

研 究 報 告

No.49

平成18年度

(2006年)

沖縄県森林資源研究センター

〒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

テリハボク海岸林の除・間伐試験について	1
	金城 勝 宮城 健 比嘉 政隆
抵抗性リュウキュウマツの育種選抜	6
- 激害地産自然交配家系の接種検定結果 -	中平 康子 倉本 哲嗣
リュウキュウマツの青変防止及び漂白処理	9
	嘉手苺 幸男
樹幹注入によるデイゴヒメコバチ殺虫効果の検討	14
- 苗による殺虫効果の検討 -	喜友名 朝次

研 究 報 告

テリハボク海岸林の除・間伐試験について

金城 勝・宮城 健・比嘉 政隆

1. はじめに

テリハボクは、耐潮・耐風性が高いことから防風・防潮林の他、街路樹として利用されており本県の治山事業においても、防災樹種として積極的に植栽が行われている¹⁾。

治山事業におけるテリハボクの植栽は、ポット苗によりha当たり10,000本を植栽する方法と実生によりha当たり10,000穴（1穴当たり5粒程度を播種）を植栽する方法があり、ポット苗による植栽は、主として宮古・八重山地域で、実生による植栽は南北大東島で実施されている。植栽されたテリハボクは、植栽密度が高いこともあって成長と共に競合してくる。このため防災機能の向上と併せて、林分管理に適した施業方法が求められているが、現在のところ管理方法は確立していない。

今回、管理方法を検討するため、テリハボクの若齢林に除・間伐試験を実施したので、その結果を報告する。

調査に当たっては、県八重山支庁農林水産整備課及び北大東村役場経済課の職員に協力を頂いた、記して感謝申し上げます。

2. 試験地及び試験の方法

1) 除伐試験

除伐試験地は、北大東島の南側で字南の海岸線から約200m離れた箇所にある海岸防災林造成事業箇所である（図 - 1）。この試験地は、平成10年度の海岸防災林造成事業により幅30m、長さ約300mの防風ネットが带状に施工されており、内側は植栽樹（10m×10m）が横に3列配置されている。植栽樹には、1樹当たり100個の植付穴があり、植栽樹種はモクマオウとテリハボクである。配置は、海に面した前側1列がモクマオウ、後側2列がテリハボクである。試験では、最後列のテリハボク植栽箇所から、連続する6プロット

（1樹を1プロットとする）を試験区として設定し、対照区と除伐区を交互に3プロット配置した（図 - 2）。

計測は、胸高直径と樹高について行い、対照区では1穴当たり若齢木が数本生育していることから、成長の良好な1本を選定し計測を行った。除伐区では除伐作業を実施して1本に整理してから計測を行った。計測結果は除伐区と対照区について、プロットの平均値を求め、生育穴数、胸高直径、樹高、ha当たり材積³⁾について比較し除伐効果とした。

除伐は、平成17年9月に行い、平成18年9月に施業1年目の生育状況を調査した。

試験地の林分概要は表 - 1のとおりである。

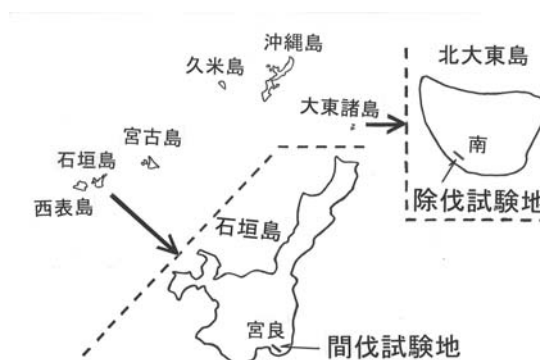


図 - 1 位置図

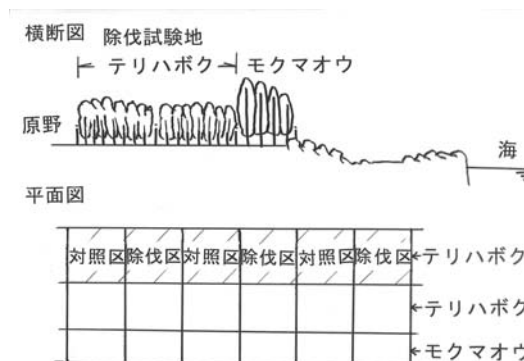


図 - 2 除伐試験地配置図

表 - 1 除伐試験地の林分概要

	平均生育 穴数	平均樹高 cm	平均胸高 直径cm	平均材積 m ³ /ha
除伐前	97	238	3.1	5.8
除伐後 [*]	97	238	3.1	5.8
1年目	97	262	3.4	7.1

各プロットとも1穴当たり1本の計測を実施したため、除伐前・後の数値は変わらない。

2) 間伐試験

間伐試験地は、石垣島の南東部で字宮良の集落に隣接した海岸防災林造成事業箇所である(図 - 1)。この試験地は、海岸線に平行な幅約20mの林帯があり、前縁にはクサトベラやモンパノキ、オオハマボウが生育し、その背後に平成5年度の海岸防災林造成事業で植栽されたモクマオウ林とテリハボク林がある。試験区は、テリハボク林を植栽本数100本となるように5m×20mのプロットに区切り、帯状に連続して9プロットを設定した。プロットは対照区3箇所、間伐区6箇所とし、交互に配置するとともに、間伐区は、相对幹距を基準とした間伐を実施した(図 - 3)。間伐量は本県の育成天然林施業で標準とされる15%²⁾とそれより強度の19%とした。

計測は、樹高及び直径について行い、計測結果は、対照区、15%区及び19%区について平均値を求め、生育本数、胸高直径、樹高、ha当たり材積³⁾、下層植生について比較し間伐効果とした。

間伐は平成16年12月に行い、平成17年12月に1年目、平成19年1月に2年目の生育状況を調査した。

試験地の林分概要は表 - 2のとおりである。

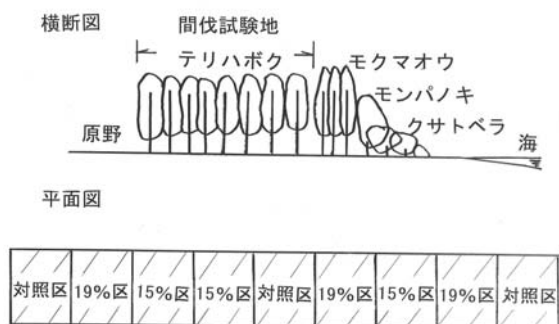


図 - 3 間伐試験地配置図

表 - 2 間伐試験地の林分概要

	平均生育 本数	平均樹高 cm	平均胸高 直径cm	平均材積 m ³ /ha
間伐前	70	5.3	4.8	70.1
間伐後	56	5.9	5.5	67.3
1年目	55	5.9	5.8	73.7
2年目	55	5.2	6.1	70.1

3. 結果及び考察

1) 除伐試験

生育穴数は、植栽当初の1柵当たり100穴より若干減少し、除伐後の調査では、対照区98穴、除伐区96穴であった。1年目の調査でも穴数に変化はなく、対照区、除伐区とも減少は生じていなかった(図 - 4)。

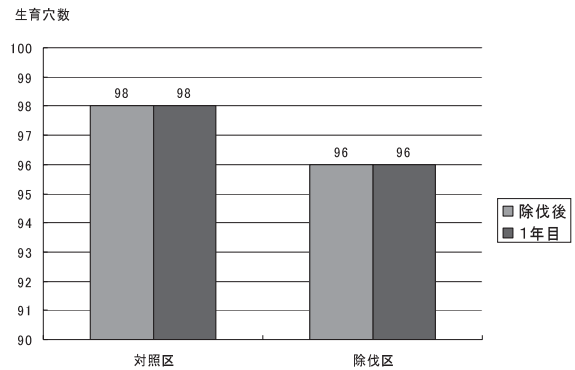


図 - 4 生育穴数

胸高直径は、除伐後の調査では、対照区3.0cm、除伐区3.1cm、1年目では対照区3.2cm、除伐区3.4cmとなり、対照区、除伐区とも若干の増加傾向を示し、対象区0.2cm、除伐区0.3cmの増となっている。対照区と除伐区の差を見ると、除伐後0.1cm、1年目0.2cmと除伐区が少し大きく、差が生じている(図 - 5)(多重比較法 対照区 < 除伐区* *は5%で有意、以下同じ)。

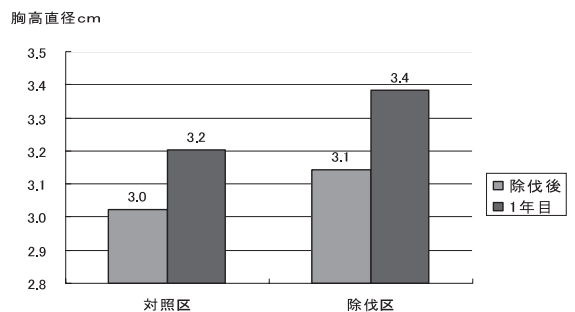


図 - 5 胸高直径

樹高は、除伐後の調査では対照区、除伐区とも238cm、1年目の調査では対照区263cm、除伐区261cmと対照区で25cm、除伐区で23cmの伸長であった。対照区と除伐区の差は除伐後には無く、1年目でも2cm対照区が高い程度で伸長差はあまりなかった(図-6)。これは、除伐作業の前週に台風の接近(平成17年9月4日台風14号瞬間最大風速55.6m)があり、梢端部の枯損が多数発生し、樹高の高い木が減少したことが原因として考えられた。

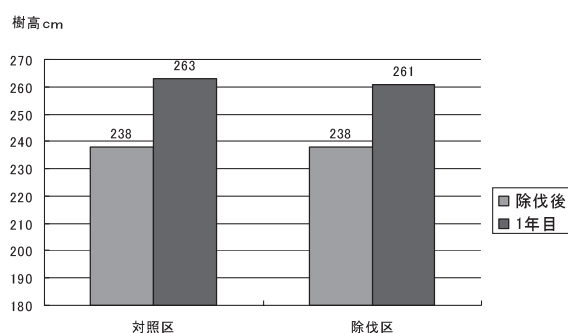


図-6 樹高

材積は胸高直径や樹高の成長に伴い増加している。除伐後の調査では対照区5.8m³、除伐区5.8m³、1年目では対照区6.8m³、除伐区7.2m³となり、除伐後と比べて対照区で1.0m³、除伐区で1.4m³の増加となっている。1年目の対照区と除伐区の差は0.4m³で除伐区の増加量が大きかった(有意差なし)(図-7)。

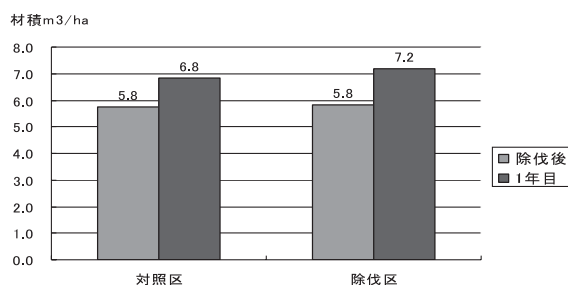


図-7 材積

除伐試験の結果をまとめると、枯死木については、対照区、除伐区とも発生は見られなかった。胸高直径は、対照区、除伐区とも増加し除伐区が対照区より成長した。樹高は、

台風による先枯れの発生等により対照区、除伐区とも伸長が少なく差は小さかった。材積は、胸高直径や樹高の成長により増加していた。今回の結果では、除伐は、胸高直径へ促進効果があると考えられた。

試験地は、海岸から約200m離れており潮風害が通常の海岸防災林造成事業地より緩和されていることや除伐を実施したのは後方のテリハボク林であることなどから、若齢林の除伐では、林分の周辺環境を十分考慮する必要があると思われた。また、試験地は島嶼で、台風等強風がテリハボク林の成長に与える影響が大きいことから、適切な施業方法を検討するためには、今後もデータの蓄積が必要と思われた。

2) 間伐試験

生育本数は、間伐後には対照区68本、15%区54本、19%区46本、1年目には対照区66本、15%区54本、19%区46本となり対照区で2本の減少が見られた。2年目は各区とも減少はなかった。対照区の生育本数の減少は、枯死によるもので、いずれも樹高の低い被圧木であったことから密度効果によるものと考えられた(図-8)。

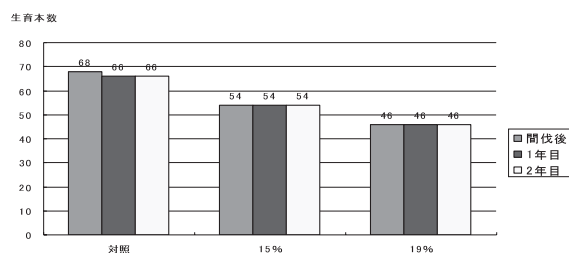


図-8 生育本数

胸高直径は、間伐後には対照区4.5cm、15%区5.9cm、19%区6.1cmで1年目以降も増加を示した(図-9)。2年目の胸高直径は、対照区5.0cm、15%区6.4cm、19%区6.8cmとなっており、間伐後と比べて、対照区0.5cm、15%区0.5cm、19%区0.7cmの増加となっている(多重比較法 対照区<19%区*)。

樹高は、間伐後には対照区5.0m、15%区6.3m、19%区6.4m、1年目には対照区5.0m、

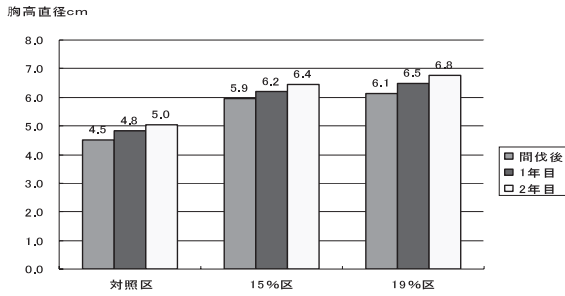


図 - 9 胸高直径

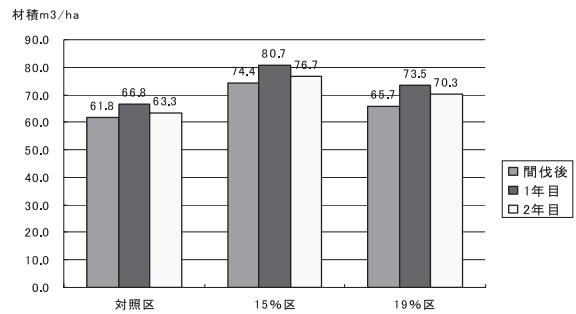


図 - 11 材積

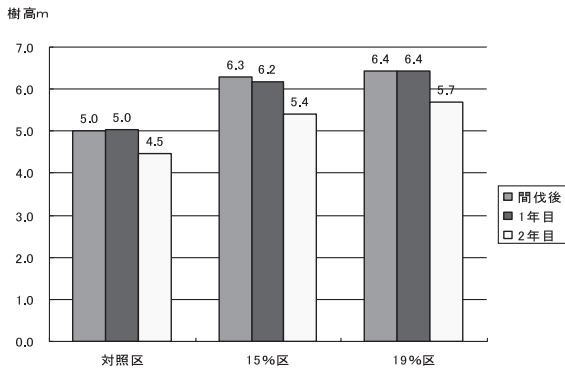


図 - 10 樹高

15%区6.2m、19%区6.4mとあまり変わらないが、2年目に減少している(図 - 10)。

これは、台風(平成18年9月16日台風13号瞬間最大風速67.0m)の被害を受けたことによるもので、梢端部が枯損し、枝葉の損失が多数発生していた。2年目の樹高の減少量は、对照区0.5m、15%区0.8m、19%区0.7mとなり、間伐区のほうが減少量は大きかった(多重比較法 对照区<15%区*、对照区<19%区*)。間伐直後は風害に会いやすいと言われている⁴⁾が、19%区では樹高の低下の他に強風による根回し(揺動跡)が見受けられた。

材積は、間伐後には对照区61.8m³、15%区74.4m³、19%区65.7m³、1年目には对照区66.8m³、15%区80.7m³、19%区73.5m³と増加を示していたが、2年目は1年目より材積が減少している(図 - 11)。これは、台風による樹高の低下が原因として考えられ、1年目の材積に対する2年目の減少量は、对照区3.5m³、15%区4.0m³、19%区3.2m³で、15%区が大きかった(有意差なし)。

下層植生は、アカギモドキ、タブ、イヌビワ、ギンネム、クサトベラ、ゲッキツ、アオ

ガンピ、シマグワ、オオバギ、アカメガシワ、ゲットウ、ノカラムシ、カニクサ等が多く見られ、出現種数は、間伐直後では30種であったが、2年目には49種と1.6倍に増加していた。プロット毎にみると減少した区はなく、最小141%、最大225%となり、200%を超えるのは、15%区と19%区の間伐区であった。(図 - 12)。

樹種別の生育量では、ゲットウ、オオバギが大きく、1年目から各プロットに出現し、各プロットの投影面積の10~30%を占めてい

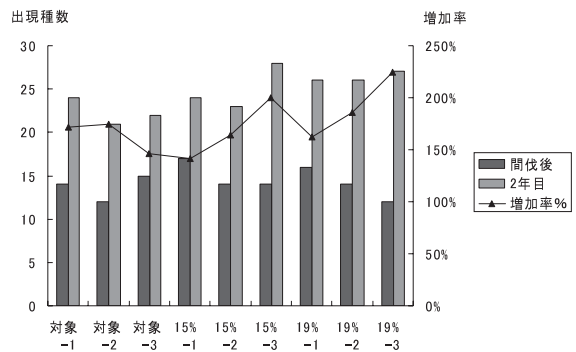


図 - 12 下層植生の推移



写真 - 1 下層植生(ゲットウ)

た。ゲットウの樹高は、間伐直後の平均0.7 mが1.4mと高くなる等成長が旺盛で林内の光環境がかなり改善されたことが考えられた（写真 - 1）。

間伐試験の結果をまとめると、対照区では密度効果によると考えられる枯死木の発生があったが間伐区ではなかった。直径成長は、対照区より間伐区（19%）が増加した。また、光環境の改善により、下層植生の種数が増加し、成長量が増えることが分かった。しかし、台風により先端部が枯損し樹高が減少したことや樹高減少量は間伐区が対照区より多かったこと、19%区では根回しが見られたこと等間伐により被害を受けやすくなることも示唆された。

今回の試験では、間伐後2年目までの施業効果を検討したが、台風による梢端部の枯損が多数発生したこと等から、台風後の回復状況等も調査する必要があると思われた。

また、潮風害の影響が大きい海岸防災林造成事業地では、適切な施業方法を検討するには、継続的な調査を実施することが必要と思われた。

引用文献

- 1) 沖縄県の治山事業（民有林）：P85、沖縄県農林水産部森林緑地課、平成18年3月
- 2) 育成天然林整備事業の手引き：P9、沖縄県農林水産部、平成7年度
- 3) [内部資料] 沖縄県地方で適応される立木幹材積表および林分材積収穫表：P1、沖縄県林業試験場
- 4) 風害・森林火災軽減対策シリーズ：P4、No.5 平成18年3月 森林総合研究所

抵抗性リュウキュウマツの育種選抜

－激害地産自然交配家系の接種検定結果－

中平 康子・倉本 哲嗣*

1. はじめに

沖縄本島におけるリュウキュウマツ (*Pinus luchuensis*) の松くい虫 (マツ材線虫病) 被害は1973年に初めて確認され¹⁾、空中散布などの防除により一時期減少したものの、現在では沖縄本島全域に被害が拡大している。

沖縄県森林資源研究センターでは、1997年～2004年までに林木育種センター九州育種場の協力を得て、嵐山に自生している成木に対してマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*) (以下、線虫) を強制接種し、その生存木を抵抗性候補木として選抜している^{2, 3)}。しかし、線虫の強制接種による選抜方法は労力がかかること、遺伝的な多様性が期待できないことから、2002年からは沖縄本島内の激害地において生存している個体も抵抗性候補木として選抜している。しかし、激害における生存木については、線虫が樹体内に侵入したか明らかでないため、生存している理由が抵抗性によるものか不明である。そのため、激害木の生存木から選抜した個体が、線虫の強制接種により選抜した個体と同程度の抵抗性を有しているか確認する必要がある。

そこで、線虫の強制接種により選抜した個体から得られた自然交配家系 (以下、強制接種選抜家系) と激害地で選抜した個体から得られた自然交配家系 (以下、激害地選抜家系) および種子採取事業で採取された精英樹 (混合家系) に対して線虫接種検定を行い、抵抗性の程度について検討した。

2. 材料と方法

供試苗には、強制接種選抜家系 8 家系と2002年～2004年までに選抜した激害地選抜家系 11家系、2003年に種子採取事業で採取した精英樹 (混合) の計20家系を用いた (表 - 1)。選抜した個体から得られた自然交配家系は、2004年12月～2005年1月に球果を採取し、種子を系統毎に分離しておいた。同年1月から2月に播種し、苗畑への移植は6月～9月に行った。畝間1m、4列植とし、植栽間隔が15cmになるように植栽した。線虫接種試験開始まで同様の条件で育苗管理した。

線虫接種時の系統毎の本数は、強制接種家系 779本、激害地選抜家系 972本、精英樹 (混合) 545本の計2296本となった (表 - 1)。

接種は2006年5月22日～6月23日の間に常法により行い、接種頭数を5,000頭/本とした。

表 - 1 供試苗の由来と供試本数

区分	系 統	採取地	供試本数
強制接種 選抜家系	AI-8	嵐山採種園	45
	AI-33	嵐山採種園	210
	仲里り-12	嵐山採種園	68
	仲里り-19	嵐山採種園	147
	仲里り-21	嵐山採種園	11
	仲里り-23	嵐山採種園	19
	仲里り-26	嵐山採種園	217
	仲里り-32	嵐山採種園	62
		計	779
激害地 選抜家系	No.1407	国頭村佐手	156
	No.1501	国頭村辺戸	98
	No.1505	国頭村辺戸	15
	No.1506	国頭村辺戸	79
	No.1507	国頭村辺野喜	191
	No.1508	国頭村辺野喜	2
	No.1509	国頭村辺野喜	150
	No.1510	国頭村辺野喜	113
	No.1516	今帰仁村乙羽	17
	No.1603	国頭村安田	100
	No.1604	国頭村安田	51
	計	972	
精英樹			545
	合 計		2296

* 独立行政法人森林総合研究所林木育種センター九州育種場

接種線虫には島原個体群を用い、接種まで BOT (*Botrytis cinerea*) 菌層上で約 2 週間培養したものをペールマン法で分離し、線虫密度を 10,000 頭 / ml に調整した。

生存木の確認は、接種 8 週後と 4 ヶ月後にいき、各家系の生存率と平均生存率を 2 検定により比較した。なお、枯死木の判定は苗が全体的萎凋症状を示した段階とした。

3. 結果・考察

クロマツ、アカマツでは、線虫接種による枯損調査を接種 8 週後に行うことが多い⁴⁾ことから、本試験でも同様に選抜方法および各家系ごとの接種後 8 週目の生存率を確認した。強制接種選抜家系ではほとんどが 40% 以上の生存率を示したのに対して、激害地選抜家系では 24% ~ 74% とばらつきが高かった (表 - 2)。選抜方法別の平均生存率は強制接種選抜家系では 68%、激害地選抜家系では 51%、精英樹 (混合) では 64% となり、強制接種選抜家系からの自然交配家系が全体として激害地選抜家系や精英樹 (混合) に比べて生存率が高いことが分かった。しかし、激害地選抜家系の中には強制選抜家系よりも高い生存率を示すものがあり、激害地選抜では強制選抜に比べると、高い抵抗性を示す個体の出現頻度は低いものの候補木の選抜方法として有効であることが示唆された。

今回の実験では、全ての家系に接種 8 週目以降も枯死個体が認められ、接種 4 ヶ月目ま

表 - 2 各家系の接種 8 週目の生存率

強制接種選抜家系	激害地選抜家系	精英樹
AI-8 67%	No.1407 71%	混合家系 64%
AI-33 43%	No.1501 30%	
仲里リ-12 67%	No.1505 75%	
仲里リ-19 86%	No.1506 61%	
仲里リ-21 54%	No.1507 78%	
仲里リ-23 77%	No.1508 8%	
仲里リ-26 74%	No.1509 31%	
仲里リ-32 80%	No.1510 75%	
	No.1516 49%	
	No.1603 40%	
	No.1604 38%	
平均 68%	平均 51%	

で枯れ続けた (表 - 3)。以上のことから、リュウキュウマツにおける生存確認は接種 4 ヶ月目が妥当であると考えられた。しかし、両者の生存率の順位に大きな変動は認められず、接種 8 週目と 4 ヶ月目の生存率間には $r = 0.85$ の相関があったことから、順位評価は接種 8 週目でも可能であることが示唆された (図 - 1)。

平均生存率と比較して生存率が高かったの激害地選抜家系の No.1407、No.1507、No.1510 は強制接種選抜家系の 仲里リ-19、仲里リ-32、で ($p < 0.01$)、これらの個体は、抵抗性育種母樹として有効であると考えられた。

今後は、8 週目以降の生存率についてどのような経過で枯損していくか、家系ごとに検証することでリュウキュウマツの抵抗性パターンの遺伝的様式の解明の推測に役立つと考え

表 - 3 各家系の接種 4 ヶ月目の平均生存率

強制接種選抜家系	激害地選抜家系	精英樹
AI-8 39%	No.1407 54%	混合家系 51%
AI-33 19% **	No.1501 24% **	
仲里リ-12 44%	No.1505 27% **	
仲里リ-19 57% *	No.1506 34% **	
仲里リ-21 18% **	No.1507 66% **	
仲里リ-23 37%	No.1508 0%	
仲里リ-26 49%	No.1509 19% **	
仲里リ-32 65%	No.1510 57%	
	No.1516 24% **	
	No.1603 19% **	
	No.1604 18% **	
平均 41%	31%	

* : 5% で有意差あり
** : 1% で有意差あり

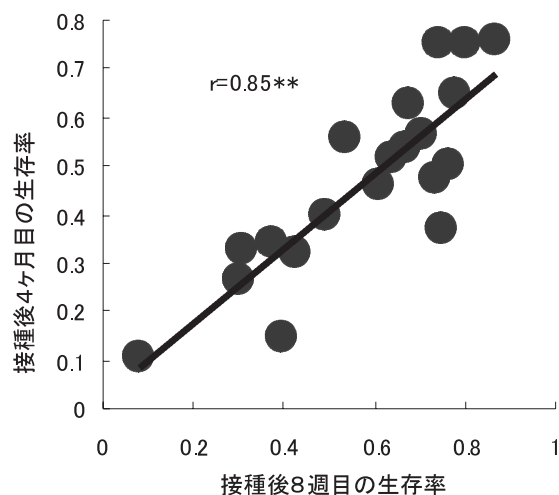


図 - 1 接種後 8 週目と 4 ヶ月目の生存率の相関

られた。

また、本試験では、精英樹（混合）の生存率が他の候補木に比べて比較的高い値となったことから、精英樹25家系の中にも抵抗性の高い個体が含まれている可能性が示唆され、今後は精英樹についても家系毎に抵抗性を確認する必要があると考えられた。

今後は、安定した抵抗性マツの生産に役立つため、接種時の環境条件などが生存率に対して影響を与えているかについて検討する必要があることから、引き続き、同系統を用いて、年次変動や季節変動が認められるか検討する必要がある。

引用文献

- 1) 我如古光男 (1977) 沖縄県林試研報20 : 75-87
- 2) 中平康子 (2004) 九州森林研究57 : 221-223
- 3) 中平康子 (2004) 沖縄県林試研報47 : 8-14
- 4) 倉本哲嗣ら (2005) 九州森林研究58 : 153-154

リュウキュウマツの青変防止及び漂白処理

嘉手苺 幸男

1. はじめに

リュウキュウマツ (*Pinus luchuensis*) は、本島の主要造林樹種であり、用材として木目の表情が豊かであることから家具・工芸製品、住宅用内装材として需要が多く利用価値の高い森林資源である。

しかし、伐倒後のリュウキュウマツ材は青変菌汚染が著しく、これらの汚染は複数の変色菌類により引き起こされている¹⁾。変色菌類の侵入経路は、キクイムシ等の穿孔性昆虫による伝搬や、空中を浮遊する菌が材面に付着することにより発生する²⁾。これらの菌による変色汚染はメラニン色素の沈着と言われ、抗菌物質が含まれていない各種マツ辺材・アピトンで多く発生する³⁾。

青変菌に汚染されたリュウキュウマツ材は、強度の低下を示すことはないが色調が大きく損なわれるため、加工用材としては致命的な欠陥となり、材の価値が著しく低下する。

このため、リュウキュウマツ材の汚染防止及び汚染材の漂白処理技術が素材生産者、木材加工者の双方から求められており、青変防止と青変菌汚染材の漂白処理技術開発が急務となっている。

そこで本研究では、リュウキュウマツ丸太材に対し防カビ及び防虫剤処理を行い丸太材における青変防止試験を実施した。また、青変菌に汚染された板材に対し漂白剤を用いて、青変菌汚染材の漂白処理試験を実施した。

本研究を実施するに当たり、各森林組合の職員及び木工関係者より、試験材料収集に協力を頂くとともに多くの助言を頂いた、また、シントウファイン社より薬剤の提供を頂いた。記して感謝致します。

2. 材料及び試験方法

1) 供試材

青変防止試験に使用した供試丸太は、沖縄県名護市喜瀬の林地に生育する約20～30年生のリュウキュウマツを用いた。伐倒後直ちに直径12～20cm、材長1mで玉切りを行い、120本の供試丸太を作製した。

漂白処理試験用板材は、名護林業生産加工販売事業協同組合、国頭村森林組合構内のリュウキュウマツ板材の中から青変菌汚染の著しい板材を選別し供試板材を得た。供試材を屋内で気乾状態になるまで天然乾燥を行った後に、表面をプレ-ナで平滑にし40mm(幅)×70mm(長さ)×15mm(厚さ)サイズの試験片を作製した。

2) 供試薬剤

丸太材の青変防止試験に使用した供試薬剤は、シントウファイン(株)社製防カビ剤ネオシントールW-2000、防虫剤SF3482を用いた。

漂白処理に用いた漂白剤は、木材の漂白剤として主に用いられている次亜塩素酸ナトリウム(NaClO)、過酸化水素水(H_2O_2)を使用した。漂白剤の活性化を促進するために、活性助剤として水酸化ナトリウムを、更に、漂白剤の浸透性を高めるためにエタノール及び界面活性剤を用いた。

3) 処理方法

丸太材の青変防止試験では、無処理、防カビ処理、防虫処理、防カビ・防虫処理(以後混合処理)の4条件とした。各条件について丸太30本を供試し、防カビ処理、防虫処理では、それぞれの薬剤を30倍に水で希釈した薬剤を供試丸太1本当たりそれぞれ0.5Lを噴霧器を用いて丁寧に均一に散布した。混合処理では、防カビ剤を散布し薬剤が乾燥した後に防虫剤を同じように散布した。散布量はいずれも1本当たり0.5Lとした。散布処理後の供試丸太は、各処理毎に3等分し10本毎にセン

タ - 所内の林縁部に積み上げた（写真 - 1）。

試験期間は、2005年7月上旬から9月上旬までの2ヶ月間行い、10日間毎に木口の青変汚染を目視で調査した。試験終了後に120本の全供試丸太を中央部より切断し、内部での青変汚染を目視により調査した。



写真 - 1 設置状況

漂白処理では、表 - 1 に示す薬剤溶液を用いて、図 - 1 に示す処理工程に従った。始めに、次亜塩素酸ナトリウム、過酸化水素水の単独塗布を行い漂白状況を確認した。

次に、漂白剤の活性化と浸透性を促進する目的で、次亜塩素酸ナトリウム、過酸化水素水に水酸化ナトリウムと界面活性剤を混合した溶液を作り塗布処理を行った。また、木材面に対する漂白剤の浸透性を高めるために漂白処理の前にエタノールを塗布した。

表 - 1 処理溶液

溶液	NaClO (ml)	H ₂ O ₂ (ml)	NaOH (g)	界面活性剤 (ml)
薬剤溶液A	100	-	-	-
薬剤溶液B	-	100	-	-
薬剤溶液C	50	-	1	-
薬剤溶液D	-	50	0.2	-
薬剤溶液E	50	-	1	0.02
薬剤溶液F	-	50	0.2	-

- 漂白処理工程 1 薬剤溶液Aで4回処理
 漂白処理工程 2 薬剤溶液Bで4回処理
 漂白処理工程 3 薬剤溶液Aで4回処理後、Bで4回処理後、Aで4回処理
 漂白処理工程 4 薬剤溶液Cで4回処理後、Dで4回処理後、Cで4回処理
 漂白処理工程 5 薬剤溶液Eで4回処理後、Fで4回処理後、Eで4回処理
 漂白処理工程 6 エタノール処理後、Eで4回処理後、Fで4回処理後、Eで4回処理

図 - 1 各漂白処理工程

塗布はナイロン製の刷毛を使用し、塗布間隔は塗布面の濡れが無くなった後に4回繰り返した。

漂白処理効果は目視により4段階で評価した（表 - 2）。漂白処理後における材色の測定は、試験材の長さ方向に上端から15mm、55mmの位置を中心とした直径15mmの2点とし、ミノルタ社製分光測色計CM - 500を用い、CIE Lab (L*a*b*表色系)、D65光源、2°視野により色調（明度、色彩）を測定した。

表 - 2 漂白の評価

漂白効果	漂白状態
0	青変菌汚染材の着色に変化がない(漂白作用が無い)
1	青変菌汚染材の着色が残っている(漂白作用が低い)
2	青変菌汚染材の着色の一部が薄く残る(漂白作用が有る)
3	青変菌汚染材の着色が全く認められない(漂白作用が高い)

3. 結果及び考察

1) 外観上の青変菌汚染

図 - 2 に目視による外観上の青変菌汚染率を示した。無処理区及び防虫処理区における各汚染率は、処理後10日目まで60%、47%と高く、20日目まで両処理区とも100%の汚染率を示し、急激な汚染の拡大が見られ、防虫処理効果は認められなかった。

防カビ及び混合処理区では、処理後10日目までは汚染が認められず20日目に汚染率は各々17%、7%、30日目では63%、37%の値を示し汚染の拡大が見られたが、40日以降では汚染の拡大は緩やかであり、60日目には70%、47%を示した。

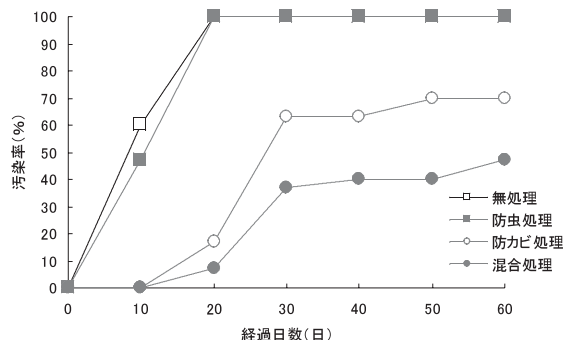


図 - 2 処理別の外部汚染率

処理後60日目の汚染率は、無処理区 = 防虫処理区 > 防カビ処理区 > 混合処理区の順であった。以上の結果から、薬剤処理による青変菌汚染防止効果は防カビ、混合処理区では処理後10日目までは有る程度期待できるが、20日以降における汚染の拡大を防止するのは困難である。

2) 内部の青変菌汚染

図 - 3 に60日後の試験終了時における外観及び内部の青変菌による汚染状態を示した。

無処理区、防虫処理区、混合処理区では内部の青変菌汚染率は100%の値を示し、薬剤処理の効果は無かった。防カビ処理区においても90%の汚染率を示しその処理効果は小さく、今回の処理においては丸太の青変菌汚染を防ぐことはできなかった。

防カビ、混合処理区の内部における汚染率が、外観上の汚染率と比較して高い値を示す結果となった要因としては次のことが考えられた。

菌類が繁殖するためには酸素・水分・温度・養分が適度でなければならず、いずれの一つでも不適當な状態になると繁殖は起こらないことが知られている⁴⁾。外観上の汚染は、防カビ、混合処理区の丸太木口が薬剤処理により青変菌の繁殖が有る程度抑制されるとともに、外気に面している木口面が乾燥し、青変菌の繁殖に必要な水分の供給が絶たれることから汚染率の増加が抑えられたと考えられる。しかし、丸太内部では水分の蒸散が緩やかであることから、菌の繁殖に必要な水分は十分に存在するため、高い汚染率を示したと考えられた。

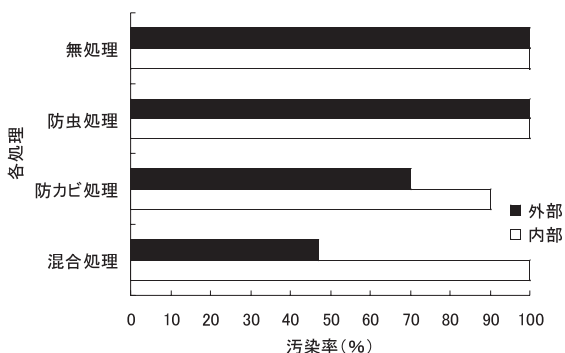


図 - 3 処理別の外部・内部汚染率

3) 青変菌汚染部に対する漂白効果

図 - 4 に各漂白工程による漂白効果を示した。

次亜塩素酸ナトリウム及び過酸化水素水の単独処理を行った処理工程1・2においては、材面全体が薄く脱色され明るくなる傾向を示すが、青変菌汚染部位での漂白効果は全く認められなかった。

次亜塩素酸ナトリウム塗布後に過酸化水素水を塗布し、再度次亜塩素酸ナトリウム塗布処理を行った処理工程3では、漂白効果は単独使用と同様に、材面が薄く脱色され明るくなる傾向を示すが、漂白効果は処理工程1・2と同様に全く認められなかった。これらに漂白剤を使用し漂白効果の向上を図るためには、漂白溶液の材内含浸性を高める薬品の選択とともに、漂白剤の活性化を促進させ漂白効果を高める薬品(助剤)が必要であると考えられた。

このため、活性化助剤として十数種類の薬品を用い漂白処理を実施した結果、水酸化ナトリウムを添加することにより漂白効果が向上した。

処理工程4では、次亜塩素酸ナトリウム50mlに対し水酸化ナトリウム1gの添加溶液(薬剤溶液C)と過酸化水素水50mlに対し水酸化ナトリウム0.2gの添加溶液(薬剤溶液D)を用い、薬剤溶液Cを4回塗布後に薬剤溶液Dを4回塗布し、更に薬剤溶液Cを4回塗布を行った結果、青変菌汚染部位での漂白効果の改善が認められたが十分ではなかった。

次に、処理工程5では、浸透性を高めるために薬剤溶液Dに界面活性剤(Twin20)を0.02ml添加した薬剤溶液Eを用い、薬剤溶液Eを4回塗布後に薬剤溶液Dを4回塗布し、更に薬剤溶液Eを4回塗布処理を行った結果、図 - 4 に示すよう漂白効果が処理工程4と比較して向上したが、材面には青変菌汚染部位が一部薄く残り完全に漂白することはできなかった。

このため、処理溶液を塗布する前段階で、浸透性の向上を図る前処理が必要であると考えられることから、十数種類の有機溶媒を用い漂白処理を実施した結果、エタノール溶液を

前処理として材面に塗布すると最も漂白効果が向上した。

処理工程6では、エタノールを材全面に塗布後に薬剤溶液Eを4回塗布し、薬剤溶液Dを4回塗布後に薬剤溶液Eを4回塗布処理を行った結果、青変菌汚染材の着色色が全く認められず、漂白効果が非常に高くエタノールでの前処理が有効であることが示された。

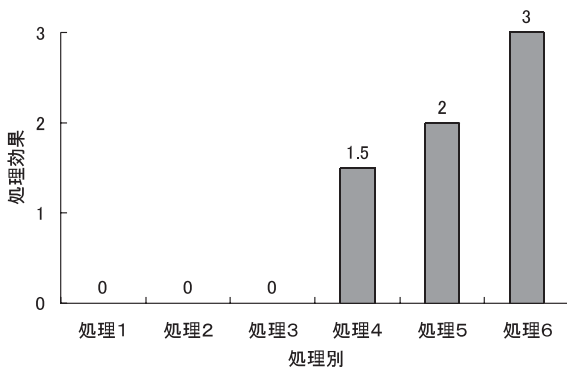


図 - 4 漂白処理効果

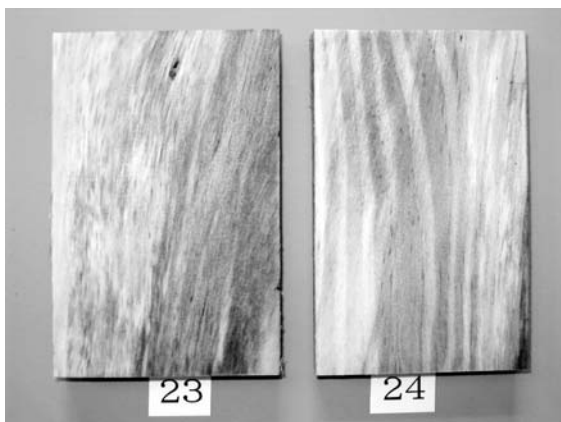


写真 - 2 未漂白処理材



写真 - 3 漂白処理材

4) 漂白処理後の材面色の変化

処理工程6の漂白処理を行った試験材では、青変菌汚染部位の漂白とともに、未汚染部位に対しても漂白されるため、健全材（未汚染材）と比較して材面全体が脱色され灰白色のような色調を示すようになる。

図 - 5 に健全材、汚染材、漂白処理材の明度 (L^*)、彩度 (a^* 、 b^*) の変化を示した。

健全材の明度は74.4、彩度は7.3、29.6の値を示すのに対し、汚染材では67.6、2.3、18.2の値を示し、暗くくすんだ色調になる。

これに対し、漂白処理材では79.1、0.8、23.3の値を示し、明度が高くなるとともに、彩度の値も減少することにより材色が灰白色を示した。このため、漂白処理材を家具・工芸製品、住宅用材として使用するには着色処理が必要であると考えられた。

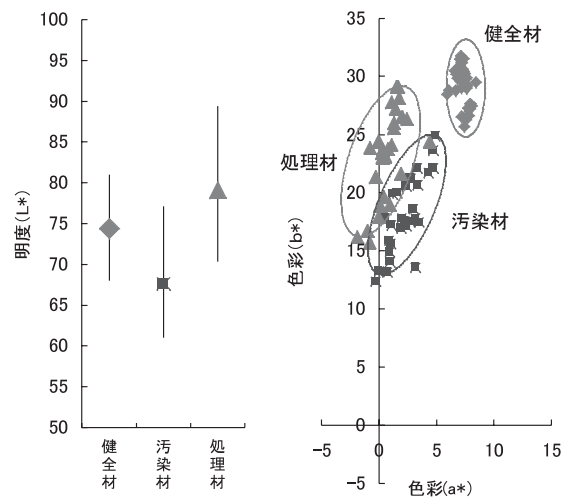


図 - 5 明度と彩度の変化

4. まとめ

リュウキュウマツ生丸太材に対する青変防止試験、青変菌汚染材の漂白処理試験を行った結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 外観上の汚染防止は混合処理区、防カビ処理区でやや効果が見られたが、材内部における汚染の拡大を防止することは困難である。
- 2) 青変菌汚染材の漂白では、エタノール溶液を前処理として材面に塗布後、次亜塩

素酸ナトリウム50mlに水酸化ナトリウム1g及び界面活性剤0.02ml添加した混合溶液Eを4回塗布し、過酸化水素水に水酸化ナトリウム0.2g添加した混合溶液Dを4回塗布後に、混合溶液Eを4回塗布処理した結果、青変菌汚染材の漂白効果が非常に高いことが明らかになった。

- 3) 漂白処理材は、材色が灰白色を呈するため、家具・工芸製品、住宅用材として使用するには、着色処理が必要である。

5. 引用文献

- 1) 青島清雄・小林正：マツの青変材の耐朽性、日本林学会誌34、1952
- 2) 好井久雄・金子安之・山口和夫：食品微生物学、技報堂出版株式会社、1972、東京
- 3) 今村博之・岡本一・後藤輝男・安江保民・横田徳朗・善本知孝：木材利用の化学、共立出版株式会社、1983、東京
- 4) 屋我嗣良・河内進策・今村祐嗣編：木材科学講座12保存・耐久性、海青社、1997、大津市

樹幹注入によるデイゴヒメコバチ殺虫効果の検討

－ 苗による殺虫効果の検討 －

喜友名 朝次

1. はじめに

デイゴ (*Erythrina variegata* L.) は、樹高が10m以上になるマメ科の落葉高木で4月から5月に深紅色の花が咲く南国を象徴する沖縄の県花である。

デイゴヒメコバチ (*Quadrastichus erythrinae* Kim 以下、ヒメコバチ) は2004年にKimらにより新種と記載されたデイゴに寄生する小さいハチである。雌が新芽や若い葉柄ならびに葉に産卵すると虫えいが形成され、中で複数個体が育ち羽化した成虫は穴を開けて虫えいから脱出する。多数の脱出孔を残した虫えいは黒色の腐敗部分が拡大してやがて落下する。ヒメコバチの被害が激しいと葉が無くなり、枝のみとなり、デイゴは開花出来ない状態となる。

本県における被害は2005年5月に石垣島、西表島において確認されており⁶⁾翌2006年には宮古島、沖縄本島へと被害が急速に拡大している。

薬剤散布による防除では成虫に対する殺虫効果はあるものの虫えい内の幼虫等には効果は無く、また発生中の散布回数を重ねるため薬剤の飛散や環境への影響が課題となっている。

今回、薬剤の飛散が無く環境への影響が少ない樹幹注入方法によりヒメコバチに対する殺虫効果を検討した。

2. 材料と方法

1) 供試苗

供試苗は名護市の沖縄県森林資源研究センター内にある樹高7m、胸高直径80cmの成木から1m程の枝を採取し、基部20cmをオキシペロン(1000希釈)で24時間浸漬した後、鹿沼土と土(1:1)の入った鉢(上面直径330m

m、底面直径210mm、高さ320mm)に挿し木を行い206日育苗した(写真-1)。



写真 - 1 供試苗

2) 樹幹注入処理

樹幹注入は2007年5月23日に名護市大中の森林資源研究センターで行った。

供試した16本の苗のうち12本を処理区(注入量15ml、30ml、60mlの3区)、4本を対照区とした。試験に供試した苗の概要を表-1に示す。

表 - 1 供試苗の概要

処理区分 (ml/本)	供試本数 (本)	平均			新芽数 (本)
		樹高 (cm)	株元直径 (mm)	展開葉数 (枚)	
15	4	103.3	55.5	27.5	8.8
30	4	115.5	59.2	29.3	15.3
60	4	124.0	61.9	22.5	11.5
対照	4	119.5	45.6	28.8	20.8

樹幹注入は、地際から10~20cmの位置に直径6.5mmの電動ドリルで深さ3cm程の注入孔を斜め下方向にあげ、専用注入容器により薬剤を注入した(写真-2)。



写真 - 2 樹幹注入処理

注入後の孔に殺菌剤を注入して液状の癒合剤を塗布した。

使用した薬剤は井筒屋化学産業株式会社より提供を受けた薬剤（T-0471）である。

3) 発生調査

調査は、処理7日前の2007年5月16日から樹幹注入処理日（5月23日）を含めた2007年7月4日まで実施した。

処理7日前から毎日、新芽や若い葉柄の虫えいを調査し、日付を記した付箋紙を巻いてマーキングを行った。ヒメコバチは卵から成虫まで約21日¹⁾とあるため、マーキング後18日から20日目経過した脱出孔の無い虫えいを試験に供した。虫えいは葉柄に発生したものをを選び、膨張部分から1cm離してを剪定バサミで切り取り、葉は除去した。

虫えいは発泡容器（底面 72mm × 上面 94mm × 高さ66mm）に入れて計量し、容器の重量を差し引いた値を虫えい重量とした。

虫えいを容器に入れて蓋で密閉すると過湿による水滴や虫えいから出る粘液が成虫に付き採集できなくなるため、蓋をしない発泡容器を大型の透明ペット容器（底面 100mm × 上面 127mm × 高さ98mm）に入れ、ネット（230mm × 230mm）を被せた上から空気穴のある蓋をして（写真 - 3）成虫の逃亡と過湿を防いだ。



写真 - 3 発生調査

発生調査は虫えいが黒く変色して腐敗するまでの14日間続けた。

殺虫効果の判定は採集した虫えい重量1g当たりに発生する成虫数とし対照区と比較した。

4) 薬害調査

供試苗を肉眼による観察から落葉、枝の枯死などの症状を毎日確認して薬剤処理による薬害の有無を観察した。

2. 結果と考察

1) 樹幹注入

デイゴは心材が無く、材は間隙の多い柔らかい組織で、気乾材比重は $0.21\text{g}/\text{cm}^3$ であり樹幹注入による防除が確立されてたリュウキュウマツ ($0.70\text{g}/\text{cm}^3$) やアカマツ ($0.52\text{g}/\text{cm}^3$)、クロマツ ($0.54\text{g}/\text{cm}^3$) と比較して軽いため⁴⁾、樹幹注入処理が可能であるかを確認する必要がある。

苗への薬剤注入を自然圧により試みたところ、注入速度は1時間で数ミリが限度で注入されない苗もあった。そこで加圧ガスを使用すると、ほとんどの苗が5分以内に注入を完了し、最長で30分程度であった。

2) 殺虫効果試験および薬害調査

表 - 2 に殺虫効果試験の結果を示した。

処理7日目に採取した虫えいは処理15ml区と30ml区には無く、60ml区の9.2gと対照区の5.3gであった。虫えい1g当たりに発生

した成虫の頭数は60ml区で0頭、対照区で0.94頭であった。

処理14日目に採取した虫えいは15ml区には無く、30ml区で1.1g、60ml区では5.5g、対照区で7.1gであり、30ml区、60ml区の処理区の虫えいから羽化する成虫はなかった。一方、対照区では1g当たり1.83頭羽化していた。

処理21日目の虫えいは、15ml区で3.4g、30ml区で35.7g、60ml区で7.5g、対照区で34.3g採集したが、処理区（15ml区、30ml区、60ml区）からは成虫は羽化することはなかったが、対照区からは1g当たり11.43頭の成虫が羽化した。

処理28日目は15ml区で1.8g、30ml区で7.8gの虫えいを採取できたが、60ml区では供試木全ての葉が落葉し、虫えいを採集することができなかった。以降から60ml区全ての供試木から葉は出芽することなく枯死した。一方、対照区からは21.9gの虫えいを採取した。虫えいから羽化した頭数は、15ml区と30ml区では0頭であり、対照区からは1g当たり5.3頭発生した。

処理35日目に採取できた虫えいは、15ml区で2.2g、30ml区で5.6g、対照区では7.2gであり、各区で採取できた虫えいから羽化した成虫は15ml区と30ml区では0頭で対照区からは9.7頭であった。

処理42日目に採取した虫えいは、15ml区では調査当日に採取可能な虫えいが無かった。30ml区では9.2gで、対照区では1.4gであった。1g当たりの発生頭数は30ml区では0頭であったのに対し、対照区ではグラム当たり10頭であった。

60日目に発生した虫えいは15ml区で2.9g、30ml区で17.6g、対照区で61.7gであったのに対し、発生数は15ml区と30ml区で0頭、対照区では20.8頭であった。

以上のことから、薬剤（T-0471）による樹幹注入処理は虫えい内に寄生するデイゴヒメコバチに対して殺虫効果が認められた。また、15mlと30mlを注入した供試木では60日効果が持続した。

さらに、処理前に発生確認から7日目の虫えいでも同様な結果が確認できたことから、虫えい内にも浸透していると推定できる。

しかし、デイゴヒメコバチの産卵によって引き起こされる虫えいの発生は抑制できなかった。

今回の試験において1株当たり60ml注入区で枯死する供試苗が確認された。この量は一般に成木（胸高直径110mmから200mm）に対する注入量であるため供試苗（株元直径が44.9mmから46.5mm）に対しては過剰な注入量であると考えられた。

このことから、今後予定している成木への試験では薬量に注意すべきである。

今回使用した樹幹注入薬剤（T-0471）は虫えい内のステージ（卵、幼虫、蛹）に対する殺虫を目的として使用したが、試験期間中の観察から葉面上で成虫の死骸が多数確認されていたため、デイゴヒメコバチの成虫に対する殺虫効果もあると考えられる。

デイゴヒメコバチの室内飼育で成虫に Honey (nectar) を供餌する⁵⁾ことから、デイゴの葉等から殺虫成分を含んだ分泌物を摂食したためではないかと推測された。

また、1株の葉面上で昆虫の死骸を採集す

表 - 2 採取した虫えい1g当たり羽化頭数

処理区分※	7日目	14日目	21日目	28日目	35日目	42日目	63日目
採取した虫えい重量 (g)							
15ml	0.0	0.0	3.4	1.8	2.2	0.0	2.9
30ml	0.0	1.1	35.7	7.8	5.6	9.2	17.6
60ml	9.2	5.5	7.5	-	-	-	-
対照区	5.3	7.1	34.3	21.9	7.2	1.4	61.7
1g当たり羽化頭数							
15ml	-	-	0	0	0	-	0
30ml	-	0	0	0	0	0	0
60ml	0	0	0	-	-	-	-
対照区	0.9	1.8	11.4	5.3	9.7	10.0	6.7

※供試苗1本当たりの注入量

るとデイゴヒメコバチ524頭、双翅目 (Diptera) 2種計7頭、ハチ目 (Hymenoptera) 1種計3頭が確認された。

オオエグリノメイガ (*Terastia meticulosa* Guenee) とベニモンノメイガ (*Agathodes ostentais* Geyer) は処理株の葉及び葉柄を食害していても、死亡することなく成虫となった。

今回の試験から、T-0471の樹幹注入処理により虫えい内のステージならびに成虫を殺虫できることが解り、成木に対しても可能性は高いと考えられた。しかし、注入後の孔の腐食対策は、殺菌剤だけではなく雨による腐食や細菌等による対策を十分に行う必要があると思われるた。

3. 引用文献

1) HEU,R.A.etal.(2006):<http://www.hawaiiag.org/hdoa/npa/npa05-03-EGW.pdf>

2) IL-KWON KIM.etal (2004):A New Species of *Quadrastichus* (Hymenoptera: Eulophidae):A Gall-inducing Pest on *Erythrina* (Fabaceae)

3) Man-Miao Yang. et.al(2004):
Outbreak of erythrina gall wasp (Hymenoptera: Eulophidae) on *Erythrina* spp. (Fabaceae) in Taiwan

4) 出典：木材工業ハンドブック

5) Arnold H. Hara
<http://www.ctahr.hawaii.edu/haraa/documents/EGWchemicalHara0406.ppt>

6) 上地奈美 (2007) デイゴにゴールを形成するデイゴヒメコバチ *Quadrastichus erythrinae* 植物防疫61.494-497