



生物的防除部会ニュース No.38

平成21年6月2日発行

目 次

- | | |
|--|------|
| 1. 雑草および病害虫を制御する被覆作物「ヒトラク」の提案と
その利用について
(平成20年度第3回講演会、平成21年3月26日講演)
(独)農業環境技術研究所 藤井義晴 | 頁1~3 |
| 2. きっかけは浅間山の噴火
(平成20年度第3回講演会、平成21年3月26日講演)
東京農業大学総合研究所特別会員 内藤 篤 | 頁4~8 |
| 3. 平成21年度総会および第一回講演会のお知らせ | 頁9 |

きっかけは浅間山の噴火

内藤 篤

東京農業大学総合研究所特別会員

はじめに

研究はしばしば意外なことがきっかけで始まり、そして発展する。そのような観点から生物的防除部会に関連した私の研究を振り返ってみたい。

1. 粉殻灰によるマメソウムシの防除

[きっかけ：浅間山の噴火]

再度、インドネシアにJICAの専門家として赴任した1988年10月のこと、マメソウムシが研究テーマの一つとしてインドネシア側から提示された。その頃たまたま岡山大学でマメソウムシの国際シンポジウムが開かれ、このテーマの担当者スヨノ氏を出席させるべくある日本の商社にお願いしたところ、渡航費用について前向きな返事が得られたが、その見返りとして珪藻土剤 (Insecto®) のマメソウムシに対する効果試験を引き受けることとなった。そのとき私は珪藻土が効くなら灰も効くにちがいないと、灰の利用を思いついたのである。



図1. ヨツモンマメソウムシ

それは浅間山が噴火すると、しばしば養蚕が大打撃を被り、火山灰をかぶった桑の葉をカイコに与えると生育障害を起こしていわゆる「すきこ」となり、営繕できなくなるからであった。

さて、珪藻土とともに粉殻灰を用いてヨツモンマメソウムシ *Callosobruchus analis* (図1) に対する効果比較試験を行った結果(図2)、被害粒率で見ると木灰、石灰等に比べて粉殻灰が最も効果が高く、また大豆種子に対する産卵数で見ても同様の成績であった。混和量は大豆種子に対し1%で十分実用性ありと判断された。珪藻土剤も効果的で0.3%の混和で粉殻灰と同様の効果があった。

粉殻灰を化学分析してみると、成分の大部分の96%は珪酸であった。形状を顕微鏡で見ると多数の珪酸の針状結晶が観察される(図3)。これは粉殻の表面に無数に生えている針状突起の中に含まれている珪酸の結晶であって、おそらくこの針状結晶なるものが、マメソウムシ成虫の水分生理に対し重大な悪影響を与えるものと考えられる。但し、この殺虫メカニズムは、

カイコに対する火山灰の影響とは異なったものであった。

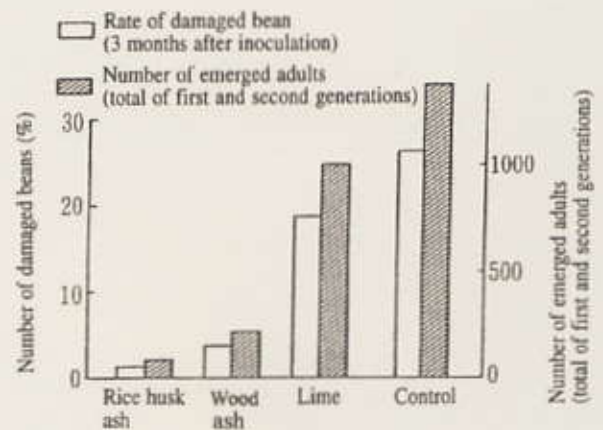


図2. 粉殻灰のヨツモンマメソウムシ増殖、被害抑制効果



図3. 粉殻灰の顕微鏡写真

粉殻灰の効果セミナーで公表したところインドネシア側の高い評価を受け、早速地方農業試験場の協力により実用化技術として普及に移された。粉殻灰はインドネシアでは庶民が食器の研磨材として日常使用しているので、安価でしかも容易に入手可能であることを付記しておきたい。

2. 卵寄生蜂による大豆サヤメイガの防除

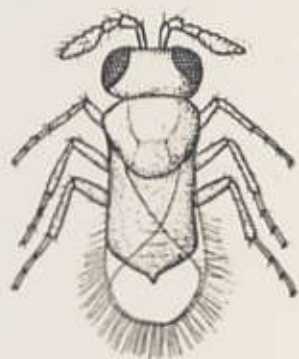
[きっかけ：研究課題を巡るインドネシア側との軋轢]

大豆を加害するサヤメイガの類は、インドネシアでは *Etiella habsoni*, *E. zinckenella*, *E. behri* の3種が分布し、その発生被害は熾烈を極め、収穫皆無になることさえあった。

1993年の10月、三度目の専門家としてポゴールの中央食用作物研究所に赴任したとき、所長からこの害虫の生物的防除の研究を強く要望された。しかし世界的に見ても生物的防除は成功例がないこともあって、耐虫性品種の探索と導入を主張したが、聞き入れられなかった。結局やむなく生物的防除(天敵利用)に踏み切らざるを得なかった。それが幸運にも卵寄生蜂

の発見利用へと研究が大きく展開したのであった。

早速、ボゴールの農場から大豆に産卵されているサヤメイガ



の卵を集め、卵寄生蜂の調査を開始したところ、間もなく肉眼では見ることができないほどの体長 0.3mm の卵寄生蜂、*Trichogrammatoidea bactrae bactrae* を発見し(図4)、以後、この研究に没頭した。

図4. *Trichogrammatoidea bactrae bactrae*

サヤメイガ卵寄生蜂の報告は世界的にみても見あたらず、我々の研究が最初であった。ちなみにこの寄生蜂の学名は、後日フィリピンに飛んで、卵寄生蜂の研究者 Dr. Melanie C. Alba に同定していただいたことを付記しておきたい。

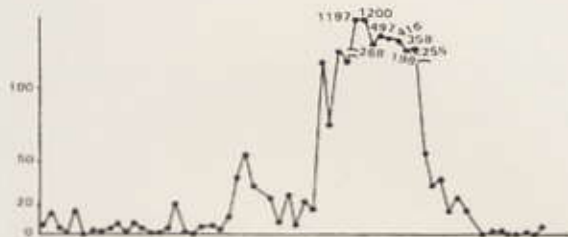


図5a大豆サヤメイガの産卵消長(縦軸は産卵数)



図5b. 卵寄生蜂の寄生率季節的変動(縦軸は寄生率%)

(インドネシア国ボゴール市、1993-1994)

圃場に大豆を年間栽培し、サヤメイガ卵と卵寄生蜂の年間消長を調査した結果を図5に示す。これを見ても分かるように、卵寄生蜂は乾季に多く、雨季に減少し、寄生率の最も高いときには50%以上に達するので、防除資材として有力と思われた。なお得られた卵寄生蜂の大部分は *Trichogrammatoidea bactrae bactrae* であった。

一般に卵寄生蜂の増殖は代替餌を用いるが、これにインドネシアで普通に発生している貯穀害虫ガイマイツツリガの卵を用いた。ガイマイツツリガの増殖は、市販の鶏の餌料で十分なことが分かり、これに多少エビオスなどの栄養剤を添加して用いた。鶏の餌料は非常に安価でしかも容易に得られるが、使用前に冷蔵庫内に一晩入れてダニなどの有害生物を死滅させておく必要がある。なお、ボゴールの地は年間 25~29.5℃、平均

湿度 70%と、卵寄生蜂の飼育にはきわめて好条件であった。

次にガイマイツツリガの幼虫を飼育箱内で増殖させ、幼虫から蛹を経て羽化し成虫が得られる。この成虫をケージ内に入れて産卵させ、得られた卵を代替え餌として用いるのである。この技術はすでに確立されているので、方法は紙面の関係で省略する。

さて最終的に代替餌で育った卵寄生蜂は蛹となり、いわゆるマミーを形成する。このマミーをシートごと野外の大豆圃場に吊して放飼の手順となる。なお上記の増殖法では、作業員 1 名で 1 日約 3 万頭の寄生蜂の生産が可能であった。

表 1. 卵寄生蜂による大豆サヤメイガ防除効果

(インドネシア国ボゴール市ムアラ地区、1993年10月放飼)

処理	区	調査英数	被害英率(%)
放飼あり	1	815	28.0
	2	821	25.3
	平均		26.7
放飼なし	1	648	41.7
	2	913	33.0
	平均		37.4

ちょうどサヤメイガの産卵期に合わせ、卵寄生蜂 *T.bactrae bactrae* のマミーを大豆圃場に放飼して効果を見た結果は表1のようである。すなわちサヤメイガの被害英率は、放飼区では無放飼区に比較して約 30%被害が減少した。この効果は十分ではないにしても、インドネシア側の要望を入れたサヤメイガに対する生物的防除の研究は、ほぼ初期の目的が達成されたと見てよいであろう。

3. コガタリリハムシによるエソノギシギシの防除

[きっかけ：学生の真読んだ論文]

雑誌「植物及動物」に掲載された元渡辺千尚北大教授(当時助手)の昆虫による雑草防除の翻訳論文に興味をそそられ、何時かそのような研究をしてみたいと思っていたが、図らずもそのチャンスは草地試験場に転動した時巡ってきた。

エソノギシギシ *Rumex obtusifolius* は戦後、草地開発と共に全国的に蔓延したいわゆる侵入雑草である(図6)。



図6. 草地におけるエソノギシギシ繁茂状況

(石川県能登六水地区)

一方、コガタリハムシ *Gastrophysa atrocyanea* は成虫幼虫ともエソノギシギシを好んで食し、葉だけでなく茎やクラウンまで食害する在来昆虫である(図7)。この両者の闘いのドラマは、いわゆる外来雑草に対する土着天敵の闘いである。



図7. エソノギシギシを食害するコガタリハムシ

この昆虫の寄主植物及びその近縁種ならびに加害が懸念される有用植物など約 100 種類について寄主特異性試験を実施した。その結果、摂食が確認されたのはギシギシ類とタデ科の雑草のみで、有用植物への加害は認められなかった。すなわちこの昆虫は有用植物に対しきわめて安全であることが確認された。

1 雌あたりの産卵数は平均約 2,200 個、孵化率はほぼ 100% である。この昆虫は天敵が少ないこともあって、潜在的な増殖能力は極めて高いことがわかった。

一方、卵から成虫に至る生命表を野外における実験から作成し、さらに越冬中の死亡率から世代ごとの増殖率を求めてみると図8のように、エソノギシギシが多発しているところでは、8~9倍に個体数が増殖することが明らかにされた。

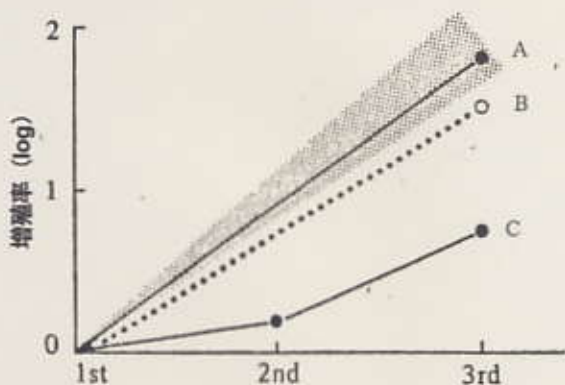


図8. 草地におけるコガタリハムシの増殖量とエソノギシギシの存在量

A) 片刈りの大群落

B) 片刈り牧草地全体に多発生

C) 片刈りの小群落

網掛部: 幼虫の増殖能力と生命表からの推定計算値

幼虫及び成虫1匹あたりの食葉量を調べ、さらに増殖能力から計算した結果、越冬雌成虫数頭でエソノギシギシ株を食い尽くすことが可能であった。

一方、この昆虫による加害の影響を詳しく見るために、人為的に葉を切除したものと比較すると、明らかに昆虫に食害させた方が再生能力が劣った。食害を受けた葉は周辺部から次第に枯死するに至るが、これは昆虫の唾液がエソノギシギシに生理的な悪影響を及ぼすためではないかと考えられる。また、わずかな食害でもストレスによって生育阻害が起こり、明らかに草丈が低くなる現象が確認された。

コガタリハムシが分布、発生していない石川県東能登地方の松波地区の牧草地において、放飼試験を行った結果の概要を述べよう。エソノギシギシの多い肉牛試験場の草地に、4月中旬越冬成虫5,000匹を面積約0.7haの草地中央部に放飼し、成虫の分散一産卵一幼虫食害状況などを調査し、続いて6月に新たに発生してくる新成虫の食害状況調査した結果は図9のよ

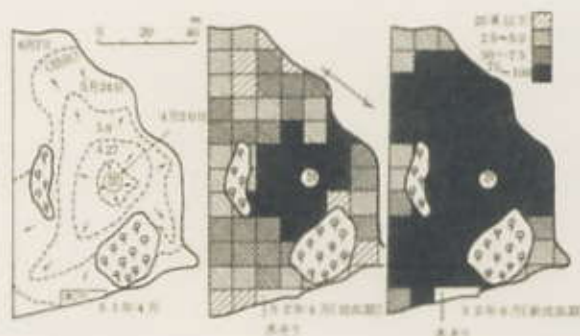


図9. 松波C圃場におけるコガタリハムシ放飼試験

左図: 越冬成虫放飼当分の分散状況(放飼虫数1万頭、1976年4月)

中図: 放飼翌年の摂食程度甚〜多のギシギシ株の割合(1977年4月)

右図: 放飼翌年の摂食程度甚〜多のギシギシ株の割合(1977年6月)

うである。それを見ても分かるように、幼虫期において、すでに放飼地点周辺に広く分散して中心部周辺はエソノギシギシが完全に制圧され、さらに新成虫の食害によってこの草地0.7haのほぼ全域のエソノギシギシの勢力が大きく減退し、防除効果が予想以上に高いことが確認された。

一方、能登半島西部の鹿西地区に約70haの牧野があり、エソノギシギシが全面にはびこり大きな問題になっていた。この牧野に1981年コガタリハムシの越冬成虫を約数千匹放飼し、その後の増殖分散経過とエソノギシギシの防除効果を観察した。



図10. エソノギシギシが殆ど制圧された鹿西牧野

その結果、図 10 のように放飼 4 年後の 1984 年には、70ha 全域のエソノギシギシがほぼ完全に制圧され、見事防除に成功した。このことは石川県側も大きな成果として認め、試験の県側責任者であった石川県畜産試験場の牧俊郎氏は、県知事賞候補者に推薦されていたが、牧氏は受賞を目前にして惜しくも急逝されたことは誠に残念であった。

前述のようにエソノギシギシが多い草地では、コガタリハムシの増殖は世代ごとに約 8~9 倍に増加することがわかった。ちなみに 5 千匹の成虫を放飼すると、翌年の次世代には 4 万匹、その次の 3 年目には 32 万匹に増えることになり、1 ha に 30 万匹いけばエソノギシギシはほぼ制圧される。したがって鹿西牧野のように 70ha の広い牧野でも、たった数千匹の放飼で 4 年目にはほぼ全域のエソノギシギシが推定どおり制圧された。

ただしコガタリハムシはただ放せばよいというのではない。増殖期、特に産卵期や幼虫期における放牧や牧草刈り取りは、昆虫へのダメージが大きいので禁止することが天敵昆虫のマネージメントとして必要である。

4. オトリ作物による大豆カメムシの防除

[きっかけ：耐虫性とは逆に昆虫の集まる作物を防除に利用出来ないか。インドネシアでそのチャンス到来]

最初に数種の作物についてオトリ効果を比較し、次の理由からツノクサネムの近似種である *Sesbania rostrata* が適当と判断し、これを用いた。

1. カメムシを誘引する期間すなわち開花結実期間が大豆より長い。
2. 草丈が大豆より高く、カメムシの誘因に好都合である。
3. カメムシの成虫を誘引し捕捉するが、幼虫の生育には適さない。



図 11. *S. rostrata* とミナミアオカメムシ

S. rostrata をオトリとして大豆圃場の周辺に栽培した区と、大豆のみの区を設け、カメムシの生息数を毎週調査するとともに、収穫後にカメムシの大豆被害粒を調査した。

結果は表 2 及び表 3 のように、カメムシはオトリ作物区では対照のほぼ 1/10 と少なく、被害粒もオトリ作物区で約 1/3

に減少し、十分実用性ありと判断された。これは外部から大豆圃場に向かって飛来するカメムシの多くが、オトリ作物にトラップされて大豆畑に飛来できないためである。なおこの圃場におけるカメムシの種類構成はミナミアオカメムシ *Nezara viridula* が優占種であった(図 11)。

大豆圃場に *S. rostrata* をカメムシのオトリ作物として配置する場合、周辺全部でなくても一定間隔ごとの配置でよければ好都合である。そうした観点から、東ジャワ州のモジョサリ地区において広面積の圃場試験を行なった結果、*S. rostrata* のオトリ効果はその周辺約 15m に及ぶことが認められた。このことから、*S. rostrata* を 30m 置きに 1 畝栽培すればよいと結論づけられた。かくしてこの技術は後日インドネシア政府により普及に移された。

表 2. 大豆畑におけるカメムシの生息数

区	成虫数	幼虫数
オトリ作物あり	27.0	99.0
オトリ作物なし	154.7	941.0
オトリ作物上	300.3	107.0

表 3. 大豆畑におけるオトリ作物の被害抑制効果

区	調査粒数	被害粒数	被害率(%)
オトリ作物あり	3166.3	552.7	17.5
オトリ作物なし	4460.3	1903.7	42.7

S. rostrata はマメ科の緑肥作物なので、オトリの役目終了後は大豆の収穫と同時に刈り取り、緑肥として圃場に鋤き込みば施肥と土壌改良に役立ち一挙両得である。

5. 草地の生物多様性による害虫防除

[きっかけ：牧草地で植生の複雑なところには害虫が少ない傾向があるが、これを害虫制御技術に利用できないか]

イネ科牧草のオーチャードグラスとマメ科牧草のラジノクローバーを、それぞれ単播と両者を混播した区を 3 区制に設け、それぞれにおける昆虫相、クモ相を調査比較した。調査方法は一定面積内の昆虫類及びクモ類を全部吸引捕集し、分類専門家の協力を得てこれを種類ごとに匹数を数え記録した。この調査を 1 年目、2 年目、3 年目ごとに行って生物相の推移も調べた。

結果は、草地の昆虫の種類は予想以上に多く、粘管目、甲虫目、直翅目など 9 目、数 10 種に及んだ。混播・単播を比較すると、オーチャードグラス単播区はラジノクローバー単播区に比較して種類数及び個体数が多く、両者の混播区は、種類数、個体数が単播区に比較して明らかに多かった。これを Margalef の多様性指数で計算してみると図 12 のように、混播区の昆虫相は単播区、特にオーチャードグラス区にくらべて明らかに複雑なことがわかった。

この草地ではコモリグモやカニグモなどの徘徊性のクモ 5 種類と、コサラグモやヒメグモなど造網性のクモ 4 種類の計 9 種

類が確認された。種類ごとの個体数を比較すると、オーチャードグラス区が最も少なく、ラジノクローバー区がやや多く、両者の混播区が最も多かった。

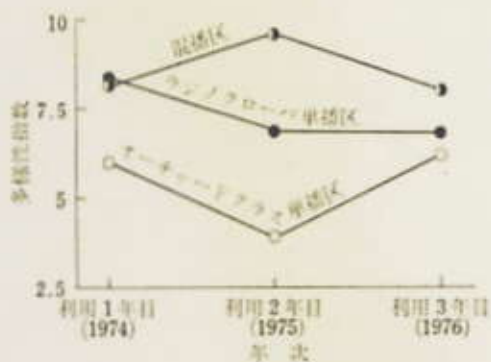


図 12. オーチャードグラス、ラジノクローバーの単播区、混播区における昆虫の種多様性指数 (Margalef, 1951 の指数) の年次変動

たとえばクモ類の合計数で見ると、混播区の生息数はオーチャードグラス区の2~3倍に相当し、統計的に有意に多かった。2年目にはオーチャードグラス区の148.3匹に対して混播区は360.7匹と圧倒的に多く、大きな差が見られた。

上述の試験圃場において、アワヨトウの発生時期である8月下旬に、孵化寸前の卵600個を各区に放飼し、約1ヶ月後に生存幼虫数を調査した。結果は図13のように、明らかにクモの生息数の多い区はアワヨトウの生存率が低い傾向がみられた。なお室内試験の結果、草地に多いコモリグモによるアワヨトウ捕食が確認された。

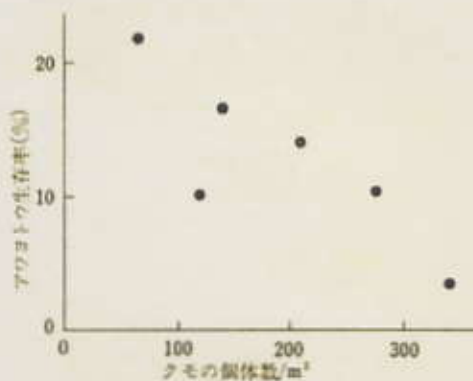


図 13. 草地におけるクモの生息密度とアワヨトウの生存率

以上のことから混播草地のように生物相の複雑な所にはアワヨトウなどは発生し難いことが推定された。

主要な参考資料

1. Atsushi Naito (1999) Low-cost technology for controlling soybean insect pests in Indonesia, FFTC Extension Bulletin, 468, 14pp.
2. Atsushi Naito et al. (1994) Biological control of Etiella podboller of soybean. I, II, III, Report on CRIFC-JICA Research Cooperation Project.
3. 内藤 篤 (1979) コガタリハムシによる草地雑草エゾノギシギシの生物的防除, 新しい技術 17集, 292-297, 農林水産技術会議事務局.
4. 内藤 篤 (1977) 牧草害虫の耕種的防除法に関する研究 II 害虫の発生に及ぼす単播・混播の影響, 草地試験報 No.11, 120-130

追記

紙面の関係で次の二つの演題は割愛した。

1. アチエはなぜ大豆の害虫が少ないか—インドネシアにおける大豆多収地域の要因解析とその応用—
2. 古くて新しい農法 *Turi Sesbania grandiflora* の利用

平成 21 年度総会および講演会のお知らせ

下記の日程にて生物的防除部会の平成 21 年度総会および第一回講演会を開催致します。
会員の皆様のご参加をお待ち致します。

平成 21 年度生物的防除部会総会の開催

日時 平成 21 年 6 月 17 日 (水) 午後 3 時～3 時 30 分
場所 東京農業大学世田谷キャンパス 2 号館 3 階
国際農業開発学科会議室
議題 1. 平成 20 年度事業報告および会計報告、監査報告
2. 平成 21 年度事業計画案および予算案
3. その他

平成 21 年度第一回講演会の開催

日時 平成 21 年 6 月 17 日 (水) 午後 3 時～3 時 30 分
場所 東京農業大学世田谷キャンパス 2 号館 3 階
国際農業開発学科会議室
演題 「天敵利用の過去と現在」
演者 前九州沖縄農業研究センター久留米研究拠点 柏尾具俊
(現アリスタライフサイエンス㈱)

なお、講演会終了後には、講演者を囲んでの懇親会を予定しています。
是非ご参集ください。

発行 東京農業大学総合研究所研究会
生物的防除部会 (代表 樹井昭夫)
〒156-8502 東京都世田谷区桜丘
1-1-1
TEL 03-5477-2411 (直通)
FAX 03-5477-4032
e-mail t3adati@nodai.ac.jp