

生物的防除部会ニュース No. 3

平成8年7月25日発行

第2回総会開る

去る5月31日、農大総研会議室にて平成8年度総会が開催された。総員30名近くの出席を得て前年度の事業報告及び会計決算報告、今年度の事業計画及び予算案について審議が行われ、いずれも了承された。

総会に続いて記念講演として、平井一男氏（農林水産省農業研究センター）の主として卵寄生蜂によるアワノメイガの生物的防除に関する講演があり、活発な質疑討論が行われた。

講演終了後の懇親会では、会員相互の懇親が進むなかで生物的防除に関連した議論がさらに一層深められ、大変有意義な会であったことを報告させていただきます。

なお、これからの一年間も下記役員で進めさせていただきますので、ご支援をお願い申し上げます。

平成8年度生物的防除部会役員

部会長 : 内藤 篤 (東京農業大学総合研究所)

幹事 : 大澤 貫寿 (東京農業大学総合研究所)

河合 省三 (東京農業大学農学部)

西野 操 (㈱トモノアグリカ)

根本 久 (埼玉県園芸試験場)

榊井 昭夫 (日本化薬㈱)

監査 : 和田 哲夫 (㈱トーマン)

なお、この生物的防除部会について、会員皆様のご意見をどしどしお寄せくださるよう役員一同お待ちしております。

非対象生物に及ぼす化学農薬の影響評価基準

- EUの例 -

平井一男

I. はじめに

天敵を含む非対象生物の農薬との研究は I P M の重要な分野で 50 年の歴史があり、近年の天敵の薬剤感受性調査、農薬の生態学的影響、選択性農薬の発達、天敵の薬剤抵抗性の付与と管理等にみられる進歩は I P M の研究と推進に大いに貢献しているという (Croft, 1990)。EU では食料が完全自給の状態になった 1979 年以降、環境に及ぼす農業生産の影響に関心をもつようになった。農作物の害虫防除分野では天敵への影響評価指針の確立に向けた研究が I O B C 欧州で早くから始められた (Hassan, 1985)。おそらくこのような背景を受けたと思われるのであるが、農薬 (原文では作物保護剤と記されている) には本来の効果のほか人畜、地下水、非対象生物に悪影響を及ぼさないことが必要との内容を盛り込んだ農薬の認可に関する EC 通達が 1991 年 7 月に加盟国により採択され、1995 年 6 月までに EC 15 か国中ベルギー、デンマーク、フランス、アイルランド、イタリア、ポルトガル、スペイン、英国で施行された (Hassan and Forster, 1995)。さらに 1996 年 3 月には農薬の天敵への適切な評価のための環境毒性的 (エコトキシコロジー) 研究が必要とされた EU 通達が出された。I O B C 関係者は非対象生物としてミツバチ、ミミズ、魚とは別に寄生蜂や捕食性小動物等の天敵が盛り込まれたのは初めてのことであり I O B C 欧州の古くからの努力の結果である (Bigler, 1996) と

称賛している。本報は 1994 年にオランダで開催されたワークショップで農薬登録と I P M 導入用農薬の選定のために提案された非対象生物に及ぼす農薬の影響評価基準案 (Bartlettら, 1994) の概要をまとめた。

II. 提案された評価基準案

ワークショップでは試験生物の選定、室内・拡大室内試験法、半野外・野外試験法、試験法原則、データの解釈 (危険度評価と管理) に関するワーキンググループを設け基準案をまとめた。

1. 試験生物の選定

試験生物は I P M への農薬導入に関する情報を得ることができる天敵群から選定する。農薬登録試験では I P M に必要な情報を得ることができないので、I O B C 専門家は引き続き I P M に適切な薬剤を選定し公表する (Jepson, 1989)。分類学上別グループに属する試験種を選定することにより、別の非対象生物への影響情報が得られることがある。殺虫剤スクリーニング試験やミツバチ試験の結果から節足動物へのリスク情報が得られることもあるが、データの外挿には注意が必要である。しかし感受性種を対象に最悪条件で実施した室内試験で毒性がない場合、野外試験でも影響が出ることは少ない。

(1) 試験生物選定の原則

農業生態系に高密度で広域に分布し薬剤感受性が高く飼育が容易な種を選定する。

(2) 推薦された試験生物

表 1 は寄生蜂、捕食性ダニ、地上徘徊性天敵、葉上捕食者のように機能別に分けた試験生物である。

表1. 推薦された試験生物^{注)}

生態系	寄生蜂	捕食者	地上徘徊者	葉上徘徊者
果樹園	アブラバチ科 <i>Aphidius</i>	カブリダニ <i>Typhlodromus</i>	コモリグモ <i>Pardosa sp.</i>	ハナカメムシ <i>Orius sp.</i>
温室	タマゴコバチ科	カブリダニ	オサムシ科	ハナアブ科
森林	<i>Tricogramma</i>	<i>Amblyseius</i>	<i>Poecilus</i>	<i>Episyrphus</i>
ぶどう園	トビコバチ科 <i>Leptomastix</i>			ヒメクサカゲロウ <i>Chrysoperla</i>
	ヤドリバエ科 <i>Drino sp.</i>			ナナホシテントウ <i>Coccinella</i>
耕地	アブラバチ科 <i>Aphidius</i>		オサムシ科 <i>Poecilus</i>	ハナアブ科 <i>Episyrphus</i>
	タマゴコバチ科 <i>Tricogramma</i>		コモリグモ <i>Pardosa sp.</i>	ヒメクサカゲロウ <i>Chrysoperla</i>
			ハネカクシ科 <i>Aleochara</i>	

^{注)} 試験種は試験薬剤の対象生物と害虫により選定する。試験法は Hassan(1992) を参照。

1) 有効成分の認可

有効成分の認可申請は E C で行う。それには感受性 2 種と製剤の使用対象（作物と害虫）適切な 2 種の試験データが必要である。

Aphidius rhopalosiphii と *Typhlodromus pyridis* の 2 種を推薦し、*A. rhopalosiphii* を標準種とする。*A. rhopalosiphii* の代わりに *Tricogramma cacoeciae* の結果でもよく、*T. pyridis* のかわりに *Amblyseius sp.* の試験でもよい。

2) 製剤の認可

製剤の認可は E C 加盟国各国で行う。上記の試験で影響がみられた薬剤については上記とは別種で、対象作物内にいる適切な 2 種を用いて試験する。上記認可申請試験とは別の製剤で感受性 2 種を対象に試験する。この製剤に毒性がみられたら対象害虫に応じた非対象生物種 2 種について試験する。

2. 室内試験と拡大室内試験

非対象生物に及ぼす農薬の影響を評価するには最多の曝露をねらった標準室内試験、野外条件に近い曝露を行う拡大室内試験、半野外試験、必要に応じて野外試験を含む連続段階試験の実施が広く認められている（図 1）。

(1) 室内試験

室内試験の目的は作物に農薬を散布したときに非対象生物への影響が少ない薬剤を選出することであり、試験生物の若い発育態を容器内に閉じ込め最高薬量の残留物に曝露し調査する。評価には死亡率以外に増殖率、寄生率、摂食量に関係する亜致死も含める。

1) 試験薬剤

第 1 次試験として代表的な剤型を用い野外での影響を考察しうる情報を得る。

2) 試験用器具

試験用器具は処理薬剤の安定性やデータの再現性を保証するガラス、石英砂のような不活性物質製とする。

3) 試験生物

試験生物は室内飼育系統を使い日齢、寿命、

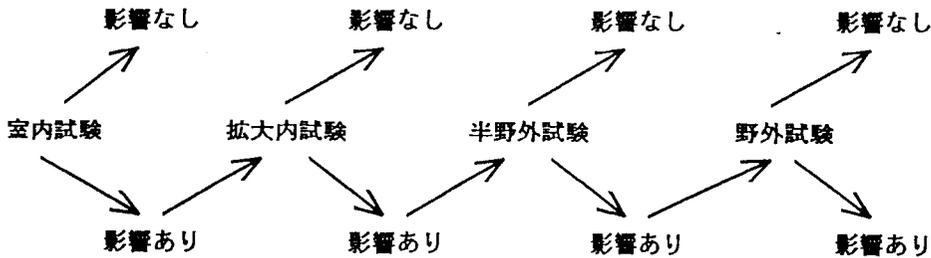


図1. 非対象生物に及ぼす農薬の影響評価の連続段階試験例(Hassan, 1992)

繁殖力、卵活性、寄生率等の質をそろえ、感受性の高い発育態を使う。必要に応じ雌雄について試験する。

4) 試験薬剤の処理

検量線を利用するなどして単位面積当たりの薬量 (mg/cm^2) が処理面に均一になるようにする。例) ガラス面や葉面は $1.5\text{mg}/\text{cm}^2$ 、砂は $6\text{mg}/\text{cm}^2$ (Hassan, 1992)。

5) 試験方法

薬剤処理した器具内に試験生物を入れ給餌する。試験生物が残留物に十分接触するようにする。薬剤残留物からの揮発物を排気しその影響を少なくする。

6) 調査と評価法

試験生物の活性と天敵能力を評価するために、生存率および産卵、寄生、捕食、行動変化、子孫の生存等に関係する亜致死を調査する。4段階評価を行う。例) 死亡率30% (無影響)、30-79% (影響小)、80-98% (影響中)、99%以上 (影響大) (Hassan, 1992)。

7) 調査基準

対照として水処理区を設け自然死程度と天敵機能の程度を知る。結果は統計処理ができるように反復を十分とる。

(2) 拡大室内試験

室内試験で影響がみられた薬剤は必要に応

じ野外条件に近い拡大室内試験を行う。この試験では土壌や植物に薬剤処理し、それらに接種した試験生物各態への影響調査、薬剤の残効性、薬剤-反応曲線の研究、複数回処理の影響調査等を行う。試験法は試験指針に準じ (Hassan, 1992)、試験法がない場合、実施方法を詳細に記録する。

1) 処理量

1回散布の薬剤は室内試験では最高薬量、200~600 $\mu\text{l}/\text{ha}$ 相当量を散布する。果樹での散布量は平面積当たりの薬量を適用するのではなく散布量の40%を沈着量と考えガラス面や石英砂面に散布する。

2) 複数回処理

2~3回散布する薬剤は第1次室内試験で最高散布量の2倍量を散布して評価する。4回以上散布の場合、散布間隔は14日以内とする。

3) 注意

種子粉衣剤、土壌施薬剤、誘引剤、揮散剤のような剤型、糸状菌、細菌剤、IGR剤のような作用機作が異なる薬剤は試験法を別途考案し評価する。

3. 半野外試験と野外試験

前項の試験で影響のあった薬剤は半野外試験と野外試験を行う。半野外試験は室内試験

と同様に単一種試験であるが、野外試験は複数種の情報が得られる唯一の試験である。

(1) 半野外試験

試験は作物圃場内の囲いやケージ内で試験する。必要に応じ覆いをしてよいが、環境を改変しないようにし、気象要素を記録する。薬剤処理前に試験生物を放す。試験は実際の処理時期で、最悪な条件を再現できる時期や季節に行い、適切な処理方法で、製剤の使用範囲内の最高濃度を処理する。試験区には対照薬剤と水処理区を含み、反復試験を十分行う。試験は風向、光、傾斜等の場所の影響を考慮無作為乱塊法やラテン方格法を採用する。

1) 試験生物

室内飼育系統か野外採集系統を供試する。野外採集個体は試験前に室内で飼育し弱勢個体や病気個体等を除く。

2) 作物

試験は薬剤の適用作物や試験生物が豊富な作物圃場内で行う。耕地作物、広面積作物、果樹等のグループ別に試験してもよい。

3) 餌

試験生物に給餌し天敵機能を発揮させる。

4) 試験期間

短期試験は24~48時間、長期試験は14日間を目安とし、試験種や方法により適宜変える。

5) 評価

半野外試験では行動、被食、寄生、繁殖、寿命等の変化に関係する亜致死と死亡、ノックダウン、試験適合性を調査する。短命のクサカゲロウ、寄生蜂、カブリダニでは生存者の繁殖能力を調査する。

6) 半野外試験の利点

反復数、対照薬剤、試験生物、植物、薬剤等の均一性により統計処理が可能である。室内試験に比べ残留物分解や試験生物の行動が

実際的である。

7) 半野外試験の制約

ケージ内が非現実的で自然の行動を抑制する。試験生物が薬剤処理面を避ける場合がある。気象や植物の選択が試験の結果に影響する。試験期間が短く複数回処理の影響を評価しにくいことがある。

(2) 野外試験

野外試験の目的は、室内試験や半野外試験で明らかになった薬剤の影響を確認又は排除することにある。野外試験では長期試験や殺菌剤を含む複数回散布の影響、単一種と複数種の影響等も調査する。最も実態に近い試験ができるが、試験区の設定によっては全体像を把握できないこともある。試験場所の気象や生物により影響されるので、EC加盟各国の登録を満たすには、条件の異なる複数の圃場で試験を行う。

1) 試験生物

野外生物が生息する作物や土壌に直接処理する。生物的防除が実施されているところでは試験期間中、防除素材を補給する。IGR剤では幼若期から成虫期まで調査する。

2) 試験場所

試験薬剤の使用法に基づき実際的なワーストケースを反映し、主要動物が生息し、反復可能な場所を選定する。試験区の大きさは試験構成と試験生物により決定する。

3) 処理法

薬剤は最高濃度と最多散布回数で処理し、対照薬剤と水処理区を設定する。

4) サンプリング

処理前の個体群トレンドを観察し処理効果を定量化したり、処理の影響期間を定量化するためにサンプリング頻度を多くする。試験区の中央からサンプリングし、散布むらや小

動物の移出入等の周辺効果を排除する。サンプリングでは幼若個体を含めたり、多数の種、被食者、寄主、高次寄生を調査する。種レベルで個体数の多い小動物を調査し統計処理する。4段階評価とするが、レンジは室内試験より厳しい。例) 死亡率25%未満(無影響)、25-50%(影響小)、51-75%(影響中)、75%以上(影響大)(Hassan, 1992)。

5) 野外試験の長所

空間的・時間的に複合種の実際の生態と行動を調査できる。とは言え実態を完全に反映できるわけではないので、季節毎に反復数を増やすことが必要である。

6) 野外試験の制約

野外試験は費用と労力がかかる。悪天候により左右される。多因子間相互作用が発生しデータは解釈しにくい。これらは対象生物が多い試験場所を選ぶことによりある程度回避できる。試験結果は薬剤が試験された実際的な最悪条件の代表であるので、結果の外挿は専門的な判断に委ねる。

4. 試験の原則

(1) 試験製剤

室内試験では多数の有効成分を逐一試験できないので、製剤を使用する。

1) 有効成分認可用試験

有効成分の認可用室内試験では標準生物2種と試験作物内生物2種に対する主要製剤試験が推奨されている。有効成分の非対象生物への影響は個々の製剤の実際の曝露試験により評価される。

2) 製剤認可用試験

上記試験で主要製剤が無影響であったら以後の試験は行わない。すでに評価された主要製剤とは別剤の影響について感受性生物を対

象に試験する。製剤の毒性をミツバチや天敵への試験データに基づきグループ分けする。同一毒性グループ内相互間で外挿可能なので、試験製剤数を減らす。特別の剤型の種子粉衣、ペレット、ベイト等は適切な試験生物であるクモとオサムシで試験する。残留物試験は同一成分含有量を有する剤型間の違いを見分けることができない。担体や不活性物質は直接散布では異なる作用を示すので、全面被覆散布は行ったほうがよい。室内試験で毒性の高かった製剤は野外試験、半野外試験を行う。

3) 混合剤

複数の有効成分を有する混合剤は室内で最初に試験する。しかし、過去の室内試験で1成分でも有害と判明している製剤は半野外試験、野外試験に移す。

(2) 薬剤の使用

1) 室内試験

試験生物の選定とは別に使用時期、場所、作型を考慮する。試験が適切な方法で最悪条件下で行われるならば、結果は同一種に限り欧州広域に適用できる。

2) 半野外試験

半野外試験は薬剤の使用範囲で現実的な最悪条件を組み込んで行われるので、場所や地域を考慮する必要はない。作型は試験生物により選定する。最悪条件には使用濃度内の最多曝露、試験生物の十分な活動を促す環境条件、試験生物の感受性の高い発育態の選択、土壌や作型による農薬の生物利用性等が関係する。

3) 野外試験

通常の施用法や使用時期、作型を考慮に入れ、試験生物に抵抗性の発達がなく、感受性の高い発育態が生息し、登録国の気象環境条件に合致する地域や場所を選定し、試験する。

(3) 薬剤の処理法

残留影響試験では農薬が2～3回散布される場合、最高濃度の2倍量散布で評価する。この散布で試験生物が影響を受けるならば1倍量の試験を考える。3回以上散布の場合、14日以内の散布間隔で評価する。複数回散布による累積残留による垂致死や影響増加が見込まれる場合は拡大試験や半野外試験、野外試験の追加試験で評価する。この試験例は果樹やぶどうでの殺菌剤施用や馬鈴薯のアブラムシ防除剤にみられる。残留影響期間の評価は4段階評価を行う。5日未満(短期残留)、5-15日(残留小)、16-30日(残留中)、30日以上(残留大)(Hassan, 1992)。

(4) 外挿

非対象生物に及ぼす農薬の影響は同一分類グループと同一栄養レベル、機能・生態的同一グループに外挿可能である。室内試験では行動生態が制限されるので、種間の外挿には同一ステージのみ可能である。半野外条件では行動が活発なので種間の外挿は室内試験より難しい。同種でも全く別に行動し薬剤接触量が異なり感受性が異なる。室内試験で無害とされた場合、野外の影響評価に外挿できる。しかし外挿に当たり体サイズ、生態、行動、系統の感受性、残留と散布等の試験方法、試験温度、餌の有無、特にIGR剤試験では発育態等々が薬剤接触量に関係することを十分考慮する。

5. リスク(危険度)評価と管理

(1) リスク評価

リスク評価にあたり以下の3条件を考慮する。

1) I P M未実施耕地内非対象生物

耕地内の生物は通常の農薬散布を含むプラ

ウ耕、収穫等の農作業により攪乱されるが、農薬の影響はできるだけ少なくするのが望ましい。

2) I P M実施耕地内天敵

I P M実施耕地では天敵小動物の自然制御能力を保全発揮させる。

3) 耕地外非対象生物

これらの生物は節足動物個体群の移出入、繁殖のための自然の宝庫となり、種の多様性を増大させ、ほかの非対象生物に生活資源を提供する。

以下の3項目を考慮することにより耕地内外の非対象生物へのリスクを軽減できる。

①耕地内有用生物は、最多薬量と散布回数の最多曝露を受け、有意な抵抗性生物はなく、分類上多様な生物が生息し、I P Mに有用な情報を提供可能で、標準試験法を採用でき、かつ大量なデータベースが存在する等々の理由によりリスク評価の指標生物として使える。

②リスクを大中小に分類し特別な使用制限を銘記したラベルを表示する。

③I P M計画での使用の可能性を表示する。

(2) リスク管理

1) ラベル表示によるリスク管理

農薬のラベルには適用害虫と使用方法のほかリスクの大中小の分類、非対象生物の分類、作物の分類、作物内外の生物を保護するための使用規制、I P Mへの適用性等が記載されているので、リスク管理へ応用する。

2) 耕地外リスク管理

- ・最高濃度で試験されリスク小と評価された農薬には追加試験は不要である。リスク中と評価された薬剤も追加試験は必要ない。

- ・耕地外非対象生物へのリスクが低いことが必要である。

- ・耕地内無散布緩衝帯の設置等のリスク管理

技術は薬剤毎に採用する。

(3) 欧州作物保護機構/評議会によるリスク評価計画案

1) 欧州作物保護機構/評議会で提案されたリスク評価計画案は個々の試験生物の閾値が設定されないまま受け入れられているが、将来試験生物の個体群動態、種より広い分類群への外挿、複数回散布の影響等を考慮し閾値を設定する。この点について野外情報を組み合わせたコンピューターモデリングが重要になる。非対象生物別の閾値設定にあたり指針を考慮する。

2) 修正提案

欧州作物保護機構/評議会提案の評価計画はリスク評価基準として使用できるが、将来、耕地外非対象生物を考慮した修正が必要である。

III. おわりに

欧州ではこれまでに最初に述べた6カ国が農業の登録、選定にあたり天敵への影響評価を実施することを決め、1997年3月までにEU加盟国で実施するようになるとみられている。今後は本報で概説した基準案に沿った推薦試験生物の試験法の確立、連続段階試験での死亡率、亜致死率の種特異的な基準値の設定、作物毎の野外試験法の確立、非対象生物の農業の利用可能性の評価、複数回散布剤の野外試験データの再検討法等が必要とされている。

わが国では天敵に及ぼす農業の影響評価は一部自発的に行われているが、将来統一試験法の作成とそれによる試験及び公表が必要となる時期がくると思われる。

参考文献

Bartlett, K. L., N. Grandy, E. G. Harrison, S. Hassan, and P. Omen (1994) Guidance document on regulatory testing procedures for pesticides with non-target arthropods. SETAC-Europe. pp. 51

Biglar, F. (1996) IOBC Newsletter 63:p. 2

Croft, B. A. (1990) Arthropod biological control agents and pesticides. Jhon Wiley & Sons, Inc. New York. pp. 723

Hassan, S. A. (1985) Standard methods to test the side-effects of pesticides on natural enemies on insects and mites developed by the IOBC/WPRS working group 'Pesticide and biological organisms' Bull. OEPP/EPP0 15:214-255.

Hassan, S. A. (1992) Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial organisms: Description of test methods. IOBC/WPRS Bulletin 1992/XV/3, pp. 186.

Hassan, S. A. and P. Forster (1995) J. d'information sur les auxiliaires entomophages, Valence 15 november 39-47.

Jepson, P. C. (1989) Pesticides and non-target invertebrates. Intercept, Dorset, UK. pp. 240.

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 内藤 篤)
 〒 156
 東京都世田谷区桜丘1丁目1番1号
 TEL 03-5477-2565
 FAX 03-5477-2634