

ISSN 1883-017X

BULLETIN
OF THE

KAGOSHIMA PREFECTURAL FORESTRY TECHNOLOGY CENTER

No. 14

March 2011

鹿児島県森林技術総合センター

研 究 報 告

第 14 号

平成 23 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14号

目次

論文

- キオビエダシャクに対する防除技術の検討
臼井陽介・・・・・・・・・・1
- 奄美大島におけるデイゴヒメコバチの生態と防除
岩智洋・迫田正和・穂山浩平・図師朋弘・住吉和博・・・・・・・・・・6

資料

- スギ林における強度間伐後の下層植生への影響
下園寿秋・・・・・・・・・・12
- スギ人工交配品種の成長特性
宮里 学・・・・・・・・・・18
- 集団的に萎凋症状が発生した広葉樹林の3年後の状況
臼井陽介・渡邊尚一・北之口泰哉・・・・・・・・・・22
- 鹿児島県森林技術総合センターにおける原木シイタケ栽培試験（I）
大久保秀樹・・・・・・・・・・25
- 縄文落枝材の含有灰分の特徴
森田慎一・・・・・・・・・・30
- 奄美大島におけるデイゴヒメコバチ色彩選好性調査及び飛翔状況調査
岩智洋・図師朋弘・・・・・・・・・・33
- 奄美産木材の利用の現状と今後の方向性に関する調査
森田慎一・図師朋弘・岩智洋・・・・・・・・・・36
- 木製防風柵工用リュウキュウマツへの薬剤注入性
図師朋弘・森田慎一・岩智洋・・・・・・・・・・42

論文

キオビエダシヤクに対する防除技術の検討*1

臼井陽介*2

要旨: キオビエダシヤクに対して有効と考えられるクロロニコチル系殺虫剤の施用法等について検討した。地上散布に用いた場合、若齢幼虫に対しては10日以上残効期間があると推察された。簡易な殺虫方法として、薬剤を地表に散布し、根から樹体内へ吸収させた葉を幼虫の餌として飼育した場合、殺虫効果は確認されなかった。また、土壌中の蛹への殺虫効果は確認されなかったが、前蛹への殺虫効果は確認された。

キーワード: キオビエダシヤク, 防除, イヌマキ, ナギ, クロロニコチル系殺虫剤

はじめに

キオビエダシヤク *Milionia zonea pryeri* は、台湾から九州南部にかけて分布するシヤクガの一種である (Inoue, 2005)。鹿児島県本土では2001年以降定着し (佐藤, 2003)、毎年発生が確認されている。本種の幼虫はイヌマキ *Podocarpus macrophyllus* やナギ *Podocarpus nagi* の葉を食し成長する。高密度で発生すると瞬く間に葉が食い尽くされてしまう。年4~5化するため (佐藤, 2003)、同じ樹木が繰り返し寄生された場合、枯死することもある。

本県では、イヌマキは民家の生垣や農地の防風垣などに利用され、造林木としても植林されており、県下各地に広く分布している。生活に密接した樹木であるため、キオビエダシヤクに対する防除が熱心に行われている。現在行われている防除方法は農薬を直接樹木に散布する「地上散布」であるが、使用できる農薬、すなわち農薬登録されている薬剤は残効期間が短く、1回散布しても再度産卵されて幼虫が発生するので複数回の散布を必要とする。そのため、防除の現場からは、残効期間が長期間継続する農薬に期待が寄せられている (村本・小牧, 2003)。

一方、本種に対して農薬登録されていないクロロニコチル系殺虫剤数種が防除効果を持つこと、長期間の殺虫効果が期待できることが指摘されている (臼井, 2008)。しかし、野外での試験は1例のみであり、降雨の影響については不明である。そのため、殺虫効果が指摘された殺虫剤について、再度試験を実施し、殺虫効果と残効期間を再確認した。

また、同殺虫剤の中には、農業では吸汁性害虫防除の手段の一つとして、植え付け前に土壌と混ぜ合わせる手段も確立されている。キオビエダシヤクに対して、この方法

が有効であるならば、防除作業の省力化につながる。そのため、薬剤の土壌散布による幼虫の殺虫試験について検討した。また、同様の方法で土壌中の蛹などの殺虫効果について検討したので併せて報告する。

試験を実施するにあたり、沖縄県森林資源研究センター喜友名朝次氏にはキオビエダシヤクの生態や飼育法についての貴重な意見をいただいた。ここに記して厚くお礼申し上げる。

材料と方法

① 中齢以上の幼虫に対する地上散布試験

クロロニコチル系殺虫剤であるアセタミプリド 20%水溶剤 (商品名: モスピラン水溶剤) 2000倍希釈液, クロチアニジン 16%水溶剤 (商品名: ダントツ水溶剤) 2000倍希釈液, ピレステロイド系殺虫剤であるエトフェンプロックス 20%乳剤 (商品名: トレボン乳剤) 4000倍希釈液を、鉢植えの樹高約1mのイヌマキ苗木に2鉢ずつ散布した。散布にはハンドスプレーを用いて、苗木から液がしたたり落ちる程度散布した。散布後、屋外と屋内に1鉢ずつ設置した。処理は2008年7月17日に行った。処理直後、1日後、3日後、7日後、10日後、14日後、21日後、28日後に各鉢から葉を5枚ずつ採取し、供試虫5頭とともに腰高シャーレに入れて、25℃に設定した室内に静置した。静置してから24時間後の生死を目視にて判別した。なお、供試虫は当センター内で捕獲したキオビエダシヤクの中齢以上の幼虫 (体長3cm以上) を用いた。

② 若齢幼虫に対する地上散布試験

ホームセンターでも入手可能なアセタミプリド2%液

*1 Yousuke, U. : Chemical control of *Milionia zonea pryeri*.

*2 鹿児島県森林技術総合センター森林環境部

*2 Kagoshima Pref. Forestry Technology Center. Forestry and Environment div., Aira 899-5302 Japan.

剤（商品名：モスピラン液剤）100倍希釈液をセンター内イヌマキ3本の1枝ずつにハンドスプレーを用いて、液がしたたり落ちる程度散布した。処理は2010年7月8日に行った。処理1日後、3日後、5日後、7日後、10日後に各供試木から葉を5枚ずつ採取し、供試虫10頭と共に腰高シャーレに入れて、25℃に設定した室内に静置した。静置してから24時間後、48時間後に、生死を目視にて判別した。なお、供試虫はセンター内網室で孵化した幼齢幼虫（体長約0.4cm）を用いた。

③ 土壌散布による薬剤吸い上げ試験

8号サイズの素焼き鉢に植えたイヌマキ（樹高約1m）1鉢ずつにクロチアニジン0.5%粒剤（商品名：ダントツ粒剤）、エトフェンプロックス1.5%粒剤（商品名：トレボン粒剤）を地表に各200g散布し、土中に浸透させるため2リットルの水道水をジョウロで散水した。また、クロチアニジン16%水溶剤50gを水道水1リットルに溶かし、根元に散布した。無処理区は水道水を2リットル散水した。散布1週間経過後に葉を採取し、腰高シャーレに入れて、幼虫（体長約2cm）5頭ずつを放虫し、25℃に設定した室内に静置した。静置してから24時間後、48時間後、72時間後に幼虫の生死を観察した。薬剤処理は2008年7月24日に行った。

④ 土壌散布による土中の蛹及び前蛹殺虫試験

赤玉土を入れた育苗箱（縦32.0cm×横24.5cm×深さ7.0cm、底はメッシュ構造）の地表面から約1cmの深さに供試虫（蛹、前蛹）を放虫した。供試虫はセンター内で採取し、25℃に設定した室内で飼育した幼虫を用いた。供試頭数は、薬剤処理区が蛹7頭、前蛹35頭、無処理区が蛹7頭、前蛹31頭を用いた。処理区は、表面にクロチアニジン0.5%粒剤10gを散布した後、水道水をジョウロにて育苗箱底から水が落ちる程度散水した。無処理区は水道水を散布した。散水後、羽化した成虫の脱出防止のため、同規格の育苗箱を逆さに返し設置した。処理は2008年7月24日に行った。処理後、25℃に設定した室内に静置し、毎日観察して羽化した成虫を回収し、4週後に土壌中の個体の生死を確認した。生死の確認は、指で蛹や前蛹に接触し、反応があったものを生存個体、反応がなかったものを死亡個体と判断した。なお、試験期間中は土壌の乾燥防止のため、土壌表面が乾燥した場合、水道水をジョウロにて育苗箱底から水が落ちる程度散水した。

結果と考察

① 中齢以上の幼虫に対する地上散布試験

アセタミプリド20%水溶剤は屋内では28日後まで殺虫効果が確認されたのに対し、屋外では7日後までしか殺虫効果は確認されなかった。エトフェンプロックス20%乳剤の効果は、屋内では3日後まで、屋外では1日後までしか確認されなかった。一方、クロチアニジン16%水溶剤の残効期間も、屋内では28日後まで確認されたが、屋外では3日後までしか確認されなかった（表-1）。エトフェンプロックス20%乳剤の残効期間は屋内外ともに短期間であったのに対し、アセタミプリド20%水溶剤、クロチアニジン16%水溶剤とも屋内の殺虫効果は長期間に及び、屋外の殺虫効果は屋内と比較すると短くなった。試験期間中、散布1日後、6日後、7日後に降雨があり（図1）、このことにより成分が流失した可能性が示唆された。

② 若齢幼虫に対する地上散布試験

若齢幼虫に対するアセタミプリド2%液剤の殺虫試験の結果を表-2に示す。処理区のうち、第1反復区、第2反復区では散布1日後から散布10日後までの死亡状況は、無処理区と比較して有意な差がみられた（Fisherの正確確率検定、 $P<0.05$ ）。ただし、処理区の第3反復区では散布1日後24時間後、48時間後および散布3日後24時間後では、無処理区と比較して有意な差は見られなかったが（Fisherの正確確率検定、 $P>0.05$ ）、散布3日後48時間後以降は、有意な差が見られた（Fishierの正確確率検定、 $P<0.05$ ）。なお、散布10日後でも、処理区では死亡個体数が多いため、残効期間はさらに長くなると推察される。試験期間中に散布1日後と散布6日後には70mm以上の降雨があったにもかかわらず（図-2）、残効期間は長期に及んだ。供試虫に若齢幼虫を用いたことがその要因と思われる。

③ 土壌散布による薬剤吸い上げ試験

観察の結果、処理区、無処理区ともに供試個体は全て生存し、死亡あるいは麻痺した個体は確認されなかった（表-3）。ただし、鉢の地表面にアブラムシが落下しているのが確認された。このことから、イヌマキが薬剤を吸収している可能性はあるが、キオビエダシヤクの致死濃度に達していないことが示唆された。致死濃度に達していない理由として次のことが考えられる。一つは薬剤の散布量の不足であり、もう一つは樹体内に分散するまでの時間の不足である。散布量が不足している場合、散布量を増やせば致死量に達すると思われるが、相当量を要することになるため、現実的に散布するのは困難であろう。また、樹体内に分散するまでの時間は、1週間以上を要する可能性もある

ため、2週間後や4週間後に試験を実施するなど、しばらく時間が経過してから殺虫効果を確認する必要がある。

④土壌散布による土中の蛹及び前蛹殺虫試験

表-4に結果を示す。薬剤処理区においては、供試虫蛹7頭、前蛹35頭のうち、死亡確認時、蛹で死亡していたのは2頭、前蛹は31頭だった。一方、無処理区においては、蛹7頭、前蛹31頭のうち、死亡確認時、蛹で死亡していたのは5頭、前蛹は0頭であった。蛹の死亡個体数は、薬剤処理区では2頭であったが、無処理区でも5頭死亡しており、薬剤による死亡ではなく、自然死した可能性が高い。一方、前蛹の死亡個体数は、薬剤処理区では35頭中31頭だったのに対し、無処理区では31頭中0頭であり、有意な差がみられた (Fisher の正確確率検定, $P<0.05$)。このように、土中の蛹に対する殺虫効果は低いと思われたが、前蛹に対する殺虫効果は高いことが確認された。キオビエダシヤクは蛹になる時に土中に潜る習性があり、予め地面に薬剤を散布しておくことで、幼虫が蛹化する時に薬剤に接触させて殺虫することは可能と思われた。

おわりに

キオビエダシヤクに対する防除方法として、クロロニコチル系殺虫剤による防除手段について検討を行った。その結果、残効期間は、現在農薬登録されている農薬より長期間に及ぶことが再確認された。なお、降雨があった場合、中齢以上の幼虫に対しては残効期間が短くなるが、若齢幼虫に対しては10日間以上継続することが確認された。

現在、キオビエダシヤクに対する殺虫剤の使用は幼虫の寄生を確認してから農薬を散布する駆除散布であるが、若齢幼虫に対して長期間殺虫効果を発揮する殺虫剤であれば、予防散布としての利用も可能であろう。

このように、クロロニコチル系殺虫剤は地上散布に用いる場合、その殺虫効果が期待されるが、土壌散布による幼虫の殺虫効果は確認できなかった。しかし、土壌中の前蛹では殺虫効果が確認されたことから、防除方法のひとつとして検討する余地があると考え。本報では、蛹の供試虫数が7頭と少なくいため、農薬の効果を把握するためには、さらに試験を重ねる必要がある。また、土中で羽化した成虫に対する農薬の効果については把握されていない。そのため、成虫の生存期間や生殖能力について調査を行い、農薬の影響を調査する必要がある。

引用文献

具志堅允一ほか (1993) キオビエダシヤクの生態と防除. 沖縄県林試研報, 36, 1-31.
 Hiroshi Inoue (2005) Illustrated and annotated catalogue of the genus *Milionia* and allied genera (Geometridae, Ennominae). *Tinea* 18 (Suppl. 2)
 村本正博・小牧利明 (2003) 鹿児島県指宿地方におけるキオビエダシヤクの大発生. 森林防疫 52, 217-219
 佐藤嘉一 (2003) 鹿児島県で発生しているイヌマキの2大害虫. 林業と薬剤, 166, 11-16.
 佐藤嘉一 (2005) 鹿児島県本土へ侵入した害虫キオビエダシヤクの分布拡大と衰退—神風が吹いたのか?—. 森林防疫 54, 51-57.
 臼井陽介 (2008) ネオニコチノイド系殺虫剤のキオビエダシヤクへの殺虫効果. 九州森林研究, 61, 94-95.

表-1 屋内外別の残効期間と48時間後の死亡個体数

処理区分	希釈倍数	直後	3日後	7日後	10日後	14日後	21日後	28日後
屋内	アセタミプリド20%水溶剤	2000	5	5	5	4	5	4
	クロチアニジン16%水溶剤	2000	5	4	5	5	5	5
	エトフェンブロックス20%乳剤	4000	5	4	1	—	—	—
屋外	アセタミプリド20%水溶剤	2000	5	4	4	1	—	—
	クロチアニジン16%水溶剤	2000	5	5	0	—	—	—
	エトフェンブロックス20%乳剤	4000	5	0	0	—	—	—
無処理			0	0	0	0	0	0

*供試虫数は各5頭。

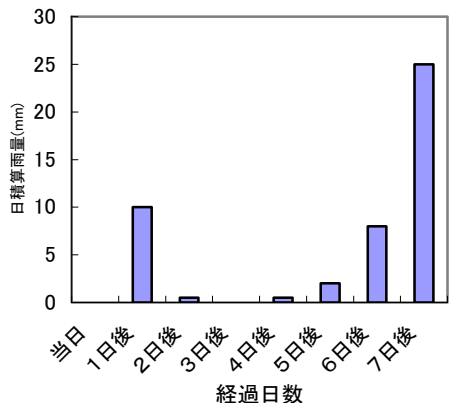


図-1 散布日以降の日積算雨量（2008年）
※当センター内気象観測データを使用

表-2 若齢幼虫の死亡個体数

	散布経過日数 飼育経過時間	1日後		3日後		5日後		7日後		10日後	
		24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h
処理区	第1反復区	7	9	9	10	9	10	6	7	6	8
	第2反復区	10	10	9	10	8	9	7	10	8	8
	第3反復区	4	5	3	9	6	8	9	10	9	10
無処理区		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

*供試虫数は各 10 頭

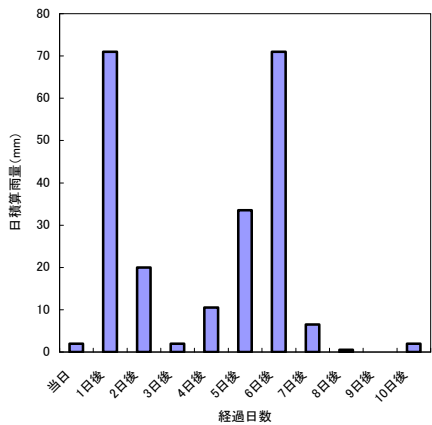


図-2 散布日以降の日積算雨量（2010年）
※当センター内気象観測データを使用

表－3 土壌散布1週間後に放虫した幼虫の死亡状況

処理区分	処理剤	施用量	死亡数		
			24h後	48h後	72h後
処理区	クトリアニジン0.5%粒剤	200g	0	0	0
	エトフェンプロックス1.5%粒剤	200g	0	0	0
	クロチアニジン16%水溶剤	50g	0	0	0
無処理区	水道水		0	0	0

*供試虫数は各5頭

表－4 形態別の死亡個体数

処理区分	供試虫形態	供試虫数	死亡個体数
処理区	蛹	7	2
	前蛹	35	31
	計	42	33
無処理区	蛹	7	5
	前蛹	31	0
	計	38	5

論文

奄美大島におけるデイゴヒメコバチの生態と防除*¹

岩智洋*²・迫田正和*²・穂山浩平*³・冏師朋弘*⁴・住吉博和*⁵

要旨：鹿児島県奄美大島では、2006年12月にデイゴヒメコバチが侵入し、デイゴ及びカイコウズに被害を及ぼしているため、2007年から2010年にかけて被害実態調査及び生態調査を行った。また同時に、クロチアニジンによる薬効薬害試験を行った。その結果、奄美大島全市町村で被害が確認され、島内で越冬している可能性が高いと示唆された。また、クロチアニジンに防除効果があると考えられた。

キーワード：奄美大島、デイゴヒメコバチ、デイゴ、カイコウズ、クロチアニジン

はじめに

デイゴ *Erythrina variegata* は、マメ科デイゴ属に属するインド原産の落葉高木で、街路・公園・学校等に植栽されるほか、防風防潮林・用材林として植栽されている(天野 1989)。

また、同属のカイコウズ *E.crista-galli* は、ブラジル原産の落葉低木で(林 1985)、鹿児島県の県木として1966年に指定されている(鹿児島県広報課 2010)。

2004年に新種として記載されたデイゴヒメコバチ *Quadrastichus erythrinae* (上地 2007) は、デイゴ属の5種類とデイゴ1品種を寄主とするハチで(Yang ら 2004)、葉や葉柄、新梢に虫えい(以下 ゴール)を形成し、ゴールが多数形成されると、新梢や葉柄、葉脈上のゴールが連なり、捻れるように変形し、ゴールを形成した植物組織は発育が止まり(上地 2007)、更に被害が進むと枯死してしまう(Heu ら 2006)。

なお、本報ではデイゴヒメコバチをヒメコバチと略して用いる。

ヒメコバチは、世界各地でほぼ同時期に大発生しており、2003年に台湾、2005年にインド、ハワイ、ベトナム、2006年にフロリダでの発生が確認され、また、香港、タイ、フィリピン、サモア、グアムでも確認されている(上地 2007)。

日本では、2005年5月に初めて沖縄県石垣島で発見され(上地 2007)、奄美大島では、2006年12月に初確認された(金井ら 2008)。

ヒメコバチの生態やその防除方法については、これまでハワイや台湾などから報告されており(上地 2007)、日本においては、沖縄県におけるヒメコバチの生活史や防除方法などが、上地(2007)や喜友名(2006, 2007, 2008)などにより報告されている。

奄美大島では、金井ら(2008)が、奄美大島及び徳之島でのヒメコバチの加害調査結果を報告するとともに、侵入時期や侵入後の移動・分散について報告しているが、生態については不明な点が多い。

そのため筆者らは、奄美大島におけるヒメコバチの被害の実態や生態、防除方法について調査・試験を行い、

*1 Tomohiro, I., Masakazu, S., Kouhei, H., Tomohiro, Z., and Hirokazu, S.

: Ecology and control of *Quadrastichus erythrinae* in Amami Oshima Island, Kagoshima Prefecture Japan.

*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 鹿児島県かごしまPR課

*3 Present adress: Kagoshima Pref. Kagosima PR Division, Kagoshima 890-8577 Japan.

*4 鹿児島県林業振興課

*4 Present adress: Kagoshima Pref. Forestry Promotion Division, Kagoshima 890-8577 Japan.

*5 鹿児島県自然保護課

*5 Present adress: Kagoshima Pref. Nature Conservation Division, Kagoshima 890-8577 Japan.

若干の知見を得られたので報告する。

調査方法及び試験方法

1 被害実態調査

2007年から2008年にかけて、奄美大島の各市町村で、国道58号線及び県道名瀬・瀬戸内線などの主要県道沿いに植栽されているデイゴ及びカイコウズの被害調査を行った(図1)。

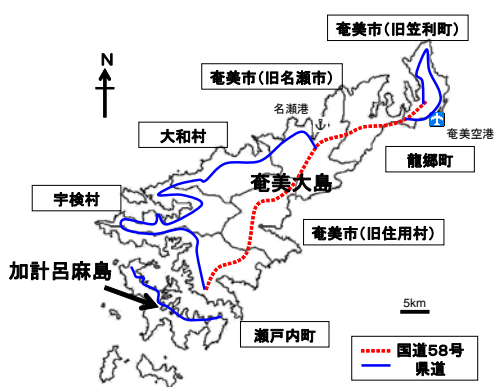


図1 被害発生調査位置図

調査内容は、デイゴ及びカイコウズの若枝や葉脈のゴールの形成の有無を目視で確認した。

調査は、1回目を2007年1月15日から16日(以下2007年冬)、2回目を2007年7月4、6、8、9、10日及び8月8日(以下2007年夏)、3回目を2007年12月6、10、11、19日及び2008年1月31日(以下2008年冬)、4回目を2008年7月2、9、10日(以下2008年夏)の4回実施した。なお、瀬戸内町加計呂麻島については、2008年冬から調査を行った(表1)。

表1 被害実態調査実施日

区分	調査日時
2007年冬	2007年1月15日から16日
2007年夏	2007年7月4、6、8、9、10日、8月8日
2008年冬	2007年12月6、10、11、19日、2008年1月31日
2008年夏	2008年7月2、9、10日

* 加計呂麻島は2008年冬から実施

2 発消長調査

(1) 2008年度調査

2008年3月19日から2009年4月17日まで奄美市(旧名瀬市)の奄美市立伊津部小学校(以下伊津部小)校庭にヒメコバチ捕獲トラップ(以下トラップ)を設置し、発消長を調査した(図2)。

トラップは、ITシートイエロー(サンケイ化学製)を5cm×5cmに切ったものを、10cm×10cmに切った黄色プラスチック板の中心に貼り、金網箱に入れ、更にみかんネットに入れたものを設置した(図3)。トラップは当初の2箇所(トラップ1、2)設置していたが、トラップ2は、設置後2ヶ月経過してもヒメコバチを捕獲することができなかつたため、2008年5月21日に新たにトラップ3を追加した(図2)。なお各トラップは、約1週間間隔で回収し、雌雄別に個体数を測定した。

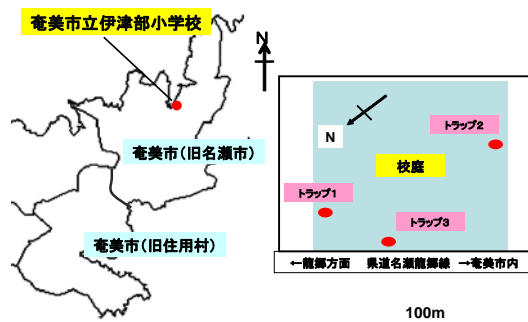


図2 発消長調査位置図(2008年度 奄美市)

(2) 2009年度調査

2009年5月1日から2010年4月30日まで龍郷町大勝の国道58号線の街路樹にトラップを4箇所(トラップ4~7)設置した(図4)。トラップの材料は2008年度と同様であるが、ITシートイエローは4cm×4cm、黄色プラスチック板は8cm×8cmの大きさを用いた。なお、各トラップは、約1週間間隔で回収し、雌雄別に個体数を測定した。



図3 ヒメコバチ捕獲トラップ

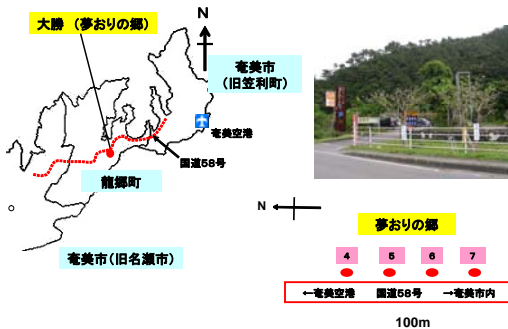


図4 発消長調査位置図(2009年度 龍郷町)

低温時成虫発生試験

奄美大島におけるヒメコバチの越冬の可能性を探るため、低温時のヒメコバチの発生試験を行った。

2008年6月26日に伊津部小で採取した、ゴールが形成され、かつ脱出孔のない計12枚の若葉を1枚ずつ500cc ビーカーに入れた。

次に、ビーカー上部をストッキングで覆い、冷蔵区8セット、対照区4セット用意し、冷蔵区は8℃±1℃に設定した人工気象器(BIOTRON LH300 日本医化器械製作所)に6月27日から1週間入れ(図5)、対照区は室内常温下(最低温度26℃、最高温度31℃、最低湿度50%、最高湿度74%)に6月27日から若葉が黒く変色するまで放置した。

なお、低温設定の温度である8℃±1℃は、奄美市名瀬の2003年から2007年の過去5年間の日最低気温の平均7.54℃を基準に設定したものである(気象庁 2003~2007)。

7月4日、冷蔵区を人工気象器から取り出し、室内常温下(最低温度26℃、最高温度31℃、最低湿度50%、最高湿度74%)で若葉が黒く変色するまで放置した。

なお、冷蔵区・対象区ともに成虫の発生数を毎日測定した。



図5 低温時成虫発生試験実施状況

4 クロチアニジン水溶剤を使用した成木での防除試験

2009年5月8日、龍郷町夢おりの郷に植栽されたデイゴ成木を用いて、クロチアニジン16%水溶液による防除試験を実施した。クロチアニジン水溶剤を選定した理由は、2008年6月から2009年2月まで伊津部小で実施したアセタミプリド粒剤及びクロチアニジン粒剤を使用した苗木による防除試験の結果、クロチアニジン粒剤に一定の防除効果が確認されたためである(岩 未発表)。

今回の試験では、胸高直径に応じて、表2に示すような散布量を設定した。いずれも25倍に希釈した後、供試木

16本のうち12本(1倍区、0.5倍区、1.5倍区、各4本)の地際に散布した(表3)。

また、散布前の2009年5月1日から2010年1月29日までの間、各供試木にトラップ(ITシートイエロー4cm×4cm、黄色プラスチック板8cm×8cm)を仕掛け、約1週間おきに回収し、捕獲数を測定するとともに、目視による葉害の有無を観察した。

表2 クロチアニジン水溶剤散布量

胸高直径 (cm)	散布量(g)		
	1倍区 (標準区)	0.5倍区	1.5倍区
6~10	15.0	7.5	22.5
11~20	30.0	15.0	45.0
21~30	45.0	22.5	67.5

*いずれも、25倍希釈で散布

表3 各処理区におけるクロチアニジン水溶剤散布量

処理区分	供試木No	胸高直径(cm)	樹高(m)	散布量(g)
1倍区 (標準区)	1	25.2	4.8	45
	5	28.2	5.5	45
	9	26.9	4.2	45
	13	19.3	4.4	30
0.5倍区	2	20.6	4.7	22.5
	4	26.5	4.8	22.5
	10	21.8	4.7	22.5
	14	20.4	4.5	22.5
1.5倍区	3	21.5	4.8	67.5
	7	22.2	6.7	67.5
	11	26.3	4.3	67.5
	15	23.8	4.4	67.5
対照区	4	21.4	4.5	-
	8	21.0	4.1	-
	12	6.8	2.4	-
	16	17.0	4.4	-

*いずれも、25倍希釈で散布

結果と考察

1 被害実態調査

調査結果を表4に示す。2007年冬は、奄美市(旧名瀬市)、宇検村及び瀬戸内町で被害を確認し、調査本数647本(デイゴ636本、カイコウズ11本)中36本(デイゴ35本、カイコウズ1本)に被害があり、被害率は全体で5.6%となった。また、デイゴとカイコウズの被害率に有意な差は見られなかった(Fisherの直接確率、 $P>0.05$)。

2007年夏は、新たに奄美市の旧住用村及び旧笠利

町並びに大和村で被害を確認し、調査本数 931 本（デイゴ 820 本、カイコウズ 111 本）中 64 本（デイゴ 64 本、カイコウズ 0 本）に被害があり、被害率は全体で 6.9% となった。また、デイゴとカイコウズの被害率に有意な差が確認された（Fisher の直接確率、 $P < 0.05$ ）。

2008 年冬は、新たに龍郷町で確認されたため、奄美大島全市町村で被害が確認された。また調査本数 1,350 本（デイゴ 1,186 本、カイコウズ 164 本）中 747 本（デイゴ 708 本、カイコウズ 39 本）に被害があり、被害率は全体で 55.3% と急激に高くなった。

また、デイゴとカイコウズの被害率に有意な差が確認された（Fisher の直接確率、 $P < 0.05$ ）。

2008 年夏は、奄美大島全市町村で被害を確認し、調査本数 1,588 本（デイゴ 1,375 本、カイコウズ 213 本）中 957 本（デイゴ 892 本、カイコウズ 65 本）に被害があり、被害率は全体で 60.3% となった。また、デイゴとカイコウズの被害率に有意な差が確認された（Fisher の直接確率、 $P < 0.05$ ）。

金井ら（2008）は、ヒメコバチの分布拡大の要因として、デイゴの移植に伴うよりも成虫の飛翔や分散によるものが大きく、ヒメコバチが奄美大島の様々な地域に侵入した、あるいは、限られた地域に侵入した個体群の一部が、その場所で高密度になるのを待たず、活発に移動・分散した可能性があると考えしている。

今回の調査で被害拡大の原因やデイゴとカイコウズとの被害差の原因は分からなかったが、ヒメコバチによる被害が瀬戸内町や宇検村など奄美大島南部から、北部の奄美市（旧笠利町）や龍郷町まで拡大していることが確認されたので、ヒメコバチが奄美大島で着実に分布域を広げていることが示唆される。

表4 奄美大島市町村別被害状況

区分	内容	奄美市						合計	
		旧名瀬市	旧住用村	旧笠利町	龍郷町	大和村	宇検村		瀬戸内町
2007年 冬	調査本数	78	91	119	57	12	176	114	647
	被害本数	4	0	0	0	0	19	13	36
	被害率	5.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	10.8%	11.4%	5.6%
2007年 夏	調査本数	184	115	172	70	48	193	149	931
	被害本数	32	2	1	0	3	14	12	64
	被害率	17.4%	1.7%	0.6%	0.0%	6.3%	7.3%	8.1%	6.9%
2008年 冬	調査本数	223	118	202	87	56	206	458	1,350
	被害本数	193	112	8	30	42	185	177	747
	被害率	86.5%	94.9%	4.0%	34.5%	75.0%	89.8%	38.6%	55.3%
2008年 夏	調査本数	251	149	252	97	61	203	575	1,588
	被害本数	211	138	28	47	56	189	288	957
	被害率	84.1%	92.6%	11.1%	48.5%	91.8%	93.1%	50.1%	60.3%

2 発消長調査

発消長の結果を図 6 に示す。

2008 年度の発生初日は、トラップ設置 1 ヶ月後の 2008 年 4 月 16 日で、その後増加し、7 月に 1908 頭とピークとなった。その後、8 月 933 頭、9 月 850 頭、10 月 1,017 頭と推移し、11 月に 91 頭と激減したが、12 月に 640 頭と再び増加に転じた。1 月は 16 頭、2 月は 23 頭、3 月は 1 頭と推移し、累積発生数は 5,739 頭となった。なお、各トラップ間の捕獲数に有意な差は見られなかった

（Steel-Dwass の多重検定、 $P > 0.05$ ）。

雌雄比は、♂ : ♀ = 5,242 : 497 (≒ 11 : 1) となり、Heura (2006) の ♂ : ♀ = 7 : 1 の報告と同様、有意にオスに偏っていた ($\chi^2 = 77.37$, $P < 0.01$)。

2009 年度の発生初日は、トラップ設置の 1 週間後 2009 年 5 月 8 日で、5 月 231 頭、6 月 275 頭と推移し、7 月に 594 頭に増加した。その後、8 月 359 頭、9 月 422 頭、10 月 490 頭、11 月に 701 頭と推移し、12 月に 1,340 頭とピークを迎えた。1 月は 16 頭、2 月は 16 頭、3 月は 0 頭、4 月は 131 頭と推移し、累積発生数は 4,602 頭となった。なお、各トラップ間の捕獲数に有意な差は見られなかった (Steel-Dwass の多重検定、 $P > 0.05$)。

雌雄比は、♂ : ♀ = 3,887 : 728 (≒ 5 : 1) となり、Heura (2006) の ♂ : ♀ = 7 : 1 の報告と同様、有意にオスに偏っていた ($\chi^2 = 45.25$, $P < 0.01$)。

今回の調査で、両年度とも夏場（7 月）及び冬場（12 月）に発生数のピークが確認され、1 月以降は捕獲数が激減するものの、奄美大島の異なる市町で年間を通じて成虫が捕獲されたことから、奄美大島ではヒメコバチの発生は今後も続くものと示唆される。

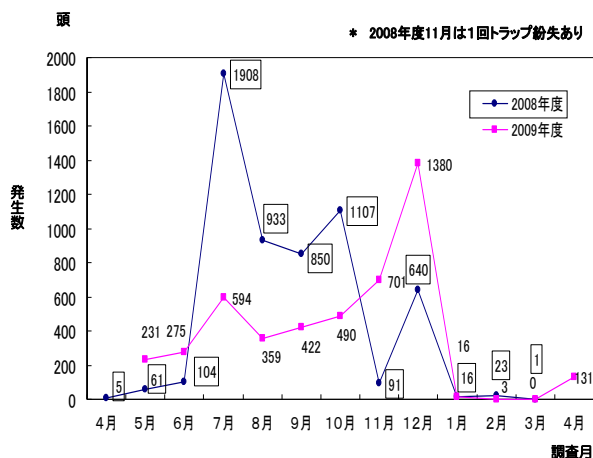


図6 発生消長調査結果

3 低温時成虫発生試験

低温時成虫発生試験の結果について表5に示す。

表5 低温時成虫発生試験結果

日時	区分											
	冷蔵区								対照区			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III	IV
6月27日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6月28日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0
6月29日	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0
6月30日	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	0
7月1日	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	5	1
7月2日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7月3日	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10	1	25
7月4日	0	0	0	0	0	0	0	0	8	10	4	4
冷蔵庫より取り出し												
7月7日	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7月11日	3	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0
合計	5	0	0	3	0	0	1	0	18	30	18	30

冷蔵区では、6月27日の入庫から7月4日の出庫まで発生はなかったが、出庫後の7月7日に2頭、11日に7頭の成虫が発生した。また、12日以降、若葉が黒く変色するまでの期間、成虫の発生は見られず、出庫後発生が確認できたのは8検体中3検体だった。

一方、室内で常温下に放置した対照区は、7月4日までに96頭発生したが、7月5日以降、若葉が黒く変色するまでの期間、成虫の発生は見られなかった。

今回の結果や喜友名(2009)の報告から、ヒメコバチは8°C ± 1°Cの低温状態が1週間続いた場合でも、ゴール内ではヒメコバチは死亡せず生存できることが確認され、ヒメコバチは低温に対する耐性があることが示唆された。

2004年にヒメコバチが新種として記載されて以降、奄美大島で日最低気温8°C ± 1°Cが5日以上続いたことがない(気象庁 2003~2009)点や発生消長調査の結果を考慮すると、奄美大島における越冬の可能性は高く、今後もヒメコバチは奄美大島に生息し続ける可能性が高いと考えられ、更に鹿児島県本土への侵入も警戒しつつ、奄美大島での防除対策を早急に行う必要がある。

4 クロチアニジン水溶剤を使用した成木での防除試験
防除試験の結果について図7に示す。

散布後1週目から最終週の38週目(2010年1月29日)の間において、各処理区の捕獲数に有意な差がみられた。(Steel-Dwassの多重検定, P<0.05)。

特に7月のピーク抑制は顕著で、散布後9週目(7月3日)から無処理区の捕獲数が増加傾向を示すのに対し、0.5倍区は散布後18週目(9月7日)まで、1倍区は散

布後23週目(10月9日)まで、1.5倍区は散布後22週目(10月1日)まで捕獲数が抑制される傾向が確認されるなど処理区では薬剤濃度にかかわらず発生ピークはみられなかったため薬剤があったと考えられる。

これらの結果から、いずれの処理区においてクロチアニジン水溶剤の薬効はあると考えられ、今後はより効果的な散布のため、散布量(濃度)や散布回数を検討する必要がある。

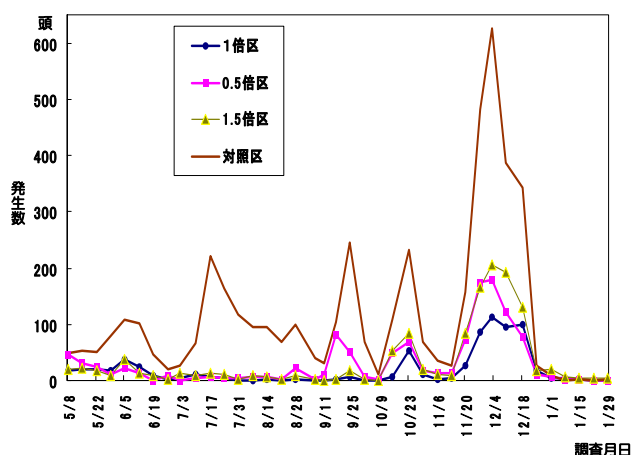


図7 各処理区におけるヒメコバチ成虫捕獲数

おわりに

今回の調査や試験の結果、奄美大島全市町村でヒメコバチの被害が発生していることが分かった。継続して発生していることから奄美大島では定着していると思われる。また、クロチアニジン水溶剤による地際散布では防除効果が確認され、新たな防除法として期待される。

現在、ヒメコバチ被害の対策として、薬剤防除のほか、ハワイではアフリカのタンザニア等で採取されたカタビロコバチ科の一種 *Eurytoma erythrinae* 及びヒメコバチ科の一種 *Aprostocetus nitens* による天敵防除が検討されている (Gates・Delvare 2008, Yalemara 2009)。

このうち、カタビロコバチ科の一種は、予備調査の段階で、デイゴ以外にゴールをつくる7種類の樹木 (*F. microcarpa* ほか) には誘引されず、また、上記樹木にゴールを形成する寄生虫には寄生しないことが判明し、2008年11月から、ハワイ州農務省 (State of Hawaii Department of Agriculture) によって、オアフ島及び周辺の島々において、カタビロコバチ科の一種を放蜂し、モニタリング調査を開始している (Yalemara 2009)。

現段階では、天敵が増加しつつあり、その影響がヒメ

コバチの生育に影響を及ぼし、いくつかの木では放飼した場所ではデイゴの状態がやや改善したとのことであるが、まだ最終結果はでていない。

一方、ヒメコバチ科の一種 (*Aprostocetus nitens*) は、ヒメコバチを好むことが確認されているが、ゴール内のヒメコバチへ寄生するかまだ分かっていない (Yalemar 2009)。

このように天敵の一部に被害抑制を期待できるものがあるが、世界自然遺産登録を目指している奄美大島 (環境省那覇自然公園事務所 2009) では、外来種の天敵導入は慎重に行うべきであり、現段階では薬剤による防除方法に頼らざるを得ないと考ええる。

謝辞

今回の試験に際し、株式会社夢おりの郷の西祐和氏、奄美市立伊津部小学校に多大なご協力を頂いた。

また、沖縄県森林資源研究センター喜友名朝次氏には試験に際し貴重な意見を頂いた。ここに記して深謝の意を表す。

引用文献

- 天野鉄夫 (1989) : 図鑑琉球列島有用樹木誌. 沖縄出版, 沖縄 : 110
- Gates, M., Delvare, G. (2008) : A new species of *Eurytoma* (Hymenoptera:Eurytomidae) attackig *Quadrastichus* spp. (Hymenoptera:Eulophidae) galling *Erythrinae* spp. (Fabaceae), with a summary of African *Eurytoma* biology and species checklist. Zootaxa 1751:1-24 (PDF)
- 林弥栄 (1985) : 山溪カラー名鑑 日本の樹木. 山と溪谷社, 東京 : 368
- Heu, R. A., Tsuda, D. M., Nagamine, W. T., Yalemar, J. A., Suh, T. H. (2006) : Erythrina Gall Wasp *Quadrastichus erythrinae* (Hymenoptera:Eulophidae) New Pest Advisory No05-03
- 鹿児島県広報課 : (2010)
- <http://www.pref.kagoshima.jp/pr/gaiyou/profile/symbol2.html>
- 金井賢一・松比良邦彦・上地奈美・湯川淳一 (2008) : 奄美群島へのデイゴヒメコバチ (ハチ目:ヒメコバチ科) の侵入 日本応用動物昆虫学会誌第 52 巻 第 3 号 : 151-154
- 環境省那覇自然環境事務所 (2009) 奄美地域の自然資源

の保全・活用に関する基本的な考え方 : 1-18

気象庁 (2003~2009) : 気象統計情報

喜友名朝次 (2006) : 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— 沖縄県森林資源研究センター研究報告 No49: 14-17

喜友名朝次 (2007) : デイゴヒメコバチに対する殺虫効果試験 沖縄県森林資源研究センター研究報告 No50: 6-9

喜友名朝次 (2008) : 沖縄におけるデイゴヒメコバチの発生と防除に関する報告 森林防疫 Vol57 No6 : 36-40

喜友名朝次 (2009) : デイゴを加害するデイゴヒメコバチ発生消長 (II) 沖縄県森林資源研究センター業務報告第 20 号 : 33-34

大林隆司 (2003) : 小笠原諸島に侵入したガジュマルクダアザミウマ 関東東山病虫害研究会報 第 50 集 : 175-178

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* 植物防疫第 61 巻第 9 号 : 24-27

Yalemar, J., Nagamine, W., Ramadan, M., andBautista, R.

(2009) : Managing the Ertthrina Gall Wasp Problem in Hawaii by Classical Biological Control. (PDF)

Yang, M. M., Tung, G. S., Salle, J. L., and Wu, M. L. (2004) : Outbreak of erythrina gall wasp on Erythrina spp. (Fabaceae) in Taiwan. Ptant Prot. Bull. 46:391-396

資料

スギ林における強度間伐後の下層植生への影響

下園寿秋
森林環境部

はじめに

スギ・ヒノキ人工林における間伐は不可欠であり、それが行われないと森林の多様な機能は大きく損なわれることになる(藤森 2005)。

このため、鹿児島県(以下、本県)では、2005年度から2007年度まで緊急間伐推進3カ年計画、2008年度から2012年度まで間伐推進5カ年計画を策定し、間伐を森林整備の重点課題として位置づけ、積極的に推進している(鹿児島県ホームページ)。

この間伐推進5カ年計画で述べられている間伐推進に関する基本方針の一つとして、間伐遅れの森林の重点的整備が挙げられている。

間伐遅れとは、間伐予定時期を過ぎても間伐が行われていないことであるが(正木 2008)、間伐遅れの森林に間伐を実施することにより、成長がどのように変化するのか等、研究はほとんどされていないのが実情である(正木 2008)。

また、間伐が未実施のまま放置されると形状比の高い林分となり、下層植生が貧弱になるといわれている(鋸谷ら 2002)。このような林分は風害に弱くなり、森林の多様な機能の低下が懸念されるため、本来は弱度な間伐を繰り返すのが良いとされているが、現実問題としてそれを実行するのは困難であるため(関東・中部林業試験研究機関連絡協議会 2008)、適正な密度にし、下層植生を繁茂させる目的で、本数間伐率30%以上の間伐(以下、強度間伐)や方法としての巻枯らし間伐が提唱され(鋸谷ら 2002)、県内(下園私信)や九州地域(佐藤ら 2006, 清水 2006)でも実施事例が見られる。

このようなことから、間伐遅れの林分を健全な林分へ誘導し、下層植生を繁茂させるための間伐方法を検討するため、形状比の高い林分において、鋸谷式間伐(鋸谷ら 2002)による強度な間伐率の、巻枯らしと通常の伐り倒しによる間伐試験を行い、間伐前後の残存木の成長や下層植生の被覆状況等を調査したので、これまでの結果を報告する。

なお、間伐とは本来、生産目標に応じた密度調整のための伐採を指すものであり((社)日本林業技術協会 1993)、下層の広葉樹等の成長も考慮した抜き伐りは択

伐であるが(大住 2006)、本稿では便宜上、間伐と表現した。

試験地と調査方法

試験地は始良市蒲生町久末にある、当センターの久末試験林のスギ人工林内(1林班21, 22小班, 面積0.36ha。2004年度林齢30年生。北緯31度44分53.3秒, 東経130度30分40.7秒)に設置した(図1)。試験地の標高は210m, 表層地質は流紋岩質~デイサイト質火山碎屑岩類(鹿児島県 1990)、土壌は褐色森林土(土壌型BE)である。当地は沢の最上流部にあり、谷地形である。最奥はすり鉢状の地形となっている。

本林分の施業履歴は昭和61年度に枝打ち、62年度に除伐、平成3年度に初回間伐(間伐率不明)を行っている。

2004年7月に、林分の上流部に巻枯らし間伐区(以下、巻枯らし区)、下流部に通常の伐り倒し間伐区(以下、伐り倒し区)を設置した(図1, 2)。各区の形状は、谷の横断方向に斜距離40m, 平行な方向に水平距離10mの長方形とした。各区の斜面方位、平均傾斜、面積等の詳細は表2のとおりである。

間伐前(2004年7月)に、両区内にあるすべての上層スギ、下層に定着した木本性つる類を除く樹木(以下、下層木)について毎木調査を行った。樹高1.3m以上の幹にナンバーテープを付け、樹種、樹高、胸高直径(以下、直径)を計測した。樹高は、上層スギについては測高器(Haglöf社製Vertex III)、下層木については測竿を使用した。直径は直径メジャーを使用した。草本層(高さ1.3m未満)を調査するため、2m×2mの調査方形区を両区に3箇所ずつ設置し(図2)、各方形区内に出現する高さ1.3m未満のつる類を含む木本類、草本類、シダ類について種類別の本(株)数、高さ、被覆率(%)を調べた。

今回の間伐試験は、鋸谷ら(2002)の密度管理法に基づき選木し、間伐した。毎木調査の結果から、保残本数を100m²当たり8本から10本と決め、釣り竿を用い、一つの立木を中心にして、水平距離4mを円状に測り(円の面積50m²)、その範囲内に保残木が4本から5本成立

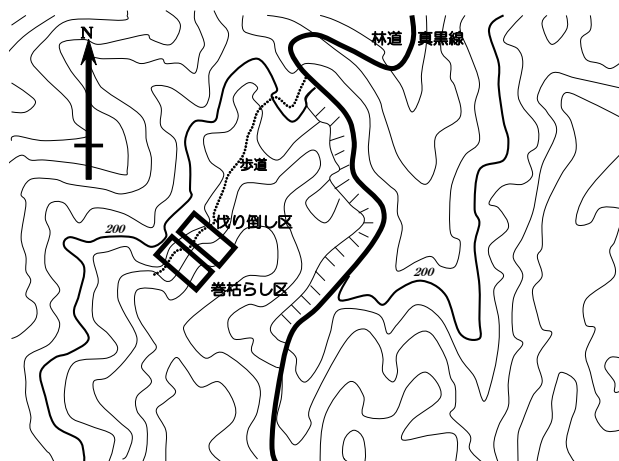


図1 試験地の位置

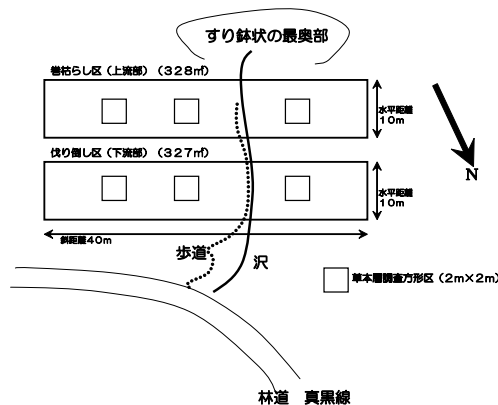


図2 試験区設定略図

するように、幹の形状や個体間距離から間伐対象木を決定した。この作業を各区数回ずつ繰り返し、区内の立木密度を調整した。

巻枯らし間伐は2004年7月、伐り倒し間伐は2005年1月に行った。伐り倒し間伐で発生した材はそのまま放置した。巻枯らし間伐では、当日、間伐対象木の樹皮が剥ぎにくかったため、巻枯らす方法は表1のとおりとして、幹に切れ込みを入れた。チェンソーによる3輪は、間隔を20cm以上開けた。

巻枯らし後は、葉が枯れるまで随時、試験区を観察した。また、巻枯らし直後の2004年8月、9月に台風が通過したため、台風被害状況を調査した。

間伐後の2009年4月にスギ保残木、下層木について樹高、直径を計測した。下層木で新たに樹高1.3m以上に成長した幹についても、ナンバーテープを付け、樹高、直径を計測した。

草本層については、2010年9月に各方形区内に出現する高さ1.3m未満の木本類、草本類、シダ類の種類別本(株)数、高さ、被覆率(%)を調べた。

結果と考察

1 間伐前のスギの状況

間伐前のスギ計測結果を表2に示す。当林分の地位判

表1 巻枯らしの方法

スギの胸高直径区分	巻枯らし方法
20cm以上	チェンソーによる3輪
15cm以上、20cm未満	チェンソーによる1輪+なた
15cm未満	鋸による1輪+なた

定はSILKS(長濱ら 2006)によった。

試験区の立木密度は、巻枯らし区が1,646本/ha、切り倒し区が1,467本/haであった。両区とも、本県での間伐の目安である収量比数0.70(鹿児島県林務水産部2006)を大きく上回っており、間伐が早急に必要な林分であった。また、風害に遭いにくいとされる形状比70(米丸 1998)も大幅に越えており、中には100を超える個体もあった。

SILKSによる地位判定は巻枯らし区で地位I、伐り倒し区でIIであったが、伐り倒し区の地位は、きわめてIに近いものであるため、林分全体で見ると地位Iに相当すると考えられる。

2 間伐後のスギの成長

スギについて、間伐直後(巻枯らし区は2004年7月時点、伐り倒し区は2005年1月時点)と2009年の調査結果を表3に示す。

保残した本数は、巻枯らし区で28本(853本/ha)、伐り倒し区で32本(978本/ha)であり、本数間伐率は巻枯らし区が48%、伐り倒し区で33%であった。巻枯らしした個体は、その当年では葉が茶色にならず、翌年の7月まで緑色を残し、それ以降徐々に茶色に変色した。

2009年調査では、両区とも順調に成長しており、このため収量比数も増加した。また、伐り倒し区では形状比も増加しており、間伐による改善はみられなかった。この理由は明らかではないが、間伐方法よりも、伐り倒し区が巻枯らし区より下流に位置しているという立地差が影響したものと考えられる。

2004年8月、9月の台風通過後、巻枯らし個体は、輪の部位から折れ、残存木へ直撃していたが、残存木への被害はなかった。また、残存木の台風被害も見られなかった。

表2 間伐前(2004年)の試験区別スギの詳細

試験区	方位	平均傾斜	面積 m ²	間伐前 区内本数	間伐前 胸高直径cm	間伐前 樹高 m	間伐前 形状比	間伐前 収量比数	地位
巻枯らし区	N25° E	36.0°	328	54	21.2±4.80	18.1±3.35	87±12.1	0.93	I
伐り倒し区	N25° E	36.5°	327	48	19.6±5.26	16.1±3.11	84±14.9	0.89	II

3 間伐前後での下層木の変化

下層木について、間伐前(2004年)と2009年の出現種別幹本数(以下、本数)、平均樹高、平均直径を表4に示す。出現した種を高木性極相種(以下、極相種)、先駆性樹種(以下、先駆種)、その他樹種(以下、その他種)の3つに区分し、それぞれ高木、低木別に示した。この区分は吉田(2006)の再造林放棄地調査野帳に添付されている樹種ごとの区分表を参考にした。なお、下層木として出現した実生由来のスギは極相種に含めた。

2004年の巻枯らし区では極相種5種、先駆種1種、その他樹種13種出現した。本数はその他種が多く、先駆種が最も少なかった。極相種ではシイ spp.(以下、シイ)の本数が多かった。これは、萌芽幹が多かったためである。平均樹高、直径は極相種が最も高かった。

間伐後の2009年での種構成は、2004年とほとんど変わらなかった。全体本数は減少したが、全体の平均樹高、平均直径は微増しており、徐々に成長していた。極相種はイスノキとシイで本数が微増していた。シイは4年間に3本枯死し、5本増加した。増加した幹のうち、2本は新しい個体であった。イスノキは枯死した幹はなく、実生から成長した個体が1本増加していた。区内で唯一の先駆種であったハゼノキは枯死し、新たな先駆種の増加もなかった。その他種では本数が増加した種類もあれば、減少したのものもあった。

伐り倒し区では、2004年は極相種6種、先駆種3種、その他種15種出現し、その他種の本数が多かった。2009年になると、全体の本数、平均樹高、平均直径ともに増加した。極相種ではイスノキ、シイ、マテバシイの本数が微増した。先駆種は減少傾向であり、その他種は巻枯らし区と同じような傾向であった。

両区ともに、極相種は間伐前から林内に定着し、徐々に個体数を増加させ、成長していた。当林分の斜面上部には天然生広葉樹林の保残帯があるため、そこからの種子散布によるものと考えられる。しかしながら、鳥散布種子であるタブノキはみられなかった。先駆種は両区とも減少傾向であった。強度間伐を行っても、先駆種は成長できず、新たな定着もできないと考えられる。

これまでの結果、強度間伐により下層木の種構成や成

長が急激に変化するということではなく、間伐前に成立した種類がそのまま維持され、徐々に成長していた。

4 間伐前後での草本層の変化

草本層について、間伐前(2004年)と2010年での出現種別本数、平均の高さ(以下、高さ)、被覆率を表5に示す。樹木についての区分は表4と同様であり、ほかに草本類、シダ類に区分した。

間伐前の巻枯らし区では、極相種1種、先駆種1種、その他種9種、草本類14種、シダ類4種出現した。その他種の低木、草本類で出現本数が多かった。被覆率はその他種の低木が最も高かった。ハドノキやサツマイナモリ、ハナミョウガ等湿気の高い森林内に生える植物もあったが、乾性土壌に生えるシダであるウラボシ(岩槻1992)が出現しており、巻枯らし区は、比較的乾燥した立地であると推察される。間伐後の2010年では、全体の本数や高さ、被覆率は微増であった。新たに先駆種のアカメガシワやその他種のエゴノキ、キダチニンドウ等の陽生の種類が出現したが、本数は少なかった。

間伐前の伐り倒し区では、極相種1種、先駆種1種、その他種10種、草本類9種、シダ類3種出現した。出現したシダ類は、すべて湿地を好む種類(岩槻1992)であった。また本数、被覆率ともにシダ類が最も高かった。2010年になると、シダ類以外の種類で本数が減少し、極相種や先駆種はすべて枯死していた。シダ類ではヘラシダが最も繁茂しており、全体の本数や被覆率に影響していた。高さは逆に減少していた。これは、本数が減少した種類が多く、サイズの大きい個体も減ったため、高さが減少したものと考えられる。

これらの結果から、草本層でも、特に木本類の種構成や実生の本数が、強度間伐により顕著に変化することはなかった。

おわりに

今回、強度間伐を行い、間伐前と間伐後とのスギの成長や下層植生を比較した結果、スギは順調に成長していたが、下層植生を林内に繁茂させることはできなかった。

表3 間伐直後と2009年での試験区別スギの成長比較

試験区	間伐直後 区内本数	2009年 区内本数	間伐直後 胸高直径cm	2009年 胸高直径cm	直径成長量	間伐直後 樹高 m	2009年 樹高 m	樹高成長量	間伐直後 収量比数	2009年 収量比数	間伐直後 形状比	2009年 形状比
巻枯らし区	28	28	23.8±4.28	26.6±4.68	2.8±1.92	19.3±2.66	21.0±3.31	1.7±1.29	0.81	0.85	82±11.0	81±15.7
伐り倒し区	32	32	21.8±4.95	24.2±5.86	2.4±1.12	17.1±2.96	19.5±3.26	2.4±1.63	0.76	0.82	80±10.5	83±14.2

スギ林の下層植生は、林齢や相対照度との間に高い相関があるため(片桐ら 1985)、高い率の間伐により相対照度を高め、下層植生を繁茂させる目的の試験事例があるが、下層植生が有意に増加したという報告(田村ら 2002, 山田ら 2001)のほか、植生の変化は見られなかったという報告(小田ら 2001)もあり、結果が様々である。また、ヒノキ林においてもスギ林と同様であるが(清野ら 1990, 西山ら 2003, 時光 2002)、最近では強度間伐による下層植生の発達は期待できない(関東・中部林業試験研究機関連絡協議会 2008)とも考えられている。さらに、造林前の土地利用が森林以外であることや、周辺に広葉樹林が皆無なこと、林床に前生樹として定着していない等の要因があると、広葉樹の定着はさらに困難(山川 2009)と考えられている。

これらのことから、強度間伐のみにより人工林下層に広葉樹等を定着、成長させるということは、信頼性のある普遍的なものではない(大住 2006)と考えられる。

前述したとおり、間伐は人工林において必須の作業である。今後も、従来どおりの間伐本来の目的、当該林分の将来の生産目標や成長、立地条件、これまでの気象害等を考慮しながら、間伐率を決定し、間伐を実施していくことが望ましいと考えられる。

今回行った巻枯らしは、誰でもできる簡易な作業(鋸谷ら 2002)とされているが、衰弱した立木を林内に残すため、様々な穿孔虫の発生源となることが懸念されている(吉本ら 2010)。今回は、その虫害調査を行っていないため、今後保残木を伐倒し、調査を行う必要がある。

謝 辞

本試験の実施に際し、九州地区林業試験研究機関関連連絡協議会育林・経営部会の皆様からは有益な情報を提供していただいた。また、鹿児島県庁森林保全課(現森林整備課)および2004年度林業研究生の有馬孔駿、故木村亮一、濱田太志の各氏には、試験地設定の際に大変お世話になった。深く感謝申し上げます。

引用文献

- 岩槻邦夫(編)(1992)日本の野生植物 シダ, 1-311, 平凡社, 東京.
- 鹿児島県(1990)鹿児島県地質図.
鹿児島県ホームページ
<http://www.pref.kagoshima.jp/sangyo-rodo/rinsui/shinrin/zorin/3kanenn.html>
- 鹿児島県林務水産部(2006)鹿児島県育林技術指針, 1-16.
- 関東・中部林業試験研究機関連絡協議会(2008)過密人工林の間伐—研究成果と行政の取り組みに関する事例集—, 1-48.
- 藤森隆郎(2005)森林科学 44 : 4-8.
- 片桐成夫ら(1985)島根大学農学部研究報告 19 : 34-38.
- 清野嘉之ら(1990)森林総合研究所研究報告 359 : 1-122.
- 正木隆(2008)森林技術 792 : 9.
- 長濱孝行ら(2006)森林計画学会誌 40 : 221-230.
- 西山嘉寛ら(2003)森林応用研究 12 : 151-157.
- 小田隆則ら(2001)千葉県林業試験場業務報告 35 : 31.
- 鋸谷茂ら(2002)鋸谷式 新間伐マニュアル, 1-67, 社団法人林業改良普及協会, 東京.
- 大住克博(2006)森林技術 768 : 2-6.
- 佐藤豊次ら(2006)九州森林研究 59 : 174-176.
- 清水正俊(2006)九州森林研究 59 : 172-173.
- 社団法人 日本林業技術協会(1993)新版 林業百科事典, 125-128, 丸善, 東京.
- 田村淳ら(2001)平成 13 年度神奈川県自然環境保全センター研究部業務報告 : 24-25.
- 時光博史(2002)広島県立林業技術センター業務報告 平成 13 年度版 : 18.
- 山田康裕ら(2001)日林九支研論文集 54 : 79-80.
- 山川博美(2009)針葉樹人工林伐採後の自然林再生メカニズムに関する研究, 1-54, 鹿児島大学大学院連合農学研究科学位論文 縮刷版.
- 米丸伸一(1998)鹿児島県林業試験場研究報告 4 : 1-23.
- 吉田茂二郎(2006)山林 2006. 1 : 6-15.
- 吉本喜久雄ら(2010)九州森林研究 63 : 92-94.

表4 間伐前と間伐後における下層木の試験区別幹本数, 平均樹高, 平均胸高直径の比較

種名	巻枯らし区						伐り倒し区					
	間伐前 (2004年)			間伐後 (2009年)			間伐前 (2004年)			間伐後 (2009年)		
	幹本数 (本)	樹高(m)	胸高直径 (cm)	幹本数 (本)	樹高(m)	胸高直径 (cm)	幹本数 (本)	樹高(m)	胸高直径 (cm)	幹本数 (本)	樹高(m)	胸高直径 (cm)
高木性樹種												
アラカシ	1	2.0	1.1	1	2.4	1.7	4	2.1	0.8	4	2.2	1.4
イスノキ	10	2.8	1.5	11	2.9	1.9	3	2.7	1.3	5	2.3	1.4
イチイガシ							2	3.5	2.4	2	5.0	5.0
ウラジロガシ							1	3.5	2.1	1	3.8	3.3
シイ spp.	15	4.2	2.8	17	4.3	3.4	11	3.4	2.0	12	4.0	3.2
スギ	1	4.0	5.2	0								
マテバシイ	1	2.4	1.0	1	2.7	1.9	1	2.2	1.1	2	1.4	0.5
計・平均	28	3.6	2.3	30	3.7	2.8	22	3.0	1.7	26	3.2	2.6
先駆性樹種												
高木												
ハゼノキ	1	1.6	0.7	0			1	4.4	1.3	0		
計・平均	1	1.6	0.7	0			1	4.4	1.3	0		
低木												
ウツギ							1	1.4	0.2	0		
ジャケツイバラ							2	2.0	0.8	1	2.0	0.8
計・平均	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	3	1.8	0.6	1	2.0	0.8
その他樹種												
高木												
イヌガシ	1	2.0	1.6	1	2.9	3.2						
カンザブrouノキ							1	4.0	3.0	4	2.0	1.1
クロキ	4	3.4	2.1	4	3.6	2.9						
コナラ	1	4.0	3.2	1	4.0	3.7						
コバンモチ				1	1.4	0.4						
シロダモ	1	3.0	2.0	1	3.4	3.6	1	1.4	0.4	1	2.5	1.3
ナナミノキ							1	2.0	0.8	1	2.0	0.9
ホソバタブ							1	2.3	1.1	1	2.6	2.1
ヤブツバキ	6	1.8	1.0	6	2.4	1.6	7	1.9	0.7	9	2.3	1.3
計・平均	13	2.6	1.6	14	2.9	2.3	11	2.1	0.9	16	2.2	1.2
低木												
イズセンリョウ	4	1.7	0.4	3	1.5	0.4	3	1.5	0.3	0		
イヌビロ							2	1.7	0.9	2	1.7	0.9
コウゾ							2	1.6	0.5	2	1.5	0.7
コガクウツギ	2	1.4	0.4	1	1.1	-						
ナワシログミ							2	2.1	0.6	0		
ネズミモチ	3	1.6	0.7	3	1.7	0.8	4	2.2	1.0	2	2.3	1.2
ハドノキ							8	1.6	0.6	16	1.9	0.8
ヒサカキ	16	1.7	0.7	12	1.7	0.8	22	1.8	0.7	21	2.3	1.8
ミミズバイ	3	4.5	3.7	4	4.5	4.9						
ムラサキシキブ	10	2.0	0.8	4	2.8	1.3	19	2.3	1.2	23	2.9	1.8
ヤブムラサキ	7	2.4	1.0	5	2.9	1.2	11	2.0	1.0	9	2.6	1.3
ヤマビロ	6	1.8	0.8	7	2.1	1.2	9	2.2	0.9	10	2.5	1.6
計・平均	51	2.0	0.9	39	2.3	1.4	82	2.0	0.9	85	2.4	1.3
合計・平均	93	2.5	1.4	83	2.9	2.1	119	2.4	1.2	128	2.7	1.8

注) 幹本数は実本数を示した (単位面積当たりに換算していない)。

表5 間伐前と間伐後における草本層の試験区別本数, 平均の高さ, 被覆率の比較

種名	巻枯らし区						伐り倒し区					
	間伐前 (2004年)			間伐後 (2010年)			間伐前 (2004年)			間伐後 (2010年)		
	本数 (本/4m ²)	平均の 高さ(m)	被覆率 (%)	本数 (本/4m ²)	平均の 高さ(m)	被覆率 (%)	本数 (本/4m ²)	平均の 高さ(m)	被覆率 (%)	本数 (本/4m ²)	平均の 高さ(m)	被覆率 (%)
高木性極相種												
シイ spp.	1	0.16	1.0				2	0.11	+			
計・平均	1	0.16	1.0	0	0.00	0.0	2	0.11	0.0	0	0.00	0.0
先駆性樹種												
高木												
アカメガシワ				1	0.13	+						
ハゼノキ	1	0.05	+									
計・平均	1	0.05	0.0	1	0.13	0.0	0	0.00	0.0	0	0.00	0.0
低木												
ナガバノモミジイチゴ							1	0.38	+			
計・平均	0	0.00	0.0	0	0.00	0.0	1	0.38	0.0	0	0.00	0.0
その他樹種												
高木												
ヤブツバキ							1	0.47	+	1	0.34	0.1
計・平均	0	0.00	0.0	0	0.00	0.0	1	0.47	0.0	1	0.34	0.1
低木												
エゴノキ				1	0.37	0.3				1	0.41	0.2
キダチニンドウ				1	0.18	0.2	1	0.31	+			
ゴンズイ							1	0.31	+			
サネカズラ (つる)	1	0.13	+				1	0.14	+			
ツルコウソ							1	0.31	+			
テイカカズラ (つる)	1	0.03	+	1	0.06	+	2	0.04	+			
ナツフジ (つる)	4	0.16	1.0	4	0.10	0.2	8	0.19	0.7	4	0.13	1.8
ナワシログミ	1	0.08	+									
ハドノキ	4	0.11	0.3	2	0.13	0.8	8	0.13	1.3	2	0.14	0.3
ヒサカキ							1	0.01	+			
フユイチゴ	16	0.11	9.7	20	0.12	4.2	9	0.14	1.7	4	0.11	0.9
ミミズバイ	1	0.27	2.0	1	1.84	8.3						
ヤブコウジ	1	0.04	+									
ヤマグル							1	0.38	+	1	0.52	0.1
ヤブムラサキ	1	0.20	+									
計・平均	30	0.13	13.0	30	0.40	14.0	33	0.20	3.7	12	0.26	3.3
草本類												
オニタビラコ	1	0.02	+	1	0.04	0.1	3	0.02	+			
カヤツリグサ科 sp.				2	0.19	0.1						
ガンクビソウ	1	0.04	+	4	0.07	0.3						
キミズ							2	0.06	+			
クズ	1	0.05	+									
コ克蘭	1	0.07	+	3	0.08	0.3						
ササクサ	3	0.06	+	12	0.12	1.8	3	0.06	+	3	0.11	0.8
サツマイナモリ	7	0.08	0.3	5	0.11	3.3	1	0.05	+	2	0.10	0.5
チヂミザサ	6	0.08	+	9	0.07	0.7	23	0.16	0.7	4	0.11	0.1
ツボクサ	1	0.04	+				2	0.02	+			
ツルニガクサ	3	0.06	+				1					
ナキリスゲ	3	0.21	+	4	0.17	0.2	12	0.29	0.7	7	0.16	0.2
ハナミョウガ	3	0.19	0.3	2	0.18	0.8	1	0.07	+	1	0.36	1.3
ヒヨドリバナ				1	0.16	0.2						
ヘクソカズラ	4	0.06	+				8	0.08	+	2	0.09	0.1
マムシグサ	1	0.12	+									
ヤブマオ				1	0.05	+						
ヤブミョウガ	5	0.35	2.0	2	0.19	0.5						
計・平均	40	0.10	2.7	46	0.12	8.0	56	0.09	1.3	19	0.16	2.9
シダ類												
アマクサシダ	1	0.20	+	1	0.28	0.8						
イノデ	6	0.10	0.7	4	0.17	1.6						
ウラジロ	2	0.38	2.0	1	0.33	1.1						
シケシダ							11	0.13	3.3	7	0.23	4.7
セイタカシケンダ	1	0.14	0.3	2	0.29	1.7						
ヒメワラビ							10	0.13	3.3	1	0.66	1.0
ヘラシダ							161	0.25	6.7	857	0.14	35.7
計・平均	10	0.21	3.0	8	0.27	5.2	182	0.17	13.3	865	0.34	41.3
合計・平均	82	0.09	19.7	85	0.13	27.2	275	0.20	18.3	897	0.16	47.6

注 1) 本数, 被覆率は 4m² 当たりに換算した。

注 2) 被覆率は小数点以下第 2 位を四捨五入し, 0.05% 未満は+と表示した。

資料

スギ人工交配品種の成長特性

宮里 学

森林環境部

はじめに

鹿児島県（以下、本県）におけるスギの人工交配試験は、気候風土に適した新品種の創出、諸特性の遺伝様式の解明、人工交配技術の改善・向上を目的に、昭和48年から開始され、本県で選抜されたスギ精英樹の中から苗木生産量が比較的多いクローンと、県内で一般的に造林されている在来品種を材料とする人工交配試験を、昭和48～51年度の5年間実施した。

この交配試験により得られた交配苗1万4千本は、成長特性を把握するため6箇所の試験地に植栽されており、このうち昭和54年度設定の久末試験林（面積0.65ha、69家系）について、植栽後29年目の成長調査を実施し、交配品種の特性について検討した。

試験地と調査方法

試験地は、始良市蒲生町久末にある当センター久末試験林内に設置した。試験地の標高は約200m、傾斜角10～40°のU字型谷部に位置しており、表層地質は安山岩（鹿児島県 1990）で斜面上部はBc型、中腹以下はBD型土壌である。谷部から上部にかけて植栽されており、植栽間隔1.6m×1.6mで本県選抜の精英樹及び在来品種の人工交配家系69家系2,115本が列状に植栽されている。

調査方法については、全植栽木を対象とし、樹高、胸高直径、根元曲がり、幹曲がりを計測した。樹高は測高器（Haglöf社製 Vertex III）を使用し、0.1m単位で測定した。胸高直径は直径メジャーを使用し、1cm単位で計測した。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）による評価基準に基づき調査し、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。

結果と考察

調査地は間伐の実施により、調査時点での立木本数は

884本であった。残存本数を家系毎にみると1本～44本と非常に幅があることから、10本以上残存していた41家系の成長特性について比較した（表1、2）。樹高、胸高直径、根元曲がり、幹曲がりのそれぞれの特性毎にみると、樹高ではメアサ×クモトオシ、胸高直径では始良16（ハアラ）×薩摩16（メアサ）、根元曲がりではオビアカ×オープン、幹曲がりではハライガワ×オープンが最も高い平均値を示した。

今回調査した四つの特性について、家系毎に偏差値を算出し、評価値による比較検討を行った（表3）。評価値3.50以上の交配をみると、初期成長が良いとされるハライガワ、キジンを母樹または花粉親とした家系が多く、特にハライガワ×キジンについては、根元曲がりと幹曲がりが少なく、上長成長及び肥大成長ともに優れており、評価値平均で最大の4.50を示した。

おわりに

国の林木育種事業による精英樹選抜が始まって50年が経過し、これからの林木育種においては第二世代精英樹の選抜が重要な課題となっている。本県においても昭和50年代に設置したスギ精英樹の人工交配試験林が成長し、特性がある程度判断できる段階になってきたことから、今後は材質の強度及び材色等の特性を調査し、既存の精英樹よりも優れた個体を第二世代精英樹として選抜する必要がある。

引用文献

鹿児島県（1990）鹿児島県地質図。
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。

表1 スギ交配品種測定結果 (残存本数10本以上, 胸高直径, 樹高)

母樹名		花粉親	データ数	胸高直径(cm)				樹高(m)			
♀	×	♂		平均	最大	最小	標準 偏差	平均	最大	最小	標準 偏差
メアサ	×	キジン	32	19.4	38.3	7.3	8.11	16.5	27.1	6.1	5.98
メアサ	×	ハライガワ	29	21.5	37.5	12.6	6.44	16.5	25.6	7.6	5.04
メアサ	×	オビアカ	18	21.0	32.6	14.5	5.12	16.4	25.5	11.4	3.93
キジン	×	メアサ	23	20.7	34.3	9.7	6.01	16.6	24.0	9.4	4.73
キジン	×	キジン	24	20.2	29.1	11.7	4.11	16.0	26.0	10.5	4.15
キジン	×	ハライガワ	22	24.8	35.7	13.5	6.76	18.6	24.6	10.7	3.98
ハライガワ	×	キジン	10	26.6	33.9	18.3	5.48	18.5	23.3	12.3	3.77
ハライガワ	×	オビアカ	12	25.3	34.1	17.6	5.25	18.0	22.4	13.2	2.80
ヤブクグリ	×	キジン	26	24.5	37.5	17.5	4.76	18.0	23.8	14.1	2.50
ヤブクグリ	×	オビアカ	18	25.2	34.9	18.7	4.93	17.5	22.9	13.2	2.69
オビアカ	×	キジン	23	26.2	33.3	17.4	3.85	18.3	24.2	13.3	2.46
メアサ	×	クモトウシ	44	27.7	40.8	9.7	6.51	19.7	27.7	9.7	4.11
オビアカ	×	オープン	11	24.2	36.4	18.6	5.20	15.4	20.2	11.8	2.93
キジン	×	オープン	18	24.1	37.2	15.5	5.77	16.3	22.2	11.8	3.30
始良6	×	日置2	17	26.4	35.4	15.4	6.12	15.8	23.2	10.6	3.44
始良6	×	始良16	20	27.5	38.0	13.5	6.93	18.5	24.2	10.4	4.37
始良6	×	薩摩16	14	25.1	33.3	15.9	5.09	18.5	22.9	12.9	3.47
始良6	×	鹿兒島3	18	27.4	35.0	20.8	3.89	19.1	24.6	12.8	3.61
日置2	×	鹿兒島3	18	25.3	36.7	18.2	5.08	16.6	21.2	12.4	2.91
日置2	×	薩摩16	15	25.6	36.2	16.6	5.52	16.8	22.8	11.7	3.53
日置2	×	薩摩14	22	24.7	36.0	18.4	4.90	15.8	22.3	10.5	3.20
薩摩16	×	日置2	18	25.3	36.2	17.8	5.43	16.8	21.8	10.7	3.29
始良16	×	薩摩16	10	29.1	40.6	20.2	6.61	18.3	25.1	12.0	4.49
始良16	×	始良16	16	26.6	45.7	10.4	9.11	16.7	24.7	8.3	4.64
薩摩5	×	始良6	16	25.7	38.5	16.0	6.44	17.1	24.1	12.0	3.44
鹿兒島3	×	始良16	14	21.3	31.8	13.7	4.89	15.4	22.1	10.4	2.91
鹿兒島3	×	薩摩16	10	22.4	27.7	16.3	4.02	16.6	21.6	11.9	2.69
薩摩5	×	日置2	16	24.4	32.1	17.1	4.95	17.9	24.1	13.6	2.72
薩摩14	×	オープン	31	22.2	37.8	16.0	5.01	16.0	24.3	11.9	2.89
薩摩14	×	薩摩5	12	23.7	36.0	15.0	4.57	16.2	23.5	12.7	3.14
薩摩5	×	オープン	27	22.2	38.6	11.2	5.72	15.1	22.8	9.7	4.35
鹿兒島3	×	オープン	14	21.8	35.5	11.3	6.60	14.7	21.5	8.5	4.23
始良16	×	オープン	13	20.6	27.5	11.9	4.42	14.0	21.5	9.9	3.58
薩摩16	×	オープン	11	22.1	28.8	14.4	4.76	15.3	20.6	10.2	3.81
始良10	×	オープン	11	22.2	34.0	15.5	4.79	14.7	21.7	10.9	3.24
始良6	×	キジン	12	25.3	43.5	16.9	7.45	15.6	26.3	10.8	4.29
薩摩14	×	キジン	18	23.1	31.0	17.2	3.81	15.1	22.8	10.3	3.82
日置2	×	キジン	12	21.9	33.7	16.4	4.76	14.4	22.8	10.7	3.56
日置2	×	ハライガワ	13	23.1	32.8	17.4	4.21	14.9	21.9	10.3	3.75
鹿兒島3	×	キジン	15	24.1	30.2	16.8	3.51	18.5	23.3	11.8	3.62
始良16	×	キジン	16	25.5	30.8	20.4	3.47	18.3	21.8	14.2	2.56

注) 花粉親がオープンの家系は, 自然交配のよる種子のため, 花粉親が不明である。

表2 スギ交配品種測定結果 (残存本数10本以上, 根元曲がり, 幹曲がり)

母樹名	花粉親		データ数	根元曲がり (5段階評価)		幹曲がり (5段階評価)	
	♀	♂		平均	標準偏差	平均	標準偏差
メアサ	×	キジン	32	2.3	0.88	3.6	1.24
メアサ	×	ハライガワ	29	3.3	0.88	3.5	1.13
メアサ	×	オビアカ	18	2.2	0.98	3.2	1.13
キジン	×	メアサ	23	2.9	0.80	3.7	1.00
キジン	×	キジン	24	2.7	0.85	3.9	0.97
キジン	×	ハライガワ	22	3.1	1.10	3.6	0.89
ハライガワ	×	キジン	10	3.5	0.67	4.3	0.78
ハライガワ	×	オビアカ	12	3.3	1.18	3.8	0.92
ヤブクグリ	×	キジン	26	3.1	0.92	4.1	1.09
ヤブクグリ	×	オビアカ	18	2.5	0.90	3.8	0.79
オビアカ	×	キジン	23	3.1	1.06	4.3	0.91
メアサ	×	クモトウシ	44	2.7	1.28	3.5	1.03
オビアカ	×	オープン	11	3.7	0.75	4.2	1.11
キジン	×	オープン	18	3.2	0.96	4.4	0.83
始良6	×	日置2	17	2.6	1.33	4.0	0.84
始良6	×	始良16	20	3.0	1.05	3.7	1.27
始良6	×	薩摩16	14	2.9	0.91	2.9	0.74
始良6	×	鹿児島3	18	3.1	1.15	3.2	1.62
日置2	×	鹿児島3	18	2.7	1.37	3.3	1.05
日置2	×	薩摩16	15	2.8	1.28	3.2	1.05
日置2	×	薩摩14	22	2.2	1.04	3.0	1.02
薩摩16	×	日置2	18	1.6	0.68	2.4	1.16
始良16	×	薩摩16	10	2.5	1.50	3.4	1.11
始良16	×	始良16	16	2.6	0.99	3.0	1.06
薩摩5	×	始良6	16	2.7	1.21	3.3	1.40
鹿児島3	×	始良16	14	3.1	0.59	3.0	1.00
鹿児島3	×	薩摩16	10	2.6	1.02	3.2	1.08
薩摩5	×	日置2	16	2.9	0.97	3.6	1.22
薩摩14	×	オープン	31	2.9	0.96	3.2	1.09
薩摩14	×	薩摩5	12	2.8	0.69	3.7	1.03
薩摩5	×	オープン	27	2.3	1.11	3.1	1.18
鹿児島3	×	オープン	14	2.4	0.81	3.2	0.94
始良16	×	オープン	13	2.8	0.80	3.2	0.95
薩摩16	×	オープン	11	2.7	1.21	3.5	1.08
始良10	×	オープン	11	1.5	0.78	2.5	1.08
始良6	×	キジン	12	2.6	1.04	3.3	0.72
薩摩14	×	キジン	18	2.3	1.25	3.1	0.99
日置2	×	キジン	12	2.8	0.80	3.8	1.01
日置2	×	ハライガワ	13	3.4	0.62	4.2	0.70
鹿児島3	×	キジン	15	2.5	1.02	3.7	0.87
始良16	×	キジン	16	2.6	1.06	4.0	0.71

表3 スギ交配品種の偏差値による評価値

母樹名		花粉親	樹高	胸高直径	根元曲がり	幹曲がり	評価値平均
♀	×	♂					
ハライガワ	×	キジン	4	4	5	5	4.50
オビアカ	×	キジン	4	4	4	5	4.25
始良6(トサカ)	×	始良16(ハア)	4	5	4	3	4.00
メアサ	×	クモトウシ	5	5	3	3	4.00
ハライガワ	×	オビアカ	4	4	4	4	4.00
キジン	×	オビアカ	5	5	3	3	4.00
ハライガワ	×	オープン	4	5	4	3	4.00
ヤブクグリ	×	キジン	4	3	4	4	3.75
始良16(ハア)	×	キジン	4	4	3	4	3.75
キジン	×	オープン	3	3	4	5	3.75
始良6(トサカ)	×	鹿児島3(不明)	5	4	4	2	3.75
キジン	×	ハライガワ	4	3	4	3	3.50
ヤブクグリ	×	オビアカ	4	4	2	4	3.50
始良16(ハア)	×	薩摩16(マサ)	4	5	2	3	3.50
日置2(ヒア)	×	ハライガワ	2	3	4	5	3.50
オビアカ	×	オープン	2	3	5	4	3.50
始良6(トサカ)	×	日置2(ヒア)	2	4	3	4	3.25
薩摩5(ハア)	×	日置2(ヒア)	4	3	3	3	3.25
鹿児島3(不明)	×	キジン	4	3	3	3	3.25
薩摩5(ハア)	×	始良6(トサカ)	3	4	3	3	3.25
日置2(ヒア)	×	鹿児島3(不明)	3	4	3	3	3.25
メアサ	×	ハライガワ	3	2	4	3	3.00
日置2(ヒア)	×	薩摩16(マサ)	3	4	3	2	3.00
始良6(トサカ)	×	薩摩16(マサ)	4	3	3	2	3.00
薩摩14(ヒキ)	×	薩摩5(ハア)	3	3	3	3	3.00
始良16(ハア)	×	始良16(ハア)	3	4	3	2	3.00
キジン	×	メアサ	3	2	3	3	2.75
キジン	×	キジン	3	1	3	4	2.75
オビアカ	×	薩摩16(マサ)	2	4	3	2	2.75
始良6(トサカ)	×	キジン	2	4	3	2	2.75
日置2(ヒア)	×	キジン	1	2	3	4	2.50
鹿児島3(不明)	×	始良16(ハア)	2	2	4	2	2.50
鹿児島3(不明)	×	薩摩16(マサ)	3	2	3	2	2.50
薩摩16(マサ)	×	オープン	2	2	3	3	2.50
メアサ	×	キジン	3	1	2	3	2.25
メアサ	×	オビアカ	3	2	2	2	2.25
薩摩14(ヒキ)	×	オープン	2	2	3	2	2.25
薩摩16(マサ)	×	日置2(ヒア)	3	4	1	1	2.25
日置2(ヒア)	×	薩摩14(ヒキ)	2	3	2	2	2.25
薩摩14(ヒキ)	×	キジン	2	3	2	2	2.25
薩摩5(ハア)	×	オープン	2	2	2	2	2.00
始良16(ハア)	×	オープン	1	2	3	2	2.00
鹿児島3(不明)	×	オープン	2	2	2	2	2.00
始良10(ヒキ)	×	オープン	2	2	1	1	1.50

偏差値 = $50 + ((\text{クローンの値} - \text{全クローンの平均値}) / (\text{全クローンの標準偏差}) \times 10)$

評価値 = 5:5.65 以上, 4:5.5 ~ 6.5 未満, 3:4.5 ~ 5.5 未満, 2:3.5 ~ 4.5 未満, 1:3.5 未満

注) () は在来品種名

資料

集団的に萎凋症状が発生した広葉樹林の3年後の状況

臼井陽介・渡邊尚一・北之口泰哉

鹿児島県森林技術総合センター

はじめに

九州におけるカシノナガキクイムシ *Platypus puercivorus* (以下、カシナガと省略する) の被害林分の様相は、末吉(1990)、曾根ほか (1995)、佐藤(2003) などの記録があり、加害状況や枯損状況、樹種別の寄生率や枯損率などが報告されているが、単年の林分の被害状況を示したものであり、後年の変移については報告されたものではなく、被害木がどのように変化するか分かっていない。

今回、過去に被害を受けた林分でその経年変化を調査したので報告する。

材料と方法

調査地は、鹿児島県薩摩半島中部に位置する金峰山の中腹に位置し、周囲はスギ林と道路に囲まれたマテバシイが優先する広葉樹林である。マテバシイは株立ちしているため、以前は薪炭生産林であったと推察される。鹿児島県においては 2007 年に県下各地で広葉樹の集団枯損が発生したが (臼井・川口, 2008), 調査地もその被害林分の一つである。

調査は 2007 年 12 月 13 日と 2010 年 8 月 24 日に実施した。2007 年の調査では、林分内に成立する全ての広葉樹のうち、葉の萎凋症状を示している胸高直径 5 cm 以上のブナ科植物の幹を対象とし、樹種、胸高直径、地際から 1.2m の高さまでのカシナガの穿入孔数をカウントした。カシナガの穿入孔の判別は、プラス、穿入孔から流れ出したシミ、穿入孔のサイズから判断した。また、穿入孔数は 30 個未満を「少」、30 個以上 70 個未満を「中」、70 個以上を「多」と分類した。なお、大部分が萎凋症状を示していても、1 枝でも生存

している場合は調査対象から除外した。

2010 年調査は、胸高直径 5 cm 以上のブナ科植物の全ての幹を調査対象とした。2007 年の調査項目のほか、生存・枯損状況を追加して調査した。

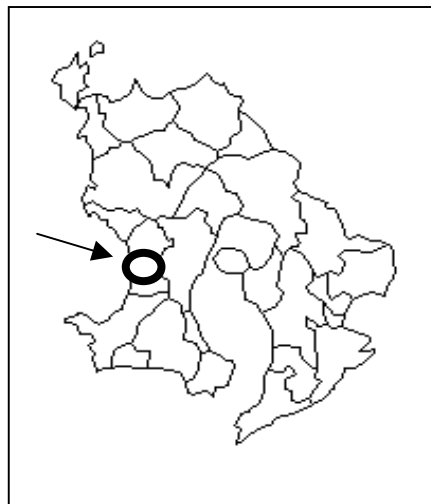


図-1 調査地位置図

結果と考察

2007 年の結果を表-1 に示す。単幹全枝の葉が萎凋症状を示していたのは 60 本あり、そのうち 52 本に穿入孔が確認され、萎凋症状を引き起こした原因にカシナガが関与していることが示唆された。また、枯死幹のうち、樹幹表面が菌糸膜等で覆われていたために穿入孔が判別できなかったのは 5 本あった。

2010 年の結果を表-2 に示す。調査幹数は 492 本であり、マテバシイがほとんどを占め、他にアラカシ 3 本、シイ sp. 2 本であった。492 本のうち、378 本が生存し、114 本が枯死していた。生存幹 378 本のうち、穿入孔が確認されたものが 218 本あった。伊藤 (2002)

はカシナガに寄生されても、必ずしも枯死するわけではないと指摘しているが、本調査地においても同様の傾向を示した。

一方、枯死幹 114 本のうち 71 本には穿入孔が確認されなかった。これら 71 本のうち、胸高直径 5cm 以上 10cm 未満が 51 本、胸高直径 10cm 以上 15cm 未満が 15 本と小径木が大半を占めているが、その枯死原因は被圧や干害等が考えられる。また、枯死幹のうち樹幹表面が菌糸膜等で覆われていたために穿入孔が判別できなかったのは 33 本、穿入孔が確認されたものは 10 本であった。

2007 年に萎凋症状を示した幹のうち、カシナガが関与している可能性があるのは、穿入孔が確認された 52 本と穿入孔が判別できなかった 5 本の計 57 本である。一方、2010 年に枯死していた幹のうち、カシナガが関与している可能性があるのは、穿入孔が確認された 10 本と穿入孔が判別できなかった 33 本の計 43 本で、2007 年にカシナガが関与して萎凋症状が引き起こされた可能性がある 57 本と比較すると少なくなっている。このことから、カシナガが関与して集団的に萎凋症状が発生した広葉樹が、必ずしも枯死するわけではないことがわかった。ただし、今回の調査では、カシナガが穿孔したか判断がつかない幹も含まれており、カシナガが広葉樹に及ぼす影響を正確に捉えたものではない。今後、毎木モニタリングを行い、幹毎に推移を把握する必要がある。

引用文献

- 伊藤進一郎（2002）ナラ・カシ類の枯死被害に関連する菌類とその病原性. 森林をまもる p87-95. 全国森林病虫獣害防除協会編.
- 佐藤嘉一（2003）桜島におけるカシノナガキクイムシ被害. 九州森林研究 56, 95-100.
- 曾根晃一・牛島豪・森健・井手正道・馬田英隆（1995）林内におけるカシノナガキクイムシの被害発生状況と被害木の空間分布様式. 鹿大演報, 23, 11-22.
- 末吉政秋（1990）広葉樹に発生したカシノナガキクイムシ被害(第1報). 森林防疫 456, 15-18.
- 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. 日本森林学会大会学術講演集 119, P2E13.

表-1 2007年に萎凋症状を示した幹の胸高直径（DBH）別・穿入孔の程度別本数

幹の 状態	DBH (cm)	穿入孔の状況					計
		なし	少	中	多	不明	
萎凋	5 ≤ DBH < 10	3	15	1		1	20
	10 ≤ DBH < 15		8	5		2	15
	15 ≤ DBH < 20			6	4		10
	20 ≤ DBH < 25			2	9		11
	25 ≤ DBH < 30				2	1	3
	30 < DBH					1	1
計		3	23	14	15	5	60

※穿入孔の状況は胸高直径以下の約2mmの穿入孔をカウントした。

※穿入孔の状況のうち、「少」は30個未満、「中」は30個以上70個未満、「多」は70個以上を示す。

※穿入孔の状況のうち、「不明」は樹幹表面が菌糸膜等で覆われたため、判別できなかったもの。

表-2 2010年における胸高直径（DBH）別・穿入孔の程度別の本数

幹の 状態	DBH (cm)	穿入孔の状況					計
		なし	少	中	多	不明	
生存	5 ≤ DBH < 10	110	9			2	121
	10 ≤ DBH < 15	32	57	12		3	104
	15 ≤ DBH < 20	6	32	52	1	2	93
	20 ≤ DBH < 25	1	17	26	4	2	50
	25 ≤ DBH < 30			2	3		5
	30 < DBH				3	2	5
小計		149	115	92	11	11	378
枯死	5 ≤ DBH < 10	51	1			11	63
	10 ≤ DBH < 15	15	1			10	26
	15 ≤ DBH < 20	2		1		4	7
	20 ≤ DBH < 25	2	1	3	1	5	12
	25 ≤ DBH < 30			1		3	4
	30 < DBH	1		1			2
小計		71	3	6	1	33	114
全体	5 ≤ DBH < 10	161	10	0	0	13	184
	10 ≤ DBH < 15	47	58	12	0	13	130
	15 ≤ DBH < 20	8	32	53	1	6	100
	20 ≤ DBH < 25	3	18	29	5	7	62
	25 ≤ DBH < 30	0	0	3	3	3	9
	30 < DBH	1	0	1	3	2	7
合計		220	118	98	12	44	492

※穿入孔の状況は胸高直径以下の約2mmの穿入孔をカウントした。

※穿入孔の状況のうち、「少」は30個未満、「中」は30個以上70個未満、「多」は70個以上を示す。

※穿入孔の状況のうち、「不明」は樹幹表面が菌糸膜等で覆われたため、判別できなかったもの。

資料

鹿児島県森林技術総合センターにおける原木シイタケ栽培試験 (I)

大久保秀樹

はじめに

平成 21 年の本県における林産物生産額は約 103 億円で、そのうち特用林産物が約 48 億円 (林産物全体の 46.8%) となっている。特用林産物の中で食用きのこ類は 17 億円 (同 16.9%) と、たけのこに次ぐ生産額となっている。³⁾ また、全国では生シイタケに占める菌床栽培の割合が 79% であるのに対して、本県では 23% と原木栽培の割合が高いのが特徴で、原木栽培による生シイタケの生産量は全国 6 位、乾シイタケの生産量は全国 11 位となっている。⁴⁾ しかし、近隣の熊本県・大分県・宮崎県と比べると生産量は少なく、原木シイタケの更なる生産振興を図る必要がある。

当センターでは、原木シイタケ栽培技術の習得・品種特性の把握などを目的として原木シイタケ栽培試験を行っているので、その栽培状況や収量調査の経過について報告する。なお、収量調査については継続中の部分もあり、最終的な結果については今後改めて報告したい。また、平成 14 年度から行っていた中国産クヌギを用いた原木シイタケ栽培試験の結果については既報⁵⁾にて報告済みである。

調査方法及び結果

1. ほだ木の育成

ほだ木の育成過程を表 1 に示した。原木は伐採後 60 日程度葉枯らしを行い、1.0~1.1m に玉切り後直ちに植菌した。植菌は玉切り原木の末口径の 2.5 倍個の木片駒を千鳥状に接種し、植菌後は棒積みにして笠木を被せて仮伏せを行った。本伏せは平均気温が 18℃を超える時期を目安に行い、原木伐採地にてヨロイ伏せとした。本伏せで二夏経過後、センター内のスギ林ほだ場にほだ起こしを行った。なお、伏込み中の散水は一切行わず自然降雨のみとした。

2. 害菌調査

害菌調査は本伏せから一夏経過後にすべてのほだ木を対象に行い、ほだ木表面の害菌占有部分を目視によりチェックし、その幅と長さをメジャーで測定して害菌ごとの表面積占有率を求めた。

害菌調査の結果を図 1 に示した。'05 ほだ木ではカワラタケやシトネタケなど雑多な害菌の発生が目立った。これらは高温乾燥を好む害菌であり²⁾、この年の伏せ込み場所が、場内クヌギ園の日当たりの良い場所で、笠木の掛け方が不十分であったことなどが原因と考えられた。また、その他の年のほだ木ではクロコブタケの発生が目立っていた。クロコブタケは生木状の原木において、伐採時期の直射日光により感染率が增大し、過乾燥により被害が拡大する⁵⁾といわれており、初回伐採で枝葉が少なく、水抜けの悪い久末試験林の原木で発生が目立ったものと考えられた。

なお、害菌被害の傾向としては、品種間でも若干の差が見られたものの、接種年による差の方が大きいと考えられた。

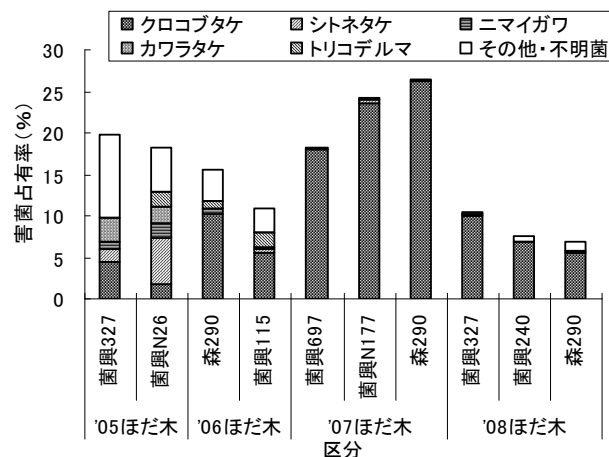


図 1 接種年・品種別害菌被害率

表 1 ほだ木の育成過程

区分	原木位置	供試品種	作業日				
			伐採	玉切り	植菌	本伏せ	ほだ起し
'05ほだ木	場内クヌギ園	菌興327, 菌興N26	'04.11.16	'05.1.27	'05.2.7	'05.4.27~	'06.10.11
'06ほだ木	久末試験林	菌興115, 森290	'05.11.21~22	'06.1.30	'06.2.1~3	'06.5.11~	'07.11.30
'07ほだ木	久末試験林	菌興697, 菌興N177, 森290	'06.11.13~15	'07.1.16	'07.1.17~18	'07.4.18~	'08.9.24
'08ほだ木	久末試験林	菌興327, 菌興240, 森290	'07.11.20	'08.1.29	'08.1.30	'08.5.20~	'09.10.22

3. 収量調査

調査は育成したほだ木の中から、ほだ付き調査などに供したほだ木及び末口径4 cm以下の小径ほだ木を除いたものを用いた。収穫はシイタケの発生時期である10月から翌4月にかけて、2～3日おきにほだ場を巡回し、おおむね6分開き以上に成長したものを採取した。なお、発生期間中の散水は行っていないが、'07 ほだ木の菌興697については、降雨前に倒木し、3～5日間芽出しを行った後ほだ立てを行った。採取したシイタケは、発生したほだ木別に紙袋に分けて持ち帰り、1個ずつ生重量を電子天秤で測定し、ほだ木ごとのシイタケ発生日・発生個数と重量を記録した。なお、'10秋の発生調査は2010年12月末までとした。

品種ごとの発生量を表2に示した。原木シイタケ栽培における標準的な単収は、ほだ木1,000本あたり30kgといわれており¹⁾、これをほだ木1m³あたりの生重量に換算すると100kg/m³となる。今回の試験で、'06及び'07ほだ木の森290はそれぞれ102.15kg/m³、98.73kg/m³と標準的な単収となり、用役2年目途中である'08ほだ木の菌興240も現時点で81.14kg/m³と標準的な単収をクリアする見込みであるが、品種や接種年によっては大きく下回るものも見られた。本来、シイタケは品種により適した栽培方法や栽培適地があるが、今回の試験は全ての品種を同一の条件下で栽培したため、品種によっては発生に不利となった可能性や伏込み期間中の気候条件の影響も考慮する必要がある。

旬別のシイタケ発生量を図2に、発生開始から2シーズン目までに発生したシイタケの重量分布を図3に示した。高中温系品種の菌興697を除くと、例年11月中旬からシイタケの発生が始まり、翌4月下旬までに概ね4回程度発生ピークが見られた。また、年によっては1月や3月にほとんどシイタケの発生が見られない年もあった。シイタケの重量分布では、ほとんどの品種で10g～20gのものが最も多かったが、'08ほだ木の菌興240は50gを超えるものも多く、大型のシイタケが発生する傾向があることが分かった。

参考文献

- 1) 栄木譲 (2008) 2008年度きのこ年鑑, 232pp, 株式会社プランツワールド, 東京.
- 2) 古川久彦・野淵輝 (1996) 栽培きのこ 害菌害虫ハンドブック, 全林協, 東京.
- 3) 鹿児島県環境林務部環境林務課 (2010) 平成22年度鹿児島県森林・林業統計: 73-74.
- 4) 鹿児島県環境林務部林業振興課 (2010) かがしま原木しいたけ生産者養成講座テキスト.
- 5) 前川二太郎 (1994) シイタケ栽培の害菌と防除対策 (17) クロコブタケ, 菌茸 40 (11) : 45.
- 6) 大久保秀樹・片野田逸朗 (2009) 中国産クヌギの形態的特性と原木シイタケ栽培用ほだ木としての適性, 鹿児島県森林技術研究報告第12号: 11-23.

表2 年次別シイタケ発生量

区分	品種	本数(本)	平均末口径(cm)	収量					
				(上段:総収量(g) 下段(斜体):ほだ木1m ³ あたり収量(kg/m ³))					
				'06秋～'07春	'07秋～'08春	'08秋～'09春	'09秋～'10春	'10秋	合計
'05ほだ木	菌興327	58	10.4	40,270	15,808	3,222	150	0	59,450
				<i>55.09</i>	<i>21.63</i>	<i>4.41</i>	<i>0.21</i>	<i>0.00</i>	<i>81.33</i>
	菌興N26	29	11.3	2,714	2,933	0	0	0	5,647
				<i>6.49</i>	<i>7.02</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>13.51</i>
'06ほだ木	森290	78	7.3		22,268	14,646	12,296	880	50,091
					<i>45.41</i>	<i>29.87</i>	<i>25.08</i>	<i>1.80</i>	<i>102.15</i>
	菌興115	73	7.5		3,875	7,164	13,117	1,158	25,314
					<i>7.64</i>	<i>14.13</i>	<i>25.87</i>	<i>2.28</i>	<i>49.93</i>
'07ほだ木	菌興697	43	8.8			6,884	8,861	96	15,840
						<i>17.22</i>	<i>22.16</i>	<i>0.24</i>	<i>39.62</i>
	菌興N177	74	7.4			22,889	10,340	1,303	34,532
						<i>45.84</i>	<i>20.71</i>	<i>2.61</i>	<i>69.16</i>
	森290	35	6.5			11,111	5,298	370	16,779
						<i>65.38</i>	<i>31.17</i>	<i>2.18</i>	<i>98.73</i>
'08ほだ木	菌興327	65	7.7				11,609	5,109	16,718
							<i>25.88</i>	<i>11.39</i>	<i>37.27</i>
	菌興240	56	8.2				30,807	5,520	36,327
							<i>68.81</i>	<i>12.33</i>	<i>81.14</i>
	森290	52	7.6				17,319	5,212	22,531
							<i>48.31</i>	<i>14.54</i>	<i>62.85</i>

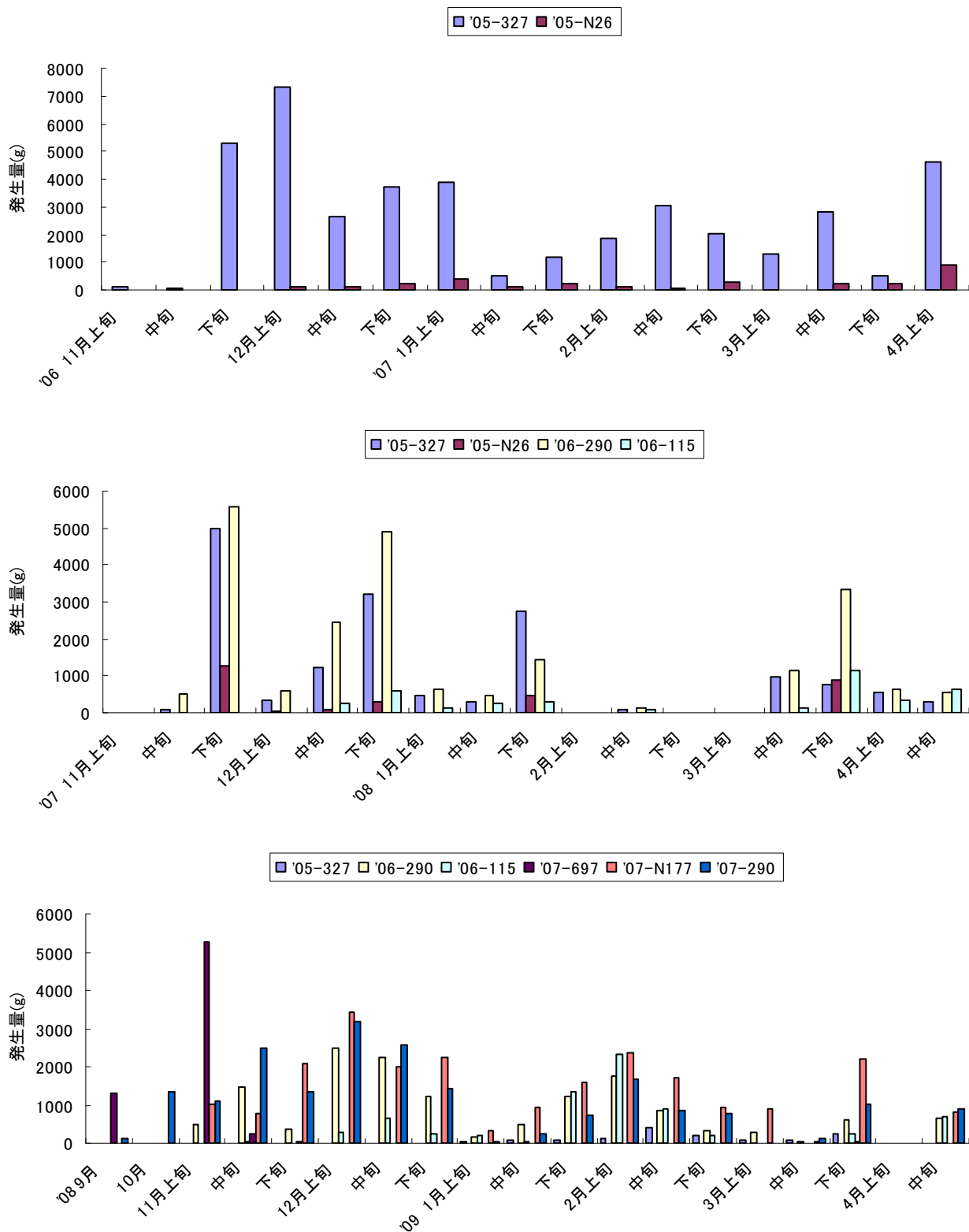


図2-1 旬別シイタケ発生量

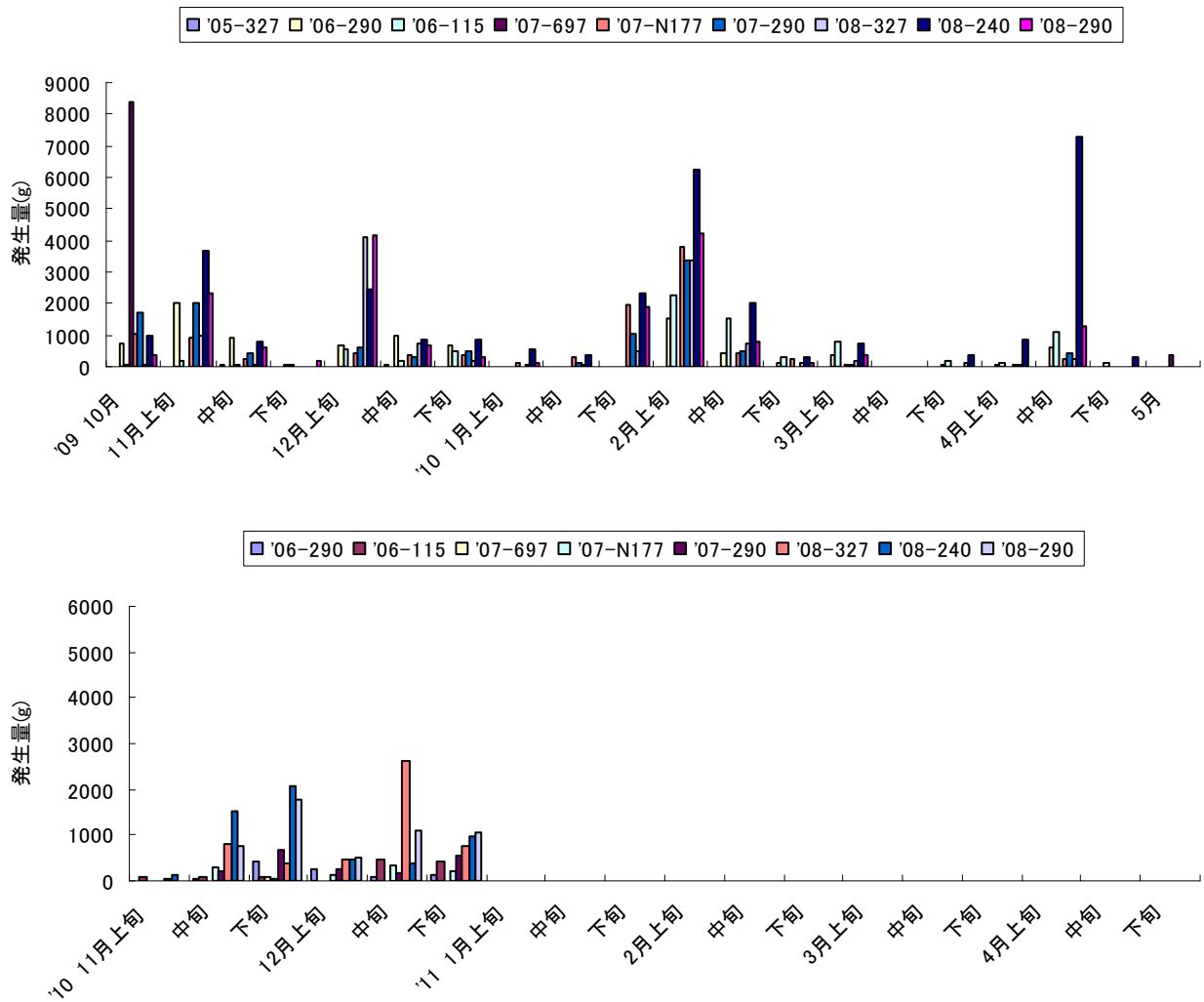


図2-2 旬別シイタケ発生量

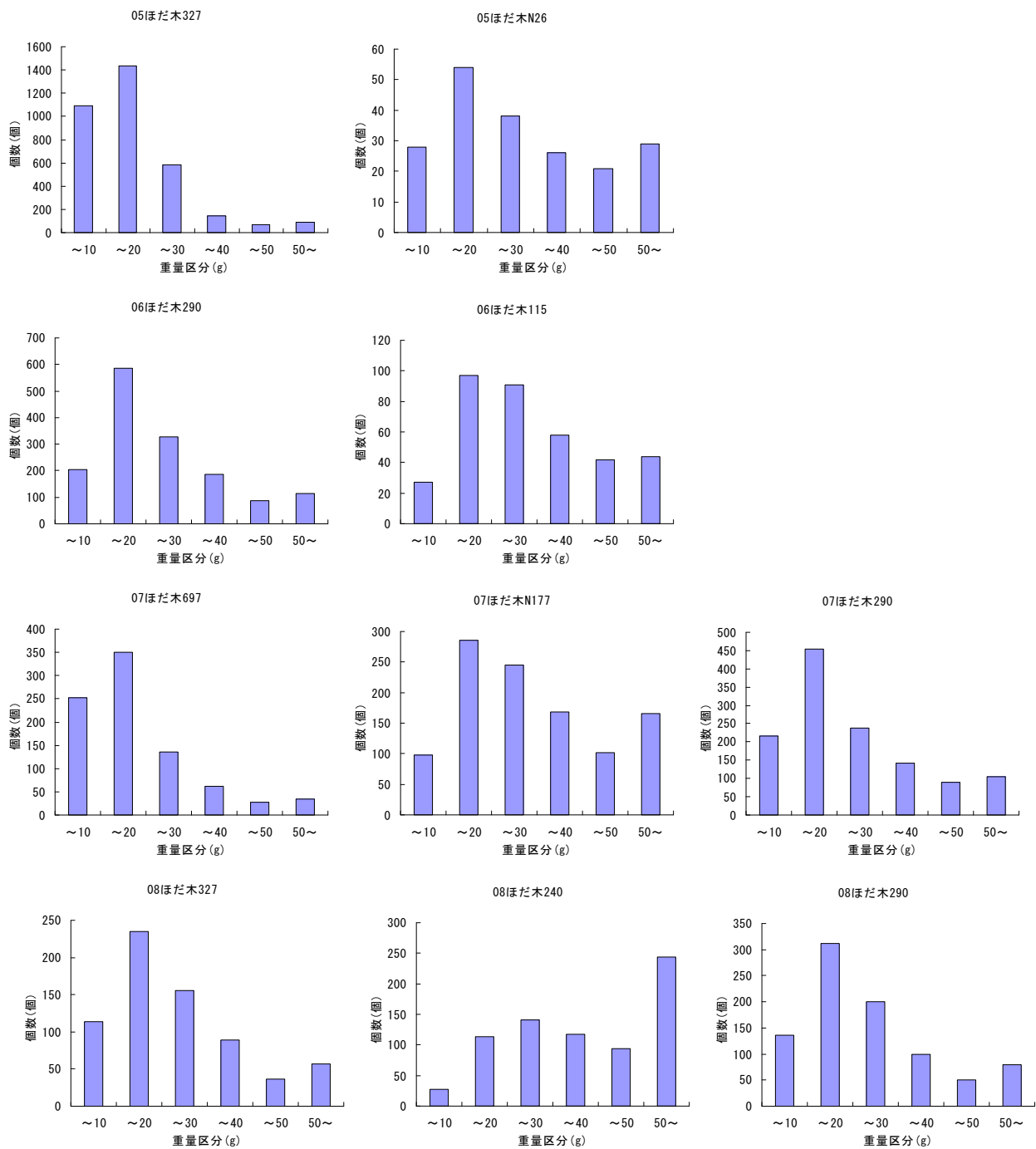


図3 発生したシイタケの重量分布

資料

縄文杉落枝材の含有灰分の特徴

森田慎一
森林環境部

森田慎一：縄文杉落枝材の含有灰分の特徴 落下した縄文杉の枝材（推定枝齢 800～1000 年）から採取した試料中の灰分を分析し、腐朽部分で増加している理由について検討した。顕微鏡による灰粒子の観察結果や、EPMA による定性分析でケイ素やアルミニウム成分が腐朽部に多く含まれていると考えられたことなどから、有機質の分解に伴う見かけ上の増加ではなく、外部から土壌成分や大気中の粒子などによる無機成分が堆積したことによる増加と考えられた。

キーワード: 枝, 灰分, 縄文杉, 無機成分

はじめに

2005 年 12 月に落下が確認された縄文杉の枝材から、翌年 5 月に試料を採取し、一般的な木材成分分析を行い、腐朽した部分と健全な部分との比較を行った（森田 2009）。

その結果、腐朽部分では灰分の顕著な増加が見られた。一般に腐朽の進行に伴って有機物の分解が進めば、無機成分である灰分の割合は見かけ上増加することが予想される。無機成分自体は大きく変化しないものと仮定できれば、無機成分量の測定から有機物の分解の進行度合を推定できる可能性がある。この場合、材の健全部と腐朽部とで灰分の組成がほぼ同じであるか、一定の規則的な変化のみが認められることが必要であると考えられる。そのためには多数の試料を分析する必要があるが、今回の限られた試料のみでは不足であるが、予備的に、灰分量から腐朽の進行程度（重量減少率）が推定可能かどうかを調べる目的で、それぞれの試料から得た灰分の粒子観察及び成分組成の推定を行ったので報告する。

実験材料及び方法

1. 実験材料

2006 年 5 月 22 日に、落下した縄文杉主枝の、以下の部分からそれぞれ少量の試料を採取した（以下、試料 A-C）。

- A：露出した腐朽部分の中心付近（主枝中央付近の腐朽が進んでいる部分）
- B：A のやや外側の腐朽が進みつつある部分（同上）

C：外周近くの健全と思われる心材部分（同上及び主枝基部の切断面付近）

試料 A は完全に木材の組織が崩壊し、共生植物の細根が混入していたことから、可能な限りこれらを取り除いた。試料 B は、木材の組織構造をある程度保っており、共生植物の根の侵入もなかったが、手で容易に組織を崩すことができた。なお、これらの試料の詳細については既に報告した（森田 2009）。

2. 分析方法

試料 A-C をメタノールで予め抽出し、抽出残渣（絶乾重量で約 0.25～0.75 g）をろつぽに入れ、電気マッフル炉により 600℃で恒量になるまで灰化した。得られた灰分について、デジタルマイクロスコープ（KEYENCE VH-8000C）による観察と、電子プローブマイクロアナライザ（日本電子 JXA-8621MX、以下 EPMA）による無機元素の定性分析を行った。EPMA による分析は、試料を軽く押し固めて表面を金でコーティングした後、1 試料あたり 2 か所測定した。加速電圧は 15kV、波長分散型 X 線分光器により、分光結晶の異なる 5 つのチャンネル（CH-1=NSTE, CH-2=PET, CH-3=LIF, CH-4=TAP, CH-5=LDE1）で検出した。

結果と考察

デジタルマイクロスコープによる灰分の画像を図 1 に示す。試料 A では、凝集した小粉粒の中に、非球形の不規則な形状をした粒体が多数見られ、これらが灰分量の増加に寄与していると考えられた。粒径は数 μm から数十 μm のものが多く見受けられた。B にも A ほど多くは

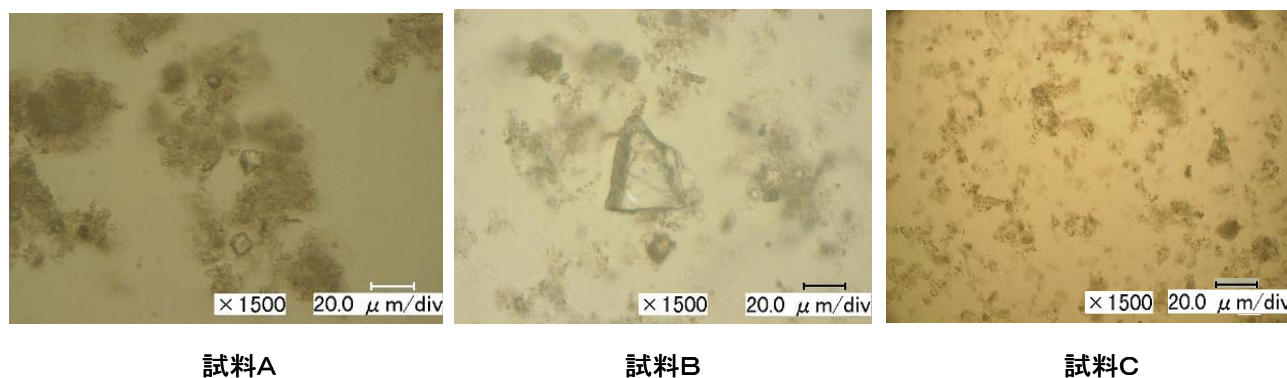


図1 デジタルマイクロスコープによる灰分試料の観察

なかったが、同様の粒体が観察された。これに対してCにはこのような大きさの不定形粒体はほとんど見られなかった。

灰分中の無機元素を EPMA で定性分析した結果を試料ごとに図2に示す。ここにはそれぞれ1例のみを示したが、AとCについては測定した2か所の分析結果はほぼ同じ傾向であった。Bについては、カルシウム(Ca)のピークの大きさが測定か所によって異なっており、図示したのはピークの大きかった方である。検出器のチャンネル(分光結晶)ごとにこれらと比較してみると、CH-2(PET)とCH-3(LIF)のスペクトルに現れるCaのピークは試料Aでは小さくなっているが、CH-4(TAP)に出現する珪素(Si)やアルミニウム(Al)、CH-3の鉄(Fe)のピークなどはAが最も大きくCでは小さくなっている。このように、試料によって元素の組成に違いがあるものが含まれていることが示唆された。

木材の灰分に含まれる主要な元素は、酸化物を構成する酸素を除けば、通常 Ca, カリウム(K), マグネシウム

(Mg), ナトリウム(Na)等であり(本田 1968), Al や Si は微量である。分析結果から、C は通常の灰分組成に近いが、腐朽が進んだ部位ほど Si や Al の組成比が高い部分を多く含んでいるものと考えられる。

腐朽部分の灰分が多く、組成も通常の木材とは異なっていると考えられる理由として、試料を採取した主枝材では、腐朽部分が外にむき出しになっていることから、ひとつには、落下後に土壌が付着したか、樹上で降り積もったチリの中に、風で巻き上げられた土壌成分が含まれていた可能性が考えられる。屋久島の表層土壌には、これらの元素が多く含まれ、縄文杉近くでサンプリングされた土壌にも Si 及び Al が多いことが報告されている(徳田 2005)。もうひとつ考えられるのは、黄砂や大気汚染物質など、大気中に浮遊する粒子の堆積である。環境省が実施している黄砂実態解明調査によれば、日本に飛来する黄砂は Al, Ca, Fe, Mg 等の金属成分を多く含み、粒径は概ね 4 μm にピークを持つ(西日本ではこれよりやや大きい)ことが明らかにされている(環境省 HP)。ま

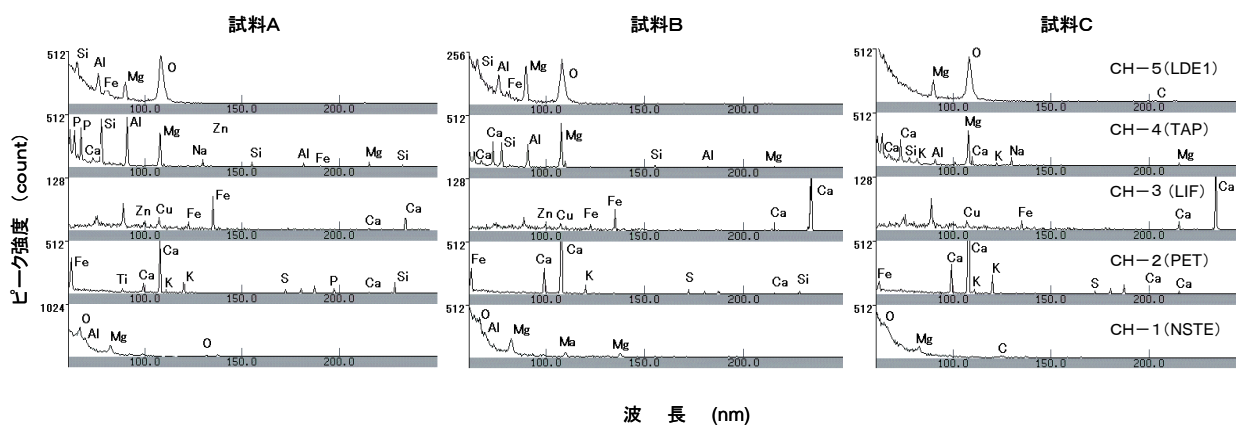


図2 EPMAによる灰分中の無機元素の定性分析
(右端の記号は検出器のチャンネルとそれに対応した分光結晶の種類を示す)

た、長田（2007）は黄砂粒子の形状は不規則で非球形であること、主成分は珪酸塩鉱物であるが、珪素やアルミニウムの他に鉄も含まれていると述べている。このような黄砂の性状は、今回腐朽部分の灰分で観察された粒状物質のものに極めてよく似ている。一方、永淵（2000）は屋久島における中国大陸起源の汚染物質の飛来状況を、中央山岳部に着氷する樹氷に着目して分析している。それによると、屋久島の標高1300～1900mの山岳で得られた樹氷の、不溶解性成分に多くの無機系球形粒子（石炭燃焼由来で0.05～10 μ m）が見いだされ、これらはシリカ・アルミナを主成分としている。今回はこのような小さな球形粒子までは特定できなかったが、こうした大気汚染物質の付着・堆積が灰分組成に影響している可能性も否定できないであろう。

いずれにしても、腐朽材における灰分量の増加は、有機質の分解による無機成分の見かけ上の増加ではなく、外部から混入または堆積したものが含まれることによるものと考えられ、当初の目的であった、灰分量から腐朽の進行程度を推定するという事は非常に困難であると考えられる。

結 論

落下した縄文杉の枝から、枝材内部の腐朽が進んだ部分(A)、そのやや外側の腐朽が進みつつある部分(B)、及び外周近くの健全部分(C)から試料を採取し、灰分の形状及び組成について検討した。

腐朽部分では灰分量の増加が見られたが、顕微鏡観察の結果、粒径数 μ m～数十 μ mの不定形粒状物質が混入していること、健全部とは成分組成が異なり、SiやAl成分の増加が示されたことから、有機質の分解による見かけ上の増加ではなく、外部から土壌や大気中の浮遊物質などの無機成分の混入・堆積があるものと考えられた。こうしたことから、灰分量を指標として腐朽の進行度合を推定することは困難であった。

謝 辞

EPMAによる元素分析にご協力頂いた、鹿児島県工業技術センターの吉村幸雄主任研究員に深謝いたします。

引用文献

- 本田収(1968) 無機成分. (木材化学上. 右田伸彦・米沢保正・近藤民雄編, 共立出版, 東京). 493-494.
森田慎一(2009) 縄文杉落枝材の化学的特徴. 九州森林研究 62: 155-158.
永淵修(2000) 屋久島における大陸起源汚染物質の飛来と樹木衰退の現状. 生態学会誌 50: 303-309.
長田和雄(2007) 黄砂. 天気 54: 697-700.
徳田淳(2005) 世界遺産地域における水・土環境の実態評価に関する研究, 防衛大学校修士論文: 94-98.

資料

奄美大島におけるデイゴヒメコバチ色彩選好性調査及び飛翔状況調査*¹

岩智洋*²・函師朋弘*³

*²森林技術総合センター龍郷町駐在 *³鹿児島県林業振興課

はじめに

デイゴヒメコバチ *Quadrastichus erythrinae* は、デイゴ *Erythrina variegata*. やカイコウズ *E.crista-galli* の葉や葉柄、新梢に虫えいを形成し、虫えいが多数形成されると、新梢や葉柄、葉脈上のゴールが連なり、捻れるように変形し、ゴールを形成した植物組織は発育が止まる（上地 2007）。本種は、2006年12月に奄美大島への侵入が確認された（金井ら 2008）。

今回、奄美大島における本種の生態を把握し、今後の防除法確立の基礎資料とするため、色彩選好性及び飛翔状況調査を行ったのでその結果を報告する。

調査方法

1 色彩選好性調査

20cm×20cmに切ったカラーアクリル板（使用色 白・黄・黄緑・緑・青・橙・赤）に（表1）、食品包装用ラップフィルム（旭化成ホームプロダクツ）を覆い、表面にスプレー式透明粘着剤（金竜 SPRAY マルゼン化工製）を塗布し（大林 2003）、奄美市名瀬の奄美市立伊津部小学校のデイゴの枝に毎回各色1枚ずつの1セットをそれぞれのカラーアクリル板が重ならないよう25cm間隔で設置した（図1）。

表1 カラーアクリル板の設置パターン

設置日	7月7日	7月8日	7月15日	7月16日	7月17日	7月28日	7月29日
回収日	7月8日	7月9日	7月16日	7月17日	7月18日	7月29日	7月31日
設置パターン	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
内側(幹側)	白	黄	黄緑	緑	青	橙	赤
	黄	黄緑	緑	青	橙	赤	白
	黄緑	緑	青	橙	赤	白	黄
	緑	青	橙	赤	白	黄	黄緑
	青	橙	赤	白	黄	黄緑	緑
	橙	赤	白	黄	黄緑	緑	青
外側(枝側)	赤	白	黄	黄緑	緑	青	橙

カラーアクリル板は、2008年7月7日、8日、15日、16日、17日、28日、29日に設置した。7月29日設置分は試験開始2日後に回収したが、それ以外は試験開始翌日に回収した（表1）。

なお、回収の都度各色の場所を入れ替え（表1）、また7月16日、17日以外は回収するまでに降雨はなかった。



図1 カラーアクリル板設置状況

2 飛翔状況調査

10cm×10cmに切った黄色プラスチック板の中心に、5cm×5cmに切った粘着シート（ITシートイエロー、サンケイ化学製）を貼った捕獲トラップを、デイゴやカイコウズが周囲にない奄美市笠利町の奄美パーク展

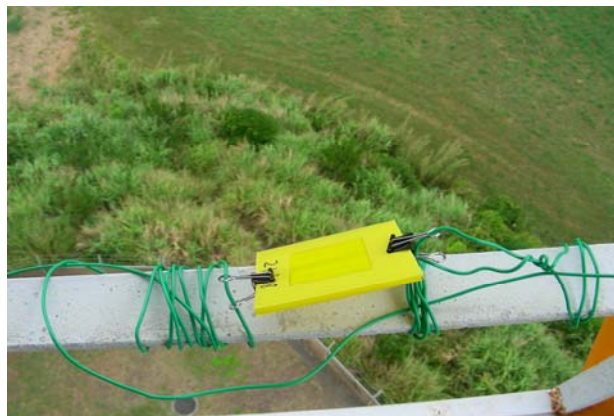


図2 トラップ設置状況（奄美パーク 展望台）

望台（高さ 20m）に 1 セット設置した（図 2）。

トラップは 2009 年 5 月 18 日から 2010 年 5 月 21 日の間設置し、約 1 週間間隔で回収し、雌雄の数を測定した。

結果と考察

1 色彩選好性調査

調査結果を表 2 に示す。7 回の試験での累積捕獲数は 3,747 頭で、成虫の雌雄比は、♂：♀=3,361：386（≒9：1）であった。これは、Heu ら（2006）の♂：♀=7：1 の報告と同様、有意にオスに偏っていた（ $\chi^2=16.55$, $P<0.01$ ）。

色別の捕獲数は、黄が 1,117 頭（29.81%）、黄緑が 743 頭（19.83%）と、この 2 色で捕獲数全体の 5 割近くを占めた。また、7 回の調査を反復とした一元配置分散分析を行ったところ、各処理（色彩）間に有意差が見られた（ $P<0.05$ ）。

このことから、本種の生息密度の低減を図るうえで、IT シートイエローは有効であると考えられ、本種の密度抑制に一定の効果が上げられると考えられる。

表 2 色彩選好性調査におけるデイゴヒメコバチ捕獲数

色	* 設置パターン							合計	割合
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦		
赤	60	41	21	8	52	5	6	193	5.15%
橙	158	265	36	16	124	9	70	678	18.09%
黄	249	340	110	49	194	55	120	1,117	29.81%
白	29	192	37	21	84	9	12	384	10.25%
緑	68	155	25	6	85	12	21	372	9.93%
黄緑	150	195	28	34	195	42	99	743	19.83%
青	63	93	22	12	42	14	14	260	6.94%
合計	777	1,281	279	146	776	146	342	3,747	100.00%

* 設置パターンについては表 1 を参照

2 飛翔状況調査

調査期間中、本種は全く捕獲されなかった。岩ら（2011）は、奄美大島では 2007 年 1 月から 2007 年 7 月までの調査で、本種の被害が瀬戸内町や宇検村など奄美大島南部から北部の奄美市（旧笠利町）や龍郷町まで拡大していることを確認しており、またデイゴやカイコウズの苗木生産は奄美大島では行われていないことから、奄美大島における本種の移動は、苗木の移動といった人為的活動以外が原因ではないかと述べている。

また金井ら（2008）は、奄美大島における本種の

分布拡大の要因として、デイゴの移植に伴うよりも成虫の飛翔や分散によるものが大きく、また本種が奄美大島の様々な地域に侵入したか、あるいは、限られた地域に侵入した個体群の一部が、その場所で高密度になるのを待たず、活発に移動・分散した可能性があると考察している。

今回の調査で全く捕獲されなかった理由は不明だが、県本土への侵入も含め、調査地を変更するなどして再度調査を行いたい。

おわりに

今回の調査の結果、本種は黄色系を選好する傾向があるため、市販の黄色粘着トラップを利用することにより、薬剤防除と併用することで一定の密度抑制効果が期待できると考えられる。

一方、本種は、2003 年に台湾、2005 年にインド、ハワイ、ベトナム、2006 年にフロリダと世界各地でほぼ同時期に大発生しており、（上地 2007）、また本種は、奄美大島で定着していると考えられる（岩ら 2011）。

今回本種の奄美大島での飛翔状況は確認できなかったものの、今後奄美大島に定着した本種が、県本土へ侵入する可能性も否定できないため、引き続き本種の防除を徹底する必要がある。

謝辞

本調査の試験地設定に際し、奄美市立伊津部小学校、鹿児島県奄美パークの皆様へ感謝します。

引用文献

- Heu, R. A., Tsuda, D. M., Nagamine, W. T., Yalem, J. A., Suh, T. H. (2006) Erythrina Gall Wasp *Quadrastichus erythrinae* (Hymenoptera: Eulophidae) New Pest Advisory No05-03.
- 岩智洋・迫田正和・穂山浩平・図師朋弘・住吉博和 (2011) 奄美大島におけるデイゴヒメコバチの生態と防除. 鹿児島県森林技術総合センター研究報告第 14 号：6-11.
- 金井賢一・松比良邦彦・上地奈美・湯川淳一 (2008) 奄美群島へのデイゴヒメコバチ（ハチ目：ヒメコバチ科）の侵入 日本応用動物昆虫学会誌第 52 巻 第 3 号：151-154.
- 大林隆司 (2003) 小笠原諸島に侵入したガジュマルクダアザミウマ 関東東山病害虫研究会報 第 50 集：

175-178.

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* 植物防疫第 61 巻第 9
号：24-27.

資料

奄美産木材の利用の現状と今後の方向性に関する調査

森田慎一*・図師朋弘**・岩智洋***

*森林環境部・**龍郷町駐在（現鹿児島県林業振興課）・***龍郷町駐在

はじめに

当センターでは、平成19年度から21年度にかけて、国土交通省の奄美群島振興開発事業により、「奄美産木材の建材・屋外材利用技術の確立及び市場調査」に取り組んだ。当該調査では、奄美産材を建築材や屋外（エクステリア）材などとして利用を拡大していくことを想定し、従来からの使用事例の調査に基づく問題点の洗い出し（図師ほか2009）や、耐蟻性、耐候性等の物性面での評価（図師ほか2010、森田ほか2010）を行うとともに、島産材の需給状況や市場性に関する調査を行った。この調査は、島内外の木材関連業者や消費者の、奄美産木材利用に関する意向及びニーズとともに、現状の木材（一般用材）流通の問題点を把握し、それらに対応した奄美産材活用の方向を見いだすことを目的として実施した。

調査方法

平成19～20年度にかけて、奄美大島本島及び需要先である沖縄県で、木材の生産、流通に関係する業者や、直接の需要者（設計事務所、工務店など）への聞き取りを実施し、現在の奄美産材の流通状況の把握と、一般住宅建材や屋外材としての利用を図る上での問題点の洗い出しを行った。

また平成21年度には、奄美群島における現在の住宅建築事情を知るために、県本土のプレカット業者に対するアンケート調査を、別添調査票により実施した。

奄美群島における島産材の供給

1. 森林資源と木材生産量

奄美群島の森林は、天然更新による広葉樹2次林とリュウキュウマツを主体とする、豊富な森林資源を有している。総蓄積量約1,300万 m^3 の9割方は民有林で、広葉樹はその7割近くを占める。針葉樹はほとんどがリュウキュウマツで、リュウキュウマツの蓄積量は約330万 m^3

となっている（表1）。

パルプ用チップ材の需要が減少したことにより、平成11年度から18年度までは、パルプ・チップ用材の生産は年間2,000～5,000 m^3 程度であった。また、一般用材の生産量も3,000 m^3 弱で推移してきた。一般用材は、公共事業による土木資材向けがほとんどであり、建築用材として使われる量はごく僅かで、一般住宅向けには流通していない現状であった（県大島支庁資料）。

しかしながら、平成19年度以降、国産材チップへの需要が高まったことを背景に2つのチップ工場が操業を開始するなど、奄美の林業は再び活性化しつつあり、チップ用材の生産量は、最盛時の13万 m^3 には届かないものの飛躍的な回復を見せている（表2）。

これに対して、一般用材としての生産量は減少が続いている。チップ用材の伐採搬出量が増加することによって、以前と比べると一般用材向けにも供給がされやすい状況になっていると思われるが、そうはなっていない。これは、一般用材の主な需要が公共事業向けである現状から、公共事業の縮減による影響が大きいものと考えられる。従って、一般用材の需要を拡大し、木材生産額を増加させるためには、公共事業頼みである土木用資材や公共住宅用から、一般住宅用建材や屋外材（ウッドデッキなどのエクステリア製品）などとしての利用へと転換を図る必要があると考えられる。

表1 奄美群島の森林資源の現状

奄美群島の森林	82,454ha	総面積の66%
うち民有林	74,560ha	森林の90%
森林の蓄積	12,977千 m^3	
うち民有林	11,677千 m^3	森林の90%
民有林の構成		
広葉樹	8,070千 m^3	蓄積の69%
針葉樹	3,607千 m^3	蓄積の31%
リュウキュウマツの資源		
面積	15,771ha	民有林の21%
蓄積	3,259千 m^3	針葉樹の95%

資料：鹿児島県大島支庁「平成21年度奄美群島の概況」

表2 奄美群島における2次製品の生産状況

区 分	パルプ・チップ用材		一般用材	
	量 (m ³)	額 (千円)	量 (m ³)	額 (千円)
18	4,245	27,298	1,856	24,227
19	16,557	95,770	1,348	17,662
20	36,240	402,400	855	9,213

資料：鹿児島県大島支庁「平成21年度奄美群島の概況」

2. 奄美産材の流通の現状と問題点

上で述べたとおり、奄美産材の主な用途はパルプ用チップ材であり、一般用材として市場に出回っているものはごくわずかである。奄美大島本島内で、主要な木材関連業者（家具や木工品等は除く）や需要者に、こうした状況についてどのように考えるか、また建築用材としての奄美産材の可能性などについて聞き取りした。

その結果、これまでリュウキュウマツ製材品など島産の建築用資材が一般住宅用材として市場に流通していなかった原因として、①製品の品質が安定していない、②安定供給に対する懸念がある、③製品の価格が高いという3点が挙げられるのではないかと考えていることがわかった。

まず、①の品質上の懸念としては、吸湿などによる施工後の材の暴れが心配であるということと、乾燥技術に不安があるということであった。全面塗装してあれば安心であるが、コストがかかる点と施主の好みにより自然に近い質感が求められることが多いので、その兼ね合いが難しいということである。吸湿して動かないように表と裏の最低2面は塗装してあることが望ましいという意見もあった。乾燥については、以前島内で乾燥を依頼したが、乾燥機の不調で失敗したことがあり、技術的に未だ信用できないという意見があった。また、リュウキュウマツについては、シロアリによる食害が激しく建築には使えないと思っている島民が多いため、設計段階での提案が難しいという意見も得られた。

次に、②の安定供給についての懸念として、木材流通業者から、消費者ニーズ（サイズ、塗装など）に合った

製品の現物が実際にいつでもあるということが何より大事であると強調された。また、需要者側からも、島産材の製品があれば使ってみたいが、実際に製品が流通している実績がないので、実物を見たこともなく設計段階で検討することさえもできないという意見があった。さらに、腰壁だけでなく、例えば回り縁などの品揃えを豊富にして、家具等とも同じ樹種で合わせることができるようにしたらよいのではという提言もあった。こうした意見を踏まえて、島産材の流通体制を整えていく必要があると考えられる。

③の製品価格については、現状ではリュウキュウマツでスギの倍近い設計単価となるので、公共事業などは別として、一般には使いづらいということであった。高価格となる原因としては、材料の安定的な確保が困難で、製材から乾燥に至る過程で長期にストックせざるを得ない状況があること、青変菌の発生や材の暴れなどによる歩止まりの低下で乾燥から加工に係る経費がかさむこと、加工設備や技術が十分でなく、島外に委託加工するケースも多いことなどが考えられた。

奄美産木材の需要

1. 森林土木事業への島産材利用

現在の奄美群島における一般用材の利用では、公共土木資材への利用が大きな割合を占めており、とりわけ森林土木関連である林道、治山事業での使用量が多い。表3には、過去3年間の林道・治山事業における、チップを除く木材使用量を示した。この3年間で事業量の減少や工種の変化などに伴って木材使用量も減少しており、平成21年度の使用量は、平成19年度の約3割にまで落ち込んだ。

これらの木材利用のうち、林道事業では法面の視距確保を目的とした木製パネルへの利用が多く、主にイタジイなどの広葉樹が使用されている。一方、治山事業では木製防風工に多く使用されており、これにはリュウキュウマツが使われている。

表3 奄美群島内の森林土木事業における木材使用量 (m³)

区 分	H19	H20	H21	樹 種
林 道	229.4	146.0	100.7	主にイタジイなど広葉樹
治 山	416.2	156.5	107.1	主にリュウキュウマツ
計	645.6	302.5	207.8	

鹿児島県林業振興課資料から作成

2. 沖縄県における奄美産材の需要

松くい虫被害により、沖縄県ではリュウキュウマツ用材が不足していることを背景に、従来から、奄美群島から沖縄県へ用材を移出してきた経緯がある（鹿兒島県2004）。そこで、沖縄県における奄美産材、特にリュウキュウマツ用材の、需要の現状や将来の可能性を検討するため、沖縄県の木材加工業者を対象に消費量や今後の意向等についての聴き取り調査を行った。その結果、次のようなことが明らかになった。

奄美同様、沖縄県においてもリュウキュウマツ（一般用材）の用途は公共事業がほとんどで、土木資材や、公共施設（鉄筋コンクリート造、以下RC）の内装材に使われている。一般の個人住宅には価格が合わず需要が伸びていない状況にある。また、木工品に関しては、琉球漆の技術を用いた製品も造られて好評を得ているが、土木や建築用材と比較すると僅かな量である。

沖縄県におけるリュウキュウマツの用材生産は年間600m³（平成18年度）程度であり、現状では、沖縄県内の需要を満たせる量ではない。沖縄県のリュウキュウマツの蓄積は松くい虫の被害を受け激減している。生産される用材も小径木が多く、木工・加工業者から需要のある尺上（直径30cm以上）の用材は慢性的に不足している状況である。こうしたことから、リュウキュウマツ資源が豊富にある奄美大島から移入している。

平成19年に沖縄県で生産された用材のうち、6～7割は、沖縄県北の名護林業生産加工販売協同組合（名護市）が消費している。名護林業の年間原木消費量は、500～600m³程度であり、県内のリュウキュウマツ用材の生産だけでは不足が生じている。その不足分は奄美大島の北大島木材センターから正角やラミナで入荷している。北大島木材センターは、沖縄県で不足しているリュウキュウマツを名護林業や国頭村森林組合を中心に年間200～300m³程度出荷していた。

こうしたことから、現在沖縄で需要に対して供給が不足している状況であることは明らかである。しかし、需要の多くが公共事業頼みであることから、こうした需給構造に変化がなければ、今後大きく伸びることはあまり期待すべきではないと考えられる。

3. 奄美の住宅建築事情と利用上の課題

今後、奄美産材（特にリュウキュウマツ）の住宅建築用材としての需要拡大を図るためには、奄美群島における住宅建築の現状を把握することが不可欠である。平成20年次の奄美群島における新設住宅着工戸数は406戸、そのうち木造住宅は62%の253戸であった（表4）。本県全体の木造建築率の51%や、同じ亜熱帯地域で台風

常襲地域である沖縄県の住宅建築がRC主体で、木造建築率はわずかに1%であることと比較すると、奄美は木造建築に対する指向が高い地域であると言える。

近年の木造住宅建築は、プレカットの普及が急速に進展し（鈴木2001、新井2004）、プレカット加工材を中心とした木材流通の上に乗っていると考えられるので、プレカット加工工場を調査することにより、木造住宅建設や木材流通の動向をある程度把握することが出来ると考えられる。奄美群島にはプレカット加工工場がないことから、今回は県本土のプレカット加工工場を対象に、奄美向けのプレカット加工に関するアンケート調査を実施した。アンケート調査の対象としたのは、県内全てのプレカット加工工場（9社）であり、全ての企業から回答を得ることができた。

回答を集約した結果、奄美群島向けに加工を行っている工場は9社のうち5社あり、平成20年における加工棟数は合計で183棟、6,194坪（1棟あたりの平均で約34坪）であった。県外から奄美へのプレカット材移入はないものと仮定して、群島内の木造住宅のプレカット加工率は、平成20年の新設木造住宅着工戸数253戸に対して72%となり、全国的な傾向（林野庁2010）と同様奄美群島においてもプレカット率は相当高いものと推定された。

また、プレカット加工の依頼は、島内外の木材問屋経由が大半を占めている。離島という条件から、プレカット工場への島内からの材料持ち込みによる加工はほとんど考えられないことから、材の手配はプレカット工場に一任されていると推察される。当然のことながら、島内の住宅建築現場では土台、柱・梁などの構造材はスギ材が使用されているというのが現状である。このようなプレカット加工材への島産材の利用は、コスト面からも供給面からも現状では困難であると考えられる。

アンケート調査では、奄美向けの木材の加工における留意点や問題点、その他意見についても記入してもらった。留意点や問題点については、台風常襲地帯である奄美向けに出荷する際には、強風を想定した母屋梁の増強、構造用金物を従来物件より多用する、垂木ピッチを狭めるなど剛性を高める工夫をしていること、また、高温多湿の奄美地域向けへの配慮から防腐・防蟻処理材の

表4 新設住宅着工戸数(平成20年)

	総数	木造
奄美	406戸	253戸(62%)
本県	12,302戸	6,264戸(51%)
沖縄県	12,300戸	164戸(1%)

資料:鹿兒島県林業振興課

仕様には注意を払っているなどの回答が得られた。その反面、木造住宅建築がグリーン（生）材からKD（人工乾燥）材へ移行している昨今でも、奄美群島は依然グリーン材の使用が多いという回答も得られた。こうしたことは、発注者（工務店、ビルダー）側の意識の持ち方によって左右される面があるものと考えられる。

その他には、奄美群島に限ったことではないが、受注減や過当競争により製品価格が低下していること、また離島ならではの問題として、荷役時の建築資材の下ろし忘れの事例なども寄せられた。

奄美産材利用拡大の取組み

奄美群島での、最近の木材利用拡大の取組としては、平成16年度から18年度にかけて、木工分野での加工技術の高度化、技術者の養成、加工販売施設等の整備、島内外に向けた販売戦略の構築など総合的な取り組みを展開することを目的とした「あまみ木工の里づくり事業」がある（奄美群島広域事務組合2007）。具体的な取組として、デザイン力向上のための講習会開催や各事業者（工房等）への巡回指導、木材乾燥技術や加工技術、塗装技術向上のための講習会開催や技術指導などが行われた。また、新規技術者養成のために実地研修を行い将来の担い手育成を図った。さらに、奄美産材のPRを目的とした木工体験や木工教室を開催し、広く地域住民に木材の良さを普及したほか、島外への出荷を見据えた販売戦略を構築するため、東京、横浜、神戸、福岡等の大都市において木工製品の展示会も開催した。

当該事業が実施された3年間は、地元事業者や関係市町村も事業のバックアップや梃子入れに力を注ぐなど盛り上がりが見られたとともに、木工品の売り上げが向上するなどの成果もあった。しかし、事業の終了とともにそれまでの活動が停滞してしまい、期間限定の一過性のものになってしまっている感も否めない。その要因の一つとしては、木工製品のみで市場に打って出たことにより、限られた消費者の需要しか掴めなかったことも挙げられるのではないかと考えられる。

平成19年度からは、上記事業で得られた人的つながりを継承しつつ、さらに発展させた形で、「奄美の家づくり事業」が実施されている。この事業は、奄美産材の積極的な活用と需要拡大を図るという目的では、「あまみ木工の里づくり事業」と同じであるが、住宅建築材料として奄美産材、とくにリュウキュウマツ材を積極的に腰壁等の内装材に活用していこうという点でターゲットが異なっている。木材の使用量に占める住宅建築の割

合が大きいことから、建築材料に的を絞った展開を図ることは方向として適切かつ重要であると考ええる。

当該事業によるこれまでの取り組みとしては、住宅建築現場を見学するバスツアーの開催や、奄美産材を住宅内装材に使用した際の材料費の一部助成、奄美産材を用いた家づくりのパンフレット作成などがある。

課題解決に向けた方策

以上の調査結果を踏まえて、奄美産材を建材等に利用していくための課題解決に向けた方策を考察する。

まず、「奄美産材の流通の現状と問題点」の項で述べた、流通・需要者側から寄せられた3つの問題点の解決の一つ一つ取り組んでいくことが重要であると考えられる。

品質上の懸念に関しては、既存の木造施設の調査結果（図師ほか2009）などからも水分管理の重要性が明らかであり、製材後の乾燥や薬剤処理、さらには塗装まで含めた加工技術の向上が喫緊の課題であると考えられる。また、安定供給についての懸念や製品価格に関しては、生産者の技術力やコスト削減に対する努力が必要であるほか、マーケティングや営業力不足も要因として挙げられるのではないかと思われ、実際の製品が目に見えるような形で示されるなど、こうした部分での対応の強化も図らなくてはならないと考える。

奄美産材の中でもリュウキュウマツは、材色・木目が美しく利用価値が高い材であり、建築用材としてリュウキュウマツを最優先のターゲットとして、利用拡大を図ることも必要と思われる。これまで公共建築物においては、構造用大断面集成材に利用された奄美パーク（写真1）をはじめ、公営住宅や集会所等の内装材（写真2）等に積極的に利用され、島民にもある程度認知されてきている。しかしながら、一般住宅への利用は少ない現状であるため、前述のように聞き取り調査を行った結果、特にリュウキュウマツに対してはシロアリ被害の不安が指摘された。確かにリュウキュウマツそのものは耐蟻性が低い材料で、野外杭打ち試験の結果（図師ほか2010）でも無処理材の耐蟻性は試験に供した5樹種（スギ、ヒノキ、イタジイ、イジュ及びリュウキュウマツ）の中では最も劣っていた。ただし、適切な薬剤処理を施すことによりスギやヒノキとほぼ同等の耐蟻性能が得られることが確認できている。

現在の古い住宅は、防腐・防蟻処理を施すこともなく建てられた結果、シロアリによる被害が甚大であった可能性は十分にあり、そうしたイメージが定着しているも



写真1 笠井町 奄美パーク
(リュウキュウマツ大断面集成材使用)
建築面積:3,163 m², 木材使用量:316 m³



写真2 龍郷町 大勝小学校
(リュウキュウマツを腰壁に利用)

のと考えられる。住宅部材の質や建築施工技術は、現在相当向上していることも確かであり、適切な防腐・防蟻処理と設計・施工の改善（高耐久設計）により、高度な耐久性を発現できるという実例を示し、リュウキュウマツを使用することに対する不安を払拭することも重要である。

これらにも優先して検討しなければならないことは生産コストの低減である。特に製材から製品までの総コストに占める乾燥コストの比率が大きいと考えられることから、リュウキュウマツに合った低コスト乾燥技術の確立が、早急に解決しなければならない課題である。乾燥コストの低減に向けた方策としては、天然乾燥と人工乾燥を併用した手法を用い、人工乾燥期間の短縮を図ることや、乾燥時の歩止まり向上を図るための技術の確立が考えられる。ここで注意しなければならないことは、リュウキュウマツは青変菌による変色被害を受けやすい材であることから、伐採後速やかに製材することは勿論であるほか、製材直後に防カビ剤を表面に散布し、青変菌の侵入を防ぎながら天然乾燥を行う必要があるということである。

さらに、新たな商品開発も必要である。腰壁などの内

装材だけを出荷しても、他の材料とのマッチングの問題などでユーザー側が使用箇所を限られて苦慮してしまうため、現在の住宅建築仕様に適合し、リュウキュウマツの材質・木目を活かすようなトータル的な利用（腰壁と框、巾木、出隅、入隅、腰見切り等と合わせた製品をそろえるなど）や、リュウキュウマツの高強度性能を活かした階段板など、造作材等への利用の提案も積極的に行う必要がある。

当県における公共事業量の増大は期待できないものの、この分野も今後とも積極的に取り組んでいく必要がある。また、沖縄県向けの移出については、これまで奄美大島から沖縄県に出荷してきた北大島木材センターが廃業したため、平成21年度以降沖縄県に輸出している業者は無くなっている。沖縄県への輸出については、新たな流通体制の確立が急務となっている。

今後は、内装材を中心としながらより幅の広い建築用材への利用の拡大と需要確保に努めることが、奄美産材の活用促進に繋がると考えられる。そのためには、上述のような技術的課題をクリアすることにより高品質な製品の製造に努めるとともに、定時、定量といった安定供給が行える生産・流通体制の確立も重要となり、技術支援や施策上の支援も必要となってくるであろう。

引用文献

- 奄美群島広域事務組合(2007). あまみ木工の里づくり事業成果集
- 新井紀範(2004)プレカット材-プレカット工場の役割と課題-. 木材工業 59(11): 551-554.
- 鹿児島県(2004). かごしま材利用推進事業「奄美産材製品の生産流通加工体制の研究報告書」
- 図師朋弘・森田慎一・穂山浩平(2009)リュウキュウマツ木棧道の劣化調査. 鹿児島県森林技術総合センター研究報告 12: 1-10.
- 図師朋弘・森田慎一・岩智洋・穂山浩平・日高富男(2010)奄美産木材の野外杭打ち試験による防蟻性能評価. 鹿児島県森林技術総合センター研究報告 13: 53-60.
- 鈴木武史(2001)木造住宅の動向と木材需要. 林業経済 634: 1-9.
- 森田慎一・図師朋弘・岩智洋(2010)奄美におけるダブルレイヤー法による木材の耐候性評価. 鹿児島県森林技術総合センター研究報告 13: 61-65.
- 林野庁(2010)平成22年版森林・林業白書, pp. 102.

別添1 奄美群島におけるプレカット加工実態調査表

【問5】【問4】の依頼元について、もし差し支えなければ、主な会社名を記入してください。

会 社 名	所在地（市町村名）

(1) 住宅メーカーや地場工務店
※住宅メーカーや地場工務店などに該当しない場合、木材問屋や設計事務所等を記入して下さい。

会 社 名	所在地（市町村名）

【問6】奄美群島向けのプレカット加工について、特に本工と異なる点や留意するところはありますか、ありましたら記入して下さい。

【問7】最近の県内住宅事情やプレカット加工事情、その他留意点等がございましたら記入して下さい。

ご協力ありがとうございました。

奄美群島におけるプレカット加工調査票

本調査は、奄美群島における住宅建築の現状を把握するためにプレカット加工の実態を調査するものです。記入できる範囲で結構ですので、調査にご協力いただくようお願いいたします。なお、お寄せいただいた情報については、取りまとめられたものを一部公表することはありますが、本調査の目的以外には使用せず、また、産地の情報については第三者に提供すること致しません。

【問1】御社の会社名および所在地を記入して下さい。

会 社 名	代表者名		記入者
所 在 地	TEL	FAX	

【問2】御社のプレカット年間加工能力を記入して下さい。

プレカット年間加工能力	棟（ 坪 ）

【問3】平成20年（平成20年1月～12月）の県内向けプレカット加工棟数及び加工坪数を構造材、別構材別に県内および奄美群島分（内数）を記入して下さい。

(1) 構造材

区 分	県 内	うち奄美群島分
加工棟数	棟	棟
加工坪数	坪	坪

(2) 別構材

区 分	県 内	うち奄美群島分
加工棟数	棟	棟
加工坪数	坪	坪

【問4】奄美群島向けの加工は、主にどちらからの依頼によるものでしょうか、もし差し支えなければ、下置の区分ごとに該当する加工棟数を記入してください。

区 分	住宅メーカー	地場工務店	設計事務所	木材問屋等	その他
棟数	棟	棟	棟	棟	棟

裏面もあります

資料

木製防風柵工用リュウキュウマツへの薬剤注入性

図師朋弘*・森田慎一**・岩智洋***

*龍郷町駐在（現鹿児島県林業振興課）・**森林環境部・***龍郷町駐在

はじめに

奄美群島では、リュウキュウマツ材有効利用の一環として、防腐処理柱材を用いた木製防風柵が施工されている（写真1）。しかしながら、このような屋外での厳しい使用条件下では、薬剤注入する材の水分管理（乾燥等）が適切に講じられていなければ、目的とする性能を得られる十分な薬剤注入量が確保されず、腐朽やシロアリによる被害の発生を早めてしまいかねない。そこで、必要とする耐久性を確保する上で望ましい含水率や、適切な水分管理手法を把握するために、防風柵工として用いられるリュウキュウマツ柱材への薬剤注入性と、材の乾燥状態との関連性について試験を行った。

試験方法

1. 供試材料

平成20年3月末に伐採し製材したもの（8cm正角×2m, 10本）について、天然乾燥（以下天乾）による含水率変化の経過を測定した。天乾過程の含水率は、天乾終了時に全乾法により求めた試料重量から逆算した。

天乾終了後1mに切断して薬剤注入に供した。天乾材との比較のため、平成20年10月末に伐採し製材した生

材（同寸角1m, 4本）についても、含水率を測定した後薬剤を注入した。

2. 薬剤の加圧注入

薬剤注入は、県内企業に依頼して平成20年11月21日に実施した。注入薬剤は、銅とシプロコナゾールを有効成分とする銅・アゾール系の加圧注入用木材防腐防蟻剤（CuAz-2）である。製材の日本農林規格（JAS, 農林水産省2007）で定める性能区分によるK3およびK4（表1）に相当する性能を期待できる薬剤に該当し、（社）日本住宅・木材技術センターの優良木質建材等認定（AQ）薬剤でもある（日本住宅・木材技術センター2002）。注入薬剤の有効成分（CuO）濃度は0.26%（45倍希釈）、加圧時間は1.47MPaで10時間30分とし、総注入処理時間は12時間30分であった。

3. 注入性の評価

製材の日本農林規格（前出）では、薬剤注入による保存処理は、注入された薬剤重量を処理材の材積で除して算出する注入量と、材の断面に占める呈色面積の割合（浸潤度）とを、性能区分の基準として評価することとしている。そこで、天乾材と生材への薬剤注入量及び浸潤度

表1 JAS規格における性能区分と使用環境

性能区分	使用環境
K1	屋内の乾燥した条件で腐朽・蟻害の恐れのない場所で、乾材害虫に対して防虫性能のみを必要とするもの
K2	低温で腐朽や蟻害の恐れのない条件下で高度の耐久性の期待できるもの
K3 (AQ2種)	通常の腐朽・蟻害の恐れのある条件下で高度の耐久性の期待できるもの
K4 (AQ1種)	通常より激しい腐朽・蟻害の恐れのある条件下で高度の耐久性の期待できるもの
K5	極度に腐朽・蟻害の恐れのある環境下で高度の耐久性の期待できるもの



写真1 リュウキュウマツを用いた木製防風柵工

日本木材防腐工業組合(2005)

をそれぞれ（式1）および（式2）によって求めた。

$$\text{薬剤注入量(kg/m}^3\text{)} = (\text{注入後重量} - \text{注入前重量}) / \text{注入前材積} \quad \dots\dots\text{(式1)}$$

$$\text{浸潤度(\%)} = (\text{呈色部面積} / \text{断面積}) \times 100 \quad \dots\dots\text{(式2)}$$

浸潤度測定にあたっては、クロムアズロールS0.5gと酢酸ナトリウム5gとを水500mlに溶解したものを塗布し、濃緑色に呈色した浸潤部面積をプランメーターで測定した。

結果と考察

天乾過程の結果を図1に示す。天乾に供した材の初期含水率の平均は73%（最小40.7%，最大94.6%）で、平均値では心材より辺材の方が高かったが、心材部のバラツキが大きく、辺材部よりも含水率の高い個体もあつ

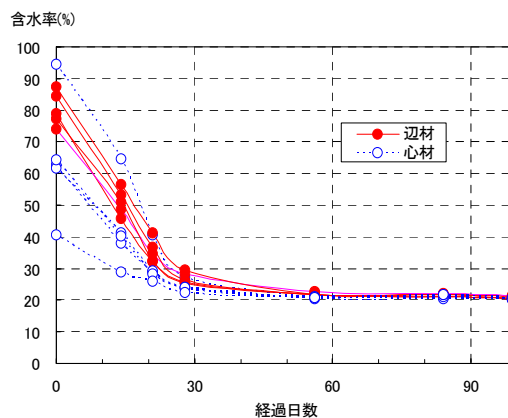


図1 天然乾燥過程における含水率経過

た。天乾を約1か月行うことにより、心材の含水率は30%以下に、辺材も30%程度にまで減少した。また、天乾を約3か月行うことにより、心材と辺材の水分差がほ

表2 天乾材と生材の違いによる薬剤注入量と浸潤度

供試材	部位	製材後		天乾後		注入量 (Kg/m ³)	浸潤度 (%)	浸潤度_10mm (%)
		MC(%)	ρ (g/cm ³)	MC(%)	ρ (g/cm ³)			
天乾材	辺材	80.39	0.97	20.76	0.68	248.51	90.20	92.07
	心材	64.75	0.78	20.50	0.58	211.35	64.73	74.80
	全体	72.57	0.88	20.63	0.63	229.93	77.47	83.43
生材	辺材	60.95	1.03	—	—	71.03	63.33	71.00
	心材	89.80	1.08	—	—	58.86	51.50	70.67
	全体	75.38	1.05	—	—	64.94	57.42	70.83

MC:含水率, ρ:比重(容積重)

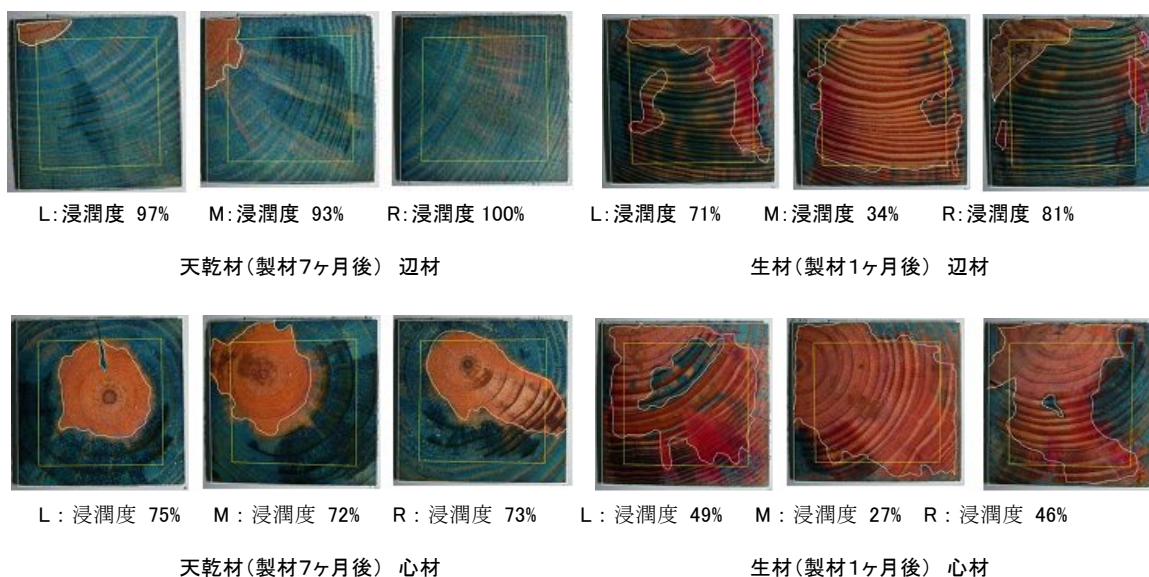


写真2 天乾材と生材の浸潤度の違い

とんどなくなり、心・辺材とも20%程度となった。加圧式保存処理の条件として含水率30%以下が推奨されている（日本木材防腐工業組合2005）が、これを満たすためにはほぼ1か月以上の天乾が必要と考えられた。

表2に薬剤注入量と浸潤度、写真2に薬剤注入状況を示す（断面写真中の曲線が、プランメーターで面積を測定した部分、正方形が材面から1cmのライン）。写真2の説明中のLおよびRは1m材の左右の木口から約10cm、Mは材の中央部の浸潤度の状況である。

天乾材、生材別の平均薬剤注入量は、生材（含水率75.4%）が64.9kg/m³であったのに対し、天乾材（同20.6%）は229.9kg/m³であり、天乾材の方が生材の約3.5倍の注入量を示した。

浸潤度の平均は天乾材で77.5%、生材では57.4%であった。また、材面から深さ10mmまでの浸潤度_{10mm}は、それぞれ83.4%と70.8%であった。

今回の材料に関しては、製材から注入までに要した期間が、天乾材で約7か月、生材で約1か月であった。生材の場合にも製材から注入処理まで、発送や作業日程の

関係で1か月近い期間が経過しており、製材直後に行った測定結果よりもある程度含水率の低下があったものと考えられる。特に、材面から10mm程度までは含水率低下が進みやすいと考えられ、実際に全体の平均よりも表層部の浸潤度は高く、薬剤の浸透がみられている。しかし、材内部まで含めた全体の浸潤度に関しては、天乾材と比較すると生材は20%ほど低い値であった。

防風柵工としての利用は、接地かつ曝露状態での使用になることから、表1に示した区分でK4（またはAQ1種）以上の性能を有する材であることが望ましい。JASや、（社）日本住宅・木材技術センターが行う優良木質建材等の品質性能評価基準では、K4及びそれに相当するAQ1種は2.0kg/m³以上、K3及びそれに相当するAQ2種は1.0kg/m³以上という吸収量基準が定められている（農林水産省2007、日本木材防腐工業組合2005）。この場合の吸収量は、材表面から深さ10mmまでの部分を定量分析したのものとなっており、材全体の薬液注入量から計算されるものとは異なるが、仮に材内での薬液分布が均等であるとすれば、天乾材の平均薬液吸収量は、 $229.9 \times 0.26\% \approx$

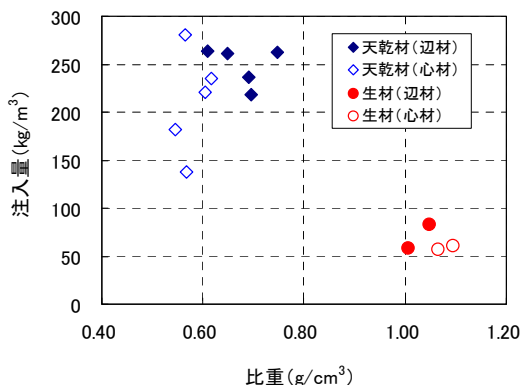


図2 比重と薬剤注入量の関係

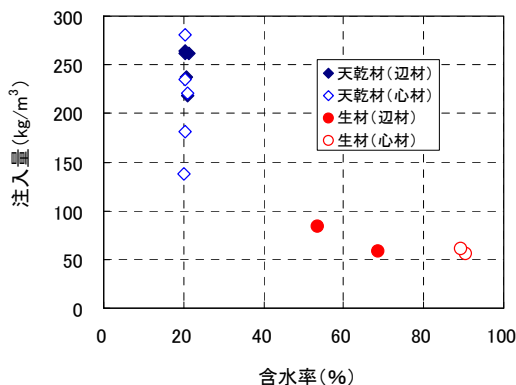


図3 含水率と薬剤注入量の関係

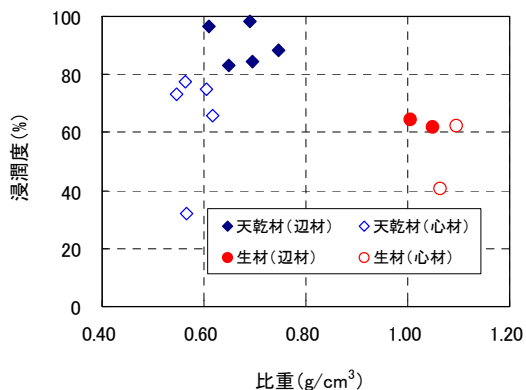


図4 比重と浸潤度の関係

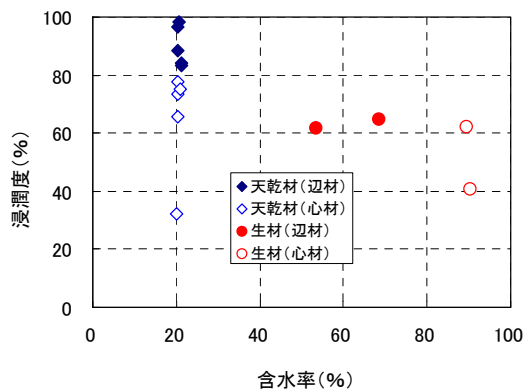


図5 含水率と浸潤度の関係

0.60 kg/m³、生材では $64.9 \times 0.26 \approx 0.17$ kg/m³ と計算される。実際には材内部への浸透量よりも表面にとどまる薬液の方が多いと考えられることから、基準に従って定量分析した場合は、計算上の数値よりも吸収量は大きく評価されると思われる。しかしながら、総吸収量から計算された値が、天乾材でも K3 や AQ2 種の基準を下回っていることから、十分な吸収量であるとは言い難い。すなわち、天乾だけでは含水率低下が不十分であると考えられ、十分な防腐・防蟻効果を発揮させるためには、人工乾燥による水分管理をきちんと行った上での注入処理が不可欠である。そうした上でさらに、薬液濃度の調整等、注入方法の改善も検討すべきであろう。

試験材の比重（容積重）および含水率と注入量との関係を図2および図3に、同じく比重及び含水率と浸潤度との関係を図4および図5に示す。同じ樹種であるので、比重の大小には含水率の違いが大きく関与している。比重及び含水率が高い方、すなわち生材の方が薬剤注入量は大きく減少しており、注入前の乾燥（水分管理）を十分に行う必要があることは前述のとおりである。

天乾材の含水率はほぼ20%で一定であったが、注入率や浸潤度には大きなバラツキがある。表2や写真2からもわかるように、心材部の薬剤注入量及び浸潤度は辺材部より小さかった。

一般に木材内での薬液の浸透性は心材よりも辺材の方が優れており、樹種ごとの浸透性の評価は心材の浸透性を目安としている。これは、木材内での薬液の浸透は、材を構成する各細胞にある有縁壁孔（ピット）を介して隣接する細胞に移動する形で行われるが、辺材部ではこのピットにある弁が機能しており開きやすいのに対して、心材部では抽出成分で覆われていたり、心材化の過程で水分が細胞から抜け出す際にピットが物理的に閉じてしまったりしている場合が多いことによるとされている（屋我ら編1997）。心材天乾材の中には生材よりも浸潤度が低い個体もあり、場合によっては注入処理上の問題となる可能性もあることが示唆される。

まとめ

今回、奄美産リュウキュウマツ材の有効利用として施工されている木製防風柵工の耐久性向上を図るために、含水率と薬剤注入性について検討し、以下のような結果を得た。

1. リュウキュウマツ材（8cm正角）を4月から10月までの期間で天然乾燥したところ、含水率は心・辺材とも約3か月で20%程度にまで低下した。

2. 天然乾燥を約7か月行った材と、伐採1か月後の生材の薬剤注入量を比較したところ、天乾材は生材の約3.5倍となった。しかし、この場合でも条件の厳しい屋外での使用を想定した基準を満たせない可能性が高く、人工乾燥による含水率管理の徹底と、注入方法の改善が必要と考えられた。
3. 天乾材と生材の呈色反応による浸潤度を比較すると、断面全体では天乾材が生材の約1.4倍であった。また、材面から深さ10mmまでの浸潤度について比較すると約1.2倍であった。
4. 辺材部と比較して心材部は薬剤注入性が悪く、心材部の存在は注入処理上の問題となる可能性もあると考えられた。

引用文献

- 農林水産省(2007)製材の日本農林規格. 平成19年8月29日農林水産省告示第1083号.
- (社)全国木材組合連合会(2008)わかりやすい新製材JASの解説.
- (財)日本住宅・木材技術センター(2002)木造住宅のリフォームにおける地域産材利用のすすめ. pp. 7-9.
- 日本木材防腐工業組合(2005)加圧式保存処理木材の手引き第3版.
- 屋我嗣良・河内進策・今村祐嗣編(1997)木材科学講座12 保存・耐久性. 海青社, 東京: pp. 132-133.