

# 研 究 報 告

No. 41

平成 10 年度

(1998 年)

沖 繩 県 林 業 試 験 場

〒905-0017 沖繩県名護市大中4丁目20番1号

TEL. 0980-52-2091

FAX. 0980-53-3305

# 目 次

## 研究報告

未利用樹種の利用開発 .....	1
ーウラジロエノキの加工性試験ー	嘉手苺 幸 男
主要広葉樹の接着技術の確立 .....	10
ーイタジイ、イジュ、リュウキュウマツ材に対するポリ酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤の接着性能ー	嘉手苺 幸 男
風洞実験による2列型防風ネット工の減風効果について .....	16
	平 田 功 漢 那 賢 作
ヒメマツタケ ( <i>Agaricus blazei</i> ) 栽培に関する研究 .....	24
ー植菌以降の菌糸生長と諸環境についてー	比 嘉 享

## 調査報告

水源かん養機能を重視した広葉樹林の施業について .....	29
	漢 那 賢 作 新 垣 隆* 金 城 勝** 藤 枝 甚 久*** 志 水 俊 夫***

## 資 料

早生樹種の導入及び環境緑化木用樹木の利用・開発 .....	50
ー沖縄本島南部地域におけるバルサの生長と1年目における材の特性についてー	近 藤 博 夫 嘉手苺 幸 男
ニオウシメジに関する現地適応化事業 .....	57
ー夏季の栽培計画についてー	比 嘉 享

# 研 究 報 告

# 未利用樹種の利用開発

## ウラジロエノキの加工性試験

嘉手苺 幸男

Yukio KADEKARU : Utilization and Development of non-use tree species—Working properties of Uurajiroenoki (*Trema orientalis* BL) —

### 1. はじめに

ニレ科に属するウラジロエノキは伐採跡、路傍、河川付近で多く見られ、成長が早く10～20年で利用可能、材質は軽軟で工作が容易、用途としては下駄材や器具、建具材とされている<sup>1)</sup>。現在はほとんど利用価値の無いウラジロエノキではあるが、成長が早く比較的大径材が得られ軽いことから、県内の家具製造業者により、家具の試作品が製作されるようになってきた。

しかしながら、現在にいたるまでウラジロエノキに関する基礎的な材質、加工特性に関するデータはほとんど無い。このため今回未利用樹種の利用開発を行うため、比重、乾縮率、乾燥性、強度、接着性等の試験を行ったのでその結果を報告する。

今回、加工試験を実施するにあたり、供試材の提供及び製材作業を引き受けていただいた、比嘉正金氏、名護林業生産加工販売組合に厚く御礼申し上げます。

なお、本加工性試験は、沖縄県木材協会から委託を受け実施し、その内容を取りまとめたものである。

### 2. 材料および試験方法

#### 1) 供試木

供試木は樹高約16m、胸高直径40cm、推定樹齢15～20年のウラジロエノキ (*Trema orientalis* BL) 2本を用いた。伐倒後材長約2.0mで玉切りを行い8玉を採取した。玉切りした材は、直ちに材厚30mmの耳付き材に製材した後に、生材を用いての乾縮率試験片および、急速乾燥試験片を作成した。残りを天然乾燥試験材として供した。製材した供試材の一部には、成長応力が製材途中解放されたため割れが発生した材が見られた。

#### 2) 試験方法

(1) 乾縮率測定試験用として、辺長30mm、厚さ5mmの正しい二方桁の正方形の木口試験片を作成し、接線方向(T方向)と放射方向(R方向)の2方向について測定した。

繊維方向測定用として、長さ60mm、幅30mm、厚さ5mmの正しい桁目板を作成し、含水率1%に対する乾縮率と全乾縮率および気乾比重を求めた。

(2) 乾燥特性試験として、急速乾燥(100℃)試験を行った。試験片は生材状態にて厚さ20mm、幅100mm、長さ200mmの鉋がけをした無欠点の正しい板目試験片を作成した。これらの試験片を100～105℃に調整した恒温乾燥機を用いて、生材から全乾状態まで乾燥を行い、その間に試験片

キーワード：ウラジロエノキ、気乾比重、乾縮率、曲げ強さ、圧縮強さ、せん断強さ、はく離率

に発生する初期割れ、断面変形、内部割れの等の損傷の程度を分類した。それぞれの損傷ランクを5段階に分類し、損傷の程度により初期乾球温度、初期乾湿球温度差、末期乾球温度を求めて乾燥スケジュールを作成した。

(3) 天然乾燥試験として、製材した材厚30mmの耳付き材50枚を用いて、一辺20mmの栈木を使用し栈木間隔を600mmとして、直射日光を避け通風のある屋内にて天然乾燥を行った。天然乾燥処理では、含水率測定サンプルボードの重量減少変化が小さくなる時点まで行った。また天然乾燥中の材における材幅方向及び材厚方向の収縮も併せて測定した。

(4) 曲げ試験として、気乾状態にある供試材から幅20mm、高さ20mm、長さ320mmの試験片を40個作成した。スパンを280mmに設定し、中央集中荷重として中央部にデジタルゲージを取り付け変形量を測定し、曲げ強さと曲げヤング率を求めた。

(5) 縦圧縮試験として、荷重方向と繊維方向が平行で圧縮断面が正方形の直六面体とし、辺長20mm、高さ50mmの試験片を40個作成し試験に供した。

(6) ブロックせん断試験として、100mm(幅)、300mm(長さ)、20mm(厚さ)のラミナを用いて、板目、柾目木取り無垢材ブロックせん断試験片を各々40個作成し試験に供した。

(7) 接着ブロックせん断試験として、2種類の接着剤を使用し100mm、300mm、10mmのラミナを用いて各々板目接着、柾目接着になるよう接着し2プライの接着板材を作成した。1週間の養生後に接着ブロックせん断試験片を各々40個作成し試験に供し、接着強度および木部破壊率を求めた。

(8) 浸せきはく離試験として、100mm、300mm、20mmのラミナを用いて各々板目接着、柾目接着になるよう接着し4プライの接着板材を作成した。1週間の養生後に40mm、75mm、80mmのはく離試験片を作成し試験に供した。接着剤には、市販の速乾性ポリ酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤(PVAc)と酸硬化型ビニル系エマルジョン接着剤(DRCM)の2種類を用いた。PVAcは市販の状態で使用し、DRCMにおいては硬化剤の添加量を使用書に従い重量比で5部とした。接着剤の塗布量はPVAc、DRCMとも250g/m<sup>2</sup>とし、ハンドローラで均一に塗布した。圧縮には油圧プレスを用い、圧縮圧力は15kgf/cm<sup>2</sup>とした。圧縮温度は25℃、圧縮時間はPVAcで60分、DRCMで40分とし、養生は室温にて1週間とした。PVAcの特徴は硬化剤の添加が不要、水性で取り扱いが容易。DRCMは二液タイプで硬化剤の添加が必要であり、酸または熱で硬化する水性エマルジョン型接着剤である。

### 3) 接着性能の評価

常態接着性能は、JAS規格に基づいたブロックせん断試験により評価した。耐水接着性能は、JAS規格に基づいた造作用集成材の浸せきはく離試験により評価した。

## 3. 結果および考察

### 1) 乾縮率と気乾比重

ウラジロエノキの乾縮率と気乾比重を表-1に示した。含水率1%に対する平均乾縮率は接線方向で0.21%、放射方向で0.12%、県産樹種の中では、オオハマボ、アコウ、センダン等と同程度の乾縮率<sup>2, 3, 4)</sup>を示し小さな値と言える。このことは、水分の変化に伴う木材の収縮の割合が小さいことを示し、ウラジロエノキは比較的寸度安定性が良好である。繊維方向の乾縮率は0.01%と小さな値を示した。気乾比重は平均値で0.39と軽く、県産材の中においてはデイゴに次ぐ軽さである。

表-1 気乾比重と乾縮率

気乾比重	含水率1%に対する平均乾縮率(%)			全乾縮率(%)		
	平均 0.39	接線方向	放射方向	繊維方向	接線方向	放射方向
0.32~0.43	0.21	0.12	0.01	8.55	3.02	0.3

2) 急速乾燥試験

急速乾燥 (100°C) 試験の結果を表-2に示す。初期割れは比較的軽くランク NO 2、木口部に小さい4~5個の割れが発生し、木口面から材面にかけて2~3個の短い割れが見られた。断面変形はランク NO 2、材面に目立った変形は発生しなかった。内部割れは割れが殆ど発生しなかったためランク NO 1となった。それぞれの試験片の結果を基にして厚さ27mmの実大材に対する初期乾球温度は60.0°C、初期乾湿球温度差は5.0°C、末期乾球温度80.0°Cが求められ、表-3に示すような含水率段階に対応させた具体的な人工乾燥スケジュールを調整した。

表-2 急速乾燥試験結果

試験片NO	損傷の種類		
	初期割れ	断面変形	内部割れ
U-1	NO2	NO2	NO1
U-2	NO2	NO1	NO1
U-3	NO2	NO2	NO1

表-3 人工乾燥スケジュール

含水率 %	乾球温度 °C	温度差 °C	湿球温度 °C
生~70	60	5	55
70~60	60	6	54
60~50	60	8	52
50~40	60	11	49
40~35	60	14	46
35~30	63	17	46
30~25	68	19	49
25~20	72	23	49
20~15	77	27	50
15~	80	30	50

3) 天然乾燥試験

広葉樹の乾燥においては、一般的に天然乾燥と人工乾燥を併用することが多い、これは、広葉樹を生材から直接人工乾燥処理を行うと、乾燥まで長時間を要し、材の損傷が大きいため歩留まりが大きく減少するためである<sup>5)</sup>。このため、ウラジロエノキにおいても天然乾燥試験を行い、含水率の変化と材厚方向と材幅方向の収縮性を調査した。

ウラジロエノキの初期含水率は115~135%と非常に高い値を示している。天然乾燥に伴う含水率の減少は50%前後まで比較的早く低下し、25~30%間では乾燥速度が緩やかになり70日前後で含水率20%に達した(図-1)。天然乾燥期間における材厚方向の収縮率は、0.7~1.6%の値を示した。収縮は乾燥初期段階で収縮の殆どが発生し、その後は気乾状態に達するまで微増傾向で推移している。材幅方向への収縮率は、6.0~8.7%で板目材におけるカップ(幅ぞり)の発生が影響しやや大きな値を示していると考えられる。

4) 曲げ強さ

ウラジロエノキの曲げ強さの結果を表-4に示す。曲げ強さは、平均値で503.4kgf/cm<sup>2</sup>、最大値624.8kgf/cm<sup>2</sup>、最小値378.0kgf/cm<sup>2</sup>の値を示し、曲げヤング率は平均値で65.6×10<sup>3</sup>kgf/cm<sup>2</sup>、最大値110.9×10<sup>3</sup>kgf/cm<sup>2</sup>、最小値43.9×10<sup>3</sup>kgf/cm<sup>2</sup>の値を示した。この結果から、曲げ強さは、オオ

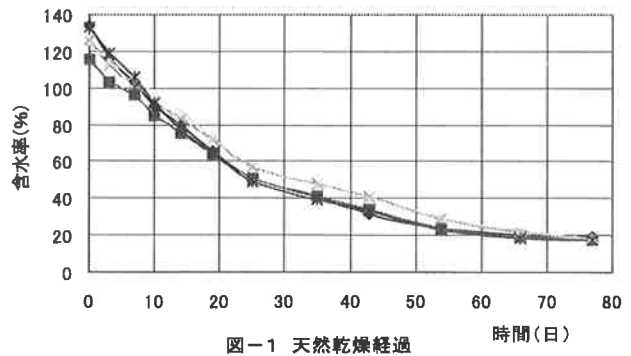


図-1 天然乾燥経過

表-4 ウラジロエノキ 強度試験結果

	曲げ強さ MOR in static bending (kgf/cm <sup>2</sup> )	曲げヤング係数 MOE in static bending (10 <sup>3</sup> kgf/cm <sup>2</sup> )	圧縮強さ Compressive strength (kgf/cm <sup>2</sup> )	せん断強さ Shearing strenght 板目面 柱目面 (kgf/cm <sup>2</sup> ) (kgf/cm <sup>2</sup> )	
平均値					
Av.	503.4	65.6	250.8	104.7	78.1
最大値					
MAX.	624.8	110.9	303.8	129.0	100.3
最小値					
Min.	378	43.9	190.0	87.0	64.2
標準偏差					
S.D.	60.3	10.8	27.7	11.0	8.1
変動係数					
C.V.	11.9	16.4	11.0	10.5	10.3

ハマボウより大きく、曲げヤング率はイヌマキよりも大きな結果となった。曲げ強さにおけるウラジロエノキの曲げ破壊状況は、試験片の殆どにおいて破断を伴った破壊をおこした。このことから衝撃荷重に対して非常に脆いことが推察され、材の利用については配慮すべき性質であると考えられる。

曲げ強さと試験片比重との関係を図-2に示す。曲げ強さは、比重と正の相関があり、比重が大きいほど大きな値を示す事が知られている。ウラジロエノキの曲げ強さと試験片比重の関係においても、同様な相関が認められた。

#### 5) 縦圧縮強さ

縦圧縮強さの結果を表-4に示す。縦圧縮強さは、平均値で250.8kgf/cm<sup>2</sup>、最大値303.8kgf/cm<sup>2</sup>、最小値190.0kgf/cm<sup>2</sup>の値を示し、オオハマボウとアコウとの中間的な強度を示した。縦圧縮強さと試験片比重との関係を図-3に示す。圧縮強さにおいても、比重と正の相関があり、曲げ強さと比較して高い相関が認められた。

#### 6) 無垢材のせん断強さ

無垢材におけるせん断試験の結果を表-4に示す。板目面におけるせん断強さは、平均値で104.7kgf/cm<sup>2</sup>、最大値129.0kgf/cm<sup>2</sup>、最小値87.0kgf/cm<sup>2</sup>の値を示した。柱目面におけるせん断強さは、平均値で78.1kgf/cm<sup>2</sup>、最大

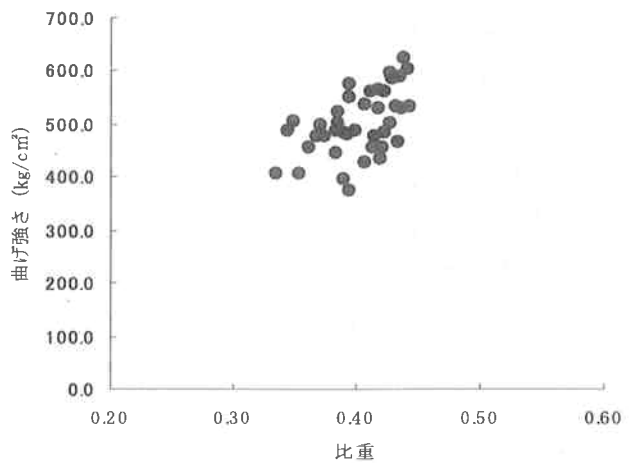


図-2 比重と曲げ強さとの相関

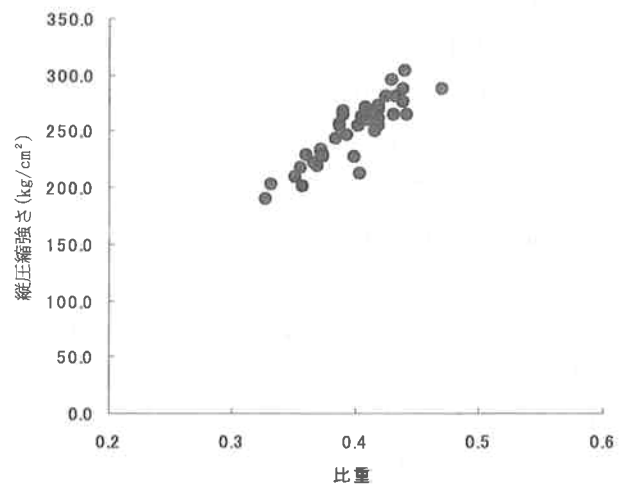


図-3 比重と縦圧縮強さとの相関

値 100.3kgf/cm<sup>2</sup>、最小値 64.2kgf/cm<sup>2</sup>の値を示し、アコウとセンダンの中間的なせん断強さであった。柾目面におけるせん断強さは、板目面の75%程度の値を示す結果となった。せん断強さの値のバラツキは柾目面で小さい結果を示した。繊維走行方向とせん断強さの関係では、樹種により県産材は、板目面>柾目面、板目面=柾目面、板目面<柾目面の3タイプの存在が認められ<sup>6)</sup>、ウラジロエノキは板目面>柾目面のタイプであった。

無垢材における板目せん断強さと比重との関係を図-4、柾目せん断強さと試験片比重との関係を図-5に示した。両木取とも相関が認められた。

#### 7) PVAc 接着せん断強さと木部破壊率

PVAc 接着せん断強さの結果を表-5に示す。板目面における、接着せん断強さは平均値で 105.6kgf/cm<sup>2</sup>、最大値 128.2kgf/cm<sup>2</sup>、最小値 93.7kgf/cm<sup>2</sup>の値を示し、集成材の JAS 規格における樹種区分（カバ、ブナ、ミズナラ等せん断強さ 96kgf/cm<sup>2</sup>）の基準を満たした。接着せん断強さの最小値が無垢材に対し向上する結果となったが、平均値及び最大値では無垢材のせん断値と同一の値を示した。板目面においては、接着を行うことによりせん断値のバラツキが無垢材に対して小さくなる結果となった。柾目面においては、接着せん断強さは平均値で 76.7kgf/cm<sup>2</sup>、最大値 91.3kgf/cm<sup>2</sup>、最小値 62.5kgf/cm<sup>2</sup>の値を示し、樹種区分（ヒノキ、ヒバ等せん断強さ 72kgf/cm<sup>2</sup>）の基準を満たした。無垢材とのせん断強さにおいては、最大値が9%程度低いことを除けば、せん断強さは、殆ど同一な値を示し十分な接着強度が発揮されていると考えられる。また、接着する事により、せん断値のバラツキが小さくなる傾向を示している。

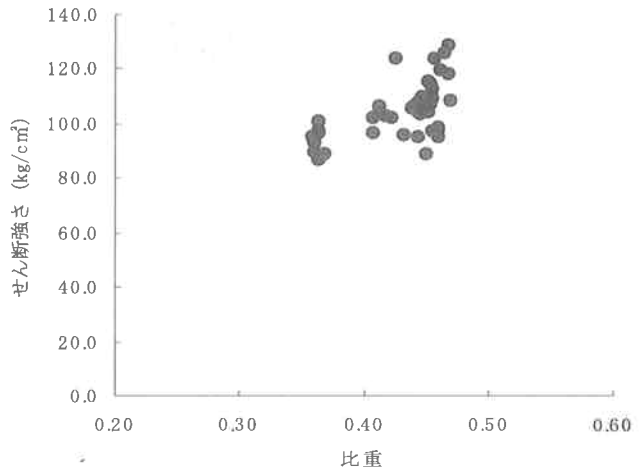


図-4 板目面におけるせん断強さ

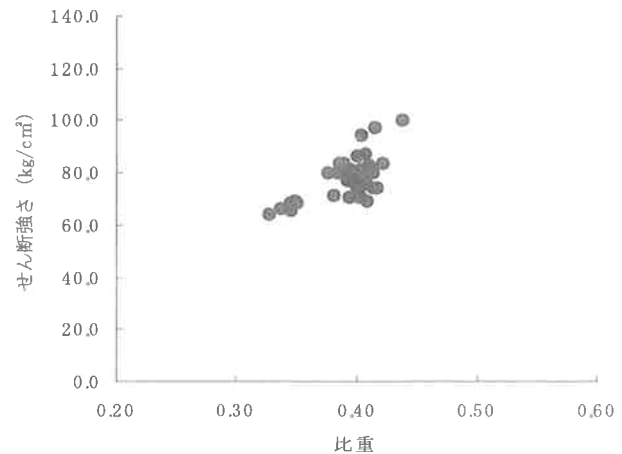


図-5 柾目面におけるせん断強さ

表-5 ウラジロエノキ 接着ブロックせん断試験結果

接着剤	せん断強さ(板目面)					せん断強さ(柾目面)				
	Shearing strenght(kgf/cm <sup>2</sup> )					Shearing strenght(kgf/cm <sup>2</sup> )				
	平均値	最大値	最小値	標準偏差	変動係数	平均値	最大値	最小値	標準偏差	変動係数
	A. V.	MAX.	Min.	S. D.	C. V.	A. V.	MAX.	Min.	S. D.	C. V.
酢酸ビニル樹脂エマルジョン(PVAc)	105.6	128.2	93.7	7.94	7.52	76.7	91.3	62.5	6.44	8.4
酸硬化型ビニル系エマルジョン(DRCM)	110.7	133.8	88.1	11.30	10.20	81.5	96.1	72.9	6.01	7.37



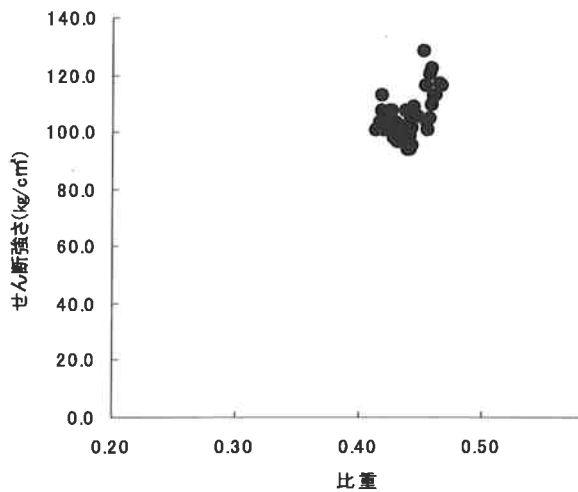


図-6 板目面におけるせん断強さ(PVAc)

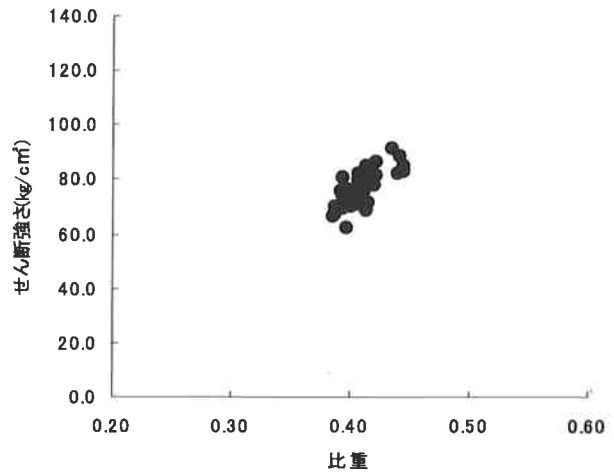


図-7 柁目面におけるせん断強さ(PVAc)

PVAcを用いて、接着した板目、柁目面のせん断強さは、無垢材と同様に板目面のせん断値が大き値を示した。柁目におけるせん断値は、板目接着の約73%の値を示した。

接着ブロックせん断試験における板目接着せん断強さと比重との関係を図-6、柁目接着せん断強さと試験片比重との関係を図-7に示した。両木取において相関が認められた。

木部破壊率は表-6に示す。板目接着において木破率がやや低いですが、両木取りとも80%以上の値を示し基準値を十分に満たした。

#### 8) DRCM 接着せん断強さと木部破壊率

DRCM 接着せん断強さの結果を表-5に示す。板目面における、接着せん断強さは平均値で110.7kgf/cm<sup>2</sup>、最大値133.8kgf/cm<sup>2</sup>、最小値88.1kgf/cm<sup>2</sup>の値を示し、集成材のJAS規格における樹種区分(カバ、ブナ、ミズナラ等せん断強さ96kgf/cm<sup>2</sup>)の基準を満たした。

柁目面においては、接着せん断強さは平均値で81.5kgf/cm<sup>2</sup>、最大値96.1kgf/cm<sup>2</sup>、最小値72.9kgf/cm<sup>2</sup>の値を示し、樹種区分(ヒノキ、ヒバ等せん断強さ72kgf/cm<sup>2</sup>)の基準を満たした。無垢材とのせん断強さにおいては、最大値がやや低く、最小値は向上しているがせん断強さは、殆ど同一の値を示していると考えられ、接着を行うことによ

表-6 木部破壊率

接着剤	木取り	平均値%	最大値%	最小値%
PVAc	板目	83.2	100	60
	柁目	87.3	100	70
DRCM	板目	65	90	25
	柁目	70.5	100	40

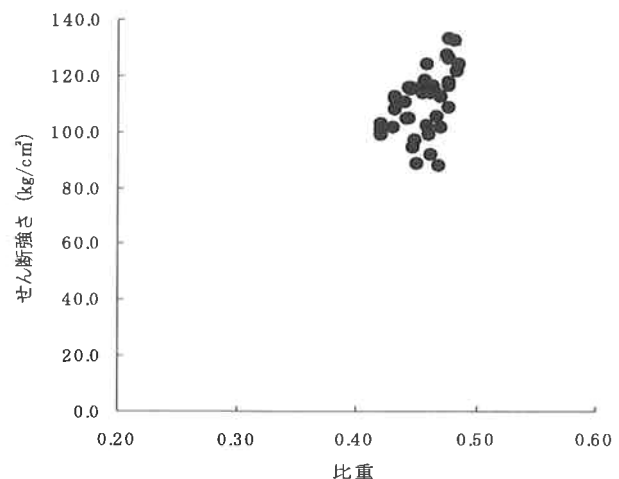


図-8 板目面におけるせん断強さ(DRCM)

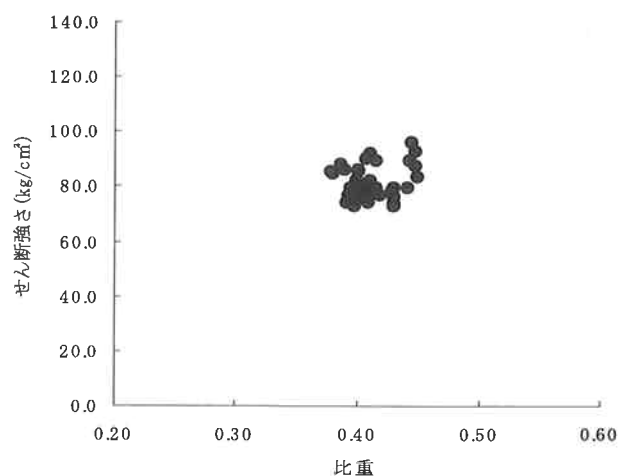


図-9 柁目面におけるせん断強さ(DRCM)

りせん断強さの低下は見られなかった。せん断強さの値のバラツキは、接着を行うことにより小さくなった。

DRCM を用いて、接着した柎目、板目面のせん断強さは、無垢材と同様に板目面のせん断値が大きな値を示した。柎目におけるせん断値は、板目接着の約 74% の値を示した。

接着ブロックせん断試験における板目接着せん断強さと比重との関係を図-8、柎目接着せん断強さと試験片比重との関係を図-9 に示した。両木取においても相関が認められたが、PVAc よりは低い結果を示した。

木部破壊率は表-6 に示す。PVAc と比較して木部破壊率は低い傾向が見られ、板目接着においては 65% で基準値を満たすことはできなかった。柎目木取では 70% の値を示し基準値を満たした。木部破壊率のバラツキが PVAc より大きい傾向がある。

#### 9) PVAc 接着による浸せきはく離試験

PVAc 接着浸せきはく離試験の結果は表-7 に示す。板目面接着における、はく離率はすべての試験体において 0% の値を示した。柎目面接着においては、はく離率は 1 試験片で 1.4% の値を示したが、浸せきはく離試験の基準である 10% 以下を満たした。

PVAc を用いた、ウラジロエノキの浸せきはく離試験では、板目、柎目面接着ともはく離試験の基準値を十分に満たす結果を示した。

#### 10) DRCM 接着による浸せきはく離試験

DRCM 接着浸せきはく離試験の結果は表-8 に示す。板目面接着における、はく離率はすべての試験片において 0% の値を示した。柎目面接着における、はく離率は試験片 NO 1 において 1.8%、NO 4 で 21.7% の値を示した。基準値の 10% 以上の値を示す試験片が見られた。このため、柎目面接着にて、再はく離試験を行った結果を表-9 に示す。再はく離試験の結果、はく離率は 0% の値を示し、はく離試験の基準値を満たす結果を示した。

DRCM を用いた、ウラジロエノキの浸せきはく離試験では、板目、柎目面接着とも、はく離試験の基準値を十分に満たす結果を示した。

表-7 PVAc 浸せきはく離試験

木取り	NO	S-1	S-2	S-3	平均はく離率%
板目	U-1	0	0	0	0
	U-2	0	0	0	0
	U-3	0	0	0	0
	U-4	0	0	0	0
	平均				0
柎目	U-5	0	1.4	0	0.4
	U-6	0	0	0	0
	U-7	0	0	0	0
	U-8	0	0	0	0
	平均				0.1

表-8 DRCM 浸せきはく離試験

木取り	NO	S-1	S-2	S-3	平均はく離率%
板目	U-1	0	0	0	0
	U-2	0	0	0	0
	U-3	0	0	0	0
	U-4	0	0	0	0
	平均				0
柎目	U-5	1.8	0	0	0.6
	U-6	21.7	0	0	7.3
	U-7	0	0	0	0
	U-8	0	0	0	0
	平均				2

表-9 DRCM 再浸せきはく離試験

木取り	NO	S-1	S-2	S-3	平均はく離率%
柎目	U-9	0	0	0	0
	U-10	0	0	0	0
	U-11	0	0	0	0
	U-12	0	0	0	0
	平均				0

## 4. ま と め

今回、ウラジロエノキの加工性試験を行った結果は次のとおりであった。

- 1) 気乾比重の平均値は 0.39 でデイゴの 0.21 より大きい。オオハマボウの 0.41 より小さい。
- 2) 含水率 1%に対する平均乾縮率は、接線方向で 0.21%、放射方向で 0.12%、繊維方向で 0.01%の値を示した。県産樹種の中では乾縮率は小さい部類に属する。
- 3) 初期割れ断面変形ともランク NO 2、内部割れはランク NO 1 を示した。急速乾燥試験の結果からは損傷は比較的少ない樹種である。
- 4) 天然乾燥処理において、試験材が気乾状態に達するまでには約 70 日前後を要する。
- 5) 曲げ強さは、平均値で  $503.4\text{kgf/cm}^2$ 、曲げヤング率は、平均値で  $65.6 \times 10^3\text{kgf/cm}^2$  の値を示した。曲げ強さは、オオハマボウより大きく、曲げヤング率はイヌマキよりも大きい。
- 6) 縦圧縮強さは、平均値で  $250.8\text{kgf/cm}^2$  の値を示し、オオハマボウとアコウとの中間的な強度を示した。
- 7) 板目面のせん断強さは、平均値で  $104.7\text{kgf/cm}^2$ 、柾目面のせん断強さは、平均値で  $78.1\text{kgf/cm}^2$  の値を示し、アコウとセンダンとの中間的なせん断強さであった。繊維走行とせん断強さの関係では、ウラジロエノキは板目面>柾目面のタイプであった。また、柾目面におけるせん断強さは、板目面の 74%程度の値を示す結果となった。
- 8) 酢酸ビニル樹脂エマルジョンを用いて接着した板目、柾目面のせん断強さは、板目面の平均値で  $105.6\text{kgf/cm}^2$ 、柾目面の平均値で  $76.7\text{kgf/cm}^2$  の値を示した。柾目におけるせん断値は、板目接着の約 73%の値を示した。木部破壊率は板目、柾目接着とも 80%以上の値を示した。
- 9) 酸硬化型ビニル系エマルジョンを用いて接着した板目、柾目面のせん断強さは、板目面の平均値で  $110.7\text{kgf/cm}^2$ 、柾目面の平均値で  $81.5\text{kgf/cm}^2$  の値を示した。柾目におけるせん断値は、板目接着の約 74%の値を示した。木部破壊率は、板目接着で 65%、柾目接着で 70%の値を示した。
- 10) 酢酸ビニル樹脂エマルジョンを用いた浸せきはく離試験の結果、はく離率は板目面接着で 0%、柾目面接着で 1.4%を示し、基準値を十分に満たした。
- 11) 酸硬化型ビニル系エマルジョンを用いた浸せきはく離試験の結果、はく離率は板目面接着で 0%、柾目面接着で 21.7%を示し、柾目面で基準値より高い値を示したが、再試験を行った結果、はく離率は 0%を示し、基準値を十分に満たす結果となった。

これらの結果より、ウラジロエノキは強度を必要とする部材（特に椅子等における足の部分）としての使用には十分な留意を要する。PVAc 及び DRCM による接着試験、浸せきはく離試験の結果からは、幅はぎ等の造作用集成を行うことにより、箱物材、工芸材、木工材、小型家具材として利用することが可能である。

## 引用文献

- 1) 天野鉄夫：琉球列島有用樹木誌、P18、1982
- 2) 沖縄開発庁沖縄総合事務局：森林利用計画調査、P9、1979
- 3) 沖縄県農林水産部：県産材利用開発調査報告書、p66~67、1981
- 4) 仲宗根平男ほか：沖縄産有用木材の性質と利用、P8~9、1985

- 5) 佐藤庄一：第40回日本木材学会、P90、1990
- 6) 仲宗根平男ほか：沖縄産有用木材の性質と利用、P12、1985

# 主要広葉樹の接着技術の確立

イタジイ、イジュ、リュウキュウマツ材に対する  
ポリ酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤の接着性能

嘉手苺 幸男

Yukio KADEKARU : Studies on the adhesive techniques of main hartwood—The adhesive properties examination of 3 tree species (Itajii : *Castanopsis sieboidii* Hatusima, Ijyu : *Schima wallichii* Korthals ssp. *liukuensis* Bloemb, Ryukyumatu : *Pinus luchuensis* Mayr) was done by using the Poly Vinyl Acetate Emulsion.

## 1. はじめに

イタジイ等、代表的な亜熱帯産樹種の乾燥技術が確立され、高度な木材加工施設の設置に伴い集成材、フローリング等の高付加価値製品の生産体制が整備されてきた。生産加工された県産材は、造作用集成材、建築用内装材として体育館や教育施設を中心とした公共施設、民間住宅において利用されるようになってきた。また、県産材を用いた様々な家具類、木工芸品の生産量も増加している。

県内における多くの家具製作所、工房等においては製品作製工程での接着作業には、ポリ酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤 (PVAc) が接着作業の主体として用いられている。PVAc の特徴としては硬化剤の添加の必要が無く、水性で取り扱いが容易、仕上げ加工における切削刃物の傷みがほとんど無く購入が容易で比較的安価である<sup>1)</sup>。このような優れた性質を有していることから、作製工程において多くの PVAc が用いられている。しかしながら、接着加工後に接着面の割れ、はく離等のトラブルの発生が見られ、特に家具においては致命的な欠陥となっている。このため、PVAc の接着性に対する技術指導が強く求められている。しかし、県産材に対する PVAc の接着性に関する研究については、ほとんど無いのが現状である。

このため本研究では、イタジイ材、イジュ材を用いて PVAc との接着性能に関する検討を行った。また、リュウキュウマツ材も併せて行った。

## 2. 材料および試験方法

### 1) 供試材

供試材は、イタジイ (*Castanopsis sieboidii* Hatusima)、イジュ (*Schima wallichii* Korthals ssp. *liukuensis* Bloemb)、リュウキュウマツ (*Pinus luchuensis* Mayr) の3樹種を用いた。3樹種とも人工乾燥処理された材を用い、比重はイタジイ : 0.57~0.81、イジュ : 0.56~0.74、リュウキュウマツ : 0.49~0.89 であった。含水率は3樹種とも10%~12%の範囲内であった。

### 2) 試験方法

(1) ブロックせん断試験用として、100mm (幅) × 300mm (長さ) × 20mm (厚さ) のラミナを用  
キーワード : イタジイ、イジュ、リュウキュウマツ、せん断強さ、木部破壊率、はく離率

い、3樹種とも板目、柾目木取り無垢ブロック試験片を各々40個作成し試験に供した。

(2) 接着ブロックせん断試験用として、100mm×300mm×10mmのラミナを用いて、3樹種の2プライ板材を製作した。接着は板目、柾目接着を行い1週間養生後に、接着ブロックせん断試験片を各々40個作成し試験に供した。

(3) 浸せきはく離試験片として、100mm×300mm×20mmのラミナを用いて、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プライの試験体を製作し1週間養生後に40mm、75mm、80mmの試験片を各々6個作成し試験に供した。

接着剤は、市販の速乾性ポリ酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤(PVAc)を用いた。接着剤の塗布量は250g/m<sup>2</sup>とし、ハンドローラで均一に塗布した。圧縮は油圧プレスを用い、圧縮圧力は、イタジイ、イジュで15kgf/cm<sup>2</sup>、リュウキュウマツで10kgf/cm<sup>2</sup>とした。圧縮温度は25℃、圧縮時間は60分とした。養生は室温にて1週間とした。

### 3) 接着性能の評価

常態接着性能は、JAS規格に基づいたブロックせん断試験により評価した。耐水接着性能はJAS規格に基づいた造作用集成材の浸せきはく離試験により評価した。また、木材の膨潤収縮による接着層の変化を調べるために、浸せき後と乾燥後の接着層長、吸水量、乾燥速度の測定を行った。

## 3. 結果および考察

### 1) 無垢材のせん断強さ

無垢材におけるブロックせん断試験の結果を図-1に示した。

イタジイ材におけるせん断強さは平均値で133.7kgf/cm<sup>2</sup>であった。木取り別のせん断強さは、板目面せん断強さは140.0kgf/cm<sup>2</sup>、柾目面のせん断強さは127.4kgf/cm<sup>2</sup>であり、柾目面で低い傾向が見られた。また、せん断強さの値のバラツキは柾目面(標準偏差13.6)でやや大きい傾向を示した。

せん断強度は、比重依存性があることが知られている<sup>2)</sup>。しかしながら、イタジイ材における今回のせん断試験においては、板目面では認めることができなかった。

イジュ材におけるせん断強さは平均値で140.0kgf/cm<sup>2</sup>であった。板目面せん断強さは136.4kgf/cm<sup>2</sup>、柾目面のせん断強さは144.1kgf/cm<sup>2</sup>であり、板目面でわずかながら低い傾向が見られた。せん断強さの値のバラツキは板目面で大きい傾向を示した。

イジュ材においては、せん断強度の比重依存性が見られた。

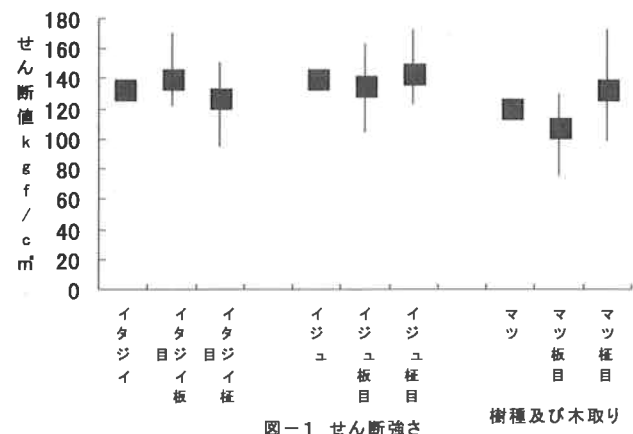


図-1 せん断強さ

樹種及び木取り

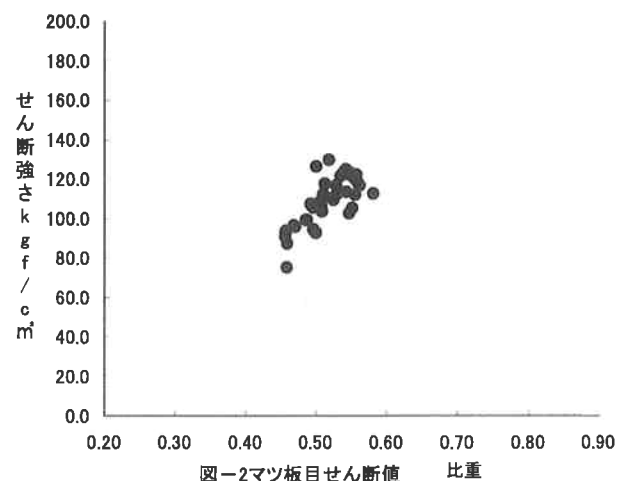


図-2 マツ板目せん断強さ 比重

リュウキュウマツ材におけるせん断強さは平均値で 121kgf/cm<sup>2</sup>であった。板目面せん断強さは 108.4kgf/cm<sup>2</sup>、柾目面のせん断強さは 133.9kgf/cm<sup>2</sup>であり、板目面で低い値を示した。せん断強さの値のバラツキは柾目面で大きい傾向を示した。リュウキュウマツ材においてもせん断強さの比重依存性が見られた (図-2)。

仲宗根氏は、イタジイ、イジュ、リュウキュウマツのせん断強さの値をそれぞれ板目で 125kgf/cm<sup>2</sup>、柾目で 108kgf/cm<sup>2</sup>、159kgf/cm<sup>2</sup>、147kgf/cm<sup>2</sup>、162kgf/cm<sup>2</sup>、149kgf/cm<sup>2</sup>と報告しているが<sup>3,4)</sup>、今回のブロックせん断試験の結果では、イタジイ材の板目面、柾目面でやや大きな値を示した。イジュ板目面でやや小さく、リュウキュウマツ板目面、柾目面で小さな値を示し、イジュ柾目面ではほぼ同じ値を示した。

## 2) 接着処理材のせん断強さ

接着処理材のブロックせん断試験結果を図-3に示した。

イタジイ材におけるせん断強さは平均値で 94.8kgf/cm<sup>2</sup>であった。板目面せん断強さは 94.1kgf/cm<sup>2</sup>、柾目面せん断強さは 95.5kgf/cm<sup>2</sup>であり、木取り別接着の違いによるせん断強さの差はほとんど無い。せん断強さの値のバラツキは、無垢材のブロックせん断試験片に対して大きな傾向を示す結果となった。接着せん断強さについては、せん断強さの比重依存性が知られており<sup>5)</sup>、イタジイ材の板目面、柾目面において比重依存性が見られた。

イジュ材におけるせん断強さは平均値で 94.4kgf/cm<sup>2</sup>であった。板目面せん断強さは 90.1kgf/cm<sup>2</sup>、柾目面せん断強さは 98.7kgf/cm<sup>2</sup>であり、柾目面でやや高い傾向を示した。せん断強さ度のバラツキは、無垢材のブロックせん断試験片に対して大きく、せん断強さの比重依存性は見られなかった。

リュウキュウマツ材におけるせん断強さは平均値で 81.1kgf/cm<sup>2</sup>であった。板目面せん断強さは 81.3kgf/cm<sup>2</sup>、柾目面のせん断強さは 81.0kgf/cm<sup>2</sup>であり、木取り別接着の違いによるせん断強さの差はほとんど無い。せん断強さの値のバラツキは、無垢材のブロックせん断試験片に対して板目接着で大きくなった。せん断強さの比重依存性は、柾目面接着では見られなかった。

接着処理を行った各樹種のせん断強さは、無垢材のせん断強さと比較して、イタジイ材で 71%、イジュ材で 67%、リュウキュウマツ材で 67%程度の値を示した。特にリュウキュウマツ柾目面におけるせん断強さの変化が大きく、更に木取り別接着の違いによるせん断強さの差がリュウキュウマツ材で最も大きかった (図-4)。

常態接着性能におけるせん断強さは、イタジイ材で集成材の JAS 規格における樹種区分 (タモ、シオジ及びビレ等せん断強度: 84kgf/cm<sup>2</sup>) の基準を満たした。イジュ材においても樹種区

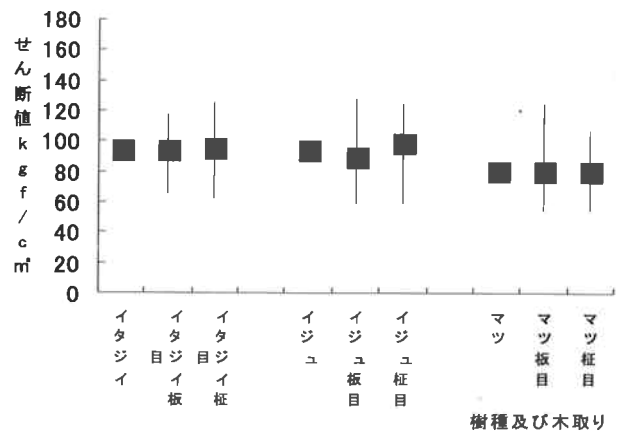


図-3 接着せん断強さ

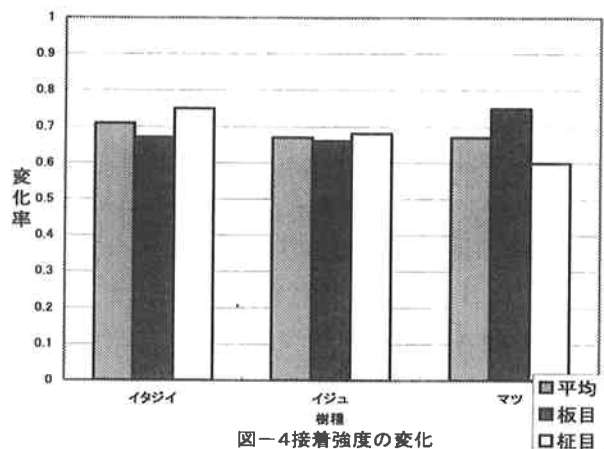


図-4 接着強度の変化

分（タモ、シオジ及びニレ等せん断強度：84kgf/cm<sup>2</sup>）の基準を満たした。リュウキュウマツ材においては樹種区分（ヒノキ、ヒバ、カラマツ、アカマツ等せん断強度：72kgf/cm<sup>2</sup>）の基準を満たした。しかしながら木部破壊率は、各樹種とも非常に低い値を示し（表-1）、3樹種

表-1 木部破壊率

	平均値	最大値	最小値
イタジイ板目	9.3	50	0
イタジイ柾目	13.4	50	0
イジュ板目	1.3	15	0
イジュ柾目	5.7	50	0
マツ板目	1.2	10	0
マツ柾目	4	15	0

とも基準値には達しなかった。また、接着面における破壊状況は、接着剤と木材の界面における破壊が3樹種とも多く見られ、特にリュウキュウマツで界面破壊が顕著であった。一般に比重が高い程木材のせん断強度は高ので、接着剤と木材界面の相互作用が同じであれば比重が低いほど木部破壊率が高い傾向を示すが、PVAcにおいては、木材と接着剤間の親和性を低下させる何らかの要因が関与していると考えられる<sup>6)</sup>。

### 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。イタジイ板目面接着における平均はく離率は10.2%の値を示し、浸せきはく離試験の基準である10%以下を満たすことができなかつた。しかし、板目面接着の一部においては、はく離率が10%以下の値を示した試験片も見られ、接着条件等の最適化を行うことにより基準値を十分にクリアできる可能性が期待できる。柾目面接着における平均はく離率は22.4%の値を示し基準値を満たすことができなかつた。

表-2 浸せきはく離率

	木取りNO	S-1	S-2	S-3	平均はく離率%	
		%	%	%		
イタジイ	板目	IT-1	3	3	6	4
		IT-2	25	11	13	16
		平均				
	柾目	IT-3	17	20	16	17
		IT-4	20	37	25	27
		平均				
イジュ	板目	IJ-1	20	30	23	24
		IJ-2	25	33	40	33
		平均				
	柾目	IJ-3	50	50	58	53
		IJ-4	75	59	64	66
		平均				
マツ	板目	R-1	84	88	99	90
		R-2	69	71	28	56
		平均				
	柾目	R-3	100	100	100	100
		R-4	100	100	100	100
		平均				

イジュ板目面接着における平均はく離率は28.6%、柾目面接着では59.5%の値を示し基準値を満たすことはできなかつた。リュウキュウマツ板目面接着における

平均はく離率は73%、柾目面接着では100%の値を示し基準値を満たすことはできなかつた。リュウキュウマツの耐水性能は非常に低く、特に柾目面接着においてはほとんど無い。

以上の結果より、PVAcを用いて接着した3樹種とも基準値を満たすことができなかつた。樹種別における耐水性能では、イタジイ>イジュ>リュウキュウマツの順となり、木取り別接着では、板目面>柾目面の順であった。

次に、はく離試験における各樹種の時間当たりの吸水量と乾燥量を求め、樹種毎の吸水性及び乾燥性を図-5に示した。浸せき処理6時間における吸水量は、リュウキュウマツ平均6g/h、イジュ平均2.2g/h、イタジイ平均1.1g/hであった。乾燥量は、リュウキュウマツ平均1.4g/h、イジュ平均0.8g/h、イタジイ平均0.6g/hとなった。

3樹種の中ではリュウキュウマツの時間当たりにおける吸水量が最も多く、一定時間に吸水した水分量を乾燥させるには最も時間を要する樹種である。イタジイはリュウキュウマツに比べ吸水量が小さいため比較的乾燥が早い。イジュにおいてはイタジイに近い吸水、乾燥性を示した。



浸せきはく離試験片の吸水乾燥に伴う、接着層での膨潤乾縮率について表-3に示した。

接着層の膨潤乾縮率は、3樹種共に板目接着面が柾目接着面を上回る結果を示した。膨潤乾縮率の値と、木取り別における浸せきはく離率の値を検討してみると、板目接着における接着層の膨潤乾縮率が柾目接着の値にたいして高い値を示しているが、浸せきはく離率は板目面接着で低く、柾目面接着で高い結果となっている。これは、接着層面における収縮の方向性が要因の一つとして考えられる。今回行った浸せきはく離試験における板目接着では、膨潤乾縮時における応力の多くが接着層の水平方向に発生し、接着面がその応力の発生量に追従できたため、板目面でののはく離が少なく、柾目接着では応力が接着層の垂直方向（積層方向）に発生し、接着面が追従する事ができなくなり、はく離が多く発生したと推察される。

イタジイ材とリュウキュウマツ材における接着層での膨潤乾縮率は、イタジイ材が板目面、柾目面共にリュウキュウマツ材の値を上回る結果となっている。しかしながら、浸せきはく離率では両者の値には非常に大きな差が生じた。

#### 4. ま と め

ポリ酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤 (PVAc) を用いてイタジイ、イジュ、リュウキュウマツの3樹種における接着特性試験を行った。その結果以下のようなことが示された。

1) 無垢材におけるブロックせん断試験の結果、イタジイ材で  $133.7\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、イジュ材で  $140.0\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、リュウキュウマツ材で  $121.0\text{kgf}/\text{cm}^2$  であった。既存のせん断強さの値と比較したところ、イタジイ材で、板目、柾目面でやや大きな値を示した。イジュ板目面でやや小さく、リュウキュウマツ板目、柾目面で小さな値を示し、イジュ柾目面では同じ値を示した。

2) 接着処理材におけるブロックせん断試験の結果、イタジイ材で  $94.8\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、イジュ材で  $94.4\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、リュウキュウマツ材で  $81.1\text{kgf}/\text{cm}^2$  であった。無垢材のせん断強さと比較して、イタジイ材で71%、イジュ材で67%、リュウキュウマツ材で67%程度の値を示した。木部破壊率は3樹種とも非常に低い値を示した。

3) 浸せきはく離試験の結果、3樹種とも基準値を満たすことはできなかった。樹種別における耐水性能はイタジイ>イジュ>リュウキュウマツ、木取り別では、板目面>柾目面であった。

4) 時間当たりの吸水量は、リュウキュウマツが最も大きく次にイジュ、イタジイであった。

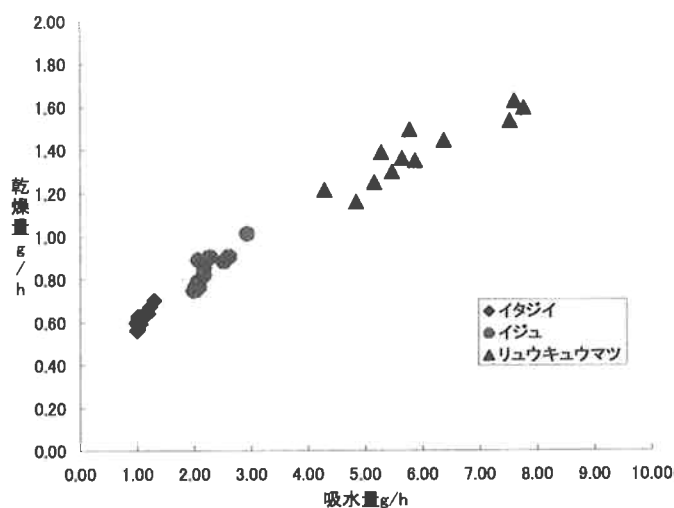


図-5 吸水量と乾燥量の関係

表-3 接着層の膨潤乾縮率

	イタジイ		イジュ		リュウキュウマツ	
	板目	柾目	板目	柾目	板目	柾目
平均	3.6	2.5	1.9	1.3	3.1	2.5
最大	4.4	2.9	2	1.4	3.4	2.8
最小	2.9	2.2	1.7	1.2	2.8	2.2
標準偏差	0.6	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2

単位%

5) 吸水、乾燥に伴う接着層の膨潤乾縮量は、板目接着面が柾目接着面の膨潤乾縮率を上回る結果を示した。

## 引用文献

- 1) 小西 信：木材工業、NO10、P447、1995
- 2) 日本木材学会：木材科学実験書、P217、1985
- 3) 沖縄開発庁沖縄総合事務局：森林利用計画調査、P12～15、1979
- 4) 沖縄県農林水産部：県産材利用開発調査報告書、P47～60、1983
- 5) 小西 信：木材の接着、日本木材加工技術協会、P45～82 1982
- 6) 国際緑化推進センター：熱帯造林木利用技術開発等調査事業、P181 1996

# 風洞実験による2列型防風ネット工の減風効果について

平田 功・漢那賢作

ISAO Hirata・KANNA Kensaku : A study on the reduction of wind effect of two lines type wind break nets by the wind tunnel tests.

## 1. はじめに

島嶼からなる沖縄県は、夏季には多くの台風が襲来し、冬季は季節風が卓越する厳しい気象環境下にある。農作物等の気象被害を軽減し生産性および品質の向上を図る上で、防風・防潮林の計画的配備と機能の充実は極めて重要である。しかし、防風・防潮林を造成して効果を発揮するまでには長期間を要し、また本県の場合、その間に防風・防潮林自身が気象害に合うことが多い。そのため、植栽木の気象害を保護し、かつ防風施設としての効果を早期に発揮するためには防風ネット工（以下防風ネットと記す）の設置が必要となる。

防風ネットは、本来防風・防潮林を補完するものであるが、最近では、花卉や果樹等の作物およびビニールハウス等の園芸施設の保護のため単独で設置する箇所が多くなっている。現在、主に設置しているのは、支柱が鋼製の防風ネット（高さ3m）と木製の防風ネット（高さ1.2~1.5m）の両タイプで、立地環境に応じてそれぞれを組み合わせながら設置している。さらに最近では、県内の企業が、従来の防風ネットの構造とは異なる2列構造からなる防風ネット（以下2列型防風ネットと記す）を考案しており、施工性が優れていることから県内で徐々に普及しつつある。

そこで今回、この2列型防風ネットの減風効果について検討を行った。本来、減風効果の測定は、現実構造物において行うのが望ましいが、設定地の立地条件、測定時の天気、風向および制御不能な諸要因が大きく影響するため、減風効果の定量的評価は困難<sup>3)</sup>とされる。ここでは模型を用いた風洞実験により減風効果を測定し、すでに報告した<sup>4)</sup>従来の防風ネット（鋼製支柱の1列型防風ネット：以下1列型防風ネットと記す）と比較することにした。

実験を実施するにあたり、森林総合研究所森林環境部河合英二防災科長および同防災林研究室荻野裕章研究員にはご指導を賜った、また、(株)エコパル社には防風ネットの模型および資料を提供して頂いた。記して感謝申し上げる。

## 2. 防風ネットの構造

今回、比較検討を行った1列型防風ネットと2列型防風ネットの詳細図を図-1および図-2に示す。

1列型防風ネットは、主に防潮林としての植栽木を気象害から保護するため、木製防風ネットと併用しながら海岸前線で用いている。支柱の間隔は2mで、基礎部分は約0.5m<sup>3</sup>~1.4m<sup>3</sup>のコンクリートで固定しており、コンクリートの容量は立地環境（限界風速）に応じ設定している。ネットは現在2mm目を用いている。

キーワード：風洞実験、減風効果、防風ネット工

2列型防風ネットは、主に農地防風林としての植栽木や、作物およびビニールハウス等の施設を気象害から保護するために用いている。構造は、高さ3mの前列と1.5mの後列の2列で構成され、設置間隔は現在85cmで前後を連結パイプで固定している。支柱パイプの間隔は立地環境に応じ1.5~2.0mで設定しており、基礎部分はコンクリートは用いず、あらかじめ0.9m~1.2m根入れした基礎パイプに支柱パイプを連結している。そのため、1列型防風ネットに比較して工期が短縮でき単価も安価となる。ネットは、現在1mm目を用いており、前列が上半分に、後列は全面に張っている。

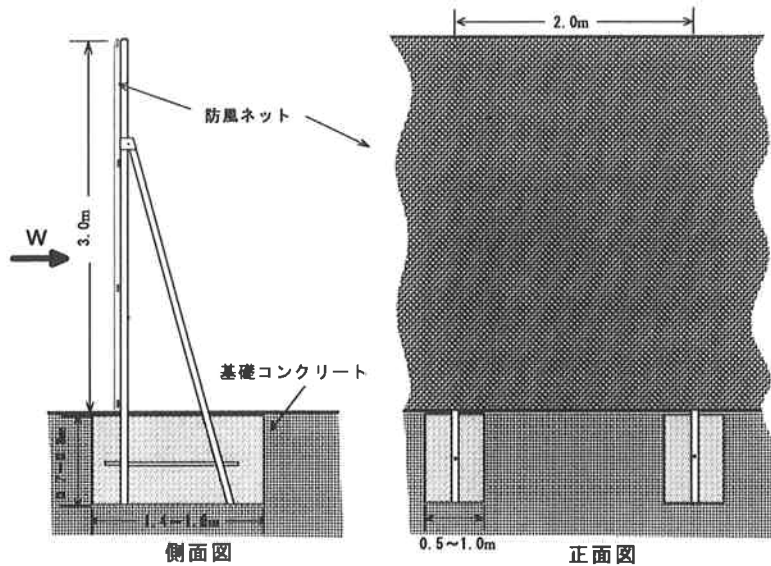


図-1 1列型防風ネットの詳細図

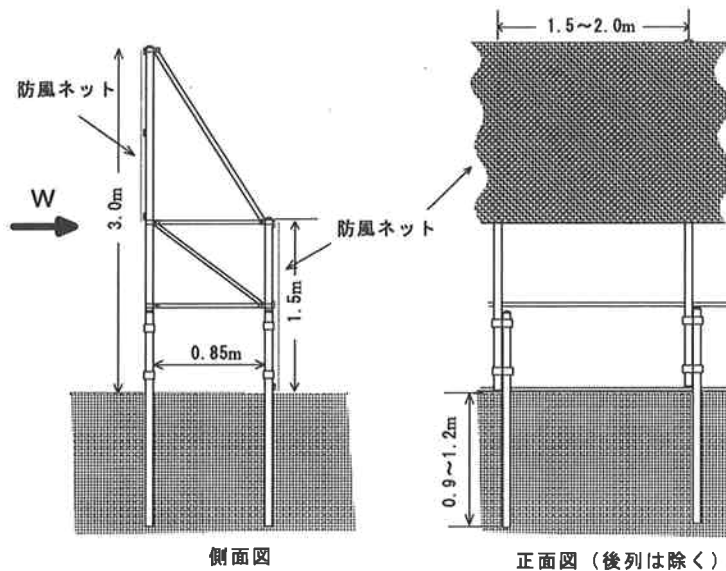


図-2 2列型ネットの詳細図

### 3. 実験方法

実験は、森林総合研究所の風洞実験装置を用いて行った（写真-1）。この装置はエッフェル

型吸い込み式で、2.7m/s~40.0m/sの風を風洞内に生じさせることができる。測定洞の大きさは、幅1.2m、高さ1.6m、長さ10.0mで、その内部には、風速計を装着した3次元トラバース装置(写真-2)を設置しており、制御室からの遠隔操作により任意の点で風速を測定できる。

実験は、防風ネットの模型を測定洞内に設置し、実際に風を吹かせて風速の測定を行った。模型は、径0.3mmの工作用の木製丸棒を用いて作成し、ネットは現場で実際に使用しているポリエチレン製ラッセル編みの1mm目を用いた。模型の大きさは、現物の高さ3mの1/20のスケールで15cmとし、幅は測定洞の幅で120cmとした。なお、前列と後列の設置間隔を今回は100cmを想定して行なった。

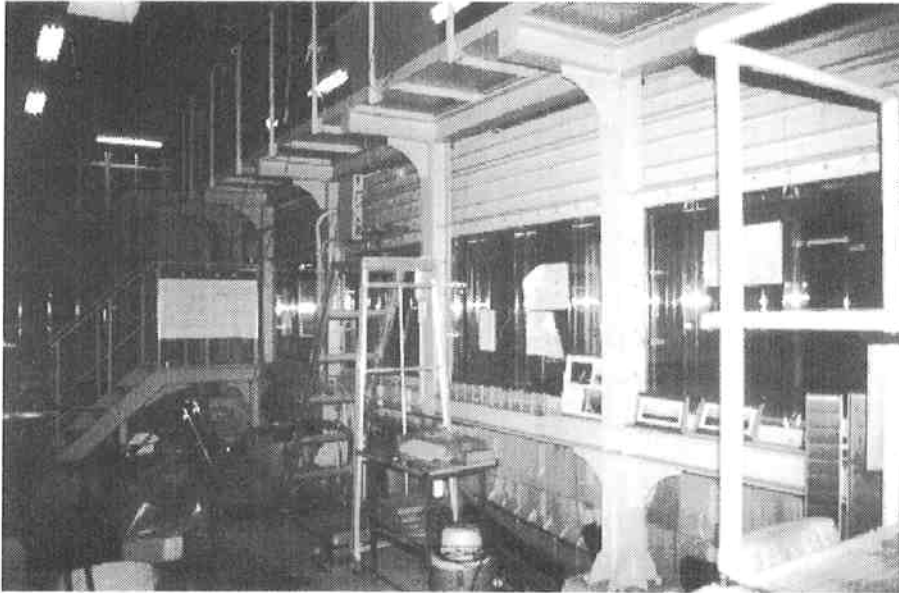


写真-1 風洞実験装置

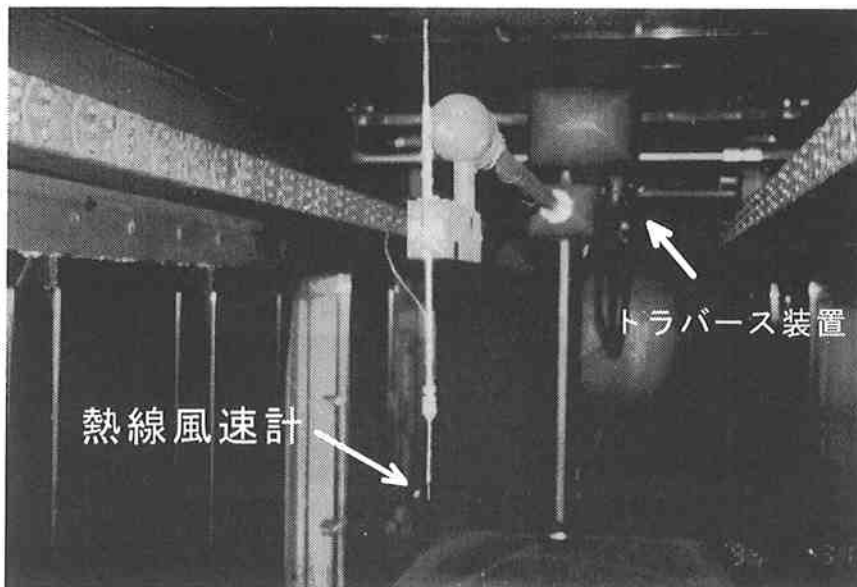


写真-2 測定洞内のトラバース装置(風上側より撮影)

実験モデルの概略図を図-3に、模型の設置状況を写真-3に示す。実験は、前列と後列の設置間隔を100cm相当のモデルと、設置間隔を50cm相当に狭くしたモデルについて行った。



図-3 防風ネット実験モデル概略図

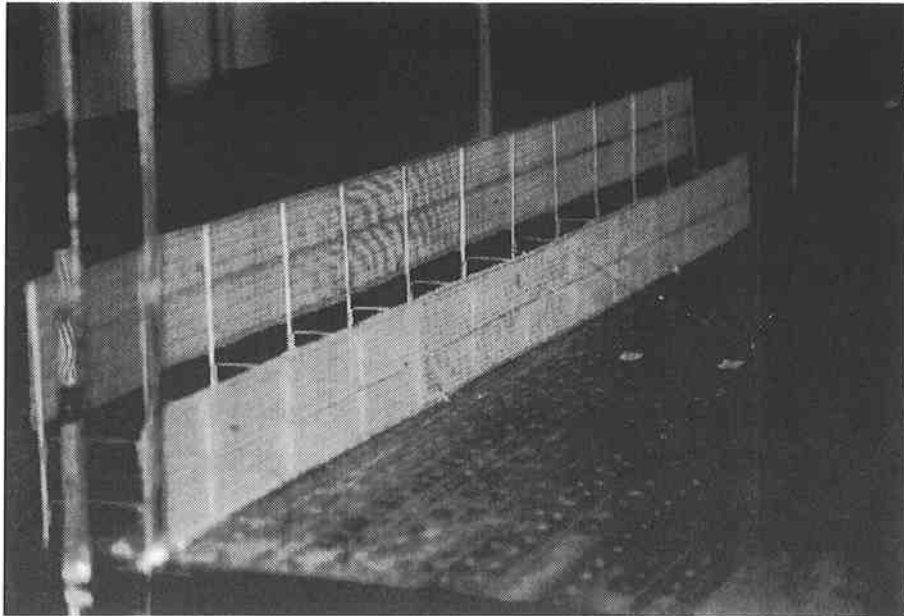


写真-3 模型の設置状況（風下側から撮影）

次に風速の測定点を図-4に示す。風速の測定は、測定洞の中心に沿って行き、水平方向へは、ネット高倍数（H：この場合15.0cm）単位に、林帯モデルの風上側-6H（-90cm）から風下側26H（390cm）まで、垂直方向は、高さ0～3.0H（45cm）間とし、192箇所の定点において測定した。各定点では、風速を1秒おきに10回づつ計測して平均値を求めた。

また、測定洞内における風上側の基準風速は、沖縄県の冬季における比較的強い風速20m/sを想定し、下記に示す野外と風洞内の相似則の理論式<sup>1)</sup>より7.4m/sとした。

$$U_m/U_n = (L_m/L_n)^{1/3}$$

式中、 $U_m$ は風洞風速、 $U_n$ は野外風速、 $L_m$ は模型の代表長、 $L_n$ は実物の代表長である

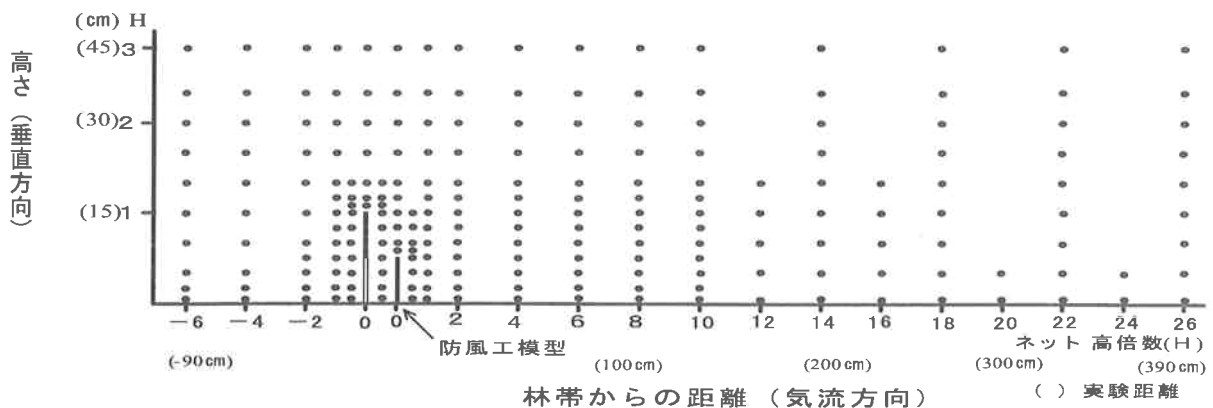


図-4 風速測定点位置図（・は計測点を示す）

#### 4. 結果および考察

##### 1) 1列型ネットとの比較

測定結果より作成した2列型防風ネットの等風速線図と、比較のために1列型防風ネットの等風速線図<sup>4)</sup>を図-5に示す。なお、図中の数字は風速比を表し、風上側の基準風速1に対する各測点での風速比(%)である。2列型と1列型の減風効果を、風速比40% (基準風速20mを想定した場合のサトウキビが物理的被害を受けないとされる限界風速<sup>2)</sup>)の区域で比較すると、水平方向での減風範囲は、両型とも25Hから26Hの範囲まで認められほぼ同等である。垂直方向を見ると、1列型はネット上部から2列型は後列ネットの1.5m付近から始まっており、効果面積<sup>4)</sup> (高さ×水平距離)では1列型の方が若干(5%)広がっている。いずれにしろ、両型とも減風機能が著しく高いことがわかる。

30%域および20%域の水平方向をみると2列型の方が2Hから3Hほど広がっている。最低風速値は、ともに10%域が出現するが範囲は2列型の方が若干広がっている。

次に風上側をみると、1列型は、-2Hまで風速比30%~50%に減風するが、2列型では50%~60%にしか減風せず、1列型の減風効果が高くなっている。次に、ネットの直上をみると、2列型の前列には1列型にみられない130%域が出現し、120%域も大きく広がっている。通常は、高密度になるほど直上の強風域が大きくなる<sup>4)</sup>が、この強風域の原因については、今後検討が必要である。

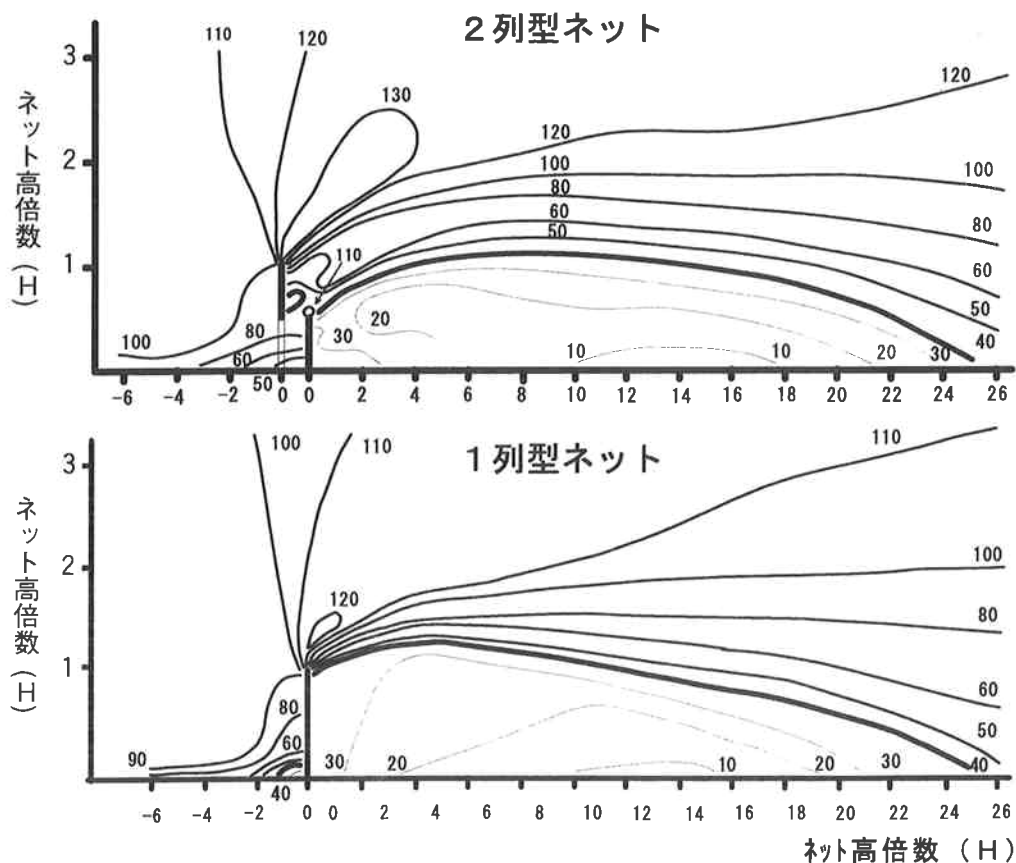


図-5 2列型防風ネットと1列型防風ネットの等風速線図

高さ1/3Hでの風速比の水平分布図を図-6に示す。なお、測定高1/3Hは、野外での地上高1mに相当する。風速は、それぞれ風上側のネット直前から急激に減衰するが、1列型の方が風速

比が低くなっている。その後は、ネットを通り抜け両者はさらに減衰し、ネット直後の1Hから4Hまでは2列型の方が風速比が若干低くなっている。それ以降は、両型ともほぼ同様な傾向を示している。最低風速値は、両型とも14h付近にみられ、1列型が13%、2列型が14%でほぼ同じ値である。

以上の結果から両型の減風効果を減風率から比較すると、風上側では1列型の方が減風効果が高く、風下側では低風速値において2列型の方が若干高いことが明らかになった。しかし、両型とも減風機能が高いことが明らかで、また、実際に現地で設置する上で減風効果に大きな差異があるとは考えられず、両型は、ほぼ同等の減風効果を有するものと考えられる。

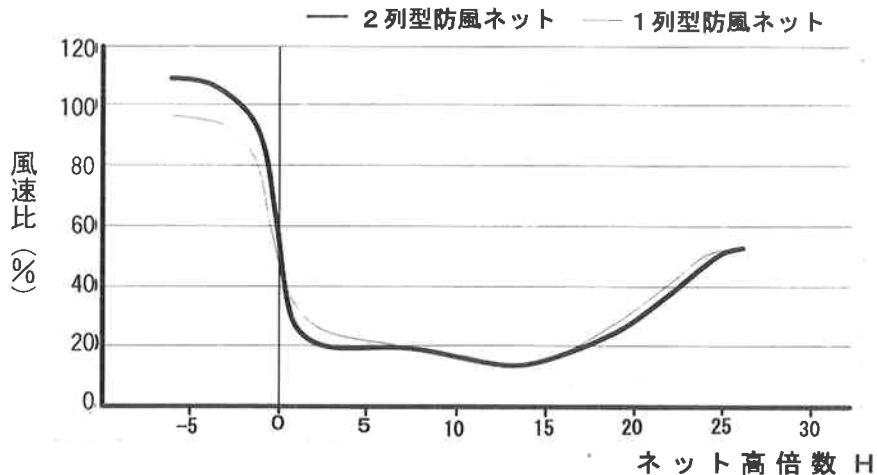


図-6 風速比の水平分布図

2) 前列と後列の間隔の検討

次に、2列型防風ネットについて、前列と後列の設置間隔を狭くすることにより減風効果に差異があるか検討を行った。図-7に設置間隔を狭くした(50cm相当)ときの等風速線図を示す。

図-5に示した設置幅が100cm相当の等風速線図と、風速比40%で比較すると、等風速線はそれぞれ同様な傾向を示し、減風範囲は20%域までほぼ同等である。それ以下の10%域になると、設置幅を狭くしたモデルの範囲が6h程広くなり、最低風速値も標準設置幅にはみられなかった5%域が出現している。風上側においても、100cm相当には出現しなかった40%域および30%域がネット直前に出現している。

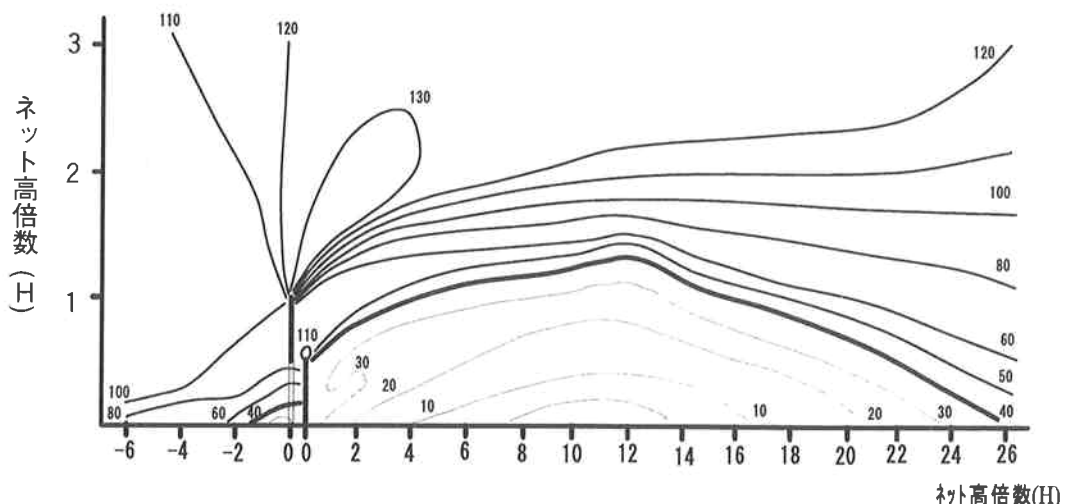


図-7 前列と後列の設置幅を50cm相当に狭くした等風速線図



次に、同じく高さ  $1/3H$ での風速比の水平分布図を図-8に示す。風速比は、風上から風下まで両型とも同じような傾向を示すが、風下側の  $6H$ から  $16H$ 間では、狭くしたモデルが低くなっている。最低風速値は、 $100\text{cm}$ 相当が  $14\%$ 、狭くした場合が  $7\%$ で  $7\%$ 低くなっている。

以上の結果から、設置幅を狭くすると、総体的には特に大きな差異がないものと考えられるが、測定箇所によっては若干の減風効果の向上が認められた。防風ネットを圃場等に設置する場合、設置間隔が狭まくなれば防風ネットの占有面積が小さくなり、土地利用の面からは有利となる。今回の結果からは、設置間隔を現在より狭した方がより効率的であると考えられた。しかし、逆に狭くすることは、強度的に弱くなることが予想され、今後は、さらに間隔を変化させ最適間隔を検討する必要がある。

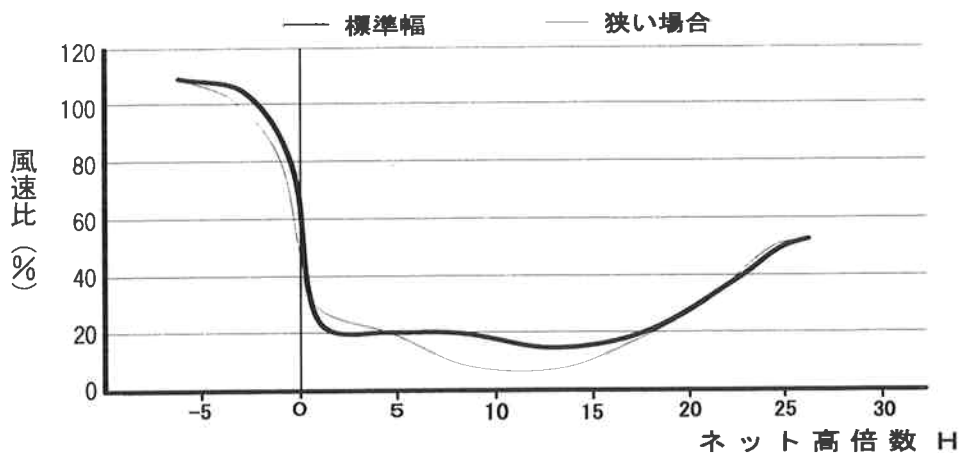


図-8 設置間隔の違いによる風速比の水平分布図

#### 4. ま と め

今回、新たに考案された2列型防風ネットの減風効果について、風洞実験の測定結果を基に、従来の1列型防風ネットとの比較検討を行った。その結果、2列型防風ネットは測定箇所によっては1列型より良好な箇所も認められるが、全体的に特に大きな差異はなく、1列型と同等の減風効果を有するものと考えられた。また、両型とも減風機能が高いことが明らかであった。

また、2列型防風ネットについて、前列と後列の設置間隔を狭くした場合、減風効果に、大きな差異はないが、測定箇所によっては減風率に若干の向上が認められた。設置間隔を狭くすると強度的には低下することが予想されるが、土地利用を考えると効率的であるため、設置間隔を変えさらに検討する必要がある。

最後に、2列型防風ネットは、現在最も減風効果の高い<sup>4)</sup>  $1\text{mm}$ 目ネットを使用しているが、 $1\text{mm}$ 目ネットは降雨時に雨滴によりネットに水膜が張ることや、晴天時に砂埃等を付着する現象が指摘されており、実際現場で使用した場合はさらに密閉度が増し、ネットにかかる風圧がより高くなるものと考えられる。また、実際に設置する際には、保護対象面積が狭い場合が多く、圃場を囲いこんで設置すること等もあることから、今後は  $2\text{mm}$ 目ネットの利用についても検討が必要である。

## 5. 引用文献

- 1)井上栄一：地表風の構造，農技研報，1952
- 2)幸喜善福：農業基盤整備と防風・防潮林，1979
- 3)中島勇喜ほか：日林東北支誌，P250～252，1987
- 4)平田功ほか：沖縄林試研報No.38，P1～11，1995

# ヒメマツタケ (*Agaricus blazei*) 栽培に関する研究

—植菌以降の菌糸生長と諸環境について—

Higa, Toru : Study on the cultivation of *Agaricus blazei* -The mycelial growth of *Agaricus blazei* under various environment-

比 嘉 亨

## 1. はじめに

県内で生産量を伸ばしつつあるヒメマツタケ (*Agaricus blazei*) は、マッシュルーム (*Agaricus bisporus*) と同属で、一般にバガス・コンポストを培地にして、施設内でコンテナ栽培される。

植菌後のヒメマツタケ菌糸は、栄養体であるコンポストの占有をめぐる有害菌と競争するが、いかに早くヒメマツタケ菌糸をコンポスト中に拡大させ、有害菌を抑止するかが、栽培上重要なポイントである。

したがって、今回はバガス・コンポスト中の菌糸伸長に関する基礎的なデータを集めるとともに、菌糸生長を左右する要因として湿度環境に着目し、植菌以降の湿度環境がコンポスト中の菌糸生長にどう影響するかを観察した。また、覆土中の菌糸生長に影響する化学的要素として土壌 pH に着目し、土壌 pH 値と菌糸生長の関係について検討した。

## 2. 材料と方法

### 1) バガス・コンポスト中の菌糸生長速度について

半透明のポリ製容器 (写真-3 参照) を利用し、バガス・コンポスト中の菌糸生長を側面から観察した。植菌日は平成 10 年 10 月 7 日。植菌量は 500 g で、バガス・コンポストの重量は 9,800 g である。種菌はコンポスト表面下 3 cm の層に分散させて植え込んだ。培養は室内の明条件下で実施した。ポリ製容器の規格は縦×横×高=42×31×22cm である。植菌以降はフタをかぶせ湿度を 80% 以上に保った。菌糸生長速度の測定は植菌後 14 日経過時、同 19 日経過時、同 24 日経過時に行った。

### 2) 植菌後のバガス・コンポストを取り巻く湿度環境と菌糸生長について

試験期間は平成 10 年 9 月 18 日～平成 11 年 3 月 6 日で、種菌は T 物産所有株を使用した。コンポスト原料はバガスである。コンテナ規格は、縦×横×高=36×52×31cm である。コンテナ数は全 14 個。植菌後、コンテナ上部をビニルで覆い保湿したビニル区 7 個と、保湿に関する操作をしない対照区 7 個を設け、菌糸の生長具合を、10cm メッシュの金網をのせて、目視により比較観察した。表面上の菌糸占有率は、% で記録した。記録日はビニル区の 7 個が、覆土の適時とされる 80% 前後の占有率を示した植菌後 17 日目の時点とした。湿度環境はビニル区が常時 80% 以上であった。それに対し、対照区は外気湿度で、60～80% であった。

キーワード：ヒメマツタケ、バガス・コンポスト、菌糸生長、有害菌

### 3) 覆土の pH 値と覆土上の菌糸生長について

鹿沼土に消石灰（重量比 2%）を施用し、ヒメマツタケの最適値<sup>1)</sup>に準じ pH 値 7.0 に調整した。未調整の鹿沼土の pH 値は 4.3 であった。植菌日は平成 10 年 10 月 7 日で、植菌量は 500 g とした。覆土はバガス・コンポスト全表面をヒメマツタケ菌糸がほぼ占有した平成 10 年 11 月 2 日に行った。コンテナの対角線上にベニア版で仕切りを設け、表面を 2 分割した。二つに分けた一方に pH 値 4.3 の鹿沼土をかぶせ、もう片方に pH 値 7.0 の鹿沼土をかぶせた。



写真-1 県内で試験栽培されるマッシュルーム・ツクリタケ (*Agaricus bisporus*) 左とヒメマツタケ (*Agaricus blazei*)



写真-2 白いカビ状の雑菌に侵されるヒメマツタケ

## 3. 結 果

### 1) バガス・コンポスト中での菌糸生長速度について

表-1 に示すように、植菌後 14 日間は  $3.0 \pm 0.8 \text{ mm/日}$  の生長速度を示し、15 日目から 19 日目にかけては  $19.5 \pm 5.2 \text{ mm/日}$  と急速に生長量が増大し、20 日目以降も同様な速度で生長した。

なお、ポリ製容器（縦×横×高 =  $42 \times 31 \times 22 \text{ cm}$ ）内のバガス・コンポストに菌糸が蔓延したのは、植菌後 24 日目であった。



バガスコンポスト内でのヒメマツタケ菌糸生長状況最上方の横の実線がコンポスト表層を示し、続く 3 本の実線は上から順に、植菌後 14 日経過、19 日経過、24 日経過それぞれの時点での菌糸の到達ラインを示す。

表-1 バガス・コンポスト中の菌糸生長速度 (cm/日)

植菌後経過日数 (日)				植菌後経過日数 (日)			
測点	1	15	20	測点	1	15	20
No.	~14	~19	~24	No.	~14	~19	~24
1	3.5	15.8	23.0	21	1.9	20.8	33.5
2	3.5	16.2	22.8	22	2.1	22.4	22.3
3	3.8	17.4	21.5	23	2.9	19.8	31.8
4	3.9	18.4	18.5	24	2.9	19.6	8.8
5	3.8	21.6	13.5	25	2.7	24.0	13.8
6	2.9	25.0	13.3	26	2.6	24.6	16.0
7	3.0	22.8	15.8	27	4.3	9.8	14.8
8	3.1	20.6	15.5	28	3.2	21.4	32.3
9	2.4	19.2	14.8	29	2.7	18.2	15.0
10	3.1	25.4	15.0	30	4.2	20.8	14.3
11	3.3	15.2	14.3	31	3.9	26.0	10.8
12	3.3	10.6	15.3	32	3.4	27.4	
13	3.3	9.6	18.3	33	3.8	20.6	
14	2.9	14.6	18.3	34	4.5		
15	1.7	28.2	16.0	35	3.9		
16	1.5	28.6	18.5	36	3.4		
17	1.6	18.8	28.0	37	2.7		
18	1.8	13.4	32.0	38	2.4		
19	1.9	12.8	35.5	39			
20	1.9	14.4					
					4.2	9.7	7.9
					±1.1	±2.6	±3.0

2) 植菌後のバガス・コンポストを取り巻く湿度環境と菌糸生長について

表-2 植菌後17日目のバガス・コンポスト表面の

処理区別	処理区別菌糸占有率 (単位: %)	
	ビニル区	対照区
1	80	10~20
2	80	30
3	90	10
4	70	10
5	80	20
6	70	20
7	95	10

表-2に示すように、保湿したビニル区のコンテナ7個については、バガス・コンポスト表面のヒメマツタケ菌糸の占有面積率が70~95% (植菌後17日目時点) に達したのに対し、対照区は、同時点で10~30%前後の占有率であり、極めて明瞭な差が認められた。(F<sub>0</sub>=202.5

>F<sub>0</sub>=4.7) その後、両区ともに菌糸生長が停止した(写真-5)が、菌糸が生長できない部分は有害菌の占有する部分と考えるのが妥当であろう。橋本<sup>2)</sup>はマッシュルーム(ツクリタケ)栽培における減収の原因として、植菌後に侵入する有害菌をあげ、その被害を抑制する因子に、ツクリタケ自体の抵抗力を指摘した。さらにコンポスト中に占めるマッシュルーム菌糸の容積と抵抗力との関係を示唆したが、写真-5にみる両区の菌糸占有率の差は、ヒメマツタケの有害菌に対する抵抗力の差とみることができる。これらのことから、植菌以降の保湿操作は、コンポスト中のヒメマツタケ菌糸の生長促進と占有する容積の拡大に有効であると同時に、ヒメマツタケの有害菌に対する抵抗力を高めるのに効果的な手段であると思われる。



写真-4 植菌以降の湿度管理状況  
コンテナ(培容器)上部をビニルで覆い保湿する。

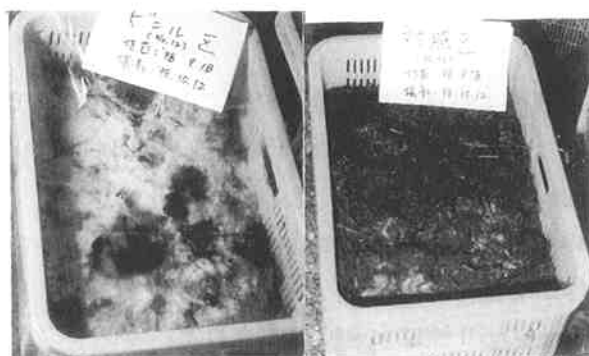


写真-5 ビニルによる保湿効果  
左の保湿されたビニル区はコンポスト上にヒメマツタケの菌糸十分に  
浮きあがっているのに対し、右の対照区の菌糸はまばらである。

### 3) 覆土のpH値と覆土上の菌糸占有率について

一旦覆土上を覆った菌糸が消失し始める直前の、観察に最も都合の良い、植菌後13日を経過した時点で、菌糸占有率の観察を行った。pH値7.0区の菌糸占有面積が約90%に達したのに対し、pH値4.3区は10%未満であった。(写真-6)

このことから、覆土のpH値調整は、ヒメマツタケ栽培管理上極めて重要な操作であり、pH値調整剤として、消石灰は有効であることが明らかとなった。

表-3 pH値別 菌糸占有率

pH値	4.3	7.0
植菌後 13 日目 の菌糸占有率(%)	10	90



写真-6 覆土の pH 値と覆土上の菌糸生長について

右の pH 値 7.0 区が覆土後約 13 日で 90%以上菌糸が生長するのに対し、左の pH 値 4.3 区は 10%に満たない。

#### 4. ま と め

バガス・コンポスト中の菌糸生長速度は、種菌植えこみから蔓延までの間一様でなく、当初の 2 週間は  $4.2 \pm 1.1$  cm/日で推移し、中盤の 15 日目から 19 日目にかけて、 $9.7 \pm 2.6$  cm/日となり、その後  $7.9 \pm 3.0$  cm/日であった。

ヒメマツタケの植菌後の菌糸生長を促進させる方法として、バガスコンポストをビニルで覆い 80%以上に保湿する操作が有効であった。

覆土中の菌糸生長は、覆土の pH 値に大きく左右された。ヒメマツタケの覆土における菌糸生長は、pH 値 4.3 の土壌よりも pH 7.0 値の土壌での結果がよかった。pH 調整剤として消石灰は有効であった。

#### 引用文献

- 1) 中村克哉：キノコの事典、朝倉書店、455、昭和 57 年
- 2) 橋本一哉：マッシュルーム栽培法、農村文化社、173、220 - 221、昭和 62 年