

2010.10.7

アメリカカンザイシロアリに対するホウ酸塩の効能

NPO ホウ素系木材保存剤普及協会

荒川民雄

アメリカカンザイシロアリの制御には八ホウ酸二ナトリウム四水和物 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_{10} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、通称DOT) を使用することが多い。しかし、カンザイシロアリに対するDOTの効能に関する研究報告は少ない。コロニーが小さく多数の供試虫を採取することが困難なこと、米国にカンザイシロアリ用防蟻剤の性能試験が存在しない、などが理由であろう。ヤマトシロアリ用防蟻剤の規格がないため、ヤマトシロアリの研究例が少ない日本の実情に似ている。

米国では、カンザイシロアリは薬剤処理に弱く、殺虫剤に対する抵抗力は食材性甲虫と同等程度とする考えがかなり一般的である。

カンザイシロアリは木材中に潜んで食害を続け、有翅虫も木材を食害する。したがって、アメリカカンザイシロアリ制御のためには、①接触毒、食毒としてのカンザイシロアリ防除効能、②有翅虫ペアーによる新コロニー形成を阻止する効能(予防)、③木材内部で活動するカンザイシロア리를駆除する効能、など多角的に薬剤の効能を検討する必要がある。

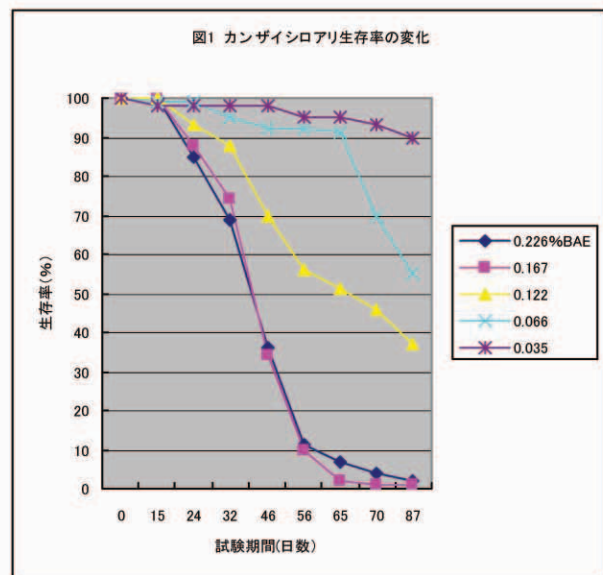
1. カンザイシロアリに対するDOTの毒性閾値

東南アジアでは大量のゴム材が輸出用にDOT処理されている。Tisseverasingheらは、ゴム材を用いてカンザイシロアリ (*Cryptotermes domesticus*) に対するDOTの毒性閾値を求めた(1)。

100×100×2.5mmの薄板をDOT水溶液に浸し真空に引いて処理する。処理した板3枚を重ね、上の2枚に直径12.5mmの孔をあける。この孔に10頭のニフをいれカバーガラスをかけてセロテープで貼り付けた。この状態で時々内部を観察し、生存するシロア리를数えた。図1は結果の1例である。木材の乾燥重量に対しホウ酸換算 (BAE) で0.122%のDOTを含む場合は、はっきり効能が現れている。カンザイシロア리를殺すための最低必要濃度は、安全を見て**0.15%BAE**と結論された。

この値は、乾燥比重0.4の木材では、 0.6kg/m^3 BAEとなる。

グラフでは、処理濃度0.167%と0.226%の曲線がほとんど一致している。理由として、著者らは、双方の濃度がカンザイシロアリの消化器系統に生息する原生動物に対する毒性閾値とカンザイシロア리를直接的に殺す濃度の中間にあるためと解釈している。



フロリダ大学のScheffrahnらは、日本に持ち込まれた代表的アメリカカンザイシロアリである西部カンザイシロアリ（*Incisitermes minor*）に対する（DOT）の毒性閾値を検討した（2）。結果を表1に示す。A シリーズでは、濃度0%（比較用）、2.5%、5%、10% BAEのDOT水溶液を加圧注入した2×4ベイマツ材の表層部及び中央部から切り出した2.5x3.0x0.1mm (1.3g) の薄板8種類を調整した。B シリーズでは、同じサイズの未処理薄板をDOT溶液に浸漬し、処理濃度0%、0.12%、0.28%、0.44%、0.60%BAEの5水準の試験体を調整した。

3つのコロニーからカンザイシロアリ（*I. minor*）職蟻195頭を採取した。上記の13種の試験体から、3個の試験体をガラス容器に入れ、職蟻15頭ずつを加えて強制摂食試験を行った。暴露期間40、61、91、107日で死虫を数え、また試験終了後、各容器内の試験体の重量減少、糞粒数、糞重量を測定した。

表1の死虫率と処理濃度の関係を統計的に処理した結果、ベイマツを*I. minor*から保護できる最低ホウ酸塩濃度（毒性閾値）は**0.25%BAE**と結論された。この値は、乾燥比重0.4の木材では、1 kg/m³ BAEとなる。

表1 DOT 処理木材の強制摂食によるカンザイシロアリ死虫率（%）の変化

試験体 番号	処理濃度 %(BAE)	暴 露 期 間 (日)				107 日経過時		
		40	61	91	107	重量減 mg	糞粒子数	糞重量 mg
A-1	0.03	11.1	20	26.7	31.1	180.9	896	92.4
2	0.045	6.7	13.3	15.6	17.8	205.1	856	98.2
3	0.21	6.7	22.2	62.2	73.3	116.5	515	56.1
4	0.32	15.6	46.7	91.1	100	58	207	20.9
5	0.38	4.4	17.8	31.1	44.4	147.9	558	64.9
6	1.43	40	84.4	100	100	38.8	127	12.9
7	1.03	28.9	82.2	100	100	48.9	158	17.6
8	3.85	73.3	95.6	100	100	28.9	61	6.7
B-1	0.12	15.6	37.8	51.1	53.3	96.2	394	42.7
2	0.28	11.1	35.6	86.7	93.3	65.5	219	21.3
3	0.44	26.7	68.9	97.8	100	55.3	155	16.3
4	0.6	28.9	84.4	100	100	47.1	131	12.6
比較例	0	11.1	20	26.7	26.7	190.9	871	95.4

以上の2例から、カンザイシロアリに対するDOTの毒性閾値は、地下シロアリよりはるかに低いことがわかる。地下シロアリが濡れた糞をするのに対しカンザイシロアリの糞は乾燥している。このため水溶性のホウ酸塩はカンザイシロアリの体内により多く蓄積するはずである。カンザイシロアリが死滅するのに100日近い日数を要するのは、乾燥した糞をするカンザイシロアリは、ホウ酸塩の濃度が薄くとも体内に徐々にホウ酸塩が蓄積し、結局死ぬことになるためかもしれない。

2. カンザイシロアリの予防

R.H. Scheffrahnらは、屋根裏モジュールを薬剤処理し、西インド諸島カンザイシロアリ（*Cryptotermes brevis*）の予防効果を研究した（4），（5）。モジュールは図2のように6本のスプルースの2×4材と合板を木ねじで結合したものである。

実験では、窓のない5m×8mの部屋に、各地から集めた*C. brevis*の住み着いた木製ドア、構造物、家具などを置き、常に6基の蛍光灯を点灯した。室内のテーブルに初年度は13水準、65個のモジュールを、次年度は16水準、80個のモジュールを置き、有翅虫カップルに暴露した。有翅虫の発生数は、テーブル上の水を入れた皿にトラップされた個体数でチェックした。群飛は5月、6月で終わる。12月にモジュールを分解し、部材中の①繁殖室の数、②繁殖室内の生きた脱翅虫（翅を落とした有翅虫）雌雄別の数、③幼虫の齢と数を調査した。繁殖室の数は脱翅虫ペアが木材に潜入りコロニー設営を試みた数、繁殖室内の生きた脱翅虫は化学物質の毒性がない証、雌雄のペアや幼虫の存在はコロニーがスタートした証明である。

DOT、イミダクロプリド、ピレスリン含有シリカゲルのダスティングはすべて*C. brevis*のコロニー作りを完全に阻止できた。15%DOT水溶液の場合は、モジュールにガラス繊維断熱材を装着する前に全木材表面に散布すればダスティングと同じ効果が得られるが、断熱材装着後の水溶液散布の効果は不完全であった。

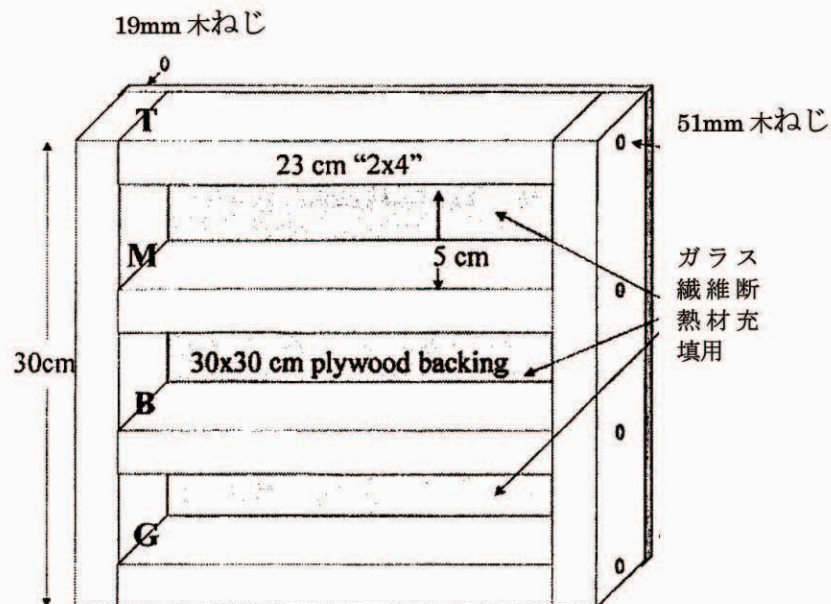


図2 屋根裏モジュールの構造と設置

3. 局所的薬剤注入による駆除効果

米国では、カンザイシロアリ対策として、局所的殺虫剤注入が広く普及している。この方法では、木材に穿孔し、カンザイシロアリのコロニーを目標に殺虫剤を注入するが、効果はかなり限定されるようである。最近、局所的薬剤注入法の効果について、ハワイ大学 及びカリフォルニア大学（RiversideおよびBerkeley）の研究報告がある。

ハワイ大学の Grace 教授のグループは、自然条件下でカンザイシロアリが加害中の木材を選び、局所注入による駆除効率を検討している（6，7，8）。

1例として、西インド諸島カンザイシロアリ（*Cryptotermes Brevis*）の被害を受けて倉庫に放置されている広葉樹のパレットを選んで切断し、1メートル前後の長さの部材を切り出した。板の断面は、1 x 4 in, 2

x 4 in, 1 x 6 in の3種類である。板の中で、カンザイシロアリの食害が明らかなものを選び、食害の中心点に注射器で薬液を注入した。注入後28日と56日に板材を25～30cmに切断し、縦に割り内部のカンザイシロアリを全て取り出し、生存虫および死虫を数えた。結果を表2に示す。

表2 西インド諸島カンザイシロアリ全階級こみの死虫率

処理薬剤	死虫率（平均値±標準偏差）（*1）	
	28日後	56日後
処理せず	4.8±3.7 %	4.0±3.4 %
蒸留水	51.0±26.2	19.9±16.1
イミダクロプリド SC（*2）	30.5±29.0	3.7±2.3
イミダクロプリド WSP（*3）	32.8±16.3	40.3±19.3
DOT（*4）	62.7±13.5	58.3±16.3
Spinosad SC（*5）	39.8±13.2	50.9±21.1

- * 1：6枚の板の平均値と標準偏差
- * 2：Premise 0.5SC, 0.05%溶液
- * 3：Premise 75 水溶性パックの0.05%溶液
- * 4：Timbor 15%溶液
- * 5：Tracer 0.05%溶液

表2では、DOT以外は水とあまり変わらない効能しかない。これは薬剤の効能が低いわけではなく、効果の高低は、薬液がコロニーに注入されたか否かによるものと考えらるべきである。結論として、局所的注入は、薬剤の効能がいかに高くとも、カンザイシロアリシロリの存在がはっきり特定できないために限度がある。

カンザイシロアリに対する殺虫剤の局所注入効果を明らかにするため、カリフォルニア州はBerkeley校のLewis教授にフィールド試験を、Riverside校のRust教授に実験室での効能試験を依頼した。最終報告書は2009年に提出されたが、結局明快な結論は出ていないようである（9，10，11）。

Rust教授のグループは、薬剤で表面処理したバルサ剤の円盤を、処理面を上にしてペトリ皿に入れ、その上に中程度の大きさの西部カンザイシロアリ擬職蟻6頭を入れて観察した。使用した薬剤は、カリフォルニアでカンザイシロアリの駆除に最もよく使われる次の製品である：Boracare（DOT40%）、Optigard ZT（チアメトキサン1.5%）、Premise Foam（イミダクロプリド）、Termidor SC（フィプロニル）、DOT、XT-2000（d-リモネン）。

結論として、カンザイシロアリにあらゆる条件で最も殺虫力の高いのは、DOT粉体、Optigard（泡処理）、Termidorであるとしている。また、DOT及びBoracare水溶液、Premiseの泡処理は、カンザイシロアリを殺すまでに長時間を要すると述べている。揮発性の高いリモネンを有効成分とするXTは非常に効果が高いが、注入後1，2日で効果は失われる。

しかしながら、上記の結論は一面的なものと思われる。カンザイシロアリは、異常を感じた場合は食餌をとらず、数ヶ月間生き延びる習性があるといわれる。このような場合、リモネン、フィプロニル、チアメトキサンのように蒸気圧の高い薬剤が有利であるが、長期的に見てより有効とはいえない。

Lewis教授らのフィールド試験では、カリフォルニア各地からカンザイシロアリの被害を受けている164の木構造物を選び、Rust教授のグループと同じ薬剤で、PCO業者の協力で駆除作業を行った。効果の程度は、

超音波探知器の信号強度の低下率から判定した。結果として、各薬剤の効果は、水も含めて有意差はなく、納得のいくものではなかった。

今回の調査は、カリフォルニア州の依頼で1年程度の短期間で行われたものである。カンザイシロアリの駆除効果は、もっと長い時間単位で検討する必要があることを示唆している。

4. まとめ

カンザイシロアリのシロアリ防除剤にたいする耐性は低く、ホウ酸塩の毒性閾値は地下シロアリの場合の1/3～1/4である。防除のポイントは薬剤の機能ではなく、如何にしてカンザイシロアリの活動場所（コロニー）に薬剤を到達させるかである。このため、局所的薬液注入では、いかに厳しい薬剤を使用しても100%駆除は不可能である。

ホウ酸塩がカンザイシロアリの防除にきわめて有効であることは、1980年代後半にUS Borax社の研究で確認され、1990年頃には実用化が始まった。ポイントは、ミスト処理や泡処理などにより、壁を開かないで内部の構造材を処理する技術と装置の開発であった。

木材表面にホウ酸塩の水溶液や泡を吹き付け、木材内部に加圧注入することにより、有翅虫の再侵入を予防しながら、有効成分をゆっくり拡散させる二重の効果がある。1999年のStanleyのレポートでは、ホウ酸塩処理は燻蒸処理と市場を二分するまでに成長している(12,13)。

ホウ酸塩処理の利点は、次の3点である。

- ・ 化学的に安定で効果が半永久的に持続するため、予防効果が高い。
- ・ 夏季など湿度の高い条件下では、有効成分が徐々に内部のコロニーに向かって浸透する。
- ・ ヒトやペットに対する毒性が微弱で、屋内での散布が自由にできる。

これらの長所を生かし日本の家屋構造や気候風土に適合したホウ酸塩の使い方の探索が今後の課題である。

参考文献

1. AEK Tisserversinghe & MPA Jayatileke. 1975. The Sri Lanka Forester. 12: 89-94.
The threshold level of Boron preservatives against attack by the drywood termite—
Cryptotermes Domesticus—Kalotermitidae
2. R.H. Sheffrahn, Nan-Yao Su and MK Rust, Private Communication 1989.
Efficacy of Tim-bor as a wood preservative against the Western drywood termite, *Incisitermes minor* (Hagen)
3. R.H. Sheffrahn, Nan-Yao Su and Phil Busey. 1997. J Economic Entomol. 90: 492-502.
Laboratory and Field Evaluation of Selected Chemical Treatment for Control of Drywood Termites (Isoptera: Kalotermitidae)
4. R.H. Sheffrahn, Nan-Yao Su, Jan Krecek, AV Liempt, B Maharajh and GS Wheeler. 1998.

J Economic Entomol. 91: 1387-1396.

Prevention of Colony Foundation by *Cryptotermes brevis* and Remedial Control of Drywood Termites (Isoptera: Kalotermitidae) with Selected Chemical Treatment

5. R.H. Sheffrahn, Philip Busey, JK Edwards, Jan Krecek, B Maharajh and Nan-Yao Su. 2001: J Economic Entomol. 94: 915-919

Chemical Prevention of Colony Foundation by *Cryptotermes brevis* (Isoptera: Kalotermitidae) in Attic Modules

6. RJ Woodrow and JK Grace. 2005. Proceedings of the Fifth International Conference on Urban Pests

Efficacy of Selected Localized Injectable Treatments against *Cryptotermes brevis* (Isoptera: Kalotermitidae) in Naturally Infested Lumber

7. RJ Woodrow, JK Grace and RJ Oshiro. 2006. J Economic Entomol. 99: 1354-1362

Comparison of Localized Injection of Spinosad and Selected Insecticides for the Control of *Cryptotermes brevis* (Isoptera: Kalotermitidae) in Naturally Infested Structural Mesocombs

8. RJ Woodrow and JK Grace. 2007. Proceedings of Hawaiian Entomol. Soc. 39:149-152.

Efficacy of Selected Localized Chemical Treatments for *Cryptotermes brevis* (Isoptera: Kalotermitidae) in Naturally Infested Lumber

9. V. Lewis & M. Rust. PCOC/ Spring (2009) 14-17.

Drywood Termite Control. Preliminary laboratory evaluation of chemical local treatments for drywood termites

10. MK Rust & J Venturina. Final Report 2009 to California Structural Pest Control Board.

Evaluation of Chemical Localized Treatment for Drywood Termite Control

11. V. Lewis, S Moore, R. Tabuchi and G. Getty. Final Report 2009 to California Structural Pest Control Board. Field Evaluation of Localized Treatment for Control of Drywood Termite Infestations in California

12. Roger Stanley. 1999. Pest Control (Feb). 72 – 75. PCOs Find Borates a Viable Alternative to Fumigation (和訳あり)

13. Roger Stanley. 1999. PCT Online Magazine (July): Preserving History (和訳あり)