

しろあり

Termite Journal

2013 1
No.159



公益社団法人 日本しろあり対策協会
Japan Termite Control Association

目次

報 文

- シロアリが触角上感覚子器官から受け取る外部情報を推定する
-イエシロアリ職蟻触角上に存在する感覚子にはどのようなものがあるか-
..... 柳 川 綾 ... (1)
森林総合研究所における実験住宅の建設とねらい 杉 本 健 一 ... (7)

研究トピックス

- アメリカカンザイシロアリ (*Incisitermes minor* (Hagen)) に対する
数種化合物の道しるべおよび誘引活性 エミリア・クリサンティ ... (10)
オオシロアリタケの菌株間による栄養要求および木材腐朽特性の違い
..... 小 野 和 子 ... (12)

研究発表会 (平成24年11月21日, 名古屋市で開催された第55回全国大会における第7回研究発表会)

- 炭を含有したホウ酸製剤処理部の蟻道構築について 廣 瀬 博 宣 ... (16)
イエシロアリ営巣探索技術向上への取組 井戸口 広 行 ... (25)
生立木のシロアリ被害による倒木の危険性について 山 島 眞 雄 ... (32)
静岡県文化財蟻害・腐朽検査報告書の作成に5年間携わって
..... 大 長 弘 和 ... (40)

市民講座講演 (平成24年11月21日, 名古屋市で開催された第55回全国大会における市民講座講演)

- 環境教育とシロアリ 安 田 いち子 ... (45)

表紙写真：不動院

所在地：広島県広島市東区牛田新町3-4-9

足利尊氏, 直義兄弟が諸国に設立した安国寺の一寺で平安時代の創建と推定される。別名安芸安国寺。
楼門(中央写真)は重要文化財, 金堂(上左写真)は国宝, 鐘楼(上右写真)は重要文化財。

平成24年9月, 広島県しろあり対策協会において蟻害腐朽調査を実施。

写真提供：木本正道

CONTENTS

REPORTS

- Presumption of Possible Environmental Information that Termites Receive
by Their antennae. -What type of receptor organs exist on an antenna of the
termite, *Coptotermes formosanus*?-
..... Aya YANAGAWA ... (1)
- The Experimental Model House of the Forestry and Forest
Products Research Institute (FFPRI) Kenichi SUGIMOTO ... (7)

RESEARCH TOPICS

- Evaluation of Trail-following and Attracting Activities of Some Chemicals
against the Dry-wood Termite *Incisitermes minor* (Hagen)
..... Emiria CHRYSANTI ... (10)
- Evaluation of the Nutritional Requirement and Wood-dacaying
Ability of a Termite Mushroom, *Termitomyces eurhizus* (Berk.) Heim
..... Kazuko ONO ... (12)

PRESENTATIONS AT THE RESEARCH MEETING

- Mud-tube Construction of Termites on the Borate-treated Timbers
..... Hironobu HIROSE ... (16)
- The Skill-up Program on the Survey of Nests of *Coptotermes formosanus*
..... Hiroyuki IDOGUCHI ... (25)
- Attacks of Termites against Living Trees Masao YAMASHIMA ... (32)
- Five-years' Survey of the Cultural Buildings in Shizuoka Prefecture.
..... Hirokazu DAICHO ... (40)

PRESENTATION AT THE PUBLIC LECTURE

- Termite and Environmental Education Ichiko YASUDA ... (45)

シロアリが触角上感覚子器官から受け取る外部情報を推定する

-イエシロアリ職蟻触角上に存在する感覚子にはどのようなものがあるか-

京都大学生存圏研究所 柳川 綾

1. 諸言

世界的な家屋の大害虫であるシロアリ¹⁾は、家屋をその被害から守るため様々な観点から研究が進んでいるが、感覚生理の分野における研究報告は多くない。シロアリの行動およびその行動を誘発する化学刺激を電気生理学的、および行動学的手法にて探索し、害虫防除の新たなアプローチへとつなげることを視野に、その第一段階として、イエシロアリ *Coptotermes formosanus* の触角上感覚子を外部形態より分類しその機能を推定したので、これを報告する。

2. 材料と方法

2.1 供試虫

実験には福岡県福岡市で採取し、枯死したクロマツ *Pinus thunbergii* の木質部を飼料として25℃で室内飼育を行ったイエシロアリの職蟻を用いた。

2.2 走査型電子顕微鏡によるイエシロアリ触角上感覚子の観察

イエシロアリ職蟻を70%アセトンおよび4% (v/v) オスミック酸にて固定する。その後、供試虫を70%アセトン中に一晩浸漬した後、4% (v/v) オスミック酸にて2時間固定する。その後、アセトンにて段階的に脱水を行い、34℃インキュベータ内にて風乾、白金パラジウムで蒸着した。感覚子の観察は、走査型電子顕微鏡（日立S-4100SEM）にて行った。

3. 結果

イエシロアリ職蟻の触角は、全長およそ1500 μm 、基部の直径およそ100 μm で先端の直径はおよそ40 μm であった。形状は数珠状で、柄節、梗節および成長段階に応じて11～15節からなる鞭節によって構成される（図1）。触角上感覚子は、その外部形態から10種類に分類した。柄節および梗節には感覚子は少なく、鞭節には多数の感覚子が存在する。各節におけるおよその

数を表1に示す。以下にその特徴及び推定される機能について述べる。長さ表記は、小数点第2位を四捨五入したものとする。

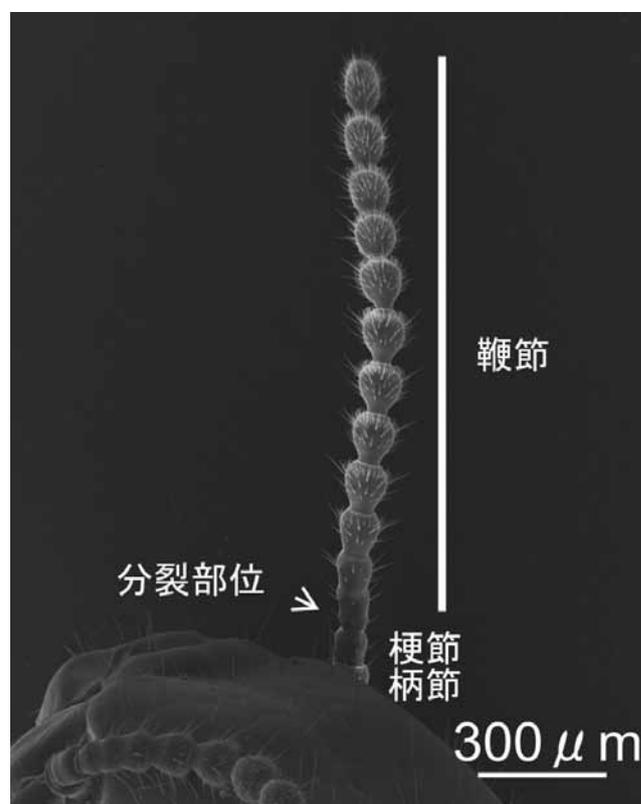


図1 イエシロアリの触角

3.1 棘状感覚子 I

全長60-70 μm 、基部の直径2.7-3.0 μm および先端の直径105-330nmで、触角表面から円形状に隆起したソケットと呼ばれる構造を持つ。クチクラ装置の基部から先端まで縦に溝があり（図2）、先端に孔は認められない。ソケット及びクチクラの形状より、機械感覚毛と推定される。鞭節上に存在する。

表1 イエシロアリ *C. formosanus* 触角上感覚子のおよその数 (n=5) (平均値±標準偏差)

節数	棘状 I	棘状 II	棘上 III	毛状 I	毛状 II	錐状	茸状	鐘状
柄節	0	12.2±2.86	33.4±3.21	0	0	0	0	1.8±0.80
梗節	0	4.6±1.52	14.8±1.30	0	0	0	0	2.6±1.52
鞭節1	2.2±1.10	8.4±1.52	0	0	0	0	0	3.6±1.52
鞭節2	3.4±1.14	7.4±1.95	0	1.2±2.17	1.0±0.71	0	0.8±0.45	3.4±2.30
鞭節3	4.6±1.14	18.8±4.66	0	17.2±10.21	9.8±2.05	0.6±1.34	0.8±0.45	3.2±0.84
鞭節4	6.0±0.00	28.4±3.97	0	80.4±11.52	17.0±4.12	1.0±1.00	1.2±0.45	5.4±1.67
鞭節5	5.8±0.45	39.4±7.54	0	122.2±36.30	15.0±2.92	1.8±1.10	1.0±0.00	6.2±1.10
鞭節6	5.2±0.84	48.0±5.24	0	146.0±38.55	20.0±3.74	3.2±0.84	1.0±0.00	4.2±2.17
鞭節7	5.8±0.45	45.0±5.48	0	150.4±20.49	19.2±3.11	2.6±0.55	1.0±0.00	4.4±1.67
鞭節8	5.8±0.45	41.4±7.20	0	155.4±13.32	17.4±2.70	4.8±2.78	1.0±0.00	2.8±1.48
鞭節9	6.0±0.00	59.8±4.76	0	166.6±26.03	18.2±1.64	3.6±0.55	1.0±0.00	1.2±0.45
鞭節10	6.2±1.10	49.8±11.82	0	171.0±16.49	18.2±3.90	4.0±0.71	1.0±0.00	3.8±1.30
鞭節11	5.6±0.55	61.0±5.57	0	185.4±13.05	24.4±2.30	4.6±0.89	1.0±0.00	0.8±0.45
鞭節12	5.6±0.89	54.6±8.79	0	180.4±13.69	23.0±3.81	5.0±1.58	0.8±0.45	1.0±0.71
鞭節13	6.2±0.84	61.8±8.04	0	192.6±14.26	29.4±2.30	8.4±1.14	1.0±0.00	1.4±0.55
計	68.4±8.95	540.6±80.92	48.2±4.51	1568.8±216.08	212.6±33.3	39.6±12.48	11.6±1.8	45.8±18.53

節数	ボタン感覚子	周辺A	周辺B
柄節	0	0	211.2±26.20
梗節	0	0	0
鞭節1	0.6±0.55	9.2±11.43	107.8±33.40
鞭節2	0	39.8±17.88	115.6±41.27
鞭節3	0	51.6±24.45	115.8±60.88
鞭節4	0.6±0.89	107.4±31.82	133.2±59.00
鞭節5	1.2±1.64	154.2±31.27	68.6±23.06
鞭節6	0.4±0.89	110.4±38.72	69±39.64
鞭節7	0.8±0.84	157.4±35.96	34.4±28.77
鞭節8	0.4±0.55	128.6±37.93	36.4±16.95
鞭節9	0.4±0.55	76.0±41.47	3.6±6.99
鞭節10	0	78.0±40.12	11.0±9.77
鞭節11	0	55.2±30.57	3.6±5.37
鞭節12	0	18.0±26.83	1.4±3.13
鞭節13	0	0	0
計	4.4±5.91	985.8±368.45	911.6±354.43

3.2 棘状感覚子 II

全長約15 μm, 基部の直径2.0-2.3 μmおよび先端の直径90-120nmで, 棘上感覚子 I とほぼ同じ形状だが, 全長が短い (図3)。機械あるいは化学感覚毛と推定される。触角全体に存在する

3.3 棘状感覚子 III

全長約6 μm, 基部の直径1.5 μmおよび先端の直径は500nm以下で, 触角表面から円形状に隆起したソケットと呼ばれる構造を持つ (図3)。ソケットからクチクラ装置は連続的に移行しており, 側面はすべらかで, 先端に孔は認められない。ソケット及びクチク

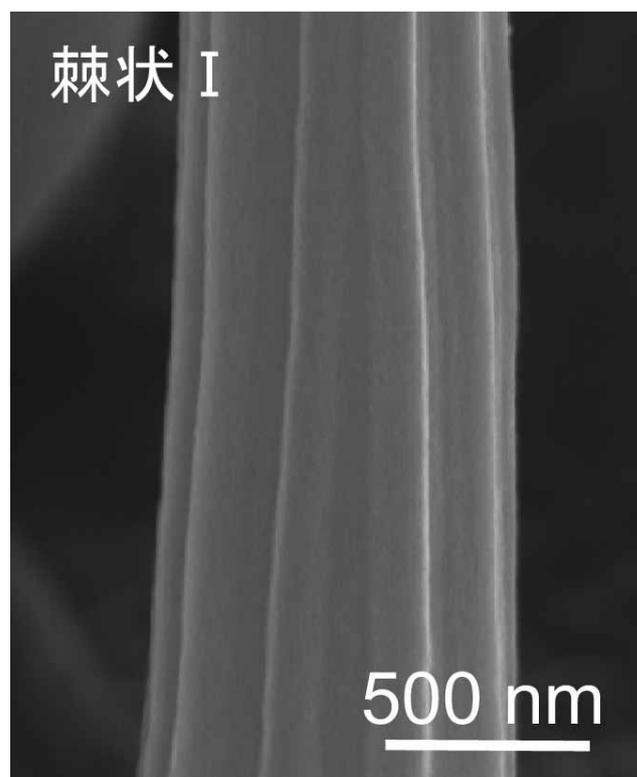


図2 棘状感覚子 I

ラの形状より, 機械感覚毛と推定される。柄節および梗節に存在する。

3.4 毛状感覚子 I

全長約25 μm, 基部の直径1.5-2.0 μmおよび先端の直径60-80nmで, 触角表面に円形状になだらかな隆起構造を持ち, クチクラ装置に連続的に移行している (図4)。

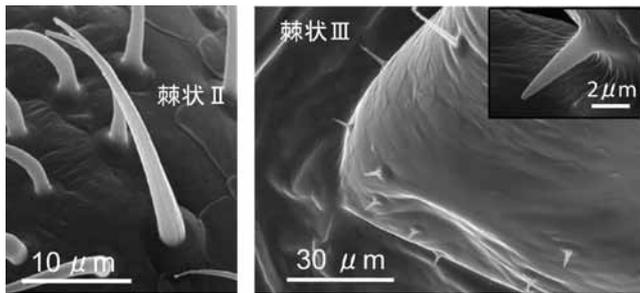


図3 棘状感覚子IIおよびIII

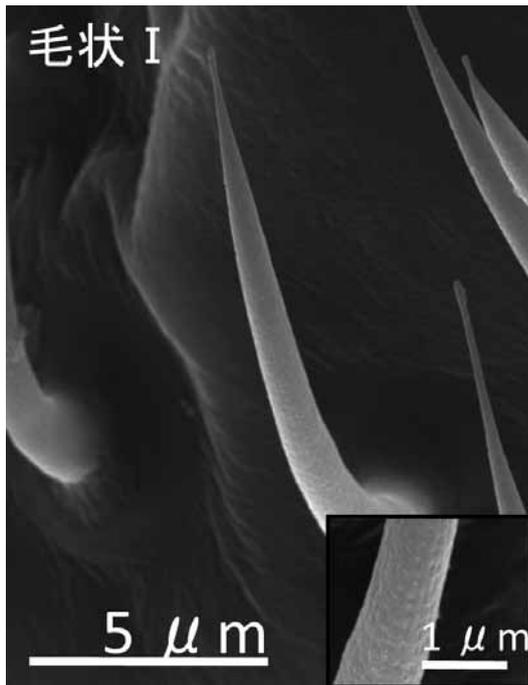


図4 毛状感覚子I

側面には縦長の嗅孔が観察され、先端に孔は認められない。側面の構造から、揮発性物質を受容する化学感覚毛と推定される。鞭節上に存在する。

3.5 毛状感覚子II

全長約8 μm、基部の直径2.0-2.5 μmおよび先端の直径230-280nmで、触角表面からの隆起部はなく、触角表面から連続するようにクチクラ装置が立ち上がる。クチクラ装置の基部付近は滑らかで、2.5 μm付近から先端まで縦に溝がある。先端に孔が認められる。側面の構造から、化学感覚毛と推定される。第1節を除く鞭節上に存在する。

3.6 錐状感覚子

全長約8 μm、基部の直径1.5-2.5 μmおよび先端の直径で150-270nmで、触角表面に円形状になだらかな隆起構造を持ち、クチクラ装置に連続的に移行している。側面には縦長の嗅孔が観察され、先端に孔は認め

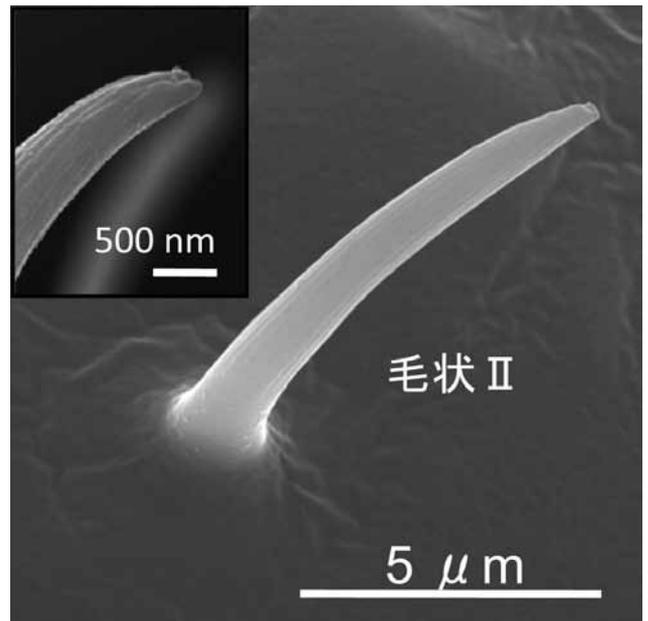


図5 毛状感覚子II

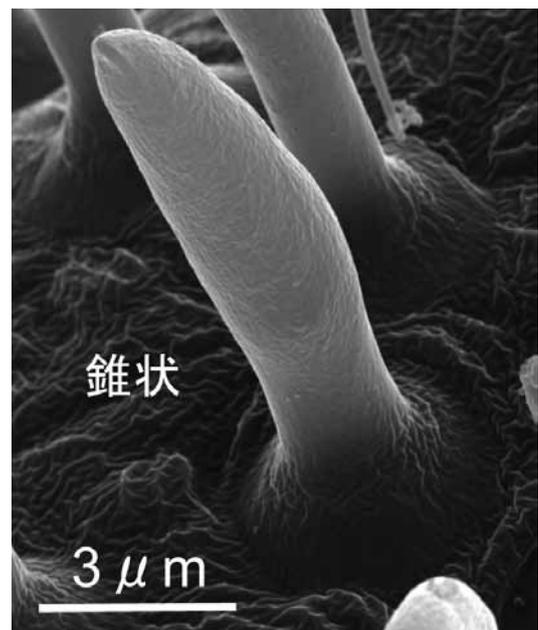


図6 錐状感覚子

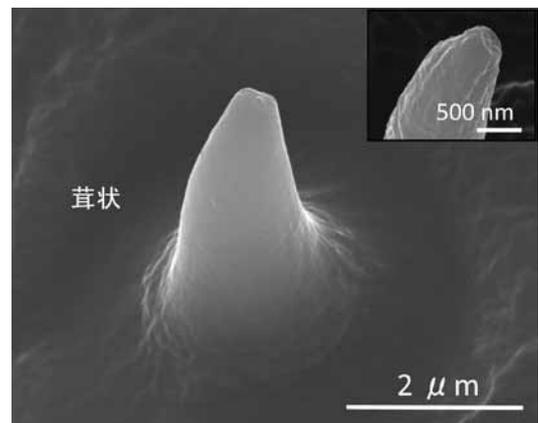


図7 茸状感覚子

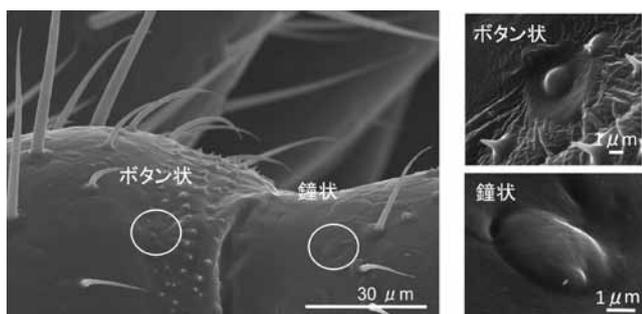


図8 鐘状感覚子およびボタン状感覚子

られない。クチクラ装置の基部が中間部より細い。側面の構造から、揮発性物質を受容する化学感覚毛と推定される。鞭節上に存在する。

3.7 茸状感覚子

全長約 $5 \mu\text{m}$ 、基部の直径 $2.8 \mu\text{m}$ および先端の直径は 500nm 以下で、触角表面がわずかに窪み、クチクラ装置に連続的に移行している。側面は滑らかで、先端に帽子状の構造がある。全体の構造から温湿度感覚毛と推定される。鞭節上に存在する。

3.8 鐘状感覚子

基部の直径約 $6 \mu\text{m}$ で、触角表面に円形の隆起構造を持ち、その中央からクチクラ装置が立ち上がる。円形の膨らみとクチクラ装置は連続的に移行している (図8)。全体の構造から機械感覚毛と推定される。触角全体に存在する。

3.9 ボタン状感覚子

直径約 $3 \mu\text{m}$ で触角表面に円形の窪みを持ち、その中央からドーム状のクチクラ装置が立ち上がる。高さはおよそ $1 \mu\text{m}$ である。鞭節の節遠位部位に位置し、触角表面の窪みから隆起したクチクラ装置 (図8)。表面は滑らかである。全体の構造から機械感覚毛と推定される。鞭節上に存在する。

3.10 周辺感覚子A

全長 $3 \mu\text{m}$ および基部の直径 $2 \mu\text{m}$ で、表面は滑らかである (図9)。鞭節の節遠位部位に位置することから、機械感覚毛あるいは節目におけるクッション構造と推定される。感覚子であるかどうかは断面図にて確認する必要がある。

3.11 周辺感覚子B

基部の直径 $2.5 \mu\text{m}$ で、高さ $1 \mu\text{m}$ で、鞭節の節遠位部位に多く位置することから、機械感覚毛あるいは節目におけるクッション構造と推定される (図9)。感覚子であるかどうかは断面図にて確認する必要がある。

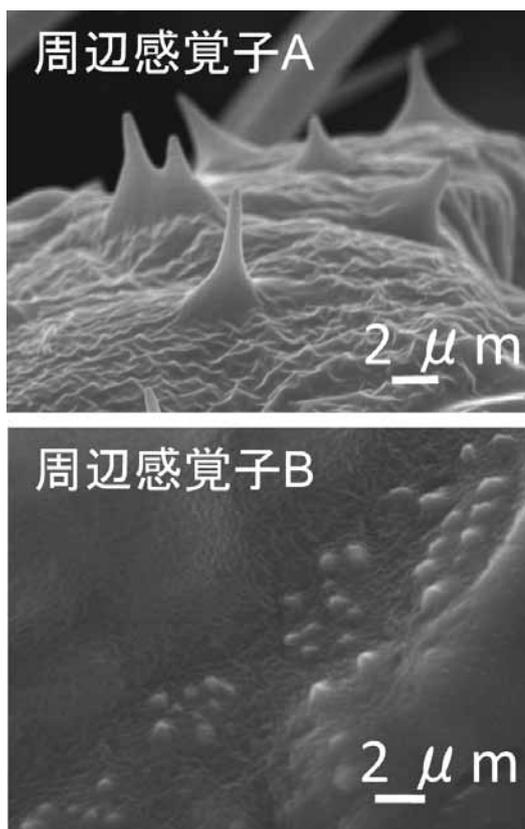


図9 周辺感覚子AおよびB

4. まとめ

イエシロアリ 触角上感覚子を外部形態より9種類に分類し、さらに2つの周辺感覚子様クチクラ装置を認めた。感覚子の触角上における分布には規則性が認められた (図10)。

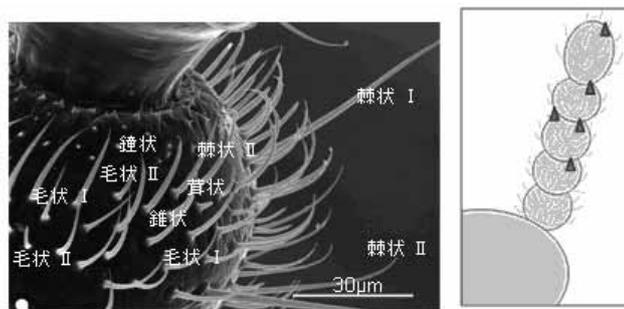
イエシロアリ 職蟻では複眼が未発達で、一般に視覚的刺激を感知する能力はないとされる²⁾。しかし、一方で超個体と言い表される体系だった行動をとることも知られており、社会性昆虫の中でも社会性のレベルは高い³⁾。彼らが外部情報を受け取る仕組みについては未だ報告は少なく、シロアリの生態については未解明の点が多い。このため、基礎研究で生理学的な研究を行うことで、これまで知られてこなかった新しい事実が明らかになる可能性は高く、これらの研究成果がシロアリに防除に持つ意義は大きい。

これまで、触角における感覚子の外部形態についてはいくつかの報告がある⁴⁾⁶⁾が、触角上の全感覚子を網羅した報告はなく、全体的な像が結びにくい。昆虫の感覚子は、既存の調査により、外部形態からある程度の機能を推定することが可能であることがわかっている⁷⁾。本調査のもっとも特筆すべき結果は、イエシロアリに

観察された触角上感覚子が、触角上における分布および外部形態において、近縁であるゴキブリと多くの点で類似していたことである。棘状感覚子ⅠおよびⅢはワモンゴキブリを用いた報告に基づき機械感覚子⁸⁾と推定され、同じく錐状感覚子は匂い受容の化学感覚子⁹⁾と推定される。茸状感覚子はYokohari¹⁰⁾の報告に基づき、温湿度受容器と推定される。水分はシロアリの生存にとって非常に重要であり、その行動を左右する大きな要因の一つであると考えられるが、一方で水分需要依存性の行動に関わる神経系統がシロアリで報告されたことはない^{11,12)}。Yanagawa et al.¹³⁾はグルーミング行動に関わる外部環境由来刺激を受け取る匂い受容感覚子として、棘上感覚子Ⅱを報告しているが、行動と神経系をつなぐ研究報告は多くない。外部情報と昆虫の行動には実際には多くの関連が認められ(図11)、外部情報を受容しているこうした器官がどのように情報を受け取り処理しているのか、さらなる調査が必要である。

本成果は、イエシロアリの外界認識および認識情報に基づく行動を理解するために貢献するものである。また、イエシロアリから家屋を守るための新規手法を確立するための一助となるものである。

感覚毛の分布には規則性がみられる



茸状感覚子の分布

図10 触角上感覚子の分布

自然界に見られる相互作用

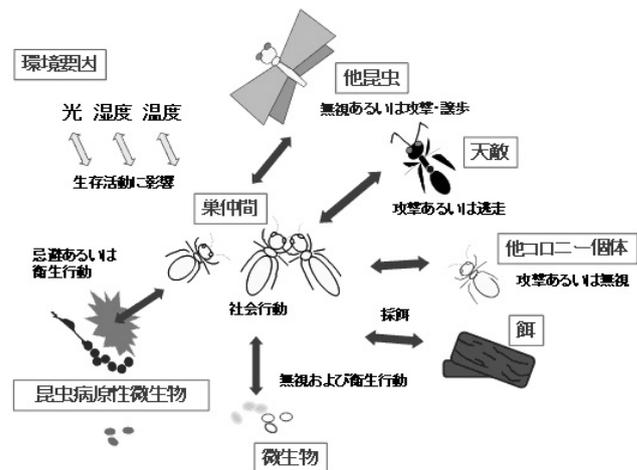


図11 外部環境情報と予測されるシロアリの行動

引用文献

- 1) 安部琢哉 (1989) : シロアリの生態, p. 494, 東京大学出版, 東京.
- 2) Altner, H. and L. Prillinger (1980) : Ultrastructure of Invertebrate Chemo-, Thermo-, and Hygroreceptors and Its Functional Significance. International Review of Cytology, 67: 69-139.
- 3) Costa-Leonardo A.M. and H.X. Soares (1997) : Morphological aspects of neotropical termite antenna under scanning microscopy. Revta. Bras. Ent. 41: 47-52.
- 4) 松本忠夫 (2002) : 昆虫から学ぶ生きる知恵, 株式会社グパプロ, 東京, pp92-105.
- 5) Merivee, E., M. Rahi and A. Luik (1999) : Antennal sensilla of the click beetle, *Melanotus villosus* (Geffroy) (Coleoptera: Elateridae) Int. J. Insec. Morphol. 28, 41-51.
- 6) 森本 桂 (2000) : シロアリと防除対策 第1章 シロアリ, pp.1-119, 社団法人日本しろあり対策協会, 東京.
- 7) Prestage J.J., E.H. Slifer and L.B. Stephens (1963): Thin-Walled Sensory Pegs on the Antenna of the Termite Worker, *Reticulitermes flavipes*. An. Ent. Soc. Am. 56: 874-878.
- 8) Toh, Y. (1977) : Fine Structure of Antennal Sense Organs of the Male Cockroach, *Periplaneta americana*. J. Ultra. Res. 60: 373-394.

-
- 9) Toh, Y. (1981) : Fine Structure of Sense Organs on Antennal Pedicel and Scape of the Male Cockroach, *Periplaneta americana*. J. Ultra. Res. 77: 119-132.
 - 10) Yanagawa, A., F. Yokohari and S. Shimizu (2010): Influence of fungal odor on grooming behavior of the termite, *Coptotermes formosanus* Shiraki. J. Insec. Sci. 12: Article 4.
 - 11) Yokohari, F. (1981) : The sensillum capitulum, an antennal hygro- and thermoreceptive sensillum of the cockroach, *Periplaneta americana* L. Cell Tissue Res., 216, 525-543.
 - 12) Yokohari, F. (1999) : Chapter VII Hygro- and Thermoreceptors. Eds: E. Eguchi and Y. Tominaga. Atlas of Arthropod Sensory Receptors, Springer, Tokyo, pp.191-210.
 - 13) Ziesmann, J. (1996) : The physiology of an olfactory sensillum of the termite *Schedorhinotermes lamanianus*: carbon dioxide as a modulator of olfactory sensitivity. J. Comp. Physiol. 179: 123-133.

森林総合研究所における実験住宅の建設とねらい

森林総合研究所構造利用研究領域木質構造居住環境研究室 杉本 健一

1. はじめに

森林総合研究所（略称・森林総研）はわが国最大の森林・林業・木材産業の研究機関である。その中の木材産業に関する研究部門、とりわけ建築用材としての木材・木質材料について研究開発を行っている部門では、これまで材料や接合部、構造部材を対象とした性能評価を主として行ってきており、それらを用いた実際の木造建物の性能を評価するところまでは建設費用や実験装置、建設用地などの兼ね合いでなかなか実現できなかった。そこで、森林総研が研究開発に係わった木材・木質材料を用いた実験住宅を実際に建設し、それを評価することによって明らかになった問題点を今後の木材・木質材料の研究に生かすことを目的としたプロジェクト研究を立ち上げるようになった。

実験住宅を建設するにあたり、特に住宅デザインや省エネ性について、外部から広く意見を募る目的で平成20(2008)年度に『近未来の木造住宅』設計コンペ(森林総研主催)を実施した。最優秀賞作品は、つくばの森林総研内に実際に建設することとした。森林総研の研究成果を盛り込んだ実験住宅であるとともに、森林総研として推奨できるような住宅を建設するために、下記のような設計条件をつけた。

①**構造種別**：木造（平屋建を除く）

②**使用材料**：

- ・耐力壁に、厚さ24mmの構造用合板を使用
- ・床構面に、厚さ28mmの構造用合板等を使用
- ・木質材料は国産材を使うよう努めること

③**敷地条件**：

- ・敷地面積：210 m²
- ・用途地域等：第1種低層住居専用地域、都市計画区域内、市街化区域
- ・建ぺい率／40%、容積率／80%
- ・前面道路：北側で幅員6mの道路に接する

④**建物規模**：延床面積 120 m² 程度

⑤**家族構成**：夫婦および子ども2人

⑥**駐車場**：敷地内に2台分の駐車場を設ける。ただし建物内に車庫は設けない。



図1 実験住宅の外観（上：南東面、下：北西面）



図2 実験住宅の内観（1階東側から西側をみる）

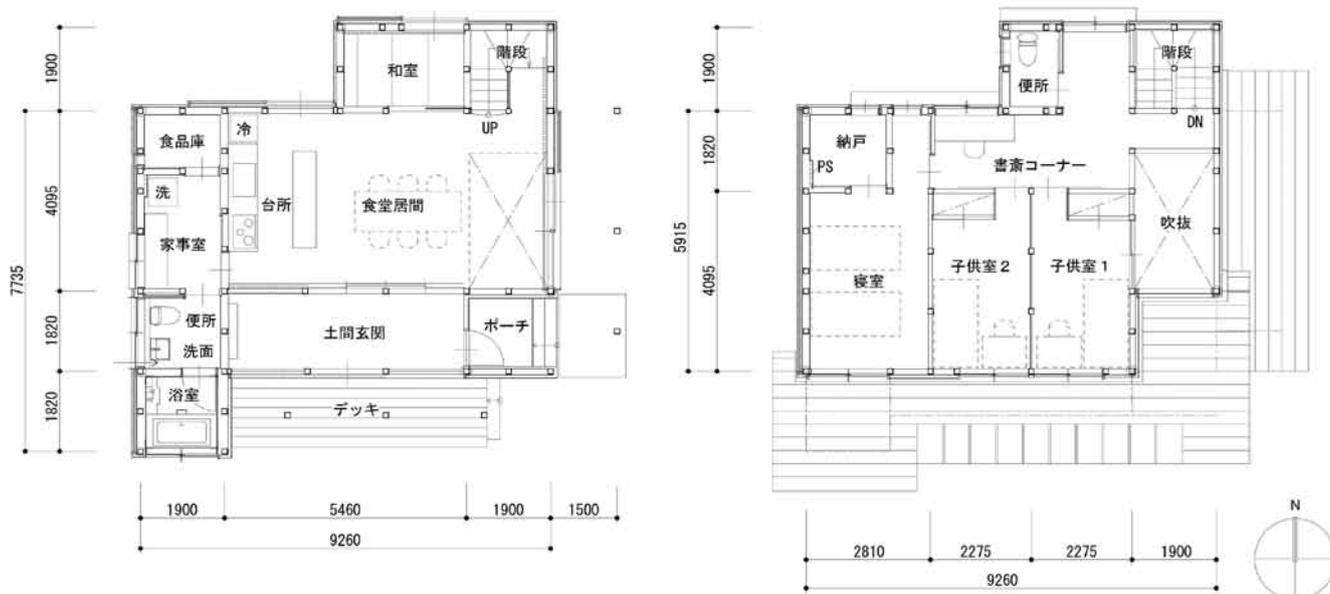


図3 実験住宅の平面図（左：1階, 右：2階）

- ⑦**建築工事費**：4,000万円以下
（基礎工事, 設備, 外構等工事を含む総工事費）
- ⑧**建築地の気候条件**：冬期に晴天の日が多く, 夏期に高温多湿で日射量の多い太平洋側のIV地域（省エネルギー基準による地域区分）
- ⑨**耐震性能**：壁量は建築基準法に規定の2倍以上
- ⑩**断熱・気密性能**：下記⑪の省エネルギー性能をめざした断熱・気密性能とすること
- ⑪**省エネルギー性能**：3kw程度の太陽光発電パネルを装備した場合に, エネルギー収支がプラスになる創エネルギー住宅となることをめざすこと
- ⑫**耐久性**：日本住宅性能表示基準における「劣化の軽減」において, 等級3以上
- ⑬**室内空気質**：日本住宅性能表示基準における「室内空気中の化学物質濃度等」の特定測定物質の放散に配慮した建材を使用
- ⑭**特記事項**：実施設計においては, 研究遂行上の理由から部分的な変更を求めることがある最優秀賞は神家昭雄建築設計室（岡山市）の作品が受賞した。設計コンペの詳細については, **参考文献1**）をご参照いただきたい。最優秀賞作品の最大の特徴は, 耐力壁に厚物合板を用いて耐震性を, 内壁に土塗り壁（漆喰仕上げ）を用いて居住快適性を, それぞれ付与しているところである。平成21（2009）年度に実施設計を行い, 平成22（2010）年度に施工・竣工した。図1～3に, 実験住宅の写真と平面図を示す。

作品では, 耐久性に関する設計条件である⑫に対しては, ベタ基礎を採用したこと, 土台にヒノキを採用したこと, 地面から1mまでの土台・柱等に防蟻処理を施すこと等の配慮がなされている。

2. 特別な仕様について

一方, 当初の作品にあった仕様に対し, 研究者側が耐久性上もっと配慮すべきであるとして設計の変更を要望した部分があった。また, 研究上の理由から, 仕様の変更をお願いした部分もあった。それらについて, 以下に紹介する。

- 1) **外壁**：作品では外壁に焼杉を採用していたが, どれくらいの耐久性があるか保証できないとして, 実験住宅ではスギの下見板張りに保護塗料（キシラデコール）を塗布した。
- 2) **軒の出**：作品のけらばは500mm程度であったが, 外壁等への雨がかりを抑えるため, けらばをすべて900mm程度まで長くするよう設計変更をお願いした。
- 3) **浴室**：作品では現場造りの浴室で, 内壁はヒノキ板張りにすることとなっていた。しかしながら, 浴室内の湿気が躯体の木材まで浸透し, これらに劣化を引き起こす可能性があるため, 現場造りではなくユニットバスを採用していただいた。
- 4) **土台**（図4）：薬剤処理したヒノキ製材（インサ

イジング処理)と薬剤処理していないヒノキ集成材(心材のみで構成)を併用することとした。両者の比較ができるようにとの理由からである。ヒノキ集成材は心材のみで構成されていることを発注時の要件としていたが、実際には製造が困難で、納品された集成材には辺材が含まれていた。施工後に、ヒノキ製材、ヒノキ集成材とも材料表面への薬剤吹付処理を行った。



図4 実験住宅の土台(左側:ヒノキ製材,右側:ヒノキ集成材)



図5 実験住宅西面の耐力壁に使用した厚物構造用合板(右側窓の左隣,中央の合板が加圧注入合板。その合板の両隣が接着剤混入合板。)

ころ劣化は生じていない。竣工して3年目となる平成25(2013)年度には外壁のメンテナンスを実施する予定である。今後も引き続き、実験住宅の耐久性に関する調査を始め、部材、躯体、振動性状、居住快適性等の計測を実施しデータを積み上げて学会や雑誌等で公表していく所存であり、注目していただければ幸甚である。

5) 外壁の耐力壁(図5): 耐力壁には24mm厚の厚物合板(商品名:ネダノンスタッドレス5+)を採用している。西面の外壁の耐力壁に、保存処理薬剤を加圧注入した厚物合板と、合板の接着剤に保存処理薬剤を混入した厚物合板を交互に張り、それらの耐久性の比較ができるようにした。

6) 基礎の高さ: 床下に入って行う劣化の点検などの作業性から、基礎高さを約400mmから約600mmに変更するようお願いした。結果的に基礎の高さが高くなったことで、耐久性上有利となる可能性もある。

3. おわりに

実験住宅は竣工して丸2年が経過しようとしている。これまでに、住宅の微小振動(常時微動)、環境振動、気密性、室内空気質の計測等を実施しており、現在は柱に貼ったひずみゲージのひずみ量の変化や、実験住宅内外の温湿度などを継続して測定している。劣化に関しては目視による観察を続けているが、現在のと

参考文献

- 1) 森林総合研究所設計コンペ「近未来の木造住宅」-安全・快適・高耐久・省エネ-受賞作品集
<http://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/2nd-chuukiseika9.html>

アメリカカンザイシロアリ (*Incisitermes minor* (Hagen)) に対する 数種化合物の道しるべおよび誘引活性

京都大学生存圏研究所 エミリア・クリサンティ

1. はじめに

シロアリなど社会性昆虫が、コロニー仲間のコミュニケーションの手段としていわゆるフェロモンなどの化学物質を利用していることは良く知られている。このことは、シロアリ防除において、生理活性を有する化合物をベイト剤に添加することによって、より効果の高い製剤が開発される可能性を示唆している。

これまでに、シロアリ防除におけるより喫食性の高いベイト剤の開発を目指し、誘引活性のある物質やその他の種々の化合物が添加物として検討されてきた。しかしながら、こういった研究のほとんどはイエシロアリ属 (*Coptotermes*) やヤマトシロアリ属 (*Reticulitermes*) などのいわゆる地下シロアリを対象としたものであり、熱帯・亜熱帯地域に広く分布し、経済的に重要なグループであるレイビシロアリ科のシロアリ (乾材シロアリ) に関するものは少ない。Indrayaniらは、アメリカカンザイシロアリ (*Incisitermes minor* (Hagen)) を木材中に掘った人工的なトンネル内に閉じ込め、殺虫成分を含有したジェル状の製剤を外部からトンネル内に注入して、その効果について検討した^{1,2)}。その結果、アメリカカンザイシロアリを対象としたジェルベイト剤の基本的な可能性は確かめられたものの、より信頼性の高い方法とするためには、材中にしばしば孤立的に穿孔している個体をいかにして効率的に製剤へと誘導し、ベイト剤を摂食させるか、という点が課題として残った。

本研究では、乾材シロアリを対象としたベイト剤への応用を目指し、アメリカカンザイシロアリに対する数種化合物の道しるべおよび誘引活性について検討した³⁾。具体的には、①アメリカカンザイシロアリ職蟻の分泌する生理活性物質の探索、および、②アメリカカンザイシロアリに対する数種化合物の道しるべおよび誘引活性の検討、という2つの課題である。

2. 実験方法

2.1 アメリカカンザイシロアリ職蟻の分泌する生理活性物質の探索

2.1.1 シロアリ

供試シロアリとしては、和歌山県南部K町において食害を受けた納屋の解体材から採集したアメリカカンザイシロアリ (*Incisitermes minor* (Hagen)) 職蟻を用いた。

2.1.2 実験方法

60頭の健全なアメリカカンザイシロアリ職蟻を、揮発性物質捕集用活性炭吸着剤 (RCC18, GLサイエンス) を装着したMonotrap[®]ヘッドスペースガスサンプリングキット (GLサイエンス) 中に24時間密封した。吸着された揮発性物質をヘキサンに溶解し、GC-MS分析 (Type 6890N, Agilent Technologies) によって解析した。

2.2 アメリカカンザイシロアリに対する数種化合物の道しるべおよび誘引活性の検討

2.2.1 シロアリ

供試シロアリとしては、同じく和歌山県南部K町において食害を受けた納屋の解体材から採集したアメリカカンザイシロアリ職蟻を用いた。

2.2.2 化合物

供試した化合物は、レイビシロアリ科の別種シロアリの道しるべフェロモンとして報告例のある (*Z*)-3-ドデセノール ((*Z*)-3-dodecenol)、地下シロアリの誘引物質として報告例のある2-フェノキシエタノール (2-phenoxyethanol) および*d*-カンファー (*d*-camphor)、そしてゴキブリの誘引物質として報告例のあるメープルラクトン (maple lactone) の計4種類である。

2.2.3 実験方法

4種化合物の道しるべ活性および誘引活性は図1に示す方法で評価した。

道しるべ活性については、ろ紙に直径7 cmの円を鉛筆で引き、その円周上に化合物を一定量施用して、職

蟻が円周上を歩いた距離を測定することにより評価した (図 1-a)。

誘引活性については、処理紙と無処理紙を先端に配置したY字管を用いた選択歩行試験によって評価した (図 1-b)。

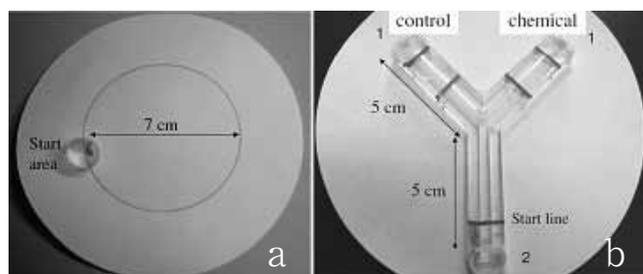


図 1 道しるべおよび誘引活性の評価方法。a: 円周処理による道しるべ活性の評価, b: Y字管による誘引活性の評価

3. 結果と考察

アメリカカンザイシロアリ職蟻からの特徴的な揮発性物質として、図 2 の a と b の 2 つのピークが得られた。データベースを用いたマススペクトルの解析によって、化合物 a が 2-ノナン (2-nonanone)、化合物 b がノナナル (nonanal) と同定された。これらはシロアリからの揮発性物質としては初めての報告であり、今後、これら 2 種化合物の生理活性と役割について検討したいと考えている。

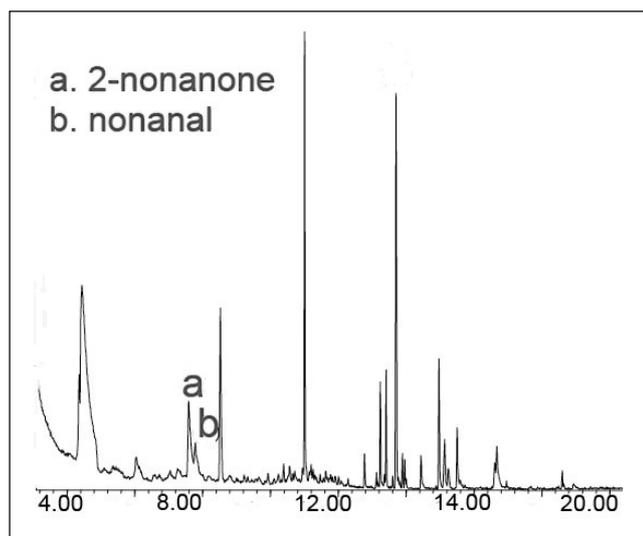


図 2 アメリカカンザイシロアリ職蟻からの揮発性物質のガスクロマトグラム

4 種化合物の道しるべ活性および誘引活性について、2 種類の生物試験によって評価した結果、2-フェノキシエタノールが両試験において高い活性を示した。2-フェノキシエタノールはこれまで地下シロアリの誘引物質として報告されており、いわゆるボールペンエフェクトの原因物質として知られている。一方、興味深いことに (Z)-3-ドデセノールも高い道しるべ活性を示すことが明らかになり、本化合物が他のレイビシロアリ科の種と同様アメリカカンザイシロアリにおいても道しるべフェロモンである可能性が示唆されたが、誘引活性は全く示さなかった。次のステップとしては、これら 2 種化合物、2-フェノキシエタノールと (Z)-3-ドデセノールを添加したジェルベイト剤を調製し、乾材シロアリのベイト剤による効率的駆除について詳細な検討を行う予定である。

4. 謝辞

GC-MS分析については、京都学園大学の清水伸泰博士の協力を得た。記して謝意を表す。

5. 引用文献

- 1) Yulianti Indrayani, Tsuyoshi Yoshimua and Yuji Imamura (2008) : A novel control strategy for dry-wood termite *Incisitermes minor* infestation using a bait system, J. Wood Sci., 54, 220-224.
- 2) ユリアティ インドラヤニ・吉村 剛 (2012) : 乾材シロアリ防除の新展開 - ベイト工法の応用は可能か?, “シロアリの事典”, 吉村 剛他編, 海青社, pp. 298-305.
- 3) Emiria Chrysanti (2012) : Evaluation of trail-following and attracting activities of some chemicals against the dry-wood termite *Incisitermes minor* (Hagen), Sustainable Humanosphere, No.8, 46.

オオシロアリタケの菌株間による 栄養要求および木材腐朽特性の違い

京都大学生存圏研究所 小野 和子

1. はじめに

今日、多種多様なキノコが培養され我々庶民の食卓を豊かに彩っている。それらのほとんどが腐生の菌である。マツタケなどの菌根菌は生きた植物との関係が切り離せないため、いまだ人工培養下で子実体の発生を見ない。このことから、天然物のみがわずかの期間だけ市場に出され、庶民には高根の花となっている。本研究で紹介するオオシロアリタケは、腐生の菌であるが、その生態が独特であり、そのために人工培養に成功していないキノコである。

オオシロアリタケ (*Termitomyces eurhizus* (Berk.) R. Heim) は担子菌、ハラタケ目 (Agaricales), シメジ科 (Lyophyllaceae), オオシロアリタケ属 (*Termitomyces*) に属する。この属のキノコは高等シロアリのキノコシロアリ亜科 (Macrotermitinae) のシロアリと共生関係にあり、シロアリの巣内の菌園 (fungus garden) にある菌床 (fungus comb) から子実体を発生させる。市女笠状で先端の鋭くとがった傘を持ち、軸は堅い¹⁾。オオシロアリタケ属のキノコの多くが食用に適しており²⁾、オオシロアリタケも菌ごたえがよく美味しいキノコとして知られる。

本種はアフリカから東南アジアの熱帯および亜熱帯域に広く分布している。日本国内では沖縄県の八重山諸島に分布し、タイワンシロアリ (*Odontotermes formosanus*) と共生している³⁾。また、沖縄本島の一部にも分布が確認されており⁴⁾、これが分布の東限である。

本研究では、オオシロアリタケの人工栽培を最終目的とし、まずその生理的特性を明らかにするため、その栄養特性と腐朽特性について調査した。

2. 研究の方法

2.1 供試菌株

沖縄県内にて採集された27菌株およびNBRC (NITE Biological Resource Center) 4菌株より、菌糸の成長速度が比較的速く、培地特異性の低い5菌株、T-

3, T-11, T-25, T-26, NBRC 33275を選抜し試験に使用した。なお、NBRCの菌株はいずれも *Termitomyces* 属であるが、種は同定されていない。

2.2 干草煎汁培地における K_2HPO_4 添加の有効性

2種類の干草煎汁寒天培地 (HA培地) を用いた。一方は、蒸留水1 lに干草を50 g加え、121 °C, 30分オートクレーブで処理した。濾過後、濾液を1000 mlに補正し、リン酸水素二カリウム (K_2HPO_4) 0.2 % (W/V) および寒天1.5 % (W/V) を加えた通常の組成 (HA-a) である⁵⁾。もう一方は、上記組成に K_2HPO_4 を添加しなかったもの (HA-b) である。なお、本試験における干草はチモシーグラス (ハイベット, 大阪) を用いた。

通常組成のHA平板培地上にて前培養した各菌株を、直径7 mmのコルクボーラーを用いて切片を切出し、試験培地中央に植菌した。26 °Cの暗室にて培養し、植菌後10日目から40日目まで5日ごとにコロニーの直径を測定した。

2.3 異なる炭素源による成長の差

本試験では、マツタケ培地 (グルコース2.0 % (W/V), EBIOS[®]0.5 % (W/V), 寒天2 % (W/V)) を用いた。グルコースに加え、キシロース、スクロース、マルトースをそれぞれ炭素源として用いた。

通常のマツタケ培地上で前培養を行い、2.2と同様に植菌、培養、観察を行った。

2.4 木材強制腐朽試験

使用した試験体は、ヒノキ、スギ、アカマツ、ブナのそれぞれ心材と辺材である。試験体の大きさは、木口面1 cm×1 cm、繊維方向0.5 cmである。試験前に60 °Cで48時間乾燥させ質量を測定した。

腐朽試験用の培地⁶⁾ (グルコース4.0 % (W/V), ペプトン0.3 % (W/V), 麦芽エキス1.5 % (W/V)) 100 mlを450 mlのマヨネーズ瓶に入れ、寒天2 % (W/V) を加えて滅菌した。放冷し、培地が固化した後、麦芽エキス寒天培地上にて前培養を行った各菌株を接種し、26 °Cの暗室にて培養した。コロニーが試験体の十分乗る大きさまで成長した時点で、1瓶につき6

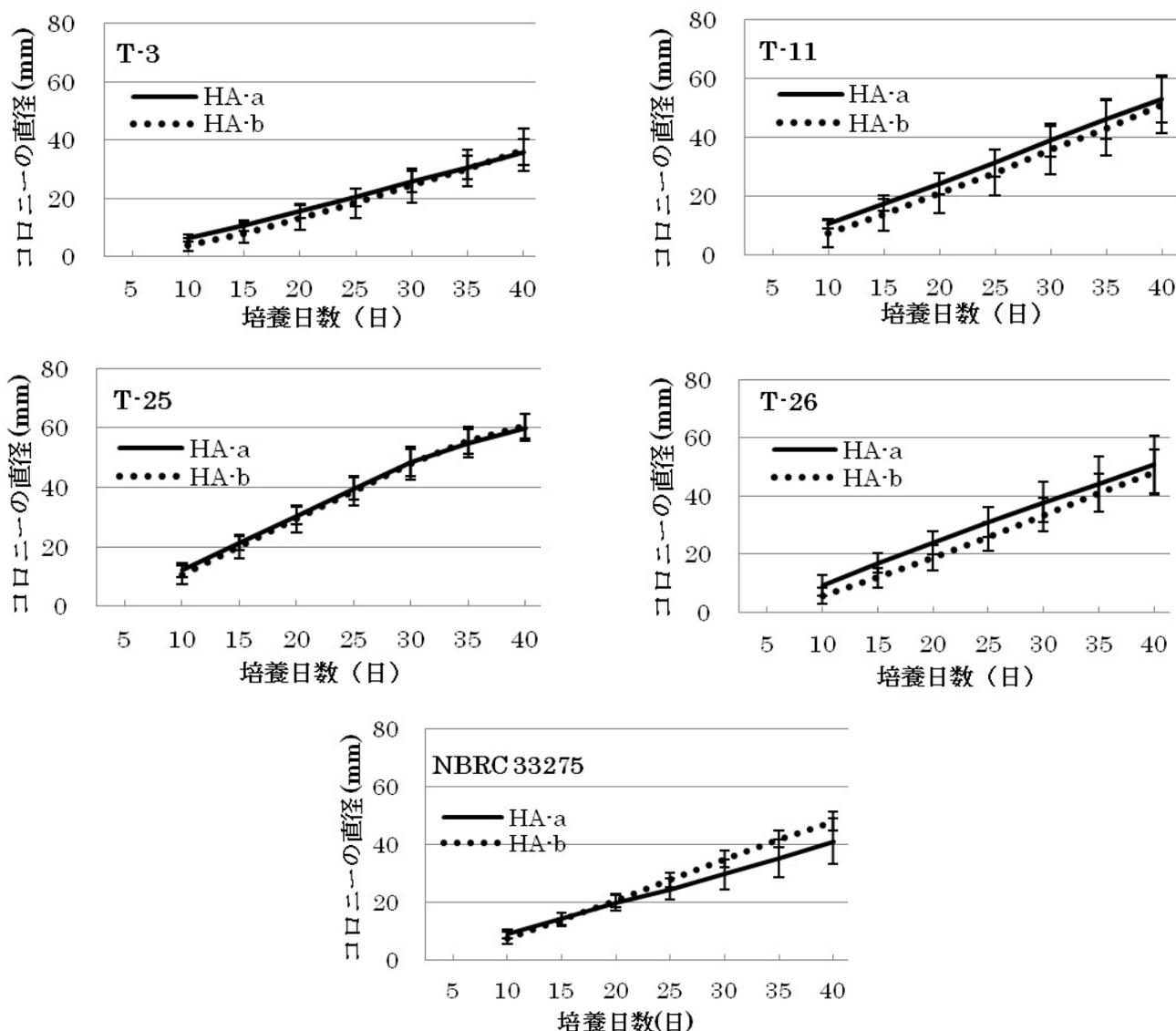


図1 2種類のHA培地における各菌株の成長。 エラーバーは標準偏差を示す。

個の試験体を設置し、26℃の暗室にて8週間腐朽させた。

試験体を回収後、一晚風乾させた後、60℃で48時間乾燥させ、腐朽後の質量を測定した。

なお、対象として白色腐朽菌カワラタケ (*Trametes versicolor*)、褐色腐朽菌オオウズラタケ (*Fomitopsis palustris*) を用いた。ともにJIS K 1571-2010 で指定されている菌株である。

3. 結果と考察

3.1 干草煎汁培地におけるK₂HPO₄添加の有効性

5菌株すべてでK₂HPO₄を添加したHA-a培地より、添加しなかったHA-b培地のほうがコロニーは大きく

成長した。しかし、成長速度のt検定 ($p < 0.05$) では、どの菌株も有意な差はなかった (図1)。

2種類の培地における成長で有意な差が認められなかったことは、オオシロアリタケにとってHAに対しK₂HPO₄を添加することが特に有効ではなかったことを示唆しているようである。

菌園に供給される培養基はシロアリによって水溶性の栄養分が吸収された後のものであると考えられ、菌園は栄養塩の濃度が低い環境である可能性がある。オオシロアリタケは低リンの環境で生育していると推察され、オオシロアリタケは干草から溶出したリン酸のみで十分成長可能であり、かえって過剰なリンは成長を抑制する可能性があるのではないかと考えている。

3.2 異なる炭素源による成長の差

本試験において炭素源として使用した4種類の糖のうち、すべての菌株でキシロースでの成長が明らかに遅かった。*Termitomyces* 属はキシラナーゼを持つとの報告もある^{7, 8)}。しかしながら、この結果はキシランの骨格をなすキシロースがオオシロアリタケの炭素源と

して重要ではないことを示唆している (図2)。

T-25ではグルコース、スクロース、マルトースの間に有意な差は見られなかった。しかし、T-11, T-26, NBRC 33275ではスクロースおよびマルトースに比べ、グルコースでの成長が遅かった。また、T-3ではスクロースの成長が最も速く、グルコースとマルトースには差はなかった。一般的に最も代謝に適した糖であるグルコースより、二糖であるスクロースやマルトースでの成長がやや良い傾向を示したことは、おそらくシロアリとの共生生活と関連すると思われる、今後の検討課題である。

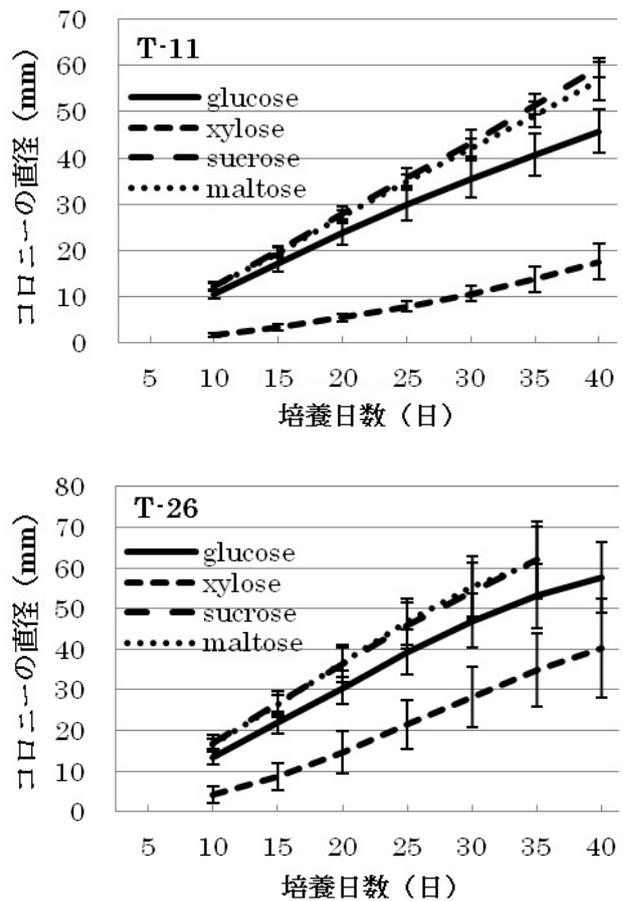
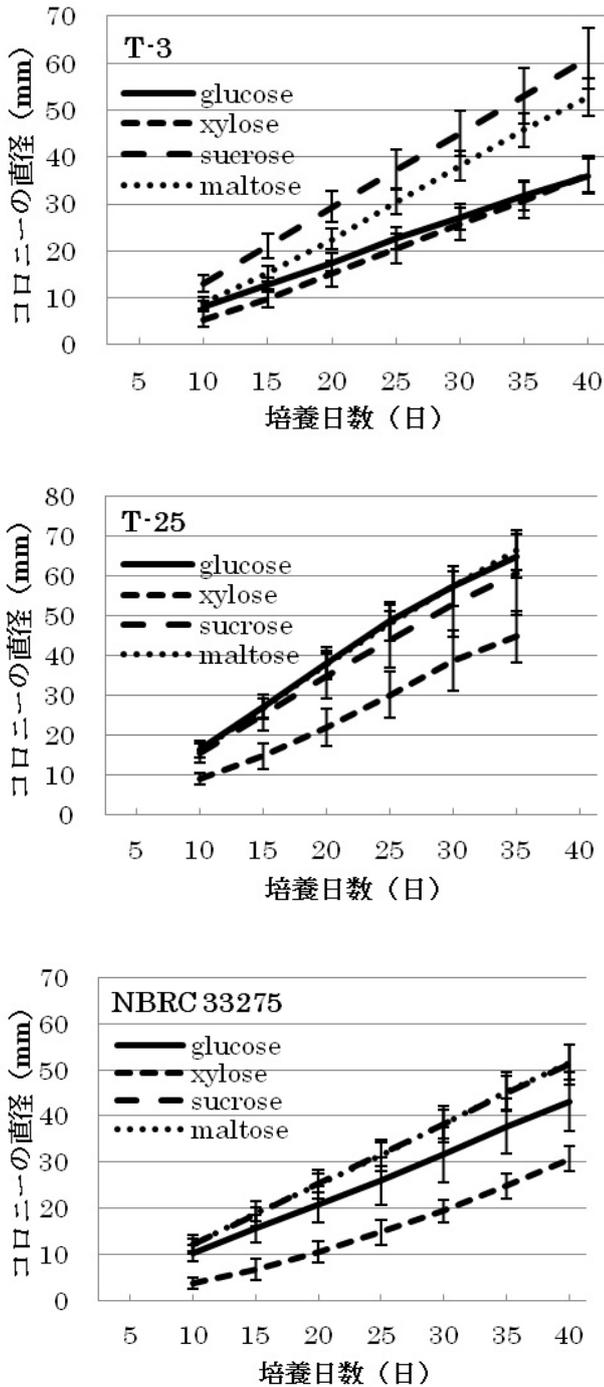


図2 炭素源の異なるマツタケ培地における各菌株の成長。エラーバーは標準偏差を示す

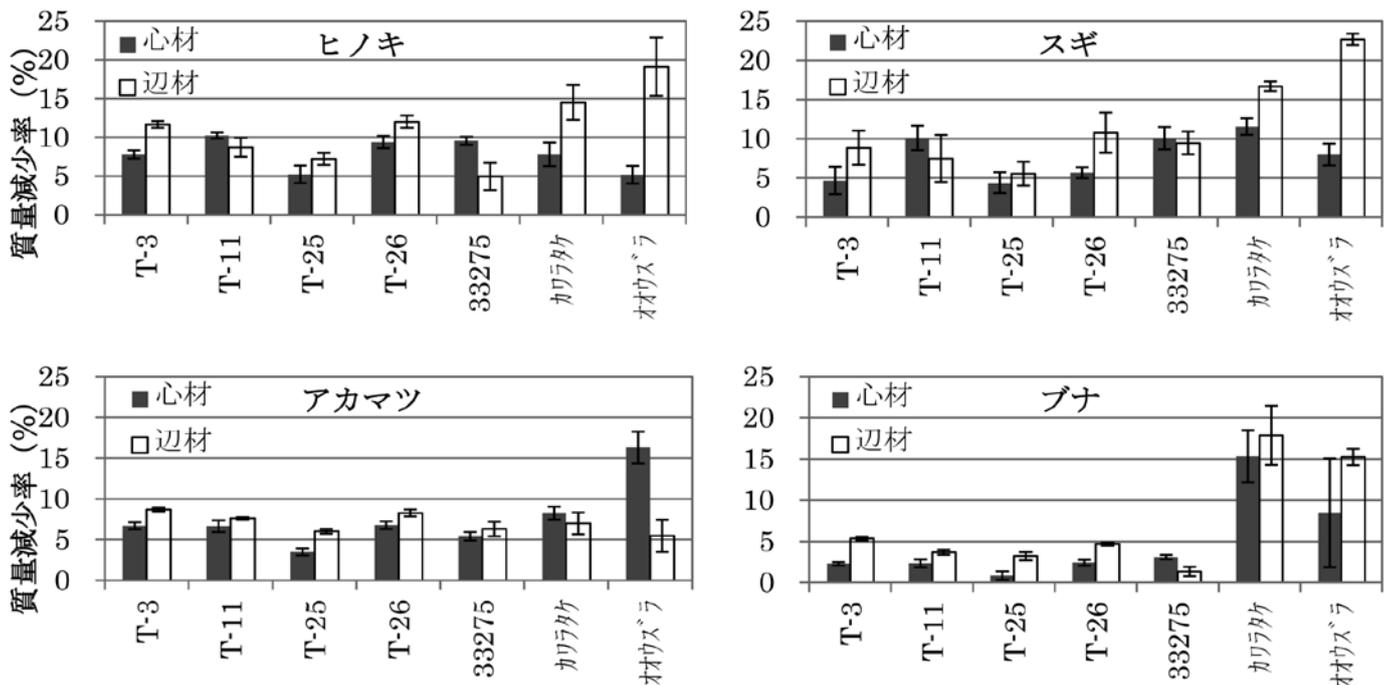


図3 腐朽による木材の質量減少率 エラーバーは標準偏差を示す。

3.3 木材強制腐朽試験

菌株ごとに腐朽力には差があった。ヒノキおよびスギの心材において、T-11, NBRC 33275の2菌株の質量減少率はカワラタケやオオシロアタケと同程度か、やや大きかった(図3)。成長速度の遅いオオシロアタケがカワラタケと同程度の腐朽力を示したことは、この2種の針葉樹材は培養基として利用できる可能性を示している。

興味深いことに、ブナにおいて他の材と比較して質量減少率はかなり小さい値となった(図3)。一般にブナは腐朽に弱い木材であり、キノコ栽培の培養基にもよく利用されている。しかし、ブナはオオシロアタケの分布域には生育しない樹種である。南方産を含む他の広葉樹材に対しても同様の傾向を見せるのか、さらなる試験の必要性を感じている。

引用文献

- 1) 大谷吉雄 (1979) : 沖縄県内で採集したオオシロアタケ, 日本菌学会会報, 20, 195-202.
- 2) Aanen D. K. and J. J. Boomsma (2007) : 昆虫と菌類の関係 その生態と進化, 共立出版, 237-26.
- 3) 大谷吉雄 (1993) : シロアリの栽培する菌類, しろあり, 90, 3-10.

- 4) 金城一彦・ポムカムナード アーチャー・宮城健 (2005) : 沖縄本島で採集したオオシロアタケについて, 日本菌学会会報, 46, 41-44.
- 5) 青島清雄・椿啓介・三浦宏一郎編 (1983) : 菌類研究法, 共立出版, 393-408.
- 6) 日本木材学会 化学編編集委員会 (1985) : 木材科学実験書Ⅱ 化学編, (有) 中外産業調査会
- 7) Ghosh A. K., P. C. Benerjee and S. Sengupta (1980) : Purification and properties of xylan hydrolase from mushroom *Termitomyces clypeatus*, *Enzymology* 612, 143-152.
- 8) Zelek J. (2007) : Xylanase production by the termite associated fungus *Termitomyces* sp. and its role in the termite nest, Addis Ababa University, School of Graduate Studies, Department of Biology, Master thesis.

炭を含有したホウ酸製剤処理部の 蟻道構築について

廣瀬産業株式会社 廣瀬 博宣

1. はじめに

平成24年6月、宮崎県の白蟻防除業者より、炭を含有したホウ酸製剤で処理された木造住宅床下に、イエシロアリ蟻道が異常な程構築されている、この炭を含有したホウ酸製剤について教えてほしいとの連絡があった。ホウ酸は食毒で接触毒性が少ないため蟻道構築を防止する力が弱いことを説明した。ホウ酸については、過去、慶応大学の森八郎教授、宮崎病虫害防除コンサルタントの児玉勝氏が白蟻用薬剤製品化を目指し実験を行ったが、イエシロアリ用として十分な効力が得られず断念した経過がある。昨今、ホウ酸が無機質であり、長期安定で揮散性が少ないことから、防蟻防腐用として数種のホウ酸製剤が販売されている。そのうちの一種、炭を含有したホウ酸製剤で処理された住宅に、無数の蟻道が構築された状況を確認するため、住宅の持ち主の協力を戴き、被害調査を行った。住宅の床下、土間コンクリートと布基礎の隙間に36本もの蟻道が構築されていた。余りにも蟻道が多すぎるため、イエシロアリ飼育営巣に、炭を含有したホウ酸製剤で処理したセメントレンガを設置し、蟻道の構築を観察した。炭を含有したホウ酸製剤について、宮崎県で発生した処理家屋の白蟻被害と、イエシロアリ営巣を用いた蟻道構築試験について報告する。

2. 被害家屋調査報告

宮崎県で発生した、炭を含有したホウ酸製剤で処理された木造家屋のイエシロアリ被害を報告する。

1) 調査員

廣瀬博宣 廣瀬産業株式会社

2) 調査日

平成24年6月15日、8月6日

3) 調査場所

宮崎県宮崎市

4) 調査家屋

木造平屋、昭和62年新築、建築面積45坪
布基礎、土間コンクリート

5) 白蟻予防工事

施工業者 下請業者名不明
(白蟻防除業以外の業種)

施工日 平成22年5月
(平成24年6月被害確認)

使用薬剤 炭を含有したホウ酸製剤

施工箇所 床下布基礎、土台

6) 被害状況

被害確認 平成24年6月

被害種別 イエシロアリの被害

被害場所 和室の畳、床板、脱衣所の壁
玄関框、小屋組



写真1 調査家屋外観



写真2 和室畳白蟻被害



写真3 和室床板白蟻被害



写真4 脱衣所に設置されたベイトボックス



写真5 ベイト剤喫食状況



写真6 床下土台の処理状況と蟻道



写真7 玄関床下蟻道に塗布されたホウ酸製剤



写真8 布基礎無処理部の蟻道

7) イエシロアリの駆除方法

平成24年6月、イエシロアリの被害に気付いた家主は、近所の大工に相談し、炭を含有したホウ酸製剤を処理した業者とは別の業者、大工が紹介した白蟻防除業者に、イエシロアリ駆除を依頼した。依頼された業者は、ベイト剤を用い駆除を行っていた。ベイト工事に2ヶ月半要しており、その期間中に、被害調査を行うことができた。

駆除工法	ベイト工法
使用薬剤	ブリングベイト (有効成分 ビストリフルロン)
ベイト剤喫食量	800g
白蟻推定数	80万匹

8) 床下の状況

炭を含有したホウ酸製剤が、布基礎、土台に真っ黒に塗布されていた。その黒色の塗膜の上にイエシロア



写真9 玄関床下の部分処理部蟻道



写真10 布基礎処理部の蟻道



写真11 布基礎処理部の蟻道



写真12 炭ホウ酸製剤処理境界部の蟻道



写真13 布基礎処理部の蟻道



写真14 36箇所目の蟻道

りの蟻道が無数に構築されていた。玄関床下処理部を観察すると、蟻道の上にホウ酸製剤が塗布されていた。平成22年5月の施工時にイエシロアリ被害が発生していたが、シロアリの知識がない下請業者が施工したため、イエシロアリの初期被害を見逃したと判断した。施工から2年後の平成24年6月、居住者が畳の異常に気づき、白蟻被害が判った。その間、床下には無数の蟻道が構築され、被害が増加したと判断される。

9) 床下の蟻道

平成24年6月に最初の調査を行ったが、余りにも蟻道が多いので、同年8月に再度調査を行い、全蟻道的位置、数を確認した。布基礎とベタ基礎の隙間に構築された蟻道、36箇所を確認した。炭を含有したホウ酸製剤で処理された布基礎と、処理されていない布基礎では、炭を含有したホウ酸製剤で処理された布基礎に多くの蟻道、太い蟻道が構築されていた。特に写真14

では、処理境界部の処理側に大きな蟻道が構築されていた。

無処理部蟻道 6箇所
処理部蟻道 30箇所

10) 被害調査のまとめ

炭を含有したホウ酸製剤で予防処理された住宅の床下には、イエシロアリの蟻道が36箇所構築されていた。通常のイエシロアリ被害家屋に比べ、蟻道の数が異常に多かった。しかも、蟻道は、布基礎のホウ酸製剤処理部に多く構築されていた。シロアリを予防するために薬剤処理した部分に、蟻道が集中構築されている状態は異常であり、炭を含有したホウ酸製剤処理部は、シロアリに対し何らかの誘引性があるのではと疑われる。

3. 炭含有ホウ酸製剤処理部の蟻道構築試験

被害家屋の調査で感じた疑問、炭を含有したホウ酸製剤処理部のシロアリ誘引性について、平成24年10月確認試験を行った。廣瀬産業(株)の飼育室で、イエシロアリ営巣に、炭を含有したホウ酸製剤で処理したセメントレンガを設置し、蟻道の構築状況を確認した。試験の詳細を報告する。

1) 試験実施者

廣瀬博宣 廣瀬産業株式会社

2) 試験実施日

平成24年10月7日から10月15日

3) 試験場所

廣瀬産業株式会社 シロアリ飼育室

4) 使用薬剤

次の3薬剤について比較試験を行った。

- ①炭を含有したホウ酸製剤A
- ②ホウ酸製剤B (木材保存協会認定薬剤)
- ③白蟻薬剤C (白対協認定薬剤 土壌処理剤)

5) 使用したイエシロアリ営巣

飼育を始めて3年が経過した、営巣7年程度と推定されるイエシロアリ営巣を用い、蟻道構築試験を行った。

6) 試験方法

薬剤を入れた容器にセメントレンガを数分浸け、取り出し、乾燥させた。イエシロアリ営巣の横に試験場所としてセメント板を設けた。セメント板上に、薬剤処理したセメントレンガを置き、レンガの上には餌木を設置し、蟻道の構築状況を観察した。

セメントレンガ寸法：6×10×21cm

7) 薬剤処理

炭を含有したホウ酸製剤A、ホウ酸製剤B、白蟻薬剤Cをそれぞれの用法容量に従い、使用濃度に調合し、プラスチック容器に入れ、薬液槽とした。セメントレンガを数分間薬液に浸漬した。取り出したセメントレンガは、2本の算木上に置き、液垂れを行い、扇風機で乾燥させた。



写真15 炭を含有したホウ酸製剤A浸漬処理



写真16 ホウ酸製剤B浸漬処理



写真17 薬剤の乾燥状況



写真18 イエシロアリ営巣とセメント板



写真19 セメント板上に構築された蟻道



写真20 蟻道の除去状況（試験体設置直前）



写真21 試験体のレンガ設置状況

8) 試験営巣の予備操作

平成24年8月、セメント板上に無処理のセメントレンガ5個を設置し、イエシロアリ食害中の餌木を、セメント板とレンガ上部に置いた。平成24年10月、セメント板と無処理レンガに蟻道・蟻土が構築されたことを確認し、無処理レンガを撤去した。レンガを設置していた部分とその周囲について、蟻道・蟻土を除去し、試験体のレンガを設置する空間を設けた。

9) 蟻道構築試験状況

セメント板上に、炭を含有したホウ酸製剤A、ホウ酸製剤B、白蟻薬剤Cで処理されたセメントレンガと無処理のセメントレンガ2個の計5個を置き、蟻道の構築状況を確認した。

①設置1時間後

炭を含有したホウ酸製剤A処理レンガでは、シロアリが処理部を這い上がり、餌木に到達していた。ホウ

酸製剤B処理レンガは、レンガ下部にシロアリの這い上がりを確認した。白蟻薬剤C処理レンガと無処理レンガ2個には、シロアリの這い上がりは見られなかった。



写真22 1時間後の全体状況

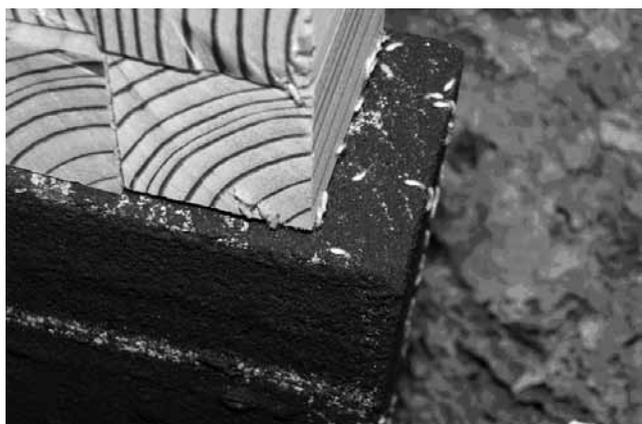


写真23 1時間後炭ホウ酸Aレンガ上部の這い上がり



写真26 2時間後炭ホウ酸Aレンガ這い上がり

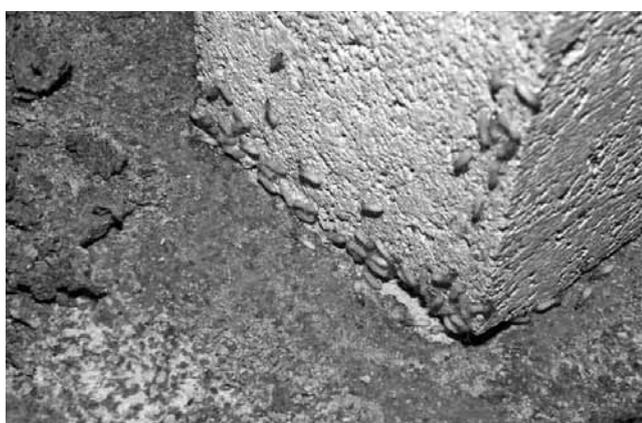


写真24 1時間後ホウ酸Bレンガ下部の這い上がり



写真27 2時間後ホウ酸Bレンガ這い上がり

②設置2時間後

炭を含有したホウ酸製剤A処理レンガでは、処理部をシロアリが活発に這い上がり、シロアリの数も増加した。ホウ酸製剤B処理レンガは、シロアリが処理部を這い上がり、餌木に到達していた。白蟻薬剤C処理レンガと無処理レンガ2個には、シロアリの這い上がりはなかった。



写真25 2時間後の全体状況

③設置12時間後

設置したレンガ全てで、シロアリの這い上がりが確認された。ただし、レンガによって這い上がりの密度が明らかに異なった。這い上がり活発度の順を以下に示す。

炭ホウ酸A > ホウ酸B > 無処理 > 白蟻薬剤C

炭を含有したホウ酸製剤A処理レンガでは、処理部全面にシロアリが這い上がっていた。それに対し、白蟻薬剤C処理レンガでは、シロアリの這い上がりは局所に限られ、薬剤を忌避し、角部の狭い部分を這い上がっていた。

④設置36時間後

設置したレンガ全てで、蟻道構築が確認された。ただし、レンガによって蟻道の量は明らかに異なった。炭を含有したホウ酸製剤A処理レンガが多く、次にホウ酸製剤B処理レンガが多かった。この二つのレンガについては、蟻道が拡大され、蟻土に近い状態が形成されていた。



写真28 12時間後の全体状況

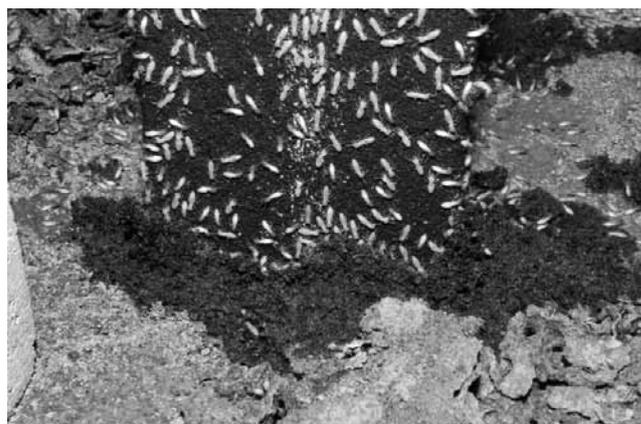


写真29 12時間後炭ホウ酸Aレンガ這い上がり



写真30 12時間後ホウ酸Bレンガ這い上がり



写真31 12時間後無処理レンガ這い上がり



写真32 12時間後白蟻薬剤Cレンガ這い上がり



写真33 36時間後の全体状況

⑤設置8日後

設置したレンガ全てに蟻道が構築され、新たな蟻道の構築は行われなくなった。一部の蟻道については、乾燥のためヒビ割れが発生していた。構築された蟻道・蟻土の量の順を以下に示す。

炭ホウ酸A>ホウ酸B>無処理>白蟻薬剤C

炭を含有したホウ酸製剤A処理レンガの上部蟻土には白カビが発生していた。蟻道の形成が停止したため、試験の終了とし、薬剤処理されたレンガを撤去した。

⑥蟻道構築試験のまとめ

無処理のレンガより、薬剤処理したレンガである、炭を含有したホウ酸製剤A処理レンガとホウ酸製剤B処理レンガに蟻道・蟻土が多く構築された。特に、炭を含有したホウ酸製剤A処理レンガは、全体の80%が蟻土で覆われた。これらのことから、今回使用したホウ酸製剤2剤については、シロアリ誘引性と蟻道構築促進性があると判断される。



写真34 36時間後炭ホウ酸Aレンガの幅広蟻道

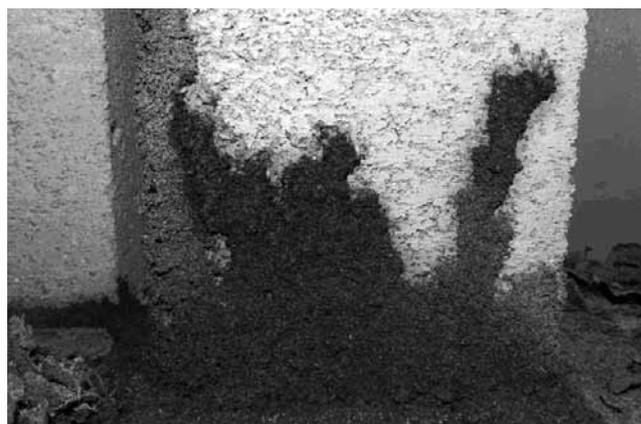


写真35 36時間後ホウ酸Bレンガの蟻土



写真36 8日後の全体状況



写真37 8日後炭ホウ酸Aレンガの蟻道・蟻土



写真38 8日後ホウ酸Bレンガの蟻土



写真39 8日後炭ホウ酸Aレンガ上部蟻土の白カビ

4. まとめ

炭を含有したホウ酸製剤について、宮崎県で発生した処理家屋の白蟻被害と、イエシロアリ営巣を用いた蟻道構築について報告した。

被害家屋の調査で感じた疑問、炭を含有したホウ酸製剤処理部のシロアリ誘引性は、イエシロアリ営巣を用いた蟻道構築試験でも確認された。本来、シロアリの侵入・被害を防止するため処理する薬剤に、シロア

リ誘引性があることは大きな問題である。炭を含有したホウ酸製剤については、処理木材の食害防止試験データが公表されており、処理部については食害しにくい事が示されている。処理木材のシロアリ加害は防止できたとしても、処理部がシロアリの誘引し、蟻道形成が促進されることは避けなければならない。原因としては、次の三つが考えられる。

-
- ①製剤に含まれている炭は、シロアリの忌避剤ではなく、誘引性があるのではないか。
(以前実験した木炭塗料でも同様の傾向あった)
- ②製剤にシロアリが好むデンプン糊などの接着成分が含まれてないか。
- ③ホウ酸製剤で処理することで、処理部がなめらかになり、シロアリが這い上がり易い状態を形成してないか。

しかし、組成が解らない為、これ以外の要素が原因である可能性もある。炭を含有したホウ酸製剤の製造者および開発関係者は大至急、誘引性の原因究明を行い、商品の改良・対応が行われることを期待する。

最後に、宮崎市の炭を含有したホウ酸製剤処理家屋の白蟻被害を連絡戴いた白蟻防除業者の方と、被害家屋調査にご協力を戴いた持ち主に感謝する。

イエシロアリ営巣探索技術向上への取組

有限会社鹿児島シロアリ 井戸口 広行

1. はじめに

鹿児島県しろあり対策協会は、信頼される業界を目指し、毎年、公園樹木の蟻害調査駆除（奉仕作業）と鹿児島住まいと建築展への出展を行っている。公園樹木の蟻害調査駆除は15年間、住まいと建築展出展は12年間続けてきた。事業は毎回、新聞、テレビなどで報道され、協会の知名度は上がってきた。2事業とも、青壮年部のメンバーが中心となり事業を行っている。特に、公園樹木の蟻害調査については、実施場所選定のための事前調査、当日の営巣掘り出しなど、青壮年部部員のイエシロアリ営巣探索技術の向上に繋がっている

それでは何故、鹿児島県協会は公園樹木の蟻害調査に満足せず、イエシロアリの営巣掘り出しを行うようになったのか？その切っ掛けとなった、平成12年1月と13年4月に故児玉純一氏らが鹿児島県で行ったイエシロアリ研修会を紹介する。また、平成12年4月から行うようになった、公園樹木蟻害調査事業での営巣掘り出しを報告する。

2. きっかけ

昭和61年に白蟻薬剤クロルデンが特定化学物質に指定され、使用薬剤は有機リン系に変わった。ところが、有機リン系薬剤は速効性で分解されやすく、特性が異なることから、イエシロアリ駆除後の被害が多発し、大きな問題となった。

その対応として、九州でも技術が高い業者の工事方法を学び、自社の工事に取り入れたいとする思いが、若い世代に広がった。また、熟練者も、自社の技術を公開し、業界のレベルアップに協力し、業界の信頼を取り戻したいとする気運が広がった。

その先導役となったのが、宮崎県の故児玉純一氏、清水一雄氏である。

3. イエシロアリ研修会の概要

児玉純一、清水一雄氏らが平成12年1月と平成13年4月に行ったイエシロアリ研修会の概要を紹介する。

①技術指導員

研修は以下の2名が指導を行った。

児玉純一 宮崎病害虫防除コンサルタント
清水一雄 清水しろあり研究所

②参加者

九州7県および愛知県の白蟻防除業者が参加、鹿児島県からも若手が大量参加した。

③実施日と場所

平成12年1月 鹿児島県日置市吹上浜国有林
平成13年4月 鹿児島県阿久根市阿久根大島

④内容

松林でイエシロアリの営巣を探し、営巣を掘り出し、営巣を解体し生息虫を確認した。

⑤許可申請

研修の前に下記作業申請を行った。

1) 吹上浜の松林は国有林であり、森林管理署に入林許可を申請した。

2) 阿久根大島の松林は阿久根市の公園であり、阿久根市に使用許可を申請した。

4. 吹上浜での研修

平成12年1月鹿児島県日置市吹上浜国有林で研修を行った。参加者は、38名であった。

①参加者は7班に別れ、松林に入りイエシロアリの営巣を捜した。

②班ごとに、営巣があると思われる切株、樹木を捜し、旗を立てた。

③旗を立てた場所を全員で廻り、旗を立てた本人が、営巣箇所とした見立てを説明した。

④その後、それぞれの場所で営巣を掘り出した。

⑤空巣もあり、3個の営巣が掘り出された。

⑥広場のシートに巣を並べ営巣の解体を行った。

⑦2個の営巣は職蟻とニンフが多く、王台や幼虫がなかったため分巣と判断した。

⑧1個の営巣からは、女王が見つかった。

吹上浜松林での研修状況を写真1～5に示す。



写真1 吹上浜松林内の営巣探索



写真2 イエシロアリ営巣の掘り出し



写真3 イエシロアリ営巣の解体

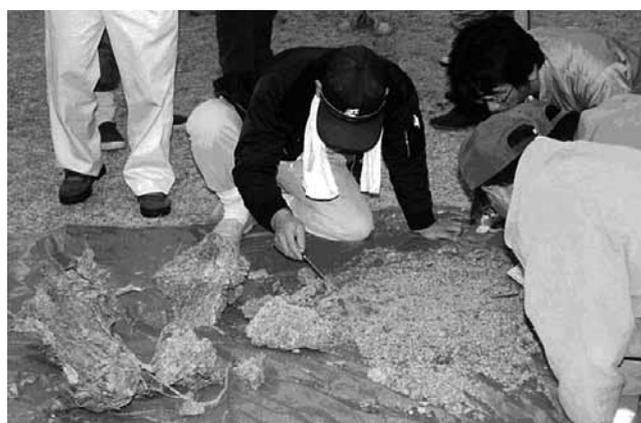


写真4 イエシロアリ生殖虫の確認



写真5 イエシロアリ女王採取

5. 阿久根大島での研修

平成13年4月鹿児島県阿久根市阿久根大島で研修を行った。参加者は、26名であった。前回の吹上浜と同様に営巣を捜し、5個の営巣を取り出し、営巣の解体を行った。

①3個の営巣には王台があり、幼虫も確認したが、女王は見つからなかった。営巣の掘り出しに時間が掛

かり、女王は逃避したと思われる。

②4個目は、樹木根元の営巣から、丸々とした女王を採取した。

③5個目は、切株の営巣から、女王と王を採取した。なかなか採取できない王を皆が写真に撮影した。貴重な王の写真が撮影できた。

研修の状況を写真6～17に示す。

6. 協会の蟻害調査での営巣取り出し

平成12年1月の吹上浜研修会の3ヶ月後、鹿児島県しろあり対策協会は公園樹木の蟻害調査を行った。この蟻害調査で初めて営巣の取り出しを行った。その後の蟻害調査でも、できるだけ営巣の取り出しを行い現在に至っている。蟻害調査事業での営巣取り出しを以下に報告する。

①鹿児島県立吹上浜海浜公園

平成12年4月鹿児島県立吹上浜海浜公園で樹木の蟻害調査を行い、イエシロアリ営巣を取り出した。事前に、田中シロアリの田中修二氏が営巣場所を特定



写真6 阿久根大島研修参加者



写真7 阿久根大島での営巣探索



写真8 イエシロアリ営巣の取り出し



写真9 イエシロアリ営巣の解体



写真10 イエシロアリ営巣の解体



写真11 イエシロアリ営巣の取り出し

しており、青壮年部部員が掘り出しを行った。取り出した営巣は7、8年の大きな営巣で、関西に運び、メーカーの実験用として現在も飼育されている。約20年生息しており、国内最年長の営巣と思われる。営巣の取り出しと現在の飼育営巣を写真18～20に示す。

②鹿児島県立薩南病院敷地

平成13年4月鹿児島県立薩南病院で行われた蟻害

調査でも営巣取り出しを行い。女王を取り出した。営巣の取り出しと採取した女王を写真21～23に示す。

③鹿児島県立南薩少年自然の家

平成14年4月鹿児島県立南薩少年自然の家での蟻害調査では3個の営巣を取り出した。

④鹿児島市立錦江湾公園

平成18年4月鹿児島市立錦江湾公園での蟻害調査で



写真12 イエシロアリ女王採取



写真13 イエシロアリ営巢の掘り出し



写真14 イエシロアリの王台



写真15 イエシロアリの王と女王



写真16 イエシロアリの王と女王



写真17 イエシロアリの王

は、1個の営巢を取り出した。掘り出した営巢を写真27に示す。

⑤鹿児島県立南薩少年自然の家（2回目）

平成20年4月鹿児島県立南薩少年自然の家での蟻害調査では3個の営巢を取り出した。取り出した営巢を写真28に示す。

⑥大崎町営くにの松原キャンプ場

平成21年4月大崎町営くにの松原キャンプ場での

蟻害調査では3個の営巢を取り出した。その内の1個の王台近くからターマイトボールが見つかった。イエシロアリのターマイトボールを皆で観察し、写真に撮った。取り出した営巢とターマイトボールを写真29～31に示す。

⑦鹿児島県緑地公園

平成24年4月鹿児島県緑地公園での蟻害調査では1個の営巢を取り出した。その営巢を皆で解体し、女王を採取した。王は見つからなかった。



写真18 吹上浜海浜公園での営巣の取り出し



写真19 取り出したイエシロアリ営巣

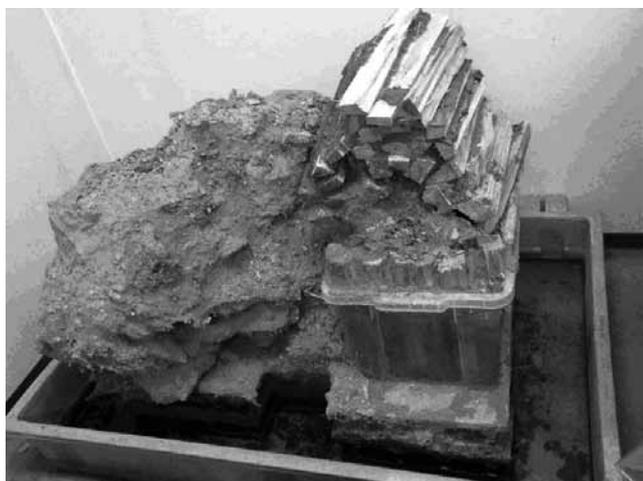


写真20 メーカーで飼育中の営巣



写真21 薩南病院での営巣取り出し



写真22 イエシロアリ営巣の玉台



写真23 薩南病院で採取された女王

7. まとめ

鹿児島県しろあり対策協会では、平成12年、13年に
行われたイエシロアリ研修会をきっかけに、公園樹木
の蟻害調査でイエシロアリ営巣の取り出しを数多く

行ってきた。同時に女王の採取、ターミットボールの
確認なども行った。通常の駆除工事では修復費用など
の制限から、営巣取り出しの機会は少なくなってきて
いる。若手の技術育成の場として、今後も蟻害調査で



写真24 少年自然の家で掘り出した営巣A



写真25 少年自然の家で掘り出した営巣B



写真26 少年自然の家で掘り出した営巣C



写真27 錦江湾公園で掘り出した営巣



写真28 少年自然の家で掘り出した営巣3個



写真29 くいの松原で採取した営巣

の営巣取り出しを続け、近い内に王の採取が行えることを期待している。営巣の取り出しを指導して戴いた、故児玉純一氏、清水一雄氏に感謝する。

引用文献

- 1) 児玉 純一 (2000) : イエシロアリ研修会報告, しろあり, 120, 16-18.

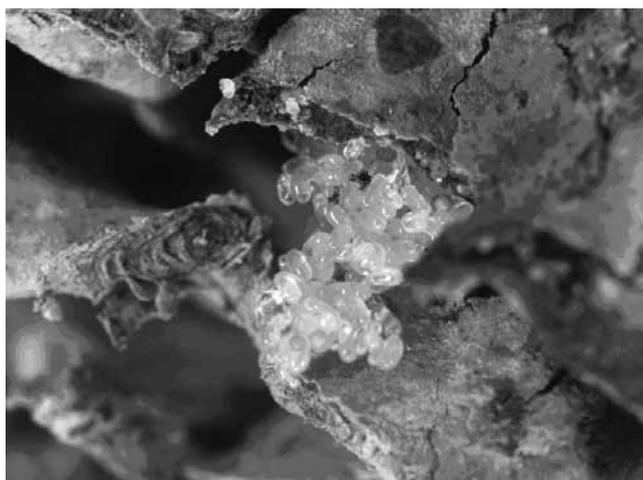


写真30 イエシロアリのターマイトボール

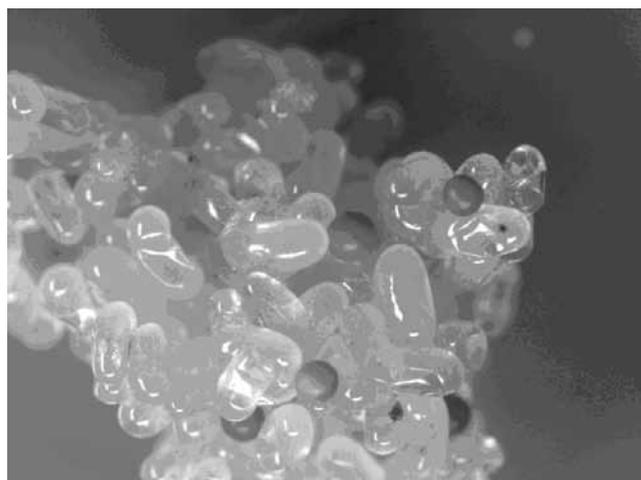


写真31 ターマイトボール拡大



写真32 緑地公園での営巣取り出し



写真33 営巣の解体と生殖虫確認



写真34 見つけた女王の撮影



写真35 緑地公園で採取された女王

生立木のシロアリ被害による倒木の危険性について

株式会社アルパイン・エンタープライズ 山島 眞雄

1. はじめに

本稿は研究発表ではなく、ここ数年、表題について筆者が危惧していることを、写真を主に提言の形で述べたものである。

解決の方法についてはまだ見出されていない。しかし、この現象が各地で起きていることは事実であり、放置しておけば、増加することはあっても減少することはない。事は人命にかかわる問題である。実際に事故が起きてからでは手遅れである。

白対協のみならず、他の関係団体にも呼びかけた。

報告は主に静岡市を中心としたものであるが、同様の事例は各地で見られていることであり、放置するわけにはいかない。何度も述べるが、解決の方法についてはまだ見出されていない。しかし、ある地区の現状

を報告することによって、関係者の知恵が集積され、その方策が見つければ、これ以上の成果はないと考えている。

2. 事例①

平成19年にある写真が筆者のもとに届けられた。シロアリの被害らしいと聞いたので、現地に飛んでみた。まさに我々が携っている「シロアリ・腐朽」が原因の事故であった。

現地は静岡市街からわずか数km西の地点である。住宅街の中に潮害防備保安林があって（幅4間）、20mを超す松が立っている（写真1・2・3）。何処に倒れても家に当たる。写真を見ていただくとわかるが（写真4・5・6・7・8・9）、人災にならなかったのが不思議である。まさに偶然そうならなかっただけと思えた。

直接の原因はヤマトシロアリと腐朽であるが、間接的な要因としては、この場所では松自体が大きくなり過ぎて、自重を支えられなかったことが大きい。

実はこの南、もっと海に近い場所に新しい防風防潮林があって、その役目を果たしている。何故この家並みの中にこんな高木が立っているのか理解しにくい部分がある。乱暴な都市計画に問題はあるが、地元の活



写真1 潮害防備保安林のマツ



写真2 潮害防備保安林のマツ



写真3 潮害防備保安林のマツ



写真4 用宗潮害防備保安林



写真5 原因はシロアリ、腐朽により自重を支えられなくなった。



写真6 丁度うまく倒れ、人災にはならなかった。



写真7 もう少しずれていれば更に大事になっていた。

性を考えると、一概に物は言えない。今後この防備保安林をどうするのか、興味を持って見守っている。

3. 事例②

また同年、三保の松原を調査することがあって、三保水族館内の松の調査をした。その時発見されたのが(写真10・11・12・13)である。たまたまテレビ局が同道したので、我々が内部を確認する為に穿孔した10mmの

穴からファイバースコープを入れてみた。中はまさに空洞でありシロアリの姿が見える。スコープはまたたくまに兵蟻の体液を浴びて使えなくなった。場所が休憩スペースの広場であり、万一のことを考え、静岡市文化財課に進言して伐採してもらった。伐ってみると我々の想像通り形成層を残し空洞であった。松の樹体が傾いて立っていたから、その倒木の危険度は小さなものではなかったろう。腐朽は見られなかった。上部



写真8 屋根の被害。



写真9 車に当たったが、全損にならなかった。



写真10 外部からでは被害はほとんどわからない。



写真11 10mmのビットで穿孔し、被害を見つけた。



写真12 直径はおよそ50cm

に被害が及んでいなかったことから、空洞部分に力が集中し、より倒木の危険性が増していたと思われる。ここで問われるのが伐る勇気である。

4. 事例③

平成23年9月に台風15号が浜松に上陸し、日本を縦断した(写真14)。

静岡県御前崎で、29.7m/sの風が吹いた。この台風

は奇妙な動きをし、ある地域では雨を、またある地域では風の被害をもたらした。

静岡県の中部に限って言えば、後者に当たる。日本新三景・日本三大松原のひとつ、三保の松原でも多くの松が倒れた。幸い人災にはならなかったが、行政はその後始末に相当な支出を余儀なくされた。

現地は「羽衣の松」へ通じる、通称「神の道」と呼ばれる樹齢の高い松並木で、長さ500m、両側に120本



写真13 半分はなくなっている。



写真15 倒れた木を切断した。



写真16 シロアリの被害で倒れた。偶然人災をまぬがれた。

づつの松があり、その内側はボードウォーク、外側は観光道路になっている。倒れたところはこの観光道路だった。台風の為交通はなかったが、その道路に面して民家がある。被害がなかったのが不思議である。

倒木の原因には2つあった。

1. 「シロアリ・腐朽」によるもの (写真15・16・17・18・19・20・21)
2. 木が野放図に大きくなり、自重を支えきれな

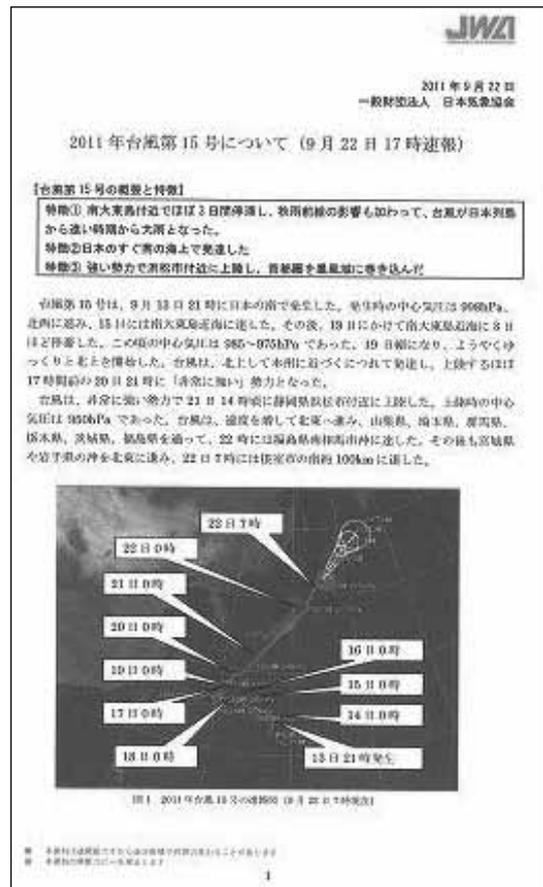


写真14 平成23年9月台風15号



写真17 形成層のみ。倒れても不思議ではない。

かったもの (写真22, ボードウォークまで壊した)。

これらを考え合わせると、いかに現況の把握が必要であるか、また自然保護の在り方についても考え直さなければならないかがわかる。

筆者の会社では3年前に当該地区のシロアリ被害調査を行ったが、樹体内がどうなっているかまでは調べていない。



写真18 倒れた根本には大きなイエシロアリの巣があった。



写真19 よく生きていたものである。上部から水が入り腐朽も激しい。



写真20 大木であればあるほど倒れやすい。



写真21 「御穂神社」境内の大木も倒れた。神殿に当たるのだけはまぬがれた。



写真22 自重を支えきれず倒れた。シロアリの被害ではない。



写真23 打ち合わせ中に突然倒れたマツ

5. 事例④

マツノザイセンチュウによる松の枯死も、この倒木の危険性を増幅している。

枯死した木はその繊維が切れてしまうのか、粘りがなくなって折れ易い。ある時、打ち合わせ中にすぐ横で松が倒れたことがあった。センチュウで枯死し、シロアリの被害もあったからか、風がなくても突然倒れるのである。少し位置が違っていれば、我々の上に倒

れるところであった（写真23・24）。

また、今年（平成24年）松枯死木の伐採に立ち会ったが、シロアリの被害を受けているものが非常に多かった（写真25・26・27・28・29）。想像するしかないのだが、シロアリの食害を受けた松は活性が失われ、センチュウの増殖を促進させるのではないか。小径木でも枯死したものはシロアリの被害を受けている。センチュウ予防の樹幹注入についても問題がある。長年



写真24 打ち合わせ中に突然倒れたマツ



写真25 松枯れが激しい。ここまで木を大きくする必要があったのか?



写真26 胸高よりも高いところで、この被害である。



写真27 切った幹の上部である。



写真28 枯死木のシロアリ被害



写真29 枯死木のシロアリ被害

施工していると、その場所がなくなり導管を切断したりする2次被害が目立ってきた(写真30・31)。幹割れ、先端枯れである。

ここで倒木は松だけに限らないことを紹介しておく。平成24年9月8日に静岡県島田市で、樹齢800年の「頼朝杉」が倒れた。腐朽が激しく、シロアリの被害も見られた(写真32)。幸い堂は壊さずに済んだが、各地で倒木による文化財の被害が報告されている。

6. まとめ

倒木の危険予知とその対策はどうしたらよいのだろうか。残念ながら我々にはその予知判断はできない。我々は「蟻害・腐朽」の有無、程度を診断することはできるが、その木が倒れるか、まだ余力があるのか判断をすることはできない。各所の研究室、あるいは講演会で、木が倒れることについて科学的に研究しているところはないのですか、と問うてみたが、首を傾げるばかり



写真30 樹幹注入処理による2次被害



写真31 樹幹注入処理による2次被害



写真32 頼朝杉倒木の新聞記事



写真33 NPOによる活性剤の注入

りて解答はなかった。根の張り方と樹体の重さ、重心、土壌など非常に難しい要素があるのだという。

それではどうしたらいいのか。我々の専門、「シロアリ・腐朽」から考えてみる。

①まず調査をし、現状把握をする。

樹体内調査については、レジストグラフ、ピカス、γ線などの機器があるが、我々の経験を生かせば、それらを使用しなくても10mm×500mmのピットがあればその抵抗で樹体内部が想像できる。もっと細かいものがあればなおいい。

②樹体に優先順位をつける。

どうしても残さなければならぬものを決める。

③生立木に対しても、定期的にシロアリ予防を実施する。

残念なことに樹木の管割は農水省である為、法的には現在我々が使用している薬剤は使用できない。樹種により登録された農薬を使用するしかない。

筆者は独自に生立木に対する仕様書を作成し、行政に認めてもらった上で対応している。いわゆる特記の特記になるのだろう。

④樹体、林自体の活性を高め、病害虫に対する抵抗性を強化する。

赤外線カメラを使用した森林診断、活性剤の処方などを試みている（写真33）。

⑤樹齢を考えた管理を心掛ける。

高齢木で優先順位の高いものであれば物理的サポート（支柱）も考える。

⑥長期的、計画的「更新」を行う。

同時に、危険なものは伐る勇気を持つ。

⑦可能なら単一樹種によらない混交林も考える。

紙面の制約で細かいことは書けないが、工夫をすればもっと道は開ける筈である。ただ言えることは、「自然」は放っておけばいいというものではない。「人の手」が必要なのである。

最後に研究発表会の紹介記事を載せる（写真34）。

三保の松なぜ倒れた

台風15号で倒れた松の木。過去にシロアリの被害に遭い、幹の直径が空気に空っぽになっていた。静岡市清水区の三保松原。2011年9月撮影。

シロアリ「古傷」と重さ

老木の安全策訴え

昨年9月の台風15号の暴風で静岡市清水区の三保松原で多くの松が生きたまま倒れた原因について「過去にシロアリ被害に遭った上、木自体が大きくなりすぎて自重を支えられなくなっていた」とする調査結果を静岡法科大学の山島真雄さん（64）が21日、愛知県で開催された同協会の全国大会で研究発表し、倒れる方向次第では人や家屋に被害を与えかねない、山島さんは「高齢木には潜在的に倒れる危険がある木も多いため、人命にもかかわる。50年先を見据えた更新計画が必要」と提案する。被害直後から現地入りし、道路や民家近くに倒れた木を中心に調べた。聞き取り調査も含め少なくとも十数本が同様の原因による倒木だった。長年のシロアリ対策の成果は確実に出てくるものの、以前に被害に遭っていた部分が腐朽し、強度が弱まったとみられる。シロアリ防除の専門家として長く研究を続けてきたが、「自分たちだけでなく、危険木の状況の把握には物理的専門家や樹木医など多面的なサポートが欠かせない」と真分野の協力も求める。富士の世界文化遺産登録が進むと構成資産の一つである三保松原の来訪者が増えると考えられるだけに、「残す木は残し、危険な木は生きているも切るべきが正しい場合もある。長期的に少しずつ松林を更新させ、後世に引き継いでいくべき」と訴える。

三保松原 静岡市清水区の三保半島の海岸沿いに5m以上はわたって広がる松林。総本数5万本以上とされ、羽衣伝説の「羽衣の松」がある。波打ち際から見上げる駿河湾越しの富士山の景観で知られる。

写真34 静岡新聞による第55回全国大会の紹介

静岡県文化財蟻害・腐朽検査報告書の作成に5年間携わって

(有) ホームサービスダイチョー 大長 弘和

1. はじめに

静岡県支部では平成20年より文化財（建築物）蟻害・腐朽検査を始めて本年で5年目を迎える。当初の目的は（社）日本しろあり対策協会が平成10年度に蟻害・腐朽検査員制度を発足させた。その制度の普及、啓発を兼ねて静岡県教育委員会文化財保護課の協力を得て県内文化財（建築物）の蟻害・腐朽検査を始めることとなった。今では同協会の事業の重要事項の一つにまでなった。

当初は暗中模索のなか会長以下理事全員で計画の立案、実施、報告書の作成などを行ってきた。その5年間の活動内容の変遷については過去何回か「agreeable」「しろあり」で報告してきているので、今回は、静岡県支部で文化財の検査後、蟻害・腐朽検査報告書を作成して、全ての物件に対して同協会の「蟻害・腐朽検査証」の発行を受けている訳だが、報告書の内容について同協会の厳密な審査があるため、静岡県支部で数回の手直しを行ったうえで「蟻害・腐朽検査証」の発行を受けている。この報告書に対して同協会がどのような審査をしたうえで「蟻害・腐朽検査証」を発行しているのか、具体的な事例を紹介して報告する。

2. 現在に至るまでの経過

- ①平成19年秋に静岡県支部としては、文化財（建築物）蟻害・腐朽検査を毎年行うことにより協会の知名度向上させ、（社）日本しろあり対策協会版蟻害・腐朽検査員制度にリンクさせ、その制度の普及、啓発を兼ねて静岡県内の指定文化財（建築物）の調査を行い、報告書と検査証を県教育委員会文化財課に提出するしくみを作った。静岡県（教育委員会文化財課）としても文化財の保護を目的として毎年継続事業としてやってもらいたいという意向があり、双方の意向が合致して、現在に至っている。
- ②平成20年4月から6月にかけて静岡県支部において初めて県内の文化財11箇所の蟻害・腐朽検査を行うこととなった。
- ③文化財蟻害・腐朽検査報告書を県支部で作成し、その報告書に同協会発行の「蟻害・腐朽検査証」付けて静岡県教育委員会文化財課に提出するため検査後、同協会に報告書を送り審査を受け、数回にわたり静岡県支部で修正を行い「蟻害・腐朽検査証」を同協会より発行してもらい報告書と共に提出している。

静岡県支所文化財蟻害・腐朽検査報告

第1回	平成20年4月6日	妙法華寺(三島市)
	平成20年4月7日	静居寺(島田市) 高松神社(御前崎市) 掛川城(掛川市)
	平成20年6月4日	起雲閣(熱海市) 修善寺ハリストス正教会(伊豆市) 林叟院(焼津市) 旧舞阪本陣(浜松市)
第2回	平成21年6月4日	楽寿館(三島市) 浜名惣社(浜松市) 新居開所(新居町)
第3回	平成22年6月4日	三島大社(三島市) 豊門会館(小山町) 宝林寺報恩堂(浜松) 撰要寺不開門(掛川市)
第4回	平成23年6月4日	旧石田家住宅(御殿場市) 赤野観音堂(沼津市) 天徳寺山門(島田市) 窓泉寺山門(掛川市) 本源持寺山門(掛川市) 甘露寺中門(浜松市)
第5回	平成24年4月6日	旧秩父宮御別邸(御殿場市) 尊永寺仁王門(袋井市) 油山寺(袋井市) 禅叢寺楼門(三島市)

図1 静岡県支所文化財蟻害・腐朽検査報告

- ④平成22年より（社）日本しろあり対策協会の事業計画の重要事項として、この文化財（建築物）蟻害・腐朽検査制度が取り入れられた。翌年より全国8支部で蟻害・腐朽検査が行われるようになった。
- ⑤文化財建造物の蟻害腐朽検査マニュアルが平成23年5月同協会より発行される。
- ⑥平成24年度静岡県支部で累計25箇所の文化財の検査を行うまでになった。（図1）実際の棟数はその倍を超える。

3. 検査対象建物の募集から検査実施までの流れ

1) 検査対象建物の募集

静岡県教育委員会文化財保護課長名で検査希望物件の募集文書を各市町村の教育委員会文化財保護担当課まで送る。（図2）

2) 検査対象建物の選定

静岡県支部で依頼のあった希望物件の中から県内の東・中・西部それぞれの地区から原則的には各1棟づつを選ぶ。

3) 検査対象建物の事前調査及び準備

検査実施2～3週間前に検査対象建物にリーダー（報告書作成者）が出向き、敷地状況、建物周辺の前調査（白蟻の生息など）、建物の大きさ、構造、床下進入口の有無、床下の進入不可箇所の確認（必要であれば事前に点検口などを作ってもら）など事前に調べておく必要がある。また、平図面は必ず事前に入手しておく必要がある。事前調査の時その平図面と現地の建物を比較し平図面と同じか必ず確認する事。文化財（建築物）の平図面は制作されてから相当年数が経ている場合があり、その間に図面を作り直さず改修工事や増築されている事もある。平図面と実際の建物が違う箇所が有ってもその事が判明するのは今までの経験から観て報告書を作り始めてからである。特に建物が大きく数グループに分けた検査の場合は写真撮影された位置などを全体図面に記入して行くと微妙に不自然な箇所が出てきたり、撮影してない箇所があるなど正確な報告書を作ることが出来なくなるので注意が必要である。また建物の所有者に図面を見てもらい、過去の改修工事や増築について詳細にわたり聞き取り調査を行い、できるだけ検査当日には建物全体の床下を正確に検査ができるようにしておく必要がある。

特に建物が大きく複数人数での検査の場合は、検査当日までに正確な平図面を基に検査員を1グループ当たり2～3名づつに分け、各班の検査範囲の割り当てを図面上にマーカーで色分けして決めておく事、カメラは各班1台とし所見記入担当者など事前に決めておく必要がある。

4) 会員への事前通達

- ・検査場所、集合時間
- ・検査要領、持参する物（図3）
- ・蟻害・腐朽検査報告書作成要領（参考）（図4）
- ・「文化財建造物の蟻害腐朽検査マニュアル」の8報告書の作成要領の事前確認の通達書（上記4つの資料を事前に郵送）

5) 検査当日

- ・ミーティング
- ・平図面を検査員に渡し検査箇所の説明
- ・「文化財建造物の蟻害腐朽検査マニュアル」の8報告書の作成要領と蟻害・腐朽検査報告書作成要領参考）などに基づいた注意事項の説明

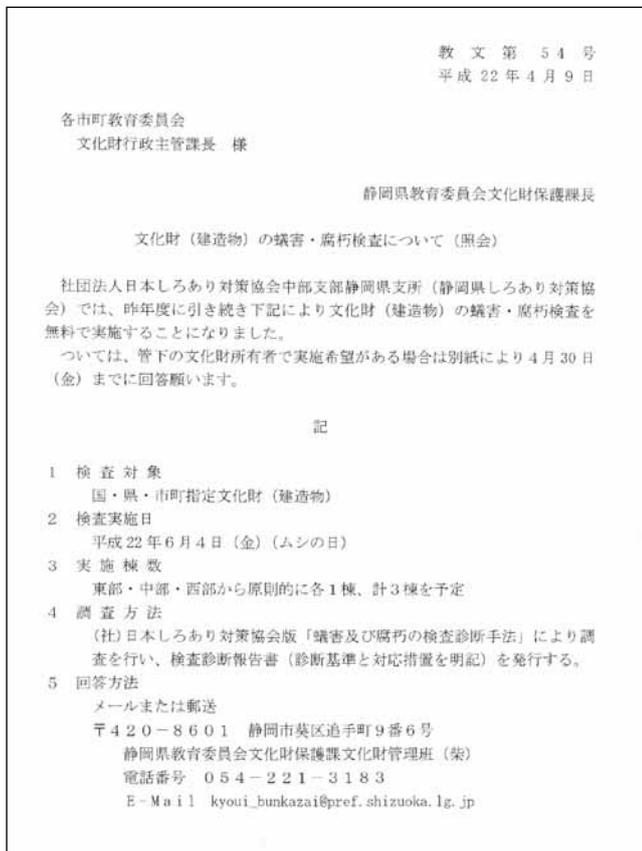


図2 教育委員会への依頼文書

3.検査要領	<p>基本的に「(社)日本しろあり対策協会版蟻害及び腐朽の検査診断手法」に基づくものとします。 あくまでも「非破壊検査」ですので、くれぐれも注意して下さい。目視が基本となります。 建物周囲の目視検査から始め、建物内部を手分けして検査して下さい。気付いた点は写真に撮り、その詳細を記述した上で図面に図示して下さい。終了後はリーダーが取りまとめて下さい。 蟻害・腐朽検査制度委員会、マニュアル委員会とも協議の上報告書を作成します。当日参加の蟻害・腐朽検査員有資格者の中から報告者を一名選任して下さい。</p>
4.持参する物	<ul style="list-style-type: none"> ・(社)日本しろあり対策協会中部支部発行身分証明書 ・含水率計、温湿度計 ・作業衣、軍手、マスク等 ・養生シート ・ストロボ付デジタルカメラ ・記録用具(方眼紙等) ・ルーペ、小型蓋付容器(フィルムケース)など ・その他必要と思われるもの

図3 検査要領および持参する物

<p>蟻害・腐朽調査報告書作成要領(参考)</p>	
1.	東西南北を確認し、各面の写真を撮ってから、外部の調査を始めて下さい。
2.	写真撮影は点ではなく、線で、調査者の動きがわかるようにお願い致します。
3.	写真は撮影場所が特定できるように、図面に正確な位置を図示して下さい。あるいは撮影方向を矢印で示して下さい。
4.	写真にはすべてコメントをつけて下さい。メモではなく、文章でお願いします。
5.	含水率計、温湿度計で各所の数字をあたって下さい。数字で客観的な所見を述べることも必要です。
6.	最後に各自の所見を付けて下さい。
7.	報告書はCDに落として提出をお願いします。その時に一枚プリントアウトしたものを添付願います。
8.	写真はデジカメで多めに撮って下さい。
9.	その他 今回は単なるイベントではなく、正確な報告書をそれぞれが作成するつもりで臨んで下さい。 多くの目で見れば、多くの問題が発見され、新しい対処方法が生まれます。宜しくお願い致します。
<p>《注》</p> <p>1. 屋根裏については調査対象外とします。 (但し、山門等については調査を試みて下さい。)</p>	

図4 蟻害・腐朽調査報告書作成要領

6) 検査実施

- ・検査終了時点で各リーダーは図面上に、コメント、撮影方向、所見など現地で記入し総責任者に提出する。
- ・写真データは各リーダーがCDもしくはメールで県支部まで送ることの通達。(提出の期日は必ず決める事)

4. 報告書の作成

静岡県支部で文化財検査を始めた平成20年には文化財用の報告書作成の見本となるものがなかったので、平成19年協会が発行した(社)日本しろあり対策協会版「蟻害及び腐朽の検査診断手法」に準じて報告書の作成を行ってきた。また、「文化財建造物の蟻害腐朽検査マニュアル」が今年の5月に(社)日本しろあり対策協会より発行されたのでそちらも参考にしている。

文化財(建築物)蟻害・腐朽検査を初めて行った平成20年から翌年までの11棟はワード、エクセルを使用し報告書を作成していたがソフトとファイルが多くなり、編集または印刷することに非常に時間がかかっていた。しかし、当時から静岡県支部の秋の研修会での発表はパワーポインターで作ったデータをプロジェクターで映して説明していたので、翌年の平成22年から作業の効率化のため、最初の報告書作成からパワーポインターに変更した。報告書の作成から完成までの時間が大幅に短縮され、また研修会の資料としてもデータに多少変更を加えるだけで使えるようになった。

5. 「蟻害・腐朽検査証」の発行を受けるまで

各リーダーから集めた報告書は(図5)に示した過程を経た後に同協会より「蟻害・腐朽検査証」が発行される訳だが、その過程において同協会の報告書に対する審査の内容が非常に厳密であり、県支部では数回にわたり修正を行っている。どんな点が問題になったのか具体的事例を紹介する。(図6)参照

- ・所見コメントの中でしろあり関して過去指摘された部分は少ないが問題はシバンムシ類や腐朽の関係(苔、藻類、菌)について表記の仕方が指摘された。
- ・図面に関して指摘された箇所は
 - ①方位を入れる
 - ②写真番号には撮影方向の矢印を付ける事
 - ③写真番号と撮影方向と注釈を必ず記入
 - ④床下進入口は必ず図面上に明記する事
 - ⑤床下の検査不能箇所あれば必ず明記する事(図7)参照
- ・その他として文章に「である」と「です」が混在している。基本は「である」調でとの指摘を受けた。

上記の3つ点を全て修正して再度同協会に報告書を送り問題点が無ければ「蟻害・腐朽検査証」が発行される。

<報告書作成から検査証発行の流れ>

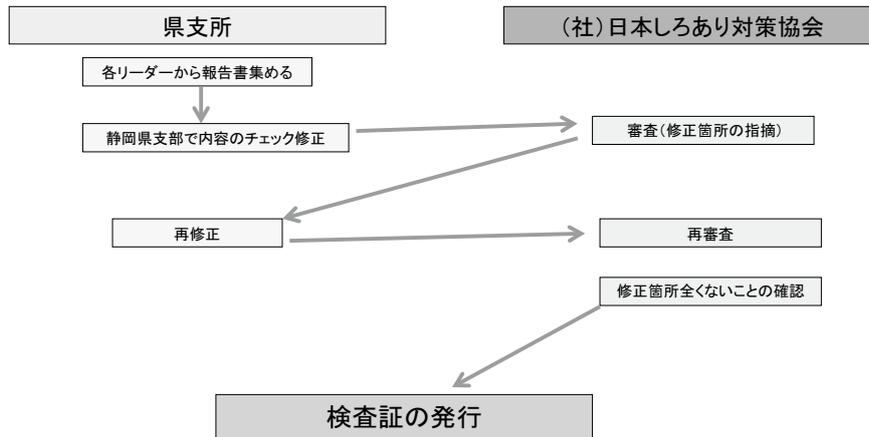


図5 報告書作成から検査証発行の流れ

過去に指摘のあった事例

		誤	正
コメント及び所見		キクイムシ、甲虫	シバンムシ類もしくは木材食害性昆虫
		旧被害	古い被害
		木材の腐食	木材の場合は腐朽(腐食は金属)
		床下侵入口	床下進入口
		虫害	木材食害性昆虫
		シロアリが進入	シロアリが侵入
		赤色腐朽	褐色腐朽 白色腐朽 軟腐朽
		黒色腐朽	
		変色腐朽	
		建築材の緑色汚染の原因は主に藻類である	
図面		方位を入れる	
		写真番号には撮影方向の矢印を付けること	
		写真番号と撮影方向と注釈を必ず記入	
		床下進入口図面上に明記すること	
		床下の検査不能箇所あれば必ず明記すること	
その他		文章に「である」と「です」を混在させないこと基本は「である」調で	
		所見の行間は広げること(パワーポインター使用時)	

図6 過去に指摘のあった事例

豊門公園西洋館(旧豊門青年学校)

平成22年6月4日検査

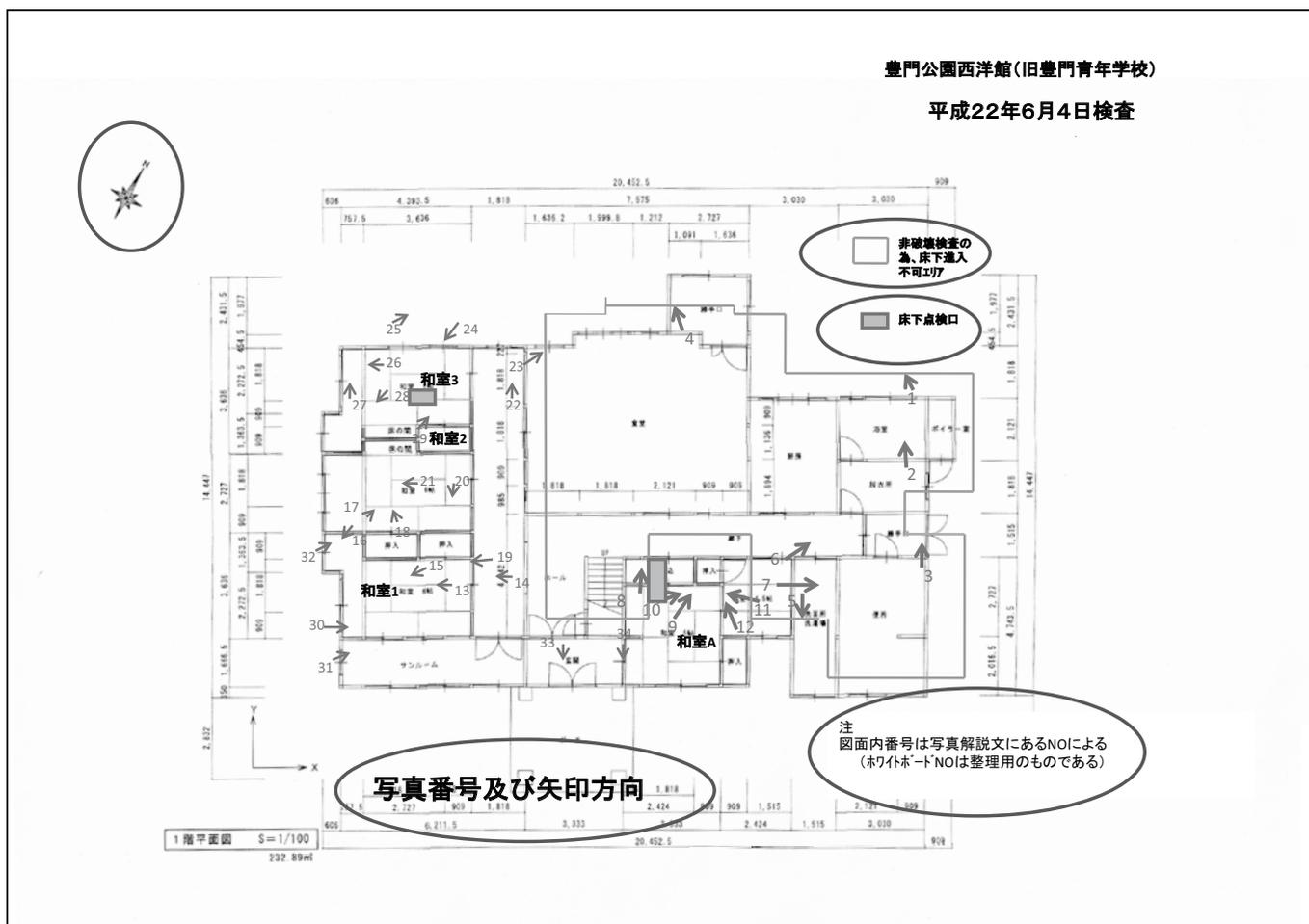


図7 作成図面の例

6.まとめ

報告書の内容も年を追うごとに精度を高めてきたと思う。しかし、木材食害性昆虫・腐朽・苔・藻類については知識不足の点が多々あり今後の課題と思われる。

静岡県支部で文化財（建築物）蟻害・腐朽検査初めて5年経過した訳だが今後とも静岡県教育委員会との連携のなかで毎年事業を継続していくこと。そして毎年全国の全ての地区でこの事業が行われること。また、この文化財（建築物）蟻害・腐朽検査事業を通じ文化財保護の意義を国民に知らしめたい。

最後に報告書作成に関してご指導いただいた、関東学院大学中島正夫教授、九州大学森本桂名誉教授、元筑波大学土居修一教授、東京農工大学福田清春名誉教授に厚く感謝申し上げたい。

環境教育とシロアリ

沖縄県那覇市立安岡中学校 安田 いち子

1.はじめに

沖縄県は亜熱帯海洋性気候のもと多くの島々から成り、他県には見られない生物資源が豊富である。キツツキの仲間や国の特別天然記念物のノグチゲラや飛べない鳥のヤンバルクイナ、イリオモテヤマネコ、オリオオコウモリ、ヤンバルテナゴコガネ、トゲネズミ、ケナガネズミ、サンゴ等々である。生物分野の学習では、地域の特色を活かし身近な素材を使った授業展開が求められる。これらを中学校現場で積極的に教材として開発していきたいと考えるが、筆者が環境教育の教材に選んだのはシロアリである。

2.なぜシロアリか

シロアリは沖縄ではまさに「地域に身近な素材」である。沖縄県は日本で最もシロアリの種数が多く、またシロアリ被害の多い地域である。家屋や家具類、書籍等をボロボロに食害された事例も多く、梅雨時の蒸し暑い夕刻に電灯に集まる羽蟻の姿は誰もが目にする光景である。シロアリ＝害虫という意識は中学生にも強烈で根強いものがある。しかし、シロアリたちも生きていく上で食物を摂取する必要がある、その食物が人間の住宅や家財道具であるためシロアリと人間の対決が展開される。

一方、シロアリは実に興味深い昆虫である。世界中のシロアリの約95%は熱帯、亜熱帯地方に広く分布し森林や草原で人間に関係なく生活している。森林ではミミズ同様に腐植土を、また草原では塚を作り、ある種は巢内でキノコ栽培をしながら落葉落枝を分解するのが本来のシロアリの姿なのである。

3.教育素材としてのシロアリの有意性

1) 入手しやすい

前述の通り、沖縄県ではシロアリは森や林、学校内の樹木や家屋等いたるところに生息し、入手しやすい。実際に、筆者がこれまで勤務した全ての学校でシロアリの生息が確認された。授業で主に使用したヤマ

トシロアリは全国各地に広く分布しており、地域を問わず教材化が可能である。

2) 採集が容易

立ち枯れの木や落枝に営巣するものが多く、のこぎり等で切り取るにより採集が比較的容易である。

3) 飼育が簡単

プラスチック製容器やシャーレ等、手軽な容器に餌の木片と水分を補給するだけで長く飼育できる。しかし、少しでも蓋が開いているとアリに襲撃される危険性があるのでその点は注意を要する。

4) 形態が興味深い

シロアリは集団生活を行う社会性昆虫であり、生殖虫、職蟻、兵蟻等の階級がある。アリにも「働きアリ」や「兵隊アリ」がいるが両者の外見はほとんど変わらない。それに対して、シロアリの兵蟻は敵に対する防御という機能に応じて、形態が職蟻と大きく異なる。さらに種によって兵蟻の頭部や大顎は独特の形態を有する。その形態や敵に対する防御法は生徒の関心を大いに引くことになる。

5) 不思議な行動

ヤマトシロアリは油性ボールペンで書いた線上をなぞるように歩く。ボールペンファクターと呼ばれるこの行動は集団生活を行う昆虫のコミュニケーション手段としてのフェロモンについて理解するのに適している。

6) キノコ栽培

タイワンシロアリは地下に広範囲な巣を形成するが、キノコを栽培する珍しい習性を持つ(図1)。巨大な女王シロアリはまるでイモムシのようであり、その姿も興味深い。

7) 生態系にとって重要な生物

シロアリは食物連鎖で重要な位置を占める。シロアリは地球上に大量にある落葉落枝や倒木等の植物遺体を食べてシロアリ自身の体すなわちタンパク質のかたまりを作るが、それはアリやその他の捕食者にとって栄養価の高いご馳走である。一方、シロアリの腸内に



図1 タイワンシロアリが栽培するキノコ



図2 ナカジマシロアリの1令幼虫

は原生動物や細菌が共生しており、摂取したセルロースなどの有機物をこれらとタイアップして分解し無機物に変えて自然界に還元している。タイワンシロアリのようにキノコと協力して分解活動を行う種もいる。すなわちシロアリは自然界におけるゴミ問題を無駄なく合理的に解決している生物であり、「リサイクルの達人」といえよう。

このようにシロアリは話のネタが豊富で、十分に生徒の興味・関心を引き、教育素材として有用であると考えられる。しかし、シロアリを教材として選んだ理由はこれだけではない。もう一つ大きな理由がある。それは・・・

8) シロアリ教材化の最大の理由

筆者がシロアリを大好きなのである。シロアリとの付き合いは30年を超えるが、付き合いえば付き合いほどシロアリは謎が多く、奥深い生き物だということがわかってきた。1980年には当時日本未記録種だった *Procapritermes* sp. (現在のムシャシロアリ) を発見するという幸運にも恵まれた。

どのシロアリも興味深いのが、特に筆者のお気に入りには中・後胸背板に突起を有するナカジマシロアリの1令幼虫である(図2)。この突起を筆者はエンジェルウィングと呼んでいるが、脱皮後の2令幼虫では小さくなり、3令幼虫では完全に消失する。ナカジマシロアリ以外のどの種にも見られない特異な形態である。一体これは何なのか？

シロアリの不思議はまだまだある。コウシュンシロア

リの藁色に色づく補充生殖虫はすべて雄だったり、シロアリに寄生する菌類の存在やシロアリに擬態している可能性があるハサミムシがいたり、シロアリなのに「黒い」タカサゴシロアリは日中、行列を組んで行進するというシロアリらしからぬ行動をする等々である。

こんなにも不思議に満ちたシロアリを生徒に伝えずにはいられないとの思いから、中学校3学年理科「単元6自然と人間」の発展学習としてシロアリの授業作りに取り組んだ。この「シロアリの授業」が、体験を通し、楽しく印象的に生物のつながりについての理解を深める学習となることを願ってやまないのである。

4. シロアリを教育素材として用いた発展学習の実践例

シロアリを用いた授業のタイトルは、「シロアリ、この不思議な生き物」である。基本的には4時間の計画で進めるが、教育課程における授業時数確保から2時間または3時間に短縮して行う場合もある。

授業の流れは、オープニングから始まり、以下

1. 「名前が不思議」－アリじゃないのにシロアリ－
2. 「形が不思議」－えっこれみんなシロアリ？－
3. 「巣が不思議」－生活様式の違いが巣を決める－
4. 「役割分担が不思議」－シロアリの階級分化－
5. 「行動が不思議」－ボールペンファクター－
6. 「お腹の中が不思議」－シロアリのお腹の中に別の生き物が－
7. 「自然界における役割がすごい」
－これがシロアリの真の姿！－

である。この授業を実施するに当たり準備したのは、

自作ワークシート「シロアリ, この不思議な生き物」, 自作ビデオ教材「シロアリワンダーランド」, プレゼンテーションソフトによるスライド, シロアリとアリの形態比較に用いる図表, 沖縄県産各種シロアリの標本, 巣の標本(イエシロアリ, タカサゴシロアリ等), パネル10枚(沖縄県産シロアリや巣の写真, 階級組成や階級分化図, 沖縄県のシロアリ分布図, 生態系におけるシロアリの位置づけ等)である。

1) 第1時 オープニング

授業ではまず生徒に次の4つの質問を行う。

Q1: シロアリに対してどんなイメージを持っていますか?

Q2: シロアリは次のどの動物の仲間だと思いますか?(アリ, クモ, ゴキブリ, キクイムシ)

Q3: シロアリは何を食べると思いますか?

Q4: シロアリのスケッチをしましょう。

Q1について, ある年の授業での生徒の回答は, (家屋の)害虫が47%と最も多く, 続いて気持ち悪い(18%), 汚い(16%), 電灯に集まる(14%), その他うじゃうじゃいる等(5%)であり, 例年ほぼ同じような回答が得られる。ほとんどマイナスイメージばかりだが, 授業後にはシロアリに対する「別の見方」が育つことを期待するものである。Q2ではアリと答える生徒が最も多かった。Q3は, 木材, 腐った木, 家の柱等の回答が多い。Q4のシロアリのスケッチにいたっては実に多種多様ないろいろな姿を書いてくる。

第1時ではその後, 自作ビデオ教材「シロアリワンダーランド」を視聴する。シロアリの生態をまとめたこのビデオは, ヤマトシロアリの集団が白紙に描かれた渦巻き線上を歩く映像からスタートする。「ボールペン線上をなぞるように歩く小さな白い虫たち! しかも彼らは目が見えないらしい。この不思議な生き物は一体何だろう?」強烈な印象を与え, こうして生徒とシロアリの出会いが始まる。

2) 第2時

「名前が不思議」「形が不思議」「巣が不思議」

「名前が不思議」では, シロアリとアリの比較を行う。生徒の多くは, シロアリは「白いアリ」すなわちアリの仲間だと思っていたが, 観察の視点を示し比較することで両者の違いが明らかになる。アリは実はシロアリの天敵であることがわかると生徒は非常にびっくりする。「形が不思議」では標本や写真で各種シロアリの兵蟻頭部の形態の比較観察を行う。「巣が不思議」

ではシロアリが種類により好みの住みかがあることを学ぶ。

3) 第3時

「役割分担が不思議」「行動が不思議」

「役割分担が不思議」では, コウシュンシロア리를例にシロアリの成長のようすと階級分化について学ぶ(図3)。



図3 コウシュンシロアリの階級組成

「行動が不思議」ではボールペンファクターの実験を行う。生徒はワークシートに思い思いの腺を描きシロア리를歩かせてみる。「本当にシロアリは自分が描いたボールペンの線上を歩くだろうか。」ワーと歓声上がる楽しい実験だ。油性ボールペンの他に水性ボールペンや鉛筆を用いた同様の実験を行い比較すると良い。この実験により, 盲目のシロアリがにおい物質を触角でキャッチし, コミュニケーションしていることが理解できる。

4) 第4時(最終回)

「お腹の中が不思議」「自然界における役割がすごい」

最初, 「シロアリの授業なんてキモイから嫌だ」などと言っていた生徒たちは, この頃になると「先生, 今日は何をしますのですか?」と聞いてくる。そこで, 「今日はシロアリのお腹をつぶして観察します。」と言うと, 「え〜」や「ぎゃ〜」という悲鳴が上がる。

「お腹の中が不思議」では教卓に山と積まれた大量の落葉や枯れ枝を生徒に提示するところから始まる。シロアリは地球上で最も量が多い物質といわれるセルロースを食べて生活活動に必要なエネルギーを得ている。それができるのは腸内に微生物を住まわせているからだ。そこで実際にシロアリの腸内共生微生物

を顕微鏡で観察しスケッチを行う。中学生にとって微生物の観察は容易ではない。なにしろ初めて見る上に半透明で、動き回るので全体の形を把握するのが難しい。そこで顕微鏡テレビ投影装置を使用し、テレビ画面に映して説明すると効果的である。「自然界における役割がすごい」はシロアリ学習のクライマックスである。自然の森林や草原で繰り広げられる生物同士のつながりにおいてシロアリの生態学的な位置を理解させたいところなのでここは教師の勝負どころである。

自然界で生き物は「食う－食われる」という食物連鎖で結びついている。生きた植物を出発点とするものを生食連鎖、枯死植物から始まるものを腐食連鎖といい、シロアリは後者に大きく関わっている。

シロアリが植物遺体の分解という自然界におけるゴミ問題を合理的に、有効再資源化して解決している生物であるということをここで熱く語るのである。

シロアリの授業の最後に、「もし地球上からシロアリがいなくなったらどうなるだろう」と生徒に問いかける。そもそも害虫とは何だろうかと。そして自分がシロアリになったと仮定してシロアリの立場から人間へ一言、言いたいことを発表させて授業は終了する。

授業後、生徒のシロアリに対するマイナスイメージは大分やわらぎ、かなり好意的になっていた。

以下は授業後の生徒の感想である。

- シロアリは私たち人間の目から見ると家を食う天敵だが、彼らには彼らなりの役割があるのだ。人間が自然に逆らっているだけで、シロアリはそのままだ自然のままに生きているだけだと気づいた。
- 私はシロアリは嫌いだったけど、この授業を通じて少しシロアリを見直しました。やっぱり害虫というイメージが強かったけど、自然界でとても大切な役割を果たしていることがわかった。
- もしかしたら、他にも私が嫌っている生物で、人間より役立っている生物がいるのかもしれない。そう思ったら少しはシロアリが好きになりました。

5.シロアリで環境教育を

この発展学習を通じて、生徒はシロアリの害虫としての側面だけでなくいろいろな姿を知り、シロアリに対する新たな認識を得た。不思議に満ちたシロアリの

生態を学習した後、「ヤスデは実はどんな生き物だろう、ハエはどうだろう？それらは自然界でどのような立場でどのような役割を果たしているのだろうか？」というような疑問を抱き、他の生物への興味が喚起されたら、それはこの授業の大きな成果である。

シロアリの授業を通して生徒に伝えたいことは、「シロアリは害虫の代表のように言われるが、実は様々な工夫を凝らした生活様式を持つ興味深い昆虫であり、地球環境問題の一端に正面から立ち向かう分解者的役割を果たしている生物である。」、「授業では、シロアリを通して生物同士のつながりを学んだが、他の生物もそれぞれ独特の生態を有し、自然界で生きていくためにごく自然な営みを行っている。」ということである。

環境教育は、人間も他の動・植物と同様に地球に生きる200万種の生物の内の1種であり、自分さえ良ければ（人間さえ良ければ）の考えはNG。相手の立場に立って考えよう（常に人間目線ではなく、時にはシロアリ目線で世界を見てみよう）ということを生徒に考えさせるところから始まると考える。

人間から見るとシロアリは家屋を破壊する害虫だが、シロアリにとって家の梁や柱は枯死植物であり、その植物遺体を分解しているに過ぎないのである。

6.おわりに

地球環境の保全を考える第一歩は身近な生物に興味を持って観察することから始まる。環境教育の教材として適した生物は他にもいろいろあると思うが、その中でもシロアリは生徒の興味を十分に満たし、生物同士のつながりや地球環境全体を考える足がかりとして筆者一押しの生物である。沖縄は「シロアリっておもしろい！」が実感できる地域であり、筆者は今後もシロアリの授業を続けていきたいと考えている。

