

ISSN 1883 - 017X

BULLETIN
OF THE

KAGOSHIMA PREFECTURAL FORESTRY TECHNOLOGY CENTER

No. 15

March 2012

鹿児島県森林技術総合センター

研 究 報 告

第 15 号

平成 24 年 3 月



鹿児島県森林技術総合センター

〒899 - 5302

鹿児島県始良市蒲生町上久徳 182 - 1

(龍郷町駐在)

〒894 - 0105

鹿児島県大島郡龍郷町大勝 1032

KAGOSHIMA PREFECTURAL FORESTRY TECHNOLOGY CENTER

AIRA, KAGOSHIMA, JAPAN

鹿児島県森林技術総合センター研究報告

第15号

目次

短報

スギ精英樹人工交配品試験林の追跡調査

宮里 学・森田慎一 1

鹿児島県本土におけるブナ科樹木の集団枯損の記録

臼井陽介・後藤秀章・東 正志 7

リュウキュウマツ人工乾燥試験

迫田正和・森田慎一・岩智洋・吉原勝利 12

資料

森林吸収源インベントリ情報整備事業による本県森林土壌等の炭素蓄積量

森田慎一・下園寿秋・東正志・宮里学・渡邊尚一・住吉博和・穂山浩平 18

枯損マツ丸太への殺虫剤散布によるマツノマダラカミキリ駆除試験

東 正志・田實秀信 22

短報

スギ精英樹人工交配試験林の追跡調査*1

宮里 学*2・森田 慎一*2

はじめに

国の林木育種事業による精英樹選抜が始まって50年以上が経過し、今後は精英樹を母樹又は花粉親とする人工交配試験林等から、次世代優良品種を選抜することが林木育種における重要な課題となっている。

鹿児島県においても、昭和50年代に設置したスギ精英樹の人工交配試験林が林齢30年を超え、成長及び材質の優劣をある程度判断できる段階になってきたことから、スギ次世代優良品種選抜に向けて成長量調査を実施し、各家系の成長特性の分析を行ったので、その結果を報告する。

調査地と調査方法

1. 調査地

調査地は、始良市蒲生町久末にある久末試験林、霧島市福山町にある福山県有林第3試験地、鹿屋市輝北町にある市成県有林試験地の3箇所である。植栽間隔は1.6m×1.6mで、人工交配試験で得られた苗木が家系毎に列状植栽されている。

久末試験地は、面積0.65ha、標高約200m、傾斜角10~40°のU字型谷部に位置し、表土は斜面上部はBc型、中腹以下はBd型土壌で、岩石が非常に多く、表層土はうすい。昭和55年4月に2,115本を植栽(辻 1980)、平成23年3月調査時の立木本数は844本であった。

福山県有林第3試験地は、面積0.40ha、標高約400m、傾斜角10~40°の西南西向き急斜面に位置し、表土は厚い火山灰土におおわれたBd型土壌である。昭和55年3月に1,494本を植栽(辻 1980)、平成23年3月調査時の立木本数は619本であった。

市成県有林試験地は、面積1.50ha、標高約400m、斜面上部がやや平坦となった丘陵状を呈し、表土はBd型土

壤でやや深い。昭和55年3月に5,636本を植栽(寺師ら 1981)、平成23年3月調査時の立木本数は2,054本であった。

2. 立木計測

胸高直径、根元曲がり、幹曲がりについては全立木を計測し、樹高については各家系の標準的な個体のみ計測し平均樹高を算出した。使用した機材及び調査基準は、胸高直径は直径メジャーを使用して1cm単位で計測、樹高はレーザー距離計(レーザーテクノロジー社製ツールパルス)を使用し0.1m単位で測定した。根元曲がり及び幹曲がりについては、次代検定林調査要領(独立行政法人森林総合研究所林木育種センター 1996)による評価基準(表1)に基づき調査し、各家系の5段階評価を行った。いずれも評価値が高いほど直材に近いことを示す。

表1 根元曲がり及び幹曲がりの評価基準

評価値	根元曲がり	幹曲がり
5	採材に支障がない	採材に支障がない
3	元玉を1m位切り捨てる必要がある	採材に幾分影響する曲がりがある
1	採材に大きく影響する曲がりがある	矢高が直径の大きさ以上ある

注) 基本的には3段階とし、これにより難しい場合に評価値4及び2を使用

3. 交配家系の評価

胸高直径、樹高、根元曲がり、幹曲がりの調査結果から、交配家系への交配親の影響について分析した。分析方法は、成長特性の優れた家系の母樹及び花粉親について、交配親である精英樹クローン等の出現頻度を比較した。なお、調査項目の優劣の判定について、各試験地の立地条件が異なり、測定値での単純比較ができないことから、試験地ごとに家系毎の平均値から偏差値を算出し、

*1 Miyazato, M., Morita, S.: Follow-up survey of the controlled mating experimental forest of *Cryptomeria japonica* elite clones

*2 鹿児島県森林技術総合センター森林環境部

*2 Kagoshima Prefectural Forestry Technology Center. Forestry and environment div., Aira 899-5302 Japan.

偏差値65以上を評価値5, 偏差値65未満55以上を評価値4, 偏差値55未満45以上を評価値3, 偏差値45未満35以上を評価値2, 偏差値35未満を評価値1, とする5段階評価を用いた。また, 家系毎の遺伝特性を把握するため, 優良個体のみ残っている家系は除外することとし, 残存木10本以上の家系を分析の対象とした。

結果と考察

各試験林における家系毎の立木本数は, 間伐等により1本~73本とバラツキが大きく, 残存木10本以上は112家系であった。総体的に評価の高い系統についてみると, 四つの評価値平均3.75以上は27系統で, うち交配家系が23系統, 従来のさし木苗または実生苗がハアラ, オビアカ, ヤクスギ, キジンの4系統であった。この交配家系23家系では, 始良19号と始良16号を母樹または花粉親とする家系が多かった。始良19号と始良16号は, いずれもオビスギ系統のハアラから選抜された精英樹であり, 同様にハアラから選抜された薩摩5号を併せた3品種のいずれかを交配親とする家系は, 23家系中13家系で約6割を占めた(表2)。母樹及び花粉親の出現頻度でも, 久末試験地で始良16号が4回, 市成試験地で始良19号が8回で, ハアラから選抜された精英樹の出現頻度が高い(表3)。

このほか, 久末試験林及び市成試験林で評価値平均が4.50と最も高かった2つの交配家系が, いずれもメアサ系統を母樹とするものであったのを始め, メアサを交配親とする家系も10あった。

それぞれの特性別では, 胸高直径の評価値5は5系統あり(表2), 交配親の出現回数は始良19号が3回で最も多い(表4)。樹高の評価値5は表2に示されていないものを含めて10系統あり(表5), 交配親の出現回数はキジンから選抜された肝属1号が3回で最も多い(表6)。根元曲がりの評価値5は8系統あり(表2), 交配親の出現回数は1~2回で差はほとんどなかった(表7)。幹曲がりの評価値5は8系統あり(表8), 交配親の出現回数は始良19号が3回で最も多かった(表9)。以上のことから, 総体的に評価が高い交配家系の多くにハアラの遺伝特性が影響していると考えられる。成長特性別では, 胸高直径と幹曲がりはハアラ, 樹高はキジンの遺伝特性が影響していると考えられるが, 顕著な差はみられなかった。

林業を取り巻く環境は, 収益性の悪化から造林未済地の増加が問題化しており, 植林・保育に係る初期投資の縮減が重要であり, 特に初期成長の優れた苗木の開発が期待されている(次世代育種研究会 2011)。今

回, 調査した人工交配試験林では, ハアラを交配親とする家系は遺伝的に優れた成長特性を有していると推測され, 今後選抜する第二世代品種の候補となる優良個体が多いと考えられる。また, 第二世代品種選抜後に実施が検討されている第三世代品種開発においても, ハアラの遺伝特性を持つ優良個体は, 成長特性の改良効果を持つ交配材料として活用が期待される。

おわりに

今回分析した交配家系の成長特性について, 総体的に評価の高い評価値平均3.75以上の27系統の中に, 従来のさし木苗または実生苗が4系統含まれていた。また, それぞれの特性別でも, 胸高直径以外は従来の系統が含まれていた。なお, 今回の調査結果から曲がりが少なく成長の良い個体を, 次世代優良品種候補木として89本選抜した。この中には, 成長は晩成型であるが心材色が淡紅色ないし赤褐色で結実性がほとんどないメアサ(宮島 1989)から選抜された精英樹を交配親とする個体が47本含まれており, これらの個体については人工交配により材質及び着花性の改良効果が期待できる。

今後の調査で成長特性と材質特性の相関を分析し, 更なる品種特性の解明を進めたいと考えている。

引用文献

- 辻稔(1980) スギ交配苗山地植栽試験. 鹿児島県林業試験場業務報告28: 4-9.
- 寺師健次, 山内惇, 辻稔(1981) スギ精英樹間人工交配苗木の山地植栽試験. 鹿児島県林業試験場業務報告29: 1-6.
- 独立行政法人森林総合研究所林木育種センター(1996) 次代検定林調査要領: 1-10.
- 次世代育種促進研究会(2011) エリートツリーの普及に向けて 中間報告: p5.
- 宮島寛(1989)九州のスギとヒノキ. 九州大学出版会, 福岡: p117.

表2 総合的に評価の高い系統(評価値平均3.75以上)

試験林名	母樹♀	×	花粉親♂	胸高直径	樹高	根元曲がり	幹曲がり	評価値平均
久末	メアサ	×	クモトウシ	5	5	4	4	4.50
	日置2号(オビアカ)	×	薩摩16号(メアサ)	4	4	4	4	4.00
	※オビアカ実生苗		—	3	3	5	4	3.75
	メアサ	×	ハライガワ	2	5	4	4	3.75
	始良6号(トサアカ)	×	始良16号(ハアラ)	4	3	4	4	3.75
	始良16号(ハアラ)	×	キジン	3	5	2	5	3.75
	始良16号(ハアラ)	×	始良16号(ハアラ)	4	3	5	3	3.75
福山	始良16号(ハアラ)	×	始良6号(トサアカ)	5	5	3	4	4.25
	※ヤクスギ実生苗		—	4	4	4	4	4.00
	※肝付1号(キジン) さし木苗			3	5	5	3	4.00
	キジン	×	ハライガワ	3	4	4	4	3.75
	ハライガワ	×	オビアカ	4	3	4	4	3.75
	※薩摩5号(ハアラ) さし木苗			3	2	5	5	3.75
	薩摩5号(ハアラ)	×	始良6号(トサアカ)	4	2	5	4	3.75
市成	日置1号(メアサ)	×	始良19号(ハアラ)	4	5	4	5	4.50
	始良4号(オビアカ)	×	伊佐2号(不明)	3	4	5	4	4.00
	始良19号(ハアラ)	×	日置1号(メアサ)	4	3	4	5	4.00
	肝付1号(キジン)	×	始良19号(ハアラ)	3	5	4	4	4.00
	曾於1号(不明)	×	始良19号(ハアラ)	4	2	5	5	4.00
	始良4号(オビアカ)	×	肝付1号(キジン)	4	3	4	4	3.75
	始良4号(オビアカ)	×	肝付7号(メアサ)	4	4	4	3	3.75
	始良4号(オビアカ)	×	日置1号(メアサ)	4	4	4	3	3.75
	始良19号(ハアラ)	×	始良4号(オビアカ)	3	3	5	4	3.75
	始良19号(ハアラ)	×	肝付1号(キジン)	5	4	2	4	3.75
	始良19号(ハアラ)	×	肝付7号(メアサ)	5	4	3	3	3.75
	肝付7号(メアサ)	×	始良19号(ハアラ)	5	4	3	3	3.75
	日置1号(メアサ)	×	肝付1号(キジン)	3	5	4	3	3.75

【集計】 上記のうち精英樹の人工交配家系 23家系

〃 人工交配家系以外の実生苗またはさし木苗 4系統

〃 ハアラを母樹又は花粉親とする家系 13家系

注) 1 () は精英樹の在来品種名

2 ※は人工交配苗以外の実生苗またはさし木苗

3 偏差値及び評価値の算出方法は以下のとおり

$$\text{偏差値} = 50 + (\text{各系統の測定値平均} - \text{全系統の測定値平均}) / (\text{全系統の測定値平均}) \times 10$$

偏差値 65以上 評価値 5

〃 65未満～55以上 〃 4

〃 55未満～45以上 〃 3

〃 45未満～35以上 〃 2

〃 35未満 〃 1

表3 評価値平均3.75以上の母樹及び花粉親の出現頻度

試験林名	品種名	母樹♀	花粉親♂	計
久末	キジン	—	1	1
	ハライガワ	—	1	1
	メアサ	2	—	2
	クモトウシ	—	1	1
	始良6号(トサアカ)	1	—	1
	始良16号(ハアラ)	2	2	4
	薩摩16号(メアサ)	—	1	1
	日置2号(オビアカ)	1	—	1
福山	オビアカ	—	1	1
	キジン	1	—	1
	ハライガワ	1	1	2
	始良6号(トサアカ)	0	2	2
	始良16号(ハアラ)	1	0	1
	薩摩5号(ハアラ)	1	—	1
市成	始良4号(オビアカ)	4	1	5
	始良19号(ハアラ)	4	4	8
	肝付1号(キジン)	1	3	4
	肝付7号(メアサ)	1	2	3
	日置1号(メアサ)	2	2	4
	伊佐2号(不明)	—	1	1
	曾於1号(不明)	1	—	1

表4 胸高直径評価値5の母樹及び花粉親の出現頻度

品種名	母樹♀	花粉親♂	計
メアサ	1	—	1
クモトウシ	—	1	1
始良6号(トサアカ)	—	1	1
始良16号(ハアラ)	1	—	1
始良19号(ハアラ)	2	1	3
肝付1号(キジン)	—	1	1
肝付7号(メアサ)	1	1	2

表 5 成長別特性（樹高）評価値5の家系

試験林名	母樹♀	×	花粉親♂
久末	メアサ	×	クモトウシ
	メアサ	×	ハライカワ
	始良 16 号 (ハアラ)	×	キジン
福山	始良16号 (ハアラ)	×	始良6号 (トサアカ)
	日置2号 (オビアカ)	×	薩摩16号 (メアサ)
	※肝付1号 (キジン)	さし木苗	
	日置 1 号 (メアサ)	×	始良 19 号 (ハアラ)
市成	肝付 1 号 (キジン)	×	始良 19 号 (ハアラ)
	日置 1 号 (メアサ)	×	肝付 1 号 (キジン)
	肝付 7 号 (メアサ)	×	肝付 1 号 (キジン)
	肝付 7 号 (メアサ)	×	肝付 1 号 (キジン)

表 6 樹高評価値5の母樹及び花粉親の出現頻度

品種名	母樹♀	花粉親♂	計
キジン	—	1	1
ハライカワ	—	1	1
メアサ	2	—	2
クモトウシ	—	1	1
始良6号 (トサアカ)	—	1	1
始良16号 (ハアラ)	2	—	2
始良19号 (ハアラ)	—	2	2
肝付1号 (キジン)	1	2	3
肝付7号 (メアサ)	1	—	1
日置1号 (メアサ)	2	—	2
日置2号 (オビアカ)	1	—	1
薩摩16号 (メアサ)	—	1	1

表 7 根元曲がり評価値5の母樹及び花粉親の出現頻度

品種名	母樹♀	花粉親♂	計
始良4号 (オビアカ)	1	1	2
始良6号 (トサアカ)	—	1	1
始良16号 (ハアラ)	1	1	2
始良19号 (ハアラ)	1	1	2
薩摩5号 (ハアラ)	1	1	2
曽於1号 (不明)	1	—	1

表8 成長別特性(幹曲がり)評価値5の家系

試験林名	母樹♀	×	花粉親♂
久末	始良16号(ハアラ)	×	キジン
	日置2号(オビアカ)	×	ハライガワ
	鹿児島3号(不明)	×	キジン
福山	※薩摩5号(ハアラ)さし木苗		
市成	日置1号(メアサ)	×	始良19号(ハアラ)
	始良19号(ハアラ)	×	日置1号(メアサ)
	曾於1号(不明)	×	始良19号(ハアラ)
	肝付1号(キジン)	×	曾於1号(不明)

表9 幹曲がり評価値5の母樹及び花粉親の出現頻度

品種名	母樹♀	花粉親♂	計
キジン	—	2	2
ハライガワ	—	1	1
鹿児島3号(不明)	1	—	1
始良16号(ハアラ)	1	—	1
始良19号(ハアラ)	1	2	3
肝付1号(キジン)	1	—	1
日置1号(メアサ)	1	1	2
日置2号(オビアカ)	1	—	1
曾於1号(不明)	1	1	2

短報

鹿児島県本土におけるブナ科樹木の集団枯損の記録^{*1}

臼井陽介^{*2}・後藤秀章^{*3}・東 正志^{*2}

はじめに

鹿児島県本土では、近年マテバシイやスダジイが集団的に枯損する被害が断続的に発生しており、カシノナガキクイムシ *Platypus quercivorus*（以下、カシナガ）の穿入が確認されている。カシナガはナラ・シイ・カシ類の集団枯損の原因となっている糸状菌 *Raffaelea quercivora* の媒介者である（Kinuura, 2002）。断続的に発生していた集団枯損であるが、2007年、2010年には県下各地で被害が大発生した（図1）。2007年に大発生した集団枯損の林分でもカシナガの穿入が確認されている（臼井・川口, 2008）。

このように、本県においても被害が一般化している集団枯損であるが、本県を含む南九州において、カシナガの被害を受けた林分の経年変化についての報告は少ない（森ほか, 1995；後藤, 2008；臼井ほか, 2011）。森ほか（1995）は、被害が恒常化している林分での2年間の調査であり、被害本数にほとんど変化は見られない。そのため、2007年や2010年のように劇的に被害が増加した場合とは、経年変化の様相が異なることが想定される。後藤（2008）は奄美大島におけるスダジイの枯損木の追跡調査を行っているが、変化の生じた個体のみを対象としており、林分全体としての変化が不明である。臼井ほか（2011）は、激害発生時と後年の経年変化を調査しているが、枯損木の合計数の経年比較であり、単木毎にどのように変化したかを追跡したものではない。

このように、南九州においてカシナガによる広葉樹の集団枯損が大発生した場合、後年どのように変化するかは未解明となっている。そこで本研究では、集団枯損が大発生した2010年から、被害発生地において調査を行い、枯損動態について若干の知見を得たので報告する。本研究に先立ち、現地において、現場の調整、情報提供などお世話になった鹿児島地域振興局、始良・伊佐地域振興局、大隅地域振興局の林務担当の方々に厚く御礼申し上げる。

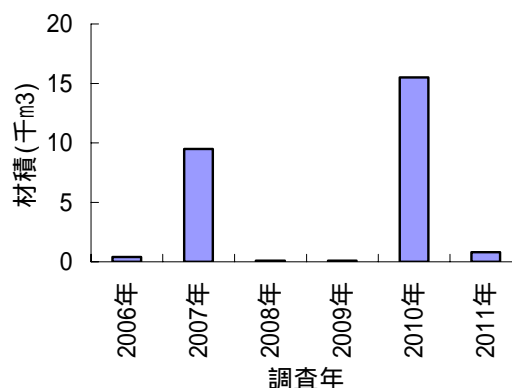


図1 年次別カシナガ被害発生量
注) 鹿児島県森林整備課調べ

調査方法

2010年10月4日～2011年1月20日（以下、2010年冬）、2011年5月31日～6月14日（以下、2011年初夏）、2011年11月15日～22日（以下、2011年冬）の3回、日置市伊集院町上神殿（以下、上神殿）、始良市北山（以下、北山）、鹿屋市郷之原（以下、郷之原）、鹿屋市大始良（以下、大始良）の4調査区において、幹ごとに被害状況を調査した。調査区域は林分が連続して存在する一定の区域にて行い、対象本数が80本前後になるよう調査した。

調査はカシナガの寄主であるブナ属以外のブナ科樹木のうち、胸高直径10cm以上の個体を対象に、樹種、胸高直径、穿孔の有無、被害の程度を記録した。穿孔の有無は、斜面上方の地際1.0mの高さから1.5mの高さの間に穿孔したカシナガの痕跡である当年のフラスとシミに分類しカウントした。シミは黒々とした新しい状態のものを対象とした。穿孔孔がカシナガのものか否かの判断は、井上ほか（2003）に準じた。被害の程度は、後藤の設定した判定基

*1 Usui, Y.; Gotoh, H.; Higashi, M.: Note on mass mortality of Fagaceous trees in Kagoshima pref.

*2 鹿児島県森林技術総合センター森林環境部 Kagoshima Pref. For. Tech. Center. Forestry and Environment div., Aira 899-5302, Japan.

*3 森林総合研究所九州支所 Kyushu Res.Center.For.&Forest prod.Res.Inst.Kumamoto 860-0862, Japan

準により、以下の5段階に分類した(図2)。つまり、全て樹冠部について、枯れた枝が全くない状態を被害度0、全ての枝のうち枯れた枝が2割程度の状態を被害度1、全ての枝のうち枯れた枝が5割程度の状態を被害度2、全ての枝のうち枯れた枝が8割程度の状態を被害度3、全ての枝が枯れている状態を被害度4と評価した。また、被害度0を被害なし、被害度1から3までを部分枯損、被害度4を全枯損と分類した。

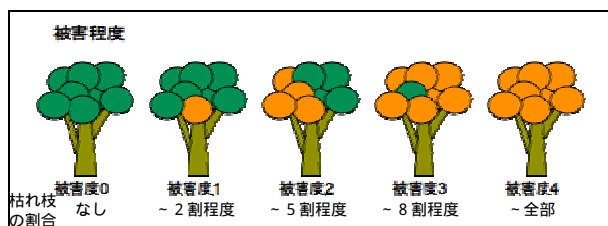


図2 枯損被害程度の判断基準

結果

1 枯損状況の変化

上神殿での調査対象樹種はシイ類(スダジイおよびコジイ)9本(平均胸高直径33.6cm)、シラカシ7本(同22.6cm)、マテバシイ72本(同22.7cm)であった。このうち2010年冬の調査において枯損被害が確認されたのは、シイ類とマテバシイであった。北山ではアカガシ22本(同20.9cm)、アラカシ9本(同22.1cm)、ウラジロガシ2本(同13.5cm)、シイ類53本(同24.7cm)、シラカシ3本(同14.0cm)、マテバシイ4本(同18.8cm)であった。このうち2010年冬の調査において枯損被害が確認されたのは、アカガシ、アラカシ、シイ類であった。郷之原ではシイ類8本(同18.8cm)、マテバシイ65本(同17.6cm)であり、2010年冬の調査では両樹種とも枯損被害が確認された。大始良ではマテバシイのみ78本(同20.0cm)であった。このようにマテバシイ、シイ類が調査対象木の過半を占めた。

調査対象木の被害程度とその変化を表1に示す。上神殿の調査対象木のうち全枯損であったのは39本だったが、37本にカシナガによるものと考えられる穿入孔があった。このうちフラスのみが26本、フラスとシミが9本、シミのみが2本であった。全枯損と判断したうちの2本は、穿入孔は確認されなかった。部分枯損の9本のうち、8本にはカシナガによるものと考えられる穿入孔があった。このうち、フラスのみが2本、フラスとシミが3本、シミのみが3本であった。被害なしであったのは40本であり、36本にはカシナガによる穿入孔が確認されたが、4本には確認されなかった。

2011年冬の調査では、2010年の調査で全枯損と判断され、かつ当年にカシナガの穿孔を受けたと考えられた37本のうち、3本は緑の葉が確認され、部分枯損となった。また、2010年冬の調査で部分枯損と判断され、かつ当年にカシナガの穿孔を受けたと考えられた8本のうち、シミがあった1本が全枯損と判断された。2010年冬の調査で被害なしと判断され、かつ当年にカシナガの穿孔を受けたと考えられた36本のうち、3本は全枯損、8本は部分枯損と判断された。また、カシナガの穿孔が確認されなかった4本については、2本が全枯損、2本は部分枯損と判断された。

このように調査対象木の枯損被害の判断は、被害発生年に症状が現れる場合、当年の判断と翌年の判断が変化することは少ない。ただし、被害発生年に全枯損と判断され、かつカシナガの穿孔を受けたと考えられた個体が、翌年に部分的に蘇生するケースがある。全枯損が翌年部分的に蘇生したのは、北山では25本中2本、大始良では41本中2本であった。また、被害発生年に部分枯損と判断され、かつカシナガの穿孔を受けたと考えられた個体が、翌年に全枯損と判断されるケースもあり、北山では8本中1本、郷之原では10本中2本、大始良では15本中1本が部分枯損から翌年全枯損に変化している。

一方、被害発生年に症状が現れない場合、当年の判断は翌年の判断と異なることが多い。すなわちカシナガに穿孔された当年に枯損被害が確認されなくても、翌年に発生する場合は観察される。北山では21本中19本、郷之原では28本中18本、大始良では11本中7本が、枯損なしから翌年部分枯損または全枯損に変化している。

2 枯死木発生の推移

被害発生当年に全枯損と判断された幹が、翌年に蘇生する事例があり、全枯損と判断された幹が必ずしも完全に死んでいるとは限らない。そのため、見かけの枯損と区別するため、幹の完全な死を枯死と呼ぶこととし、条件を次のように定め、以下の論を進めることとする。

2010年冬と2011年初夏とも全枯損と判断されたもの。

2011年初夏と2011年冬とも全枯損と判断されたもの。

2011年初夏に全枯損ではなく、2011年冬に全枯損と判断されたもの。

調査期間内に発生した枯死木の推移を表2に示す。

カシナガの被害発生翌年の2011年初夏の枯死は、上神殿、北山、郷之原の3地区において9本発生した。そのうち8本の枯死木には、前年にカシナガの穿孔が確認されていること、また、初夏は本県ではカシナガが発生する時期ではないことから、前年の被害の影響を受けた結果枯死したと考えられる。

2011年冬の枯死は、上神殿、北山、大始良の3地区にお

表1 被害発生年の萎凋症状の程度と1年後の変化

調査地	2010年冬の状態			2011年冬の状態
	被害程度	穿入孔の状態	本数	
上神殿	全枯損	フラス	26	2本は一部蘇生
		フラスとシミ	9	1本は一部蘇生
		シミ	2	
		なし	2	
			39	
	部分枯損	フラス	2	
		フラスとシミ	3	
		シミ	3	1本は全枯損
		なし	1	
			9	
	被害なし	フラス	2	1本は部分枯損, 1本は全枯損
		フラスとシミ	8	7本は部分枯損
シミ		26	2本は全枯損	
なし		4	2本は全枯損, 2本は部分枯損	
		40		
北山	全枯損	フラス	21	2本は一部蘇生
		フラスとシミ	2	
		シミ	2	
		なし		
			25	
	部分枯損	フラス	8	2本は全枯損
		フラスとシミ	1	
		シミ	3	
		なし	3	
			15	
	被害なし	フラス	10	8本は部分枯損
		フラスとシミ	6	6本とも部分枯損
シミ		5	5本とも部分枯損	
なし		32	22本は部分枯損, 1本は全枯損	
		53		
郷之原	全枯損	フラス	27	
		フラスとシミ		
		シミ		
		なし	1	
			28	
	部分枯損	フラス	4	2本は全枯損
		フラスとシミ	1	
		シミ	5	
		なし		
			10	
	被害なし	フラス	15	9本は部分枯損, 1本は全枯損
		フラスとシミ	6	3本は部分枯損
シミ		7	5本は部分枯損	
なし		7	2本は部分枯損	
		35		
大始良	全枯損	フラス	33	1本は一部蘇生
		フラスとシミ	8	1本は一部蘇生
		シミ		
		なし	3	1本は一部蘇生
			44	
	部分枯損	フラス	3	1本は全枯損
		フラスとシミ	6	
		シミ	4	
		なし	1	1本は全て蘇生
			14	
	被害なし	フラス		
		フラスとシミ	4	2本は部分枯損
シミ		7	5本は部分枯損	
なし		9	5本は部分枯損	
		20		

いて12本発生した。このうち、2011年にフラスが確認されカシナガに穿孔されたと考えられるのは1本だけであった。この1本を含めた9本は2010年冬にカシナガに穿孔されており、そのうちの6本は当年全枯損と判断されたが、2011年初夏に部分的に蘇生し、2011年冬には再び全枯損と判断された。

このように、2011年冬に発生した枯死木についても、2011年初夏に発生した枯死木と同様に、前年の被害による影響を受けた個体と考えられる。

表2 枯死木発生の推移

調査地域	調査本数 (本)	調査時期			総枯死本数 (本)
		2010冬 (本)	2011初夏 (本)	2011冬 (本)	
上神殿	88	35	5	4	44
北山	93	20	1	5	26
郷之原	73	28	3	0	31
大始良	78	39	0	3	42

2010年冬と2011年冬のカシナガの地区別の穿孔の状況を表3に示す。フラスが確認された個体数は、2010年冬は、各調査地とも50本前後あったが2011年冬は0~10本に減少した。フラスが出ている個体の1本あたりの穿孔数の平均は、2010年冬が15~19個であったが2011年冬は0~3個に減少した。また、フラスの出ている最多穿孔数は2010年は69~101個だったのに対し、2011年は0~10個に減少した。

表3 カシノナガキクイムシの穿孔数の変化

調査地区	穿入痕	確認個体数(本)		平均個数(個)		最多個数(個)	
		2010	2011	2010	2011	2010	2011
北山	フラス	50	5	19	1	76	2
	シミ	51	31	14	9	54	27
	重複	1	20	3	-	-	-
	なし	7	12	-	-	-	-
	対象本数	88	45	-	-	-	-
北山	フラス	48	10	17	3	101	10
	シミ	19	12	5	5	18	10
	重複	1	9	2	-	-	-
	なし	35	52	-	-	-	-
	対象本数	93	72	-	-	-	-
郷之原	フラス	53	5	15	2	69	4
	シミ	19	15	6	5	15	11
	重複	1	7	1	-	-	-
	なし	8	20	-	-	-	-
	対象本数	73	39	-	-	-	-
大始良	フラス	54	0	15	-	79	-
	シミ	29	23	8	8	25	13
	重複	1	18	0	-	-	-
	なし	13	14	-	-	-	-
	対象本数	78	37	-	-	-	-

シミが確認された本数は、2010年は19~51本だったが、翌年は12~31本に減少した。シミが確認された個体のシミの流出数の平均は、2010年冬が5~14個であったのに対し、2011年冬は5~9個であった。シミが流出していた最多穿孔数は、2010年冬が15~54個だったのに対し、2011年は10~27個に減少した。

フラス、シミともに激害の翌年には減少し、特にフラスの減少が著しい。このことも2011年にカシナガが関与した可能性のある枯損の発生が極めて少なかった原因であろう。

考察

2010年に本県で大発生した広葉樹の枯損被害を受けている個体のほとんどに、カシナガによると考えられる穿入孔が観察された。このことから、枯損被害はカシナガとその媒介する *Raffaelea quericivora* が引き起こしたと推定された。ただし、カシナガは屋久島では通常の養菌性キクイムシと同様に二次性の穿孔虫と考えられている(後藤, 2006)。今回、2010年冬の調査でも萎凋症状を示しているにもかかわらず、カシナガの穿入孔が観察されなかった個体も存在していることから、気象など何らかの要因によって衰弱した個体にカシナガが穿孔したものと思われる。

後藤(2008)は奄美大島のスダジイの枯損が単年で終息した事例について、夏の高温と小雨が樹木を衰弱させ、カ

シナガの加害を誘発したと考察している。今回調査した郷之原と大始良に最も近い鹿児島地方気象台鹿屋測候所のデータは、気象庁の気象統計情報によると、2010年6月、7月、8月の平均気温は22.9、26.6、28.0であり、過去30年の平均（6月22.9、7月26.9、8月27.1）よりも、8月は1ほど高い。一方、合計降雨量は同990mm、391mm、184mmで、過去30年の平均（6月495mm、7月353mm、8月289mm）よりも、6月は約500mm多く、7月は平年並み、8月は100mmほど少ない。つまり、8月は高温・小雨だったといえる。しかし、当年の被害発生は7月下旬から発生しているため（2010年9月17日付け朝日新聞鹿児島地方版）、8月の高温・小雨が大発生の要因である可能性は低いと思われる。被害地では局所的に気象条件が異なったということも考えられるが、検証が必要である。なお、樹木の衰弱については、化石燃料の燃焼により発生する硫黄酸化物から生成する硫酸が原因との指摘もあるが（大森・岩崎、2010）、被害の大発生との因果関係は不明である。

おわりに

2010年に集団的に大発生した広葉樹の枯損被害の追跡調査を行った。被害発生当年に枯損被害を受けていた個体の多くにカシナガの穿孔が確認された。翌年にはさらに大発生することも予想されたが、被害程度の進展は少なかった。被害程度が進展した個体には、カシナガの新たな穿孔が確認されたものは少ないため、前年の大発生時のカシナガの穿孔が関与していると推察された。なお、発生当年に全ての枝葉が枯れ、一見枯死したかに見える個体でも、翌年一部が蘇生するものもあった。

2010年の大発生は後年の被害が少ないことから、単年で終息する可能性が高い。今回の調査から、樹木の衰弱が被害発生の原因となっていることが示唆された。突発的な被害発生の原因を推定するには至らなかったが、害虫としてのカシナガからのアプローチだけではなく、立地や気象、大気汚染等多方面から取り組む必要もあろう。

引用文献

- 後藤秀章（2006）カシノナガキクイムシの屋久島における分布と生態．九州森林研究59：87-89．
後藤秀章・住吉博和・穂山浩平・函師朋弘（2008）奄美大島におけるカシノナガキクイムシによる集団枯損の記録．九州森林研究61：96-98．
Kinuura, H. (2002) Relative Dominance of the Mold

- Fungus, *Raffaelea* sp., in the Mycangium and Proventriculus in Relation to Adult Stages of the Oak Platypodid Beetle, *Platypus quercivorus* (Coleoptera; Platypodiidae). J. For. Res. 7: 7-12.
森健・曾根晃一・井手正道・馬田英隆（1995）高隈演習林におけるカシノナガキクイムシの生立木へのアタック．鹿児島大学農学部演習林報告23：23-32．
大森禎子・岩崎真理（2010）大気汚染による樹木の立ち枯れのメカニズム - 炭による立ち枯れ予防とCO₂削減 - ．木質炭化学会誌7(1)：3-11．
白井陽介・川口エリ子（2008）鹿児島県における広葉樹の集団枯損について．日林学術講集119：CD-ROM．
白井陽介・渡邊尚一・北之口泰哉（2011）集団的に萎凋症状が発生した広葉樹林3年後の状況．鹿児島森技研報14：22-24．

短報

リュウキュウマツ人工乾燥試験*1

乾燥スケジュールの検討とスパイク棧木による変形抑制効果

迫田正和*2・森田慎一*3・岩智洋*4・吉原勝利*2

要旨：乾燥コストの低減と、スパイク棧木の変形抑制効果の検証を目的として、リュウキュウマツの人工乾燥試験を実施した。乾球温度を 80 一定としたスケジュールでは、乾燥時間の短縮によるコスト削減が期待された。スパイク棧木の使用は、乾燥時の長尺方向での曲がり発生に対して抑制効果が認められるケースもあったが、その他の変形抑制には顕著な効果は認められなかった。

キーワード：リュウキュウマツ，人工乾燥，スケジュール，スパイク棧木，変形抑制

はじめに

奄美群島内の森林には、天然、人工を問わず豊富なリュウキュウマツが生育しており、地域の森林資源として、公益的機能の維持・増進のみならず、有用な木材資源としての利用も期待されている。

しかしながら、リュウキュウマツ材は人工乾燥時に生じる反り・曲がり等の変形が大きく、建築用材等に利用する際には、歩留まりの低下などによりコスト高となる。こうしたことから、強度や木目の美しさ等の優れた特性を有しているにもかかわらず、十分に利用されず、主にチップ用材としての利用に留まっているのが現状である。

近年、熊本県林業研究指導所では、人工乾燥中の木材の動きを拘束することによって、主に材の長手方向の曲がりを抑制し、乾燥歩止まりを向上させる棧木の開発に取り組み（池田 2007）、その成果としてアルミニウム製改良棧木（写真 1，以下スパイク棧木と称す



写真 1 改良棧木（スパイク棧木）

る）を商品化している。

今回、人工乾燥スケジュール見直しによる乾燥コストの低減と、スパイク棧木の変形抑制効果の検証を目的として、リュウキュウマツの人工乾燥試験を実施したので、その結果を報告する。

*1 Sakoda, M., Morita, S., Iwa, T., Yoshihara, K.: Kiln Dry of Ryukumatsu (*Pinus luchuensis*).

: Schedule for reducing a drying cost, and the effect of the spike sticker on a control of occurring bow, crook, cup, and twist of wood during the kiln dry.

*2 鹿児島県森林技術総合センター龍郷町駐在

*2 Kagoshima Prefectural Forestry Technology Center. Tatsugou Office, Tatsugou 894-0105 Japan.

*3 鹿児島県森林技術総合センター森林環境部

*3 Kagoshima Prefectural Forestry Technology Center. Forestry and environment div., Aira 899-5302 Japan.

*4 現 鹿児島県大隅地域振興局

*4 Present address: Kagoshima Pref. Osumi Regional Promotion Bureau, Kanoya 893-0011 Japan.

試験方法

1 供試材料

徳之島産のリウキュウマツ丸太（末口直径 32～42cm，長さ約 2m）を用い，乾燥スケジュールを変えた 2 回の乾燥試験を実施した。

丸太を太鼓挽きした後，幅 160 mm×厚さ 21 mm×長さ 205cm の板材に製材した。原木ごとに一方の樹皮側の板から順番に通し番号を付け，奇数番号の板と偶数番号の板とに分けた。1 回目の乾燥試験では原木 8 本，2 回目の乾燥試験では原木 11 本から，奇数番号，偶数番号ともに 45～50 枚の板（以下試験材）を得た。

2 乾燥方法

奇数番号の試験材はスパイク棧木を，偶数番号の試験材は通常棧木を使用して棧積みした。棧木間隔は，いずれの試験でも，奄美群島内の乾燥施設でリウキュウマツの人工乾燥に一般的に採用されている 20cm とした。

1 回目の乾燥試験は，2011 年 1 月中旬，徳之島で伐採，製材されたものを，同年 2 月中旬，鹿児島県工業技術センターの乾燥機（東北通商株式会社製 IF 型）を使用して行った。また，2 回目の試験は，2011 年 11 月中旬，同じく徳之島で伐採，製材した後速やかに，有限会社中野木材（天城町）の乾燥機（ヒルデブランド製 IF 型）で行った。それぞれの乾燥スケジュールを表 1 に示す。

1 回目の試験での乾燥スケジュールは，奄美群島内の加工施設で一般的に行われているものである（以下通常スケジュール）。これに対して，2 回目の試験のスケジュールは，乾燥時間の短縮によるコスト削減を目的として，通常スケジュールよりも初期温度を高く設定し，乾球温度を 80 一定とした（以下 80 スケジュール）。

乾燥後，棧積みしたまま約 3 週間以上室内で養生した後，試験材の仕上がり含水率及び収縮率を測定した。含水率の測定は，高周波式木材水分計（ケツト科学研究所製 HM-520）を用いて，試験材の両木口付近及び中央付近の 3 箇所で行った。収縮率は，節部を避けてあらかじめ印を付けておいた試験材の中央付近で，乾燥前後の幅と厚みを，巻き尺とノギスを用いてそれぞれ計測し，乾燥前の値に対する乾燥前後の値の百分率で求めた。

表 1 乾燥スケジュール

1 回目（通常スケジュール）

含水率範囲	乾球温度 ()	湿球温度 ()	温度差 ()	時間 (h)
蒸煮	80	80		5
生材～40%	70	64	6	7
40～35%	70	62	8	6
35～30%	75	63	12	7
30～25%	75	59	16	5
25～20%	75	55	20	6
20～15%	80	54	26	12
15%以下	80	54	26	5
合計時間				53

2 回目（80 スケジュール）

含水率範囲	乾球温度 ()	湿球温度 ()	温度差 ()	時間 (h)
蒸煮	80	80		6
生材～40%	80	74	6	12
40～35%	80	72	8	6
35～30%	80	69	11	5
30～25%	80	64	16	6
25～20%	80	60	20	6
20～15%	80	54	26	4
15%以下	80	54	26	4
合計時間				49

3 変形量の計測

人工乾燥に伴って発生する木材の変形は，図 1 に示すように，主に曲がり，反り，カップ，及びねじれの 4 種類に分類される（山井良三郎ら編 1982）。そこで，これらの項目について，試験材ごとに計測した。

カップ量は，ノギスを用いて 0.1mm 精度で，試験材の両木口部における最大矢高（目視）を計測した。それ以外の変形については巻き尺を用いて 1mm 単位で計測した。曲がり及び反りについては，図 1 に示すように，水平な定盤に置いた試験材の最大矢高を計測した。

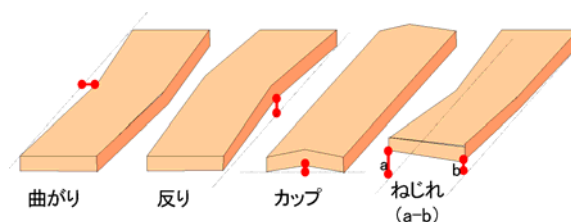


図 1 変形の発生形態

ねじれについては、試験材の一方の端（他端の持ち上がりりが大きくなる側）を定盤に密着させた状態で、他端の持ち上がり量を図に示す a, b の両端部で計測し、その差をねじれ量とした。

結果と考察

1 乾燥経過

表 1 に示されているように、乾燥に要した時間は、両スケジュールともに 2 日～3 日以内（通常スケジュール 53 時間、80 スケジュール 49 時間）であった。ただし、通常スケジュールの場合は、製材後乾燥機に入れるまでに 1 か月近くを要したため、ある程度天然乾燥が進んでいたことを考慮する必要がある。表 2 に、乾燥前後の試験体の重量変化を示す。ここに示されるように、通常スケジュールの試験に用いた試験材は、80 スケジュールの試験材と比較して、乾燥前にすでに 2 割ほど軽くなっている。聴き取り調査では、奄美群島内の乾燥施設では、通常スケジュールによる乾燥では、3 日～3 日半ほどを要するということがあったことから、80 スケジュールの乾燥は、人工乾燥に要する時間短縮という意味では、天然乾燥約 1 か月と通常スケジュールの組み合わせに匹敵し、また通常スケジュールによる人工乾燥のみでの乾燥時間を 1 日～1 日半程度短縮できるものと考えられる。なお、どちらの乾燥においても、内装材としての加工に支障となるような表面割れや内部割れの発生は少なかった。

2 乾燥後の含水率及び収縮率

2 回の乾燥試験における材の仕上がり含水率と、乾

表 2 乾燥前後の試験材重量

スケジュール	栈木の種類	n	試験材重量 (kg)	
			乾燥前	乾燥後
通常	スパイク栈木	48	6.25 (0.71)	4.10 (0.24)
	通常栈木	45	6.20 (0.75)	4.09 (0.24)
80	スパイク栈木	50	7.79 (0.26)	4.31 (0.37)
	通常栈木	50	7.79 (0.24)	4.31 (0.39)

() カッコ書きは標準偏差， n は試験材の枚数

燥後の平均収縮率を表 3 にまとめて示す。平均の仕上がり含水率は、通常よりも 80 スケジュールの方が 1～2% 程度高かった。これは、装置やオペレータの違いの他に、養生環境の違い（時季、場所等）も考慮する必要があり、特段問題とはならないと考える。

どちらの試験でも、元口側から末口側にかけて含水率が低くなる傾向にあったが、t-検定の結果、有意な差ではなかった。また、栈木の違いによる差も認められなかった。仕上がり含水率のバラツキについては、どちらのスケジュールでも、乾燥後の養生期間が 3 週間以上あったこともあり、標準偏差は 2.5% 程度以内に収まっており、極端なバラツキはなかった。標準偏差で比較すると、80 スケジュールの方が、バラツキはやや小さくなっていることがわかる。

収縮率については、仕上がり含水率の高い 80 スケジュールの方が通常スケジュールよりもやや小さくなる傾向にあったが、有意な差ではなく、栈木の違いによる差も認められなかった。

表 3 乾燥による材の仕上がり含水率及び収縮率

スケジュール	栈木の種類	n	仕上がり含水率 (%)			収縮率 (%)	
			元口側	中央	末口側	幅	厚み
通常	スパイク栈木	48	11.09 (2.20)	10.69 (1.63)	10.80 (2.25)	5.00 (1.08)	5.53 (0.92)
	通常栈木	45	11.31 (2.07)	10.84 (1.65)	10.51 (2.04)	4.63 (1.26)	5.40 (1.20)
80	スパイク栈木	50	12.64 (1.30)	12.58 (1.44)	12.53 (1.59)	4.65 (1.14)	5.28 (1.45)
	通常栈木	50	12.48 (1.68)	12.43 (1.57)	11.93 (1.80)	4.52 (1.20)	5.16 (1.75)

() カッコ書きは標準偏差， n は試験材の枚数

表4 原木内の部位ごとの仕上げり含水率及び収縮率

スケジュール	栈木の種類	部位	n	仕上げり含水率 (%)			収縮率 (%)	
				元口側	中央	末口側	幅	厚み
通常	スパイク栈木	内層	8	10.31 (2.36)	9.69 (1.39)	8.88 (2.10)	4.06 (0.86)	5.62 (1.13)
		外層	8	12.75 (2.59)	12.69 (1.00)	12.94 (1.47)	5.78 (0.66)	5.53 (0.43)
	通常栈木	内層	8	10.69 (2.45)	10.13 (0.52)	10.06 (1.50)	3.29 (0.81)	5.62 (1.22)
		外層	8	12.44 (1.40)	11.19 (1.75)	12.69 (1.36)	5.40 (0.79)	4.61 (0.74)
80	スパイク栈木	内層	11	11.86 (1.69)	12.53 (1.69)	11.87 (2.03)	4.33 (1.28)	5.16 (1.59)
		外層	11	13.68 (1.01)	13.51 (1.00)	14.05 (1.16)	5.07 (0.97)	5.18 (1.88)
	通常栈木	内層	11	11.43 (1.67)	11.88 (1.70)	11.24 (2.01)	3.66 (0.73)	4.89 (1.79)
		外層	11	13.75 (1.22)	13.15 (1.15)	13.17 (1.14)	5.61 (0.84)	5.04 (1.61)

() カッコ書きは標準偏差, n は試験材の枚数

各スケジュールの試験について、試験材の含水率データを、原木ごと、また原木内の位置ごとに検討したところ、いずれのスケジュールでも、原木内の樹心に近い部分から得た試験材よりも、外層側の試験材の方が高い含水率を示す傾向が見られた。

そこで、各原木の最も樹心に近い部分と、最外層部に近い部分とから得た試験材を、栈木の種類ごとに各一枚選び、含水率と収縮率のデータを比較した(表4)。

栈木の種類と試験材部位の二つを要因として分散分析した結果、仕上げり含水率については、いずれの試験において外層部試験材の方が有意に高かったが、栈木の種類による差は認められなかった。また、収縮率については、幅方向は部位による差が認められ、外層部試験材の収縮率が大きかった。一方、厚み方向については有意差がなかった。

丸太内での試験材の部位によって、仕上げり含水率が異なるのは、部位による初期含水率の違いがまず考えられる。外層部試験材はほぼ辺材であるのに対して、内層部試験材には心材部分も含まれる。生材では辺材部に比べて心材部の含水率は低いのが一般的であり(例えば矢沢 1960)、リュウキュウマツではその差が約 10%程度であるというデータもある(図師 2008)。

今回使用した丸太では辺・心材の境界は明瞭ではなかったが、心材化が始まって含水率が低下していた部分があったことも考えられる。

そこで、乾燥前の試験材重量を比較すると、表4で解析した通常スケジュール試験の内層部試験材 16 枚の平均が 5.81kg であったのに対し、外層部試験材 16 枚の平均は 6.38kg で 1 割程度重かった。しかし、80 スケジュール試験の各 22 枚の試験材の平均は、それぞれ 7.77kg と 7.80kg で、内・外層でほとんど差はなかった。こうした傾向は表1からも推察されるように、表4に示した試験材だけでなく、全ての原木で同様であった。樹心近くには比重の小さい未成熟材部が存在し(遠矢 1984) 気乾比重は樹幹の内側から外側に向けて大きくなる(遠矢ら 1985) ことから、同じ重量であっても、この場合、内層部試験材の含水率の方が高かったものと考えられる。従って、初期含水率の違いだけでは、仕上げり含水率の差を説明できない。

また、外層部試験材は板目材で、内層部試験材は柁目材に近いことが、乾燥速度に影響することも考えられるが、針葉樹では板目材と柁目材の乾燥速度の違いははっきりしていない(寺沢ら 1963)。通常スケジュールの試験は、製材から 4 週間近く置いて重量を測定

した後に行ったのに対し、80 スケジュールの試験は製材直後に重量測定と乾燥を行っており、部位または板目か柾目かの違いによって乾燥速度が異なるという可能性もあるが、今回の結果だけからは断言できない。

この点についてはさらに検討を重ねる必要があるが、2回の試験ともに同じ傾向が見られたことから、仕上がり含水率の目安には外層部分の板の重量減少を指標とすることが望ましいと考えられる。

幅方向の収縮率に差が出たことは、一般に木材の接線方向と半径方向とで収縮率が異なり、接線方向が半径方向の約 1.65 倍とされている(満久 1967)ことから当然の結果と考えられる。リュウキュウマツの接線方向の平均収縮率(繊維飽和点以下の、含水率 1%の変化に対する収縮率)は、半径方向に比べて約 0.1%大きいとされており(遠矢 1984, 鹿児島県工業技術センター-1990), 繊維飽和点を 28%とすると、含水率 12%まで乾燥することで収縮率に約 1.6%の差が生じることになる。このようなことから、接線方向の収縮率が大きく影響する板目材の幅方向の収縮率が大きくなったと考えられる。なお、厚み方向の収縮率に差が出なかったのは、主に樹心の偏心により、内層部試験材の木端面が必ずしも板目になっていないことによるものと考えられる。

3 乾燥に伴う変形の量

乾燥後の各変形量を、全ての試験材の平均で表した

ものを表 5 に示す。通常スケジュールでは、ねじれを除いてスパイク柾木の方が通常柾木よりも変形が小さかった。しかしながら、その差は小さくなく、いずれも t-検定による有意差は認められなかった。

80 スケジュールでは、曲がりと反りについてはスパイク柾木を使用した方が変形は小さかったものの、カップ及びねじれについては逆に通常柾木の方が変形は小さかった。平均の差を検定すると、曲がりについては 1%水準で、末口側のカップについては 5%水準で有意な差となった。

スパイク柾木の効果は主に、長手方向の曲がりや抑制することにあるとされており(池田 2007), スケジュールによって効果の差に大小はあるにせよ、リュウキュウマツの乾燥においても同様の効果が期待できるものと考えられた。

通常スケジュールと 80 スケジュール間の差については、曲がり以外はいずれの変形量も通常スケジュールよりも 80 スケジュールのほうが小さかった。曲がりは、特に 80 スケジュールの通常柾木において大きく出ており、スパイク柾木がそれを抑制している可能性がある。この現象は、原木の特性による可能性のほか、80 スケジュールにおいては試験材と柾木の間の滑りが発生しやすいということも考えられる。また、曲がりが抑制された分、カップやねじれといった形で変形が起きている可能性も考えられるが、今回の試験

表 5 乾燥による平均変形量

スケジュール	柾木の種類	n	曲がり (mm)	反り (mm)	カップ(mm)		ねじれ (mm)
					元口側	末口側	
通常	スパイク柾木(A)	48	5.19 (2.13)	6.75 (3.19)	1.22 (0.85)	1.11 (0.89)	4.46 (3.59)
	通常柾木(B)	45	5.73 (1.98)	6.78 (2.95)	1.23 (0.90)	1.38 (0.73)	4.42 (3.16)
	差(B-A)		0.55	0.03	0.01	0.27	0.04
80	スパイク柾木(A)	50	6.20 (3.49)	6.22 (2.79)	0.80 (0.86)	0.72 (0.83)	2.24 (1.95)
	通常柾木(B)	50	11.02 (6.76)	6.36 (2.46)	0.50 (0.68)	0.38 (0.73)	1.82 (1.85)
	差(B-A)		4.82	0.14	0.30	0.34	0.42

() カッコ書きの数値は標準偏差, n は試験材の枚数

結果のみからは断定できず、今後さらなる検討が必要である。

まとめ

乾燥コストの低減を目的として、奄美群島内の乾燥施設で通常行われている乾燥スケジュールと、乾球温度を 80℃ 一定にした、より厳しい乾燥スケジュールとを比較した。80℃ スケジュールでは、通常スケジュールと比べてより短時間でリュウキュウマツの人工乾燥工程を終了させられることが示唆され、乾燥による変形などの発生も、曲がりの発生量以外には特に問題ないと考えられた。

スパイク棧木による変形抑制効果については、リュウキュウマツの人工乾燥においても、水平方向の変形（曲がり）の抑制に一定の効果があると考えられた。すなわち 80℃ スケジュールで人工乾燥を行った場合、通常の棧木では曲がり発生量が大きかったが、スパイク棧木を使用した場合、通常スケジュールで乾燥した場合と曲がりの発生量に大きな差はなかった。

通常スケジュールで乾燥した試験材は、乾燥後に内装材を想定して加工し、現在製品歩留まりを検討しているところである。今後は 80℃ スケジュールの製品歩留まりや、製品に加工した後の、使用環境の変化による変形の発生量がどの程度あるか等を検討することとしている。80℃ スケジュールは、通常スケジュールと比べ乾燥時間が短く、燃料コストも抑えられると考えられる。スパイク棧木の使用により歩留まりの低下や乾燥後の変形量が抑えられるならば、さらなる乾燥コスト低減につながることも期待される。

謝 辞

今回の試験に関し、様々な示唆を与えていただいた、熊本県林業研究指導所の池田元吉林産部長、乾燥施設の提供や測定方法等の指導をいただいた鹿児島県工業技術センター地域資源部の方々、原木の確保から製材加工・乾燥まで御協力いただいた有限会社中野木材に深く感謝申し上げます。

引用文献

- 池田元吉（2007）仕上げ乾燥エネルギーの転換を考慮した乾燥方法の研究．熊本県林業研究指導所研究報告 33 : 18-32.
- 鹿児島県工業技術センター（1990）奄美群島林業振興調査事業広葉樹利用開発．奄美群島振興開発事業平成元年度成果テキスト：3-4．
- 凶師朋弘（2008）奄美産リュウキュウマツの乾燥性能について 平成 20 年度鹿児島県森林技術総合センター発表会要旨
- 寺沢真，小玉牧夫，佐藤庄一（1963）日本産主要樹種の性質 乾燥性（第 1 報）．林業試験場研究報告 153 : 15-39．
- 遠矢良太郎（1984）リュウキュウマツの建築材への利用化に関する研究（第 1 報）．昭和 58 年度鹿児島県木材工業試験場業務報告書：9-12．
- 遠矢良太郎，森田慎一，山角達也，山之内清竜（1985）単板利用による南九州産材の利用開発に関する研究 昭和 59 年度鹿児島県木材工業試験場業務報告書：38-48．
- 満久崇磨（1967）木材の乾燥．森北出版，東京．p33．
- 矢沢亀吉（1960）広葉樹とくにブナ立木の季節別ならびに辺・心材別の生材含水率．木材学会誌 6(4) : 170-175．
- 山井良三郎ら編（1982）乾燥応力と損傷「改訂 3 版木材工業ハンドブック」（農林水産省林業試験場監修）pp．283-287．丸善，東京．

資料

森林吸収源インベントリ情報整備事業による本県森林土壌等の炭素蓄積量

森田慎一*1・下園寿秋*2・東正志*1・宮里学*1・渡邊尚一*1・住吉博和*3・穂山浩平*4

要旨：京都議定書により認められている森林の二酸化炭素吸収量を、より高い精度で算出するため、予め指定された県内 41 プロットにおいて、林床の枯死木、堆積有機物、及び森林土壌中の炭素蓄積量を計測した。これらの炭素蓄積量は、県全体の平均で合計約 74 トン/ha で、枯死木及び堆積有機物の炭素蓄積量は全国平均よりも低い傾向であった。また、蓄積量には地域ごとにいくつかの特徴が認められた。

キーワード：インベントリ、京都議定書、堆積有機物、炭素、土壌

はじめに

京都議定書において認められた森林による炭素吸収量を、科学的根拠を有するモデルによって算定・報告するため、国においては全国的な実証データの収集及び取りまとめを行ってきた。その一環として、当センターでは、平成 15 年度から 18 年度にかけて、県内の民有林において、生立木地上部及び地下部、並びに下層植生のバイオマス量等の調査を実施した（下園ら 2007）。また、平成 18 年度から 22 年度にかけて、県内 41 の調査プロット内における、枯死木、堆積有機物（落葉、落枝など）及び土壌に含まれる炭素量（いわゆるインベントリ情報）について、試料の採取及び計測を行った。これらの試料及び分析データは、独立行政法人森林総合研究所（以下森林総研）で取りまとめられ、その結果を毎年林野庁が公表している（例えば、林野庁 2011）。ここでは、当センターが実施した 5 年間のインベントリ調査の結果をまとめて報告する。

試験地

森林資源モニタリング調査プロット（林野庁 HP）のうち、調査地 ID 番号の末尾が 0 または 5 の民有林プロット計 41 箇所について、森林計画区ごとに 2006～2010 年の 5 年間で調査を実施した（図 1、表 2）。

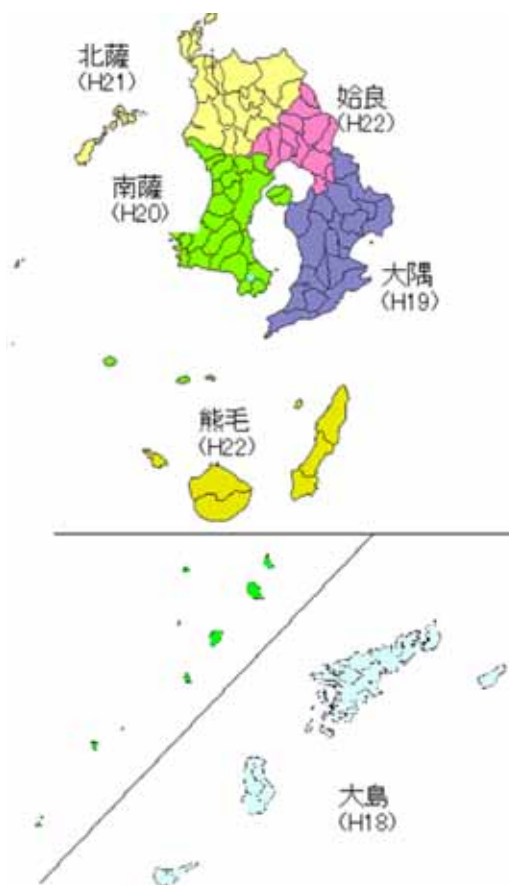


図 1 県内の森林計画区と調査年度

*1 鹿児島県森林技術総合センター 森林環境部

*1 Kagoshima Prefectural Forestry Technology Center. Forestry and environment div., Aira 899-5302 Japan.

*2 現 鹿児島県林業振興課

*2 Present address: Kagoshima Pref. Office Forestry Promotion Division, Kagoshima 890-8577 Japan.

*3 現 鹿児島県自然保護課

*3 Present address: Kagoshima Pref. Office Nature Conservation Division, Kagoshima 890-8577 Japan.

*4 現 鹿児島県かごしま PR 課

*4 Present address: Kagoshima Pref. Office Kagoshima PR Division, Kagoshima 890-8577 Japan.

調査方法

以下のそれぞれの項目について、森林総研が定めた調査マニュアル（森林総研 2007）に従って調査を実施した。

1. 枯死木調査

各プロットを中心杭を通る南北及び東西のライン上にある、直径5cm以上の倒木、根株等の粗大物（以下枯死木）について、表1の基準に従って腐朽度を判定し記録した。また、それぞれのライン上における直径を計測した。測定した枯死木の材積は、ライン・インターセクト法（Van Wagner 1982）によって下式を用いて計算される。

$$\text{材積} V (\text{m}^3/\text{ha}) = (\pi^2/8L) \times d^2$$

ただし、L：調査ラインの水平長（m）

d：ライン上での枯死木の直径（m）

表1 枯死木の腐朽度判定基準

腐朽度	状態
0	新鮮な枯死木（1年以内程度）で、枝には葉が残る
1	比較的新しい枯死木。形成層のみ腐朽し、大枝小枝が残っていたりする
2	樹皮はまだ付着し、大枝が残っていたりする。材の一部の腐朽が進むが、一部はまだ堅い状態で残る
3	材全体に腐朽が進み、柔らかく、また軽くなり、針葉樹では樹皮が脱落したり、コケが付着したりする。
4	材の形状はわかるが、分解が進み一部が脱落したり消失している。針葉樹は褐色の腐朽が進む。
5	材の腐朽が進み、扁平につぶれていたり、腐朽片が散在したりし、落葉や土壌に埋まる部分もある。広葉樹では樹皮が残るが、材の半分以上が消失している。

2. 土壌調査

各調査地のプロット（中心杭から直径約18mの円形）内の、東西南北4箇所の所定の場所またはその近辺で、1辺50cmの方形区を作り、堆積有機物、並びに土壌のサンプリングを行った（図2）。堆積有機物は、枝等、落葉、腐植層に分別して採取した。土壌は、地表面から0～5cm、5～15cm、15～30cmの3層で400mL円筒による容積重測定用定体積試料と、炭素量分析用の試料約1kgをそれぞれ採取した。

また、調査地のうち調査グレード1に指定された17プロッ



図2 土壌調査の状況

トでは、調査プロット外の1箇所において、深さ1mまでの代表断面を作成し、土壌型の判定と地層ごとに深部までの土壌採取等を実施したが、今回の報告ではその結果は省略する。

3. 炭素量等の計測

枯死木については、針葉樹、広葉樹別に1で求めた個々の枯死木の材積に、乾燥密度と腐朽度ごとに定められた係数（いずれも森林総研データ）をかけて、炭素蓄積量が算出された。

堆積有機物及び土壌については、持ち帰った試料を風乾し、水分、容積重等を計測した後、全炭素・全窒素分析装置（住化分析センター製 Sumigraph NC-90A、またはジェイ・サイエンス・ラボ製 macro corder JM1000HCN）を用いて炭素及び窒素の含有率を測定した。調査結果及び分析値を基に、森林総研が、枯死木、堆積有機物及び土壌中の炭素量を算出した。

結果及び考察

調査地ごとの枯死木、堆積有機物、及び土壌の炭素蓄積量を、調査地の所在地及びプロットIDとともに表2に示す。

森林総研が取りまとめた結果（金子 2011）によると、全国を8ブロックに分けたデータ（2006～2009年の4年分）では、枯死木と堆積有機物中の炭素蓄積量は、北海道から九州に向かって低下する傾向にある。これは、暖かい地域ほど有機物の分解が早いことが関係しているためと述べられている。一方、土壌炭素蓄積量は近畿地方が最も低く、九州は全国中位である。これには、古くからの森林利用などの人間活動や、炭素固定能の高い火山灰土壌の分布などが要因と推定されている。

本県の炭素蓄積量のデータを見ると、県全体の平均値は、枯死木と堆積有機物は全国平均よりも3～4割程度低いという結果であった。また、土壌では全国平均値に近く、いずれの区分においても、上述したような全国の中に占める九州地域の位置と同様の傾向にあることがわかる。

表2 各プロットにおける森林土壌等の炭素蓄積量(トン/ha)

地区	所在地	格子点 ID *	林相	枯死木	堆積有機物	土壌	合計	備考
大島	知名町	460005	広葉樹人工林	3.44	2.27	82.95	88.67	イジュ植栽地
	徳之島町	460020	広葉樹, マツ	0.17	5.41	49.65	55.23	
	瀬戸内町	460030	広葉樹	0.75	2.04	26.25	29.04	基岩浅く土壌少ない
	瀬戸内町	460035	広葉樹, マツ	1.43	3.64	53.13	58.20	
	奄美市住用町	460055	広葉樹, マツ	0.32	3.27	34.24	37.84	
	奄美市小湊	460060	広葉樹, マツ	0.51	2.29	32.72	35.52	
	龍郷町	460065	マツ, 広葉樹	1.33	4.95	53.55	59.83	
	地区平均			1.14	3.41	47.50	52.05	
大隅	南大隅市佐多	460370	スギ人工林	2.62	4.74	120.67	128.02	
	鹿屋市小薄町	460390	スギ人工林	2.77	4.04	57.96	64.77	
	鹿屋市輝北町	460415	ヒノキ人工林	1.65	3.36	55.74	60.75	ボラ層有り
	曾於市大隅町	460470	スギ人工林	0.39	1.95	111.72	114.06	
	大崎町	460495	スギ人工林, 広葉樹	1.76	2.95	56.04	60.75	一部ボラ層有り
	曾於市末吉町	460540	スギ, ヒノキ人工林	1.05	3.31	131.17	135.52	
	志布志市松山町	460545	スギ人工林, 竹	2.04	5.81	111.52	119.36	
	曾於市財部町	460500	スギ, ヒノキ人工林	22.29	3.63	75.54	101.46	伐採跡地
地区平均			4.32	3.72	90.04	98.09		
南薩・鹿児島	鹿児島市有村町	460340	マツ, 広葉樹	3.80	6.24	21.00	31.03	粗粒火山抛物体未熟土壌
	南さつま市笠沙町	460090	スギ人工林	2.89	3.48	103.57	109.93	放牧場直下
	南さつま市笠沙町	460095	スギ人工林	0.16	1.72	61.25	63.13	
	南さつま市加世田津貫	460120	スギ, ヒノキ人工林	0.48	2.25	72.07	74.80	
	南九州市川辺町	460185	広葉樹	2.12	4.80	53.99	60.91	
	日置市吹上町	460190	ヒノキ人工林	3.22	1.86	76.64	81.72	
	南九州市川辺町	460215	広葉樹	1.05	2.72	86.08	89.85	
	鹿児島市上谷口町	460220	ヒノキ人工林	9.41	2.80	57.18	69.40	一部伐採跡地
南九州市知覧町	460245	スギ人工林	0.31	1.51	81.82	83.64		
地区平均			2.60	3.04	68.18	73.82		
北薩・伊佐	薩摩川内市里町	460080	広葉樹	0.89	4.44	44.17	49.50	ヤセ尾根, 礫多い
	さつま町宮之城町	460200	広葉樹, 竹	0.24	3.52	51.31	55.07	
	出水市	460205	広葉樹	3.00	3.42	70.62	77.04	
	薩摩川内市入来町	460225	スギ人工林, 竹	5.28	3.75	42.16	51.19	
	さつま町鶴田町	460230	広葉樹	2.09	5.17	64.67	71.93	
	伊佐市大口	460315	スギ人工林	2.87	1.12	52.38	56.37	
	伊佐市大口	460335	広葉樹, 竹	3.75	4.52	71.58	79.84	
地区平均			2.59	3.71	56.70	62.99		
始良	始良市蒲生町	460255	竹	8.00	2.05	65.48	75.53	倒竹多い
	始良市脇元	460305	広葉樹	3.71	1.55	63.76	69.02	
	霧島市横川町	460330	広葉樹	0.27	2.14	59.41	61.82	
	霧島市溝辺町	460360	クヌギ人工林	7.78	1.68	84.40	93.86	スギ伐採後にクヌギ植栽
	湧水町木場	460380	ヒノキ人工林, 広葉樹	2.01	2.52	55.04	59.57	
	霧島市牧園町	460400	スギ人工林, 竹	2.53	4.83	90.43	97.79	
	霧島市国分川原	460420	スギ人工林	3.60	3.47	36.40	43.47	シラス崩壊地跡?
	霧島市福山町	460445	スギ人工林	10.00	1.88	62.28	74.16	大きなスギ伐根有り
地区平均			4.74	2.52	64.65	71.90		
熊毛	屋久島町口之永良部島	460100	竹	0.99	1.85	147.97	150.81	リュウキュウチク, 牧野
	西之表市安城	460525	広葉樹, スギ	2.37	2.02	47.10	51.49	
	地区平均			1.68	1.93	97.54	101.15	
県平均			3.06	3.19	67.70	73.95		
全国平均 **			4.10	5.20	68.50	77.80		

注) * 格子点IDは, 森林資源モニタリング調査(林野庁)による。

** 全国平均値は, 平成18~21年度の4か年分のデータによる(金子2011)。

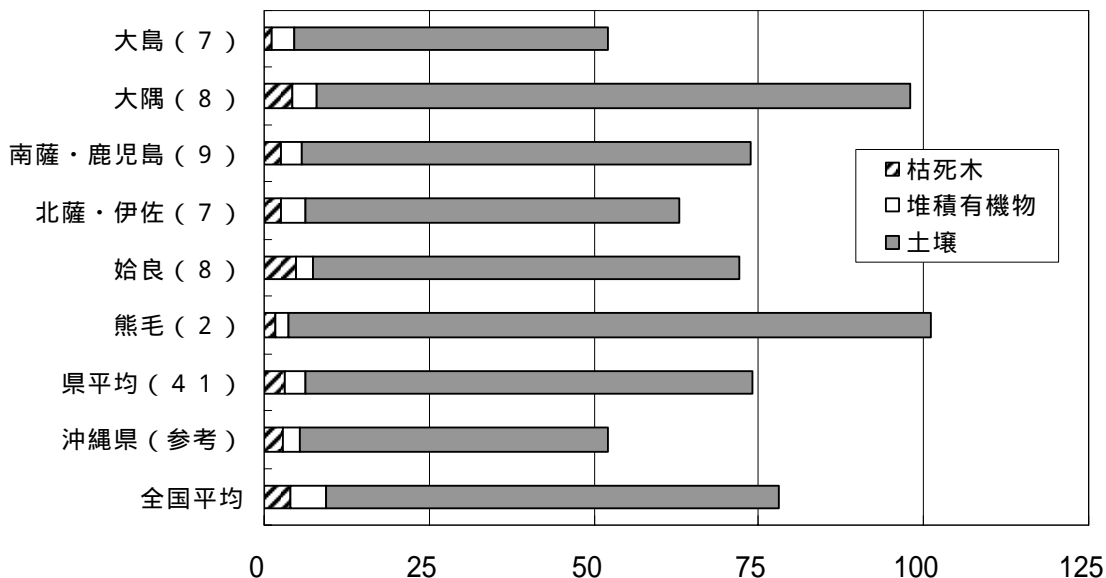


図3 枯死木，堆積有機物，土壌中の炭素蓄積量 (トン/ha)

注) 各地区の () 内の数値は調査箇所数を示す

一方、本県内での各区分における炭素蓄積量を地域別にみると、それぞれ以下のような特徴が見られた (図3)。

大島地域の平均値は、沖縄県の平均値 (生沢 2011) とほぼ同等の値を示した。これらは全国平均のおよそ3分の2という低い値である。表土 (A層) が薄く、土壌炭素蓄積量が少ないことが影響している。

大隅地域は、ボラ層の存在によると思われる、土壌炭素蓄積量の低いプロットがいくつかあったものの、全体としては炭素蓄積量が多く、全国平均の約1.3倍であった。これは、表層に炭素含有量の多い火山灰性の黒色土 (黒ボク) が発達していることによると考えられる。

南薩・鹿児島地域は、火山降下物を主体とする未熟土壌である桜島の1プロットで、土壌炭素量が非常に低かった。その他のプロットはほぼ全国平均並みかやや高い数値を示した。

北薩・伊佐地域の炭素蓄積量は全国平均よりも低く、特に土壌炭素量が、大島地区に次いで低かった。調査プロットの傾斜度との関連は認められなかったことから、表層の流亡等によるものではなく、土壌母材 (この地域は主に安山岩質) の違いが影響していると考えられる。

始良地域では、枯死木の炭素蓄積量が多くなっているが、これは地域内の3箇所の伐採跡地や竹林内で、倒木竹が多かったことによるものである。

熊毛地域は、土壌の炭素蓄積量が非常に多いが、調査プロットが2箇所と少なく、うち1箇所が牧野で、土壌炭素量が極めて多かったことが影響している。従って、この地域全体の傾向を示すものではないと考えられる。

森林バイオマスの炭素蓄積量は、林齢が20年を超えるスギ人工林で考えた場合、地上部の体積が幹材積の1.23倍、地下部が地上部の0.25倍とされている (地球環境研究センターほか2009) ことから、次式により計算される。

$$C = V \times 1.23 \times (1 + 0.25) \times 0.314 \times 0.5$$

ここで、C : 炭素蓄積量 (トン/ha)

$V \times$: 林齢x年における幹材積 (m^3/ha)

で、0.314はスギの容積密度、0.5は樹木の炭素率である。

鹿児島県スギ人工林収穫予想表から、林齢30年 (地位) であれば約 $320 m^3/ha$ の主林木材積が見込まれることから、主林木による炭素蓄積量は、上式から約77トン/haと計算される。本県森林のヘクタール当たりの枯死木、堆積有機物、及び土壌の炭素蓄積量の合計は、平均するとこれにほぼ匹敵することがわかった。

引用文献

Van Wagner, C. E. (1982) Practical aspects of the line intersect method. Information Report PI-X-12 Petawana National Forestry Institute Canadian Forestry Service.

生沢均(2011)森林吸収源インベントリ情報整備事業・沖縄県森林資源研究センター平成22年度業務報告:1-2.

金子真司(2011)森林における枯死木, リター, 土壌の炭素蓄積量の全国調査. 農林水産技術研究ジャーナル 34(7):28-32.

下園寿秋・森田慎一(2007)森林吸収源計測・活用体制整備強化事業 - バイオマスデータ収集 - . 鹿児島県森林技術総合センター業務報告 55:30.

森林総合研究所(2007)「森林土壌インベントリ方法書」(吸収源インベントリ作業部会編).

地球環境研究センター, 国立環境研究所(2009)日本国温室効果ガスインベントリ報告書第7章:10.

林野庁(2011)「平成22年度森林吸収源インベントリ情報整備事業(枯死木, リター, 土壌等の炭素蓄積量の把握)実施報告書」.

林野庁HP(2012.2.1現在)「森林計画制度>森林資源モニタリング調査について>調査方法について」.
(<http://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/monitar/houhou2.html>).

資料

枯損マツ丸太への殺虫剤散布によるマツノマダラカミキリ駆除試験

東 正志・田實秀信
森林環境部・普及指導部

要旨：MEPMC剤の春期伐倒隠除への登録拡大に向けた試験として、MC剤とMEP油剤、MEP乳剤の殺虫効果を比較した。結果、接触毒試験ではMC剤で若干の殺虫効果が認められるものの、散布後の残効期間と成虫脱出時期の関係から十分な検証とはならなかった。材内の幼虫に対しては、MEP油剤及び乳剤の効果を再確認することができた。また、散布時期に関しては春散布での効果が高いことが認められた。

キーワード：マツ，マツノマダラカミキリ，MEP，MC剤

はじめに

枯損マツ丸太への殺虫剤散布によるマツノマダラカミキリ羽化脱出抑制効果試験（以下「散布試験」という）は、当センターで平成19年度に実施され、MEPMC（MC：マイクロカプセル）剤（以下「MC剤」という）の枯れ松丸太に対する駆除用薬剤としての可能性が示唆されたところである（川口・田實 2008）。この試験は、MEP乳剤（以下「乳剤」という）よりも薬効の長いMC剤で、さらに効果が上がるのではとの期待から行ったものであるとともに、マツノマダラカミキリ羽化脱出前の春期に行われる伐倒隠除（春隠除）へのMC剤登録拡大の予備試験として実施したものである。その結果、MC剤の殺虫効果は認められたものの、乳剤との有意な差は認められなかった。今回はMC剤、乳剤、MEP油剤（以下「油剤」という）の殺虫効果と散布時期について検証した。

材料と方法

供試木は、松くい虫被害により枯損した当センター内の被害木（以下「枯損木」という）を用いた。この枯損木を約70cmの

長さに切り、各対象薬剤を散布した（表1）。試験は秋散布と春散布の二回に分けて実施した。また、秋散布を「秋油剤のみ」、「秋油剤+春油剤（2回散布）」、「秋MC剤のみ」の3試験区に区分し、各区分とも4本の枯損木に薬剤を散布した。散布は乾電池式のスプレー型噴霧器（TOSHIBA製）を用い、枯損木を転がしながら、表面積1㎡あたり600ccの散布量となるよう全表面にまんべんなく散布した（図1）。同様に、春散布も「春油剤のみ」、「春乳剤のみ」、「春MC剤のみ」の3試験区に区分し、各区分3本ずつの枯損木に薬剤を散布した。なお、有効成分である原体量を統一するため、油剤散布時の1㎡あたりのMEP原体量を基準にして、MC剤、乳剤の希釈倍率等を調整し、3薬剤の効果を比較することとした（表2）。



図1 薬剤散布状況（秋散布）

表1 試験区分内訳

散布時期	試験区	試験本数
秋散布	秋油剤のみ	各4本
	秋油剤+春油剤	
	秋MC剤のみ	
春散布	春油剤のみ	各3本
	春乳剤のみ	
	春MC剤のみ	
Cont	薬剤なし	2本

表2 各薬剤の散布概要

薬剤	有効成分 (MEP)	散布量 (L/m ²)	希釈倍率	原液量	MEP原体量	秋散布日	春散布日
MEP油剤	0.7%	0.6	原液	600cc	4.2cc	2010/11/19	2011/6/3
MEPMC剤	23.5%	0.61	34倍	17.9cc	4.2cc	2010/11/19	2011/6/3
MEP乳剤	80.0%	0.6	114倍	5.3cc	4.2cc	-	2011/6/3
無処理区	-	-	-	-	-	-	-

1 散布する原体量は、各剤とも1m²あたり4.2ccとなるよう希釈倍率を調整

散布後の各枯損木は、試験区分毎に網室（45×45×90cm）に入れ場内に静置した。

その後、春以降に各枯損木から発生したカミキリを一頭ずつプラスチックケースに入れ、薬剤の付着していないマツ生枝を餌として飼育し、一週間以上経過を観察した。また、発生終了後に、穿入孔と脱出孔をカウントし、材内死亡カミキリ数の推定を行い薬剤散布の効果を検証した。

結果と考察

1. 成虫に対する接触毒の効果

各枯損木から脱出したマツノマダラカミキリ成虫の殺虫率を表3に示す。

表3 各試験区における脱出成虫の殺虫率

散布時期	試験区	脱出総数	7日間生存頭数	7日間死亡頭数	殺虫率 (%)
秋散布	秋油剤のみ	4	4	0	0.0
	秋油剤+春油剤	3	3	0	0.0
	秋MC剤のみ	11	9	2	18.2
春散布	春油剤のみ	7	7	0	0.0
	春乳剤のみ	3	3	0	0.0
	春MC剤のみ	7	5	2	28.6

秋散布における「秋油剤のみ」では、脱出総数4頭のうち7日後の死亡頭数は0頭であり、殺虫率は0%であった。同様に「秋油剤+春油剤」でも殺虫率は0%であったが、「秋油剤のみ」では脱出総数11頭に対し死亡頭数は2頭であり、殺虫率は18.2%であった。一方、春散布においては「春油剤のみ」、「春乳剤のみ」で殺虫率は0%であったが、「春MC剤のみ」では脱出総数7頭に対し死亡頭数2頭となり、殺虫率は28.6%であった。このように、全ての試験区で死亡数が少なく、MC剤以外ではいずれの試験区でも全ての成虫が生存した。この理由として、接触毒による7日以内での殺虫効果は、乳剤や油剤では概ね散布後2週間以内と考えられるからであり（田實：未発表）、脱出した成虫の殆どが、薬剤の散布後2週間以上経過した後であったことが影響しているものと考えられる。なお、マツノマダラカミキリの発生が遅かった要因として、今回使用した網室の日当たりが悪かったことが影響しているものと考えられた。

よって、MC剤で若干の殺虫効果が認められるものの、今回の試験では成虫への殺虫効果を十分に検証することはできなかった。

2. 材内幼虫に対する効果

各薬剤の材内における殺虫率を表4に示す。

表4 各試験区における材内死亡率

散布時期	試験区	穿入孔 (A)	脱出孔 (B)	脱出率 (C)	修正穿入孔 (D) (A×67.6%)	推定脱出率 (%) (E) (D÷B)	推定殺虫率 (%) (100%-E)
Cont		34	23	67.6			68
秋散布	秋油剤のみ	18	6	33.3	12	50	50
	秋油剤+春油剤	22	4	18.2	15	27	73
	秋MC剤のみ	33	18	54.5	22	82	18
春散布	春油剤のみ	61	10	16.4	41	24	76
	春乳剤のみ	18	3	16.7	12	25	75
	春MC剤のみ	33	9	27.3	22	41	59

まず、コントロール区の脱出率をもとに、自然条件下における脱出率を67.6%と仮定した。自然条件下における材内死亡数を補正するため、各試験区の穿入孔数（A）に67.6%を乗じ、修正穿入孔数（D）とした。次に、修正穿入孔数（D）で脱出孔数（B）を除し、推定脱出率（E）を求め、最後に推定殺虫率（以下「殺虫率」という）を（100% - 推定脱出率（E））で算出した。

結果、秋散布における「秋油剤のみ」では、穿入孔数18に対して脱出孔数は6であり、脱出率は33.3%となる。これに67.6%を乗じた修正穿入孔数は12となり、脱出率は50%、つまり殺虫率50%となる。同様に「秋MC剤のみ」での殺虫率は18%に留まったが、「秋油剤+春油剤」では73%と高い割合となった。

また、春散布における殺虫率は、「春油剤のみ」、「春乳剤のみ」の順に76%、75%で、「春MC剤のみ」でも59%と秋散布より高い割合となった。ちなみに、「春MC剤のみ」では、脱出後1-7日以内に接触毒によりマツノマダラカミキリが2頭死亡しており（表3参照）、この死亡数を加味すると殺虫率は68%となる。

以上の結果から、今回の実験では、材内の幼虫に対してMC剤の効果を明らかにすることはできなかったが、MEP油剤及び乳剤の効果を再確認することができた。これは、先述の川口・田實(2008)の実験結果を再現するものとなった。

散布時期に関しては春散布での効果が高いことが認められた。実際の防除にあたっては、例えば桜島地区のように、景観上枯れ松を放置しておくことが問題となるような場合は、秋散布（秋駆除）を行ったうえで春散布を実施すれば、より効果的な駆除方法を構築できると考えられる。

また、今回の実験では、春散布の実施時期を現場の防

除時期と同じ6月に実施したが、今後は年度内での春駆除実施の可能性の模索など、散布時期の違いによる効果や、春散布1回のみでの効果についても検証していく必要がある。

引用文献

川口エリ子・田實秀信(2008) 枯損マツ丸太への殺虫剤散布によるマツノマダラカミキリ羽化脱出抑制効果．
林業と薬剤 184：17-22