

## 論文

# 沖縄島北部の森林における 主要造林樹種に対するキクイムシ類の寄主選好性<sup>\*1</sup>

後藤秀章<sup>\*2</sup>・古堅 公<sup>\*3</sup>・松本隆亮<sup>\*3</sup>・新垣拓也<sup>\*4</sup>・清水 晃<sup>\*2</sup>

後藤秀章・古堅 公・松本隆亮・新垣拓也・清水 晃：沖縄島北部の森林における主要造林樹種に対するキクイムシ類の寄主選好性 九州森林研究 70：27－31，2017 沖縄島北部の森林は希少固有種が多く生息する保全上重要な地域であるとともに、現在も林業が行われている。そこでこの地域の穿孔性昆虫の生物相の保全に必要な情報であるキクイムシ類の寄主選好性を明らかにする目的で、造林樹種であるイジュ、イスノキ、エゴノキ、リュウキュウマツと天然林の優占種であるイタジイの丸太を林内に設置する試験を行った。ガンショキクイムシではイタジイに対する選好性があったが、他の種の寄主選好性はそれ程明瞭ではなかった。一方でエゴノキ、イジュについては養菌性キクイムシ類に好まれない傾向があった。

キーワード：沖縄島、キクイムシ類、寄主選好性、造林、穿孔性昆虫

## I. はじめに

沖縄島北部の森林はヤンバルクイナ、ノグチゲラ、ヤンバルテナゴコガネなどの希少固有種が多く生息する保全上重要な地域であり、2016年には国内33カ所目の国立公園として、この地域に「やんばる国立公園」が指定された（環境省，2016）。一方でこの地域では現在も木材生産を始めとする林業が行われている（篠原，2015）。このような地域で今後林業を継続するためには、様々な施業がそこに生息する生物に与える影響を明らかにすることが、非常に重要な課題と考えられる。

カミキリムシ類（甲虫目，カミキリムシ科），キクイムシ類（甲虫目，キクイムシ亜科，ナガキクイムシ亜科）などの穿孔性昆虫は、森林の初期の分解者として機能している。それに加え、これらの昆虫はその他の生物の餌としても重要である。

これまでこの地域の生物多様性の保全に必要な情報を提供する目的で、これら穿孔性昆虫を指標とした調査を行ってきた（後藤ほか，2011など）。その過程で天然二次林と比較して、様々な樹種が植林された人工林では、これら昆虫の繁殖源である倒木の材積あたりの種数・個体数が少ないことが明らかとなってきた（後藤，未発表）。原因としてまず考えられるのは、これらの森林の間の構成樹種の違いである。この地域の天然性の二次林では、ほとんどがイタジイ（スタジイ：*Castanopsis sieboldii*）が優占するのに対し、造林が行われた森林では、その造林樹種が優占する可能性が高い。これらの樹種に対するそれぞれの分類群に属する種の寄主選好性の違いは、上記の天然性二次林と人工林で採集される穿孔性昆虫の種数・個体数に影響していることが予想される。

キクイムシ類の中でも、とくに養菌性のものについては、重要害虫であるカシノナガキクイムシ（*Platypus quercivorus*）や、梶村（1995）のクスノオオキクイムシ（*Xylosandrus mutilatus*）

の例など、特別に研究されている種を除き、その多くは寄主選好性が明らかでない。養菌性キクイムシ類は直接木材を摂食せず、孔道壁で培養した共生菌類を摂食するため寄主特異性が低いと考えられている（野淵，1974；Beaver，1979）。そのため国内の文献の多くは、その寄主を「各種広葉樹」などとしており（林ほか，1984）、選好性の違いが森林タイプごとのキクイムシ相に与える影響を評価できなかった。そこで本研究では、キクイムシ類について、この地域の代表的な造林樹種に対する選好性を明らかにすることを試みた。

## II. 調査地と方法

調査は沖縄県国頭村の西銘岳周辺の3カ所で行った。天然林試験地（NF）は西銘岳西斜面のチヌフク林道付近に設定した。調査地はイタジイを中心とした天然性二次林で、一部に2005年に育成天然林施業（伐り捨ての除伐）が施された森林が含まれる以外は、とくに施業などは行われていない。また、ほぼ林冠は閉じている。皆伐試験地（OL）は2009年に皆伐、造林されている。伐採前および周辺はイタジイを中心とした天然性二次林で、伐採後にはホルトノキ（*Elaeocarpus sylvestris*）、イジュ（*Schima liukuensis*）、クスノキ（*Cinnamomum camphora*）、センダン（*Melia azedarach*）が植栽されており、年2回夏期に下刈りが行われている。植栽木は2m程度に生長しているが、林冠は形成されていない。マツ林調査地（PF）は調査時点で47年生のリュウキュウマツ人工林である。上木はリュウキュウマツ（*Pinus luchuensis*）が優占しているが、下層から中層には広葉樹が多い。また、薬剤散布などによる松枯れ防除は行われておらず、林冠はほぼ閉じている。

天然林試験地には設置する丸太の種類による広葉樹区（NFB）

<sup>\*1</sup> Goto, H., Furugen, H., Matsumoto, T., Arakaki, T. and Shimizu, A. : Host selection of bark and ambrosia beetles (Scolytinae and Platypodinae) to major planted tree species in northern part of Okinawa Island.

<sup>\*2</sup> 森林総合研究所九州支所 Kyushu Res. Center, For. & Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860-0862, Japan.

<sup>\*3</sup> 一般財団法人沖縄県環境科学センター Inc. Okinawa Pref. Environment Science Center, Okinawa 901-2111, Japan.

<sup>\*4</sup> 沖縄県森林資源研究センター Okinawa Pref. For. Resour. Res. Center, Okinawa 905-0017, Japan.

とマツ区 (NFP) の 2 種類の調査プロットを歩道に沿って直線状に交互になるよう、それぞれ 6 カ所に配置した。調査プロットは歩道より 2 m 以上森林内に入った所に、またそれぞれの調査プロットは 20 m 以上離して配置した。皆伐試験地にも同様に広葉樹区 (OLB) とマツ区 (OLP) の 2 種類の調査プロットを 6 カ所ずつ、伐採時の林縁に沿った弧状の歩道から 5 m 程度伐採地に入った所に配置した。マツ試験地についても同様に、広葉樹区 (PFB) とマツ区 (PFP) の 2 種類の調査プロットを歩道に沿って直線状、6 カ所ずつ 5 m 以上林内に入るように配置した。

これらの調査区に、2016 年 3 月 1 日から 4 日までの間に、エサ木として丸太を設置した。設置した丸太は、NFB と OLB には天然林の優占種であるイタジイ、およびこの地域の代表的な造林樹種であるイジュ、イスノキ (*Distylium racemosum*)、エゴノキ (*Styrax japonica*) をそれぞれ 1 本ずつ、PFB にはイタジイの丸太 1 本、また NFP、OLP、PFP にはリュウキュウマツの丸太 1 本を各調査プロットに設置した。リュウキュウマツの丸太を別にしたのは、針葉樹の成分に広葉樹を選好する種が忌避されるのを防ぐためである。

設置した丸太のうちイタジイ、イジュ、エゴノキ、リュウキュウマツについては奥 2 号林道沿いの県営林、イスノキは名護市大中の沖縄県森林資源研究センター旧庁舎内で採取した。それぞれの樹種について立木を伐採し、直径 8~15 cm、長さ 150 cm に玉切りして使用した。イスノキについては 2 月 22 日に伐採し、試験地近くまで運搬した後、ビニール袋とブルーシートによって被覆し、乾燥と昆虫による穿入を防いで設置まで保管した。それ以外の樹種については、上記設置期間内に伐倒し、玉切り、設置までを連続して行った。丸太はなるべく接地面が大きくなるように設置した。

設置した丸太は 2016 年 7 月 27 日と 28 日に回収した。それぞれの丸太は、太い方から 10 cm を残し、そこから長さ 30 cm の丸太と厚さ 5 cm の円盤を切り出した。30 cm の丸太は新聞紙に包んだ上で、5 cm の円盤はそのままでチャック付ポリ袋 (生産 日本社製、ユニパック K-8) にそれぞれ入れ、チャックを閉じて回収した。また、回収した丸太は熊本市中央区黒髪にある森林総合研究所に送付し、30 cm 丸太は 25℃ に設定したエアコンにより室温を下げた室内で保存した。30 cm の丸太は 2016 年 8 月 26 日までに割材し、キクイムシ類に特有の小径の円孔について、穿入孔毎に穿入者の有無を確認した。穿入しているものがキクイムシ類であればこれを採集し、穿入孔毎に 70% エタノールを入れた 2 ml のマイクロチューブ内で一時的に保存した。その後採集したキクイムシ類は、通常の乾燥標本を作製した後、実態顕微鏡下で種まで同定した。また、割材時に内部に生物が見つからず、形状からキクイムシ類の穿入孔と考えられたもの (加邇, 1959) については、空の穿入孔として記録した。

5 cm の円盤は含水率の計測に用いた。ビニール袋内に水滴が見られたことから、袋ごと全体の重量 (全重) を計測した後に円盤を取り出し、ビニール袋を晴天の屋外で 1 日乾燥させて重量を計測し、全重から袋の重量を引いたものを生重とした。円盤を 50℃ の乾燥機内で重量が変化しなくなるまで乾燥後に重量を計測したものを乾重として、次式に従い計算したものを含水率とした。

$$\text{含水率 (\%)} = 100 \times (\text{生重} - \text{乾重}) / \text{乾重}$$

穿入孔数の比較において統計解析は Kruskal-Wallis test を使用し、有意差が示された場合 ( $P < 0.05$ ) に、すべての独立変数の間で Dunn's Multiple Comparison Test による多重比較を行った。計算には Graph pad Prism 4 (Motulsky, 2005) を用いた。

### Ⅲ. 結果と考察

30 cm の丸太の割材の結果、291 孔の穿入孔より 15 種のキクイムシ類が採集された (表-1)。これらのうち約 80% にあたる 230 孔の穿入孔は天然林試験地の丸太上にあり、皆伐試験地では丸太の種類、本数ともにより少ないマツ林試験地よりもキクイムシ類が採集された穿入孔数が少なかった。また割材時点で内部が空になっている穿入孔をあわせた総穿入孔数でも、天然林試験地が最も多く、皆伐試験地ではキクイムシ類が採集された穿入孔数と比較して空の穿入孔の数が顕著に多かった (表-1)。また、キクイムシ類が採集された穿入孔のうち約 80% は養菌性キクイムシ類により形成されており (表-1)、樹皮下キクイムシ類による穿入孔は、全てがリュウキュウマツに形成されていた。すべての試験地に設置したイタジイおよびリュウキュウマツで比較すると、イタジイ丸太の養菌性キクイムシ類では、皆伐試験地と比較して天然林試験地で有意に多くの穿入孔が形成されており、天然林試験地とマツ林試験地ではそれほど差がなかった (図-1)。またリュウキュウマツ丸太の養菌性キクイムシ類では、天然林試験地で他の 2 試験地と比較して、有意に多くの穿入孔が形成されていた (図-2)。さらに、調査地間でリュウキュウマツ丸太での樹皮下キクイムシ類の穿入孔数に有意な差はなかったものの (図-3)、皆伐試験地では穿入孔は形成されていなかった (表-1)。以上のことから、キクイムシ類は、皆伐地よりも林内の環境をより好んで穿入すると考えられ、今回の調査では広葉樹かマツ林かといった植生は、あまり影響しておらず、皆伐地では一旦穿入した個体も、多くは繁殖に失敗して孔道を放棄すると考えられた。この原因として、丸太の乾燥が考えられる。一般にキクイムシ類は乾燥に弱く、木材の含水率が低くなると穿入加害できないと考えられている (野淵, 1992)。今回設置した丸太の含水率の計測結果を図-4 に示す。すべての広葉樹で皆伐地では天然林よりも含水率が低く、このことが皆伐試験地でキクイムシ類が少ない原因と考えられる。一方でリュウキュウマツでは、含水率は試験地の間でほとんど差はなかった。にもかかわらず、マツ林では天然林と比較してリュウキュウマツ丸太で養菌性キクイムシ類が有意に少なく (図-2)、樹皮下キクイムシ類も有意な差はないものの、マツ林の方で少なかった (図-3)。とくに養菌性キクイムシ類については、マツ林で全く採集されなかったことから、マツ林のリュウキュウマツ丸太では何らかの忌避効果が働いていたと考えられるが、原因は不明である。

次にキクイムシ類の穿入孔が多かった天然林試験地について、養菌性キクイムシ類の穿入孔数を樹種間で比較した。樹種毎の穿入孔数、種数を表-2 に示す。種数が最も多かったのはイタジイとイスノキの 5 種、次いでリュウキュウマツの 4 種、イジュの 3 種で、エゴノキでは 1 種しか採集されなかった。丸太あたりの平

表-1. 各調査地における種別穿入孔数, キクイムシが採集された穿入孔数, 種数および総穿入孔数

		天然林試験地	皆伐試験地	マツ林試験地
樹皮下キクイムシ類				
ヒメアカキクイムシ	<i>Coccotrypes advena</i>	8	0	3
クリノミキクイムシ	<i>Coccotrypes cardamomi</i>	2	0	0
サザンカコアトマルキクイムシ	<i>Coccotrypes longior</i>	6	0	0
ケブカキクイムシ	<i>Coccotrypes nubilus</i>	4	0	0
小計		20	0	3
養菌性キクイムシ類				
アカクビキクイムシ	<i>Ambrosiodmus rubricollis</i>	6	0	2
フタイロキクイムシ	<i>Euwallacea bicolor</i>	49	1	19
アイノキクイムシ	<i>Euwallacea interjectus</i>	2	0	0
<i>Euwallacea</i> 属の1種	<i>Euwallacea</i> sp.1	15	0	0
ツクバネヤマキクイムシ	<i>Microperus perparvus</i>	0	0	1
ガンショキクイムシ	<i>Xyleborus ganshoensis</i>	34	0	6
ザイノコキクイムシ	<i>Xyleborus minutus</i>	94	2	15
フィリピンザイノキクイムシ	<i>Xyleborus perforans</i>	0	1	2
<i>Xyleborus</i> 属の1種	<i>Xyleborus</i> sp.1	1	0	1
サクキクイムシ	<i>Xylosandrus crassiusculus</i>	9	0	6
ヨシブエナガキクイムシ	<i>Platypus calamus</i>	0	2	0
小計		210	6	52
キクイムシ類が採集された穿入孔数		230	6	55
種数		12	4	9
空の穿入孔数		181	137	62
総穿入孔数		411	143	117

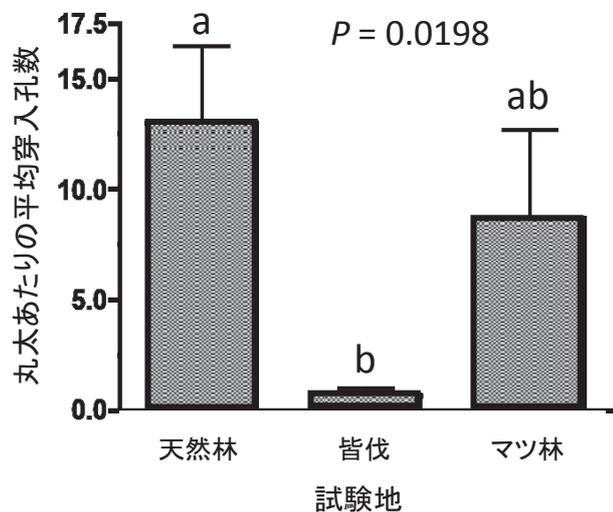


図-1. 各調査地におけるイタジイ丸太での養菌性キクイムシ類の丸太あたりの平均穿入孔数  
 図中の  $P$  値は Kruskal-Wallis test の結果を示す。異なるアルファベット間では有意差有り (Dunn's multiple comparison test,  $P < 0.05$ )。バーは標準誤差を示す。

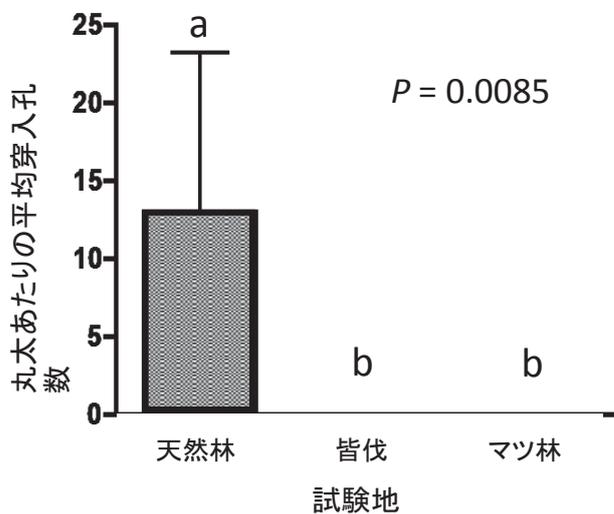


図-2. 各調査地におけるリュウキュウマツ丸太での養菌性キクイムシ類の丸太あたりの平均穿入孔数  
 図中の  $P$  値, アルファベット, バーは図-1と同じ。

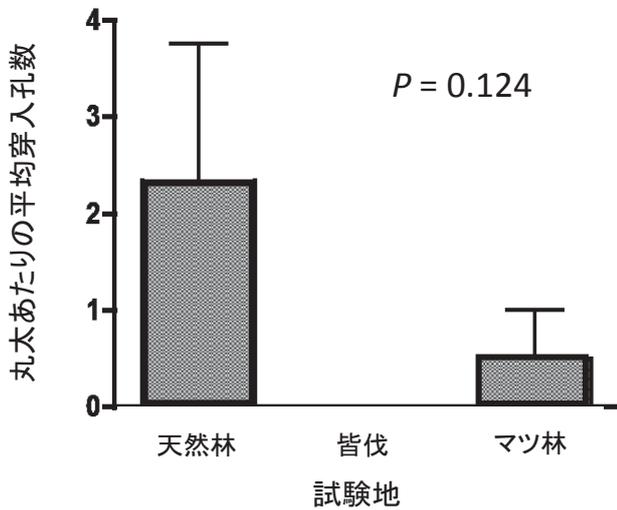


図-3. 各調査地におけるリュウキュウマツ丸太での樹皮下キクイムシ類の丸太あたりの平均穿入孔数  
図中のP値、バーは図-1と同じ。

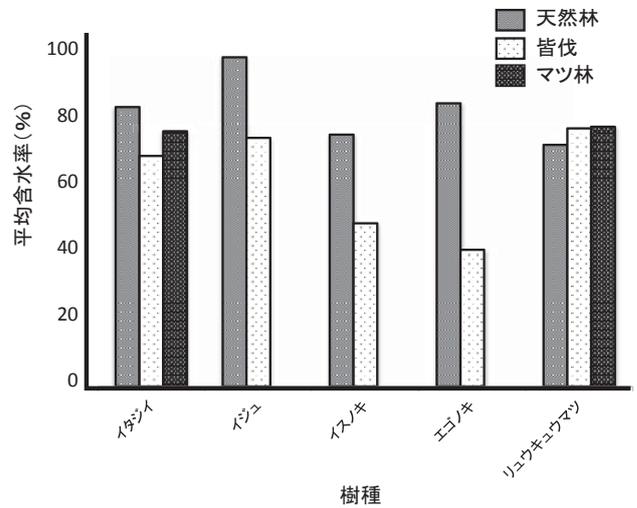


図-4. 各樹種の調査地毎の平均含水率

表-2. 天然林試験地における各養菌性キクイムシ類の樹種毎の穿入孔数

	イタジイ	イジュ	イスノキ	エゴノキ	リュウキュウマツ
アカクビキクイムシ <i>Ambrosiodmus rubricollis</i>	5		1		
フタイロキクイムシ <i>Euwallacea bicolor</i>	15	2	10	1	21
アイノキクイムシ <i>Euwallacea interjectus</i>		2			
<i>Euwallacea</i> 属の1種 <i>Euwallacea</i> sp.1			2		13
ガンショキクイムシ <i>Xyleborus ganshoensis</i>	31				3
ザイノコキクイムシ <i>Xyleborus minutus</i>	26		33		35
<i>Xyleborus</i> 属の1種 <i>Xyleborus</i> sp.1		1			
サクキクイムシ <i>Xylosandrus crassiusculus</i>	1		8		
キクイムシ類が採集された穿入孔数	78	5	54	1	72
種数	5	3	5	1	4

均穿入孔数の比較では、樹種は穿入孔数に有意に影響しており、樹種間の比較で有意な関係は検出されなかったものの、イタジイ、リュウキュウマツ、イスノキではイジュ、エゴノキよりも穿入孔数が多い傾向があった(図-5)。さらに総穿入孔数が30以上であったザイノコキクイムシ (*Xyleborus minutus*)、フタイロキクイムシ (*Euwallacea bicolor*)、ガンショキクイムシ (*Xyleborus ganshoensis*) の3種(表-2)について樹種の影響をみたところ、ザイノコキクイムシでは、養菌性キクイムシ類全体と同様に樹種は穿入孔数に有意に影響していた(図-6)。また、樹種間の比較では有意な関係は検出されなかったものの、イジュとエゴノキでは本種による穿入孔は形成されていなかった(図-6)。フタイロキクイムシでは樹種の影響は有意ではなかったが、やはりイタジイ、イスノキ、リュウキュウマツでイジュ、エゴノキよりも穿入孔数が多い傾向があった(図-7)。またガンショキクイムシでは、イタジイでその他の広葉樹3種よりも本種により形成された穿入孔は有意に多く、イジュ、イスノキ、エゴノキでは穿入孔は形成されていなかった(図-8)。

今回の結果からは、ガンショキクイムシを除いて、キクイムシ類の種毎の寄主選好性はそれ程明瞭ではなかった。一方で造林樹

種のうちエゴノキ、イジュについては養菌性キクイムシ類に好まれない傾向が明らかとなった。このうちエゴノキについては、皆伐試験地において最も含水率が低くなっており(図-4)、このような乾燥しやすい性質が原因であるかもしれない。またイジュについては樹皮に魚毒として用いられ、抗蟻性成分とされるサポニンを含むことが知られており(森, 1960)、このような防虫効果のある化学物質の存在も、キクイムシ類の寄主選好性に影響する可能性がある。一方でイスノキについては、今回試験に供した樹種の中では、エゴノキと同様に含水率が低かったが(図-4)比較的多くの養菌性キクイムシ類に穿孔されていた。ただし、共試した6本の丸太のうち、養菌性キクイムシ類が採集されたのは2本のみであり、この2本は他の4本の丸太の含水率が71~73%であったのに対し、83、84%と目立って高く、丸太毎の含水率の違いが寄主選好性に影響したと考えられる。このように同じ樹種であっても含水率などの条件は変化しており、穿入の条件に与える環境条件についても今後考慮した上で調査を行う必要がある。

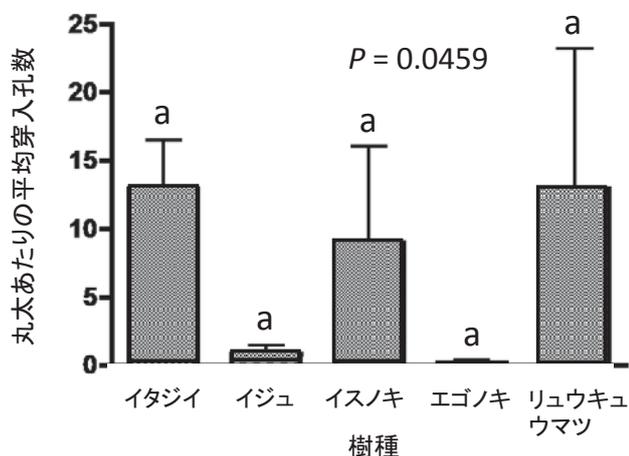


図-5. 天然林試験地における養菌性キクイムシ類の丸太あたりの樹種別平均穿孔孔数  
図中のP値, アルファベット, バーは図-1と同じ。

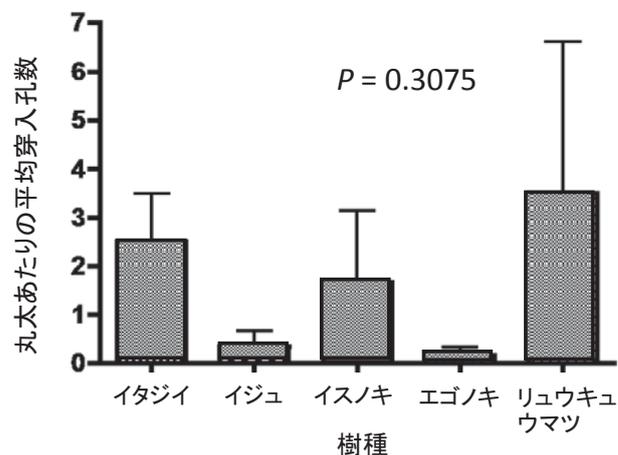


図-7. 天然林試験地におけるフタイロクイムシの丸太あたりの樹種別平均穿孔孔数  
図中のP値, アルファベット, バーは図-1と同じ。

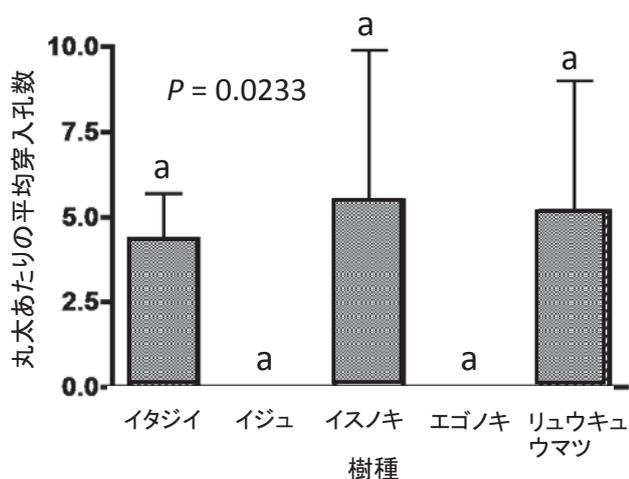


図-6. 天然林試験地におけるザイノコキクイムシの丸太あたりの樹種別平均穿孔孔数  
図中のP値, アルファベット, バーは図-1と同じ。

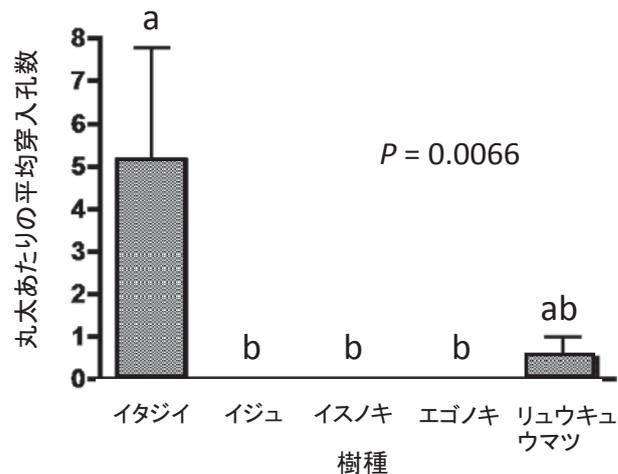


図-8. 天然林試験地におけるガンショキクイムシの丸太あたりの樹種別平均穿孔孔数  
図中のP値, アルファベット, バーは図-1と同じ。

#### IV. 謝辞

この試験に行うにあたって、共試丸太の採取および設置について、沖縄県森林資源研究センターの皆様にご多大なご協力をいただいたことに深く感謝する。本研究は沖縄県委託事業「南西諸島の環境保全及び生物相に配慮した森林管理手法に関する研究事業」の一環として行った。

#### 引用文献

Beaver RA (1979) Nature 281 : 139-141  
後藤秀章ほか (2011) 九州森林研究 64 : 72-74  
林 匡夫ほか (1985) 原色日本甲虫図鑑 (IV), 438 pp, 保育社, 大阪

加辺正明 (1959) 日本産キクイムシ類食痕図説, 290 pp, 明文堂, 東京.  
梶村 恒 (1995) 名古屋大学農学部演習林報告 14 : 89-171.  
環境省 (2016) やんばる国立公園指定所および公園計画書. URL: [http://www.env.go.jp/nature/np/yambaru/pdf/shitei\\_keikaku.pdf](http://www.env.go.jp/nature/np/yambaru/pdf/shitei_keikaku.pdf) (2017年1月14日利用).  
森 巖 (1960) 琉球大学文理学部紀要 4 : 50-58.  
Motulsky H (2005) GraphPad Prism Version 4.0 Statistics Guide, 144 pp, GraphPad Software Inc, San Diego.  
野淵 輝 (1974) 森林防疫 29 : 75-81.  
野淵 輝 (1992) 林業と薬剤 122 : 27-38.  
篠原武夫 (2015) 柚径 : 林経協季報 36 : 24-33.  
(2017年1月15日受付 : 2017年1月19日受理)