異なる劣化環境下における日本産および 外国産樹種の耐蟻性能^{*1}

大村和香子^{*2}, 桃原郁夫^{*2}, 木口 実^{*2}, 吉村 剛^{*3},
竹松葉子^{*4}, 源済英樹^{*5, 6}, 野村 崇^{*5}, 金田利之^{*7},
三枝道生^{*7, 8}, 前田恵史^{*9}, 谷川 充^{*10}

Anti-termite Performance of Japanese and Foreign Timber Species under Different Degradation Environments^{*1}

Wakako OHMURA^{*2}, Ikuo MOMOHARA^{*2}, Makoto KIGUCHI^{*2},
Tsuyoshi YOSHIMURA^{*3}, Yoko TAKEMATSU^{*4}, Hideki GENSAI^{*5, 6},
Takashi NOMURA^{*5}, Toshiyuki KANEDA^{*7}, Michio SAEGUSA^{*7, 8},
Satoshi MAEDA^{*9} and Mitsuru TANIKAWA^{*10}

Anti-termite performance of fifteen species of Japanese and foreign timbers was evaluated using two subterranean termites, *Reticulitermes speratus* (Kolbe) and *Coptotermes formosanus* Shiraki in laboratory tests. In addition, field trials in nine sites were conducted under protected above-ground conditions to know the effects of peripheral environment and termite species on the performance of tested timbers. In the results of laboratory tests with un-weathered samples, lower anti-termite indices of 80%, which was set as a threshold of anti-termite performance, were observed in *Sequoia sempervirens*, *Eucalyptus diversicolor*, and *Cryptomeria japonica* for *C. formosanus*, and in *S. sempervirens*, *E. diversicolor*, and *C. japonica* for *R. speratus*. After weathering, anti-termite indices were decreased remarkably in *Thujopsis dolabrata*, *S. sempervirens* and *C. japonica* for *R. speratus*, whereas, they were almost the same as those of the un-weathered samples for *C. formosanus*. The field trials resulted in greater damage by *E. diversicolor* among high-density hardwood species. Damage ratings of tested species strongly varied with different test sites.

Keywords : timber resistance, termite, laboratory test, field test, degradation environment.

日本産および外国産の15樹種の心材を用い、ヤマトシロアリおよびイエシロアリを対象とした室内試験により耐蟻性を評価した。さらに、各樹種試験体を全国9カ所の野外に非接地・非暴露状態で設置し、加害シロアリ種および気象条件と食害指数との関係を検討した。室内試験の結果、イエシロアリ、ヤマトシロアリに対して、耐候操作を経ないレッドウッド、スギ、カリーが、耐

^{*1} Received February 12, 2010; accepted May 1, 2010. 本研究の一部は第55回日本木材学会大会（2005年3月、京都）および第58回日本木材学会大会（2008年3月、つくば）で発表した。

^{*2} 独立行政法人森林総合研究所 Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba 305-8687, Japan

^{*3} 京都大学生存圏研究所 Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Uji 611-0011, Japan

^{*4} 山口大学農学部 Faculty of Agriculture, Yamaguchi University, Yamaguchi 753-8515, Japan

^{*5} 福井県総合グリーンセンター The Fukui Prefectural General Green Center, Sakai 910-0336, Japan

^{*6} ふくい農林水産支援センター Fukui Agriculture, Forestry and Fisheries Support Center, Fukui 910-0003, Japan

^{*7} 岡山県木材加工技術センター Okayama Wood Technology Institute, Maniwa 717-0013, Japan

^{*8} 岡山県生活環境部自然環境課 Okayama Natural Environment Division, Uchisange 700-8570, Japan

^{*9} 株式会社コシイプレザービング Koshii Preserving Co., Ltd., Osaka 559-0026, Japan

^{*10} 株式会社ザイエンス Xyence Co., Ltd., Isezaki 372-0855, Japan

蟻性の指標に設定した耐蟻インデックス値80%を下回った。一方、耐候操作により、ヤマトシロアリではヒバ、レッドウッド、スギで耐蟻インデックス値が顕著に減少したのに対して、イエシロアリでは耐候操作前後における耐蟻性の相違は、ヤマトシロアリの場合ほど顕著には認められなかった。野外試験では、高比重の広葉樹材の中ではカーリーが高い食害指数を示し、耐蟻性が低いと評価された。また試験地の違いによって、同期間の暴露であっても、供試樹種の食害指数が異なることが明らかとなった。

1. 緒 言

現在デッキ材などの外構用に様々な熱帯産広葉樹が使用されている^{1, 2)}。熱帯産広葉樹には密度が1000 kg/m³に近い高密度材や、特異的な二次代謝成分を含むものが多く、様々な生物劣化に対して抵抗性を示すことが知られ、長年に亘って様々な樹種の耐久性が検討されてきた^{3, 4)}。

しかし、気候・気象条件やそれに伴う劣化生物相が異なると、耐久性も異なることが予想される。実際我が国でも、欧州で長期使用に関して実績のあった⁵⁾ ボンゴシ (*Lophira* sp.) 材を使用した木橋が、竣工後10年程度でシイサルノコシカケ (*Loweoporus tephroporus* (Mont.) Ryvarden) による腐朽で落橋した事例や⁶⁾、他のいわゆる‘高耐久性輸入材’を使用した外構部材に腐朽が散見される事例が報告されている²⁾。

また、素材を含めた各種木質材料の耐久性は、これまで野外では接地・暴露条件下に設置された状態で検討されてきたため⁷⁻⁹⁾、非接地・非暴露条件下でどのように生物劣化が進行するかについての日本国内でのデータの蓄積は少ない¹⁰⁾。

本研究では、現在流通している日本産及び外国産の15樹種の心材を用い、ヤマトシロアリおよびイエシロアリを対象とした室内試験を行った。さらに、各樹種試験体を全国9カ所の野外に非接地・非暴露状態で設置し、食害指数を算出した。これらの結果を用いて、気象条件を含めた木材の使用環境とシロアリによる劣化との関係を検討したので報告する。

2. 試料と方法

2.1 供試材料

供試樹種名及び耐候操作前の試験体質量から算出した密度を Table 1 に示す。各樹種の心材部およびコントロールとしてスギ辺材から、室内試験用には20(R)×20(T)×10(L) mmの小試験体を、イエシロアリ (*Coptotermes formosanus* Shiraki) 対象の野外試験用には30(R)×70(T)×100(L) mm、ヤマトシロアリ (*Reticulitermes speratus* (Kolbe)) 対象の野外試験用には30(R)×70(T)×70(L) mmの試験体を採材し、以下の試験に供した。

2.2 室内耐蟻性試験

イエシロアリおよびヤマトシロアリによる強制摂食試験を実施した。耐候操作には、JIS K 1571

Table 1. Tested wood species and their densities.

General name	Scientific name	Density* (kg/m ³) Mean ± SD (N=3)
Ipe	<i>Tabebuia</i> sp.	1020 ± 13.6
Jatoba	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	989 ± 11.8
Bongoshi	<i>Lophira</i> sp.	965 ± 24.8
Selangan batu	<i>Shorea</i> sp.	928 ± 20.2
Ulin	<i>Eusideroxylon zwageri</i> T. et B.	932 ± 8.85
Karri	<i>Eucalyptus diversicolor</i> F. Muell.	883 ± 14.8
Jarrh	<i>Eucalyptus marginata</i> Donn ex Smith.	817 ± 9.07
Purple heart	<i>Peltogyne</i> sp.	813 ± 2.52
Doussie	<i>Azelia</i> sp.	758 ± 12.7
Teak	<i>Tectona grandis</i> L. F.	666 ± 14.0
Hiba	<i>Thuopsis dolabrata</i> Sieb. et Zucc. var. <i>hondai</i> Makino	467 ± 4.50
Hinoki	<i>Chamaecyparis obtusa</i> Sieb. et Zucc. Endl.	462 ± 4.54
Redwood	<i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don.) Endl.	407 ± 3.07
Sugi heartwood	<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don	341 ± 18.1
Sugi sapwood	<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don	331 ± 9.98
Bei sugi	<i>Thuja plicata</i> D. Don	302 ± 9.84

Notes: * Densities were calculated from weights and volumes of tested specimen (N=3).

(2004)¹¹⁾ 記載の注入処理用試験の方法を適用し、耐候操作を経た試験体及び経ない試験体を別個に試験した。繰り返し数は各試験体とも3とした。なお、試験結果の評価基準として、質量減少率のほか、以下の式に従い耐蟻インデックス(%)を求め、各樹種の耐蟻性を比較した。

$$\text{耐蟻インデックス}(\%) = 100 - (\text{各樹種の平均質量減少率} / \text{スギ辺材の平均質量減少率}) \times 100$$

2.2.1 イエシロアリによる試験

イエシロアリによる試験は、JIS K 1571 (2004)の注入処理用防ぎ(蟻)性能試験に準じて行った。直径9 cm、高さ5 cmの亚克力製容器に歯科用石膏(株)ジーシー製)を蒸留水で混練したものを5 mm厚に流し込み、試験容器を作製した。容器中央部に置いた25 mm四方のプラスチックメッシュ上に試験体を1個置き、室内飼育コロニーより採集したイエシロアリ職蟻150頭、兵蟻15頭を容器内に投入し、恒温恒湿室(26±2℃, 75% R.H.)内で3週間の強制摂食試験を行った。

2.2.2 ヤマトシロアリによる試験

直径10 cm、高さ7 cmのポリスチレン製容器に粒状バーミキュライト10 gに蒸留水17.5 mLを加えたものを入れ、容器中央部に試験体を1個置き、森林総合研究所構内の野外コロニーから採集したヤマトシロアリ職蟻500頭を容器内に投入した。試験容器は恒温恒湿室(26±2℃, 75% R.H.)に保管し、4週間の強制摂食試験を行った。

2.3 野外耐蟻性試験

2003年12月～2004年2月にかけて、全国9カ所の試験地(岩手県盛岡市、茨城県つくば市、福井県坂井市、京都府宇治市、岡山県真庭市、高知県高知市、東京都八丈町、鹿児島県日置市、鹿児島県西之表市)で試験を開始した(Table 2)。八丈町、日置市、西之表市の3試験地はイエシロアリおよびヤマトシロ

アリの分布域であり(イエシロアリ試験地)、盛岡市、坂井市、つくば市、宇治市、真庭市、高知市の6試験地はヤマトシロアリのみ分布する地域である(ヤマトシロアリ試験地)。

イエシロアリ試験地での試験は、AWPA(米国木材保存協会)(2006)¹²⁾の試験法に準じて行った。建築用コンクリートブロック(厚さ100×長さ390×高さ190 mm)6個を近接させて地面に置いた。次にブロックの穴3個に各々アカマツ辺材杭(30(R)×30(T)×350(L) mm)を入れ、杭の下方部分150 mmを地中に埋設し、18箇所存在するブロックの穴の上に、各樹種試験体計16個をランダムに設置し、2箇所は空箇所とした。ラージ基材の構造用合板で作製した箱形容器(縦500×横700×高さ450 mm)をブロック6個全体に被せて1区画とし、同一試験地内に9区画設置した(各試験体の繰り返し数は、1試験地につき9個)。

ヤマトシロアリ試験地では、縦400×横600×厚さ30 mmの板状のラジアータパイン基材のLVLを地面に置き、その上に各樹種心材部から採材した試験体計16個をランダムに配置した。試験体には合板製の箱形容器(縦500×横700×高さ230 mm)を覆いとして被せ、同一試験地内に9区画設置した(各試験体の繰り返し数は、1試験地につき9個)。

食害度はJIS K 1571 (2004)記載の野外試験における方法に準じて、目視により10刻み、0～100の11段階で判定した。本報告では、食害度が0であっても、糞の付着や蟻道の形成など、シロアリが試験体を加害しようとした痕跡が認められる場合も「蟻害」が生じたとみなし、次式により各試験体の蟻害発生率(%)を算出した。

$$\text{蟻害発生率}(\%) =$$

$$(\text{蟻害が確認された試験体数}/9) \times 100$$

食害指数は食害度の合計を蟻害が確認された試験

Table 2. Location and climate conditions of nine test sites (2003-2007).

Test site (City, Prefecture)	Northern latitude	Eastern longitude	Annual precipitation (mm)	Annual mean temperature (°C) (Max. ^{*1} - Min. ^{*2})
Morioka (Morioka, Iwate)	39°77'	141°13'	1329	10.4 (15.1 - 6.2)
Tsukuba (Tsukuba, Ibaraki)	36°01'	140°13'	1375	14.2 (19.4 - 9.2)
Fukui (Sakai, Fukui)	36°11'	136°31'	2617	14.8 (19.4 - 11.0)
Uji (Uji, Kyoto)	34°91'	135°80'	1443	16.1 (21.1 - 12.1)
Okayama (Maniwa, Okayama)	35°27'	133°68'	1931	11.7 (17.0 - 7.1)
Kochi (Kochi, Kochi)	33°54'	133°48'	2624	17.6 (22.4 - 13.4)
Hachijo (Hachijo, Tokyo)	33°13'	139°81'	2961	18.8 (21.3 - 16.2)
Fukiage (Hioki, Kagoshima)	31°51'	130°33'	2281	18.1 (22.5 - 13.7)
Tanegashima (Nishinoomote, Kagoshima)	30°74'	131°00'	2241	20.0 (23.0 - 17.2)

^{*1} Mean dairy maximum temperature, ^{*2} Mean dairy minimum temperature

体数で割った値とし（食害指数＝食害度の合計/蟻害が確認された試験体数）、試験地間・樹種間で食害指数を比較した。なお、腐朽による劣化のみが認められた場合は除外して食害度を判定した。

3. 結果と考察

3.1 各樹種の耐蟻性

室内試験ではヤマトシロアリを供試虫とする試験方法および性能基準が規格等で定められていないことから、耐蟻インデックスにより各樹種の耐蟻性を比較した。イエシロアリを供試虫とする JIS K 1571 (2004) 記載の注入処理用耐蟻性試験では、無処理試験体の平均質量減少率が15%以上であり、かつ処理試験体の平均質量減少率が3%以下の場合に性能基準を満たす。この条件では質量減少率3%が耐蟻インデックス80%に相当することから、耐蟻インデックス80%を閾値とした。つまり質量減少率が3%未満であれば、耐蟻インデックスは80%超となり、耐蟻性が高いとみなすことができる。シロアリは通常、季節によりコロニーを構成する階級比が異なり、職蟻の体重も異なる^{13, 14)}。また同じ時期でもコロニーにより摂食量が異なる¹⁵⁾。インデックスによる評価では、コントロールであるスギ辺材の摂食量が基準となることから、このような季節やコロニーによるシロアリ活性の違いが相殺できる可能性がある。

Table 3 にヤマトシロアリおよびイエシロアリを用いた室内試験の結果を示す。ヤマトシロアリ試験の結果、ほとんどの樹種が耐蟻インデックス80%以

上を示した。しかし耐候操作を経なかった場合でも、レッドウッド、カリー、スギは耐蟻インデックス80%を下回った。さらに耐候操作により耐蟻性が低下し、針葉樹材、特にヒバ、レッドウッド、スギで耐蟻インデックスが顕著に低下した。一方、イエシロアリ試験において、耐候操作の有無によらずレッドウッド、カリー、スギの各耐蟻インデックスが80%に満たなかった。また、耐候操作による耐蟻インデックスの変化は、ヤマトシロアリの場合ほど顕著には認められなかった。

一方、非接地・非暴露条件下で行った野外試験の結果を Fig. 1 および Fig. 2 に示す。各図では樹種別に、各試験地における食害度を積算した値を記載した。ヤマトシロアリ試験地では (Fig. 1)、レッドウッド、ヒノキが相対的に食害指数が大きく、次にスギ心材、ヒバ、カリーが比較的大きかった。イエシロアリ試験地では (Fig. 2)、ヤマトシロアリ試験地同様、カリーおよびレッドウッドが大きく、スギ辺材と同程度の食害指数を示した。ジャトバは表面への蟻道形成が認められたが材自体への食害はなく（食害指数0）、イベも吹上試験地でのみ軽微な食害（食害指数5）が認められる程度であった。

室内試験において、ヤマトシロアリでは耐候操作により特に針葉樹材が多く食害を受けるようになり、ヒバ、レッドウッド、スギでは耐候操作を施さなかった試験体で各々88%、71%、64%であったのに対して、耐候操作を施した試験体では各々42%、16%、27%となり、耐蟻インデックスの閾値とした

Table 3. Anti-termite indices of tested species against *R. speratus* and *C. formosanus* in laboratory tests.

General name	Anti-termite index (%)*			
	<i>R. speratus</i>		<i>C. formosanus</i>	
	Un-weathered	Weathered	Un-weathered	Weathered
Ipe	100	99	97	98
Jatoba	99	97	89	95
Bongoshi	100	97	90	93
Selangan batu	99	95	86	91
Ulin	100	98	93	97
Karri	75	90	79	87
Jarrh	94	91	83	83
Purple heart	97	96	94	91
Doussie	99	97	96	95
Teak	99	98	94	96
Hiba	88	42	96	84
Hinoki	91	83	88	90
Redwood	71	16	74	60
Sugi	64	27	77	69
Bei sugi	89	82	95	89

Notes: *Anti-termite index (%) = 100 - (Average rate of mass loss (%) of each specimen / Average rate of mass loss (%) of sugi sapwood specimen) × 100

80%を大きく下回った。また、ベイスギやヒノキも耐候操作により耐蟻インデックスは各々89%から82%, 91%から83%に低下し、耐候操作により耐蟻性が低下する樹種と野外試験においても食害指数の大きかった樹種との一致が認められた。一方、イエシロアリの室内試験では、耐候操作を施した試験体でレッドウッドとスギの耐蟻インデックスが80%を大きく下回り、ジャラ、ヒバは各々83%, 84%であった。イエシロアリの場合も室内試験で耐蟻性が低い樹種と野外試験においても食害指数の大きい樹種とが一致した。なおカリーに関しては、室内試験ではヤマトシロアリによる試験、イエシロアリによる試験ともに、耐候操作を施さなかった場合に各々耐蟻インデックス75%, 79%に対して、耐候操作により

Fig. 1. Results of 5-year field trials in the *R. speratus* distributed areas (six sites).

Fig. 2. Results of 5-year field trials in the *C. formosanus* and *R. speratus* distributed areas (three sites). *

*: Only *C. formosanus* was observed in the damaged specimens.

90%, 87%に上昇した。カリーは野外試験では食害度が大きかったことから、耐候操作で失われるカリー固有の成分がシロアリの摂食を促進する効果を有する可能性が示唆された。今後、生物検定や成分分析を進める必要がある。

さらに、室内試験、野外試験結果において、耐蟻インデックスならびに食害度をもとに樹種の耐蟻性の順位付けを行った。Kruskal-Wallisの検定により、すべての試験区において耐蟻性順位が有意であることが示された ($p < 0.0001$)。Fig. 3, Fig. 4に各々ヤマトシロアリとイエシロアリを対象とした室内試験および野外試験における耐蟻性順位を示す。これら

Fig. 3. Ranking of tested species against *R. speratus*. Notes: Lab/Un-weathered: Laboratory test using un-weathered specimen, Lab/Weathered: Laboratory test using weathered specimen, Field: Field trial

Fig. 4. Ranking of tested species against *C. formosanus*.

Notes: Lab/Un-weathered: Laboratory test using un-weathered specimen, Lab/Weathered: Laboratory test using weathered specimen, Field: Field trial

の結果から、試験条件によって樹種間の相対的な耐蟻性順位は異なるが、今回行った試験法すべてにおいて、イベは常に高い耐蟻性を示すこと、レッドウッド、カーリー、スギが常に耐蟻性が低いこと、などが明らかとなった。

3.2 試験地による耐蟻性の違い

Table 4 に各試験地における蟻害発生率と、対照材としたスギ辺材の食害指数を示す。スギ辺材の食害指数の試験地間平均値は、イエシロアリ試験地で42、ヤマトシロアリ試験地で37であり同程度であった。

ヤマトシロアリ試験地では (Fig. 1), 高知市はイエシロアリ分布域内ではあるが、試験地内の試験体およびその周辺で確認されたシロアリ種はヤマトシロアリのみであった。スギ心材は、蟻害発生率が100%を示した福井試験地では食害指数が4.4と小さかったが、蟻害発生率が7%であった岩手試験地では食害指数40を示すなど、樹種によっては試験地間で蟻害発生率や食害指数に大きな違いが認められた。

ヤマトシロアリの食害活性と相対湿度との関係では、湿度70-80%の場合が最も食害活性が高いことが報告されている¹⁶⁾。例えば蟻害発生率100%であった日本海側の福井試験地は、同発生率が21%であった太平洋側のつくば試験地と比較して年平均気温はほぼ同じであるが、降水量が約2倍である。また、冬季は福井試験地では湿度が高く保たれるのに対して、つくば試験地では乾燥した晴天が続く場合が多い。このような気象条件の違いのほか、Leicester *et al.* が建物へのシロアリ被害予測モデルで検討しているように¹⁷⁻¹⁹⁾、局所的な温・湿度や土質、巣の位置などの立地環境が蟻害発生に影響を与えた可能性がある。

イエシロアリ試験地では (Fig. 2), ヤマトシロア

リおよびイエシロアリの両種が分布しているが、試験体の食害が確認されたのはイエシロアリのみであった。種子島試験地では、カーリー以外の広葉樹材では、いずれの試験体も表面にわずかな食害の痕跡が認められる程度の食害であったが、八丈島および吹上試験地では明瞭な食痕が確認され、パープルハートは吹上試験地では食害指数25を示した。その他、ヒバ、チーク、パープルハート、ジャラ、ボンゴシで、試験地による食害指数に差が認められた。

さらに、吹上試験地内では、試験体設置場所による蟻害発生率および食害指数の違いを確認するため、試験体をA、B、C 3カ所に各樹種3試験体ずつ分けて設置した (Table 5)。その結果、イエシロアリの営巣位置から3m以内のA地点では蟻害発生率が83%であったのに対して、営巣場所が試験区画から3m以内には発見されなかったBおよびC地点では、各々21%、11%であった。イエシロアリ試験地に関しては、イエシロアリの生息地が1月の平均気温が4℃で最低平均気温が0℃の線が北限とされることから²⁰⁾、試験地が限定される。そのため、イエシロアリ試験地間の気象条件の差はヤマトシロアリ試験地間の差ほどはない。Leicester *et al.*¹⁷⁻¹⁹⁾の建物へのシロアリ被害予測モデルでも、巣の位置は重要な因子として挙げられている。したがって、イエシロアリによる食害を期待する野外試験においても、巣の位置の把握は重要であり、イエシロアリの巣からの距離が食害度に大きく影響することが示唆された。

結 論

15樹種の心材を用い、ヤマトシロアリおよびイエシロアリによる耐蟻性の違いを室内試験で評価した。さらに、各樹種試験体を全国9カ所の野外に非

Table 4. Distributed termite species, rate of termite attack (%) and damage index of sugi sapwood of nine test sites.

Test site (City, Prefecture)	Distributed termite species	Rate of termite attack (%) ^{*1}	Damage index ^{*2} of sugi sapwood
Morioka (Morioka, Iwate)	<i>R. speratus</i>	7	40
Tsukuba (Tsukuba, Ibaraki)		21	60
Fukui (Sakai, Fukui)		100	37
Uji (Uji, Kyoto)		58	30
Okayama (Maniwa, Okayama)		24	10
Kochi (Kochi, Kochi)		51	44
Hachijo (Hachijo, Tokyo)	<i>C. formosanus</i> & <i>R. speratus</i>	65	43
Fukiage (Hioki, Kagoshima)		38	44
Tanegashima (Nishinoomote, Kagoshima)		100	38

^{*1} Rate of termite attack (%) = Number of attacked specimen/Number of total specimens × 100

^{*2} Damage index = Total degree of damage/Number of attacked specimens

Table 5. Differences in degree of damage among three locations in the same test site, Fukiage, Kagoshima.

	Degree of damage									Total degree of damage	Number of attacked specimen	Damage index
	Location A			Location B			Location C					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Ipe	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	2	5.0
Jatoba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.0
Bongoshi	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	2	5.0
Selangan batu	0	10	10	0	0	0	0	0	0	20	2	10.0
Ulin	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	2	5.0
Karri	60	60	100	10	0	0	10	0	0	240	5	48.0
Jarrh	0	10	60	10	0	0	10	0	0	90	4	22.5
Purple heart	10	0	40	0	0	0	0	0	0	50	2	25.0
Doussie	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	4	2.5
Teak	0	0	10	10	10	0	0	0	0	30	4	7.5
Hiba	40	0	80	0	0	0	0	0	0	120	3	40.0
Hinoki	40	10	40	0	0	0	10	0	0	100	5	20.0
Redwood	10	40	100	10	0	0	0	0	0	160	4	40.0
Sugi heartwood	40	10	10	10	0	0	0	0	0	70	4	17.5
Sugi sapwood	40	60	100	10	10	0	0	0	0	220	5	44.0
Bei sugi	10	0	10	0	0	0	0	0	0	20	3	6.7

Notes: Meshed area means where termites attacked the test specimen.

* Damage index = Total degree of damage/Number of attacked specimens

接地・非暴露条件で設置し、加害シロアリ種および周辺環境と食害指数との関係を検討した結果、以下の知見を得た。

1. 室内試験により、ヤマトシロアリ、イエシロアリともに耐候操作を施さなかった場合は、カーリー、レッドウッド、スギの耐蟻性が他樹種と比較して小さかった。耐候操作により、針葉樹材、特にヒバ、レッドウッド、スギのヤマトシロアリに対する耐蟻性が著しく低下したが、イエシロアリに対してはあまり低下しなかった。このことから、ヒバ、レッドウッド、スギのヤマトシロアリに対する耐蟻性は、これらの樹種に固有の、耐候操作により失われる成分が大きく寄与していると推察された。
2. 試験条件によって樹種間の相対的な耐蟻性順位は異なるが、供試樹種のうちイペは常に高い耐蟻性を示すこと、レッドウッド、カーリー、スギは常に耐蟻性が低いこと、が示された。
3. 野外のヤマトシロアリおよびイエシロアリ試験地では、対照材としたスギ辺材は同程度食害されたが、他の樹種試験体ではイエシロアリ試験地の方がヤマトシロアリ試験地よりも食害指数が大きかった。また、試験地間で蟻害発生率が大きく異なり、同じ樹種でも食害指数に差が認められた。この原因としては、気象条件や立地条件が影響していることが示唆された。さらにイエシロアリ試験地では、巣からの試験体設置場所の距離が蟻害

発生率および食害指数に大きな影響を与えることが明らかとなった。

以上のことから、樹種の耐蟻性に関しては、非接地・非暴露条件であっても周辺環境の影響を受け、地域差が生じることを考慮する必要があると結論づけられる。

謝 辞

熱帯産広葉樹を提供いただいた(株)北三ならびにラジアータパイン LVL をご提供くださいました(株)キーテック、野外試験にご協力いただいた独立行政法人森林総合研究所東北支所および同四国支所の皆様に感謝いたします。なお、本研究の一部は京都市大学生存圏研究所、DOL/LSF 全国・国際共同利用研究によって実施した。

文 献

- 1) 矢田茂樹：木材保存 29(2), 64-71 (2003).
- 2) 信田 聡, 孫 雨果, 谷川信江, 原田真樹, 青井秀樹, 林 尚宏:木材工業 55(2), 67-70 (2000).
- 3) 大村和香子：“木材工業ハンドブック改訂2版”, 森林総合研究所監修, 丸善, 東京, 2005, pp. 1221.
- 4) “世界の有用樹種”, 農林省林業試験場木材部編, 日本木材加工技術協会, 東京, 1975, pp. 16-107.
- 5) European standard EN 350-2, p. 36 (1994).

- 6) 鈴木憲太郎, 軽部正彦, 宮武 敦, 加藤英雄: 木材工業 55(2), 78-81 (2000).
- 7) 雨宮昭二: 林業試験場報告 150, 143-156 (1963).
- 8) Yamamoto, K., Momohara, I., Ohmura, W.: "High-Performance Utilization of Wood for Outdoor Uses", Imamura, Y. ed. Press-Net, Kyoto, 2001, pp. 105-111.
- 9) 谷川 充: 木材保存 32(2), 51-59 (2006).
- 10) Tsunoda, K.: "High-Performance Utilization of Wood for Outdoor Uses", Imamura, Y. ed. Press-Net, Kyoto, 2001, pp. 113-129.
- 11) JIS K 1571: "木材保存剤の性能試験方法及び性能基準", 日本規格協会 (2004).
- 12) American wood protection association, AWPA E21-06 (2006) .
- 13) Esenther, G. R.: *Annals of the Entomological Society of America* 62(6), 1274-1284 (1969).
- 14) Arango, R. A., Green III, F., Esenther, G. R.: *IRG/WP* 07-10604 (2007).
- 15) Yoshimura, T., Tsunoda, K., Takahashi, M.: *Mokuzai Gakkaishi* 40, 853-859 (1994).
- 16) Nakayama, T., Yoshimura, T., Imamura, Y.: *Sociobiology* 43(3), 477-487 (2004).
- 17) Leicester, R. H., Foliente, G. C.: *Durability of Building Materials and Components*, pp. 1-10, (1999).
- 18) Leicester, R. H., Wang, C. H.: Proceedings of International Conference on Structural Safety and Reliability, California, 2001, pp. 17-21.
- 19) Leicester, R. H., Wang, C. H., Cookson, L. J.: *IRG/WP* 03-10468 (2003).
- 20) Abe, Y.: *Science Republic of Tohoku Imperial University IV Series Biology* XI(4), 453-472 (1937).