

ISSN 0289-5285

林業と薬剤

No. 241 9. 2022



一般社団法人 林業薬剤協会

目 次

樹木中心の 植物分類雑記 V	小山 鐵夫	1
ナラ枯れ被害マテバシイのくん蒸処理による カシノナガキクイムシ防除試験	谷脇 徹	13
外来種の話 ⑧ 鳥類	福山 研二	21
ハイドロジェルベイト剤による 八丈島の樹上性外来アリの防除	砂村 栄力	26

● 表紙の写真 ●

ナラ枯れ被害を受けたマテバシイ（上）とマテバシイ被害材から
脱出したカシノナガキクイムシ幼虫（下）

大径化した株立ちのマテバシイでナラ枯れ被害が発生している
（上）。マテバシイではカシノナガキクイムシが材の中心部まで穿
孔する（下）。

上：神奈川県横須賀市にて 2017年10月2日撮影

下：神奈川県厚木市にて 2021年10月21日撮影

—谷脇 徹 氏 撮影—

樹木中心の 植物分類雑記 V

— 小山 鐵夫*

果実と種子と云うと、林檎、密柑、柿とか、ピーナッツ、カシューナッツ等、“おやつ”の材料を思い浮かべるが、食材として大事な菜^な葉^は類(葉菜類)、(果菜類)の胡瓜、南瓜、苦瓜(ニガウリ)、糸瓜(ヘチマ)、莢豌豆(snow peas)、莢隠元(string beans)、又、熱帯では波羅蜜やパンノキの若い実等は果菜として不可欠だし、芋類は根菜類、種子には米、麦、とうもろこし等の主食源の他に大豆、胡麻、椿、オリーブの種子からは良い油が採れる。斯様な応用分野は別途後述の予定で、果実の植物形態の研究や話は難しく、デリケートで有る。

果実の真果と所謂“偽果”。

前節に書いた様に花の子房が熟した物が果実で、中に種子が出来る。従来の植物の教科書等には、純粹に子房のみから出来た果実を「真果」と呼んで居り、この真果になる子房は完全な上位子房でなくてはならない。身近な樹木の例では、例えば蜜柑類、ブドウとかアケビ、木苺が有る。柿も本質的には立派な上位子房が膨らんだ果実で(前回の子房の図参照)、私は真果として扱って差し支え無いと思うが、柿の食用部の上位に組織的に花托の要素が少し入っていると仰云る形態学者の方も有り、まだ研究の余地が有る。林檎や梨では食べている果肉の部分は、花の時には萼筒だった所が大部分で、其処には萼筒の他に雄蕊の花糸の下部、花卉の付け根の花爪も絡んだ果肉で、中心部の“フスマ”の中、種子の有る部分が子房の壁が熟した本当の果肉で有る。こう云う風に子房以外の要素が絡んだ果実は、下位子房が発達した

果実で、従来の植物の本にはこのカテゴリーの果実を真果に対して「偽果」と書いている。英語なら false fruits とか pseudocarp と云うのだろうが、是等も果実には相違無いので、私は“偽”果の名前には反対で有る。複合果(compound fruits)がよく合った名前前で有るが、この名は既に真果の一形に使はれて居るので大変紛らわしい。本来「複合 compound」の意味は「種々の要素が集まっている状況」を指すので、「単純 simple」の反意語と解され、「集合—原則同じ物が集まっている aggregation」とはニュアンスが違う。不幸にして、果実の場合同じ果実が沢山集まったイチゴのような状態と、リンゴやナシの食べる所のように違った器官の混ざった果実の食用部等双方に複合の言葉を使ってしまったので、今では元に戻せない。往時には集合果も複合果も一緒だった時代があった。それで意味が紛らわしい。例えば「混淆(交)果」はどうだろう。英語では complex fruits、つまり色々な要素が混じった果実と云う意味である。加えて、上位、下位子房から出来た果実を「上位果」「下位果」とする方々も居られ、又、下位果「装飾果」も良い名前前で有るが、装飾と云うと、アジサイ(紫陽花)の飾り花の様に、最早本来の果実の機能を亡くした accessory の状況に聞こえるので膾炙していない。

それでは「偽果」をどの植物の実に当てるかであるが、イチゴの黄色い実とかカヤの赤い実等、果実の様に見えて、実には果実で無いケース(イチゴやカヤの実は無く種子である事は前節で述べた。)に当てると良いと思う。

雌蕊に変わった花葉を心皮と呼ぶ事は前回述べ

* ハワイ桜親善協会理事長、
高知県立牧野植物園名誉園長

た。エンドウ、インゲン、フジ等のマメ科の植物では心皮の説明と心皮から出来ている子房の説明がし易い。豆類の雌蕊は元々一枚の心皮から出来ているので単心皮性雌蕊であるが、図1の様に、1枚の葉が中脈で二つ折りになり、両側の縁が合はさって癒合し、袋状になった物がマメ科植物の雌蕊で、元々葉の縁であった所に卵子が着く胎座が出来て結局は種子たる豆が交互に着くのである。又、アケビの様に子房になった心皮が数本隣あっていて、各々が果実へ成長すれば、一個の花から数個の隣り合った単心皮生の、果実が出来ることになるし、この例より寧ろ普通は多くの種で複数の心皮が各隣りあった心皮の縁と癒合して、複心皮のやや大型の1箇子房を作る(図2)。胎座は心皮に1~複数出来るから、種子は子房内に1~多数個入っている。

果実の分類。

果実は構造が複雑である上に形が千差万別であるのみならず、熟した状態が多汁質、肉質、乾燥状態、加えて熟した時に裂開するか否か等、形態形質が多く多岐に亘る為、その分類は困難で多くの試案が出されて来た。本文では研究者各位の見解を参酌しながら林学や農学の観察の上で実用的な特徴を中心にして果実の分類を考えてみたい。

先ず果実を大きく分けて真果と混交果に二分する。真果とは心皮のみから出来た単純な果実の意味で、言い換えれば純粋に子房が成熟した上位子房果である。上の説明と前章の雌蕊の説明で、上位子房が成熟すると真果になる事は容易に理解されよう。ブドウ、カキ、ウメ、クリ、野菜ならトマトなど例が多い。混交果とは、心皮がその周りの萼の筒部等に癒着した結果、熟した果実には子房以外の花の器官の部分も含まれている構造を云う。前期の林檎や梨の例である。さくらんぼとブルーベリーは大きさも形も似ているが、前者の頭部に花柱の落ちた跡があるのに対して、ブルーベリーの頭部には小さな萼片が枯れ残っているから

ベリーの部分は萼筒が丸く太った事が分かり、ブルーベリーは混交果なる事が分かる。

次に一個の花から何個の果実が出来るという事。一個の花には一本の雌蕊が有るから、原則的には、一個の花からは一個の果実が出来るので、これは真果でも混交果でも同様である。マメ科やアケビの単心皮生子房は子房になった心皮が一枚づつ独立して果実になった例である。植物群のむしろ多種では子房は2枚以上の複数の心皮から成り、心皮の両縁は隣りの心皮の縁につながり、子房は複数心皮から出来て1箇の大きな部屋を持ち中に外側の壁、内側の仕切りとして襖や障子が有る様な一室構造であるが、往々心皮の癒合部が部屋の中央へ迫り出して来て子房の部屋を幾つかに仕切る。トマトを横に切ると5-7室(5-7心皮)があるがミニトマトを横に切ると2室しかない(2心皮生)事が解り、ユリの果実は3室、アサガホやフヨウの果実は3~5室である。アケビやイチゴの花では、心皮が互いに合着せず、例外的に、分離して独立した複数の雌蕊になっているので、一個の花から複数の果実が生じて、一本の花梗の先端に複数の果実が集合して着く。こう云う例外的な果実群を「集合果」と言い、(イチゴ、イチゴ等、後述)、その中の個々の果実を「分果」と云う。

逆に例は少ないが、多数の花の集まり、つまり一個の花序から一個の大きな果実が生ずる例がある。こう云う複数の花に由来する一個の果実を「多花果」と称し、バンレイシ(図2)やパラミツの巨大な果実が好例である。パラミツでは花時には球状花序に密生した多数の花の花被の下部や子房が果時に合着して出来た一個の大きな果実で、見かけ上は多数の花から出来た一個の果実でも形態学上は多くの果実が癒合した産物である。クワの実もこの型であり、他にパイナップルは花が密集した穂状花序から出来た集合果である(図4E)。集合果の一区画をピップと呼び、此処が一個の花に由来する箇所である。タコノキの果実

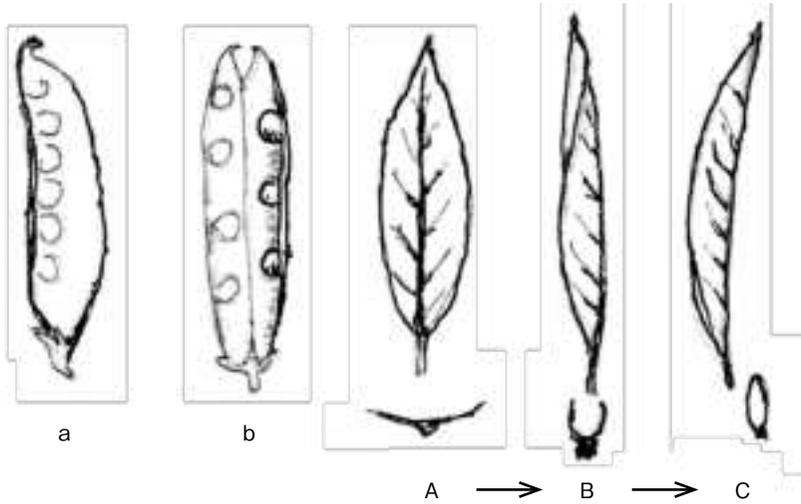


図1 果菜類のエンドウ等の莢 (a) を背面で開き (b), 種子 (豆) の着き方を示す模式図。

A-Cは一枚の葉が中脈で折れて袋型の器官 (心皮) を構成する考え方を示す。

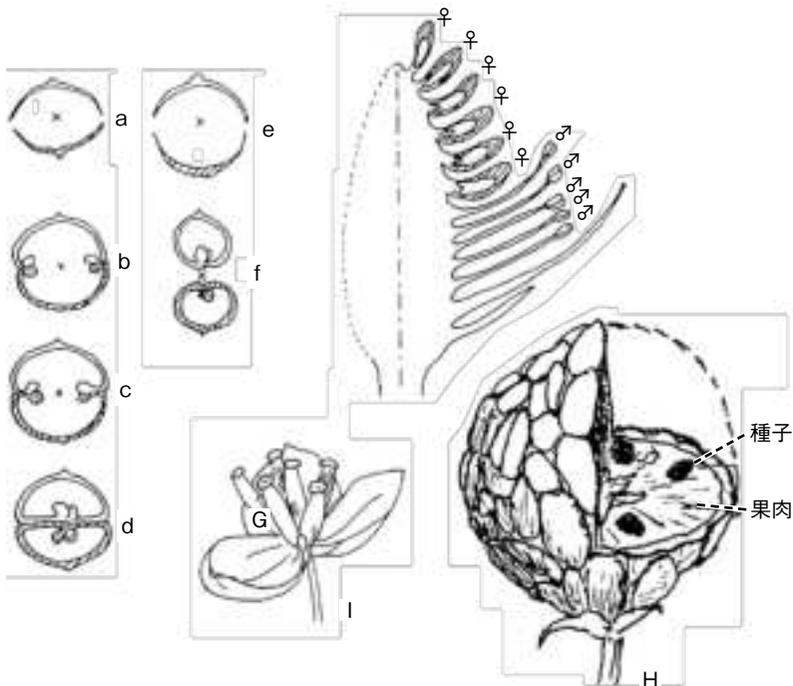


図2 二心皮生の子房の形成過程の考え方を示す模式図と、パンレイシの花の縦切りの模式図 (G) 及びその小形の果実の略図。この果実の全部の子房が果時癒合して一続きに見える果肉となり、その所々に黒い種子が出来ている状態を示す為に果肉の1/4程を取り除いている (略図)。

a-d: 例へば二枚の対生葉 (a) から心皮の縁のみの癒合で一室の子房 (b) が出来、更に癒合部の襞が中央へせり出し (c), 完全に二室となる (d)。e-f: 2枚の葉から6本の離生子房が生ずるとする考え方。I: アケビの雌花。

もこのカテゴリーである。

なお、乾果にはオジギソウ（マメ科）、百合類、ゴマやキリ等の果実の様に、熟すと裂開して種子を出す「乾燥裂果」と乾燥しても裂開しない「乾燥閉果」の二つのカテゴリーが見られる。乾燥閉果ではモミジ、ヒマワリ、コムギ等の果実の様に果皮と種皮が癒着して開か無いタイプとタマリンドや大根の様に果皮と種子は離れて居ても開かない種類とがある。又、多肉果はその性質上、熟しても開かない閉果のケースが大部分で有るが、稀にはアケビとかゴンズイやツバキに見る様に厚い肉質の果皮が開いて黒っぽい種子を顕はす。これらの特徴を基本にして、果実の由来を縦軸にとり、熟時の乾湿状態を横軸ととって、果実の諸型を一覧表に示したものが表1であるが、その中の主な果実を取り上げて、植物の例を挙げな

がら簡単に説明してみよう。

果実の多様性。(表1の説明も兼ねて。)

果実の形態分類の分野は、述語の植物学的な定説に乏しく、深く研究をする必要がある分野であるが、一時の染色体分野、近時のDNA分野の様な派手でカリスマ的な事は期待出来ないので、残念ながらこの分野の地味で掘り下げた研究をする形態学者の方が殆んど居られない。従って以下の記事は、今までの研究結果を参考にして、私の拙い形態学の知見の中から平均的な部分をご照会しながら、表1（これも将来的には改定が必要）の解説を兼ねる。

単果の多肉果。

1. 液果/しょう(漿)果：樹木の好例はブド

表1 被子植物の果実の主なカテゴリー

		多汁/多肉果			乾燥果	
		多汁果	多肉閉果	多肉裂開果	乾燥閉果	乾燥裂開果
真果 (上位果)	単果	1. 液果(漿果) 2. ミカン状果	3. 石果(核果)		4. 穎果 5. 上位瘦果 6. 堅果 7. 翼果 8. 荳果 ¹⁾ (8-b). 節果 9. 分裂果	10. (8a) 莢果 11. 蒴(さく)果 (12). 角果 (12-b). 柱果 ²⁾ 13. 蓋果
	集合果		14. 集合石果 15. パラ状果 16. アノナ状果 17. 肉質裂果		18. 集合瘦果 19. ハス状果	20. 袋果
(下位果)	混淆果 (交)	21. 下位液果	22. 瓜状果 (23). バナナ状果 24. 梨状果(苹果)		25. 下位瘦果 (26). 下位分裂果	(27). 下位蒴果
	多花果		イチヂク、クワ バラミツ パイナップル			

註) 1) マメ科の果実の記述によく用いられる名で「莢果」(縦に裂開する)と横に節から折れる「節果」を含む。

2) 詳細は本文参照。現在でも大半の分類、形態の分野の方々はこの大根属のみを角果で裂開しない例外として扱われて居るようである。しかし大根の果実は開かないばかりで無く質も厚く、色も淡い。大根の雌蕊の花柱の菅束解剖を行うとはっきりすると思うが、このカテゴリーは存在すると云うのが私の見解である。

ウである。他にトマトの様に極めて多汁な果実を云う。

2. **ミカン果実**：広くミカン類、レモン、カラタチ等。広義の液果と云っても良いかと思うが、狭義の液果はブドウの様に一室の子房から出来た果実。所謂蜜柑の袋は、多数の心皮で出来た子房の一室、つまり、蜜柑の袋は植物学的には子房の部屋の仕切りで、多汁の食用部分は子房の仕切りの内側に生えた単細胞で大型の毛で、クエン酸や糖の多い果汁で満たされている。「袋」の外側の白いスポンジ状の部分が蜜柑の皮の中果皮、外側の橙色の部分が蜜柑の外果皮で、油室が多く、粒々に見える (図3F)。

3. **石果**：核果とも云う。ウメ、モモ、サクランボ等がその例で、他にマンゴーやアボカドも有る。果肉の中に一個の硬い核種子が有り、木化した硬(厚)膜細胞で出来ている。此处が石果の内果皮(プラス種皮?)、梅干しの酸っぱい部分が中果皮、その外側に色のついた薄い外果皮がある。又、石果でウメ干しの食用部が中~内果皮、核の硬い皮は種皮とする観方が有る。この解釈も受け入れ易い(要組織研究)。ナッツのアーモンドや、梅や桃の“天神様”と言はれるものは種子の主要部の胚(種子の項で述べる)で有る。

単果の乾(乾燥)果で熟しても不裂開のもの。

(4)*. **穎果**：イネ(米)やコムギの穀粒が代表的な例で有る。薄い果皮はその内側に密着した薄い種皮と合着して一体になっている。米の場合の玄米の表面で、精米して除くと糠に当たる。小さい胚は胚乳の片隅に位置し、精白米は果皮と胚を除いた胚乳のみとなっている。コムギの茶色の皮は果皮と種皮が合着した物でブラン brann と言う蛋白質の多い所で、皮も一緒に挽いて焼いたパンが whole wheat (全粒/黒パン)で有る。

(5)*. **上位瘦果**：草本のカヤツリグサ科の果実で、樹木や食の素材には該当する種は無い。穎果に似ているが、果皮が厚く、其処に厚膜組織が発達して居り、胚が胚乳に囲まれて、略中心に位置する点が穎果と異なる。

6. **堅果**：クリやカシ(どんぐり類)の果実で有る。艶のある硬い革質の果皮を持ち、中に一個の種子が有る(クリの食用部分は、植物学的には子葉)。尚、クリの渋皮が種皮で有る。

7. **翼果**：楓類、紅葉類やトネリコの果実。果皮の一部が翼状に張り出し、中に一個の種子が固く包まれて居る。カエデ科の可視的形態形質の一つ。

8. **莢果**：植物分類学でマメ科を纏めた時(主として蝶形花冠と二強雄蕊、単心皮の果実の莢の組み合わせ)草本と木本の双方の果実を纏めて莢果としているが、形態的にはかなり不均一で有る。マメ科植物の大部分は、本章の始めに書いた様な単心皮生の莢果が出来、心皮ツナギ目(合着部)から縦に避けて交互に並んだ種子(豆)を出すと云う、エンドウ、大豆、インゲン、ソラマメ等、草本に普通の型の果実で、本来この形態のマメ科の果実を「莢果/莢果」と呼ぶべきで有る。広義の莢果の中に莢が肉質で水分が有ったり等、莢が不裂開だったり、莢が横の節で割れて、各節に1~少数個の豆を擁して居たりする常識の莢果とは大いに形態が異なる果実を作るマメ科植物が有り(草では例えばオジギソウやエビスグサ、木ではこの範疇の豆の果実はタマリンド、レダマ(さく果と記載した方も有る))等、木本のマメ科に草本より普通に見られる。私は双子葉類の専門ではないので、ただ見過ごしているだけであるが、エンドウ、ソラマメ等の果実を「莢果/莢果」と呼ぶなら、後者の横の節で開くマメ科の果実は「節果」群に纏めるのも一法かと思う。花を見ると莢果を作る種が持つ典型的な蝶形花冠と二強雄蕊の組み合わせが、上記の節果群では少しずつ崩れて、普通の花に準じた形に戻って行く様な感じ

* ()で囲った番号のカテゴリーの果実は木本には存在しないカテゴリーの果実類。

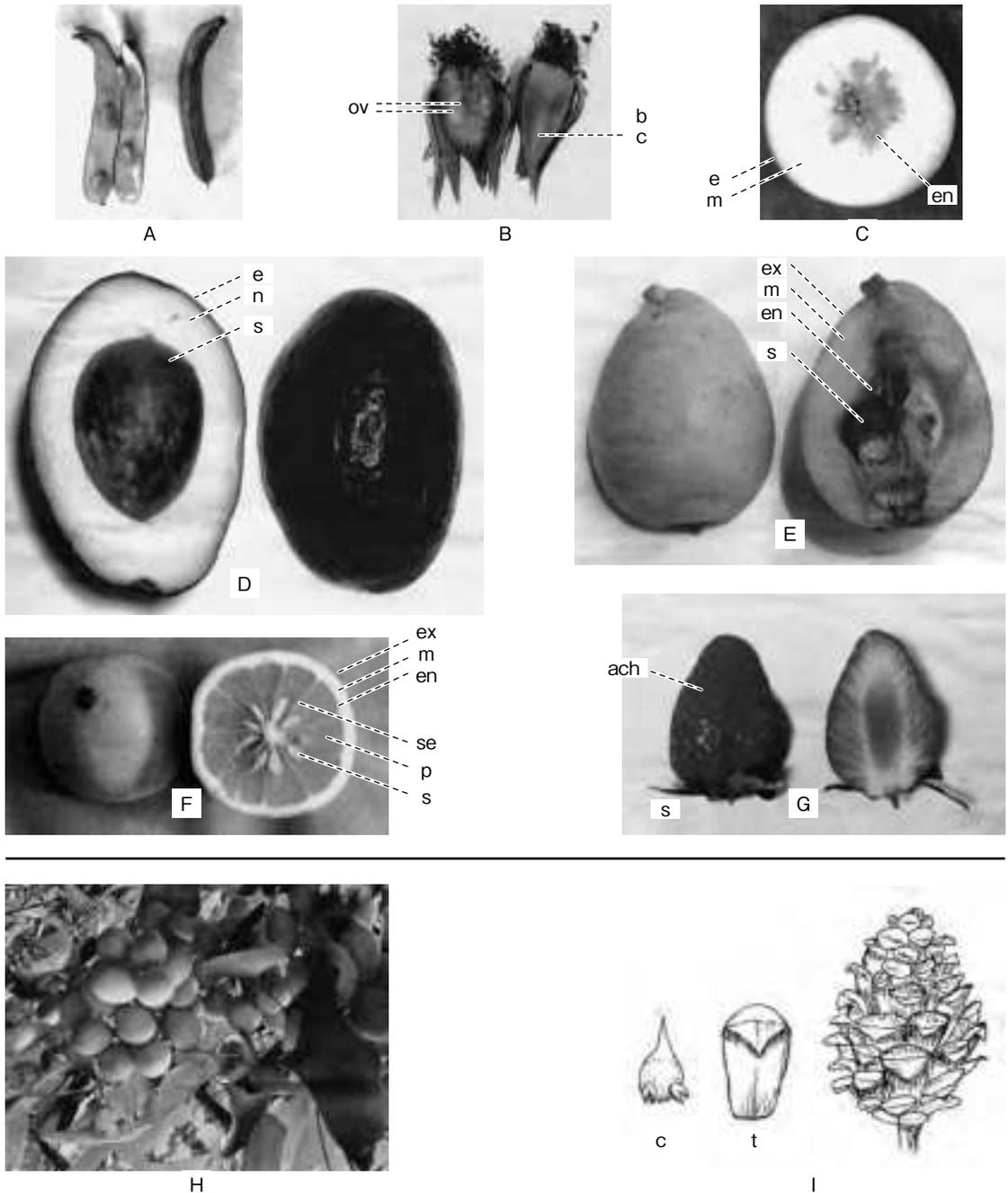


図3 私共の近辺に見る色々な果実の例。詳細な説明は本文参照。A. 若いソラマメの莢とそれを開いて豆（種子）のつき方を示す。B. パラの花の花弁が落ちた時点での花筒（右）とその縦切り（左）。b, 副萼。c, 萼片。ov, 雌蕊の心皮。C. リンゴの輪切り, e, 外果皮, m, 中果皮, en, 内花被。D. アボカド, e, 外果皮, n, 内果皮, s, 種子。E. ビワの果実（左）とその縦切り（右）。ex, 外果皮, m, 中果皮, en, 内果皮, se, 子房の仕切り（部屋）の隔壁, s, 種子。F. 土佐の小夏（蜜柑の品種）の上面（左）とその横切り, p, 内果皮の毛（単細胞で水分に富む）, s, 種子。G. 苺とその縦切り。ach, 太った花托の上に出来た胡麻の種子くらいの果実（瘦果）, s, 萼片。—— 裸子植物：H, イチョウ, 黄色の偽果,（果実では無く, 黄色で臭い仮種皮がある）。I, クロマツの松ぼっくり, c, 種鱗, 二個の胚が有る。（受精後種子になる）とそれを守る硬い包鱗, t。

がする。更に莢果の中には、ナンキンマメの莢の様に受粉後地下に入り、地上の莢とは全く似付かず裂開もしないケースもある。マメ科の形態と分類は更に見直す要がある。

9. 分裂果：アオイ科の植物の一部（タチアオイや縄の材料のジュート jute）に見られ、果実が熟すと子房の部屋毎に（心皮毎に）縦に分裂する。開花時の雌蕊の心皮は一本の花柱にまた開花時の雄蕊は単体になって居るので此処では単果に入れるが、果時には集合果にも見える。

10. 莢果：莢果の大部分。8. 莢果参照。マメ科の中で、莢果と蝶形花冠、二強雄蕊の組合はせ形態を持たない植物群（木に多い）をオジギソウ科（Mimosaceae）として格上げして分ける研究者も居られる。

11. 蒴果：キリ（桐）（ゴマノハグサ科）が良い例、熟すと乾いた果皮が二つに縦列して種子を散布する。草本には多い。

(12)*. 角果：専らキャベツ、コマツナ、カブ等の十字花科（アブラナ科）の4心皮の果実で、熟すと縦に避け、種子が無い2心皮は脱落し、種子を持つ2心皮は宿存する。木の例は無い。角果は乾燥裂開にも関はらず、ダイコンとその野生種のハマダイコンでは、果実がアブラナやキャベツの様に真っ直ぐで無く、不裂開、種子のある部分は心持ち太くて、果実自体も質が厚め。冬に至って植物自体が枯れて倒れ初めて種子が散布される。東大の前川文夫先生は1950年以前にこの事に注意され、ダイコン属の果実に「柱果（11b）stylocarp）」という新名を付けられた。ダイコンの熟した果実が裂開しないのは、上に書いたマメ科の不裂開果の様な物理的現象かもしれないが、大根の果実の壁がアブラナ等のそれより厚く硬い傾向であるので、ダイコン属の「果」は子房よりその上に立つ花柱になった心皮の部位に胎座が生じて卵子が着いたとも解釈出来る。詰まり、私の云う混交果の可能性はある。形態学研究は未だ色々必要である。

(12-b)*. 柱果：混交果。（上記参照）

(13)*. 蓋果：オオバコやマツバボタンの果実の様に熟すと、果体が帽子を脱ぐ様に横に裂けて種子を出す。広く探したが、樹木にはこの例は見当たらなかった。

集合果の多肉果。

14. 集合石果；15. バラ状果。

バラ科は、果実の形態多様性に富んだ科であり、種々の形の果実が草本にも木本（多くは灌木）にも見られる。バラ科の花の特性の一つに、特にバラ類、キイチゴ類、イチゴ類に於いて、(図4のB、Cを比べて下さい。) 一個の花の中心に集まって座した複数有る心皮が全部独立して癒合していないので、果実になった時「集合果」つまり、一個の花から複数個の小さい果実の集団が花梗の先端に出来る事で有る。キンポウゲ科も亦然り。複数集まる果実は同じ物なので“集合”であって複合では無い。

キイチゴの集合果では、花床は余り肥大せず、成熟して小型の石果が頭状に集まる。これの逆の形がイチゴで有る。食べる赤い部分は花梗の先端の花托が大きく発達したもので、その上にケシ粒の様な瘦果が散らばって居るが、一粒一粒が果実である（下記の集合瘦果）。かように一個の花から出来た複数の同じ型の小さな果実を「分果」と云う。ハマナスの様なバラ属の壺型の果実を rose hip と云うが、これはバラ属の肉質の集合果を壺型に肥大した萼筒が包み込んだ構造で、集合果では有っても、前二者とはカテゴリーが違う。

16. アノナ状果：アノナ類の果実では、開花時の雌蕊は多数の離生心皮では有るが、果実が熟すと心皮の間で癒合が起こり、一個の不可分の果実になり、事実上単果に近くなる。それでアノナ類の果実を集合液果とする方も多い。

17. 肉質裂果：好例はアケビ、ムベ、ゴンズイや場合によりツバキやトチノキの果実も此処に分類される事もある。ゴンズイでは果皮は肉質でも

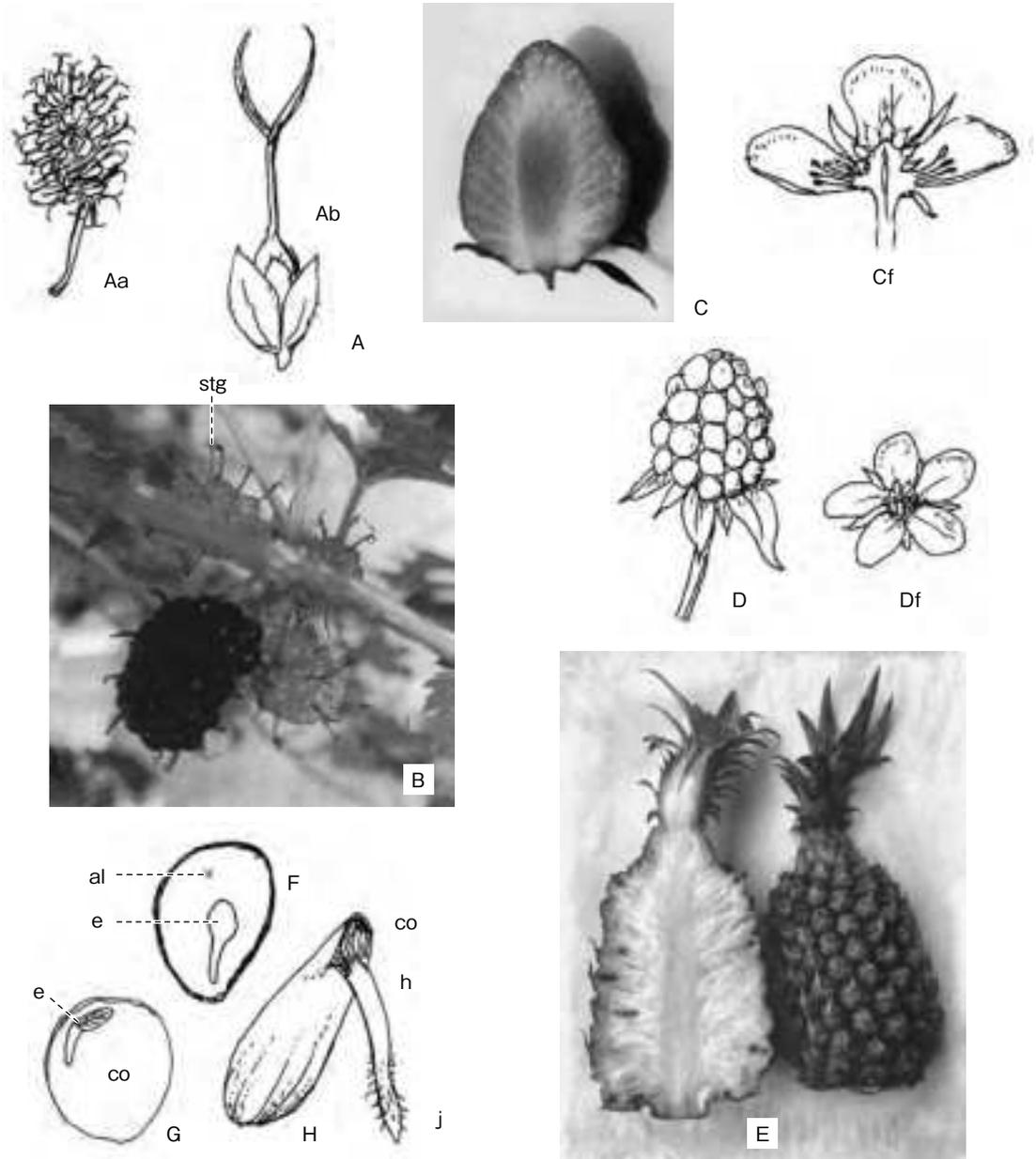


図4 多花果, 集合果, 及び種子の例。

Aa, ヤマグワ (くわ) の雌花序。Ab, ヤマグワの一個の雌花。雌蕊と4片の花被 (萼片)。B, ヤマグワの多花果実, 成熟しても長い花柱と二岐した柱頭は残る (stg)。C, イチゴの集合果の縦切り。太く長めに成長した花托の中心から分かれた細い管束の先端は胡麻の様な瘦果に終る Cf, 苺の花を縦に切って, 中央, 雄蕊の上に伸びて離生の単心皮子房を沢山着けて居る処を示す。D, キイチゴの集合果。基部に萼や副萼が残って居る。Df, 木苺の花。E, パイナップルの多花果とその縦切り。一個の大きな果実と扱はれて居るものは, 多くの小果の集まりで, 各 unit は殆ど癒合している。

種子。F, 柿の種子の縦きり。al, 胚乳。e, 胚。G, ソラマメの種子の中の子葉。e, 本葉と陽根の元基 e が見える。H, 蜜柑 (土佐小夏) の種子が発芽し掛かって居る処。co, 子葉。h, 胚軸。j, 幼根。

(写真: 小山玉文, 図は筆者。)

種子の周りに空間があるので、袋果に入れられたり、トチノキは果皮が少し薄いので蒴果の一種にされたりする場合もある。

集合果の乾果。

(18)*. 集合瘦果：イチゴ、ヘビイチゴ類、花托が肥大する特徴を考えなければキンポウゲ科のカザグルマ他、キツネノボタンも此処に入る。

(19)*. ハス状果：ハスの果実で、離生の子房で作られた種子が倒三角錐状に肥大した花床の穴に一個ずつ陥入している。果実の時には不可分の一個になっていても、離生の複数の雌蕊に由来するので集合果に分類される向きも多い。

20. 袋果：以前は蓇葖果とも言った。ボタン科ボタンや灌木のシャクヤク、毒草のキンポウゲ科のトリカブト類にも見られ、蒴果様の単心皮生で比較的大型の分果が少数個集まり、各分果は熟時縦裂して種子を出すので、形態的には丁度上記のアケビの肉質裂開果に対応する乾燥裂開果に当たる。

多肉質の淆（混）交果。

21. 下位液果：ブルーベリー（blue berries）、グアバ（guava）、フトモモ等では液果状の果汁の多い果実を作るが、果頂をよく見ると、小さい乍らも花の時の萼の裂片が多少宿存しているので、果実は萼の筒部と心皮が合生して発達した物である事が分明である。リンゴやナシも店に並べて売っている時は実は逆さに置いている事が多い（梨状果の項参照）。

22. 瓜状果：キュウリ、カボチャ、ヘチマ、メロン等ウリ科植物の雌花を蕾の時に見ると萼裂片の下に小さな未熟の果実候補がもう出来ていて、受粉すれば実に生長する。これであの立派な果実が子房（完全下位）と萼筒が完全に癒合した物である事が良く解り、中心の水気の多い部分（子房）に沢山の種子を生ずる。木の例は極く稀であるがパパイヤの果も構造的に此処に入る。（若しパパ

イヤを中木と見做すなら。）

(23)*. バナナ状果：バナナは上に似て花冠筒部及び基部雄蕊の花糸等が子房に合着した鈍三角状の実である。熟すと黄色の外皮は事実上萼筒、食べる所は萼筒と子房の壁の大部分が混った中果皮で、種子は小形で黒っぽく、例えばバショウやヒメバショウの如く、野生種では白い肉質の果肉の中心に縦に水分の多い子房の中心が残っていて、その中に生じる。それ故、牧野先生は“一口話”の中で「バナナは皮を喰う」と書かれた。私共が食べている所は主に中果皮だからである。大洋州のバナナの種類にも稀に熟すと果皮が裂開する稍蒴果様の果実を作る種もある。

24. 梨状果：リンゴ状果（苹果）でも可。リンゴ、ナシの他ビワ等バラ科の木に見る果実。食用部分は花時の萼筒と雄蕊の下部と子房の皮も少し混じっている所（図3, CE）。本当の子房は中心の所謂「フスマ」の中の種子の有る部分である。ビワの真の果皮は数個の種子の外側の薄い皮が主体で食用部は主として萼筒で、ビワの果実の頭に萼裂片が宿存する。リンゴのケースは上述した。

サクランボ、リンゴ、ナシ等は中位果で、食用部分が萼筒、雌蕊の子房壁、更に理論的には多数の雄蕊の花糸の下部も癒合して肥大した物である事は上に述べた。これ等は下位果とされているが、花の時は雌蕊の子房は萼筒から独立しているから完全な下位状態は果実生長期に起きる。この点は瓜状果と異なる。ビワの真の果皮は大きな種子群の外側の薄い皮である。食べ頃のビワの果実の頭に5個の萼裂片が宿存する。

混淆（交）果で熟すと乾燥する物。

25. 下位瘦果：ヒマワリ、菊、タンポポ、レタス等キク科植物の分類の特徴付けの代表的な形質とされるが、日本にはキク科の木本は事実上存在しない（辛うじてコウヤボウキ属やワダン属に2～3種の小低木がある）。

キク科の花部の形態が極めて特殊である事は花

序の所で述べた。ヒマワリや菊で1個の大きな花に見える物は実は沢山の小さい花の集まりである。花に2形あり、その一つは舌状花で5個の巾狭い花弁が縁で合着、舌状になり、花序の外縁に多くの花弁のように並ぶ。もう一つの形の小花は優勝杯様な形の管状花で花の中心に薬の様に密に並らぶ。ヒマワリの花にはその両形が有り、多数の筒状花を中心に、周囲を舌状花が囲んで一つの大きな花に見える。アザミ類の花には筒状花しか無く、又、レタスの花は全部舌状花なので八重咲きの花を想はせる。それ等の花の集り(頭状花序)は浅い皿形の花床に乗って居り、一番外側下部を總苞片と云う鱗片が囲んで縁をとっている。この二形の小花には両形共に花弁の下部は筒になり、その着け根は倒棍棒状から円柱形の子房となり、その子房が子房と花被の下部から出来た混交下位子房とされ、萼の上部が果実の頂端から出ている冠毛で萼片の形は残っていない。

(26)*. 下位分裂果：以前は「双懸果」とも云った。ニンジン等セリ科を代表し、木には無い。下位子房が熟すと縦に裂けて2個の分果になり、頂点の節から垂れ下る。

(27)*. 下位蒴果：カンナ、アヤメ、他にラン科。真の蒴果に似ているが、下位子房に由来するので、果皮は花被筒部を包含している。

28. 多花果：「多花果」とは英語では polyanthocarp と言ひ、字の如く多数の花の密な集まり、詰まり一個の花序から一個の果実を生ずる場合に当てはまる。図4に示したヤマグワ(クワ)の果実が好例で、図4Aの様にクワの雌花は多数密に集まって、球状(頭状)花序状であるが、授粉後に花被が厚く肉質に成ると同時に密着して、写真のように不可分の一個の果実になる。外観は図4右側のキイチゴ類の集合果に近く、又、構造上は16のアノナ状果に酷似しているが、形態的な構造は全く異なり、多花果では一個に見へる果実是一個の花序に起源し、その各小果は一個の雌花全体に由来する。他方、後二者では一個の果実は複数

の花から生じ、その分果は一個の離生心皮に相当する。クワの「多花果」と木苺類の「集合花」は外観は相似であるが、決して相同では無い。その証の一つに、木苺の集合果にはその基部に萼や小苞(副萼)が見えるが、桑の実では、花被は各小果に包括されて居るので有る。植物学の参考書や図鑑類では多く多花果は集合果と混同されて居るので、読者は細心の注意を要する処である。

「多花果」の好例の一つに同じクワ科のイチジクがある。イチジクでは前記のクワでは小型の花托が、非常に大きく袋状になり、多数の花を包み込んでしまい、隠頭花序となっている。それを私共は一個の果実として食べて居るのである。そのイチジクの袋状の花托を「花囊」と呼ぶ。他の多花果の例としてアコウ、ガジュマル、イヌビワ等が挙げられる。これら花托が局外成長により花囊を形成し、花を全部包み込んで仕舞うクワ科の Ficus 属が形態的に同科の他属と大いに違うので別の科 Ficaceae として区別する分類研究者も居られる。別の科で多花果を探すなら、アナナス科のパイナップル(pineapple)もそうで有る。非常に詰まった穂状花序が太い多花果になった例で有る。

上記の様に出来上がった果実のみを観るならば、多花果とアノナ状果とは構造は大同小異で有るが(相似)、多花果が一個の花序に由来するのに対して、アノナ状果は一個の花から出来て居ると云う形態学的に基本的な相違があり、相同では無い。

偽果。

本文の初めに指摘した様に、裸子植物には本当の果実は無い。子房が無いのであるから、種子が露出して居り、例えばイチヨウの黄色い丸い実は果実で無く種子である。臭気のある柔らかい皮は、種子を包む「仮種皮」で、本当の種皮は銀杏の薄い皮である。又、イチイやカヤの赤い実では、赤い外側の皮は花托が種子を包み込んでいるので

矢張り仮種皮，本当の種皮はその下のやや薄めの皮である。私は，こう云実を「偽果」と呼びたい。果実で無くてその様相を呈しているからである。もう一つ面白い相似現象がある。松の球果つまり松ぼっくりとカバノキ科のハンノキやヤシャブシの熟した雌花穂が相似だ，と云う点である。松類の雌花穂ではやや硬い苞鱗が密に螺旋状に並び，各苞鱗は薄い花鱗を擁し，そこに種子が着く。ハンノキ他では苞鱗に対する器官は苞でそこに雌蕊だけの裸花が着き，松類の花鱗に当る器官は無いが雌蕊1本のみの裸花なので子房は存在する。稔れば双方共に松ボックリ形の果になるが全くの相似である。それでエングラの単系統システムでは松形の裸子類をカバノキ類（尾状花序群）につなぐideaが生じたのであろう事は十分に理解出来る。

種子。

一見して解る様に種子は比較的硬く，多くはアサガオや柿の種子のように黒っぽいか褐色の比較的硬い種皮（但し豆類ではソラマメや大豆等の様に，皮はそれ程硬く無く，色も緑っぽいし，蜜柑類では黄色っぽい）と，ナッツ等食用に用いられる種子では，その中の食べて美味しい肉質部分の二つの部分から出来ているが，植物学的に説明するとなると，仲々複雑で，前以て細胞学や組織学にも渡るデータを道筋立ててお浸ししておかないと，講義で間違えて仕舞い，後でシマツタ！と云う羽目になる。これからその点を道筋立てて述べて見る。

さて，種皮は多くの種では一枚で，上記の様に硬い。色は暗色が多いが上記の様にそうで無い種もある。栗の硬い褐色の皮は種皮では無く，花時の子房の壁が果実まで残って硬く褐色になっているもので，どんぐり類も皆同じ，則ち果皮である。キク科の下位瘦果では茶色の硬い種皮みたいな部分は花冠筒部が長く生き続けて種皮の役をして居り，本当の種皮はその下の薄い皮である。

前に子房は一室から数室の場合があると書いた。一室の子房から一個の種子が出来る場合（胎座も一個），上記の様に子房壁が花被の筒部が硬くなって種皮の役をしている例が多い（主に草本）。子房が一室で胎座が複数個有って，複数個の卵子が着いたり，子房が数室で各部屋に複数の卵子が生じる場合には，子房壁が種皮の役をする事なく，種子にはちゃんとした種皮がある。

次に種皮／卵子の中身が胚嚢である。卵子が花粉で受精すると，胚嚢の中核（減数分裂で半数体になっている）が発達して次代の植物の源始である「胚」（二倍体）になる。胚とは例えば柿の種子を切って見ると小さく白い匙形のものが見えるが，それである。胚には，すでに子葉，その下の胚軸，幼根になる部分が分化して居る。残りの胚嚢は主に養分に富んだ胚乳となり，胚の発達を助けながら背嚢組織は事実上消失する。この形の種子が「有胚乳種子」である。他に栗，どんぐりや豆類の種子の様に，背嚢から胚乳が出来る代わりに胚の子葉部分に栄養分が溜まって子葉が厚くなり，胚乳は無い種子がある。（無胚乳種子。）余談乍ら，それ故，豆，栗等では美味しく食べている部分は胚乳で無く，幼い子葉である。

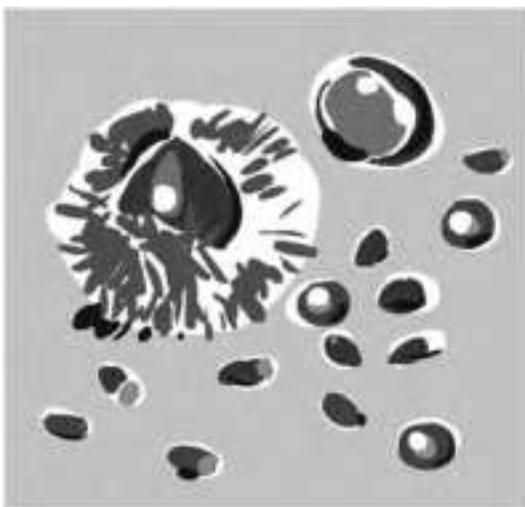
何れにせよ養分（澱粉，糖類，脂肪分他の栄養）の溜まっている部分は胚乳又は子葉で，胚は発芽してその養分を使い生長する。種皮が硬く，厚めなのは云う迄も無く種子が長く生き延びるべく守って居ると解釈している。

系統学では有胚乳種子が先発（下等），無胚乳種子が後発（高等）としている。成程，裸子類の種子には胚乳が多くある。然しこの事と花の形態が示す下等高等の目安とは一致しない。

以上を以って植物分類専門家（私はカナダのDominion 樹木園に2年程勤め木の勉強をしたが）による樹木類の外部形態の簡単な説明を終はらせて頂くが，今迄字引きの様に列挙されて来た抽象的な小文と模形図（多くの已刊書）に対し，樹木の実例を挙げて来たので多少とも具体的に専

門家以外の方々にお役に立てば幸いです。筆者は東大で大学院卒業後、停年退任迄米国で大学／大学院の教授を勤め、その間日本語は大いに変わったが

それは分らないので私の昭和の始めの日本語混りで書き、申し訳なく思っておりますが、分類学者以外で植物好きの方々の御参考になれば幸いです。



ナラ枯れ被害マテバシイのくん蒸処理による カシノナガキクイムシ防除試験

谷脇 徹*

1. はじめに

ナラ枯れは樹幹に穿孔した体長約 5 mm のカシノナガキクイムシが持ち込んだナラ菌によって健全なナラ類やシイ・カシ類が盛夏～晩夏に突然枯死する現象である。令和 3 年（速報値）には、全国で 129.1 千 m^2 のナラ枯れ被害が発生している（林野庁 2022）。神奈川県ではナラ枯れ被害は平成 29 年に初めて発生し、被害量は 0.2 千 m^2 であり、令和 3 年になると被害は全県的に拡大し、被害量は 16.8 千 m^2 となっている（林野庁 2022）。

神奈川県における代表的なナラ枯れ被害樹種はコナラやミズナラのほか、マテバシイが挙げられる。神奈川県ではマテバシイは三浦半島に広く分布している。マテバシイの自生地は沖縄・九州であり、神奈川県に分布するマテバシイはすべて植栽されたものとされている（神奈川県植物誌調査会 2018）。三浦半島のマテバシイは、かつては海苔の養殖や薪炭材として伐採・利用されていたが、現在では、放置され大径化した株立ち個体が多く観察される（写真 1）。そのように大径化したマテバシイが、人家裏や道路脇、社寺林、都市公園など身近な環境でナラ枯れによって枯損しているため、その対策の必要性に迫られている。

ナラ枯れの代表的な防除法の一つとして、被害木のくん蒸処理が挙げられる。くん蒸処理に用いられるカーバム系くん蒸剤は、ナラ枯れ枯死木に施用するとメチルイソチオシアネート（MITC）ガスとなって材内部に浸透し、材内に生息するカ



写真 1 株立ちしたマテバシイ（神奈川県横須賀市）

シノナガキクイムシの成虫や幼虫に対する殺虫効果を発揮する。ナラ枯れ被害木に対するくん蒸処理の方法として、被害木を伐倒・集積し、シートで被覆してくん蒸処理する方法（以下、伐倒木くん蒸）と、被害木の樹幹に立木のままドリルを用いて多数の穴をあけ、そこにくん蒸剤を注入する方法（以下、樹幹注入）が開発されている（齋藤 2002；岡田ら 2011）。

カシノナガキクイムシの孔道は、樹種によって辺材を中心に形成される場合（衣浦 1994）と材の中心部まで形成される場合（Soné et al. 1998）があり、コナラやミズナラは前者、マテバシイ（写真 2）は後者に該当する。このため、くん蒸処理の効果はナラ類とマテバシイで異なる可能性がある。しかし、ナラ類で多く実施されてきたくん蒸試験は、マテバシイではほとんど実施されてこなかった現状がある。

そこで、神奈川県におけるナラ枯れ対策の推進に向けて、マテバシイのナラ枯れ被害木に対する

* 神奈川県自然環境保全センター TANIWAKI Toru

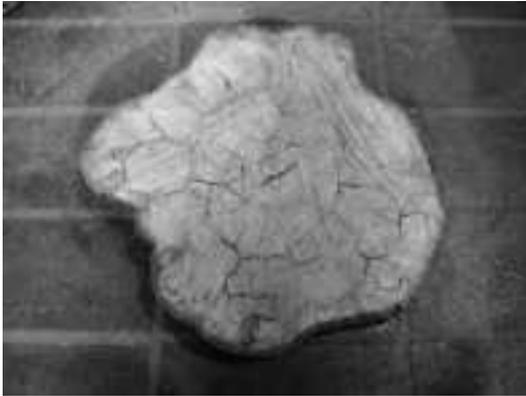


写真2 カシノナガキイムシの孔道が材の中心部まで形成されたマテバシイの円盤



写真3 ナラ枯れ被害マテバシイ丸太におけるシート被覆くん蒸処理の状況

伐倒木くん蒸および樹幹注入試験を行ったので報告する。

2. 伐倒木くん蒸

(1) 試験方法

供試薬剤には薬剤 A (キルパー40, サンケイ化学) と薬剤 B (ヤシマ NCS, レインボー薬品) の 2 種類の林業用くん蒸剤を用いて, 薬剤 A 区, 薬剤 B 区, 無処理区の 3 処理区を設定した。供試木には神奈川県三浦市初声町和田のマテバシイを主体とする広葉樹林でフラス排出がみられるマテバシイ枯死木を用いた。供試木の本数は春期試験 3 本 (胸高直径: D31.5cm, G38.5cm, H30.6cm, 平均33.5cm), 秋期試験 3 本 (胸高直径: N38.7cm, Q24.5cm, R35.6cm, 平均32.9cm) とした。株立ちしている場合は 1 株から 1 本のみ樹幹を選定した。なお, これらの供試木は後述する立木くん蒸試験における無処理区の供試木から採取しているため, 同じ供試木 ID で表示した。

2021年 4月26日 (春期試験) および10月18日 (秋期試験) に供試木を伐倒し, 各供試木から約50cm 丸太を 3 個ずつ採取して厚木市七沢の神奈川県自然環境保全センターに持ち帰り, 切れ込み処理を行ったのち, 同一供試木由来の丸太が同一処理区に集中しないように各処理区へ配分した。切れ込み処理は20cm 間隔で深さ 5 cm 程度とし,

丸太の木口の長径が30cm 以上では全周, 30cm 未満では半周に施用した。

丸太のくん蒸処理は2021年 4月27日 (春期試験) および10月19日 (秋期試験) に行った。同センター敷地内において, 各処理区に 3 本の供試木由来の供試丸太を 1 個ずつ, 合計 3 個を置いたうえで, 内容積 1 m³ (幅 1 m × 奥行 1 m × 高さ 1 m) の枠を設置した。枠に被覆用シート (キルパーシート白, サンケイ化学) を被せ, 3 方向の裾を土で埋め, 規定量の薬剤を丸太に施用したのち, 残る 1 方向の裾を速やかに土で埋めた (写真 3)。薬剤の処理量は, 薬剤 A が750ml/m³, 薬剤 B が 1,000ml/m³とした。

くん蒸処理から14日後の2021年 5月11日 (春期試験) および11月 2 日 (秋期試験) に丸太の切れ込みのない部分から厚さ 5 cm 程度の円盤を 1 枚採取し, ビニール袋に包んで同センター実験室に持ち帰り, 5月11日~13日 (春期試験) および11月 2 日~5 日 (秋期試験) に割材して成虫および幼虫 (蛹も含む) の生死をカウントし, 殺虫効果の指標として死亡率を算出した。ただし, 明らかな人為による潰れによる生死不明幼虫は除外した。

秋期試験では, 成虫・幼虫のカウントの際, 円盤の中心部 (円盤の外周と髄との中間のラインより内側) とその周辺部 (円盤の外周と髄との中間

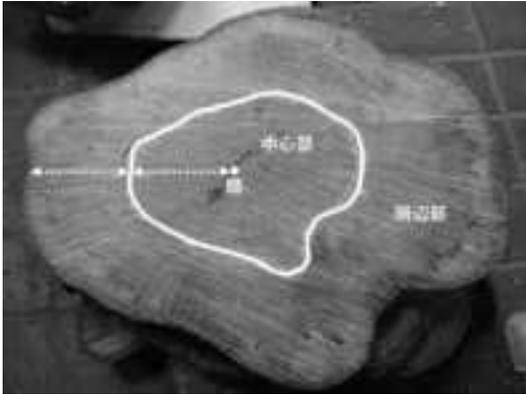


写真4 ナラ枯れ被害マテバシイの秋期伐倒木くん蒸試験における円盤の中心部と周辺部の分け方（模式図）
点線の矢印は同じ長さであり、実線は円盤の外周と髄との中間ラインを示す。

のラインより外側)で分けて記録した(写真4)。

データロガー(デイドビットV2, Onset)で観測された各処理区における丸太くん蒸期間中の被覆内の温度は、春期試験(4月27日~5月11日)が最低6.0~7.7℃, 最高46.4~47.3℃, 平均20.1~20.3℃, 秋期試験(10月19日~11月2日)が最低5.7~6.3℃, 最高37.1~38.4℃, 平均14.9~15.0℃であり、最高値がやや高かったものの無処理区での極端な死亡率上昇はなく、くん蒸処理に

支障がない温度条件であった。

(2) 結果と考察

伐倒木くん蒸試験においてカウントされたカシノナガキクイムシ個体数の合計は、春期試験が1,120個体(成虫42個体, 幼虫・蛹1,078個体), 秋期試験が2,584個体(成虫68個体, 幼虫・蛹2,516個体)であった。

伐倒木くん蒸試験における死亡率は、春期試験では薬剤A区が99~100%, 薬剤B区が98~100%, 無処理区が2~13%(図1), 秋期試験では薬剤A区が82~100%, 薬剤B区が54~100%, 無処理区が0~1%(図2)となった。薬剤A区と薬剤B区で比較すると、死亡率に大幅な差があるとはいえ、両薬剤の防除効果は同等とみなされた。

このように伐倒木くん蒸の春期試験では100%近くの死亡率が示された(図1)。秋期試験の供試木QおよびRでも薬剤A区, 薬剤B区とも100%近くの死亡率が示されたが、供試木Nのように薬剤A区, 薬剤B区とも防除効果が低下する場合もみられた(図2)。供試木Nでの部位別の死亡率は、薬剤A区では中心部が58%であったのに対して周辺部が88%, 薬剤B区では中心

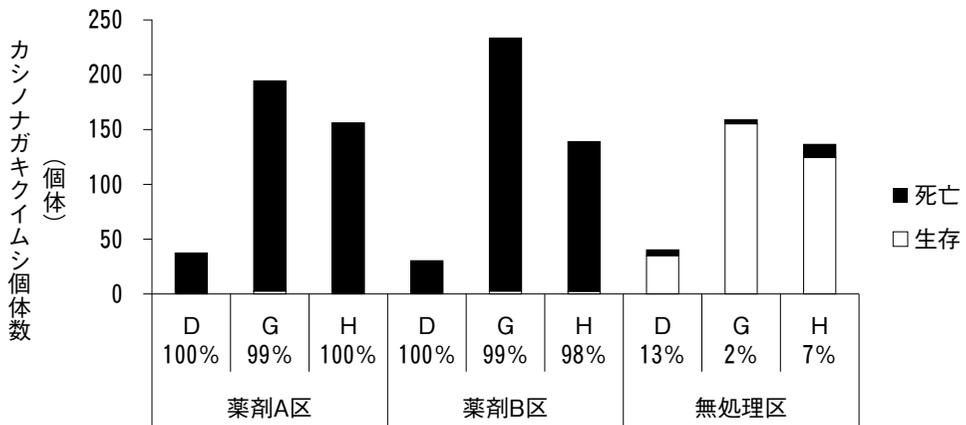


図1 シート被覆くん蒸処理を行ったナラ枯れ被害マテバシイ丸太から採取した円盤におけるカシノナガキクイムシの個体数および死亡率(春期試験)
死亡率は供試木IDの下に表示した。

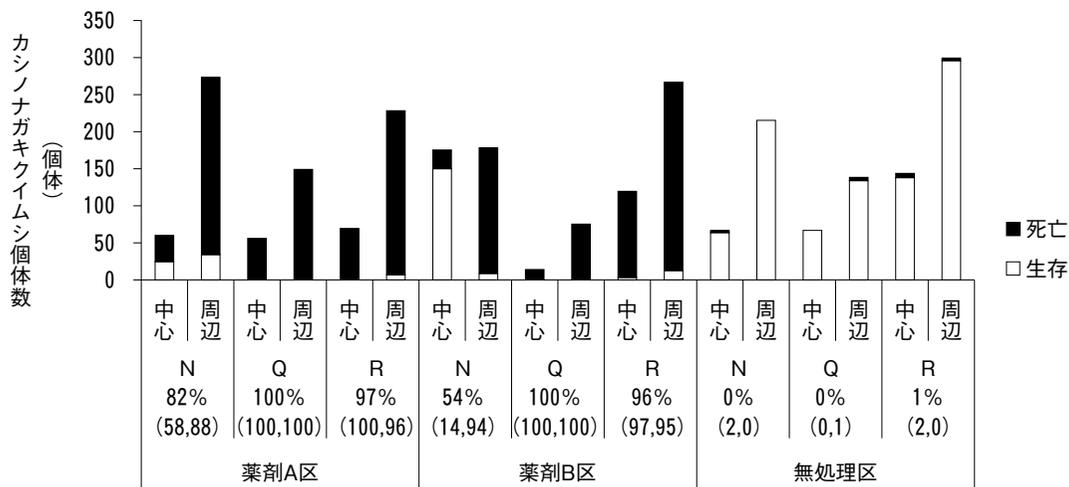


図2 シート被覆くん蒸処理を行ったナラ枯れ被害マテバシイ丸太から採取した円盤の中心部および周辺部におけるカシノナガキイムシの個体数および死亡率（秋期試験）
 供試木IDの下に中心部+周辺部の死亡率（中心部の死亡率，周辺部の死亡率（%は省略））を表示した。

部が14%であったのに対して周辺部が94%となり、防除効果の低下は中心部で顕著であった（図2）。とくに薬剤B区の供試木Nでは、生存個体が中心部に極端に偏在しており（中心部の生存個体数が中心部+周辺部の生存個体数に占める割合は、薬剤B区の供試木Nが93%なのに対して、無処理区が23~33%）、生存個体が周辺部から中心部に移動してきたことを示唆する結果となっている。この原因として、供試木Nの径が比較的大きかったことを背景に、MITCが材の中心部まで十分に浸透しなかったことが考えられる。

3. 樹幹注入

(1) 試験方法

伐倒木くん蒸試験と同様に、薬剤A区、薬剤B区、無処理区の3処理区を設定し、神奈川県三浦市初声町和田でフラス排出がみられるマテバシイ枯死木を供試木とした。供試木の本数は春期試験9本（胸高直径：A39.7cm, B28.4cm, C36.8cm, D31.5cm, E36.8cm, F33.9cm, G38.5cm, H30.6cm, I28.5cm, 平均33.9cm）、秋期試験9本（胸高



写真5 ナラ枯れ被害マテバシイにおける立木くん蒸処理の状況

直径：J42.2cm, K26.8cm, L42.1cm, M27.2cm, N38.7cm, O28.4cm, P27.0cm, Q24.5cm,

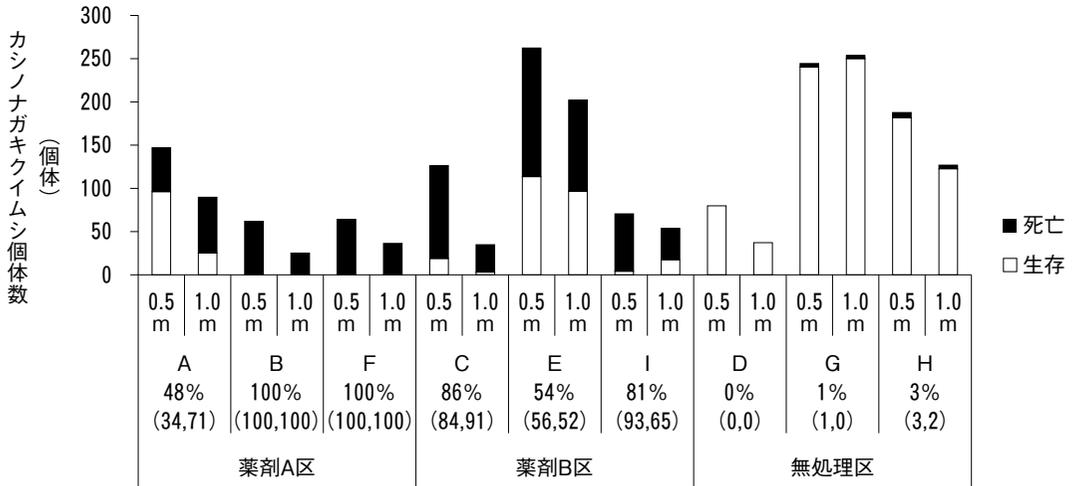


図3 くん蒸剤の樹幹注入処理を行ったナラ枯れ被害マテバシイの地上高0.5m および1.0m で採取した円盤におけるカシノナガキクイムシ個体数および死亡率（春期試験）
 供試木 ID の下には地上高0.5m で採取した円盤と地上高1.0m で採取した円盤の合計個体数の死亡率（0.5m 円盤の死亡率, 1.0m 円盤の死亡率（%は省略））を示す。

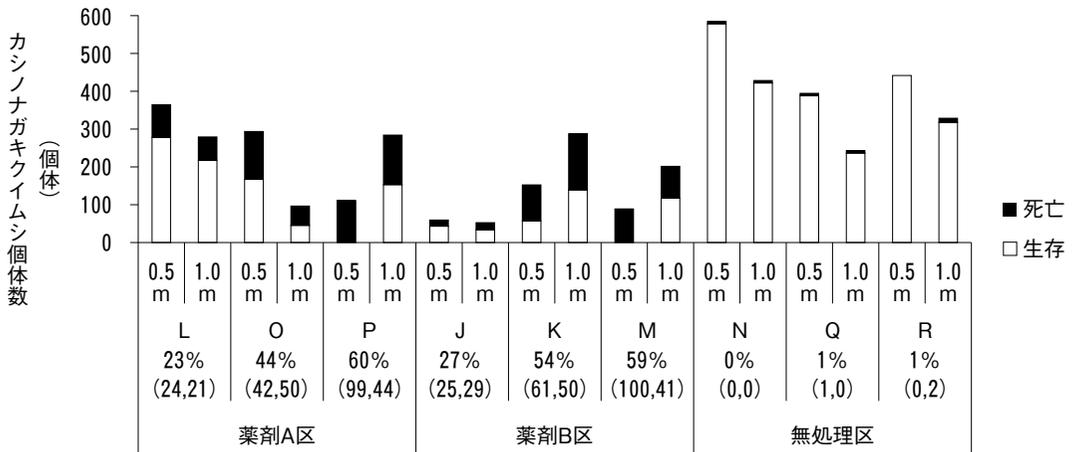


図4 くん蒸剤の樹幹注入処理を行ったナラ枯れ被害マテバシイの地上高0.5m および1.0m で採取した円盤におけるカシノナガキクイムシ個体数および死亡率（秋期試験）
 供試木 ID の下には地上高0.5m で採取した円盤と地上高1.0m で採取した円盤の合計個体数での死亡率（0.5m 円盤の死亡率, 1.0m 円盤の死亡率（%は省略））を示す。

R35.6cm, 平均32.5cm) とした。株立ちしている場合は1株から1本のみ樹幹を選定した。各処理区への供試木の配分は、胸高直径の平均とばらつきが同様になるように図3および図4に示すと

りとした。

くん蒸剤の樹幹注入処理は2021年4月12日（春期試験）および10月4日（秋期試験）に行った。斜め下45°方向の径10.5mm, 深さ5cmの注入孔

を地上高0～0.5mでは10cm間隔、地上高0.5～1.5mでは20cm間隔の千鳥格子状にドリルで穿孔し、そこにノズル付き洗浄瓶を使って薬剤を注入した(写真5)。ただし、株立ちから選定した供試木において、隣接する樹幹が隙間なく密着する部位では注入処理を回避した。薬剤の処理量は、薬剤Aが胸高直径(cm)×8ml、薬剤Bが胸高直径(cm)×12mlとした。

注入処理から2週間後の2021年4月26日(春期試験)および10月18日(秋期試験)に供試木を伐倒し、地上高0.5mと1.0mの位置から厚さ3～5cmの円盤を採取し、ビニール袋に包んで同センター実験室に持ち帰り、4月27日～5月2日(春期試験)および10月19日～22日(秋期試験)に伐倒木くん蒸試験と同様の割材調査を行った。

最寄りの三浦アメダス(直線距離1.5km程度)で観測された立木くん蒸期間中の気温は、春期試験が最低8.0℃、最高22.4℃、平均15.1℃、秋期試験が最低12.3℃、最高27.1℃、平均21.5℃であり、くん蒸処理に支障がない温度条件であった。

(2) 結果と考察

樹幹注入試験においてカウントされたカシノナガキクイムシ個体数の合計は、春期試験が2,110個体(成虫62個体、幼虫・蛹2,048個体)、秋期試験が4,676個体(成虫131個体、幼虫・蛹4,545個体)であった。

地上高0.5mと1.0mとの合計個体数における死亡率は、春期試験では薬剤A区が48～100%、薬剤B区が54～86%、無処理区が0～3%(図3)、秋期試験では薬剤A区が23～60%、薬剤B区が27～59%、無処理区が0～1%(図4)となった。薬剤A区と薬剤B区で比較すると、死亡率に大幅な差があるとはいえず、両薬剤の防除効果は同等とみなされたが、上述の伐倒木くん蒸試験と比べると、樹幹注入試験における防除効果は低下した。樹幹注入試験では伐倒木くん蒸試験と比べて施用する薬液量が少なく、薬液の施用後はシート等によって被覆していないため、MITCの材内への浸透が不十分な場合があったと考えられる。

このような防除効果の低下が生じる条件を検討するため、目的変数を死亡個体数および生存個体数、説明変数を円盤サイズ(楕円に近似して面積

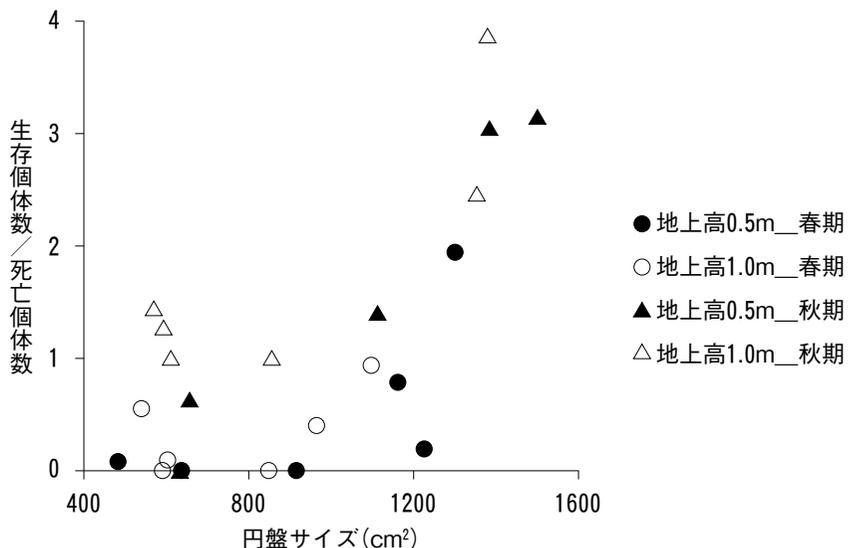


図5 くん蒸剤の樹幹注入処理を行ったナラ枯れ被害マテバシイの円盤サイズとカシノナガキクイムシ生存個体数/死亡個体数の関係

を算出), 円盤の採取高さ (地上高0.5m と1.0m) および試験時期 (春期と秋期), 誤差分布を疑似二項分布, リンク関数を logit とした一般化線形モデルにより解析した。

円盤サイズが大きいと死亡率は低下する傾向があり (図5), この傾向は一般化線形モデルにおいて有意であった ($t = -4.952, p < 0.001$)。今回施用した注入孔は斜め下45度方向に深さ5cm で一定としたが, この注入方法では断面積が大きくなるほど注入箇所から材の中心部までの距離が大きくなり, その結果 MITC が材全体に浸透しづらい場合があった可能性がある。

地上高1.0m の死亡率は地上高0.5m より低下する場合があります (図3, 4), この傾向は一般化線形モデルにおいて有意であった ($t = -2.863, p < 0.01$)。地上高1.0m では施用される薬液の注入量が地上高0.5m より少ないため, MITC が地上高0.5m より材全体に浸透しづらい場合があった可能性がある。

秋期試験では春期試験と比べて死亡率が低下し (図3, 4), この傾向は一般化線形モデルで有意であったが ($t = -3.667, p < 0.01$), 死亡率が低下した原因が季節に起因する何らかの要因によるものなのか, それとも供試木の材質等の個体差が反映されたものなのか, その原因は本研究では明らかにならず, 今後の課題として残された。生存個体がその後正常に生存・発育できたかどうか不明であった。

4. 今後に向けて

カーバム系くん蒸剤を用いた伐倒木くん蒸処理および樹幹注入処理によって, ナラ枯れ被害を受けたマテバシイにおいても材内のカシノナガキクイムシに対して一定の防除効果が認められた。ただし, 同様のくん蒸処理によって100% 近くの高い防除効果が確認されているナラ類 (岡田 2011, 2013; 齊藤 2016, 2017, 2018) と比べると, マテバシイでは同様の処理方法を行ったにもかかわらず

防除効果が低下した。その要因として, 樹種による孔道形成深さの違いが挙げられる。本研究では深さ5cm の切れ込み処理および斜め下45度で深さ5cm の注入孔形成処理を行ったが, これは辺材を中心として孔道が形成されるコナラやミズナラには適しているが, 材の中心部まで孔道が形成されるマテバシイでは処理の深さが不十分であった可能性がある。より防除効果を高めるためには, マテバシイにおける孔道形成の特性に応じて, 材の中心部に到達するような切れ込み処理や注入孔形成処理を検討する必要がある。

引用文献

- 神奈川県植物誌調査会編 (2018) 神奈川県植物誌2018. 1,802pp. 神奈川県植物誌調査会. 小田原.
- 衣浦晴生 (1994) ナラ類の集団枯損とカシノナガキクイムシの生態. 林業と薬剤130: 11-20.
- 岡田充弘 (2011) キルパー40 (ナラ類伐倒木, 切れ込みくん蒸処理) (カシノナガキクイムシ防除薬剤試験 (伐倒木くん蒸)). 平成22年度林業薬剤等試験成績報告集: 127-129.
- 岡田充弘 (2013) キルパー40 (ナラ伐倒木切れ込みくん蒸処理効果) (カシノナガキクイムシ防除薬剤試験 (ナラ伐倒木くん蒸)). 平成24年度林業薬剤等試験成績報告集: 93-96.
- 岡田充弘・山内仁人・近藤道治・小山泰弘 (2011) カシノナガキクイムシ等広葉樹類の昆虫被害防除技術に関する研究—カシノナガキクイムシによるナラ類枯損被害—. 長野県林業総合センター研究報告25: 17-27.
- 林野庁 (2022) 「令和3年度ナラ枯れ被害量 (速報値)」について. 林野庁ホームページ (https://www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/attach/pdf/naragare_R3-6.pdf). 2022年7月20日確認.
- 齊藤正一 (2002) ナラ枯れ被害の防除法. 森林科学35: 41-47.
- 齊藤正一 (2016) キルパー40 (ナラ樹幹注入効果) (カシノナガキクイムシ駆除用くん蒸剤試験 (樹幹注入)). 平成27年度林業薬剤等試験成績報告集: 104-107.
- 齊藤正一 (2017) キルパー40 (ナラ樹幹注入効果) (カシノナガキクイムシ駆除用くん蒸剤試験 (樹幹注入)). 平成28年度林業薬剤等試験成績報告集: 108-111.

齊藤正一 (2018) ナラ枯れ駆除用くん蒸剤に関する試験 (キルバー40) (カシノナガキイムシ駆除用くん蒸剤試験 (樹幹注入)). 平成29年度林業薬剤等試験成績報告集: 13-16.

Soné K., Mori T., Ide M. (1998) Life history of the oak borer, *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae). Applied Entomology and Zoology 33: 67-75.



外来種の話

⑧ 鳥 類

福山 研二*

はじめに

鳥類というのは、陸上で繁栄している脊椎動物の中では、最も繁栄しており、その種数も多い。ちなみに、我々哺乳類は、わずかに5500種ほどに對して、鳥類は、その倍の1万種余りいる。

数千万年前に、陸上を我が物顔で歩いていた爬虫類、特に恐竜の仲間、巨大隕石の衝突に伴う気候変動によって絶滅したと言われている。しかし、近年の研究により、実は恐竜は絶滅してはならず、依然としてこの陸上に繁栄しているという説がでている。えー、そんなバカなおも思いかもかもしれないが、実は、現在哺乳類の2倍もの種類で繁栄しており、南極から熱帯、北極まで分布している鳥類が、恐竜の姿を変えたものだけということもわかってきている。そのため、現在では、鳥類綱という分類単位をなくして、爬虫類竜盤目獸脚亜目に置くという説も出ているのである。

鳥類というのは、大きくは四肢動物に属しており、我々哺乳類とも、4本のあしを持っているという共通の特徴を持つ。違うところは、前足が変化して、羽になっていること、体表が羽毛に覆われていること、嘴を持ち歯はないことなどであろう。そして最大の違いは、卵を産んで子孫を残すことである。

実は、四肢動物というのは、両生類、爬虫類、鳥類、哺乳類を含んだグループで、はじめて陸上に進出した脊椎動物である。

陸上に進出するためには、乾燥と温度変化とい

うものに耐えなければならず、これを克服するために、爬虫類は羊膜というものを発明し、それが哺乳類や鳥類に引き継がれた。このおかげで、卵は常に水分に囲まれて成長することができ、乾燥した陸上でも子孫を残せるようになった。

我々哺乳類は、さらに胎盤を発明し、体内で卵を育てて、ある程度大きくしてから、体外に出すように進化した。そういう意味では、鳥類は、哺乳類よりも遅れているとみられるかもしれない。

しかし、鳥類が現在のように大繁栄を遂げているのはまちがいが無い。確かに、卵を産むことは、その間、外敵や災害などに見舞われるリスクが高い。

では、なぜ鳥類は未だに卵で子孫を残す方式を変えないのであろうか。それは、鳥類が、羽を手に入れた代償と言えるかもしれない。

鳥類は、ダチョウやエミウ、ヤンバルクイナのように飛ぶことができないものもいるが、それはわずかであり、大部分の種類は、飛ぶことができる。これにより、樹上の餌を食べたり、遠く海上に飛んで行って魚を取ったり、敵から逃れたり、季節によって住み場所を変えるなど、生存の上では計り知れない利益を得ている。

もしも、鳥類が体内で子供を育てるとしたら、その間は、空を飛ぶことができず、餌も満足に摂れないことになる。なによりも外敵に見つかったらアウトである。

それに、卵で子孫を残すことは、きちんとした巣さえ見つければそれほどリスクが大きいものでもない。なににより、鳥類の現在の繁栄が、卵による繁殖がそれほど問題ではないことを物語ってい

*自然環境研究センター客員研究員 FUKUYAMA Kenji

るのでないだろうか。

さて、話を外来種に戻そう。

鳥類は、すでに述べたように、羽というものを手に入れたため、地理的障壁が、他の動物に比べると圧倒的に少ない。実際、渡り鳥というのは、シベリアから我が国に渡ってきたり、東南アジアに渡ったり、中にはオオジシギやキョクアジサシのように南半球と北半球を行ったり来たりするものまでいる。そこまでいなくても、迷鳥と呼ばれる、本来はそこに生息していないものが、台風などに飛ばされたり、あるいは迷ってしまって、我が国に稀に飛来することがある。私も、学生の頃に、東京湾にペリカンが飛来したのを見に行った記憶がある。

それでも大部分の鳥類は、比較的狭い範囲で生息しており、距離が離れた島へは、あまり移動しないのが普通であり、それによって地域ごとに生息する鳥類も異なっている。

そのため、鳥類においても外来種問題というのは起こっている。

外国からの持ち込みは、近年だけでなく、昔もあったようで、有名なものでは、北九州に生息しているカササギである。これは、秀吉の朝鮮出兵のときに持ち込まれたものの子孫という説が有力である。その他、埼玉県の一部に生息し、埼玉県の県鳥にもなっているシラコバトなども、持ち込まれたものの子孫であるようだ。しかし、数百年前に持ち込まれて定着しているにもかかわらず、あまりその分布域が広がっていないのも不思議である。外来種にとっては、周辺の豊かな自然が分布の拡大を抑えているのかもしれない。

他の動物においても、外来種問題の発端は、ペットなどの観賞用や食用などで輸入されたものが逃げ出したり、意図的に放された場合が多いが、鳥類も御多分に洩れず、そのような経過をたどっている。そのため、比較的派手な鳥が多い。

1. カナダガン

名前の通り、カナダなど北アメリカに生息する大型のガンで、我が国にも飛来するシジュウカラガンに似ているが、ずっと大きく、首の白いリングがないことですぐ区別できる（図1）。

我が国には、1980年代に静岡で生息が確認され、その後、神奈川県相模川、富士山周辺の湖沼軽井沢、徳島などでも生息が確認された。いずれも飼育個体が逃げたものであるらしい。

結構繁殖力が旺盛で、数が増えると農業被害なども起こるうえ、我が国の場合は、近縁種のシジュウカラガンとの交雑が心配されたため、特定外来種に指定するとともに、駆除事業が実施され、根絶に成功した。

大型の鳥であり、開けた草地や沼を好むため、根絶は比較的容易だったようである。

2. コブハクチョウ

ハクチョウに似ているが、くちばしの付け根の上面にコブがあることから区別できる。もともとは、ヨーロッパから、中央アジア、中国東部に生息していたが、ハクチョウの代わりに、湖や池などに導入され、現在では全国に広がっている。

水草などを食べるため、ヒシ群落や希少な水草などが影響を受ける恐れがあるほか、レンコンの畑なども荒らされることがあるようである。

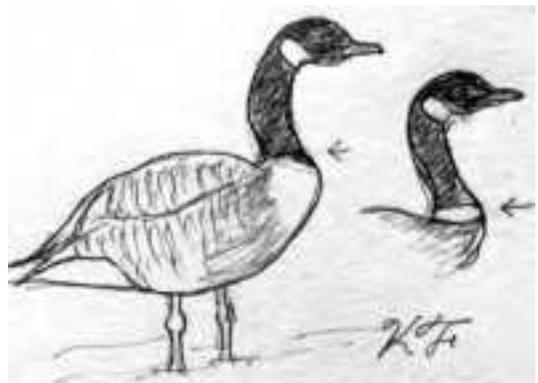


図1 カナダガンとシジュウカラガン（右）

ただし、カナダガンほどの問題はないため、特定外来生物には指定されておらず、積極的な駆除は行われていない。餌付けなどはやめること、捕獲する場合は、換羽期の動きが鈍い時期を狙うのが効果的と言われている。

3. コリンウズラ

アメリカ中東部からメキシコに分布する、ウズラの仲間で、我が国のウズラより一回り大きい(図2)。

主に狩猟用に輸入され、野外に放されたものが定着している場合が多い。

まだそれほど問題となっていないが、数が増えると、農業被害や在来のウズラとの競合などが問題となる恐れがある。カナダガンとは違い、小型で藪の中に隠れる性質があるため、駆除はかなり難しいため、狩猟目的の安易な放鳥はやめ、ペットとしての飼育も控えた方が良い。

4. インドクジャク

ええ、クジャクが外来種！と驚かれるかもしれないが、南西諸島の宮古島、石垣島、小浜島、新城島、黒島、与那国島などに定着している。

ご存知のように、インドクジャクは、オスは美しい羽を持ち、羽を装飾にも使うほどであり、動物園などのほか、観賞用としても盛んに輸入された。昔、房総の行川アイランドという施設では、



図2 コリンウズラ

クジャクを放し飼いにし、斜面から斜面の飛ばせることで有名であった。

原産地は、インド、パキスタン、スリランカ、バングラデシュであり、暖かい地域の鳥であるため、南西諸島が住みやすかったのであろう。さらに、肉食動物がいないことも、定着の要因となったであろう。

植物から動物まで、幅広く食べるため、在来固有種の昆虫類やトカゲなどが減少していることが報告されており、固有種が多い南西諸島などでは、その影響はかなり大きいことから、緊急対策外来種に指定されており、対策が急がれている。

実際、小浜島では、サトウキビやサツマイモなど農業被害がかなり起こっており、2002年から、駆除を始めたものの、年間に400羽を捕獲したにもかかわらず、あのような小さな島でさえ、根絶には至っていない。派手な外見とは裏腹に、したたかな生き方をしているようである。

ほかの島でも駆除事業を実施しているが、明確に根絶が確認されたところはなく、今後地道に捕獲を行うほか、クジャクの卵を専門に探すクジャク卵探索犬を訓練し、卵を見つけて、捕獲する方法も導入している。その場合、単に、卵を取ってしまうだけでは、またすぐに卵を産んでしまうため、偽の卵を巣内において抱卵させて、卵を産むことを遅らせるようなこともしなければならぬ。

5. コウライキジ

我が国の国鳥は、キジである。しかし、近年は、外来種であるコウライキジが増えて問題となっている。

コウライキジは、中国北東部から朝鮮半島に生息するキジの仲間で、我が国のキジと自然交配をして子孫を残すことができる。キジに極めてよく似ているが、首に白い輪があることですぐに区別できる(図3)。

狩猟の目的で放鳥されることが多く、本来キジ

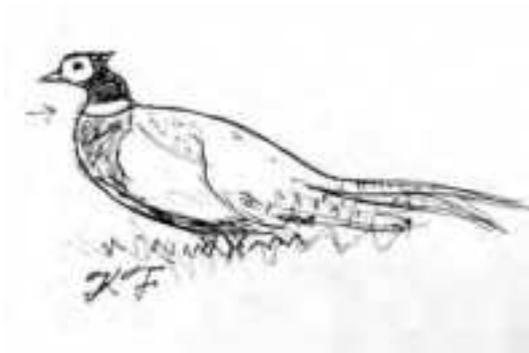


図3 コウライキジ



図4 ガビチョウ

が生息していなかった、北海道や南西諸島にも分布を広げており、キジが生息していた本州や九州地域では、交雑による遺伝子汚染が問題となっているほか、農業被害や南西諸島ではクジャクと同様、固有種への影響が心配されている。

そのため、現在は、本州と九州では放鳥は禁止されているが、ほかの地域でも放鳥は控えるべきであろう。

特に、南西諸島では農業被害が深刻であり、銃による捕獲や卵を集めるなどの対策がとられている。

6. ワカケホンセイインコ

全長37~47cmにもなる大型のインコで、大きな群れを作る。原産地は、インド、スリランカでペットとして飼われているものが逃げたり放されたりして、野生化し、東京などでは、群れを作るようにまでなった。

現在は、関東ばかりでなく、愛知、京都、広島新潟、長野、静岡、岐阜、大阪、兵庫、愛媛、佐賀、宮崎などでも生息が確認されている。

温暖化の影響もあり、今後ますます増加する恐れがある。

大型の美しいインコなので、群れて飛んでいる姿は綺麗で良いのだが、農作物への被害（特に果樹）や営巣場所である樹洞をめぐる争いにより、在来種を駆逐することが懸念されている。

はじめに、でも述べたように、卵で子孫を残す鳥類にとっては、営巣場所の確保は、最も重要な課題なのである。

7. ガビチョウ類

ガビチョウ類は、姿も美しいが、鳴き声が綺麗なことから、中国などで古くから飼育されたりしていた。我が国にも江戸時代から、移入され飼育されている歴史があり、ほとんどがペットとして飼育されているものが逃げ出して、定着している場合が多い。

現在、特定外来生物に指定されているのは、ガビチョウ（図4）、ヒゲガビチョウ、カオグロガビチョウ、カオジロガビチョウなどであり、ガビチョウは、中国や台湾、ベトナムの原産、ヒゲガビチョウは、インド北東部からミャンマー、中国にかけて生息、カオグロガビチョウとカオジロガビチョウは、やはり中国に生息しており、気候も似ていることから、我が国に定着し、分布を拡大する危険性はかなりあるとみて良い。

ただし、スズメとムクドリの間ぐらいの大きさであり、生息場所も森林や藪、竹林などであるため、農業被害のような問題はあまりなく、在来種との生息場所の競合が主な問題と言えるが、クジャクでさえ根絶が困難であることから考えて、安易に対策を遅らせてはならない。そのため、今後の飼育のための輸入は控え、放鳥は厳に慎むべ



図5 ソウシチヨウ

きである。

8. ソウシチヨウ

ちょっと目には、キクイタダキに似ている美しい鳥であり、ペットとしても輸入されていたが、化粧品の材料として、糞を利用するために導入されて逃げ出したという過去を持つ。

ヒマラヤ西部から、ミャンマー南西部北東部、インドのアッサム、ベトナムなどに生息しており、スズメほどの小鳥である（図5）。

原産地でも標高の高い地域で、樹林の下層植生や藪の中に生息するため、あまり目立たない。囀りは美しい。

生息する場所、特に営巣場所が、ウグイスと同じような場所であるため、藪に営巣する、ウグイ

スやヤブサメなどの生息場所の競合による影響が心配されており、影響が示唆される実験結果も得られている。

ただし、ウグイスやヤブサメと同じような大きさであり、生息場所も共通していることから、捕獲駆除は極めて困難であると言われている。

新しい場所に生息域を広げないようにすることが肝要である。

9. メジロ類

メジロは、わが国では、良い声で鳴くこと、色が美しいことで、古くから飼い鳥として親しまれてきた。オスが縄張りを守るために、鳴き声の近くに寄ってくる性質を利用して、メジロのカゴを吊るしておいて、まわりにとりもちを塗った竿を立てかけておくというメジロ獲りの方法がある。そうすると、縄張り荒らしだと思って、寄ってきたオスが、とりもちの付いた枝に止まってしまう、足を取られて動けなくなるという仕掛けである。もちろん、かすみ網も使われた。

わが国では、野生のメジロを飼育することは法律で禁じられていたため、海外のメジロを輸入して飼育することが多く、そのため、外国産のメジロが野外に逃げ出した。

それによって、遺伝的汚染が起こっており、これも問題となっている。

ハイドロジェルベイト剤による八丈島の樹上性外来アリの防除

砂村 栄力*

はじめに ～これからは森林性・樹上性 外来アリが来る～

経済のグローバル化、物資の流通の活発化に伴い、外来種問題は拡大を続けている。アリ類は、IUCN 世界の侵略的外来種ワースト100に5種もリストアップされていることに表れているように、外来種の中でも特に人間の生活や経済、生態系に対する影響力が大きいグループである。日本ではすでにヒアリやアルゼンチンアリ、ハヤトゲフシアリといった攪乱環境を好む外来アリが港湾や市街地へ侵入ないしは定着しており、メディアでも大きく取り上げられているところである。これらに加え、今後さらに森林性・樹上性の外来アリが問題になってくるのが懸念される。樹上性の外来アリは、地面だけでなく樹上でも営巣・採餌を行うことから、その活動は立体的で複雑となり、基本的に平面的な活動をする裸地性や草原性の種にはない防除の難しさが生じうる。著名なものとしては、世界の侵略的外来種ワースト100に含まれるコカミアリが挙げられる（要警戒種のため日本未侵入にも関わらず、すでに外来生物法で特定外来生物に指定されている）。本稿では、森林・樹上性外来アリの先駆けとして日本国内で問題になりはじめている「アシジロヒラフシアリ」について紹介する。筆者らの研究グループは八丈島に定着した本種の防除に取り組んでおり、試行錯誤の末、蜜食性の強い外来アリに対し近年海外で優れた実績を挙げている「ハイドロジェルベイト剤」を導入し、優れた効果を確認することができた。日本ではまだ認知度の低い薬剤であるが、

今後の外来アリ防除に期待の持てるハイドロジェルベイト剤についても解説する。

アシジロヒラフシアリ

アシジロヒラフシアリ *Technomyrmex brunneus* (図1) という名前のアリに聴き馴染みのある人は少ないであろう。日本では、これまで外来種、害虫としてはほぼ無名のアリである。しかし、アシジロヒラフシアリの仲間（ヒラフシアリ属のアリ、英語圏では white-footed ants と総称される）は世界的に重要性を増しつつある侵略的外来アリである。アシジロヒラフシアリの仲間の1種である *T. difficilis* はマダガスカル原産と推定されているが、70年以上前に東南アジアやオセアニアで分布を広げ始めた (Wetterer 2013)。特に近年フロリダや西インド諸島に侵入して顕著な分布拡大・大発生が見られるようになり、民家を中心に不快害虫となっている。同様に、和名アシジロヒラフシアリとされる *T. brunneus* は熱帯アジア原産だが、日本国内では数十年以上に南



図1 アシジロヒラフシアリの写真。働きアリの体長2.5mmほど。体は黒色だが、足先の色素がうすく、白っぽく見える（淡黄白色）ことが和名の由来。

* 森林総合研究所主任研究員 東京都立大学客員研究員
SUNAMURA Eiriki

西諸島に移入した他、特に2000年代以降、より北方の地域へも分布が拡大している（寺山ら2021）。八丈島や鹿児島県本土では不快害虫として問題になってきている。

アシジロヒラフシアリは森林性・樹上性のアリで、森林内や林縁に生息する他、人為的な攪乱を受けた環境にも適応し、住宅地の生垣や庭木にも営巣する。例えば、八丈島の住宅地は森林に接した里山環境にあり、本種の生息密度は極めて高く、家屋周辺の森林や屋敷林にできた巣から毎日のように大量のアリが行列を作って家屋内に侵入し食料に群がったり、電気設備（エアコン室外機等）に入り込みスイッチ故障を引き起こしたりして深刻な不快害虫となっている（寺山ら 2021）。

なぜ防除が難しいか？

アシジロヒラフシアリは知名度こそ低いが、防除の難しさでいえば実は他の侵略的外来アリより格段に上の存在である。そもそも、ヒアリアアルゼンチンアリの防除が難しい理由は、スーパーコロニーと称される大規模なコロニーを形成することにある。スーパーコロニーとは、1つのコロニー（家族）が数百 m から数 km 以上にわたって無数の巣を構えて縄張りとしている状態のことで、巣同士は連携して効率的にリソース配分し餌採りや子育てを行う。この性質のため、スーパーコロニーの一部を駆除したとしても、ほどなくして周囲の無傷の巣から補充要員が送込まれ、個体数が回復してしまうということが起こる。たとえば、民家1軒に薬剤を処理して敷地内の巣を駆除したとしても、隣の民家にできていた巣からアリが流入してきて、たちまち処理した民家の個体数は元通りになってしまう。そのため、スーパーコロニーの個体群を効率的に低減するためには、地域全体で一斉に防除を行うことが推奨される。アシジロヒラフシアリは、全ての個体群がスーパーコロニーを形成するわけではないが、少なくとも八丈島の個体群は1つの巨大なスーパーコロ

ニーであることが知られている（Ogura et al. 2017）。このスーパーコロニーが地面だけでなく樹上も含め3次的に展開しているため、全体をカバーするように防除を行うのは難しい。だが、アシジロヒラフシアリの難しさはこれだけではない。

スーパーコロニーを形成する外来アリがある程度の範囲に定着してしまった場合、散布剤を広範囲に処理することはコスト的にも環境負荷的にも難しいので、ベイト剤（毒餌）の使用が最も現実的な防除手段である（Hoffmann et al. 2016）。しかし、少なくとも日本で手に入るベイト剤製品は、アシジロヒラフシアリには向かない。筆者らは日本で家庭用・業務用に販売されている様々なベイト剤について本種に対する誘引性を評価したことがあるが、顆粒、ペーストおよびゲル状のベイト剤は誘引力が不十分だった（Terayama et al. 2021）。一方、砂糖水と液体状ベイト剤はアシジロヒラフシアリを非常に良く誘引した。このことは、本種が樹上のアブラムシ・カイガラムシが分泌する甘露や花蜜等を主要な餌資源としていることを反映していると考えられる（図2）。液体状ベイト剤は地面にそのまま撒くとすぐに土壤に吸収されて失われるため、アリがしっかり摂取できるように処理するためには容器に入れる必要があるが、広域処理を考えた場合、容器の準備はコスト面でも労力面でも簡便とは言いがたい。また、生分解性の容器を使用しない限り、容器自体がゴミとして処理地域に残されてしまう。

アシジロヒラフシアリに使えるベイト剤選びをする上で、本種の薬剤感受性も問題になる。八丈島では、アシジロヒラフシアリが住民生活に深刻な被害をもたらしていることについて、八丈町議会で取り上げられるに到り、八丈町は2020年度から本種の防除事業の実施を開始した（寺山ら2021）。筆者らは当該事業の外部アドバイザーを拝命しているが、初年度は上記誘引力の問題から、苦肉の策として、市販のペースト状ベイト剤

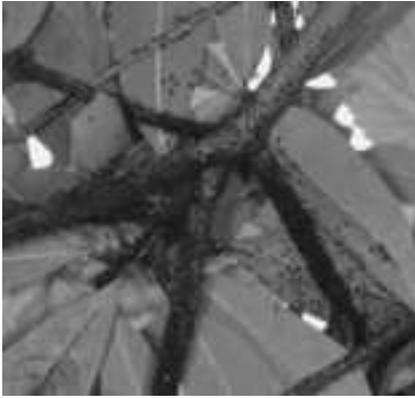


図2 液体成分を採餌するアシジロヒラフシアリ。左：甘露を分泌するアブラムシのいる枝にびっしり群がっているところ。右：花蜜を吸いに来たところ。

に砂糖水をかけて設置するという方法をとった。その結果、ある程度ベイト剤の消費を確認できたものの、アシジロヒラフシアリの個体数を減らすことはできなかった。本種の薬剤感受性を調べてみたところ、本種は標準的なアリ種やアルゼンチンアリ等 비해薬剤感受性が低いようで、フィプロニルやホウ酸といったアリ用ベイト剤によく利用されている有効成分について、市販製品と同程度の濃度を投与しても殺虫効果がいまいちだったのである (Sunamura et al. 2022)。

市販ベイト剤の誘引力の低さ、殺虫剤感受性の低さに加え、アシジロヒラフシアリの防除が困難となる重要な理由が実はまだ他にもある (!)。一般的なアリ種は口移しによる栄養交換を行うことから、ベイト剤に含まれる遅効性の有効成分が女王や幼虫を含めたコロニー全体に行きわたるため、ベイト剤によりコロニーを効率的に駆除できると考えられている。しかし、アシジロヒラフシアリは口移しによる栄養交換を行わず、栄養卵を介して栄養交換を行うという特異な性質をもつ (Yamauchi et al. 1991)。そのため、ベイト剤の口移しによる殺虫成分の伝搬が期待できず、防除効果は限定的なものにとどまってしまう懸念がある。筆者らは室内実験を行い、実際にアシジロヒラフシアリでベイト剤の伝搬効果が非常に弱いこ

とを確認している (Sunamura et al. 2022)。

以上のことから、アシジロヒラフシアリは、外来アリ類の中でも防除難易度最高ランクに位置づけられると考えられる。八丈島のアシジロヒラフシアリ対策研究を開始するにあたり、正直なところ「ババを引いた!」と思ったものである。

ハイドロジェルベイト剤

2020年度の市販ベイト剤・砂糖水がけが思わしくない結果になったことを受け、関係者一同でどうしたものかと検討を行った。筆者は学生時代にアルゼンチンアリの生態・防除研究を行い、学位取得後、化学品メーカーで殺虫剤の研究開発に従事した経歴がある。この間、国際学会やその他出張で海外の外来アリ研究者との関係を構築していたので、オーストラリアの専門家 Ben Hoffmann 氏に相談してみたところ、液体状の餌を好むアシジロヒラフシアリにはハイドロジェルベイト剤が良いのではないか、と回答があった。

ハイドロジェルベイト剤は、殺虫成分および誘引成分の水溶液を高吸水性ポリマーに担持させたベイト剤で、非常に水分に富んだゼリー状の製剤である。ここ数年、海外においてアルゼンチンアリの防除に使用されるようになってきている (Buczkowski et al. 2014; Tay et al. 2020)。地面

に直接散布（ばら撒く）しても水分がすぐに土壌に吸収されてしまうことがないので、液体状ベイト剤の欠点を回避できる。また、ポリマーの分量は微々たるものなので、水分を失ったハイドロジェルベイト剤は自然と消失するため、市販ベイト剤と異なり容器回収の手間が不要である。以上の特性から、ハイドロジェルベイト剤は蜜食性の強いアリ種に対し高い誘引性を示し、かつ処理しやすいベイト剤形といえる。

八丈島のアシジロヒラフシアリへの適用

ハイドロジェルベイト剤については米パデュー大学の Grzegorz Buczkowski 氏が元祖といえる開発者で、彼の研究室を訪問した際に教えてもらったことがあるため、筆者はすぐに試作品を作ることができた。そこで、2021年度の実戦使用に

向け、2020年の秋～冬にかけてまずは室内実験によって有効成分の検討を行い、ネオニコチノイド系のチアメトキサムがアシジロヒラフシアリに対し効果的であることを見出した。具体的には、チアメトキサムを0.001%以上配合したハイドロジェルベイト剤は7日間で90%以上の殺虫率を示した (Sunamura et al. 2022)。その他にもフィプロニルやホウ酸等4種類の殺虫成分を試験したが、試験した濃度において、殺虫率が低い、アリのベイト剤持ち帰り行動に異常をきたしてしまう等の理由で性能が不十分だった。

次いで、ハイドロジェルベイト剤の誘引性の評価を行った。室内実験でアシジロヒラフシアリがハイドロジェルベイト剤を好むことを観察できていたが、野外での誘引力を確認するため、2021年4月に八丈島で調査を行った。30%と10%のショ



図3 八丈島におけるハイドロジェルベイト剤使用の様子。左上：大型ゴミバケツ内でハイドロジェルベイト剤を作成しているところ。攪拌機があると楽に作成できる。右上：ハイドロジェルベイト剤をタッパーに小分けしているところ。左下：小分けしたハイドロジェルベイト剤を各家庭に配達する準備。右下：散布したハイドロジェルベイト剤に群がるアシジロヒラフシアリ。

糖水を含ませたハイドロジェル、コットンに染み込ませた30%と10%のショ糖糖水、10%の蜂蜜水、ピーナツクリーム、水道水、の7種類の餌を地面に設置したところ、ハイドロジェルが最も高い誘引効果を示した。ショ糖濃度10%と30%では同等の誘引であった。ハイドロジェルに吸収させた方がコットンに染み込ませた場合よりもアリにとって吸汁しやすいなどの理由が考えられる。

以上の検討結果に基づいて、チアメトキサム0.001%、砂糖30%を配合したハイドロジェルベイトを確定処方として、2021年5月末に、八丈島の檜立地区にて住民参加型の一斉防除試験を行った。処方および防除プログラムは、現地に対応可能な害虫防除事業者がいないことから、「非専門家でも容易に調達・作成・処理可能」をコンセプトとした。砂糖濃度は低くしても良かったかもしれないが、野外のアブラムシ甘露等と比較してできるだけアシジロヒラフシアリにとって魅力的となるように砂糖濃度を高く設定した。高吸水性ポリマーは、細かく検討の余地があるものの、今回は通信販売で一般消費者でも入手可能なものから選定した。結果的に、原材料費の大部分は砂糖という、低コストの処方に仕上がった。調達した材料を使って、役場職員や現地スタッフと協働して約500 kgのハイドロジェルベイト剤を作成した(図3)。これをタッパーに小分けして住民家屋272世帯、18公共施設、2社(神社)に対し1世帯・施設あたり1.8kg配布し、指定した散布日に住民自らがスプーンで自宅敷地内に散布した。このようにして地区全体の一斉防除を行った。その結果、一斉防除実施4日前に比べて9日後には87%のアシジロヒラフシアリ個体数の減少が確認できた。また、一斉防除試験に参加した住民に事後アンケートを行ったところ、146件もの回答が得られ、ハイドロジェルベイト剤の取り扱いの簡便さ、アシジロヒラフシアリへの誘引・殺虫効果について非常に好評であった(Sunamura et al. 2022)。

今後の課題

以上のようにして、アシジロヒラフシアリに効果的なベイト剤と、居住区域で密度を低減させるための防除プログラムを開発することができた。ただし、散布の37日後のモニタリングでは散布前の68%にまでアリ数の回復が見られた。八丈島の試験地は里山環境にあり、住宅はまばらで周囲に林や藪が多いことから、住宅の周囲の巣を駆除しても、周辺環境からアシジロヒラフシアリが再侵入してくるために回復が速かったのだと考えられる。このことは、スーパーコロニーに関連して前述した通りである。有効成分が周囲の巣にまで伝搬・拡散しないことも、効果が限定的な要因の1つだろう。そこで、八丈島では定期的にハイドロジェルベイト剤を作成し、同様の一斉防除を継続しているところである。ハイドロジェルベイト剤は低コストで作成できるため、市町村のような地元自治体の予算内で、住民自らの手で自律的に行える防除プログラムと言える。地域住民が体感できるレベルで密度低減効果があったことが参加者に対する事後アンケートからも伺え、今年度も地域住民の幅広い理解と協力を得られていることは、大変心強い。毎年居住区で同様に処理をする(年中行事化する)ということは八丈島における本種への対応として現実的な着地点ではあるが、一方で島からの根絶も想定し、在来生態系への負荷を低減した防除方法の構築について検討と調査・実験を進めている。

また、ハイドロジェルベイト剤は容器なしに散布できることが大きなメリットであるが、森林内など生物多様性の保全に特に注意を払うべき環境で使用する際は、非標的生物に対する影響を考慮しなければならない。八丈島のように固有種・固有亜種の多い離島ではなおさらである。場合によっては、アリ以外は入れないような生分解性プラスチック容器に入れて使用する必要があるだろう。森林内に定着したアシジロヒラフシアリの防

除法を構築することは、将来、日本への侵入が懸念される森林・樹上性の侵略種コカミアリ（2021年に台湾で、2022年に中国山東省で定着が確認されている）やフタコブカタアリ（*Dolichoderus thoracicus*；台湾で問題になっている）への準備・対策として非常に重要であると考えている。

なお、他種への展開という意味では、本来、ハイドロジェルベイト剤はアルゼンチンアリに対して海外で優れた実績をあげている製剤である。日本での使用は筆者らのアシジロヒラフシアリへの適用が初事例であるが、日本ですでに問題になっているアルゼンチンアリ等に対しても展開が期待される。

謝辞

本研究の内容は、2022年6月24日に森林総合研究所、東京都立大学、東京都八丈町から同時にプレスリリースされている。本稿を執筆するにあたり校閲をいただいた江口克之氏、寺山守氏をはじめとする共同研究者の皆様に感謝申し上げます。本研究の一部は森林総合研究所2022年度産学官民・地域連携推進のための活動予算、東京都立大学2022年度傾斜的研究費（全学分）学長裁量枠・社会連携支援による援助を受けている。

引用文献

Buczowski G, Roper E, Chin D (2014) Polyacrylamide hydrogels: an effective tool for delivering liquid baits to pest ants (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Economic Entomology* 107: 748-757.

Hoffmann BD, Luque GM, Bellard C, Holmes ND, Josh Donlan C (2016) Improving invasive ant eradication as a conservation tool: a review. *Biological Conservation* 198: 37-49.

Sunamura E, Terayama M, Fujimaki R, Ono T, Buczkowski G, Eguchi K (2022) Development of an effective hydrogel bait and an assessment of community-wide management targeting the invasive white-footed ant, *Technomyrmex brunneus*. *Pest Management Science*. <https://doi.org/10.1002/ps.7027>

Ogura Y, Yamamoto A, Kobayashi H, Cronin AL, Eguchi K (2017) New discovery of an exotic ant *Technomyrmex brunneus* (Formicidae: Dolichoderinae) on Hachijo-jima, Izu islands, an oceanic island of Tokyo Prefecture, Japan. *Ari* 38: 45-52.

Tay J-W, Choe D-H, Mulchandani A, Rust MK (2020) Hydrogels: from controlled release to a new bait delivery for insect pest management. *Journal of Economic Entomology* 113: 2061-2068.

寺山守・砂村栄力・藤巻良太・小野高志・森 英章・戸田光彦・江口克之（2021）侵略性種アシジロヒラフシアリ *Technomyrmex brunneus*（膜翅目：アリ科）の防除実施上の諸問題. *蟻*42：34-53.

Wetterer JK (2013) Worldwide spread of the difficult white-footed ant, *Technomyrmex difficilis* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 18: 93-97.

Yamauchi K, Furukawa T, Kinomura K, Takamine H, Tsuji K (1991). Secondary polygyny by inbred wingless sexuals in the dolichoderine ant *Technomyrmex albipes*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 29: 313-319.



禁 転 載

林業と薬剤 Forestry Chemicals (Ringyou to Yakuzai)

令和4年9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 : <https://www.rinyakukyo.com/>

印刷／株式会社 スキルプリネット

定価 550 円

すぐれた効果

豊富なデータの裏付けで
薬剤持続期間7年を実現。

高い安全性

人体および水産動植物への
高い安全性。

充実の フォローアップ

薬剤濃度検査
サービスの実施。

培った技術力

蓄積したノウハウで最適な
アドバイスを行います。

信頼のブランド

1982年の発売以来、
永きにわたり、全国の松を
守っております。

松枯れ防止樹幹注入剤

グリーンガード®・NEO

農林水産省登録 第22023号

マツノマダラカミキリの
後食防止剤

マツグリーン®液剤

農林水産省登録第20330号

普通物

マツグリーン®液剤2

農林水産省登録第20838号

- 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。
- 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周辺作物に葉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

トップジンM® ペースト

農林水産省登録第13411号

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

www.ns-green.com

全卵粉末水和剤

ニホンジカ専用忌避剤 農林水産省登録 第 22312 号

有効成分
全卵粉末
80%

ランテクター[®]



- ランテクターの有効成分（80％）全卵粉末を使用しています。
- ランテクターは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。
- 樹木類、花き類・観葉植物に使用できます。

● 適用範囲及び使用方法

作物名	使用目的	希釈倍数	使用用量
樹木類	ニホンジカによる食害防止	10 倍	1 本当り 10 ～ 50 ml
花き類・観葉植物			100～300 g / 10a
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・ヒノキや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）

● 有効成分

全卵粉末	鉱物質微粉 等
80.0%	20.0%

販売

DDI 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
TEL:03-5470-8491 FAX:03-5470-8495

製造

◎ 保土谷アグロテック株式会社の登録商標です。



保土谷アグロテック株式会社

〒105-0021 東京都港区東新橋 1-9-2

松枯れ予防
樹幹注入剤

マツケンジー[®]

農林水産省登録
第 22571 号

医薬用外劇物

① 作業が簡単！

孔をあける

1 ml (8～10 cm 間隔)、または
2 ml (10～15 cm 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！

250 ml の容器 1 本で 20～25 本のマツの処理が可能（φ30 cm 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、マツのマダラカミキリ成虫の発生期近くまで広がる。

有効成分：塩酸レバミソール液剤 … 50.0% その他成分：水等 … 50.0%
性状：赤色透明水溶性液体

洞注にもお勧めです

注入容器でこんなに便利！



保土谷アグロテック株式会社 東京都港区東新橋1-9-2 TEL 03-6852-0510

《好評発売中!!》

改訂第4版 緑化木の病虫害 — 見分け方と防除薬剤 —

定価1350円（消費税込み，送料別）

一般社団法人林業薬剤協会 病虫害等防除薬剤調査普及研究会 編

- A5版ハンディタイプ，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：<https://www.rinyakukyo.com/>）

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

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

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

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。

**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)



製 造：住友化学株式会社

販 売：サンケイ化学株式会社 レインボー薬品株式会社

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 **イスター・エス 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 東京都千代田区鍛冶町2-9-12(神田徳力ビル) ☎03-3256-5561
大 大阪府大阪市東区道修町2-4-7 ☎06-6206-5531
福 福岡市博多区奈良屋町1-4-18 ☎92-281-6650
札 札幌市中央区大通西8-2-38(ストーク大通ビル) ☎011-261-9024
仙 仙台市青葉区大町1-1-8(第3青葉ビル) ☎022-222-2790
名 名古屋市中区丸の内1-5-28(伊藤忠丸の内ビル) ☎052-209-5661

松くい虫防除薬剤 / 地上散布・空中散布・無人航空機散布・駆除

エコワン[®]3フロアブル

【有効成分：チアクロプロド3.0%】

®:エコワンは井筒屋化学産業株の登録商標です。

- ◆低薬量で高い効果が長期間持続します。
- ◆不快臭・刺激臭がないので、薬剤調製時や散布時に作業者や周辺住民に不快感を与えません。

松くい虫防除薬剤 / 樹幹注入

井筒屋

ショットワン・ツー[®]液剤

【有効成分：エマメクチン安息香酸塩2.0%】

®:ショットワン・ツーはシンジェンタジャパン株の登録商標です。

- ◆確実な防除効果が長期間持続します。
- ◆有効成分は、強力な殺センチュウ活性を有しています。

マツガード[®]

【有効成分：ミルベメクチン2.0%】

®:マツガードは三井化学アグロ株の登録商標です。

- ◆確実な防除効果が長期間持続します。
- ◆土壌放線菌から分離された有効成分を有し、環境にもやさしいです。

緑化樹害虫防除薬剤 / 樹幹注入

アトラック[®]液剤

【有効成分：チアトキサム4.0%】

®:アトラックはシンジェンタジャパン株の登録商標です。

- ◆薬剤が速やかに葉まで分散し、葉を食害するケムシ等に対して内側から高い殺虫効果を発揮します。
- ◆薬剤の飛散がなく、散布が難しい場所でも安心して使用できます。



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

樹幹注入剤(殺虫剤)

ウッドスター

ナラ枯れ防止用樹幹注入剤

ウッドキング DASH

伐倒木・枯損木用くん蒸処理剤

キルパー40

- ・ケムシ・吸汁性害虫・クビアカツヤカミキリ幼虫に効果
- ・小径孔での注入で樹木への負担が小さい
- ・公園、街路樹でも安全に処理が可能

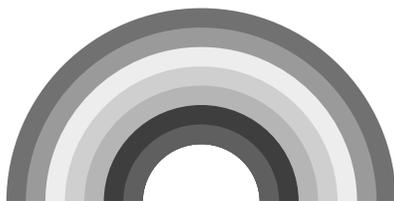
- ・ナラ枯れに対して高い予防効果
- ・2年間の残効
- ・微量の注入で省労力

- ・ガスが拡散し材内部まで消毒
- ・ナラ枯れ・松くい虫・クビアカツヤカミキリの防除に
- ・切株処理でザイセンチュウの根系感染防止

サンケイ化学株式会社

本社	〒891-0122	鹿児島市南榮2丁目9	(099)268-7588
東京本社	〒110-0005	東京都台東区上野7-6-11 第1下谷ビル3F	(03)3845-7951
東京営業部	〒366-0032	埼玉県深谷市幡羅町1丁目13-1	(048)551-2122
大阪営業所	〒532-0011	大阪市淀川区西中島2丁目14-6新大阪第2ビル	(06)6305-5871
九州北部営業所	〒841-0025	佐賀県鳥栖市曾根崎町1154-3	(0942)81-3808

効率的な緑地管理に!



家庭園芸薬品、ゴルフ場・森林関連薬剤はレインボー薬品へご相談ください。



SCC GROUP
住友化学 アグログループ



緑地管理の未来をひらく

レインボー薬品株式会社

東京都台東区上野1-19-10

☎ 03(6740)7777 FAX 03(6740)7000

少薬量と殺センチュウ活性で 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

※「毒物および劇物取締法」(厚生労働省)に基づく、特定毒物、毒物、劇物の指定を受けない物質を示す。

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

