被害……………	23
ー分離 <i>Fusarium</i> 属菌の同定と接種による病原性確認および被害実態ー	
伊禮英毅 ・ 河辺祐嗣	
宮城 健 ・ 新垣 隆	
秋葉満輝	

資 料

イジュ造林地の生育状況について……………	31
安里 修	
ニオウシメジ栽培における土壌の種類別評価と粉炭施用効果について……………	40
比嘉 享	
酸性雨等森林衰退モニタリング事業における2期目の調査結果について……………	43
漢那賢作 ・ 平田 功	

研究報告

健康・環境に配慮した集成材の製造技術の開発

－水性高分子・イソシアネート系接着剤に対する亜熱帯産樹種の接着性能－

嘉手苺 幸男

1. はじめに

近年、新築住宅に入居して間もなくシックハウス症候群（新築病）という健康上の問題に悩まされる人々が多く、社会的な問題として取り上げられるようになってきた。このため国においては、厚生省を中心として「シックハウス問題に関する検討会」をスタートさせ、平行して関係省庁との連絡会議を発足させている。

シックハウス症候群は、壁紙を張るために使用される接着剤、フローリングや木質系建材、家具やシステムキッチンの製造時に使用されるホルマリン系接着剤や樹脂塗料、木材保存剤の有機リン系などが主な原因だとされている。これらが住宅の高断熱・高气密化に伴い、室内でホルムアルデヒドや揮発性有機化合物（VOC）などを放散し、化学物質過敏症・アレルギー・気管支炎・アトピー性皮膚炎につながっている。この中でもホルムアルデヒドの研究が進むにつれ、これが人体に対し発ガン性物質である可能性が極めて高くなった¹⁾。このため、接着剤の低・ノンホルムアルデヒド化や、揮発性有機化合物（VOC）の発生が小さい塗料・保存剤を使用した、木質材料が建築関係者や消費者から強く求められるようになってきた。

本県においても、亜熱帯産樹種を使用した、造作用建築材や家具用材等の集成材製造が行われており、今後更なる県産集成材の需要の拡大を図るためには、接着剤のノンホルムアルデヒド化に対応した接着データの蓄積が必要となってきた。

このため、ノンホルムアルデヒド接着剤である水性高分子・イソシアネート接着剤 KR-7800（高耐久性、難接着材用）を用い、本県の主要な樹種であるリュウキュウマツ（*Pinus luchuensis* Mayr）、イタジイ（*Castanopsis sieboidii* Hatusima）、イジユ（*Schima wallichii* Korthals ssp. *liukieunsis* Bloemb）に対する常態・耐水・耐温水接着性能試験及び浸せきはく離試験を行った。

実験を実施するにあたり、供試材を提供して頂いた国頭村森林組合の古我知氏、接着剤を提供して頂いた光洋産業株式会社大阪支店の小幡氏に記して感謝申し上げます。

2. 材料および試験方法

1) 供試材料

供試材は、リュウキュウマツ、イタジイ、イジユの3樹種を用いた。各樹種とも人工乾燥処理された厚さ3.5～2.5cm材を用いた。供試材料の比重はそれぞれ0.47～0.82、0.52～0.79、0.57～0.85、含水率はそれぞれ11.1%～14.1%、10.2%～13.8%、9.9%～13.2%であった。

供試接着剤の配合割合は、使用書に従い重量比で主剤100部に対して架橋剤15部とした。接着

剤の塗布量は 300 g/m^2 とし、片面塗布を行いハンドローラを用いて均一になるよう丁寧に行った。圧縮作業は油圧プレスを用いて行った。圧縮圧力は、イタジイ、イジュ材の広葉樹では 15 kgf/cm^2 、リュウキュウマツ材の針葉樹では 10 kgf/cm^2 とした。圧縮温度は 25°C に設定し、圧縮時間は4時間とした。接着試験材の養生は室温にて1週間とした。

2) 試験方法

(1) 無垢材のブロックせん断試験

無垢材のブロックせん断試験用材として、3樹種について 100 mm (幅) \times 300 mm (長さ) \times 20 mm (厚さ) のラミナ (ひき板) を作成した。各ラミナから板目、柾目木取りの無垢のブロックせん断試験片を各々40個、合計240個作成し、せん断試験に供した。

(2) 接着ブロックせん断試験

接着ブロックせん断試験用材として、 $100\text{ mm} \times 300\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ のラミナを作成した。2枚のラミナの接着は板目、柾目木取りとなるよう接着を行い、3樹種について2プライの接着板材を製作した。1週間養生後にJAS規格の接着ブロックせん断試験片として常態せん断試験用、耐水せん断試験用、耐温水せん断試験用として連続して作成し各々40個、合計720個作成してそれぞれの試験に供し、せん断強度と木部破壊率を求めた (図-1)。

(3) 浸せきはく離試験

浸せきはく離試験用材として、 $100\text{ mm} \times 300\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ のラミナを作成した。3樹種とも板目、柾目木取り接着となるように組み合わせ、4プライの試験材を製作し1週間養生後に $80\text{ mm} \times 75\text{ mm} \times 80\text{ mm}$ の浸せきはく離用試験片を各々6個、合計36個作成して浸せきはく離試験に供し、はく離率と接着層の膨潤収縮量を求めた (図-2)。

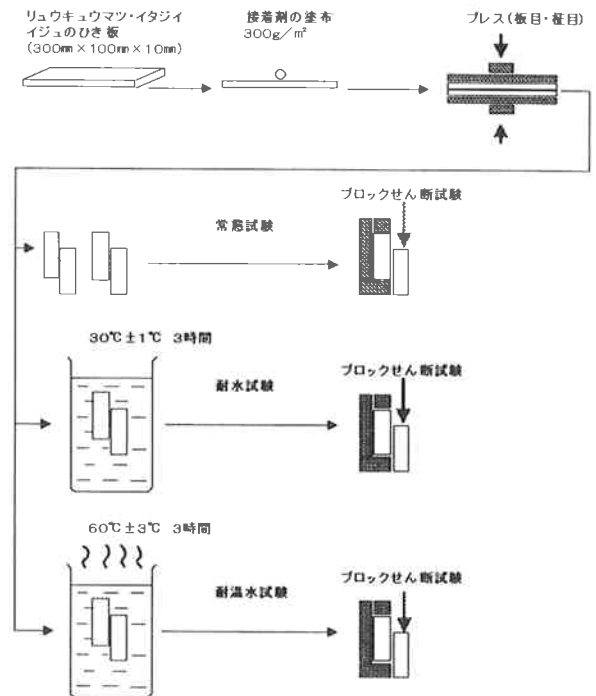


図-1 接着ブロックせん断試験

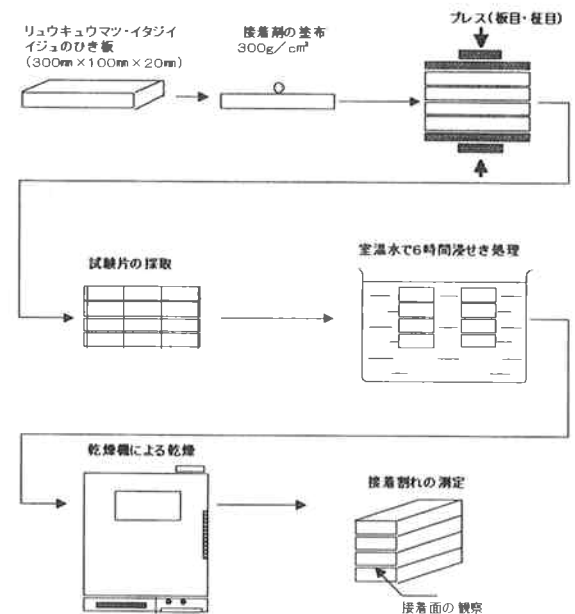


図-2 浸せきはく離試験

3) 接着性能の評価

接着性能の評価は、JIS K 6852「接着剤の圧縮せん断接着強さ試験法」およびJAS規格に基づいた造作用集成材の浸せきはく離試験の方法によった。

常態ブロックせん断試験材は、標準温度状態5級(20±5℃)および標準湿度状態20級(65±20%)の試験室に48時間設置した後に、試験機の荷重速度を毎分1000kgf以下の条件下で試験を行った。

耐水ブロックせん断試験は、試験片を30±1℃の水中に3時間浸せきしたのちに、20±1℃の水中に10分間浸し、ぬれたままの状態で行った。

耐温水ブロックせん断試験は、試験片を60±3℃の温水中に3時間浸せきしたのちに、室温の水中に冷めるまで浸し、ぬれたままの状態で行った。

浸せきはく離試験は、試験片を室温の水中に6時間浸せきしたのちに、40±3℃の恒温乾燥機の中に入れ、18時間以上乾燥し、乾燥後の含水率が試験前の含水率以下となるようにして、このときに、発生する両木口面におけるはく離の長さを測定した。

3. 結果および考察

1) 無垢材のせん断強度

せん断試験に供した3樹種の無垢材ブロックせん断試験結果を図-3に示した。

リュウキュウマツ材におけるせん断強度は平均値で149.2kgf/cm²の値を示した。また木取別におけるせん断強度は板目面接着で152.2kgf/cm²、柾目面接着で146.2kgf/cm²であった。柾目面で低い傾向が見られた。また、せん断強度の値のバラツキは柾目面で大きい傾向が見られた。

イタジイ材におけるせん断強度は平均値で131.2kgf/cm²の値を示した。木取別におけるせん断強度は板目面接着で126.4kgf/cm²、柾目面接着で136.0kgf/cm²であり、板目面で低い傾向を示した。

イジュ材におけるせん断強度は平均値で154.1kgf/cm²の値を示した。木取別におけるせん断強度は板目面接着で163.6kgf/cm²、柾目面接着で144.5kgf/cm²であり、柾目面で低くバラツキも大きい。

各樹種間におけるせん断強度のバラツキは、リュウキュウマツ材で大きい傾向を示した。

無垢材のせん断強度は、前報²⁾の値と比較してリュウキュウマツ材で28kgf/cm²、イジュ材で14kgf/cm²程度の大きな値を示し、イタジイ材ではほぼ同程度の値を示した。これは、今回供試し

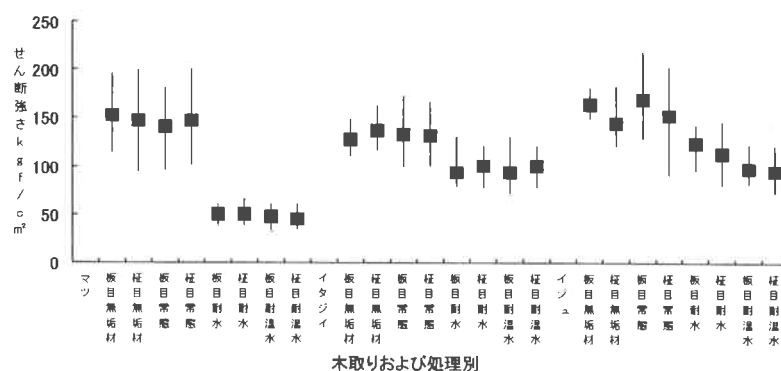


図-3 樹種・処理別せん断強度

た試験片の比重が、リュウキュウマツ材、イタジイ材で大きいことから、比重の増加に伴ってせん断強度が増加³⁾する比重依存性の結果であると考えられた。

2-1) 常態ブロックせん断強度

接着処理材の常態ブロックせん断強度試験結果を図-3に示した。常態ブロックせん断強さはいずれの樹種においても比重依存性が見られ、比重の増加に伴ってせん断強さは増加する傾向が認められた。特にリュウキュウマツ材で明瞭であった(図-4)。

リュウキュウマツ材における常態ブロックせん断強度は平均値で143.6kgf/cm²の値を示し、板目面接着で140.5kgf/cm²、柾目接着面で146.7kgf/cm²の値を示した。

イタジイ材におけるせん断強度は平均値で131.5kgf/cm²の値を示し、板目面接着で132.0kgf/cm²、柾目面接着で131.0kgf/cm²の値を示しているが、両木取りとも無垢材と比較してバラツキが大きい傾向を示した。

イジュ材におけるせん断強度は平均値で160.4kgf/cm²の値を示し、板目接着面で168.9kgf/cm²、柾目接着面で152.6kgf/cm²の値を示しているが、両木取りとも無垢材と比較してバラツキが大きい傾向を示した。常態ブロックせん断強度は3樹種とも無垢材とほぼ同程度の強度性能を示している。

この結果から、集成材の日本農林規格(JAS)のブロックせん断強度試験の適合基準、樹種区分1の(イタヤカエデ、カバ、ブナ、ミズナラ、ケヤキ及びアピトン)の96kgf/cm²と比較して見ても、県産の3樹種とも常態における接着せん断強度は十分な強度を示していることが明らかになった。イタジイ、イジュ材においては接着処理を行うことにより、接着せん断強度のバラツキが大きくなる傾向を示したが、最小強度においても91kgf/cm²以上の値を示し樹種区分2(タモ、シオジ及びニレ)を十分に満たす値を示した。

常態ブロックせん断強度試験における木部破壊率を表-1に示す。リュウキュウマツ材で73%~81%、イタジイ材で74%~81%、イジュ材で76%~96%の値を示した。いずれの樹種においても73%以上の値を示し、樹種区分1の基準値60%を上回った。特にイジュ材板目面接着においては96%の

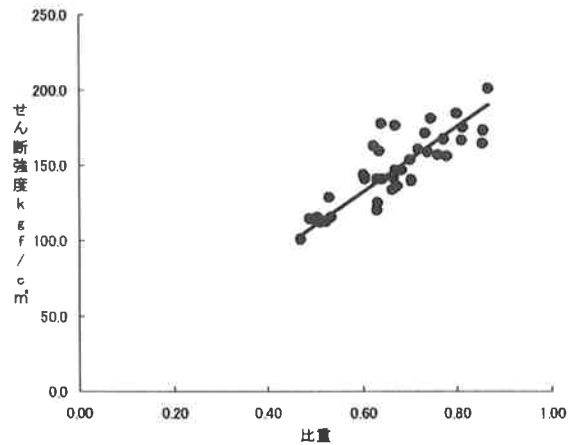


図-4 リュウキュウマツの常態せん断強度

表-1 木部破壊率

樹種	評価方法 木取り	木部破壊率%		
		Max	Min	Ave
リュウキュウマツ	常態・板目	100	30	73.3
	常態・柾目	100	30	81.0
	耐水・板目	100	0	12.1
	耐水・柾目	80	0	20.0
	耐温水・板目	90	0	12.4
	耐温水・柾目	80	0	17.3
イタジイ	常態・板目	100	20	81.0
	常態・柾目	100	30	74.0
	耐水・板目	100	0	62.0
	耐水・柾目	100	0	56.4
	耐温水・板目	90	0	23.9
	耐温水・柾目	100	0	31.0
イジュ	常態・板目	100	50	96.0
	常態・柾目	100	20	76.3
	耐水・板目	100	10	65.6
	耐水・柾目	100	0	57.0
	耐温水・板目	100	10	44.8
	耐温水・柾目	100	0	36.9

高い値を示した。

木部破壊率と比重との関係は、一般に比重が高いほど木材のせん断強度が高いので、接着剤と木材界面との相互作用が同じであれば比重が高いほど木部破壊率は低い傾向を示すことが知られている。今回の強度試験においては、比重の増加に対し木部破壊率の低下はリュウキュウマツ板目・柾目面で見られたがイタジイ、イジュ材では見ることはできなかった。これは、供試した試験片の比重が比較的狭い範囲内にあるためではないかと考えられた。

2-2) 耐水・耐温水ブロックせん断強度

耐水・耐温水における3樹種のブロックせん断強度の値を図-3に、木部破壊率を表-1に示す。耐水ブロックせん断強度におけるリュウキュウマツの強度低下は著しく、常態せん断強さに対して板目面接着で64%減の49.9kgf/cm²、柾目面接着で66%減の49.7kgf/cm²の強度低下が見られ、常態における値の約1/3程度の値を示す結果となった。さらに処理条件の厳しい耐温水処理においてもブロックせん断強度の低下が見られ、耐水処理に対して低い値を示す結果となった。

接着せん断強度は、常態ブロックせん断強度においては比重依存性が見られるが、耐水・耐温水処理においてはほとんど見られなくなり、板目面接着においては比重0.6を境界として比重の増加に伴い強度の低下傾向を示す結果となった(図-5)。

木部破壊率についても、耐水・耐温水処理の影響が大きく板目面接着で12%前後、柾目面接着で17~20%の値を示し、常態における木部破壊率に対して低下が著しかった。ブロックせん断試験後において破壊に伴う断面を分析した結果、その破壊面のほとんどが接着界面部分で起こっており、一部において接着層の凝集破壊が見られた。また、せん断破壊試験片において接着面における水分の浸透状況を詳細に調査すると、ほとんどの試験片で接着

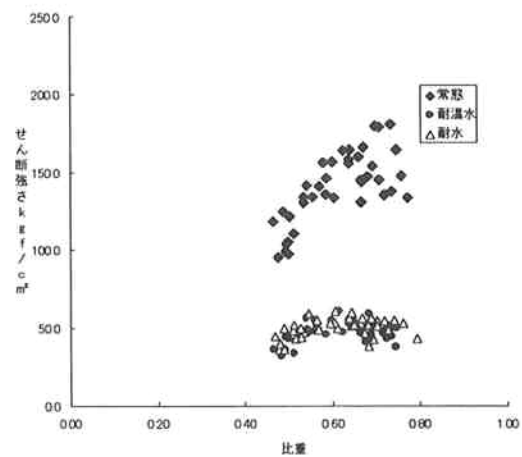


図-5 各処理でのリュウキュウマツせん断強度

面の内部に至るまで水分の浸透が認められた。このことから、リュウキュウマツ接着強度の急激な低下の一因として、水分の吸水性が高く、比較的早く木材内部に拡散することが考えられた。

イタジイ材においても耐水処理によりブロックせん断強度の低下が見られ、常態せん断強度に対し板目面接着で16.6%減の109.6kgf/cm²、柾目面接着で13.8%減の112.9kgf/cm²であった。耐水処理後のせん断強度はいずれの木取りにおいても樹種区分1の96kgf/cm²の値を上回り十分なせん断強を示した。耐温水処理においてもせん断強度の低下が見られたが、92.7kgf/cm²以上の値を示し樹種区分2の84kgf/cm²の値を上回る結果を示した。せん断強度における比重依存性は、常態及び耐水処理において見られるが、耐温水処理においてはその依存性が減少又は無くなる傾向を示した。

木部破壊率は耐水処理における板目面接着で62%、柃目面接着で56.4%の値を示した。耐温水処理では更に低下しそれぞれ23.9%、31.0%まで低くなった。破壊に伴う断面の状態は、木部の破壊を主体として接着層の凝集破壊、接着界面破壊がからみあった状態であった。接着面における水分の浸透は表層面より2~3mm程度の部分までとどまり、リュウキュウマツ材よりは少なかった。

イジュ材においても耐水処理によりブロックせん断強度の低下が見られ、常態せん断強さに対し板目面接着で27%減の122.9kgf/cm²、柃目面接着で26%減の112.9kgf/cm²であった。イタジイ材と同様に耐水処理後の値は樹種区分1の96kgf/cm²の値を上回り十分なせん断強を示した。耐温水処理においてもせん断強度の低下が見られたが、板目・柃目面におけるせん断強度は94.0kgf/cm²以上の値を示した。減少率は平均40%でイタジイ材より大きな値を示したが、常態接着強度の値が高いため耐温水における値はイタジイ材とほとんど同程度であった。

せん断強度の比重依存性は、板目材の常態・耐水・耐温水処理において見られるが、柃目材の耐水・耐温水処理においてはその依存性は見られなかった。

木部破壊率は耐水処理における板目面接着で65.6%、柃目面接着で57.0%の値を示しイタジイ材と同程度の値であった。耐温水処理においても木部破壊率は低下傾向は見られるがイタジイ材より小さくそれぞれ44.8%、36.0%であった。破壊に伴う断面の状態は、木部の破壊と接着界面破壊が主体であり接着層の凝集破壊は少なかった。接着面における水分の浸透はイタジイ材と同様に表層面より2~3mm程度の部分にとどまった。

表-2 浸せきはく離試験結果

樹種	木取り	NO.	sample-1	sample-2	sample-3	はく離率
リュウキュウマツ	板目	RI-1	0	0	0	0
		RI-2	0	0	0	0
		平均				0
	柃目	RM-1	0	0	0	0
RM-2		0	0	0	0	
平均					0	
イタジイ	板目	II-1	0	0	0	0
		II-2	0	0	0	0
		平均				0
	柃目	IM-1	0	0	0	0
IM-2		0	0	0	0	
平均					0	
イジュ	板目	JI-1	0	0	0	0
		JI-2	0	0	0	0
		平均				0
	柃目	JM-1	0	0	0	0
JM-2		0	0	0	0	
平均					0	

3) 浸せきはく離試験

浸せきはく離試験の結果を表-2に示した。供試した3樹種のいずれの木取りにおいても接着面にはく離は認められず、はく離率は0%の値を示し、はく離率の基準値10%以下を満たし、3樹種とも十分な接着性を示した。恒温乾燥機での乾燥中における3樹種の材の損傷はリュウキュウマツ材で激しかった。乾燥時間の経過と共に各年輪に対して放射方向(直角方向)に多数の割れが発生し、試験片によっては、接着層を突き抜けて他のラミナまで達する割れも見られたがラミナ間の接着層には影響はなかった。このように、リュウキュウマツ材

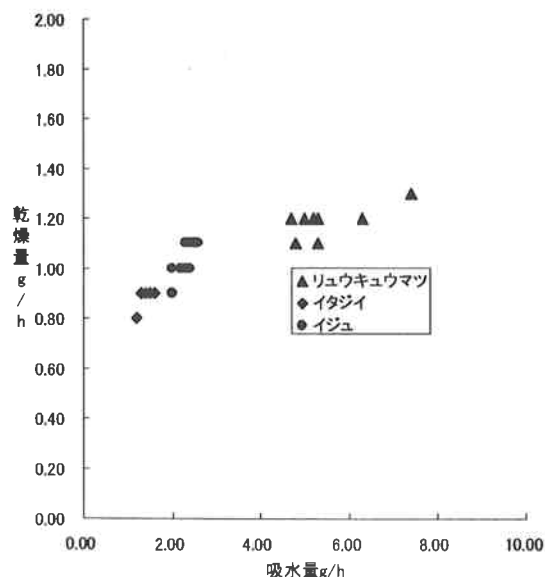


図-6 吸水量と乾燥量の関係

は人工乾燥処理によって得られた損傷のない材料を用いても、何らかのかたちで一旦吸水し、これを比較的緩い条件下であっても再び乾燥を行った場合、木口面に多くの割れが発生しやすく取り扱いが困難な樹種である。この原因としてはリュウキュウマツ材を構成する細胞の配列等によるものか不明であり、今後検討を要する性質である。他の2樹種においては割れ等の欠陥の発生は見られなかった。はく離試験における各樹種の時間あたりの吸水量と、乾燥処理における乾燥量を求め、樹種毎の吸水性及び乾燥性を図-6に示した。浸せき6時間における吸水量はリュウキュウマツ材平均5.4g/h、イタジイ材1.4g/h、イジュ材2.3g/hであった乾燥量はそれぞれ平均1.2g/h、0.9g/h、1.0g/hであり前報と比べ量の増減はあるものの吸水性、乾燥性は同一の傾向を示し、リュウキュウマツ>イジュ>イタジイであった。

浸せきはく離試験の吸水乾燥に伴う、接着層での膨潤乾縮率について表-3に示した。各樹種の膨潤乾縮率の値は試験片の比重、晩材率、年輪幅等によりそれぞれの値を示した。接着面における膨潤収縮率は、前報と同様板目接着が柾目面接着を上る結果を示した。

表-3 接着層の膨潤乾縮率

	リュウキュウマツ		イタジイ		イジュ	
	板目	柾目	板目	柾目	板目	柾目
平均値	3.8	3.4	3.2	2.7	3.2	2.9
最大値	4.2	3.1	3.2	2.7	3.6	3.0
最小値	3.4	2.7	3.0	2.6	3.0	2.9
標準偏差	0.25	0.16	0.08	0.05	0.22	0.06

4. まとめ

ノンホルムアルデヒド接着剤である水性高分子-イソシアネート系木材接着剤 KR-7800 (高耐久性、難接着材用) を用いてリュウキュウマツ、イタジイ、イジュの3樹種における接着特性試験を行った。結果は次のとおりであった。

- 1) 常態ブロックせん断試験の結果、せん断強度はリュウキュウマツ材で143.6kgf/cm²、イタジイ材で131.5kgf/cm²、イジュ材で160.4kgf/cm²の値を示し、3樹種の無垢材せん断強度とほとんど同程度の値を示した。この結果、3樹種とも常態における接着せん断強度は十分な強度を示していることが明らかになった。木部破壊率はいずれの樹種においても73%以上の値を示し、樹種区分1の基準値60%を上回り良好な接着状態と判断される。
- 2) 耐水・耐温水ブロックせん断試験の結果、せん断強度はリュウキュウマツ材で強度低下が著しく、常態におけるせん断強度の1/3程度を示した。木部破壊率も著しい低下が見られ、接着破壊面のほとんどが接着界面部分での破壊であった。これらの原因の一因として、リュウキュウマツ材における吸水量の多さが考えられた。
- 3) 耐水試験の結果イタジイ・イジュ材におけるせん断強度の低下が見られたが、両樹種とも樹種区分1の96.0kgf/cm²の値を上回った。さらに、条件の厳しい耐温水試験の結果でも樹種区分2の84.0kgf/cm²の値を上回った。木部破壊率は耐水試験でイタジイ材が62.0%~56.4%、イジュ材で65.6%~57.0%に低下した。耐温水試験ではそれぞれ23.9%~31.0%、44.8%~36.0%であった。
- 4) 浸せきはく離試験の結果、3樹種とも接着面におけるはく離は全く認められなかった。しかし、乾燥中にリュウキュウマツ材では各年輪に対して放射方向に多数の割れが発生し、材料

によっては材面にまで達する割れも見られた。

- 5) 浸せきはく離試験における各樹種の吸水量、乾燥量は樹種により特徴があり、リュウキュウマツ材が他の樹種と比較して大きい傾向を示した。

引用文献

- 1) 池田耕一：第 17 回日本木材接着研究会講演要旨，1996
- 2) 嘉手苅幸男：沖縄県林業試験場報告 No41，1998
- 3) 伏谷賢美ほか：木材の物理，文永堂
- 4) (社) 日本木材加工技術協会：木材の接着・接着剤

木材保護塗料を用いた亜熱帯産樹種の耐候性（第1報）

嘉手苺 幸男

1. はじめに

県産材の加工技術が向上するにつれ、亜熱帯産樹種を用いた建築用造作材、家具用材、小木工用材としての使用が増加してきた。また、屋内で使用する以外にも、木製ガードレール、各種案内板、樹名板、木製ベンチ、園芸用ラティスなどエクステリア材として屋外での利用が高まっている。

屋外で木材を使用した場合、木材面に雨水が浸透することにより腐朽が発生し、強度や耐久性の低下が起こる。さらに、微生物や日光（紫外線）の影響を受け変色や木材表面の風化が進行する¹⁾²⁾。このように、木材の屋外における使用環境は非常に厳しい。これらの劣化防止処理方法としては、木材に対して保護塗料を塗布しているのが現状である。

しかし、沖縄の亜熱帯産樹種に対し木材保護塗料を塗布し、耐候性について評価した資料は、現在までほとんど見あたらない。今後、県産材の利用開発を推進するためには、内装材を中心とした現在の利用以外にも、エクステリア材として屋外での利用を推進することが重要である。このため、亜熱帯産樹種の耐候性に関する研究開発が必要となってきた。

本試験では、沖縄における代表的な樹種であるリュウキュウマツ (*Pinus luchuensis* Mayr)、イタジイ (*Castanopsis sieboidii* Hatusima)、イジュ (*Schima wallichii* Korthals ssp. *liukiensis* Bloemb) の3樹種を用い、市販の木材保護塗料を塗布して耐候性試験を行った。

実験を実施するにあたり、供試材を提供して頂いた国頭村森林組合の古我知氏、木材保護塗料を提供して頂いた名護林業生産加工販売事業共同組合の渡口氏に記して感謝申し上げる。

2. 材料および試験方法

1) 供試材料

供試材として、人工乾燥処理を行ったリュウキュウマツ、イタジイ、イジュを用いた。3樹種とも含水率は10%~12%の範囲内であった。暴露試験片は300mm(長さ)×70mm(幅)×10mm(厚さ)のサイズで作成した。試験は、それぞれ3処理(未処理区、標準処理区、2倍処理区)で、2回繰り返しを行った。試験片の木取りはすべて柵目木取りとした。

2) 供試木材保護塗料

今回供試した木材保護塗料は、欧州産の市販品で塗料のタイプとしては浸透タイプ、半

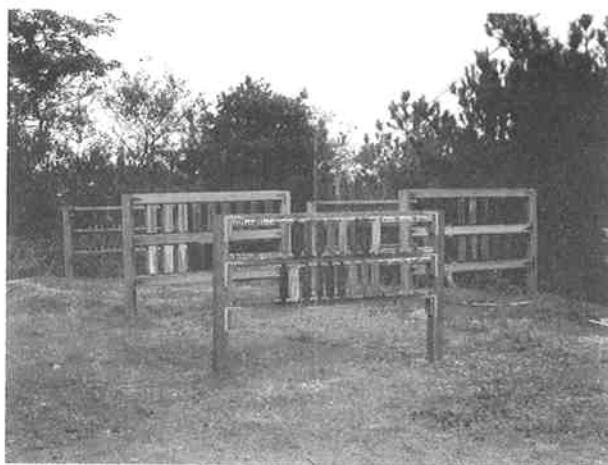


写真-1 暴露試験状況

透明（ライトオーク）である。試験材料への塗装は仕様書に従い刷毛を用いた。塗布面は暴露表面、上下の木口面、左右の側面とし、裏面は未塗装とした。塗装量は167cc/m²（標準処理区）と、314cc/m²（2倍処理区）とした。

3) 暴露試験

野外暴露試験では、防腐処理を行った木製暴露架台を用いた。試験片は真南に設置された暴露架台に垂直に設置し上下2段にランダムに配置した。試験片の上端部と下端部をステンレス製の金属板とボルトで丁寧に固定した。暴露試験は1999年4月に開始し、各種測定は毎月第1月曜日に行った（写真-1）。

4) 劣化評価

① 塗装面欠陥

塗装面欠陥の評価は、1マス1cm四方からなる透明のマスキングシートを用いた。透明シートを試験片にあて欠陥部を含むマス目の数に対する割合を塗装面欠陥率³⁾とし、塗装面欠陥の定量化を行った。測定においては端部からの塗装劣化の影響を考慮して、上下各3cm、左右各1cmを除いた部分を測定し、総マス目数は横5×縦24の合計120マスであった。測定した塗装面の劣化項目は、基材割れ、汚染（カビ）、塗膜割れ、塗膜はく離である。

② 撥水性試験

撥水性の評価は、試験片の重量を正確に測定した後に、試験片の中央部にマイクロピペットで1.00gの真水を静かに滴下し、シャーレをかぶせ1分間室温下で放置後直ちにティシュペーパーで丁寧に水分をふき取り、改めて試験片の重量を測定し次式により撥水度を求めた。

$$WR (\%) = (1 - W_2 / W_1) \times 100$$

ここで、WR は撥水度、W₁は滴下した水の重量（g）、W₂は試験片基材中に浸透した水の重量（g）。

③ 接触角（濡れ）

接触角の測定は協和界面科学社製の接触角計 CA-X150型を用いた。3樹種の試験片の材表面に純水を滴下し、この時の液体面と木材面とのなす角を接触角として測定した。測定は1試験片で6ヶ所測定し平均値を使用した。

④ 色差

ミノルタ社製分光測色計 CM-500を用いて CIE Lab (L* a* b*表色系)、D₆₅光源、2°視野による色彩を測定した。測定は1試験片で2ヶ所測定し平均値を使用し、色差ΔE*は次式により求めた。

$$\Delta E^* = \{(L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2\}^{1/2}$$

ここで、L*₁、a*₁、b*₁は初期測定値、L*₂、a*₂、b*₂は暴露後の測定値

3. 結果と考察

1) 塗装面欠陥

暴露開始後11ヶ月間における暴露試験片の劣化は表面汚染が主であった。表面汚染は、未処理区と標準処理区で見られ、2倍処理区では3樹種とも見られなかった。

未処理区では、暴露開始4ヶ月目ですべての試験片において汚染による欠陥が100%となった。3樹種の中では、特にリュウキュウマツ材の汚染が早く暴露1ヶ月目に30%の汚染による欠陥が発生し、2ヶ月目で約80%程度の欠陥を示し、3ヶ月以内に完全に汚染された。イジュ材では1ヶ月目までは比較的汚の進行は緩やかであるが、その後は急激に汚染が進んだ。イタジイ材では3ヶ月目に急激に汚染が進んだ。この結果より、未処理の状態では野外に木材を暴露すれば、3樹種とも汚染の進行状況は樹種による差異はある程度発生するが、結果としては、比較的短期間のうちに汚染による欠陥が生じた(図-1)。

標準処理区ではリュウキュウマツ材、イジュ材で汚染による劣化が見られ、両樹種とも暴露開始3ヶ月目に汚染が発生し、イジュ材では4ヶ月目で完全に汚染された。リュウキュウマツ材においても4ヶ月目で90%以上の汚染割合を示し、その後も僅かながら汚染が拡大している。これらの汚染は、未塗装の裏面に汚染が発生し、材中を突き抜けて暴露表面に達していた。イタジイ材については11ヶ月経過後カビの発生による汚染は見られない。

2倍処理区では、11ヶ月経過後も微生物によるカビの発生は、暴露面においては見られない。

基材割れは、未処理区、標準処理区ともリュウキュウマツ材で発生した。両区とも暴露開始5~6ヶ月後に割れが発生した。未処理区では暴露9ヶ月目まで緩やかに割れが増加したが、その後の割れの拡大は見られない。標準処理区では、10%の割れが発生したが、割れの拡大は11ヶ月後まで無かった。

塗膜割れは、標準処理区のリュウキュウマツ材で発生し、10%の塗膜割れで推移している。塗膜はく離は、現在まで発生は見られない。

イタジイ材においては、未処理区・両処理区とも金属面と接触している部分で著しい黒色の汚染が発生し、鉄汚染が見られた。これは、木材中のフェノール成分と鉄イオン

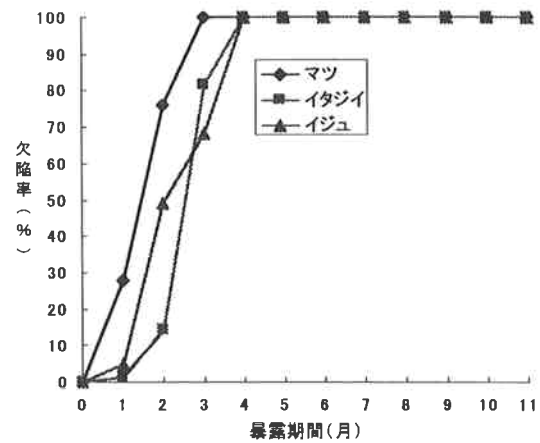


図-1 未処理区での欠陥率(汚染)の推移

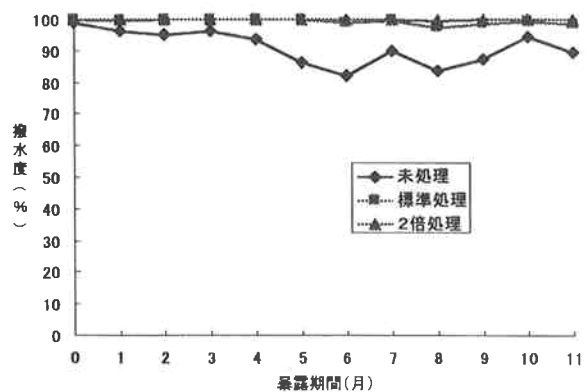


図-2 処理区別の撥水性

とが化学変化を起こし、黒色の錯化合物が生じることによるとされる⁴⁾。

2) 撥水性

各処理区別の撥水性を図-2に示す。標準処理区、2倍処理区とも撥水性の低下はほとんど見られず、各々99%、100%程度の値を示している。未処理区では暴露期間の経過と共に撥水度は上下しながら推移し11ヶ月後は平均して90%であるが、撥水性は今後暴露の経過と共に次第に低下すると思われる。

未処理区における樹種別の撥水性を図-3に示す。3樹種の中ではイタジイ材が最も撥水性が高く、年間を平均しても97%程度の撥水性を保持している。これは標準処理区の撥水性に近い値を示している。イジュ材及びリュウキュウマツ材での撥水性は各々89%、87%の値を示している。両樹種とも暴露5~6ヶ月後まで撥水性は減少傾向を示しているが7ヶ月後に一旦増加し、その後減少し再び10ヶ月後に増加した後に減少を示した。

3) 接触角

各処理区別の接触角を図-4に示す。標準処理区、2倍処理区とも接触角は緩やかに低下しているが、2倍処理区の低下がより傾斜が小さい傾向を示している。未処理区においては暴露2ヶ月目に接触角が増加したが、その後は次第に減少し10ヶ月目には測定不能となった。

未処理区における樹種別の接触角を図-5に示す。接触角の減少はイタジイ材少が最も遅く6ヶ月目までは緩やかな減少を示し、その後減少の傾斜が早まり10ヶ月目に測定不能となった。イジュ材、リュウキュウマツ材では接触角の減少はイタジイ材より早く、6ヶ月目に測定不能となった。

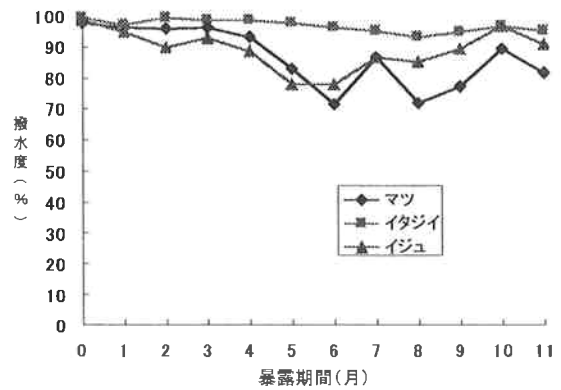


図-3 未処理区での樹種別撥水性の経時変化

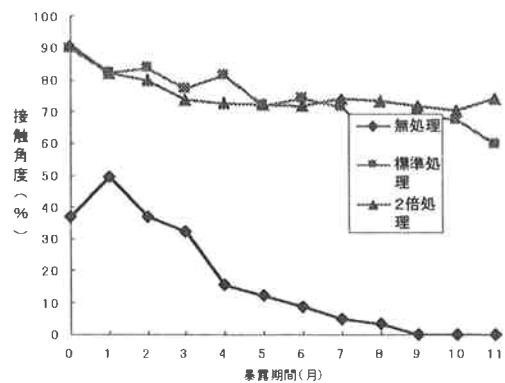


図-4 処理区別での接触角の経時変化

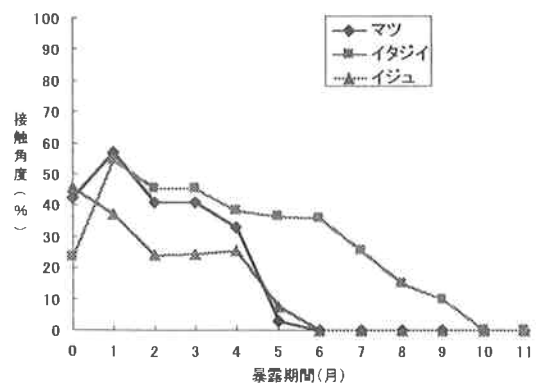


図-5 未処理材での接触角の経時変化

4) 色彩及び色差の変化

各処理区の L^* (明度) を測定した結果、未処理区におけるリュウキュウマツ材での変化が特に大きかった (図-6)。設定時の74から3ヶ月後の50へと明度が大きく低下した。大きく明度が低下した原因としては、リュウキュウマツ材が暴露直後からブルーステインによる汚染が激しく、試験片表面の色がブルーステイン特有の青黒色に変色した結果によるものだと考えられた。イジュ材においては暴露開始後3ヶ月目より明度の低下が見られるようになったが、汚染による明度の低下はリュウキュウマツ材よりも小さく、イタジイ材ではさらに小さかった。

a^* (赤み) の変化は未処理区及び2倍処理区では比較的小さく、標準処理区におけるイジュ材で減少傾向が見られた。

b^* (黄み) の変化は未処理区で大きく変化した。未処理区では、暴露開始直後に3樹種とも黄みの値が一旦増加しその後は一転して減少し、減少傾向は3樹種ともに同様な傾向を示していた。

色差 ΔE^* の変化は、未処理区で大きく、その中でも特にリュウキュウマツ材での変化が大きかった (図-7)。色差 ΔE^* は3次元空間の距離の差で求められることから、リュウキュウマツ材においては、 L^* (明度) と b^* (黄み) の変化がとくに大きく、このため色差 ΔE^* が30を示す結果となった。

一般に材色のちがいは、色差 ΔE^* の値が3を越えると人間の視覚に識別されると言われており⁵⁾。このことからすれば、リュウキュウマツ材の変化は極めて大きい値といえる。

4. まとめ

県産材に木材保護塗料を塗布し、屋外における暴露試験を行った。暴露開始後11ヶ月後の結果は次のとおりであった。

- 1) 暴露試験による劣化は、表面汚染が主であった。未処理区では3樹種、標準処理区ではリュウキュウマツ材、イジュ材で見られた。
- 2) 撥水性の低下は未処理区で見られ、3樹種の平均値で90であった。樹種別ではイタジイ材の撥水度が高く97を示し、イジュ材、リュウキュウマツ材では各々89、87であった。

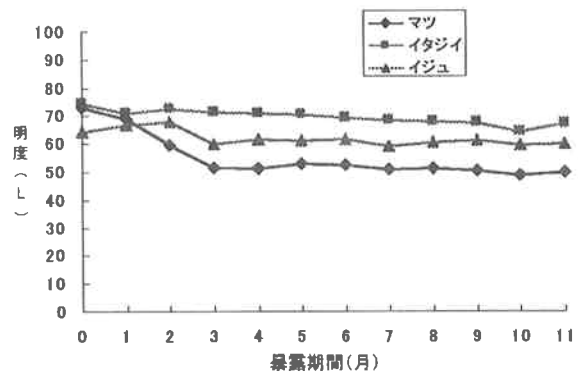


図-6 未処理区における明度の変化

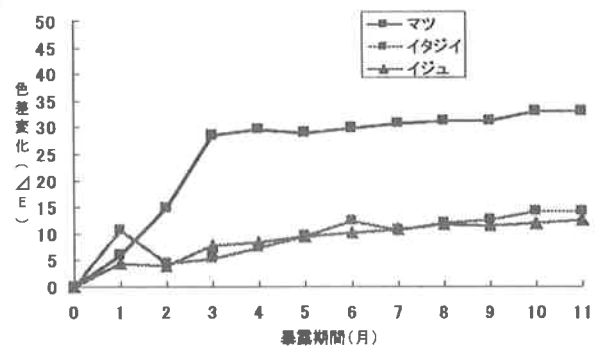


図-7 未処理区における色差の変化

- 3) 接触角は2倍処理区で75°、標準処理区で60°の値を示した。未処理区においては5ヶ月前後で測定不能となった。
- 4) L* (明度) の変化は未処理区のリュウキュウマツ材で最も大きく明度が低下した。b* (黄み) の変化は未処理区の3樹種とも大きく低下した。色差 ΔE^* は未処理区リュウキュウマツ材で最も大きく30の値を示した。

引用文献

- 1) 日本木材総合情報センター：木でつくる水辺の施設，2000
- 2) 屋我嗣良・河内進策・今村祐嗣：木材科学講座 12 保存・耐久性，海青社，1997
- 3) (株) 日本木材保存協会：外装用塗装木質材料の耐候性・耐久性評価事業報告書，1992
- 4) 今村博之・岡本一・後藤輝男・安江保民・横田徳朗・善本知孝：木材利用の科学，共立出版株式会社，1983
- 5) 長谷川益夫：富山県産スギ3品種中径木の材質特性（第1報），富林技研報，1998

パイロットモデルフォレスト事業の15年目の調査結果について

平田 功・漢那 賢作・宮城 健・伊禮 英毅

1. はじめに

沖縄県は、亜熱帯海洋性気候に属し他府県には見られない多くの樹種が生育している。こうした中で、沖縄県の県民の約8割が生活する本島中南部地域に存在する約1万5千haの林野は、戦禍等により荒廃し、多くの林野が今なお、無立木地、更新困難地、ススキ、ギンネム生地となっている。都市近郊の貴重な環境資源として従来から造林が推進されてはいるが¹⁾、森林の集中する本島北部地域に比べ、地形、土壌等の違いから、適切な造林樹種が決まっていないことや、自然条件に即した造林技術が確立されていないこと等の理由により、造林事業が思うようにはかどっていないのが現状となっている。さらに造林地の優占種であるススキとギンネムの生育密度が高いことや、これらの成長が極めて旺盛なことなどが、本地域の造林事業を一層困難にしている。

この地域の森林の復旧は、中南部地域の景観形成や林業振興上重要な課題となっており、このためには、当該地域に適する緑化・造林樹種を選定する必要がある。今回、昭和60年に佐敷町に設定されたパイロットモデルフォレスト事業の樹種別試験地等で植栽された樹木15種について、成長量等の調査を行い、中南部地域の造林に適する樹種について検討を行った。

2. 試験地の概要

図-1に、試験地の平面図および地形断面図を示す

本試験地は、昭和60年に樹種別生長量試験地として設定されている。地形は、全体の勾配が25～39度の比較的急斜面で、斜面上方は石灰岩台地に接し下方は谷となる²⁾。土壌は、斜面下方の緩傾斜部には適潤性埴質未熟土 (Im-eMarl)の分布がみられるが、大部分は弱乾性埴質未熟土

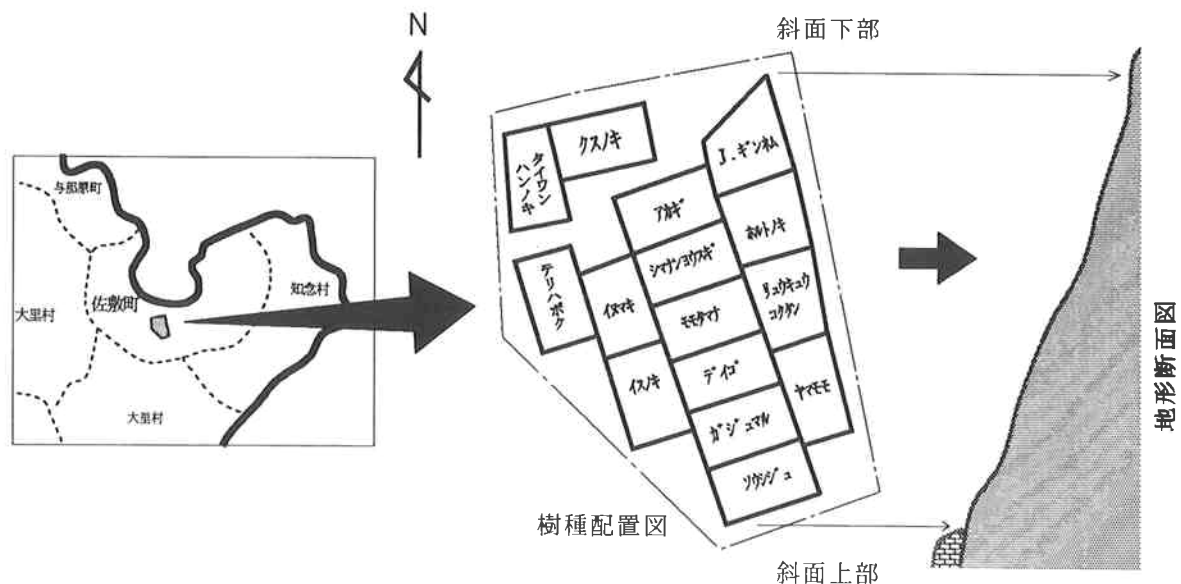


図-1 試験地の概況

(Im-eMarlc)となっている²⁾。もともとの植生は、ススキ生地と天然性広葉樹林の区分がほぼ明瞭で、ススキの高さは約2.5mで、植被率は高く全般的に90~95%であった³⁾。広葉樹林地は、アカギ、ホソバムクイヌビワ、タブノキ、ホルトノキなどが出現しており高木層の樹高は6~8mであった。これらは、主に斜面下方の適潤性土壤に分布する²⁾。試験地は全体的に北西側に傾斜し、特に海側から吹き込む冬季の季節風の影響が大きい場所である。

植栽樹種は、中南部地域が都市近郊に位置することから、造成後の材の利用のみでなく、景観等の緑化機能の役割も考慮し次の15樹種が選定された。デイゴ、イヌマキ、イスノキ、アカギ、ソウシジュ、テリハボク、ガジュマル、リュウキュウコクタン、ホルトノキ、クスノキ、シマナンヨウスギ、ヤマモモ、ジャイアントギンネム、ハンノキ、モモタマナで、これら15の樹種を0.1haづつ植栽している。

植栽本数は、イヌマキが6,000本、ガジュマル、デイゴは1,500本、その他樹種は4,400本である。

3. 方法

測定は、樹種ごとに10m×10mの方形調査区を設定し、調査区内の立木について樹高および直径の測定を行った。また、当地の造林阻害植物であるススキの被圧程度を確認するため、下層植生の被度についても調査を行った。

また、捕足データを得るため、現に事業として植栽が行われている佐敷町と西原町の造林地でも同様な調査を行った。佐敷町では平成10年植栽のアカギ、シマナンヨウスギを、西原町では平成元年度植栽のイスノキ、および平成7年植栽のアカギ、シマナンヨウスギを測定した。造林前の植生は、佐敷町はギンネム生地、西原町はススキ・チガヤ生地であった。

調査は、平成12年8月に行った。なお、当試験地の調査は、設定から3年目までは日本林業技術協会が、8年目には琉球大学農学部が測定を行っており、今回は15年目の調査である。

4. 結果

表-1に、植栽3年目²⁾、8年目³⁾、15年目の樹種毎の生存率を示す。現在、生存率が高いのは、デイゴシマナンヨウスギ、ガジュマル、アカギ、イスノキイヌマキ、モモタマナの順で、逆に生存率の低いのは、タイワンハンノキ、クスノキ、ホルトノキ、リュウキュウコクタン、テリハボクの順となっている。

一方、植栽3年目で生存率の悪い、すなわち活着率が悪かったのは、タイワンハンノキ、クスノキ、テリハボク、リュウキュウコクタンである。ヤマモモについては、3年目は比較的生存率が良いが、8年目には極端に低くなっている。

表-1 生存率 (%)

樹種名	植栽3年	植栽8年	植栽15年
デイゴ	88.7	88.7	88.7
シマナンヨウスギ	100	77.7	68.2
ガジュマル	100	65.3	64.1
アカギ	84.5	55.9	55.9
イスノキ	81.5	79.5	52.3
イヌマキ	53.0	47.8	47.8
モモタマナ	63.7	45.5	40.9
ジャイアントギンネム	86.1	67.3	38.6
ソウシジュ	71.4	43.4	38.1
ヤマモモ	65.4	25.7	20.2
テリハボク	15.6	16.6	16.6
リュウキュウコクタン	46.8	13.2	13.2
ホルトノキ	74.4	56.6	11.2
クスノキ	12.9	7.0	1.6
タイワンハンノキ	5.3	2.5	0.5

図-2、3に樹高および直径の測定を、表-2に下層植生の調査結果を示す。

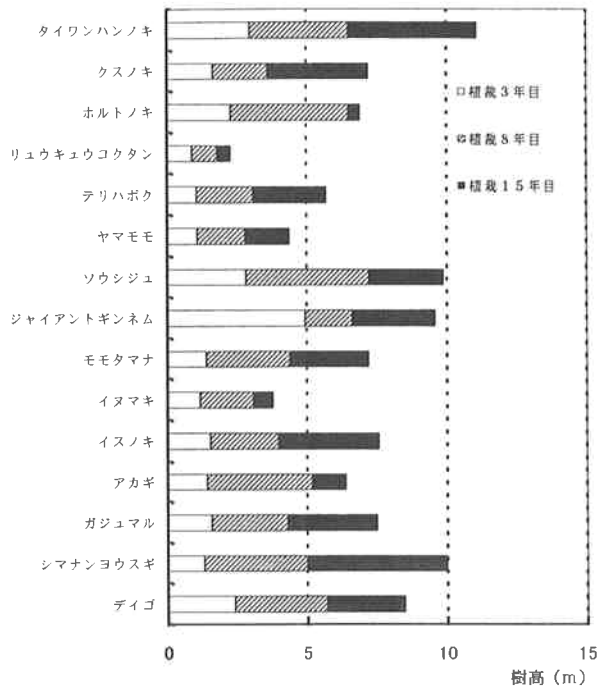


図-2 樹高生長量

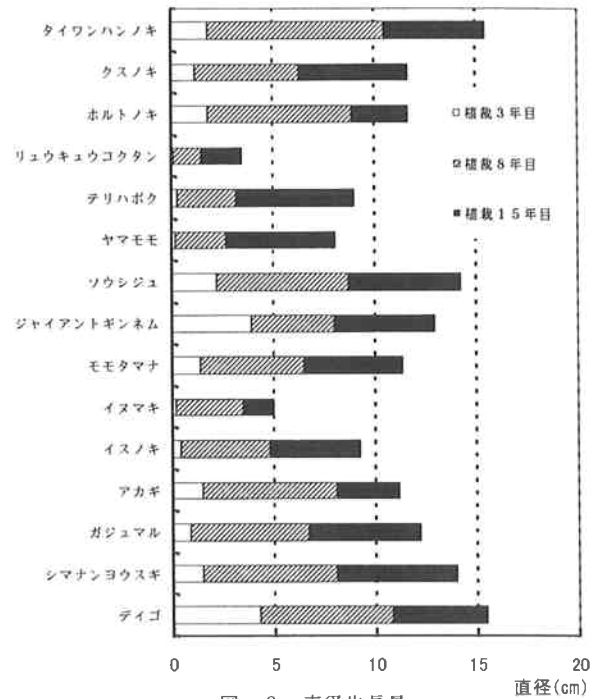


図-3 直径生長量

表-2 下層植生の出現頻度 (モデルフォレスト佐敷)

	アカギ	シマノオスギ	モモタマ	イスノキ	ソウシジュ	デイゴ	リュウキュウコクタン	ヤマモモ
植被率	30%	5%	70%	60%	70%	80%	90%	90%
木本	7	7	7	8	13	13	11	6
草本	3	1	2	1	2	3	3	4
蔓	3	3	1	3	2	2	7	2
羊歯	2	2	0	0	0	1	1	0
総計	15	13	10	12	17	19	22	12
主要な出現種と被度	クヌギ	I カニサ	I アウトカスラ	III アウトカスラ	III シマグリ	IV エダウチジミザサ	II ススキ	IV ススキ
	ケツウ	I シマイセンリョウ	+ クヌギ	II ヤブニッケイ	+ シマイセンリョウ	II シマグリ	II ヒルガオ	III エダウチジミザサ
	エダウチジミザサ	I ホルトノキ	+ シマイセンリョウ	II ショウノキ	+ ノカラムシ	II タフノキ	+ タイワクス	III クヌギ
	タフノキ	+ シマグリ	+ アカギ	+ ハクチノキ	+ エダウチジミザサ	II イヌビロ	+ テリハボク	III アカギ
	ホルトノキ	+ シラタカスラ	+ ホルトノキ	+ ノカラムシ	+ ヤブニッケイ	+ ノカラムシ	+ シマグリ	II ヒルガオ
	ネリハムクイシビ	I ヒルガオ	+ タフノキ	+ ヒルガオ	+ タフノキ	I ホルトノキ	+ エダウチジミザサ	I シマグリ
	ヒルガオ	I ノカラムシ	+ ノカラムシ	+ カニサ	+ ヒルガオ	+ ケツウ	+ シラタカスラ	I ノカラムシ

+ : 1%未満 I : 1~5% II : 6~25% III : 26~50% IV : 51~75% V : 76%以上

平均樹高が高いのは、台湾ハンノキ、シマンナンヨウスギ、ソウシジュ、ジャイアントギンネム、モモタマナ、アカギ、ホルトノキの順で、逆に低いのは、リュウキュウコクタン、イヌマキ、ヤマモモの順である。

平均直径が大きいのは、デイゴ、台湾ハンノキ、ソウシジュ、シマンナンヨウスギ、ジャイアントギンネム、ガジュマル、クスノキ、ホルトノキ、アカギの順で、逆に小さいのは、リュウキュウコクタン、イヌマキ、ヤマモモ、テリハボクの順となる。

これらの結果をもとに、各樹種ごとの成長特性について検討した結果は以下の通りである。

アカギ：樹高および直径成長ともに順調な成長をしている。植栽時からコンスタントに成長をしているが、樹高が5~6m以降は鈍化傾向にある。これは、本種がもともと風に弱いため、風当たりの強い本試験地での限界樹高に達したものと思われる。下層植生は、樹冠が完全に閉鎖しているために植皮率が低くススキは消滅している。しかし、そのために地表面のエロージョンが発

生しており、今後は、除伐、間伐の施業についての検討が必要となってくる。

また、造林事業で植栽した佐敷町、西原町の造林地においても、比較的成長が早く、順調な生育をしている（図-4）。

本種は、中南部地域に適する樹種のひとつといえる。

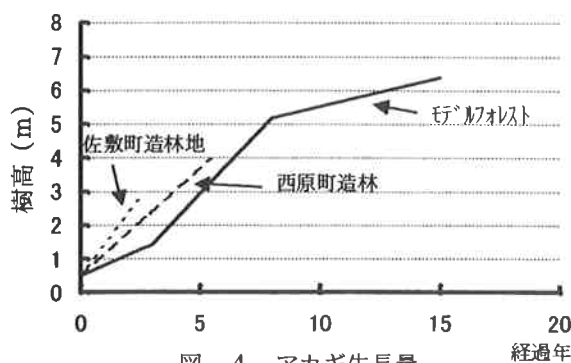


図-4 アカギ生長量

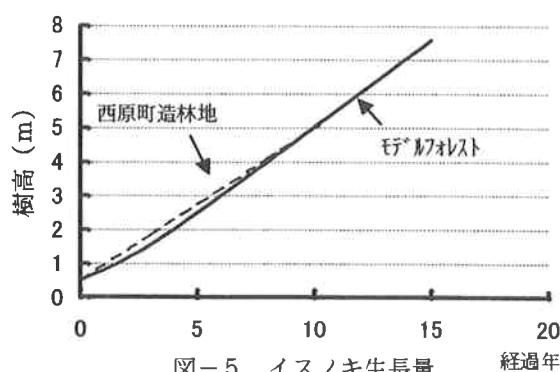


図-5 イスノキ生長量

イスノキ：樹高および直径成長ともに順調な成長をしており、植栽時からコンスタントな成長を示す。下層の被度は60%であるが、フウトウカズラが多くススキは消滅している。西原町の造林地でも順調な生育を示している（図-5）。本種は、本島北部地域の酸性土壌で多く造林しているが、北部地域⁴⁾よりも樹高成長は良好といえる。ただし、本種は、適潤性土壌⁵⁾を好むことから、尾根部のチガヤ等が生育している箇所での造林には適さないと考えられる。

シマナンヨウスギ：樹高、直径成長ともに順調な成長をしている（図-6）。初期成長は緩慢であるが、その後は最もコンスタントな成長を示す。現在は生存率68%（ha当たり本数が約3,000本）であるが、個体間の競争による被圧が多く見られる。また、下層植生が被度5%と乏しいために、アカギ同様に地表部のエロージョンが多くみられ、除伐・間伐等の施業についての検討が必要である。また、3年目までの報告では

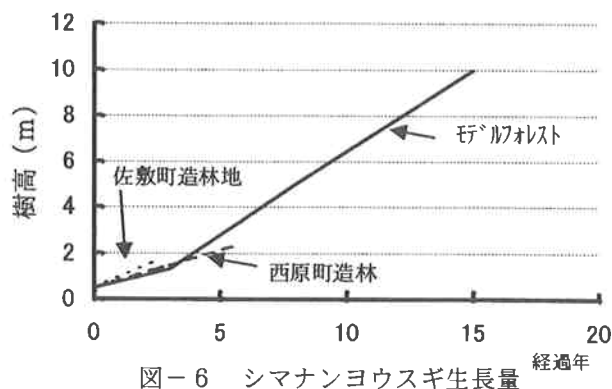


図-6 シマナンヨウスギ生長量

活着率が最も高いが、台風時に風根穴による根返りが多いことが報告されている²⁾。これは、直根性のため、ポット育苗時に巻き根が起きたことに起因するものと考えられ、巻き根苗を回避する育苗技術の確立が必要である。

デイゴ：樹高および直径成長ともに順調な成長をしており、生存率が最も高い。本種は、既に人工造林で実績のある樹種であり、中南部地域の造林に適した樹種といえる。

ソウシジュ：樹高および直径成長ともに順調な成長をしている。本種は尾根部の乾性土壌にも耐える樹種であり、アカギやイスノキ等の適潤性土壌を好む樹種との使い分けができる。樹幹は閉鎖しているが、被陰度が低いいため下層の被度は70%と高い。出現種は、シマグワが多いが、ススキは消滅している。

モモタマナ：樹高および直径成長ともに順調な成長をしている。樹冠幅が広く、樹冠は閉鎖しているが、被陰度が低いいため現在の下層の被度は70%と高い。ススキは消滅しているが、フウト

ウカズラの登はんが多くみられる。

ガジュマル：樹高および直径成長ともに順調な成長をしている。樹冠幅が広いために、植栽密度が広くとられており、3年目の報告では疎立状態が長いことが指摘されている²⁾、今後は植栽密度を高めにとり、その後間伐していく方向での検討が必要である。

ホルトノキ：8年目の調査以降、原因不明の立ち枯れにより相次いで枯損したため、生存率が最も悪い。そのためススキ生地に戻っている。しかし、生存個体については良好な成長を示しており、立ち枯れがなければススキを被圧して林を形成する可能性の高い樹種である。

ジャイアントギンネム：樹高、直径成長とも良好な成長をしているが、生存率が極めて悪い。これは、台風等の気象害による枯損、折損が多いため、風衝地には適さないといえる。生存する立木もすべて傾倒木となっている。下層は、雑草が繁茂しており元の植生に戻っている。

タイワンハンノキ：広葉樹が生育していた湿潤な箇所に植栽していることもあり、樹高成長は良好であるが、生存率が極めて低い。これは、本種がもともと耐風性に劣ることから、台風等の気象害により減少したものと考えられる。また、活着率が極めて悪かった²⁾ことも一因となっており、今後は、植栽時の活着率向上についての検討も必要である。もともと、湿潤地を好む⁵⁾ことから本地域での適地が限られる。

クスノキ：タイワンハンノキと同様である。

ヤマモモ：生存率が悪いため、大半がススキ生地に戻っている。成長は、性質的なものもあるが、それでも遅いといえる。本種は乾燥に耐える力は強いが、粘土質の土壌や排水の悪い湿地では生育が悪い⁴⁾とされる。生存率および成長量の低さは、この土壌条件の問題によるものと考えられ、今後は植栽適地の検討が必要である。

リュウキュウコクタン：成長量および生存率が悪い。下層植生は被度90%で元のススキ生地に戻っており、特にツル性植物の繁茂が著しい。本種の成長量は、性質的に極めて遅いため、ススキ、ギンネムと競合できないと考えられ、本地域の荒廃原野の造林には適さないものと考えられる。ただし、経済価値の高い樹種であり、今後は、複層林として樹下植栽の検討も必要である。

テリハボク：生存率が16.6%と低い。そのため、下層植生は元に戻っている。生存個体の成長量は、本種の平均的なもので順調に成長しているといえる。生存率の低さは、活着率の低さに大きく起因しており²⁾、活着率を高めるための検討が必要である。

イヌマキ：生存率が50%を下回る。キオピエダシヤクによる被害もあり、ほとんどの個体で、フウトウカズラ等のツル性植物の登はんにより樹冠の被圧がみられる。成長は本種の性質的なものもあるが悪い部類に入る。本種も、ススキ、ギンネムと競合できないものと考えられ、本地域の山地造林には適さないものと考えられる。ただし、経済価値の高い樹種であり、適地の選定等再検討が必要である。

5. まとめ

今回、中南部地域に適する造林樹種の選定を目的に、昭和60年に設置されたパイロットモデルフォスト事業地の15年目の調査を行った。以上の結果から、樹種の実性について総括すると次のとおりである。

1) 成長が良好である

アカギ、ソウシジュ、イスノキ、モモタマナ、ガジュマル、ナンヨウスギ、デイゴで、これらは、成長が良好であるため造林阻害植物であるススキ等を被圧できる樹種である。そのため、中南部地域の造林に適すると考えられる。ただし、乾性土壌の分布する中腹～尾根部、適潤性土壌の分布する下部や平坦部では、それぞれの成長特性が異なるため、それぞれの性質を考慮して使いわけの必要がある。

2) 成長は良いが生存率が極めて悪い

ジャイアントギンネム、クスノキ、タイワンハンノキで、これらは、樹高成長は良いが生存率が悪い。耐風性に劣ることや土壌適応性が狭いため適地が限られてくる。また、植栽時の活着率が極めて悪かったため、その向上についての検討も必要である。

3) 成長は中庸であるが生存率が悪い

テリハボク、ヤマモモ、ホルトノキで、これらは、成長が特に劣ることがないため、適地の選定および活着率を高めることにより使用可能な樹種と考えられる。ホルトノキについては、原因不明の病気により多くが枯損しているため、その解明が必要となる。

4) 成長が悪く生存率も悪い

リュウキュウコクタン、イヌマキで、これらは、本質的に成長が遅いため、ススキ・ギンネム生地ではこれら競合植物にうち勝つことができないと考えられ、適地や植栽方法等について再検討が必要である。

最後に、今回成績の良かった樹種の中には、すでに造林事業で植栽している樹種もありその追跡調査を行い、さらにギンネム生地での調査も行う必要がある。また、成林した樹種については、複層林についての検討も必要である。

引用文献

- 1) 沖縄県農林水産部：沖縄の林業，平成11年度版，14～22，2000
- 2) 林野庁：沖縄荒廃林地復旧技術現地適応化調査報告書，P 37～50，1988
- 3) 生沢均ほか：沖縄県林業試験場業務報告，No. 6，17～18，1995
- 4) 平田永二ほか：琉球大学農学部学術報告，43，131～141，1996
- 5) 沖縄開発庁沖縄総合事務局農林水産部：沖縄に生育する樹木等の高度利用のための可能性調査報告書，1986



アカギ



イスノキ



ガジュマル



シマナンヨウスギ



ソウシジュ



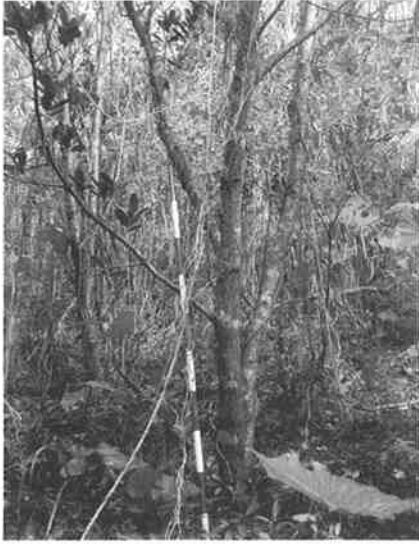
モモタマナ



デイゴ



ヤマモモ



テリハボク



ホルトノキ



ジャイアントギンネム



クスノキ



台湾ハンノキ



イヌマキ

漏脂胴枯病によるリュウキュウマツの枯死被害

—分離 *Fusarium* 属菌の同定と接種による病原性確認および被害実態—

伊禮 英毅・河辺 祐嗣*・宮城 健・新垣 隆**・秋庭 満輝***

1. はじめに

リュウキュウマツ漏脂胴枯病は、枝幹から樹脂を激しく流出し（写真-1）、枝枯れや胴枯れ被害を引き起こす漏脂性病害で（写真-2）、病原菌は *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* Wollenw. & Reink である^{1,2)}。世界各地のマツで突発的に発生し、日本では奄美大島でリュウキュウマツに漏脂胴枯病が発生していることが報告された^{3,4)}。リュウキュウマツは沖縄県の県木に指定され、伊平屋村の念頭平松や具志川村の五枝の松⁵⁾に代表されるように、地域のシンボリック樹主として古くから県民に親しまれてきた。また、その木目の美しさから、特に家具材、内装用壁材及び工芸材に用いられ⁶⁾木材資源としても重要である。しかし、近年、一部地域でリュウキュウマツの枯死被害が多数発生し、林業振興上問題となっている。

そこで本研究では、現在、発生している枯死被害が漏脂胴枯病によるものであることを明らかにするため、病原菌の分離、接種試験を行った。また、沖縄県下の漏脂胴枯病の被害分布調査および被害実態調査も行ったので報告する。

なお、本研究は平成10年林業普及情報システム化事業「環境調和型森林病害制御技術に関する調査」の一環として行われており、本報告では、2年目の研究成果をまとめた。

2. 調査方法

1) 病原菌の分離

分離源には、八重山郡竹富町美原の5～20年生マツ林の罹病木の枝幹部（主に枝部に生じた比較的新しい病患部）を用いた。組織分離は、小刀で病患部の皮層（内樹皮）と木部表層から¹⁾厚さ2～3mmで5mm角の分離片を作り⁴⁾、次亜塩素酸ナトリウム溶液で2分間、70%エタノールで2分間表面殺菌し、滅菌水で2回洗浄後、クリーンベンチ内で3分間風乾したものをポテトデキストロース寒天平板培地（以下、PDA培地）に置き、20℃、暗条件下で培養を行った。菌そうの観察には、分離後5～30日間経過したのものを用いた。

2) 接種試験

接種源には、PDA培地で20℃、7日間培養した菌そうを用いた。また、漏脂胴枯病においては、接種に使う菌の分離源により病原性に違いがあることがあきらかにされている⁷⁾ことから、奄美大島からの分離菌株（奄美菌株）を用い、病原力を比較した。供試木には3～4年生の鉢植えり

* 森林総合研究所 樹病研究室

** 沖縄県 林務課

*** 森林総合研究所 九州支所 樹病研究室

ユウキュウマツ苗を用いた。接種は、幹と枝にメスで内樹皮が露出するよう長さ15mm、幅3mmの樹皮を切り取り、切り口に菌そうを埋め込んだ後、滅菌水を染みこませた脱脂綿で接種部位を覆いビニールテープで固定した（写真-3）。1999年11月10～11日に実施し、接種1カ月後にテープを剥がして発病の有無を判定、接種2カ月後まで病徴の進行状況を観察した。

3) 被害分布調査

1998年6月から2000年10月の期間、沖縄本島、宮古島、石垣島、西表島で自動車のロードセンサーにより、リュウキュウマツの林分や単木、街路樹を調査し、枝幹部にヤニが漏出あるいは白く固着しているもの、溝腐症状や陥没症状を呈しその周囲に黒色に変色したヤニの付着が見られるもの（以下、漏脂胴枯病痕跡木として扱う）を漏脂胴枯病の病徴として判断し、被害の分布状況を調査した。

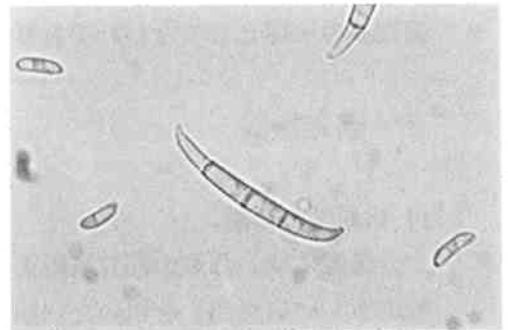
4) 被害実態調査

被害分布調査の結果より、最も多く被害が確認された八重山郡竹富町美原と祖内（共に西表島）において計3カ所調査地を設置し、1999年1月27日～28日に毎木調査を行った（図-1）。枯死木については、マツノサイセンチュウの検出を同時に行った。また、本病害は風媒による伝播が示唆されており⁹⁾、病患部方位と風向との関係进行调查するため美原調査地において幹に生じた病患部を中央で切断し、8方位に区切って病患部方位を測定した⁸⁾。

3. 結果と考察

1) 分離菌の同定

Fusarium 属菌の分離菌そうは綿毛状。色調ははじめピンク色～淡黄色を呈するが後に淡紫～紫褐色となった。大型分生子は $18\sim 47\times 3\sim 4\ \mu\text{m}$ 、2～5隔膜で、最多は4隔膜、無色、三日月形、先端はやや尖った（写真-4）。これらの培養状の特徴および大型分生子の形態的特徴は、既知^{1,9,10)}の漏脂胴枯病菌とよく類似し、漏脂胴枯病菌であることが確認された。



（写真-4）漏脂胴枯病菌の大型分生子

Fusarium 属菌は、PDA培地上で小型分生子を良く形成するが、大型分生子はほとんど形成しない⁴⁾。今回の分離菌株についても大型分生子を形成する菌株は少なく同様な傾向を示した。小型分生子についてはその特徴を有するものも確認された。

なお、組織分離からは*Fusarium* 属菌の他に*Pestalotiopsis* 属菌やバクテリア等が分離された。

2) 分離された*Fusarium* 属菌の接種試験

表-1に接種試験の結果を示した。西表菌株接種区、奄美菌株接種区とも接種1カ月後に発病が見られた。西表菌株接種区では幹2本、枝3本、計5本（全体の9.3%）、奄美菌株接種区では幹1本、枝0本、計1本（全体の4.1%）が発病した。接種2カ月後には両接種区とも発病本数が急激に増加し、西表菌株接種区で幹10本、枝12本、計22本（全体の40%）、奄美菌株接種区では幹2本、枝3本、計5本（全体の25%）が発病した。西表菌株のほうが奄美菌株より病原力が

強い傾向を示したが、有意差は認められなかった。病徴の進行状況について、西表菌株接種区で接種1カ月後に枝で発病が認められた3本と幹で発病が認められた2本のうちの1本が、枝枯れ、全枯れ症状を示した。本病害は、病原菌が幹や枝を一周すると、その上部は巻き枯らし状に枯死する病気である¹¹⁾ことから、供試木のように経の細い幼齢木では、短期間のうちに枝枯れ・胴枯れ症状へと進行すると推察された。また、接種部位別に病徴の出現する場所を比較すると、幹接種では接種部やその周辺部にヤニの漏出や固着が現れたのに対し、枝接種では接種部周辺よりも接種部から離れた枝と幹の付け根部分に病徴が現れるものが多く認められた(写真-5)。この原因については明らかでないが、宿主樹木の組織構造や病原菌の樹体内分散との関連も考えられる。

表-1 分離された *Fusarium* 属菌の接種試験による発病結果

供試菌株	供試本数		接種1カ月後		接種2カ月後	
	幹	枝	幹	枝	幹	枝
西表菌株	30	24	2	3	10	12
奄美菌株	12	12	1	0	2	3
対照区	5	5	0	0	0	0

(単位:本)



(写真-3) 幹への接種方法



(写真-5) 接種1カ月後の病徴

3) 漏脂胴枯病の被害分布

図-1 に被害分布図を示した。沖縄本島では国頭村で11本、今帰仁村で4本、名護市で13本、宜野湾市で3本計31本、宮古島で3本、石垣島で3本、西表島で180本の漏脂胴枯病が確認された。今回の調査では西表島で最も多く被害が確認された。

なお、その他の離島については未調査であるが、具志堅⁸⁾、亀山¹²⁾らから、本病害は沖縄県下で普遍的に発生していると考えられる。

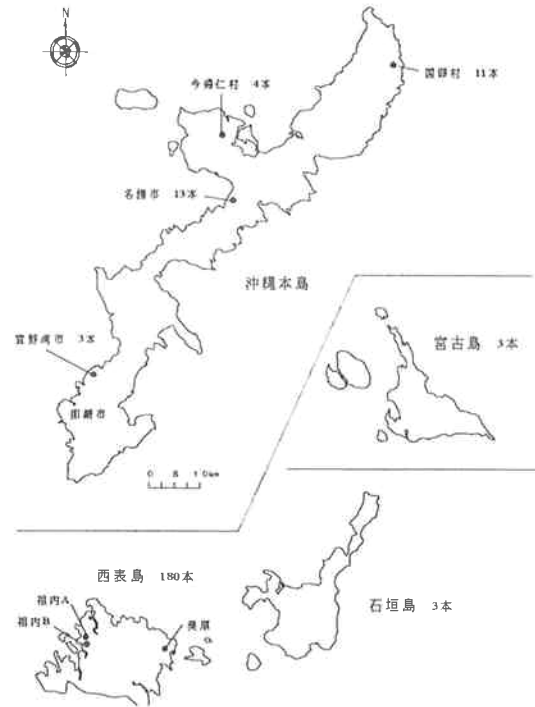


図-1 漏脂胴枯病の被害分布図

4) 被害実態調査

表-2 に各試験地の概要を示した。美原調査地は牧場用地として開墾後、更新した比較的若い林齢の天然林であるのに対し、祖内A、B両調査地は、戦後、復興材用として伐採された原野に造林された50年生以上の人工林である（写真-6、7）。

表-2 西表島の3調査地の概要

試験地	林分構成	斜面方位	傾斜角
美原	マ ツ : 樹高 5m以下、胸高直径10cm以下が全体の70%以上を占める天然林。 その他 : 林内にマツより高い樹種は殆どない。下層は70%がリュウキウキウで覆われている。	W-SW	4~6°
祖内A	マ ツ : 樹高10m以上、胸高直径20cm以上が全体の70%以上を占める人工林。 その他 : 7~10mのアカマツ、ヤリノヒ、タブノキが散在するが、マツより高い樹種は存在しない。下層は90%がコシガで覆われている。	-	-
祖内B	マ ツ : 樹高10m以上、胸高直径20cm以上が全体の70%以上を占める人工林。 その他 : 上層は6~7mのヤリノヒが多数を占めるが、マツより高い樹種は存在しない。下層はスギ、ホノダク、コシガ、サトリアラ等多種。	W-SW	10~14°



(写真-6) 美原調査地



(写真-7) 祖内A調査地

図-2に各調査地ごとの漏脂胴枯病の被害発生状況を示した。漏脂胴枯病痕跡を被害本数に含め各調査地間の被害本数率を比較すると、美原調査地の被害発生率は35%、祖内A、Bはそれぞれ36%、28%であり、調査地間で被害本数率に有意な差は認められず、被害は林齢や天然林・人工林を問わず発生するものと考えられた。枯死木については美原調査地で漏脂胴枯症状によると思われる枯死が5本確認できた他は、大半が枝幹部に漏脂症状を示さず、あっても古い痕跡が枝にあるだけで漏脂胴枯病による枯死とは考え難かった。しかし、これら被害木の地際あるいは根部には多量のヤニが固着しており、特に、大径枯死木(20cm以上)のほとんどがこの症状を呈していた(写真-8)。同様な症状による枯死木は宮古島や石垣島でも確認され、大径木の枯死に特徴的であった。これは、既知の漏脂胴枯病の症状とは異なる症状を呈しており、今後、詳細な調査が必要と思われる。なお、今回調査した全ての枯死木からマツノザイセンチュウは検出できなかった。

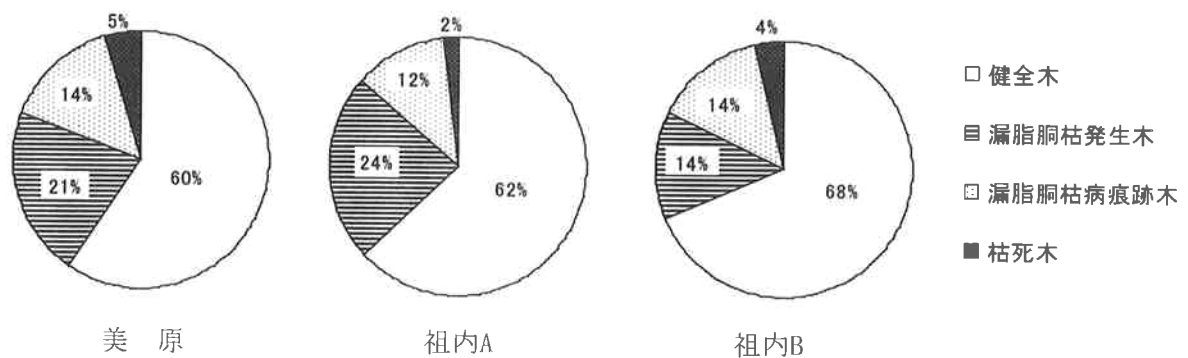


図-2 西表の3調査地における漏脂胴枯病の被害発生状況

図-3に美原調査地における漏脂胴枯病病患部の発生方位調査の結果を示した。病患部の発生方位は北西方向に最も多く、全体的に北から南西方向に集中する傾向を示した。病患部の出現す

る方位は同一林分内では特定の方位に集中する傾向が指摘されているが⁸⁾、今回の結果も同様な傾向を示した。本調査地は、東から南側にかけて樹高10~15mのマツが林立し、北西~南西にかけて比較的開けた地形となっており、台風や冬季に北西から吹き付ける季節風の影響を受けやすい立地環境であった。奄美大島における本病の被害発生について、台風や冬季の季節風等により生じた物理的傷口からの病原菌侵入が原因ではないかと推察しており²⁾、美原調査地においても風が被害発生に影響を与えたものと考えられる。

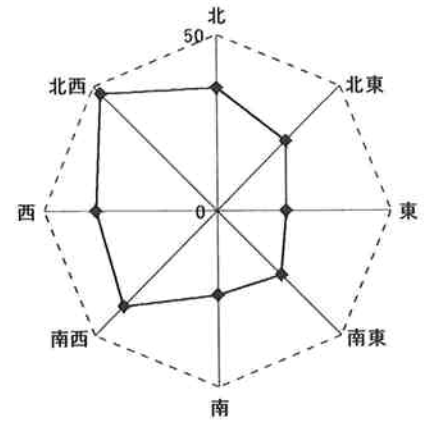


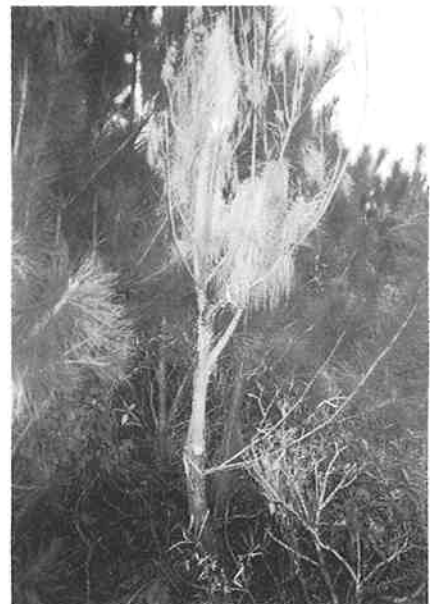
図-3 漏脂胴枯病病患部の発生方位

4. まとめ

今回、美原試験地の罹病木から組織分離された菌そうは、培養状の特徴および大型分生子の形態の特徴から、漏脂胴枯病菌と同定された。この分離菌そうを接種源とし、鉢植えリュウキュウマツを用いて接種試験を行った結果、接種1カ月後に発病が確認され、その病患部からは漏脂胴枯病菌が再分離された。このことから、現在、一部の地域で多発しているリュウキュウマツの枯死病害は、漏脂胴枯病によるものであることが確認された。



(写真-1) 大径木の幹に生じた漏脂胴枯病



(写真-2) 漏脂胴枯病による枯死被害



(写真-8) 地際部および根部に多量のヤニが
漏出、固着した大径枯死木

引用文献

- 1) 小林享夫・村本正博：リュウキュウマツの新病害,漏脂胴枯病,森林防疫38,p169-173,1989
- 2) 池田武文ほか：リュウキュウマツ漏脂胴枯病-病原菌の分離-,日林九支研論集42,P221-222,1989
- 3) 村本正博ほか：リュウキュウマツの漏脂性被害,99回日林論,p513-514,1988
- 4) 小林享夫ほか：リュウキュウマツ漏脂症関連糸状菌とその病原性,99回日林論,p515-516,1988
- 5) 多和田真重：沖縄文化財百科(第4巻),pp.246,1978
- 6) 嘉手苅幸男：亜熱帯産樹種の利用開発について-乾燥スケジュール及び木製ガードレールの開発-,林経協月報436,42,1998
- 7) 村本正博・田代卓：リュウキュウマツ漏脂胴枯病に関する研究(Ⅲ)-各種マツに対する接種試験-,日林九支研論集44,p127-128,1991
- 8) 具志堅允一ほか：沖縄県におけるリュウキュウマツ漏脂性病害の分布と被害解析,日林九支論集43,p127-128,1990
- 9) Sinclair,W.A.,Lyon,H.and Johnson.W.T.:Diseases of trees and shrubs,p216-217,Cornell Univ.Press,Ithaca,1987
- 10) 松尾・駒田・松田編：作物のフザリウム病,p17-60,全国農村教育協会,東京1980
- 11) 村本正博：リュウキュウマツ漏脂胴枯病の発生生態,森林防疫44,104,1995
- 12) 亀山統一：リュウキュウマツ漏脂胴枯病の病徴形成における季節変化,107回日林論,p281-282,1996

資 料

イジュ造林地の生育状況について

安里 修

1. はじめに

イジュは、琉球列島の固有種で、樹高20m、胸高直径1mにも達する常緑広葉樹¹⁾の高木である。

また、4月から5月にかけて咲く白い花は人々の目を楽しませ、琉歌にも詠まれるようにわれわれの生活に潤いを与える環境木・緑化木としても重要な樹種である。

材は、通直性が高く、古くから構造材として用いられてきたが、近年は独特の材色や木目など、その特色を生かしたフローリング用材、壁用材などに用途は広がってきている。

このような状況の中、有用広葉樹としてイジュの造林が行われ、造林実績は平成10年末で116ha²⁾に達しているが、未だ育成途中であり成長等に関する資料が少ない。

そこで今回、保育管理技術の基礎資料を得る目的で造林木の調査を行った。その調査結果について報告する。

なお、調査に関しては国頭村役場、国頭村森林組合及び北部林業事務所の職員に現地調査のご協力を得た。また、沖縄県林務課寺園隆一氏には調査資料取りまとめにご尽力をいただいた。記して感謝申し上げる次第である。

2. 調査地及び調査方法

調査は、国頭村伊地の村有林24林班内及び国頭村辺野喜の県営林58林班内の人工造林地で行った。本調査地は、伐採跡地の造林としてha当たり4,400本のイジュが植栽され、その後下刈り等の保育事業が行われている。

伊地の調査地は、14年生の造林地で、面積は1.57ha、適潤性黄色土壌で谷部の斜面に位置する。調査は、北西向きの傾斜角12°の箇所にて20m×20mの方形プロットを設定し、胸高直径3cm以上の全立木について毎木調査を行うとともに、胸高断面積により標準木を選出し、樹幹解析を行った。

辺野喜の調査地は、19年生のイジュ造林地で、面積は3.78ha、谷部に挟まれせり出した尾根に位置し、乾性黄色土壌である。調査は、尾根部から谷筋に下る平行斜面の林分内に10m×10mの方形プロットを隣接してA、B2箇所を設定し胸高直径3cm以上の全立木について毎木調査を行った。プロットAは北向きの傾斜角13°に、プロットBは北西向きの傾斜角20°に設定した。

3. 結果及び考察

1) 林分の現況

調査地の伊地、辺野喜A、辺野喜Bそれぞれの出現樹種を表-1に示す。

出現樹種は、伊地が11種、辺野喜Aが8種、辺野喜Bが4種となっている。また、造林木で

あるイジュ以外についてみると、伊地では、イタジイ、エゴノキ、クスノキ、ハマセンダン、ホルトノキ等、辺野喜Aでは、エゴノキ、イスノキ、ハマセンダン等、辺野喜Bでは、エゴノキ等の萌芽種や侵入種が多い。

次に、林分現況として毎木調査結果を表-2に示す。

各調査箇所の結果は（伊地、辺野喜A、辺野喜B）それぞれ平均直径 7.7cm、7.5cm、8.7cm、平均樹高 7.2m、7.6m、8.1m、ha当たり本数 5,700本、6,100本、4,600本、ha当たり材積 128.9m³、134.7m³、148.1m³の順となっている。

イジュについての毎木調査結果を表-3に示す。

イジュも同様に平均直径 7.4cm、7.8cm、8.8cm、平均樹高 7.1m、7.3m、8.1m、ha当たり本数 4,175本、3,300本、3,200本、ha当たり材積 83.1m³、80.6m³、102.8m³となっている。

イジュの調査対象木における本数割合をみると伊地が73%、辺野喜A 54%、辺野喜B 70%となっており伊地と辺野喜Bが高い割合を示している。

表-1 出現樹種

伊地		辺野喜A		辺野喜B	
樹種名	本数	樹種名	本数	樹種名	本数
イジュ	167	イジュ	33	イジュ	32
イタジイ	27	コナラ	18	コナラ	12
コナラ	7	スギ	3	スギ	1
クスノキ	4	イタジイ	1	イタジイ	1
シロツグ	3	シロツグ	1		
クヌギ	2	ハマセンダン	4		
ナカハクサ	1	ヤマモリ	1		
ハマセンダン	6	リュウキウカキ	1		
ヒメスズリ	3				
ホルトノキ	6				
ヤマモリ	2				
11	228	8	62	4	46

表-2 林分現況（全調査木）

事項	伊地 (20×20)		辺野喜A (10×10)		辺野喜B (10×10)	
平均直径(cm)	7.7	(3.5-14.5)	7.5	(3.0-13.6)	8.7	(3.1-15.0)
平均樹高(m)	7.2	(4.1-10.2)	7.6	(3.9-10.7)	8.1	(5.3-9.9)
立木本数	228		61		46	
立木本数/ha	5,700		6,100		4,600	
断面積(m ² /ha)	29.2		28.9		30.5	
材積(m ³ /ha)	128.9		134.7		148.1	
相対幹距(%)	13.4		12.5		15.3	

表-3 林分現況 (イジュ)

事項	伊地 (20×20)	辺野喜A (10×10)	辺野喜B (10×10)
平均直径(cm)	7.4 (3.5-12.0)	7.8 (3.0-13.6)	8.8 (3.9-15.0)
平均樹高(m)	7.1 (4.1-10.5)	7.3 (3.9-10.3)	8.1 (5.3-9.9)
立木本数	167	33	32
立木本数/ha	4,175	3,300	3,200
断面積(m ² /ha)	19.1	17.7	21.4
材積(m ³ /ha)	83.1	80.6	102.8
生存率 (%)	95%	75%	73%
本数割合 (%)	73%	54%	70%

2) 胸高直径階別本数分布

伊地における胸高直径別本数分布について表-4に示す。

イジュは出現本数が167本あり、4cmから12cm階に分布している。特に、6cm階に52本、8cm階61本と頻度が高くイジュの本数割合で68%あり、10cm以上は36本で22%となっている。

イジュ以外の樹種についてみると10cm階以上の本数はイタジイが19本、ホルトノキが5本、ハマセンダンが3本となっている。

表-4 胸高直径別本数分布 (伊地)

胸高直径 (cm)	イジュ	イタジイ	コノキ	ハマセンダン	ホルトノキ	クスノキ	その他	計
4	18	1	2	0	0	1	1	23
6	52	5	2	2	0	3	8	72
8	61	2	2	1	1	0	2	69
10	28	10	0	0	0	0	0	38
12	8	8	0	3	3	0	0	22
14	0	1	1	0	2	0	0	4
計	167	27	7	6	6	4	11	228

辺野喜Aの胸高直径別本数分布について表-5に示す。

イジュは、出現樹種33本のうち8cm階に10本が分布する。イジュ以外のエゴノキやハマセンダン、イタジイ等についても同様の傾向がみられる。10cm階以上についてみるとイジュが優勢となるが本数割合は30%にとどまっている。

表-5 胸高直径別本数分布 (辺野喜A)

胸高直径(cm)	イジュ	イタジイ	コノキ	ハマセンダン	その他	計
4	6	0	2	0	2	10
6	7	0	6	2	1	16
8	10	1	8	2	3	24
10	5	0	2	0	0	7
12	4	0	0	0	0	4
14	1	0	0	0	0	1
計	33	1	18	4	6	62

辺野喜Bにおける各樹種の胸高直径別本数分布について表-6に示す。

イジュは、総本数46本のうち32本を占める。このうち8cm階～12cm階に22本が出現し、優占種となっている。しかしながらエゴノキが各階に分布しており、本数割合も26%に及んでいる。

表-6 胸高直径別本数分布(辺野喜B)

胸高直径(cm)	イジュ	イタジイ	エゴノキ	クスノキ	計
4	4	0	3	0	7
6	3	1	1	0	5
8	9	0	1	0	10
10	8	0	4	0	12
12	5	0	3	0	8
14	2	0	0	1	3
16	1	0	0	0	1
計	32	1	12	1	46

3) 樹高階別本数分布

伊地の樹高階別本数分布について表-7に示す

イジュは出現本数167本あり、7m階に68本、8m階に42本、9m以上は12本となり、それぞれの本数割合は41%、25%、7%となっている。

イジュ以外の樹種についてみると、イタジイ27本のうち26本が7m階以上に分布しており、造林木であるイジュより若干上層に位置している。また、エゴノキも7本中6本が7m階以上、ホルトノキは出現本数8本すべてが6m階以上となっており、イジュ、イタジイとともにエゴノキ、ホルトノキも上層を形成している。

表-7 樹高階別本数分布(伊地)

樹高(m)	イジュ	イタジイ	エゴノキ	ホルトノキ	ハマセンダン	クスノキ	その他	計
4	2	0	0	0	0	0	0	2
5	11	0	0	0	0	0	2	13
6	32	1	1	0	1	2	2	39
7	68	13	2	0	2	2	5	92
8	42	12	3	4	1	0	1	63
9	10	1	0	1	2	0	1	15
10	2	0	1	1	0	0	0	4
計	167	27	7	6	6	4	11	228

辺野喜Aの樹高階別本数分布について表-8に示す。

イジュは出現樹種33本のうち、7m階に9本、8m階に8本、9m階に5本となっている。イジュ以外の樹種についてみると、エゴノキ18本のうち14本が8m階以上に分布し、また、ハマセンダンも出現本数4本が8m階以上となり、イジュ、エゴノキとともに上層を形成している。

表-8 樹高階別本数分布 (辺野喜A)

樹高(m)	イジュ	イタジイ	エゴノキ	ハマセンダン	その他	計
4	0	0	0	0	2	2
5	4	0	0	0	1	5
6	6	1	2	0	1	10
7	9	0	2	0	1	12
8	8	0	5	2	0	15
9	5	0	6	2	1	14
10	1	0	2	0	0	3
11	0	0	1	0	0	1
計	33	1	18	4	6	62

辺野喜Bの樹高階別本数分布について表-9に示す。

イジュは出現樹種 32 本のうち 8 m階以上に多く、8 m階に 12 本、9 m階に 11 本、10 m階に 1 本となり、8 m階以上の本数割合で 78%を占めている。

イジュ以外の樹種では、エゴノキがイジュと同様の傾向を示している。

表-9 樹高階別本数分布 (辺野喜B)

樹高 (m)	イジュ	イタジイ	エゴノキ	ハマセンダン	計
5	1	0	0	0	1
6	2	1	2	0	5
7	5	0	1	0	6
8	12	0	2	0	14
9	11	0	5	1	17
10	1	0	2	0	3
計	32	1	12	1	46

4) 樹高曲線

調査地の出現樹種について樹高別に並べた樹高曲線を示す。(図-1, 2, 3)

樹高曲線の形状は、両端の曲線部と中央の直線部の3つの部分からなり緩やかなS字形を呈している。上部の曲線の変化点は上層木の階層を示していると考えられ伊地地区で 19 本、辺野喜A地区で 8 本、辺野喜B地区で 7 本となっている。また、調査対象木の本数割合でみると伊地が 8.5%、辺野喜Aが 12.9%、辺野喜Bが 15.2%となっており、平均樹高が高いほど比率は高くなっている。

樹種構成をみてみると、伊地がイジュ 12 本、ホルトノキ 2 本、ハマセンダン 2 本、イタジイ 1 本、エゴノキ 1 本、ヒメユズリハ 1 本、辺野喜Aがイジュ 3 本、エゴノキ 3 本、ハマセンダン 1 本、リュウキュウガキ 1 本、辺野喜Bがイジュ 3 本、エゴノキ 4 本となっており、イジュが本数割合が多いものの萌芽種及び侵入種等の優勢が認められる。

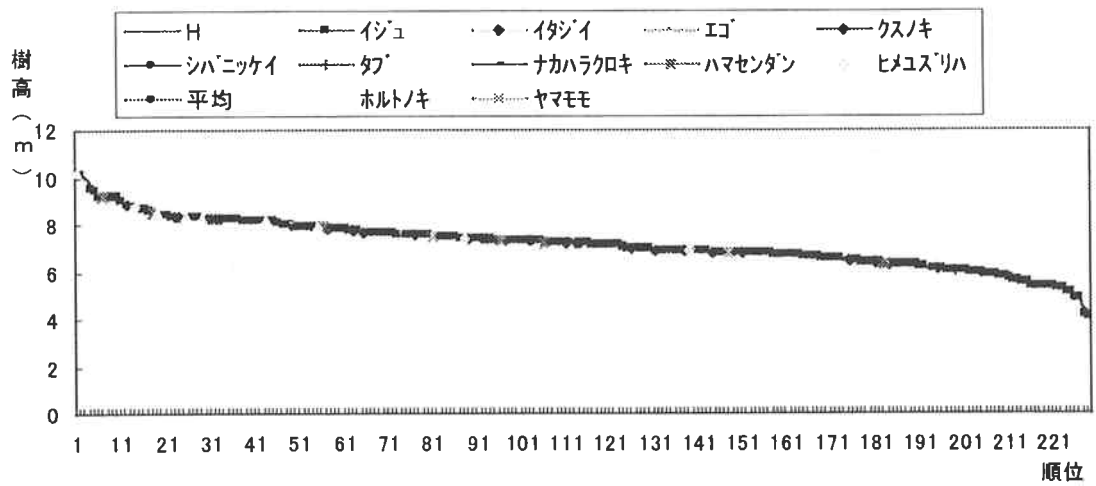


図-1 樹高曲線 (伊地)

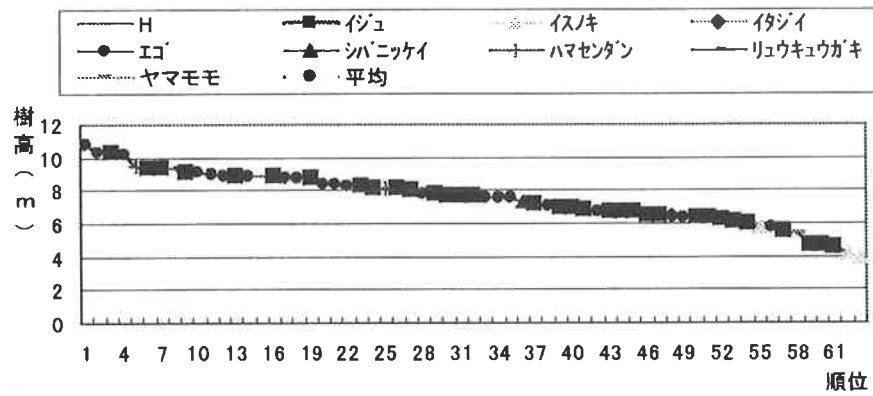


図-2 樹高曲線 (辺野喜A)

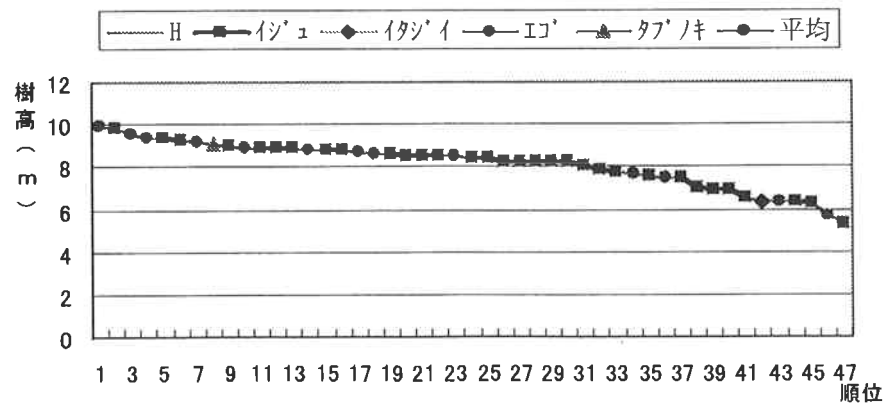


図-3 樹高曲線 (辺野喜B)

5) 標準木の成長（樹幹解析）

樹幹解析³⁾の結果は表-10の総括表に示すとおりで、ここにおける成長率は、プレスラー式を用いて算出したものである。

標準木の直径成長は、5年で1.30cm、10年で4.72cm、14年で6.79cm、14年（皮付き）で7.26cmとなり、成長率は、5年から10年が22.7%、10年から14年が7.2%となっている。

樹高成長量は、5年で2.04m、10年で6.12m、14年で8.28mとなり、成長率は5年から10年が20.0%、10年から14年が6.0%となる。

材積成長量は、5年で $2.67 \times 10^4 \text{m}^3$ 、10年で $62.42 \times 10^4 \text{m}^3$ 、14年で $167.78 \times 10^4 \text{m}^3$ となり総成長量は $194.71 \times 10^4 \text{m}^3$ となっている。また、成長率は、5年から10年が36.7%、10年から14年が18.3%となる。

表-10 樹幹解析総括表

年 齢	直径成長(cm)				樹高成長(m)				材積成長量(m ³)							
	総成 長量	定期 成長 量	定期 連年 成長 量	総平 均成 長量	成長 率 %	総成 長量	定期 成長 量	定期 連年 成長 量	総平 均成 長量	成長 率 %	総成長量	定期成長 量	定期連年 成長量	総平均成 長量	成長 率 %	胸高 形数
5	1.30			0.26		2.04			0.41		0.000267			0.000053		0.99
		3.42	0.68		22.7		4.08	0.82		20.0		0.005975	0.001195		36.7	
10	4.72			0.47		6.12			0.61		0.006242			0.000624		0.58
		2.07	0.41		7.2		2.17	0.43		6.0		0.010536	0.002107		18.3	
14	6.79			0.49		8.28			0.59		0.016778			0.001198		0.56
(皮付き)																
14	7.26			0.519		8.28			0.59		0.019471			0.001391		

※ 成長率はプレスラー式を用いた

4. むすび

イジュの成長のパターンを把握し、今後の保育管理技術の基礎資料を得る目的で生育途上の造林木の調査を行った。

調査地は、14年生イジュ林で平均胸高直径7.4cm、平均樹高7.1m、ha当たり材積83.1m³となり、19年生イジュ林で、平均胸高直径7.8cmと8.8cm、平均樹高7.3mと8.1m、ha当たり材積80.6m³と102.8m³となった。

イタジイ、エゴノキ、ホルトノキ等の萌芽木、侵入種により被圧の影響を受けると考えられた。また、両調査地とも造林木であるイジュ同士の競争もみられるため、除・間伐の必要性が認められる。

引用文献

1) 平良喜代志編：沖縄の樹木，134，新星図書出版，1987

2) 沖縄県農林水産部：沖縄の林業，平成 11 年度版，20，2000

3) 南雲秀次郎ほか：測樹学，138～146，地球社，1990



伊地地区（イジュ 14 年生）



辺野喜A（イジュ 19 年生）



辺野喜B (イジュ19年生)

ニオウシメジ栽培における土壌の種類別評価と粉炭施用効果について

比嘉 享

1. はじめに

ニオウシメジ (*Macrocybe gigantea*) はキシメジ科ニオウシメジ属の食用菌で、県内各地で露地栽培されている。子実体は3 cm厚程度の覆土を介して発生するため、覆土に用いる土壌の素性は、ニオウシメジの栽培上重要な要素である。

県内に産する土壌は、酸性の国頭マーヅ、弱アルカリ性の島尻マーヅ、弱アルカリ性・粘土質のジャーガルに大別される。ニオウシメジの全県的な普及を図るにはニオウシメジの発生量を、土壌種類別に把握することが必要である。今回はニオウシメジ栽培における土壌の種類別評価と粉炭混合による土壌改良効果について検討した。

2. 材料と方法

1) 試験条件

試験期間は平成11年6月24日～10月31日とした。試験地は温室の一角に設置した。ニオウシメジの菌床はTG-12号株1 kg培地を用い、供試数を180個とした。覆土は培地の綿詮部を開放し、あらかじめ調整した土をかぶせた。土の厚みは3 cmとした。温度は28～32℃、湿度は90%以上に保たれるよう適宜散水した。試験期間中70%程度の遮光を施した。

2) 試験区の設定

国頭マーヅ、島尻マーヅ、ジャーガルの3種類の土壌毎に粉炭を容積比で0% (未混入)、5%、10%、15%それぞれ混入し、覆土用土壌として調整した。全試験区は12区で、1区あたり15個とした。

3) 観察及び測定項目、土壌の評価

観察及び測定項目は①菌糸の伸長、②子実体収量、③土壌へ侵入した菌糸体の重量とした。これまで土壌中への菌糸の侵入はニオウシメジの子実体形成に不可欠な過程であることが観察されている¹⁾。このことから、子実体の発生量は、土壌に侵入した菌糸体の重量と正の相関があると仮定し、この値を土壌別評価の指標とした。算出については、菌床の当初重量から試験終了時の重量を差し引いた数値、すなわち菌床の減少量を用いた。

3. 結果と考察

1) 菌糸伸長の観察評価

ジャーガルは粉炭の混合による菌糸伸長の向上は観察されなかったが、国頭マーヅと島尻マーヅは、粉炭混合率が大きくなるのに比例して、覆土の隆起と覆土への菌糸の侵入が盛んになる傾向がみられた。覆土から35日経過した7月30日時点における島尻マーヅ表面の菌糸の状況を比較すると、表-1に示すとおり0%区では、子実体、原基、菌糸の確認される供試体が15個中0個

であったのに対し、5～15%区では粉炭混合率が上がるのに比例して、子実体形成、原基形成、菌糸ともに、確認される供試体が増える傾向にある。

表-1 島尻マージの覆土表面の状況（覆土から35日経過時） 単位：個

粉炭混合率(%)	確認された供試数 (%)		
	子実体形成	原基形成	菌糸
0	0 (-)	0 (-)	0 (-)
5	2 (13.3)	6 (40.0)	5 (33.3)
10	3 (20.0)	7 (46.7)	3 (20.0)
15	6 (40.0)	7 (46.7)	0 (-)

2) 土壌別・粉炭混合区別の菌床重量の減少量

土壌別・粉炭混合区別の菌床重量の減少量を図-1に示した。粉炭を混合しない場合の菌床減少量を、土壌別に比較するとジャーガルが最も大きな値を示したが、粉炭混合による菌床重量の減少は認められなかった。これに対し、国頭マージと島尻マージは粉炭混合率の上昇に比例して、菌床の減少量も大きくなり、粉炭混合が菌糸伸長に良好な影響を与えることが認められた (Fisher's PLSD 5%)。

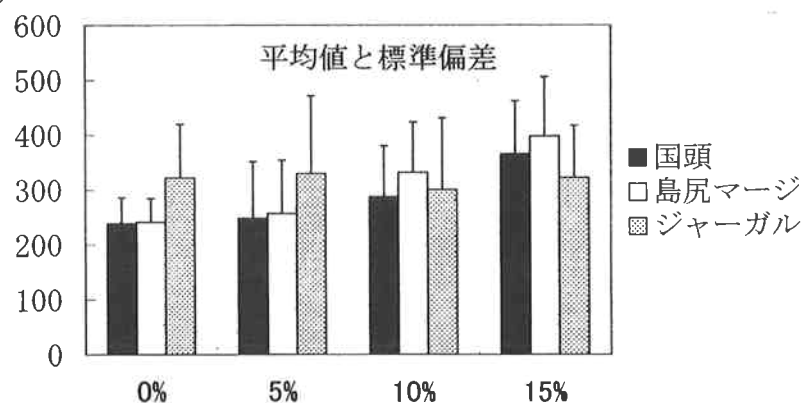


図-1 土壌別・粉炭混合区別の菌床重量の減少量

各土壌区粉炭混合率0%区の菌床減少量を100として、粉炭混合の増加による菌床減少量の増加を指数で評価したのが表-2である。国頭マージ、島尻マージとも粉炭混合量の増加に比例して菌床の減少量が大きくなる傾向が認められた。また表-1、図-1の結果から、子実体形成と菌床重量の減少量との間に、正の相関関係があることが示唆された。

表-2 試験区別ニオウシメジの粉炭混合による覆土改良効果 単位：g

土 壌 区 粉炭混合率(%)	各土壌区の菌床の減少量 (減少指数)		
	国頭マージ	島尻マージ	ジャーガル
0	238±48 (100)	241±43 (100)	332±98 (100)
5	248±104 (104)	257±97 (107)	330±141 (102)
10	288±93 (121)	332±91 (138)	301±130 (93)
15	365±97 (153)	398±108 (165)	323±95 (100)

写真-1は国頭マージの0%、5%、10%区を示している。0%区、5%区に子実体が認められないのに対し、右端の10%区は菌糸の伸長が旺盛であるほか子実体も確認できる。

なお、今回は多くの供試体で子実体形成途中で成長を中止する現象がみられた。(温室内の急激な温度上昇や乾燥などが原因と思われる。)このため子実体重量ではなく菌床の減少量を土壌評価の指標にしたが、今後データを蓄積して、子実体重量を補う資料としての使用が可能かどうかを検討する必要がある。



写真-1 国頭マージの発生状況
(左端0%区、中央5%区、右端10%)



写真-2 良好に子実体を発生させた供試体
(左から島尻マージ10%区、ジャーガル0%区、国頭マージ15%区、国頭マージ5%区)

引用文献

- 1) 比嘉 享：野生きのこ人工栽培技術研究，沖縄県林試研報 No.37, 26, 1994

酸性雨等森林衰退モニタリング事業における 2 期目の調査結果について

漢那 賢作・平田 功

1. はじめに

「酸性雨等森林衰退モニタリング事業」は、世界的に問題となっている酸性雨等の大気汚染物質による森林の衰退や立地環境の悪化を早期に発見し、環境の変化と森林衰退との関連性を把握する目的で開始された事業である。本事業は林野庁から各都道府県に委託され、1990年から第1期目が、1995年から第2期目が行われた。そして2000年からは第3期目に入り、規模や内容が若干変わったが現在も継続中である。長期にわたり同一地点で調査が行われ蓄積されたデータは、酸性雨等による衰退だけでなく、今後我が国の森林の成長や植生の変遷を捉える上でも非常に重要なデータとなる。特に、大気汚染物質の大陸移送を問題視すれば、石垣島、宮古島からなる先島諸島や沖縄本島を中心とする南西諸島は、日本本土に比較して、人口の増加や産業発展の著しい中国や台湾から近い位置にあるため、汚染物質の影響をより受けやすいと考えられる

このため、第1期、第2期のデータを取りまとめておくことは、今後も継続される調査結果と突き合わせ、酸性雨等による森林の変化を追跡する上での基礎資料として重要と考えられる。

そこで今回、本県における第2期目までの雨水、土壌、森林衰退度調査の結果について取りまとめを行った。その結果について報告する。

2. 調査地の概要

調査地は、国土地理院発行の5万分の1地形図毎に1箇所が選定されており、その調査対象区画内で1ha以上の面積を有する一様な林分から1ヶ所を選び調査地とした。なお、選定した調査地が所属する2万5千分の1地形図の図幅名を調査地の呼称とする。

調査地点は全国で約1,200地点、沖縄県8地点である。表-1に調査地の図幅名と調査年度、図-1に調査地の位置を示す。

表-1 調査地と調査年度

調査地 (1/25,000図幅名)	調査年度	
	1期目	2期目
①名護南部	1990	1995
②平良	1990	1995
③楚洲	1991	1996
④石垣	1991	1996
⑤仲尾次	1992	1997
⑥西表大原	1992	1997
⑦石川	1993	1998
⑧与那原	1994	1999



図-1 調査地の位置図

それぞれの調査地の概要は、以下のとおりである。

①名護南部

調査は、名護市南明治山試験地の広葉樹林で行った。本調査地の標高等を表-2に示す。

表-2 名護南部の標高等

標高 (m)	傾斜方位	傾斜角度	局所地形	表層地質	土壌型
25	平坦	0	山腹平衡斜面	大野粘土層(琉球石灰岩母材)	DRC-Ca

②平良

調査は、平良市の大野山林内で行った。上層木がリュウキュウマツを主体とする天然林である。本調査地の標高等を表-3に示す。

表-3 平良の標高等

標高 (m)	傾斜方位	傾斜角度	局所地形	表層地質	土壌型
25	平坦	0	山腹平衡斜面	大野粘土層(琉球石灰岩母材)	DRC-Ca

③楚洲

調査は、国頭村字楚洲の広葉樹林で行った。本調査地の標高等を表-4に示す。

表-4 楚洲の標高等

標高 (m)	傾斜方位	傾斜角度	局所地形	表層地質	土壌型
395	N45W	25	山腹平衡斜面	粘板岩	YD(d)

④石垣

調査は、石垣市石垣のツカラ岳で行った。本調査地の標高等を表-5に示す。

表-5 石垣の標高等

標高 (m)	傾斜方位	傾斜角度	局所地形	表層地質	土壌型
160	N45W	25	中腹平衡斜面	礫層	Rc

⑤仲尾次

調査は、名護市字嘉陽にある広葉樹林で行った。本調査地の標高等を表-6に示す。

表-6 仲尾次の標高等

標高 (m)	傾斜方位	傾斜角度	局所地形	表層地質	土壌型
140	SE	5	山頂緩斜面	第三紀砂岩	gYRc

⑥西表大原

調査は、竹富町南風見の広葉樹林で行った。本調査地の標高等を表-7に示す。

表-7 西表大原の標高等

標高 (m)	傾斜方位	傾斜角度	局所地形	表層地質	土壌型
45	SE	7	山頂平衡斜面	第三紀砂岩	Yc

⑦石川

調査は、石川市字東山原にあるリュウキュウマツと広葉樹の混交林で行った。本調査地の標高等を表-8に示す。

表-8 石川の標高等

標高 (m)	傾斜方位	傾斜角度	局所地形	表層地質	土壌型
110	SW	28	中部平衡斜面	中・古生層千枚岩	gYRI

⑧与那原

調査は、与那原町字与那原のデイゴ造林地で行った。本調査地の標高等を表-9に示す。

表-9 与那原の標高等

標高 (m)	傾斜方位	傾斜角度	局所地形	表層地質	土壌型
50	ENE	10	中部平衡斜面	第三紀泥岩	Im-C

3. 調査項目および調査方法

本事業の調査は、「酸性雨等森林衰退モニタリング事業実施マニュアル」(1991年改訂、1995年第2期用)に基づき、概況調査、毎木調査、植生調査等多岐にわたるが、今回の取りまとめについては、以下に示す雨水調査、土壌調査、森林衰退度調査のみについて行った。

1) 雨水調査

雨水の採取は、その年に衰退度や土壌調査を実施する地点において、6月最初の月曜日から10日

間行った。採水は直径21cmのロートを用い、20リットルのポリタンクに集めるバルク方式の採取装置を設置して行った（写真-1）。夾雑物の混入を避けるため、ロート低にはネットを詰めた。採取した雨水は、pH（TOA社：HM-26S）、電気伝導度（TOA社：CM-40V）の測定を回収後間もなく当林試で行った。その後、回収した雨水はろ過する等の前処理を行った後、指定された分析機関「（財）林業科学技術振興所」へ送付し、表-10に示す項目が分析された。

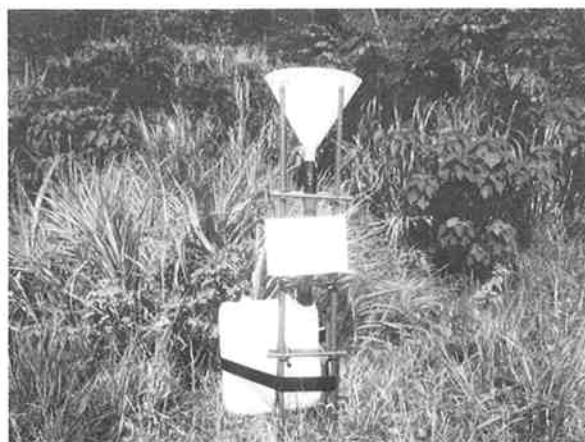


写真-1 雨水採取の状況

表-10 雨水の分析項目

項目	分析手法	測定単位
pH（水素イオン濃度）	ガラス電極法	
EC（電気伝導度）	電気伝導度計	$\mu\text{s}/\text{cm}(25^\circ\text{C})$
NH_4^+ （アンモニア）	イオンクロマト法	mg/l
NO_3^- （硝酸）	イオンクロマト法	mg/l
K^+ （カリウム）	原子吸光法	mg/l
Ca^{2+} （カルシウム）	原子吸光法	mg/l
Mg^{2+} （マグネシウム）	原子吸光法	mg/l
Na^+ （ナトリウム）	原子吸光法	mg/l
SO_4^{2-} （硫酸）	イオンクロマト法	mg/l
Cl^- （塩素）	イオンクロマト法	mg/l
NO_2^- （亜硝酸）	イオンクロマト法	mg/l
PO_4^{3-} （（リン酸）	イオンクロマト法	mg/l

2) 土壌調査

土壌調査は、調査地の原点を中心に6mのメッシュに区分した交点の16ヶ所（図-2）のそれぞれの地点から土壌を採取して行った。採取深度は、地表面（Ao層を除く）から5cmまでの深さとし、採取量は100gずつ行った。採取した土壌試料は混合し、室内で自然乾燥させた後2mmの円孔ふるいにかけて、細土を取り出す等の前処理を行った後、指定された分析機関「（財）林業科学技術振興所」へ送付し、表-11に示す化学性の分析が行われた。

なお、1999年の調査地「与那原」は、雨水のpH・ECを除いた分析項目と土壌の全ての分析項目について分析結果が公表されていないため、本報告では省いた。

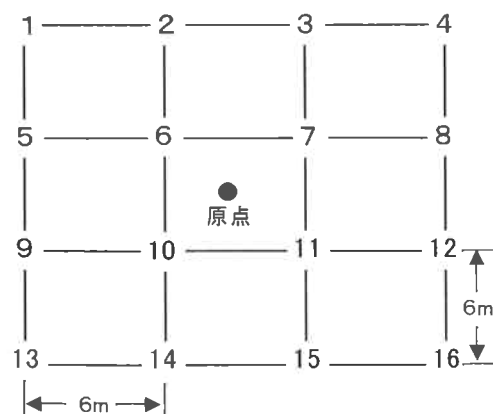


図-2 土壌採取地点（1～16）

表-11 土壌の分析項目

項目	分析手法	測定単位
pH (H ₂ O)	ガラス電極法	
pH (KCl)	ガラス電極法	
Y1 (交換酸度)	常法	
C (全炭素)	CNコーダ法	%
N (全窒素)	CNコーダ法	%
交換性塩基K (カリウム)	原子吸光法	meq/100g
交換性塩基Ca (カルシウム)	原子吸光法	meq/100g
交換性塩基Mg (マグネシウム)	原子吸光法	meq/100g
交換性Al (アルミニウム)	原子吸光法	meq/100g

3) 森林衰退度調査

森林の衰退度調査は、林分調査地の原点から東西南北に12m離れた地点に定点を設定し、定点周辺の上層木を近いものから5本ずつ、計20本を選定し、胸高位置にナンバーテープを付け、同じ個体について5年毎に調査した。また、原点を中心とした小、中、大の同心円(0.1ha)の調査区を設定し、毎木調査(樹高・胸高直径の測定)を行った。なお、衰退度の評価は表-12に従った。

表-12 衰退度測定項目及び評価基準

測定項目	評価基準				
	0	1	2	3	4
樹勢	旺盛な生育状態を示し被害が全く見られない	幾分被害の影響を受けているがあまりめだたない	以上が明らかに認められる	生育状態が劣悪で回復の見込みがない	枯死
樹形	自然樹形を保っている	若干の乱れはあるが自然樹形に近い	自然樹形の崩壊がかなり進んでいる	自然樹形が完全に崩壊され、奇形化している	枯死又は枯死寸前
枝の伸長量	正常	幾分少ないが、それほど目立たない	枝は短くなり細かい	枝は極度に短小、ショウガ状の節間がある	
梢端の枯損	なし	少しあるがあまり目立たない	かなり多い	著しく多い	枯死
枝葉の密度	枝と葉の密度のバランスがとれている	0に比べてやや劣る	やや疎	枯枝が多く葉の発生が少ないため著しく疎	
葉形	正常	少し歪みがある	変形が中程度	変形が著しい	
葉の大きさ	正常	幾分小さい	中程度に小さい	著しく小さい	
葉色	正常	やや異常	かなり異常	著しく異常	
葉の壊死	なし	わずかにある	かなり多い	著しく多い	

4. 調査結果および考察

1) 雨水

1990～1999年の10年間に測定された雨水のpH値を表-13に示した。最も低い値は、1990年の平良4.6、次いで1990年の名護南部4.8であった。1991年以降は最低でも6.1以上を示しており、1990年に何故このような低い値を示したかは明らかでない。1期目の平均は6.1、2期目の平均は6.8であり、1、2期を平均すると6.4となる。酸性雨等森林被害モニタリング事業報告¹⁾によるpHの全国平均値はそれぞれ1990年(5.0)、1991年(4.9)、1992年(5.1)、1993年(5.2)、1994年(5.1)となり、毎年近い値で推移している。

表-13 雨水のpH

調査地	1期目	pH	2期目	pH	1、2期平均
①名護南部	1990	4.8	1995	6.5	5.7
②平良	1990	4.6	1995	7.3	6.0
③楚洲	1991	6.3	1996	7.3	6.8
④石垣	1991	6.1	1996	—	6.1
⑤仲尾次	1992	6.6	1997	6.5	6.6
⑥西表大原	1992	6.5	1997	6.5	6.5
⑦石川	1993	6.9	1998	7.5	7.2
⑧与那原	1994	6.8	1999	6.1	6.5
	1期平均	6.1	2期平均	6.8	6.4

—) 採取期間中に降雨なし

この1期目の全国平均値は、5.1となり沖縄の1期目より低い値を示す。6月の10日間だけの雨水調査の結果であるが、本県において酸性雨とされるpH5.6以下の雨水は1991年以降観測されていない。

次に、ECの分析結果を表-14に示す。最高値は1997年の122.7 μ s/cm、最低値は1994年の7.7 μ s/cmであり、1、2期の平均は37.8 μ s/cmであった。酸性雨等森林被害モニタリング事業報告¹⁾による各年毎の全国平均値は最低19.6～最高23.9 μ s/cmとなり、沖縄は全国の平均値に比較してECの年毎の値の変動が激しいといえる。

表-14 雨水のEC

調査地	1期目	EC(μ s/cm)	2期目	EC(μ s/cm)	1、2期平均
①名護南部	1990	40.0	1995	23.0	31.5
②平良	1990	30.0	1995	32.6	31.3
③楚洲	1991	33.9	1996	22.5	28.2
④石垣	1991	36.9	1996	—	36.9
⑤仲尾次	1992	15.8	1997	122.7	69.3
⑥西表大原	1992	50.8	1997	30.8	40.8
⑦石川	1993	24.7	1998	18.5	21.6
⑧与那原	1994	7.7	1999	78.4	43.1
	1期平均	30.0	2期平均	46.9	37.8

—) 採取期間中に降雨なし

雨水の分析結果は表-15に示すとおりである。酸性雨の主な要因成分であるNO₃⁻、SO₄²⁻が土壌の化学性にどのような影響を与えるかについて、第3期目の調査結果を踏まえ、さらに検討する必要がある。

表-15 雨水の分析結果

年度	図幅名	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
1990	①名護南部	0.19	0.05	0.79	0.12	0.40	7.86	0.00	0.00	0.00	0.94
1990	②平良	0.09	4.41	0.52	0.04	0.61	4.32	0.00	0.06	0.00	0.78
1991	③楚洲	0.51	2.37	0.58	4.52	0.26	3.90	0.00	0.06	0.00	1.42
1991	④石垣	0.00	2.64	0.96	1.92	0.36	3.83	1.43	1.10	0.00	4.25
1992	⑤仲尾次	0.22	1.60	0.37	2.16	0.20	1.12	0.00	0.08	0.53	0.94
1992	⑥西表大原	0.45	0.52	0.80	5.63	0.88	7.03	0.00	0.00	0.00	3.43
1993	⑦石川	0.00	2.21	0.38	1.42	0.26	4.36	0.00	0.15	0.46	2.07
1994	⑧与那原	0.02	0.33	0.45	0.70	0.10	0.71	0.00	0.00	0.00	0.09
1995	①名護南部	0.06	0.63	0.17	0.41	0.12	0.89	0.00	0.25	0.00	0.56
1995	②平良	0.04	0.94	0.40	0.33	0.15	1.58	0.00	0.21	0.00	0.64
1996	③楚洲	0.09	1.23	2.29	1.13	0.14	3.59	0.00	0.39	0.00	0.80
1997	⑤仲尾次	0.27	14.94	1.21	1.53	1.86	30.45	0.00	0.14	0.00	4.44
1997	⑥西表大原	0.15	2.64	0.81	2.28	0.28	4.60	0.00	0.13	0.17	0.86
1998	⑦石川	0.19	1.76	0.27	1.18	0.21	2.32	0.00	0.64	0.00	1.22

2) 土壌

土壌の分析結果は表-16に示すとおりである。交換性塩基量 (ex-Ca, ex-Mg等) と土壌の酸性化に対する緩衝能との関係については、第3期目の調査結果を踏まえ、さらに検討する必要がある。

表-16 土壌の分析結果

年度	図幅名	pH(H ₂ O)	pH(KCl)	Total-C	Total-N	C/N	ex-k	ex-Ca	ex-Mg	ex-Al	Y1	K+Ca+Mg
1990	①名護南部	4.68	3.65	4.30	0.20	21.50	0.30	1.17	0.70	2.87	13.67	2.17
1990	②平良	5.50	4.29	7.24	0.50	14.50	0.63	7.10	5.21	0.06	1.13	12.94
1991	③楚洲	4.81	3.47	5.65	0.32	17.50	0.28	0.45	0.56	7.45	33.50	1.29
1991	④石垣	4.56	3.53	4.31	0.25	17.20	0.33	0.32	0.84	4.20	21.30	1.49
1992	⑤仲尾次	4.40	3.33	4.22	0.20	21.10	0.16	0.15	0.70	4.23	19.70	1.01
1992	⑥西表大原	4.52	3.47	2.51	0.13	19.30	0.11	0.51	0.73	0.40	2.90	1.35
1993	⑦石川	5.13	3.83	3.03	0.19	15.94	0.35	1.87	1.55	1.15	5.50	3.77
1994	⑧与那原	8.14	7.08	2.45	0.24	10.20	1.96	38.06	3.38	0.00	0.00	43.40
1995	①名護南部	5.11	3.97	10.27	0.49	21.00	0.40	3.85	2.45	0.76	4.50	6.70
1995	②平良	5.74	4.69	10.44	0.66	15.80	0.78	11.76	8.02	0.01	0.50	20.56
1996	③楚洲	4.55	3.46	9.25	0.50	18.50	0.41	0.77	1.00	8.02	35.20	2.18
1996	④石垣	4.77	3.62	3.65	0.20	18.30	0.30	0.97	1.08	3.69	18.50	2.35
1997	⑤仲尾次	4.75	3.78	1.96	0.11	17.80	0.18	0.38	0.37	3.99	18.80	0.93
1997	⑥西表大原	5.38	4.31	0.76	0.05	15.20	0.07	0.33	0.32	0.79	4.40	0.72
1998	⑦石川	4.97	3.90	2.41	0.16	15.20	0.22	1.69	1.22	0.87	5.00	3.13

3) 森林衰退度調査

森林の衰退度調査を、毎年20本ずつ先に示した表-12の評価基準に従って評価した(表-17)。1997年の仲尾次と西表大原、1998年の石川の評価基準が0以外の評価をうけたが、そのほとんどが台風による風害によるものであった。また、平行して行った毎木調査の結果、1997年の仲尾次と西表大原については、1期目の調査以降、台風等の気象被害や被圧による自然消滅と考えられ

る、幹折れや倒伏木、枯死木が仲尾次で19本、西表大原で33本、1998年の石川についても44本もの樹木が同様な状況で確認された。

表-17 森林衰退度調査結果

調査地	1 期目	評価基準					2 期目	評価基準				
		0	1	2	3	4		0	1	2	3	4
①名護南部	1990	20	0	0	0	0	1995	20	0	0	0	0
②平良	1990	20	0	0	0	0	1995	20	0	0	0	0
③楚洲	1991	20	0	0	0	0	1996	20	0	0	0	0
④石垣	1991	20	0	0	0	0	1996	20	0	0	0	0
⑤仲尾次	1992	20	0	0	0	0	1997	4	12	4	0	0
⑥西表大原	1992	20	0	0	0	0	1997	1	8	11	0	0
⑦石川	1993	20	0	0	0	0	1998	15	2	3	0	0
⑧与那原	1994	20	0	0	0	0	1999	0	0	0	0	0

5. まとめ

今回、1990年より林野庁からの委託事業として実施している「酸性雨等森林衰退モニタリング事業」の2期目（1999年）までの雨水、土壌、森林衰退度調査の結果について取りまとめを行った。その結果は以下のとおりである。

- ①雨水のpHは、1990年に4.8と4.6の酸性雨とされる降雨が観測されたが、1991年以降は最小で6.1（1991年）、最高で7.2（1998年）となり、酸性雨は観測されていない。
- ②雨水のECの最高値は1997年（仲尾次）の122.7 μ s/cm、最低値は1994年（与那原）の7.7 μ s/cmであり、1・2期の平均は37.8 μ s/cmであった。沖縄は全国の平均値に比較してECの年毎の変動が激しいといえる。
- ③土壌の交換性塩基量（ex-Ca, ex-Mg等）と酸性化に対する緩衝能との関係については、第3期目の調査結果を待って、さらに検討する必要がある。
- ④森林の衰退度調査を、実施マニュアルの評価基準表に従い、毎年20本ずつ行った。その結果、1997年と1998年に評価基準の1と2に該当する樹木が確認されたが、そのほとんどが台風による梢端折れであった。

引用文献

- 1) 林野庁：酸性雨等森林被害モニタリング事業報告（平成2～6年度），pp.74, 1997