

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 215 3. 2016

一般社団法人

林業薬剤協会



目 次

松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響（7） ——長野県駒ヶ根市と千曲市における調査事例——	本山直樹・孫 立倉・田畑勝洋	1
秋田県北部の松くい虫被害視察旅行に寄せて	小林 一三	9
松くい虫他森林病虫獣害試験研究の思い出（その3）.....	山根 明臣	14
おとしぶみ通信（17） 土の中の虫たち 8 ウズムシと巻き貝	福山 研二	23

● 表紙の写真 ●

有人ヘリによる予防散布

山の中腹や尾根筋では唯一の薬剤散布方法

平成22年（2010年）6月15日、
長野県駒ヶ根市にて

—本山直樹氏提供—

松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響（7）

—長野県駒ヶ根市と千曲市における調査事例—

—— 本山直樹*1・孫立倉*2・田畑勝洋*3

I. はじめに

筆者らは2004年に群馬県太田市の金山自然公園の松林（19.5ha）に車載大型薬剤散布機スプーターを用いてマツグリーン液剤2（有効成分アセタミプリド2%）が散布された時に散布薬剤の周辺環境への飛散調査を実施して以来¹⁾、全国各地で松くい虫防除で散布される薬剤の飛散量測定と健康影響評価を行ってきた。本誌前稿では²⁾⁻⁷⁾、上記調査結果に加えて、主として静岡県、新潟県、秋田県の海岸松林に対して無人ヘリでスミバイン乳剤（フェニトロチオン80%）とスミバインMC（フェニトロチオン23.5%）が散布された場合の調査事例について紹介してきた。得られた結果は、いずれの場合も周辺環境への飛散量は僅少で、住民の健康に影響を及ぼす閾値以下であることと、散布後の松林に再立ち入りした場合の吸入ばく露量も経皮ばく露量もそれぞれの安全基準値以下であることを示唆した。

本稿では2008年～2010年に長野県駒ヶ根市と千曲市において山の松林に対して有人ヘリでスミバインMCが散布された時に実施した飛散調査の結果について紹介する。なお、本研究の一部は日本農薬学会第36回大会⁸⁾⁻⁹⁾で発表した。

II. 調査方法

1. 散布区域と調査地点

長野県駒ヶ根市では2008年は6月10日、2009年

は6月13日、2010年は6月15日に、千曲市では2009年は6月10日、2010年は6月17日に有人ヘリを用いてスミバインMCの5倍希釈液が60ℓ/haの割合で散布された。筆者らは、これら3年間に現地に出かけ、散布された薬剤の飛散実態の調査や人体ばく露量の調査を行った。

駒ヶ根市における2009年の散布計画図を図1に示す。太い林帯幅の区域が6月13日に有人ヘリでスミバインMCが散布された林分、細い林帯幅の区域が7月16日に無人ヘリでマツグリーン液剤2（有効成分アセタミプリド2%）の10倍希釈液が30ℓ/haの割合で散布された林分を示す。2010年も同様の散布が行われたが、本稿で紹介する調査結果の調査地点図は図2に示す通り、散布された松林に沿って4地点（①～④）と、直角に距離別に3地点（⑤～⑦）設置した。なお、駒ヶ根市



図1 駒ヶ根市における2009年の松くい虫防除薬剤散布計画図

- 有人ヘリでスミバインMC散布（6月13日）
- 無人ヘリでマツグリーン液剤2散布（7月16日）

*1 千葉大学 / 農薬政策研究会 MOTOYAMA Naoki
 *2 (株) ロイヤルインダストリーズ SUN Licang
 *3 元森林総合研究所 TABATA Katsuhiko

の薬剤散布が行われた林分の近くに位置する栖林（せいりん）寺には樹齢約400年と言われる見事な樹形の老アカマツ（写真1）と、図2では上方（北）に位置するが主要地方道伊那生田線沿いの火山（ひやま）峠に芭蕉の松と呼ばれる樹齢約300年と言われる老アカマツ（写真2）が存在していて、地元の人々によって大切に守られている。

千曲市における2009年の散布松林と調査地点図を図3に、2010年の調査地点図を図6に示す。

2. 気中濃度と落下量の測定

飛散量は筆者らがこれまで実施してきたように、経気道（吸入）ばく露に関わる気中濃度と経皮ばく露に関わる落下量について測定した。気中濃度は基本的に散布区域内と周辺地域の複数地点に三脚を立てて地上1.5mの高さに設置した小型



図2 駒ヶ根市で2010年6月15日に有人ヘリで散布されたスミバインMCの飛散量調査地点（1～7）



写真1 駒ヶ根市栖林寺の樹齢約400年と言われる老アカマツ（2014. 11. 10撮影）



写真2 駒ヶ根市火山（ひやま）峠の樹齢約300年と言われる老アカマツ（芭蕉の松）（2014. 11. 10撮影）

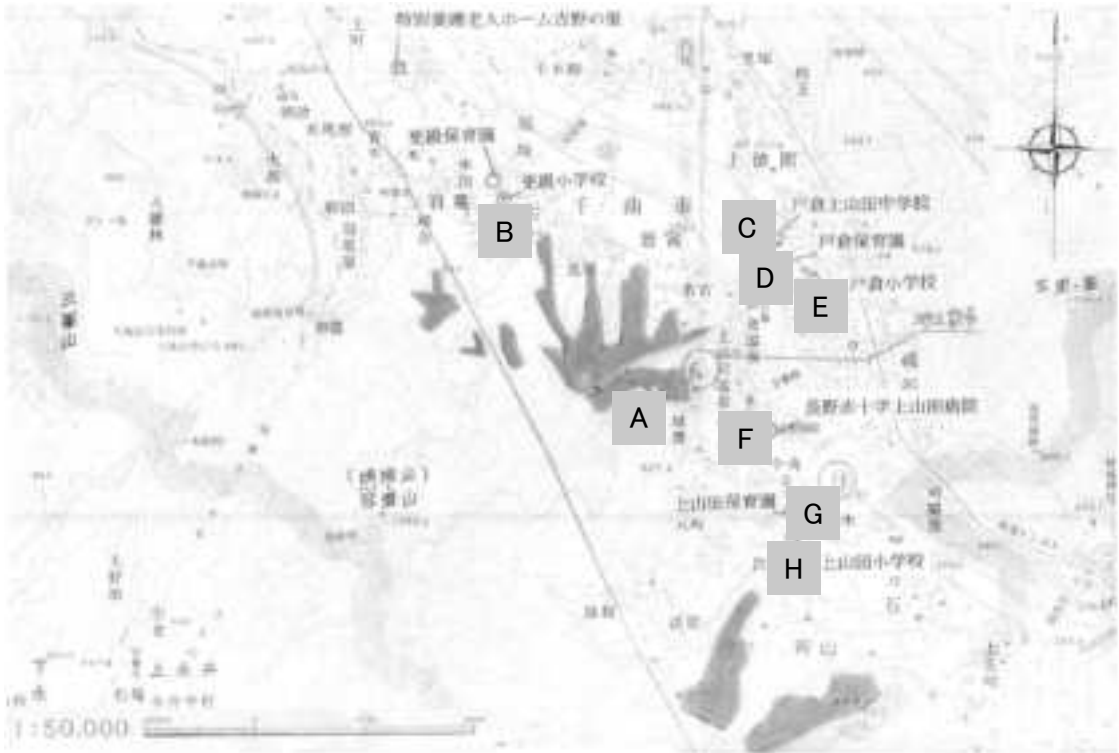


図3 2009年6月10日千曲市における有人ヘリによるスミパインMC散布松林と飛散量調査地点 (A～H)
 A 散布松林隣接地点 B 更級小学校 C 戸倉上山田中学校 D 戸倉保育園 E 戸倉小学校
 F 上山田診療所 G 上山田保育園 H 上山田小学校

ポンプにカートリッジを接続して2ℓ/minの流速で60min吸引し、大気120ℓに含まれるフェニトロチオンを吸着捕捉した。カートリッジはアイスボックスに冷蔵保管し、研究室に持ち帰って吸着捕捉されている農薬の有効成分を抽出してGC-MSで分離定量した。測定は経時的に場所によって散布8時間後又は1日後まで行った。落下量はガラスシャーレに直径9cmのろ紙を入れ、ポンプを設置したのと同じ地点に設置して、経時的に回収した。回収したろ紙はコンタミを防ぐために1枚ずつアルミホイルに挟んでジッパー付きのプラスチックバッグに入れ、アイスボックスに冷蔵保管し、研究室に持ち帰ってろ紙に吸着捕捉されている農薬の有効成分を抽出しGC-MSで分離定量した。

3. 人体ばく露量の推定と健康影響聞き取り調査

人体ばく露量は、散布区域内は等身大マネキンを設置して測定した。散布後に周辺住民が散布林分内に立ち入り(リエントリー)した場合のばく露量は、気中濃度と落下量の場合と同様に、作業着の上や内側に固定したろ紙で経皮的ばく露量を、腰に下げた小型ポンプに接続したカートリッジを鼻の位置に固定して経気道(吸入)ばく露量を測定した。

散布区域周辺の民家、幼稚園、小学校、中学校、診療所、老人ホーム等を訪問して、過去に同様な松くい虫防除の薬剤散布が実施された後で体調が悪くなったことがあるかどうか聞き取り調査を行った。

Ⅲ. 駒ヶ根市で散布された薬剤の飛散状況

駒ヶ根市では気中濃度と落下量を2008年～2010年の3年間有人ヘリでスミパイン MC が散布された機会に測定したが、いずれの場合もフェニトロチオンの気中濃度は検出限界以下か、検出された場合も僅少であった。紙数の関係で全ての測定結果を紹介できないが、一例として表1に2010年6月15日に散布区域の隣接地点と周辺地点で測定した気中濃度を示す。

ほとんどの場合、気中濃度は検出限界 (<0.024 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下であった。地点6では散布4時間後に5.77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ が検出されたが、環境省が設定している生活環境におけるフェニトロチオンの評価値 (小児を含めて、そこで一定期間生活して吸入し続けても健康に影響がないと考えられる濃度) 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ よりも低かった。¹⁰⁾ なお、日本産業衛生学

会が設定しているフェニトロチオンの作業環境における気中濃度の許容濃度 (成人が一日8時間、週40時間作業をして吸入し続けても問題がないという濃度) は1 mg (=1,000 μg)/ m^3 である。¹¹⁾ 松くい虫防除で行われる薬剤散布は年に1～2回に過ぎないということと、大気中の農薬は散布後の時間の経過とともに減衰するということを考え合わせると、有人ヘリで駒ヶ根市のマツ山に散布されたスミパイン MC の飛散によって周辺住民の健康に悪影響を及ぼす可能性は著しく小さいと言える。

気中濃度を測定したのと同じ地点で測定した落下量は表2に示す。やはりほとんどの場合検出限界 (<0.08 ng/cm^2) 以下であった。検出された場合も0.5～1.5 ng/cm^2 の範囲で僅少であり、フェニトロチオンの経皮ばく露の推定無毒性量 1,690 ng/cm^2 に比べて著しく小さい値であった。¹²⁾

表1 駒ヶ根市で2010年6月15日に有人ヘリで散布されたスミパイン MC の周辺地点における気中濃度の経時的推移

調査時刻	気中濃度 (フェニトロチオン $\mu\text{g}/\text{m}^3/2\text{hr}$)						
	地点1	2	3	4	5	6	7
5～7 (最中)	0.13	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.49
9～11 (4hr 後)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	5.77	N.D.
13～15 (8hr 後)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

N.D. < 0.024 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 気中濃度の評価値 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

表2 駒ヶ根市で2010年6月15日に有人ヘリで散布されたスミパイン MC の周辺地点における落下量の経時的推移

調査時刻	フェニトロチオン落下量 ($\text{ng}/\text{cm}^2/2\text{hr}$)						
	地点1	2	3	4	5	6	7
5～7 (最中)	N.D.	0.5	N.D.	1.1	N.D.	N.D.	1.2
9～11 (4hr 後)	N.D.	N.D.	0.8	N.D.	N.D.	N.D.	1.5
13～15 (8hr 後)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.6

N.D. < 0.08 ng/cm^2 経皮暴露の推定無毒性量 1,690 ng/cm^2

IV. 千曲市で散布された薬剤の飛散状況

千曲市では2009年と2010年の2年間、有人ヘリでスミパイン MC が散布された機会に気中濃度と落下量を測定した。2009年6月10日にスミパイン MC が散布された時に、散布松林周辺の7地点 B～H で落下量と気中濃度を測定した結果を表3に示す。作業上の都合から、落下量は散布最中から8時間連続して、気中濃度は散布最中から

24時間連続して測定した。検出された落下量は19.0～86.9ng/cm²/8hrの範囲であったが、経皮ばく露の推定無毒性量1,690ng/cm²を超えることはなかった。気中濃度はいずれの調査地点でも検出限界 (<0.1μg/m³) 以下であった。調査地点 A は散布松林に隣接する道路沿いであるが、散布最中から翌日まで経時的に気中濃度を測定した結果を図4に示す。散布最中の6月10日5:00～7:00の気中濃度は約3.5μg/m³であったが、時

表3 千曲市で2009年6月10日に有人ヘリで散布されたスミパイン MC の周辺地点における落下量と気中濃度

記号	調査地点 場所名	落下量 ¹⁾ (ng/cm ² /8hr)	気中濃度 ²⁾ (μg/m ³ /24hr)
B	更級小学校	22.2 ± 3.7	N.D. ³⁾
C	戸倉上山田中学校	31.1 ± 7.0	N.D.
D	戸倉保育園	19.0 ± 12.0	N.D.
E	戸倉小学校	30.3 ± 7.9	N.D.
F	上山田診療所	30.4 ± 6.7	N.D.
G	上山田保育園	77.7 ± 29.9	N.D.
H	上山田小学校	86.8 ± 23.0	N.D.

1) 5:00-14:00の8hr捕集 2) 5:00から24hr捕集 3) N.D. < 0.1μg/m³

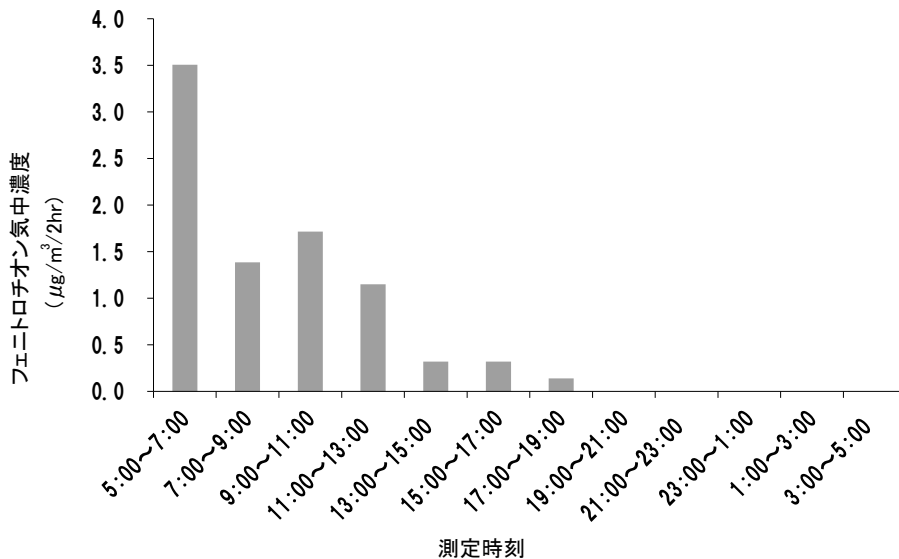


図4 千曲市で2009年6月10日に有人ヘリで散布されたスミパイン MC の散布松林隣接地点 A における気中濃度の推移

間経過とともに低下し、19：00～21：00には検出限界以下となった。同じ地点で落下量を散布最中の5：00～7：00から21：00～23：00まで経時的に測定した結果は図5に示す。林内の落下量は樹冠部の開空度（うっぺい率）すなわち枝葉による薬剤分子の捕捉率に大きく影響されることが知られるが、散布松林に隣接した道路沿いの今回の調査地点における散布最中から13：00～15：00までの時間帯の落下量は平均約30～50ng/cm²程度で、その後著しく減少した。

2010年6月17日に散布が行われた時に測定した

気中濃度は表4に、落下量は表5に示す。いずれも散布翌日の6月18日の午前中まで経時的に測定したが、気中濃度が検出されたのは散布最中の地点4の0.83μg/m³だけで、検出された落下量も0.1～2.6ng/cm²の範囲であった。

これらの結果は、千曲市においても駒ヶ根市の場合と同様に、山の松林の松くい虫防除で有人ヘリで散布されたスミバイン MC の飛散は僅少で、周辺住民の健康に影響を及ぼす可能性は著しく小さいことを示唆した。

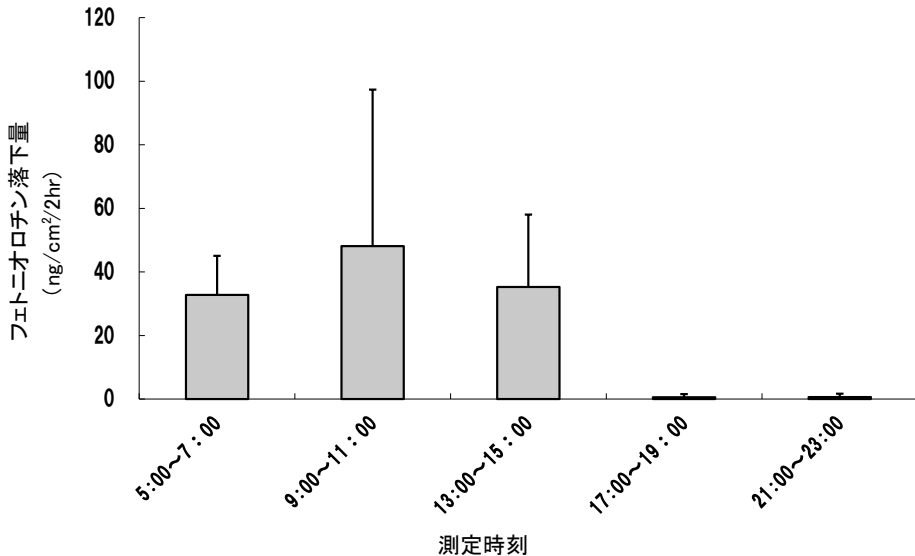


図5 千曲市で2009年6月10日に有人ヘリで散布されたスミバイン MC の散布松林隣接地点 A における落下量の経時的推移

表4 千曲市で2010年6月17日に有人ヘリで散布されたスミバイン MC の周辺地点における気中濃度の経時的推移

調査日時	フェントロチオン気中濃度 (μg/m ³ /2hr)						
	地点①	②	③	④	⑤	⑥	
6月17日 (当日)	5：00-7：00 (散布最中)	N.D.	N.D.	N.D.	0.83	N.D.	N.D.
	9：00-11：00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	13：00-15：00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	17：00-19：00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
6月18日 (翌日)	5：00-7：00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	9：00-11：00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

N.D. : < 0.0024μg/m³

表5 千曲市で2010年6月17日に有人ヘリで散布されたスミバインMCの
周辺地点における落下量の経時的推移

調査日時	フェニトロチオン落下量 (ng/cm ² /2hr)						
	地点①	②	③	④	⑤	⑥	
6月17日 (当日)	5:00-7:00 (散布最中)	1.5 ± 0.2	N.D.	N.D.	2.6 ± 0.3	1.3 ± 1.3	0.1 ± 0.1
	9:00-11:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	13:00-15:00	0.9 ± 0.9	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	17:00-19:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
6月18日 (翌日)	5:00-7:00	1.9 ± 1.2	0.2 ± 0.2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	9:00-11:00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

N.D.: < 0.08ng/cm²

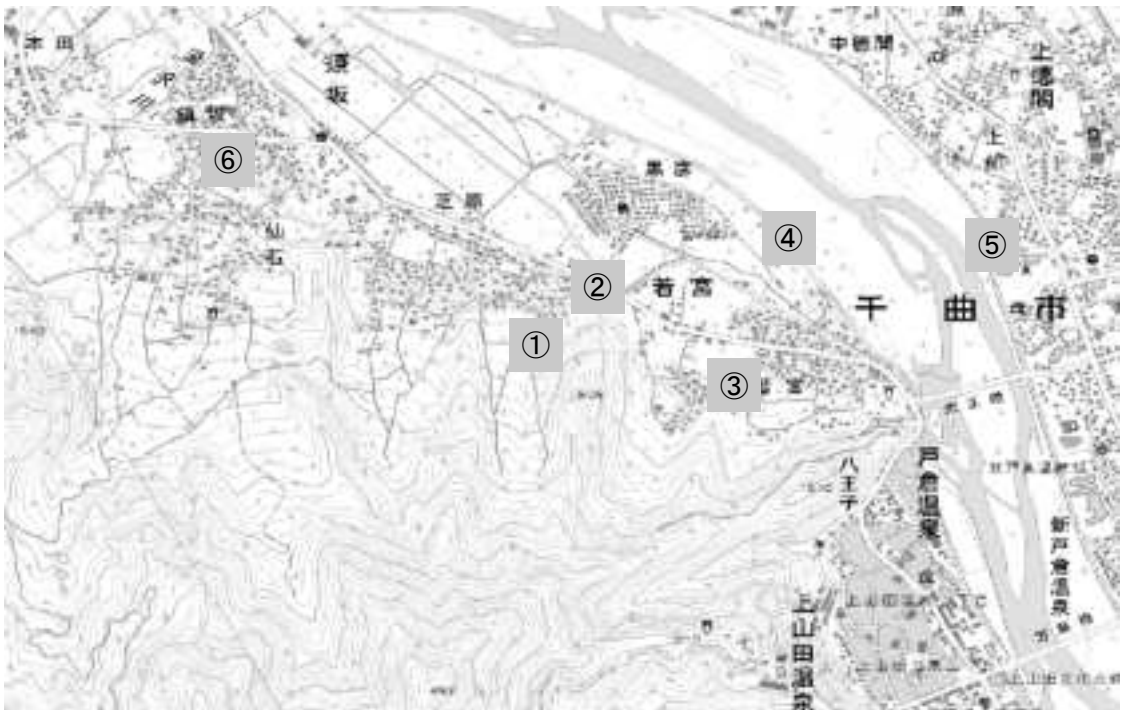


図6 2010年6月17日千曲市において有人ヘリで散布されたスミバインMCの飛散量調査地点 (①~⑥)
①②: 散布松林隣接地点 ③: 住宅地 ④: 千曲川沿い道路 ⑤: 戸倉上山田中学校 ⑥: 更級小学校

V. 人体ばく露量と聞き取り調査の結果

紙数の都合でデータの紹介は省略するが、散布最中に松林内とその周辺に等身大マネキンを設置して測定した人体ばく露量も、散布後の松林に再立ち入り（リエントリー）して測定した人体ばく露量も、健康に影響を及ぼす閾値以下であった。

また、駒ヶ根市でも千曲市でも気中濃度測定用の小型ポンプと落下量測定用のろ紙を入れたガラスシャーレを設置させてもらった施設や周辺住民に聞き取り調査を行った結果、過去に同様の散布が行われた後に体調が悪くなったという事例の訴えは全くなかった。本稿で明らかにしたように、気中濃度も落下量も僅少なので、当然である。

VI. おわりに

今まで本誌で紹介してきた通り、筆者らは2004年以來全国各地（群馬県、静岡県、秋田県、新潟県、長野県）で松くい虫防除でスパウター、無人ヘリ、有人ヘリで散布された薬剤の飛散実態調査と健康影響評価を行ってきたが、いずれの場合も飛散量は僅少であり、現行の運用基準を遵守する限り、散布された薬剤が飛散して周辺住民の健康に影響を及ぼす閾値を超えることはないという結果であった。

筆者らは2009年7月16日に駒ヶ根市のより人家に近い林分に対して無人ヘリでマツグリーン液剤2（アセタミプリド2%）が散布された時も詳細な飛散調査を実施し、飛散の問題はないという結果を得たが、その紹介は次回以降に譲る。

引用文献

- 市川有二郎・盛山 充・本山直樹（2008）群馬県でスパウターを用いて散布されたアセタミプリド液剤の飛散状況. 農薬誌33(3), 281-288
- 本山直樹・孫 立倉・田畑勝洋（2011）松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響(1)－群馬県と静岡県における調査事例－. 林業と薬剤 NO.195, 1-7
- 本山直樹・孫 立倉・田畑勝洋（2011）松くい虫防除で散布された薬剤の健康影響(2)－秋田県における調査事例－. 林業と薬剤 NO.196, 1-6
- 本山直樹・孫 立倉・田畑勝洋（2012）松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響(3)－マツノマダラカミキリ成虫に対するスミパイン EC と MC の作用経路－. 林業と薬剤 NO.200, 8-13
- 本山直樹・阿部 豊・田畑勝洋（2013）松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響(4)－新潟県胎内市における調査事例－. 林業と薬剤 NO.204, 12-18
- 本山直樹・孫 立倉・田畑勝洋（2013）松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響(5)－無人ヘリでスミパイン MC が散布された松林に立ち入った場合の暴露量－. 林業と薬剤 NO.205, 1-8
- 本山直樹・阿部 豊・孫 立倉・田畑勝洋（2014）松くい虫防除で散布された薬剤の飛散と健康影響(6)－ヘリコプターによる薬剤散布の防除効果と散布むらとの関係－. 林業と薬剤 NO.208, 8-14
- 孫 立倉・唐 常源・田畑勝洋・本山直樹（2011）有人ヘリコプターで松林に散布されたフェニトロチオン MC の飛散調査－長野県駒ヶ根市における2010年の事例. 日本農薬学会第36回大会 C202, 平成23年度（町田市）
- 孫 立倉・唐 常源・田畑勝洋・本山直樹（2011）有人ヘリコプターで松林に散布されたフェニトロチオン MC の飛散調査－長野県千曲市における2010年の事例. 日本農薬学会第36回大会 C203, 平成23年度（町田市）
- 環境庁水質保全局「航空防除農薬環境影響評価検討会報告書」平成9年12月, pp.1-9, 1997
- 日本産業衛生学会（2006）許容濃度等の勧告. 産衛誌48, 98-123
- 市川有二郎・本山直樹（2008）静岡県で無人ヘリコプターで松林に散布されたフェニトロチオン乳剤の飛散状況ならびに健康影響評価. 農薬誌33(3), 289-301

秋田県北部の松くい虫被害視察旅行に寄せて

小林 一三*

秋田県立大学生物資源科学部が開設されたのは1999年4月で、森林科学講座の担当教授として赴任した筆者は秋田県下のマツ材線虫病（松くい虫被害）とその後およそ10年近くにわたって真剣に向き合うこととなった。秋田県立大学は広大な海岸マツ林の一角を切り開いて造成されていたが、このマツ林（後に夕日の松原と命名）に南と北さらに東の出羽丘陵からの三方向から被害の侵入があつてかなりの危機的状況になっていた。1999年頃には全体的には未だ微害状態であるものの、放置すれば激害化することは必至のこのマツ林の防災機能が持続的に維持される程度の微害状態に留めるために秋田県庁や市町村の関係者とともかなりの苦勞をした。夕日の松原はキノコや山菜取りの場として秋田市民の憩いの場でもあり、市民の協力を得ることができた。激害化防止の目途がどうにか立ってきた2007年に大学を定年退職し東京に戻つたが、その後もこのマツ林の松くい虫被害がどうなっているかは常に気にかかつていた。

2015年10月に（一社）林業薬剤協会の恒例の現地検討会が秋田県北部の森林で実施されたので、これに参加して久しぶりでこの地域の松くい虫被害の実態に触れる機会を得た。「夕日の松原」は筆者が秋田を去つた当時のような微害状態が今でも保たれているのを見て安堵した次第である。筆者のこの体験は今後の海岸林でのマツ材線虫病対策の策定と防除事業実施に役立つと思われるので、今回の現地検討会の記録を兼ねて記述することにした。

1999年頃の秋田県の被害量と伝播の状態

秋田県下で最初の松くい虫被害が発見されたのは1982年で、山形県境の海岸マツ林であった。秋田の冷涼な気象条件の下では被害量が急速に増加することは無かろうとの人々の想定をはるかに超えて急速に激害が拡大して2000年には約3.7万立方米、2002年には約3.9万立方メートルのピークに達した。その後は防除事業が効果を發揮して被害量は次第に減少して2008年頃から1.5万立方米前後になっている。筆者が秋田県下の松くい虫被害と関わつたのは県下にマツ材線虫病が侵入してから17年経過してからのことである。この17年間に海岸クロマツ林の被害は最も早い南の象潟町（現にかほ市）から北では能代市まで広がり米代川の北まで伝播しそうな勢いであつた。内陸アカマツ林の被害は県北部の内陸アカマツ林では被害は極めて微弱であつたが、湯沢市や横手市など県南部のアカマツ林ではかなり前から被害が発生していた。このように秋田県下の松くい虫被害の拡大の流れにはかなりの多様性が見られた。

まずは男鹿半島における激害の発生・拡大が注目される。1999年当時すでに半島内のクロマツ林は全滅状態になっており、随所に白骨化した古い被害林に見られた。当時、激害の流れはすでに半島を出て北方と南方の海岸マツ林に広がっていた。この男鹿半島の激害は県最南部の激害地からのマツノマダラカミキリ成虫の飛翔による自然の伝播とは考え難く、他所の激害地からの人為による被害材の持ち込みとの説が極めて有力である。半島を出て南に向つた激害はすでに潟上市と秋田市の境界部に達しており、潟上市内ではすでに激害化しており、効果的な防除の実施は困難な状

* 林業薬剤協会

KOBAYASHI Kazumi

態になっていた。北に向かった流れもすでに三種町に侵入しており、マツ防災林が失われると砂が動いて畑を埋めて名物のメロン栽培に深刻な打撃を与えると住民が心配するほどの勢いを見せていたが防除もかなり熱心に行われていた。

次に注目すべきは秋田県でも出羽丘陵の尾根部などに点在する内陸のアカマツの小規模林分の存在である。海岸マツ林の集団枯損は人目に付きやすく防除事業も実施され易いが、秋田県では内陸アカマツ林でのマツ材線虫病の初期の発生にはさしたる注目が払われることはなかった。また、被害が発見され防除を実施したくても、地形が険しくて海岸クロマツ林に比べて格段に難しい条件下にある。

このアカマツ林での被害は意外と早く伝播して1990年頃にはすでに能代市の内陸部の桧山地域の枯死木でマツノザイセンチュウが発見されていた。また、海岸部からかなり内陸に入った湯沢市などにもかなり早くから被害が散見され、人為による被害材の持ち込みを疑わせた。秋田市でも内陸アカマツ林や公園や寺社のアカマツが枯れてマツ材線虫病が内陸部から夕日の松原にむかって迫っている状況が観察された。

山形県から侵入したと思われるにかほ市を出発点とするマツ材線虫病の海岸クロマツ林での被害拡大の北方への流れは由利本荘市の広大な海岸クロマツ林を壊滅状態にして、さらに秋田市の南部に侵入してクロマツ林に激害をもたらし、雄物川を超えつつあった。

全県的に見ると、2000年頃にはマツ材線虫病の発生していない地域は北部の内陸部だけといえる状態であった。この地域にはマツは少ないので、被害が発生する可能性のあるほとんどの地域に拡大したといえる。海岸では青森県への侵入防止が問題になっていた。

秋田県立大学が建設された秋田市北部の広大な海岸マツ林（夕日の松原）は幅広いところでは約1 kmの奥行があり、秋田市北部から潟上市に連

なっている。この海岸マツ林には、筆者が秋田県立大学に赴任した2000年頃には、上述のようにマツ材線虫病の激害の波が南、東、北の三方向から勢いよく迫っていた。その勢いの激しさは筆者がかつて近畿・中国地方で体験した激しさと同等のものであった。この勢いの原因の一つは秋田市一帯で2000年と2001年の2年連続で夏が高温・少雨の異常気象になったことが挙げられている。

現地検討会の概要

2015年の林業薬剤協会の現地検討会は10月27日午後1時に東能代駅に会員等12名が集合して、秋田県森林整備課の金沢正和氏の案内・説明を受けながら、秋田県最北の松くい虫激害地を視察した。この八峰町一帯は青森県と接しており、両県は協力してマツ材線虫病の青森県への侵入を防ぐ努力をしている。被害予防の薬剤散布や被害木の駆除を実施しているに拘わらず、全体的に被害はかなり進行していた。予防のための薬剤散布や被害木の除去に加えて海岸林の防災機能の持続的な維持を図るための再造林等の施業も実施され、被害の北上を何とか阻止する熱意が感じられた。

その後、現地検討会一行はバスで南下して男鹿半島に向かった。海岸沿いの道ではなくやや内陸部の道を通ったせいか10年ほど前に比べると被害の激しさはさほど感じなかった。男鹿半島では樹幹注入などで辛うじて残った以外にマツ樹の姿はほとんどなく、かつての白骨林立の姿もなく、新たな被害木も目に付かなかった。生息場所であるマツ林を自ら破滅させたマツノマダラカミキリもこの地域で生き続けることは出来ず、個体数は極めて低くなっていると思われる。枯れるべきマツ林はほとんど枯れてマツノマダラカミキリの密度が極端に低い状態は夕日の松原近くまで続いていた。なお、男鹿半島ではマツ樹が極めて少なくなつてマツ材線虫病の姿を見なくなった反面、ナラ枯れ病によるミズナラやコナラの枯死が目についた。



写真：「炭焼きで夕日の松原守り隊」の活動拠点である炭焼き小屋まえでの懇談

翌日、一行は夕日の松原に向かった。ここには健全なマツ林がまだ沢山存在していた。その北端部には新たに発生した被害木がやや集中的にみられた。その南に広がる夕日の松原でも新たな被害木が散見されたが、全体的には明らかな微害状態であった。筆者が秋田を去って8年余が経過しても激害化せずに見事な緑のマツ林が保たれているのみをみて、筆者は心から嬉しくなった。なぜ微害状態が長年にわたって保たれてきたか、その原因については次の項目で述べる。この夕日の松原の松くい虫被害防除で重要な役割を果たしている秋田市民を主体とする「炭焼きで夕日の松原を守り隊」の人々や秋田県立大学関係者とマツ林内にある炭焼き小屋の前で活動の説明を聞き、昼食をとりながら懇談して、1泊2日の現地検討会は終了した。

激害化防止の基本的な考え方

松くい虫被害の防除は激害化してから実施しても必ず失敗する。激害化したマツ林にいくら労力と資金をつぎ込んでも無駄になるだけである。激害化しかかっているマツ林ならば薬剤の予防散布を実施して激害化の勢いを止めてから各種の防除手法を実行すべである。広く拡散してしまったマツ材線虫病を根絶することは極めて困難であるが、微害状態を維持して激害化させないことは可能である。病原体のマツノザイセンチュウを沢山身に付けたマツノマダラカミキリを防除すべきマツ林内に飛び立たせないことが激害化を防止する基本である。

秋田ではこの基本を防除の現場で具現化することに誤解があった。これは秋田県に限らず東北地

方をはじめ全国的にも言えることである。防除の基本を具現化する手法として全国的に被害木の伐倒処理が熱心に実行された。西日本ではほとんどの被害木がマツノマダラカミキリの産卵期内にヤニ浸出を止めてカミキリの産卵を受けるので被害木を見つけ次第に伐倒し、マツノマダラカミキリの寄生の有無を無視して被害木の処理をしても、実質的な問題はなかった。しかし、防除すべき対象がマツノマダラカミキリであることの意識が薄れ、被害木そのものになってしまったことが防除の効果・効率の面で問題となった。また、限られた予算の範囲内での事業実施のため、被害木の探索と処理が不十分ならざるを得なかった場面もあり、熱心に防除事業を実施しても十分な効果を挙げられずに激害化を招く結果になった。

冷涼な気象な秋田県ではマツノマダラカミキリの生態に関する知識の無い伐倒駆除は無駄の多い非効率的な手法になってしまうことが現場での視察で分かってきた。秋田ではマツ材線虫病の被害木は夏のみならず年間を通していつでも発生する。マツノマダラカミキリの産卵期は夏だけなのでマツノマダラカミキリの産卵を受けていない被害木がごく普通に見られる。夏を過ぎ、年を越えてからでも衰弱・枯死する被害木がいくらかでも発生する。このような被害木にはマツノザイセンチュウが生息していてもマツノマダラカミキリが居ないので外に出て健全木に移ることが出来ない。したがって、極端な言い方をすれば、何もせずにそのまま放置しても被害の拡大の原因にはならない。また、高価な被害木の伐倒・燻蒸処理のシートの中の被害木にマツノマダラカミキリの寄生が見られなかったことが実際に観察された。マツノマダラカミキリの寄生の有無を見分けることは伐倒駆除の効果を飛躍的に高めることが出来る。秋田では2000年ころまでは、これが出来ていなかった。関係者がマツノマダラカミキリの生態についての知識を身に付ければ、この点の是正は難しくない。昆虫が媒介する病気の防除は人

間でも植物でも媒介昆虫の駆除が基本となる。

病原体を沢山身に着けたマツノマダラカミキリをマツ林内に飛び出させないように細心の注意を払っても他所からの飛び込みや人為による被害木の持ち込みが心配となるが、次の項目の監視を毎年確実に実行すれば激害化を防げる。

防除の実践と監視の継続

何十ヘクタールに渡る広大で起伏のあるマツ林の中に点在する被害木を落ちなく発見してその位置や枯死時期を記録するのは大変な作業であるが、これの確実な実施が激害化防止の要点である。限られた人数の行政機関の関係者の目視だけではどうにもならない。GPSを利用した航空写真の活用などがなされているが、今後はドローンなどを活用した安価で普及しやすい新技術の開発が望まれる。

夕日の松原では秋田県立大学の関係者の指導のもとに「夕日の松原を炭焼きで守り隊」の人々によって、大学が管理すべきマツ林内の被害木発生を定期的に調査している。特に夏から初秋にかけて発生した被害木にはマツノマダラカミキリが寄生している確率が高いのでよく目立つ目印を幹に付けておく。この危険な被害木については1本残らず末木・枝条を含めて林内から運び出して寄生しているマツノマダラカミキリを1匹残らず殺虫しなければならない。被害木の伐倒とマツノマダラカミキリの殺虫は急がなくてよい。マツノマダラカミキリ成虫が羽化・脱出する翌年の初夏までに実施すればよい。夕日の松原では県立大学近くの一帯で発生した被害木は炭焼き小屋のある広場に集められる。

炭焼きと松くい虫被害防除

運ばれた被害木の幹部分は炭がまの中に搬入され、末木・枝条は炭がまの温度を上げる焚き付けとなる。これによって薬剤を使わずに完全な殺虫ができる。

炭焼きはかなりの労力を要する厳しい労働である一方、それを補う様々な楽しみが伴う。枯死木の炭は火付きがよく、バーベキューに最適で、熱い料理を昼食として皆で楽しく摂ることができる。副産物の木酢液やくず炭は家庭菜園のよい資材になる。そして何よりも、皆が一緒になってそれぞれができることやって炭焼きを共同作業として行うことで、夕日の松原を長年にわたって微害状態に維持していることに喜びが感じられることであろう。筆者が現役のときは全くの単なる同好の士の集まりであったが、現在では大学が事務局となって数十人の会員が登録され年1回の大会が開かれる任意団体になっている。最近では被害木の量が減ってきて炭焼き資材確保のために、過密状態になりがちなマツ林の間伐にまで手を伸ばして炭にする資材の確保をしているという。

このように市民の協体制度が出来て協力の成果が目に見えるようになると、行政（県、市町村）や研究機関（大学、国、県）の連絡・協調が可能になる。簡単なことではないが微害状態の維持が

可能なマツ林の永続的な維持・管理には地域全体の提携が大切である。ただし炭焼きにはかなりの知識と経験が必要で、どこでも簡単にできることではない。松枯れに関する知識の普及と市民の協力を得る手段として炭がまの代わりにステンレス製網室（2m×2m×3mほどの大きさ）を3室作ることを勧めたい。この1室に当年に発生したマツノマダラカミキリの寄生している危険な被害木を2年間収容し、2年1化のカミキリ成虫の羽化・脱出後に取り出して、新しい被害木と取り換える。羽化・脱出期毎日脱出数を調査するようにすれば防除の基礎データである地域の正確な成虫脱出消長を得ることが出来る。また、網室内でカミキリの姿に触れて、これによってマツノマダラカミキリの生態を知りたい関係者の学習の場ができる。カミキリの生態を知らずに防除事業に携わっている人の多い現状の改善に役立つ。ただし、この活動には松枯れに関する深い知識を持った指導者が不可欠なので、「松保護士」や「樹木医」の制度の活用を勧めたい。

《好評発売中!!》

改訂第4版 緑化木の病害虫 —— 見分け方と防除薬剤 ——

定価 1 3 5 0 円（消費税込み、送料別）

一般社団法人林業薬剤協会 病害虫等防除薬剤調査普及研究会 編

- A5版ハンディータイプ、専門家から一般愛好家までのニーズに対応、使いやすさ抜群
- 緑化木の病虫害について網羅、その見分け方と防除方法、最新の使用可能薬剤を掲載
- 試験場等の専門家、樹木医、公園緑化担当者等からの要望に応え改訂刊行
- 発刊 平成27年10月1日
- 購入申し込みはFAXまたは電子メールで一般社団法人林業薬剤協会まで
（詳細はHPをご覧ください。URL：<http://www.rinyaku.server-shared.com/>）

FAX 03-3851-5332 (TEL 03-3851-5331)

E-mail: rinyakukyo@wing.ocn.ne.jp

松くい虫他森林病虫獣害試験研究の思い出（その3）

山根 明臣*

I. はじめに

マツ枯れ被害の病原が明らかになり媒介昆虫が特定されて被害防除の方法は格段に進歩発展した。しかし松くい虫研究としてこれまでに蓄積された知見だけでは対応できない研究課題も多くあり、全国各地でこれらの未解明の課題に取り組んでいった。生活史に関しても未だに不十分な知見しかなく詳細を追求していた。十分に分かっていない分野の一つに媒介昆虫マツノマダラカミキリ成虫の行動習性に関する分野があった。枯損被害木の中で羽化した成虫は見事に真円形の脱出口を開けて脱出する。問題はその後の行動習性である。

病原媒介者として十分に移動分散できなければ病原伝播の役目を果たすことはできない。材線虫と見事な共生関係を発展させてきた生物として合目的な行動習性が進化していると考えられる。しかしそれまでにこのような観点から脱出後の行動を把握する試みはほとんどなかったと言える。実際問題として脱出直後の行動習性を観察記録し記述に耐える内容を確認するにはどのようにすればいいか。

特別研究「材線虫病の防除に関する研究」の成果を取りまとめた農林水産技術会議事務局発行の研究成果 No.96 (1977・2) には様々な分野の成果について担当者が取りまとめ要約しており、どのような分野が重要課題であったかを示している。その内容は以下の通りである；

研究成果96の「第2章媒介昆虫マツノマダラカミキリ（以下マダラ）の生理・生態 (p.64～

113) I. マダラの生活史, II. マダラの線虫伝播様式, III. マダラの行動, p.87～101, IV. マダラの密度推定法, V. マダラの個体数変動要因の解析

I, IIについては野淵さん、遠田さんが精力的に取り組んでいたため筆者は主にIII. マダラの行動について担当し、末尾で要約の部も担当した。以下はIII. マダラの行動の小項目の課題と執筆者である

1. 野外における移動分散および産卵行動, (1) マダラの羽化脱出後の移動分散行動 (井戸規雄・小林一三), (2) マダラの行動の時期変化と放虫経過後の行動 (井戸規雄・小林一三), (3) 野外におけるマーク虫放虫による産卵期の移動分散行動 (川畑克己), (4) 気温とカミキリの停留率 (森本 桂), (5) 誘引剤による行動調査及び防除 (森本 桂), (6) 予防散布地での誘引剤によるマダラの侵入調査 (川畑克己), (7) ホドロンによるマダラの誘引 (川畑克己)
2. ケージ内における成虫脱出後の行動 (山根明臣)
3. 摂食行動とそれに関連する化学成分；(1) マダラ成虫の摂食行動 (山根明臣), (2) マダラの摂食行動と温度・光条件 (山根明臣), (3) マダラの摂食行動に関連する化学成分 (宮崎 信)
4. 産卵行動とそれに関連する化学成分；(1) ケージ内および室内オルファクトメーターによる産卵期成虫の臭覚反応テスト (山根明臣・宮崎 信), (2) 産卵行動に関連する化学成分 (宮崎 信・山根明臣),
5. 要約 (山根明臣)；この節全体の要約。これらのとりまとめをみると支場や県の林試で

*元日本大学生物資源科学部教授

YAMANE Akiomi

は野外で識別した虫を放虫して追跡する方法で脱出後の分散行動を把握しようと努力していたことがよく分かる

Ⅱ. ケージ内における成虫脱出後の行動習性：

以下に筆者らが主に関係した項目について順を追って説明していく。

林試本場の我々には近くに適切な野外試験地はない。構内の圃場も狭くて放虫実験を行うことはできない。そこで考えついたのが網室内で行動を子細に観察する方法であった。農業用パイプハウスの骨組みに防虫ネットを張った網室を研究室に隣接する空き地に建設して苗木を数本植え、そこに個体識別した成虫を放して24時間観察を続けた。

網室は縦横2.7×2.7、高さ2.5mの大きさであった。別の網室には被害丸太を収納し羽化脱出した直後の成虫を捕獲し、個体番号をつけて行動観察用の網室内に放虫してその後の行動を子細に観察記録した。

被害丸太は主に千葉県下の試験地から集めたもので運搬には林試のトラック公用車を利用した。当時は研究職技官が公用車を運転することはできなかった。運転手付きのトラックの利用を申し込む。しかし自動車の利用が多くなって自家用車を使うことも増えてきた。当時自家用車を持つ人は珍しかったが遠田さんは三菱コルトを持っており出張時に止むを得ず利用することもあった。凸凹の激しい山道では生丸太や枯損木丸太をトランクに詰め込み重くなった自動車は地面に腹を擦りながら走ったものである。自動車の利用に関してその後数年を経て全場的に必要な高まりやがて各研究部でも出張に利用できる官用車を保有できるようになったが保護部の我々はそのバイオニア役を果たした。

はじめて観察した年には脱出直後の成虫の動きはそれほど活発には見えなかった。作業仮説に反

する結果であったため翌年にはこの経験を生かして文字通り脱出直後の成虫を供試することを心掛けた。その結果やはり直後の成虫の動きは活発さが際立っていた。脱出後数時間あるいは数日間経つと摂食行動を開始したものがほとんどで摂食する前のものとは行動習性が異なる状態にある、キネシスが高まっていることが歴然としていた。とにかく歩行して上の方向に移動し行き止まりになると飛翔を開始する。

小林(富)(1982)は筆者たちの報告を引用して、マツノマダラカミキリ成虫脱出後の行動習性について次のように取りまとめている：脱出後の成虫は活発に歩行しながら上部・突出部に移動し特有のアンテナ旋回を行った後飛翔を開始する。飛行速度は1m/秒位でマツの枝にぶつかると止まる行動を何回か繰り返したのち餌に適した樹木に到達して摂食を始める(山根・相川1973, 山根・伏見1974)。同様の観察結果が和歌山県林試の井戸さん、林試関西支場の小林さんらによっても確認されている。

筆者は上記要旨の部でこれ等の現象を総括して成虫の行動様式は、①脱出直後から始まる移動分散期、②餌となるマツに到達して後そこに留まって摂食する定着摂食期、なお摂食は生存のため必要で成熟した後も続く③成熟して産卵場所に雄雌ともに誘引される産卵摂食期、の3期に区分できるのではないかと提案し特に反論はなかったと記憶している。脱出後の時間経過とともに行動習性の特徴は変化し、それらに夫々の特定の化学的活性物質や環境要因が関与することになるものと考えられる。

当時卒論研究として林試昆虫科で試験研究を手伝ってくれたのは玉川大学農学部石崎教授研究室の学生さんたちであった。和歌山県林試井戸さんの紹介で昭和46年度武田丈夫さん、47年度には相川さん、48年度には伏見さんが林試昆虫科で卒論研究を行ってくれた。東邦大学理学部の秋元さん、鹿野さん、東大農学部の浅田さん、東京農大

の永井さん、この他にも数名の学生さんが松くい虫をテーマにした卒業研究を志して林試昆虫科の研究に参加してくれた。

Ⅲ. 人工飼料

当時欧米ではキクイムシ科昆虫の研究に人工飼料を用いた実験が報告されていた。内樹皮の乾燥粉末をベースに糖分やビタミン類を加え寒天で固めたものが基本形であった。我が国では餌としての栄養価を確保するためにイースト乾燥粉末、エビオスという商品があって安く入手できる。実際に松くい虫を対象として人工餌の調製を試み結果は予想外に好成績であった。

人工餌を作る目的は季節を問わずに餌を確保できることの他に昆虫の栄養要求、摂食行動に関連する化学的因子の解析などの課題に必須の手法となる。内樹皮の乾燥には真空凍結乾燥が理想的であるがもっと手軽に大量に製造するために温熱風で乾燥する方法でも良好な結果を得ることができた。この時も卒業研究の学生さんの労力が力を発揮した。

この実験では不思議な現象が現れた。日本のマツノマダラカミキリは低温に遭遇して休眠しなければ蛹化、羽化できない1年1化の昆虫である。ところが卵から30℃の恒温下で人工餌を与えて飼育をつづけた結果数頭が蛹化羽化したのである。常識に反する結果であったので学会の講演集に報告してあるがその後追試する機会がなく未だになぜこのような結果が現れたのか説明がつかない。成長発育には遺伝的な要因のほかに餌の条件、環境要因などが複雑に作用することを示している。因みに近縁の台湾産の亜種は休眠を必要としないで年に2回羽化できる。

Ⅳ. 成虫の摂食行動に関連する活性物質

林産化学部の宮崎さん、山口さん、尾田さんらはマダラ成虫の摂食に関連する化学物質の解析を行った。昆虫科では摂食行動について樹種選好

性、部位選好性、温度や光条件などの環境要因との関連を実験的に解析した。通常の餌であるアカマツやクロマツの若い枝の樹皮に含まれる成分のうち糖類やステロール類に摂食刺激活性があることを確認した。これらの実験に当たって沔紙に物質、例えば蔗糖などの溶液を含浸させて成虫を放つとマダラは沔紙に噛み跡を残す。噛み跡数を比較する方法でいろいろな物質の摂食刺激強度を比較することができた(宮崎ら1977他)。摂食行動に関連する化学成分を明らかにするため熱水抽出物を溶媒で抽出し各種クロマトで単離してそれぞれの噛みつき活性を明らかにした。

糖類の他にはステロール類、 β -シトステロール、カンベステロール、などに高い活性があることが確認できた。アカマツ1年生枝樹皮の熱水抽出物からメタノール転溶物を解析して糖類の中では蔗糖、ブドウ糖、果糖に強い噛みつき刺激のあることが明らかになった。

Ⅴ. 産卵行動に関連する化学成分

(1) 産卵場所誘引は匂物質にみちびかれていくことの確認

産卵期にまで成熟した成虫を供試して産卵対象となる丸太からの匂だけをケージ内に導いて枯れた丸太の粗皮付近に放出し、放虫した成虫の反応を観察した。成虫は古い枯れ木の粗皮にも拘らず匂の放出されたところに集まり、なかには枯れ木の粗皮に産卵痕を形成する個体も現れた。産卵期成虫は産卵対象木からの匂いに反応して誘致され産卵痕作成までの行動を触発されていることが明らかになった。

(2) 有効成分の解析

技術会議事務局発行、研究成果96、(1977・2)に示されたように林試林産化学部の宮崎さん、尾田さんたちは早くから松くい虫産卵誘引に注目して成分の解析を進めてきた。1972~1975(s 48~50年)材線虫の防除に関する特別研究の一部としてマツ丸太からの揮発成分の解析を進めた。ドラ

ム缶にマツ生丸太を収納しN₂ガスを送り丸太からの揮発成分を食塩一氷、次いでドライアイス-アセトンで急冷したトラップで捕集し、薄層クロマトやガスクロマトで分析した。その結果は表-1の通りでこれまであまり知られていなかった低分子の揮発性成分が検出された。嫌氣的醗酵生成物と考えられたので好氣的条件下とは異なる可能性もあったためN₂に代えて空気を通気して確かめたが大差はなかった。そこで表-2に示した組成の誘引剤を調製し新たに作ったオルファクトメーター(図-1)を用いて生物試験を行ったところ市販誘引剤よりも誘引力は勝っていた。野外で供試したときにも松くい虫数種が捕獲されたが

表-1 マツ生丸太からの揮発成分(宮崎1977, 研究成果96)

methanol	isobutanol	propenol	α -pinene
ethanol	activeamyl alcohol	acetone	β -pinene
n-propanol	isoamyl alcohol	methyl formate	limonene
isopropanol	formaldehyde	methyl acetate	β -phellandrene
n-butanol	actaldehyde	ethyl acetate	

トラップや放出方法が定まらずほとんどデータは得られなかった。

浅田さんが自作のオルファクトメーターを用いて誘引性をテストした結果調製した誘引剤試薬に多くのマダラ成虫が反応した結果を得ている(山根ら 1975)。この試薬の誘引性についてもっと多くの生物試験を行っておけば誘引剤開発は早

表-2 調合誘引剤の組成(宮崎 1977, 研究成果96)

試薬	g	試薬	g
methanol	10	n-butyric acid	1
formaldehyde (37%)	6	isobutyric acid	1
acetaldehyde	1006	propenal	キャピラリー 2滴
ethanol	1000	anisaldehyde	1
n-propanol	20	p-hydroxybenzaldehyde	2
isopropanol	40	vanillin	1
n-butanol	40	vanillic acid	2
フーゼン油	30	アカマツ材のn-hexane抽出物	5
acetone	60	アカマツ樹皮のmethanol抽出物	5
methy acetate	4	水	340
methylformate	4	ガムテレピン油	20
acetic acid	2		

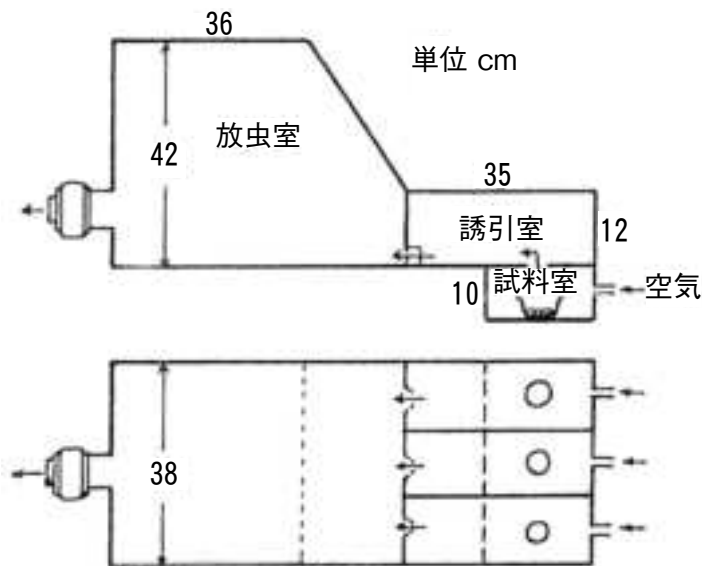


図-1 室内オルファクトメーター(宮崎1977 研究成果96)

まっていたかもしれない。当時は関東地方で材線虫病被害はそれほど広範囲に蔓延しておらず野外の生物試験を進める条件は整っていなかったため別の見方をすればその時機には到達していなかったのである。

農林省試験研究場所の移転先であるつくば農林団地7号用地では技術会議事務局が地力検定のため畑作を行っていた。広大な用地の中には防風林としてマツ林があったが当時材線虫は未侵入でシラホシゾウムシ、サビカミキリ、クロキボシゾウムシなど一連の松くい虫が低密度に生息していただけである。合成誘引剤の試験はこの6号団地に建設された圃場管理事務所の周辺マツ林で行ったことがある。新誘引剤はシラホシゾウムシとマツノダラカミキリを数頭誘引できたが本格的な生物試験はできなかった。数年後であればこの付近は十分に生物試験ができる場所となったのにと惜しまれる。

VI. 産卵誘引剤の開発, 誘引剤特許権

(1) 池田俊也さんの加入

池田さんは1976年(昭和51年)4月に林試に新規採用、昆虫1研究室に配置された。翌年筑波移転の先遣隊として竹谷さんとともに一般職員より1年早く筑波に移転、圃場や飼育室の整備を進めてくれた。

池田さんも産卵誘引に関心を持ち産卵誘引成分

の検索、有効成分の調製を1から始めた。誘引剤開発が本格的に動き出したのは池田さんが研究に加わってからのことになる。小林(富)昆虫科長にはかねてから化学生態学に強い人材の補強を願っていたところで適材が見つかったのである。既に1972年(昭和47年)昆虫2研究室には楨原さんの新規採用がありそのカミキリに関する知識と馬力は誰よりも抜き出していた。

昭和53年の筑波移転後にはEAG装置も導入できたがやはり一番重要なことは如何にして野外の生物試験を行うかであった。宮崎さんらが室内実験に用いたオルファクトメーターとは別に池田さんもオルファクトメーターを試作した(図-3)。

1978, 1979(昭和53, 54年)年は記録的な高温少雨の年で、これを契機にマツ枯損被害は急速に拡大をはじめ、移転先のつくば市でも枯損被害が激増しだした。林試が移転した茎崎村松の里の農林9号団地でも被害が激しくなり、野外生物試験地に不自由はしなくなった。山林所有者を探し出し試験地として利用することを了解してもらう手間はかかるが林試の近くに試験地をもとめるのに苦労はしなかった。

(2) 林試式粘着板トラップ

野外実験では誘引源に誘引された成虫を捕獲してその数を記録する必要がある。そのために誘引した虫を捕らえなければならない。誘引源の周辺に誘致されても捕獲して数えることが出来なけれ

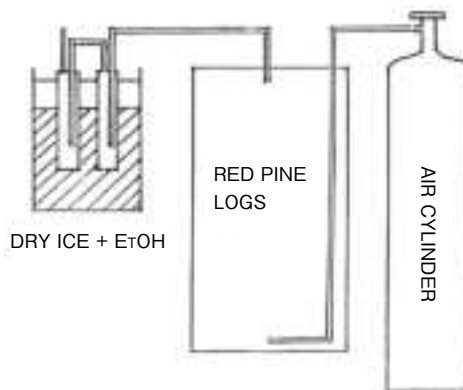


図-2 マツ丸太からの匂成分捕集装置 (池田他1986)

ば効果を示すことはできない。誘致された虫を捕獲するためのトラップが重要になる。林試式トラップは粘着剤を利用したトラップで、縦横45cmの段ボール板に粘着剤を塗り二つ折りにしてあるものを開きL字型にして立木に固定する。固定するためにブリキ製の簡単な留め具も考案した。

はじめゴキブリホイホイの粘着紙を試したがマツノダラカミキリ成虫はその上をやや苦勞しながらではあるが容易に歩行でき逃亡することができる。そこでもっと粘着力の強いものを求めたところネズミ捕り用の粘着剤が利用できた。日東電工(株)がこの要望に応じて強力な粘着性をもつ粘着版を作ってくれた。試験段階では古川産業(株)の電撃式捕虫トラップや井筒屋産業製ブリキトラップも利用した。

サンケイ化学の永田さんは組み立て式の簡便なプラスチック製のトラップの試作に手を貸していただいた。井筒屋社製のブリキで作ったトラップと同様に野外で簡単に組み立てができるプラスチック製のトラップが試作された。色について野外で実際に使って比較した結果黒色が一番多く捕獲できた。現在市販品は黒色である。用途によって、例えばコガネムシ誘引には黒色より白色が優れていたため白色のトラップも市販されている。

(3) エタノールの共力効果

池田さんが誘引成分を解析した結果は宮崎さんから得た結果と同様であったのは勿論である。異なっていたのは広い人脈を生かして民間会社の知恵を万度に活用した点である。高砂香料(株)からはテルペン類の標品、サンケイ化学(株)からはトラップの試作、日東電気工業(株)からは粘

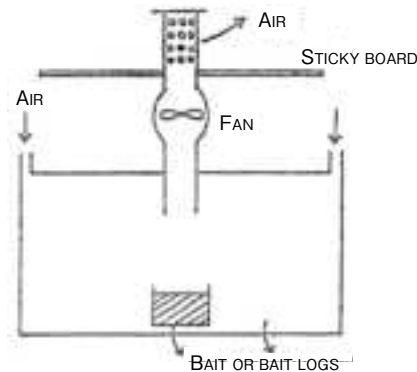


図-3 野外オルフクトメーターの一つ(池田他1986, 日林誌)

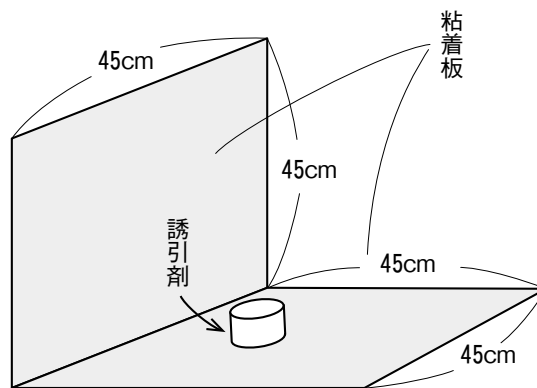


図-4 粘着板トラップ(特許申請書)

着式トラップの試作に強力な助力を頂くことができた。有効な誘引成分を常に同じ比率で発散させるため両者は別の容器に入れ別々に蒸散させることにした。アルミシールの蓋に穴をあける方式を採用し穴の大きさと数を調整して両者の揮発量をコントロールする方式に行き着いた。こうして出来上がったのがマダラコールである。有効成分を α -ピネンとエタノールの2成分とし、別の容器に入れて別々に揮発させる方式とした

(4) 特許権取得。発明の名称「松くい虫誘引剤、既存誘引剤との関連

1) ホドロン等：それまでに農薬登録のある誘引剤にはホドロンがあった。誘引剤の特許として特許公報に掲載されていたものとしては、①パインオイル、安息香酸、オイゲノール、テレピン油混合物、 α -ピネン等を含む精製テレピン油の酸化処理したもの(特公昭43-14839号)、②松属精油(テレピン油)から採取したピネン成分の酸化物(特公昭44-25800、特公昭46-41040)、③テレピン油を空気又は酸素で酸化処理したものに炭素数3~5の鎖状アルコールあるいはこれらのエステルを配合したもの(特公昭47-26287)、④アルコール類、有機カルボン酸及びそのエステル、パイン油、フェノール類の群から選ばれた組成物にはちみつを混合する誘引剤(特公昭48-18447)等が知られていた。ホドロンは上記①を主とした特許権を持つ誘引剤として農薬登録され市販されてきたものであろうか。これらの誘引剤と異なる点はエタノールを共力剤とするところにあり、効力を比較したデータを示して本誘引剤の誘引力がより勝ることを示す必要があった(表-2)。表-3はそのために申請時に添えた資料の一つである。

2) 海外の関連する特許、ブタグサ甲虫誘引組成物

特許に関しては海外の特許権についても権利を主張できるか否かを検討しなければならない。海外の特許としては公開特許公報(A)、(特公昭和56-49306) 昭和56年(1981)5月2日に、「ブタ

表-3 新誘引剤の誘引力、a剤はテルペン混合物、A剤はa剤にエタノールを加えたもの(特許申請書)

誘引剤	a 剤		A 剤	
	♂	♀	♂	♀
誘引された カミキリ数 (雌雄別)	2	1	24	9
計	3		33	

表-4 新誘引剤の効力のホドロンとの比較(特許申請書)

誘引剤	A 剤		ホドロン (保谷化学工業(株)製品)	
	♂	♀	♂	♀
誘引された カミキリ数 (雌雄別)	9	4	2	0
計	13		2	

グサ甲虫」誘引組成物、ドイツのビテ(J. P. Vite,)、ノルウェーのバッケ(A. Bakke)による特許権の主張が掲載されている。内容は *Tripodendron lineatum* (ambrosia beetle) の誘引物質としてこの虫が産生するフェロモン、リニアチンに加えた α -ピネンとエタノールの効果について示したもので、誘引効果の主体として特許権を主張しているのは集合フェロモン、リニアチンにありカイロモンである α -ピネンと共力剤としてのエタノールに特別に着目していないものと思われる。本誘引剤が明確に α -ピネンやテレピン油に加えて共力剤エタノールの有効性について明確に示したものと異なるとして権利を主張できると考えたのである。

ここに名の出た Vite'にはアメリカで、また Bakke とはユフロ病害虫部会の研究集会で何度か会ったことがあるので彼らがどのような内容の研究を行っているのかよく承知していた。

既に Canadian Entomology の論文に *T. lineatum* がエタノールの共力作用によって誘引されるという報告があることを知っていた。宮崎さんも研究成果96、p99に *T. lineatum* がエタノールの共力作用で誘引されることを引用している。

このためテルペン類とエタノールを加えた場合に得られる強い誘引力がエタノールの共力作用によるものとする考えは新しいものであると主張することができるのか否かが問題になる。Vite' と Bakke による本発明はフェロモン、リニアチンの効力を中心とした特許権の主張である。また、われわれの特許は日本の従来のもの、ホドロンなどより更に優れた誘引力を有するテレピン油またはモノテルペン混合物にエチルアルコールを共力剤として混合するときに得られる極めて強い誘引剤を新しく発見したものであるとの主張が正当であることを認められたのである。

それにしてもブタゲサ甲虫という昆虫が存在するのか。農林有害動物・昆虫名鑑増補改訂版、2006、日本応用動物昆虫学会編集・発行を見てもこの名前は出ていない。特許公報には様々な人がアルバイトで翻訳をしているのでこういったわけのわからない翻訳もありうるということなのだろう。

3) 誘引剤の特許権取得

1979年（昭和54年）新しく開発した誘引剤の特許権を取得することができた。色々やり取りがあったが農林省関係の特許権取得に力を添えてくれる谷山内外特許事務所のおかげであった。国の機関の職員が特許を取得するとその権利は国に所属する。そこで関連職員が特許について所要の申請を行って権利の主張をすることができる。この権利は職務発明として国に権利を移すが国は特許権で得た収入の一部を発明者たちに配分することになる、10年間5名の職員に毎年2万円が支給されることになった。なお、この業績は高く評価されて㊦林業科学技術振興所藤岡光長賞が1982年（昭和57年）5月、池田・山根・遠田・宮崎・尾田の各氏に授与された。この時の賞金を基に直ちに祝賀会を開き保護部他の多の関係者を招いて感謝の祝宴を開いた。

4) 林野庁実用化試験、昭和56～58、

誘引剤の実用化に向けて規模の大きい試験が実

施された。試験は栃木県（56～58年度）、福島県（57年度）、静岡県（58～59年度）で実施された。この年、昭和58年池田さんはオーストラリアへ招聘されて一年間不在であったので楳原さんと二人で実用化試験に取り組んだ。ha 当たり 4, 9, 16基の誘引トラップを数 ha の山林に配置し捕獲効率、翌年の枯損率等、誘引剤を用いてどれくらい枯損被害を軽減できそうかについて基礎的なデータを集めるための試験であった。予想した通り枯損被害発生との関係は明らかな結果を示すことは困難であった。重い粘着板トラップを担いで山道を登り降りする体力の要る調査であった。この結果の詳しことは「林野庁「人工衛星による松くい虫被害調査（誘引剤による防除効果）」報告書、昭和60年3月、社団法人日本林業技術協会」他に記録されている。

林試式粘着版トラップは衝突版落下方式（誘引剤に誘引されて飛翔してきたマダラは4方向の垂直板に衝突して落下し受け皿の水をはった容器に収容される）より多くのマダラを捕獲できたものの、時にそのカミキリムシを食べに来た野鳥が捕獲されることがあったため一般に広く用いるようにはならなかった。

5) エタノールの共力作用あれこれ

エタノールの共力作用についてはいくつか思い出すことがある。一つはおよそ60年前の1960年ころのこと、修士論文研究としてアンブロシア甲虫のハビタト選好について東京大学農学部秩父演習林で調査していた時のことである。春先の残雪の残る時期同演習林赤沢付近で甲虫と共生しているアンブロシア菌を採集する際アルコールランプ用のアルコールが漏れたビニール袋に *Xyloterus* sp が多数飛び込んできたことがあった。アンブロシア甲虫がエタノールに誘引されることを *Canadian Entomology* で読んだのはその後であったろうか。さらに1966年米国オレゴン州立大学に滞在中の8月、使っていない野外オルファクトメーターがあったので、かねてから関心のあつ

たキクイムシ類に対するモノテルペン類の誘引力を試すため動かしたことがあった。エタノールを溶媒にして数種類のテルペンを誘引源としたところ、小型のアンプロシア甲虫、*Gnatotricus* sp が多数捕獲できた。コントロールと比較してモノテルペン+エタノールに多数捕集できたのである。今考えればエタノールの共力作用が何度も姿を現しているのに気が付かなかった。研究者として忸怩たるものがある。

Ⅶ. 昆虫第1研に配置換え

(1) 配置換え

研究室の設置目的は法律で定められている。筆者は1976年(昭和51年)4月昆虫2研究室から昆虫第1研究室長に配置換えになった。それまで行ってきた研究内容に新しい課題が加わった。昆虫第1研究室の課題は食葉性害虫、例えばマツカレハ、コガネムシ、吸取性害虫ハダニ、など多くの種類について生態学的なアプローチが主な仕事であった。こうした経常的な業務は当然引き継ぐことになるが、それまでの重要な課題マツノマダラカミキリの生理生態行動等については引き続き研究することが許された。この当時は対象となる害虫の種類よりも生態学的か生理学的か学際的な手法が多様化しつつあり、本来の設置目的は

多分に時代に合わなくなっていた事情もある。更に当時は画期的な材線虫の新発見で総力を挙げてその防除対策の開発に取り組んでいた事情もある。

(2) 研究室の管理運営

研究室内での業務分担は室長以下室員の課題の分担関係で示される。研究室では課題や予算配分について細かく協議して決めていたわけではない、日常的な会話の中から研究室の方向が確かめられてきたのが実情であったろう。そうした中であって当時の浅川実験林天敵微生物研究室では片桐室長のもとに研究室の運営規則が定められていた。研究室員が行う研究のデータは室員個人のものではなく研究室で管理すべきものとした。データは共有され共同で管理される。既にこの時代から片桐室長は新しい研究室運営を行っていたのである。こうすることによって実験・調査データは個人で死蔵されることもなく研究室共同の財産となって有効に活用される。

その点筆者の研究室運営は多分に旧式で常識的であった。当時でも室員個人の業績評価は厳しく研究室として落伍者が出ないように相互に協力しあうことで組織を防衛した覚えがある。片桐さんのようなもっと高度な研究管理の意識が必要であった。片桐さんには頭が下がる思いである。



おとしぶみ通信 (17)

土の中の虫たち 8

ウズムシと巻き貝

福山 研二*

おとしぶみです。今回は、虫といえるかどうか怪しいところですが、ウズムシと巻き貝のお話です。

ウズムシという生き物

ウズムシ類というのは、扁形動物の大きなグループを指します。多くは水の中で暮らしていますが、陸生のもも多く知られています。学校で生物の再生というところで、プラナリアの再生実験の話を覚えている方もいるかもしれませんが、大きくは、このプラナリアのなかまということで、要するに平べったい生き物ということになります(写真1)。

ウズムシといわれるのは、体の表面に多数の繊毛があり、これが動くとき渦のように見えることからだといわれています。

陸生のもは、けっこう大きなものが知られており、コウガイビル類と呼ばれたりしています。その中でも、オオミズジコウガイビルというのは、なんと体長が1mに達するものもあるのです。ですから、これが住宅地などで発見されると、新聞を賑わしたりするわけです。ちなみに、コウガイビルというのは、頭の所の形が、昔の日本髪で頭に刺していた筍(コウガイ)に似ているヒルというところからつけられたようです(写真1)。もちろん、ヒルとは異なるグループですが。

分類学的には、三岐腸類とも呼ばれますが、これは、口がお腹の所にあり(写真3)、そこから頭の方に1本、おしりの方に二股に2本の腸があ



写真1 コウガイビルの一種(小笠原)((一財)自然環境研究センター提供)

ることに由来します。この腸もさらに枝分かれして、体全体が消化管のようになっています。そして、なんと肛門はありません。ですから、食べたものは、また口からうんちとして出すわけです。尾籠な話ですみません。

頭には、脳があり、通常レンズのない目があります。これを杯状眼といわれます。

ほとんどのものは、肉食でミミズや貝類なども食べるものがいます。

からだの再生能力は強く、頭を縦にさくと、2つ頭のプラナリアになったりします。おもしろいことに、頭を切り離すと、ちゃんと頭からは、胴が再生し、胴の部分からは頭が再生します。これは、体の頭からおしりの方に向かって何らかの成分の勾配があるからだろうといわれており、それをつかさどる遺伝子も解明されております。まあ、動物の発生や再生を研究するには恰好の材料ということになります。

* (国研) 森林総合研究所フェロー FUKUYAMA Kenji



写真2 ニューギニアヤリガタリクウズムシの成体
(一財) 自然環境研究センター提供)



写真3 ニューギニアヤリガタリクウズムシの腹側(中央に口が見える)
(一財) 自然環境研究センター提供)

ニューギニアヤリガタリクウズムシ

さて、この長ったらしい名前の虫も、このウズムシの仲間なのですが、コウガイビル類とは少し違うグループに属しています。コウガイビルがときどき人を驚かす程度なのですが、このニューギニアヤリガタリクウズムシは、今や世界的に名をとどろかせており、日本の環境省のホームページでも紹介されるほどなのです。

それでは、よほどに美しい虫なのかといえそうではなく、ただの黒っぽいヒルのような虫なのであります(写真2)。

このウズムシが世間を騒がせているのは、実は、巻き貝と大いに関係があるのです。

小笠原諸島の巻き貝

巻き貝というのは、いわゆるでんでん虫の仲間です。マキガイ綱に属するグループですが、今や世界遺産の島として有名な、小笠原諸島に、たくさんの巻き貝がいるのですが、そのほとんどが小笠原にしか生息していないいわゆる固有種なのです(写真4～9)。その種類は100種あまりであり、その90%が固有種だということです。

これは、小笠原諸島が、海洋島といわれる、一度も大陸とつながったことがない島だからといわ

れています。これと同じような島に、ガラパゴス諸島がありますね。ここも、南米大陸から1000キロ以上離れた海洋島であるため、ゾウガメが島々で種分化したり、鳥のフィンチ類が適応放散とあって、様々な生活系に適応進化し、1種が多くの種に分かれてガラパゴス固有の種が生まれているのです。そのため、小笠原諸島も東洋のガラパゴスといわれ、巻き貝だけでなく、多くの固有植物や昆虫、鳥類などがおり、生物の進化を目の当たりに見ることができる島として、世界遺産に指定されたのです。

小笠原諸島での巻き貝の適応放散

小笠原諸島では、カタマイマイという仲間の陸貝がかつて流れ着き、それが天敵や競争相手もないところから、どんどん仲間を増やしていき、木の上に適応したもの、落ち葉の下が好きなもの、などなどその生活の場所や餌の違い、そして島の違いなどにより、著しく形が変わっていき、どんどん種分化していったものと思われます。これは、海洋島のような所は、ある種が入ってくるまでは、そのニッチェ(生態的地位)を占めるものがないため、このような急速な適応放散が可能であるといわれているのです。もちろん、カタマイマイ以外の巻き貝類も流れ着き、そ



写真4 木の上に適応したキノボリカタマイマイ（(一財) 自然環境研究センター提供）

れぞれに進化していきました。ちなみに、小笠原での、巻き貝の研究からは、木の上に住むようになった巻き貝は、色が薄く小型になるのに対して（写真4）、地上に住むものは、平べったくなり（写真5）、落ち葉の下に住むようになった巻き貝は、丸くて大きく暗い色になる傾向があることがわかっています。また、湿度が高いところでは、殻が小さくなり、体がむき出しの部分が多くなるようです（写真6）。殻は乾燥から身を守る働きがあるためでしょうね。中には、親の貝殻の中で、子供の貝を育ててから産み出す卵胎生の貝までいるのです。

巻き貝の絶滅現象

ところが、その島々に適応分散し、多くの固有種がいた巻き貝が、近年、その姿が急速に消えつつあるのです。これは大変と調べたところ、外来種であるクマネズミに捕食されるなどしていたのですが、父島では、なんとニューギニアヤリガタリクウズムシがつぎつぎと巻き貝を食べていることもわかったのです（写真10）。本当に、現地で食べているのかどうか確かめるため、巻き貝をネットに入れて、父島の土の上に置いておいたところ、大量のニューギニアヤリガタリクウズムシが集まってきて、巻き貝を食べてしまったそうです。これで、明らかにニューギニアヤリガタリクウズムシが犯人の一人であることがわかったわけです。

このウズムシは、名前の通り、ニューギニアが原産で、今やハワイをはじめ、琉球列島、サモア、バヌアツ、ポリネシア、フィリピン、パラオ、トンガ、モルジブなど太平洋の島々からインド洋にまで広がってしまった外来種なのです。現在では、特定外来生物に指定され、ワースト100の中に入れられています。

ウズムシの仲間は、前述の通り、体がちぎれてもそれぞれが再生して1個体になるという、しぶとい生き物である上、幼体は体も小さく、土に紛



写真5 平べったい形のヘタナリエンザガイ（(一財) 自然環境研究センター提供）



写真6 テンズジオカモノアラガイ（(一財) 自然環境研究センター提供）

れて靴底などにくっついて人間とともに簡単に移動することができるのです。

ニューギニアヤリガタリクウズムシの対策

原因がわかったのだから、さっそくニューギニアヤリガタリクウズムシを退治すれば良いのではないかとお思いかもしれませんが、それが簡単ではないのです。もともと、離れ島でのんびり育った生物が多い、小笠原では、強力な薬剤をまくわけにもいきません。小さなウズムシですから、見つけて取り除くということはまさに絵に描いた餅で、不可能なことです。なにしろ、目立たない上

に、石ころの隙間などに潜んでいる訳なので、およそ防除して絶滅に追い込むことはあきらめざるを得ません。それでは、そうすればよいのか。

幸いなことに、小笠原諸島の中でも、ニューギニアヤリガタリクウズムシが進入したのは、まだ父島だけなのです。ですから、とりあえず、父島以外の島に広がらないようにすることが重要です。その方法として有効なのは、靴の洗浄です。

小笠原諸島は、空港はないため外界との連絡はすべて船に頼ることになります。ですから、この船での移動の際に、靴底などにニューギニアヤリガタリクウズムシがくっついて行かないようにす

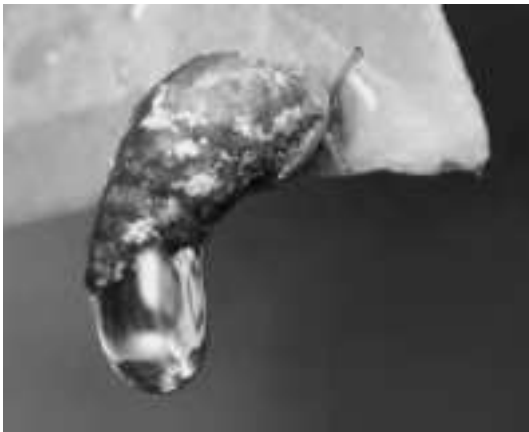


写真7 ハハジマキセルガイモドキ ((一財) 自然環境研究センター提供)



写真9 スベスベヤマキサゴ ((一財) 自然環境研究センター提供)

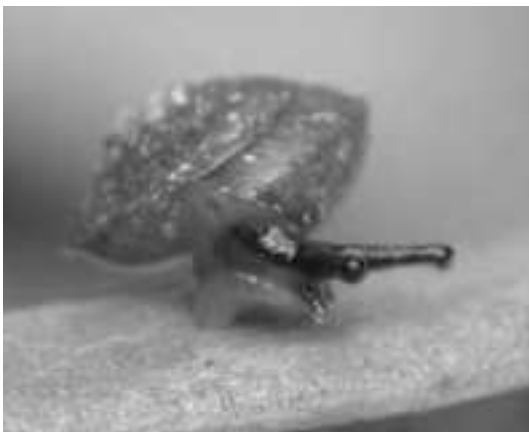


写真8 チジマエンザガイ ((一財) 自然環境研究センター提供)

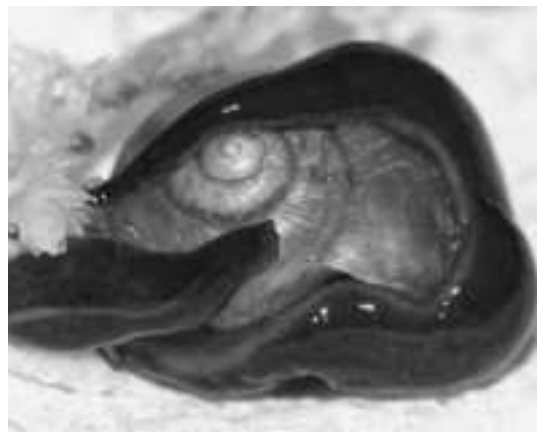


写真10 小笠原の固有巻き貝を食べ尽くすニューギニアヤリガタリクウズムシ (杉浦慎治) [地球環境より引用]

ることです。陸生ウズムシ類は、海水には弱いいため、簡単な方法としては、海水で靴底を洗えばいいわけです。現在、ウズムシ対策としては、東京湾の竹芝桟橋での乗船の際に、薬剤をしみこませたマット上を歩いて泥を落としてウズムシも殺します。さらに、父島から母島など、他の島へ向かう船に乗る場合も、靴底の洗浄をします。もちろん、下船の時にも洗浄します。特に、無人島に行く場合には、徹底的に落とします。ちなみに、食酢などにも弱いので、食酢スプレーなどで靴を洗浄するのも良いようです。

土壌動物としてのカタツムリ類

さて、小笠原では、カタツムリが実は土壌有機物分解者としても重要な働きをしているのです。海洋島である小笠原では、本土などでの有用な分解者として知られる、ミミズ類やヤスデ類、陸産甲殻類などがほとんどいませんでした。そのた

め、カタツムリ類が、落ち葉なども食べて分解しているのです。これも、海洋島ならではの現象かもしれません。もっとも、本州などでも、土壌中にはけっこうたくさんの巻き貝が生息しており、落ち葉などを食べて分解はしているのですが、他の大型土壌動物の働きがすごいため、その働きは相対的には小さいといわざるを得ません。また、巻き貝の天敵も多いため、その数を野放図に増やすこともできません。しかし、その種類もかなり多いもので、800種はいるだろうといわれ、日本産土壌動物という図鑑では、6目30科98属の記述があるほどです。

でも、そのうち100種以上が小笠原にいることになり、あの小さな島々で、日本全体の8分の1の種類が生息していることと、その9割が固有種であるということは、やはりきわめて特異なことであり、小笠原が持つ貴重な価値の一つであることは間違いのないでしょう。

禁 転 載

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

平成28年3月20日 発行

編集・発行／一般社団法人 林業薬剤協会

〒101-0032 東京都千代田区岩本町1-6-5 神田北爪ビル2階

電話 03 (3851) 5331 FAX 03 (3851) 5332 振替番号 東京00140-5-41930

E-mail : rinyakukyo@wing.ocn.ne.jp

URL : <http://www.rinyaku.server-shared.com/>

印刷／株式会社 スキルプリネット

定価 540 円

効果持続期間
7
年

7年先の確かな未来を

確かな効果

豊富なデータが裏付ける確かな効果で
皆様の信頼に応えてきた
グリーンガード・NEOは
7年間の薬効期間という
新たな時代の夜明けを
迎えました。



松枯れ防止樹幹注入剤

グリーンガード®・NEO

Greenguard® NEO

農林水産省登録：第22028号

グリーンガードホームページ

www.greenguard.jp/

竹を枯らせます!

ラウンドアップ マックスロードなら
竹稈注入処理で



使い方 [注入処理方法]

処理適期：6～8月

2～3cm

地上
30～
100cm

- ①節から2～3cm下に開けます。
- ②原液 10mℓ を穴から注入します。
- ③穴をガムテープ等でしっかりと蓋をします。

⚠ 注意事項: 処理竹から15m以内に発生した竹の子を食用に供さないこと。また、縄囲いや立て札により、竹の子が採取されないようにすること。

処理時期	完全落葉までの期間 (モウソウチク)
夏処理 (6～8月)	3ヵ月
秋処理 (9～11月)	6ヵ月
原液をタケ1本ごとに10mℓ	



完全落葉^{*}すれば、その後処理竹の根まで枯れます。
^{*}竹の葉が全て落ちた状態、この時期であれば伐採可能です。

農林水産省登録：適用の範囲及び使用方法

適用場所	適用雑草名	使用時期	希釈倍数	使用量	使用方法
林地、放置竹林、畑地	竹類	夏～秋期	原液	5～10mℓ /本	竹稈注入処理

ラウンドアップ[®] マックスロード[®]

THE NEXT TECHNOLOGY TO YOU



防除法について、詳しくは下記窓口までお問合せください。

日産化学工業株式会社
〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3丁目7番地1

ラウンドアップ お客様相談窓口 **0120-209374**

樹木をニホンジカの食害から守ります。

有効成分
全卵粉末
80%
新登場

ニホンジカ専用忌避剤

農林水産省登録 第22312号

ランテクター®

全卵粉末水和剤

ランテクターは人畜、環境にやさしい製品です。

- ①ランテクターの有効成分(80%)は全卵粉末を使用しています。
- ②ランテクターは環境にやさしい製品なので、年間の使用回数に制限がありません。被害の発生状況に合わせて使用できます。
- ③広葉樹、針葉樹を問わず広く「樹木類」に使用できます。

■有効成分

全卵粉末	鉱物質微粉等
80.0%	20.0%

■適用範囲及び使用方法

作物名	使用目的	希釈倍数	使用液量
樹木類	ニホンジカによる食害防止	10倍	1本当り10~50m ²
使用時期	本剤の使用回数	使用方法	全卵粉末を含む農薬の総使用回数
食害発生前	—	散布	—

※スギ・ヒノキを始め広葉樹への散布も可能です。(広葉樹の新芽が枯損するなどの心配がありません)

販売

DDS 大同商事株式会社

本社 〒105-0013 東京都港区浜松町1丁目10番8号(野田ビル5F)
TEL.03-5470-8491 FAX.03-5470-8495

製造



保土谷アグロテック株式会社

〒104-0028 東京都中央区八重洲2-4-1

松枯れ予防
樹幹注入剤

マツケコージー®

農林水産省登録
第22571号

医薬用外劇物

有効成分：塩酸レバミゾール…50.0% その他成分：水等…50.0%
性状：赤色澄明水溶性液体

専用注入器でこんなに便利!!

① 作業が簡単!

孔をあける ▶ 1ml(8~10cm間隔)、または 2ml(15cm間隔)を注入 ▶ 直後に穴をふさぐ

② 注入容器をマツに装着しない!

注入・チェック・回収などで、現場を何度も回らずOK。

③ 作業現場への運搬が便利で、廃棄物の発生も少ない!

250mlの容器1本で20~25本のマツの処理が可能(φ30cmの場合)しかもジャバラ容器の使用により使用後の容器容積が小さくなる。

④ 水溶解度が高く、分散が早い!

作業時期が、マツノマダラカミキリ成虫の発生期近くまで広がる。

保土谷アグロテック株式会社 東京都中央区八重洲二丁目4番1号 Tel.03-5299-8225

新しいマツノマダラカミキリの後食防止剤 **林野庁補助対象薬剤**

農林水産省登録第20330号

マツグリーン[®]液剤

- ①マツノマダラカミキリ成虫に低薬量で長期間優れた効果。
- ②樹木害虫にも優れた効果を発揮。
- ③新枝への浸透性に優れ、効果が安定。

農林水産省登録第20838号

普通物

マツグリーン[®]液剤2

- ④車の塗装や、墓石の変色・汚染がほとんどない。
- ⑤環境への影響が少ない。
- ⑥周辺作物に薬害の心配がほとんどない。

剪定・整枝後の傷口ゆ合促進用塗布剤

農林水産省登録第13411号

トップジンM[®]
ペースト

作物名	適用病害名・使用目的
樹木類	切り口及び傷口のゆ合促進
きり	腐らん病
さくら	てんぐ巣病
ぶな(伐倒木)	クワイカビ類による木材腐朽



株式会社 ニッソーグリーン

本社 〒110-0005 東京都台東区上野3-1-2
☎03-5816-4351 <http://www.ns-green.com/>

新しいマツノマダラカミキリの後食防止剤

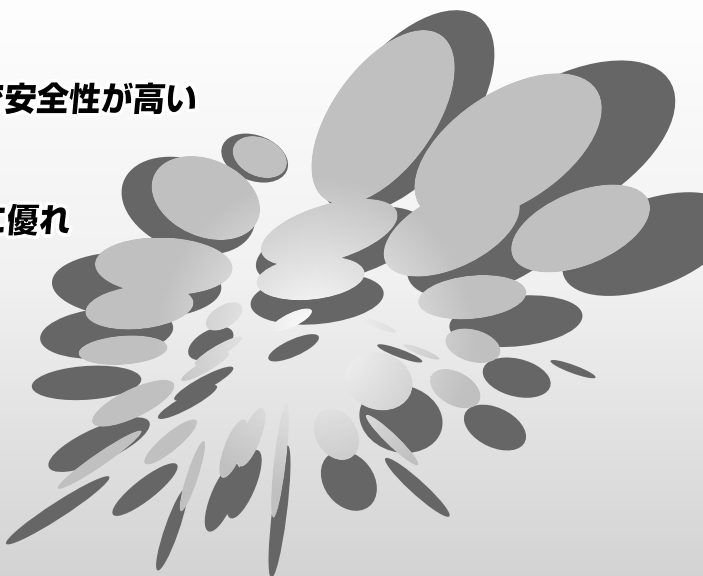
殺虫剤 **モリエート[®]sc**

農林水産省登録 第21267号

有効成分は普通物・A類で安全性が高い
(クロチアニジン水和剤 30.0%)

1,000倍使用で希釈性に優れ
使いやすい
(水ベースの液剤タイプ)

低薬量で優れた殺虫効果と
後食防止効果を示し、
松枯れを防止します。



製 造：住友化学株式会社

販 売：サンケイ化学株式会社 住化グリーン株式会社

計画散布で雑草、竹類・ササ類を適切に防除しましょう!



題名
放置竹林から里山を守る!

信頼のブランド

《竹類・ササ類なら》

コロートS (粒剤)

農林水産省登録 第11912号

《開墾地・地ごしらえなら》

コロートSL (水溶剤)

農林水産省登録 第12991号

※すぎ、ひのき、まつ、ぶなの
地ごしらえ、又は下刈りの雑草防除
でも使えます。

〈製造〉



株式会社 **イスデー・イス バイオテック**
〒103-0004 東京都中央区東日本橋1-1-5 COI東日本橋ビル
TEL.03(5825)5522 FAX.03(5825)5501

〈販売〉



丸善薬品産業株式会社

SINCE 1895
東京 東京都千代田区鍛冶町2-9-12(神田徳カビル) ☎03-3256-5561
大阪 大阪市中央区道修町2-4-7 ☎06-6206-5531
福岡 福岡市博多区奈良屋町1-4-18 ☎92-281-6650
札幌 札幌市中央区大通西8-2-38(ストーク大通ビル) ☎11-261-9024
仙台 仙台市青葉区大町1-1-8(第3青葉ビル) ☎022-222-2790
名古屋 名古屋市中区丸の内1-5-28(伊藤忠丸の内ビル) ☎052-209-5661

松くい虫防除／地上散布・空中散布・無人ヘリ散布剤

エコワン3 フロアブル

【普通物】〈チアクロプリド 3.0%〉

- ◆低薬量で高い効果が長期間持続します。
- ◆不快な臭いがありません。
- ◆自動車塗装にも影響がありません。



松くい虫防除／樹幹注入剤

ショットワン・ツリー 液剤

【普通物】〈エマメクテン安息香酸塩 2.0%〉

マツガード

【普通物】〈ミルバメクテン 2.0%〉

- ◆防除効果が長期間持続します。
- ◆基本注入量が60mlと少ないため、作業性に優れています。



緑化樹害虫防除／樹幹注入剤

アトラック 液剤

【普通物】〈チアメキサム 4.0%〉

- ◆ケムシ等の害虫を駆除することができます。
- ◆薬剤が飛散する心配がなく、公園や住宅地でも安心して使用できます。



※「普通物」とは、毒物及び劇物取締法に規定している毒物にも劇物にも該当しないものを指している通称。



井筒屋化学産業株式会社

〒860-0072 熊本県熊本市西区花園1丁目11番30号
TEL (096)352-8121 FAX (096)353-5083

多目的使用(空中散布・地上散布)が出来る

スミバイン[®] 乳剤

樹幹注入剤 **グリーンガード[®]・エイト**
メガトップ[®] 液剤

伐倒木用くん蒸処理剤

キルパー[®]40

マツノマダラカミキリ誘引剤

マダラコール

頼れる松枯れ防止用散布剤

モリエート[®]SC

スギノアカネトラカミキリ誘引剤

アカネコール



サンケイ化学株式会社

〈説明書進呈〉

本社	T 891-0122	鹿児島市南郷3丁目9	T 31-0269206-6583
東京本社	T 110-0303	東京都台東区上野3丁目6-11 5F	T 31-0331845-7901
大阪営業所	T 332-0011	大阪市淀川区西宮4丁目3-1 新築ビル	T 31-063305-5871
九州営業所	T 811-0025	佐賀県鳥栖市神城町甲1152-3	T 31-0942121-3508

大切な日本の松を守る
松くい虫予防散布薬剤

○ネオニコチノイド系統薬剤
ヤシマモリエートマイクロカプセル
モリエートSC (ナラオニコチノイド系統)
マツグリーン液剤 (アセチルプロピド系統)
マツグリーン液剤2

○有機リン系統薬剤
ヤシマスミバイン乳剤
スミバインMC

松くい虫駆除剤

パークサイドF、オイル(油剤)
ヤシマNCS(くん蒸剤)

ハチの駆除剤

ハチノックL(巣退治用)
ハチノックS(携帯用)

野生獣類から大切な植栽木を守る

ヤシマレント

ヤマビル剤

マリックスター(駆除剤)/ヒルノック・エコ(忌避剤)

住化グリーンの
林業薬剤

緑に学び、緑と共に生きる

わたしたちは、人と自然との調和を
考えながら、より良い緑の環境づく
りを目指しています

樹幹注入剤

○マツノサイエンティフィック
グリーンガードファミリー剤
メガトップ
マツガード
マッケンジー
○ナラカミ
ケルスケツト

くん蒸用生分解性シート

くん蒸ヤシマ与作シート



住化グリーン株式会社

本社 〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町1番5号 TEL. 03-6837-9422 FAX. 03-6837-9423

少薬量と殺センチウ活性で 松をガード。

少薬量の注入で効果を発揮
防除効果が6年間持続

60mlそのまま
自然圧で注入

60ml(ノズルなし)・180ml
加圧容器に移し替え、ガス加圧で注入。



自然圧注入用



移し替え専用



移し替え専用

有効成分のミルベメクチンは微生物由来の天然物で普通物
「有機JAS」(有機農産物の日本農林規格 農林水産省)で使用が認められた成分です

松枯れ防止樹幹注入剤

マツガード®

農林水産省登録 第20403号

○有効成分：ミルベメクチン・・・・・・・・・・・・・・・・ 2.0%

○60mL×10×8 ○180mL×20×2

○60mL×10×8(ノズルなし移し替え専用) 容量×入数

マツガードは三井化学アグロ(株)の登録商標です。



株式会社 エムシー緑化



三井化学
グループ