関西自然保護機構会報 *21*（*1*）：*43－52, 1999*

外来天敵の導入を巡る諸問題

埼玉県園芸試験場　根　本　　久

CURRENT STATUS AND PROBLEMS OF EXOTIC MACRO-BIOLOGICAL AGENTS INTRODUCED IN JAPAN

Hisashi Nemoto *Saitama Horticrutural Experiment Station*

はじめに

日本は，単位面積当たりの農薬使用量は世界有数であるにもかかわらず，EU または米国といった先進工業国のような農薬規制の方向性を示せずにいる。1980 年代に，EU では農業を主要因とする環境汚染が，アメリカでは農薬の人間への健康リスクが問題になった。そのため，それらの原因を減らす方向へ農業の技術開発が進んでいる（根本，1995；根本，1997b）。

図 1 はドイツのレッドデータにリストされたシダ及び顕花植物について，減少要因を土地利用・産業部門別に集計したものであるが（Unweltbundesamt, 1989），農業及び林業を含む「農業的土地利用」が種の減少の要因として大きいことが明らかである。種の数を減らす直接の原因は，生息空間の破壊，富栄養化による栄養特異種（貧栄養に適合した種）の減少，投入化学物質が直接原因となった個体の殺りく，化学物質や金属による亜致死効果，外来生物の導入または侵入に伴う寄生虫や病原体のまん延またはそれ自体の侵入，などである（根本，1997b）。

日本の農薬や化学肥料の投入量は，単位面積当たりではアジア最大である。大量の食糧輸入国であるにもかかわらず，世界で使われる農薬の 1 割以上を消費している。イネでの農薬使用量は 90 %以上をアジアが占めるが，農薬投入金額は単位面積当たりで日本はアジア最大で（図 2），世界の

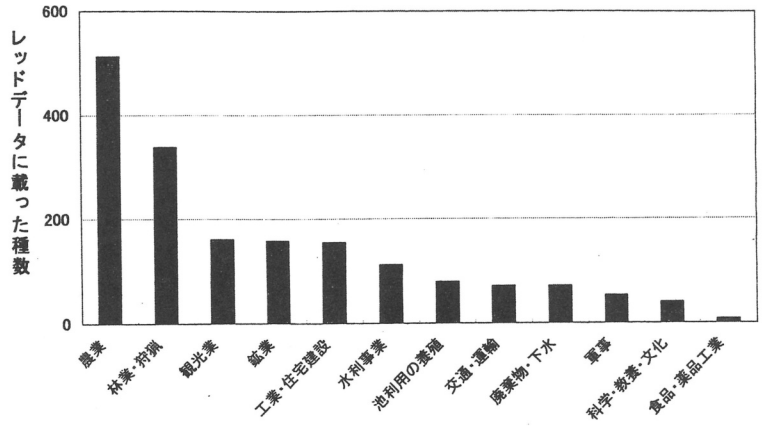


図 1　在来植物を絶滅の危機に追いやる要因（Umweltbundesamt, 1989 を改変）.

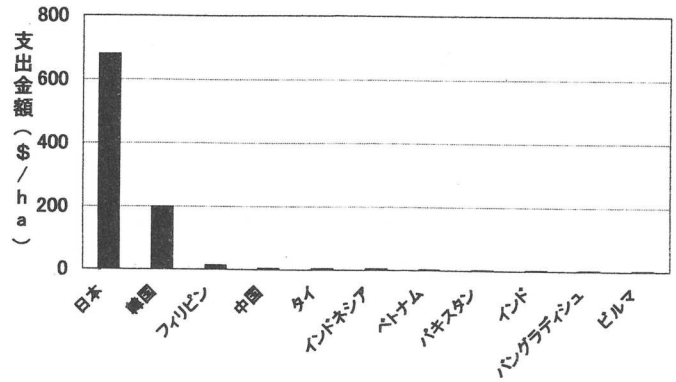


図2　稲での単位面積当たりの農薬支出金額（Woodbury, 1990 から作成）.

表1　農薬の多回使用の問題点（A. K. Raheja, 1995 から作成）.

1．生産コストの増大
2．害虫の生態的な変化
3．生物多様性の喪失
4．遺伝資源の枯渇
5．環境及び健康へのインパクト
6．抵抗性害虫及びそのリサージェンス*の発生

* 殺虫剤の散布後に散布前よりも害虫が増えてしまう現象.

イネ生産国で使われる農薬の半分以上を日本一国で消費している（1995 年の金額ベースのデータ：Raheja, 1995）。我々には，化学物質のリスクの程度を検証すると共に，そのリスクの回避策を提示する事が求められている。農薬の中には内分泌攪乱化学物質とされているものが多数有り人畜への影響が懸念されているが（井口，1998；森，1998），それらの中には害虫である昆虫やダニ類の個体数を増やしてしまうものもある（根本，1998d）。農薬の多回使用による問題点を整理すると，表1のようで，健康の維持，環境保全，地球資源の保持といった面から，農薬の使用を削減することが必要である。

欧米各国では天敵を組み込んだ総合的害虫管理（IPM）は薬剤を減らす有力な手段になっている。天敵利用には化学合成農薬のような長所はないものの，自国の環境や国民の健康への要求面では概ね優れている。しかし，日本の農家の多くは農薬以外の防除手段の選択の幅がきわめて狭い。その原因として，天敵利用を進めるための各種環境が整っていない事があげられ（根本，1997a），最大の問題は法律の整備が遅れていることである。

外来天敵のインパクト

1887 年にオーストラリアから米国カリフォルニア州に侵入したカンキツの大害虫であるイセリアカイガラムシを防除するため，ニュージランドからイセリアカイガラムシの捕食性天敵ベダリアテントウが導入された。ベダリアテントウは新天地カリフォルニアに定着しイセリアカイガラムシを駆逐したため，絶滅の危機に瀕していたカリホルニアの柑橘栽培を救ったことは有名である（根本，1995）。カンキツの経済的被害水準以上だったカイガラムシはベダリアテントウ導入後，経済的被害水準以下の平衡レベルで安定した。このことをきっかけに，天敵の力が評価された。

Howarth（1991）は，接種永続利用の目的で外来天敵を導入した場合に，標的外の生物へ悪影響の可能性を警告した。1936 年にハワイに持ち込まれたアフリカマイマイ防除のためにヤマヒタチ

表2 Howarthらの報告による有害生物防除のための導入天敵の永続的利用で非標的生物が絶滅寸前または絶滅に追いやられたとする主要事例（Howarth, 1991及び広瀬,1994を改変）.

導入天敵		防除をしたい標的生物	導入地	悪影響受けたといわれる非標的生物
種名	類別			
ヤドリバエの一種	寄生性昆虫	マダラガの一種	フィジー	マダラガの一種
ヤドリバエの一種	寄生性昆虫	ミナミアオカメムシ	ハワイ	カメムシの一種
クロタマゴバチの一種	寄生性昆虫	ミナミアオカメムシ	ハワイ	カメムシの一種
カダヤシ	捕食性魚類	カ　類	ハワイ	トンボの一種
ヤマヒタチオビガイ	捕食性貝類	アフリカマイマイ	ハワイ	マイマイの一種
ヤマヒタチオビガイ	捕食性貝類	アフリカマイマイ	モーリア（仏領ポリネシア）	Partula属マイマイ7種
ウイルスの一種	病原ウイルス	アナウサギ	イギリス	シジミチョウの一種

オビガイを導入したところ，同種はハワイ原産のシイノミマイマイ類を攻撃し，その内の幾種かは絶滅してしまったという。さらに，Howarth（1991）は，ハワイでの天敵利用事例を詳細に検討し，ハワイだけでなくフィジーやモーリア島のような大陸から遠く離れた大洋島で，害虫防除のために導入した天敵が貴重な土着種を駆逐して，絶滅または絶滅の危機に追いやっていると指摘した（表2)。そうした報告の多くはハワイやフィジー等大陸から離れた亜熱帯又は熱帯地域の大洋島へ外来天敵を導入した際のものがほとんどであるという（広瀬，1994)。

しかし，Howarth（1991）の意見に対しては，異論もある。ハワイでは永続的生物防除の歴史は100年以上有あるが，非標的生物へのインパクトは必ずしも明確ではないという（Funasaki et. al., 1988)。ところで，Elton（1958）によると，人間が持ち込んだネズミもシイノミマイマイをかなり攻撃したらしい。このように，導入天敵のみが土着生物を絶滅に追い込んだという確たる証明は極少ない。多くの場合，昆虫は脊椎動物とは異なりより限られた餌範囲を持ち，捕食寄生者のような種特異性が高い昆虫は，捕食性脊椎動物の導入と比較して，導入された昆虫が土着の動物相を危険にさらす傾向は希である（Harris，1990)。表3に非土着動物が生態系に悪影響を与えた事例を示すが，ほ乳類，鳥類，は虫類，魚類，貝類の悪影響の事例が多い。また，アメリカザリガニなどの，大型の捕食性節足動物も問題となる生物の一つである。

昆虫やダニなどといった害虫防除のため使われる外来天敵は欧米の天敵販売会社または公的機関による天敵利用の歴史が長いが，寄主または餌となる食性の範囲が狭い天敵が選ばれ，全く問題を生じていないという（van Lenteren，1995)。餌範囲の広い広食性天敵でも，カブリダニのように小さなものでは問題を生じていない。天敵昆虫の中で比較的大型のテントウ類は，問題を生じる場合があると言われる（Lenteren, J. C., 私信)。ヒメハナカメムシは多食性で日本では問題ありとの意見があるが，「野生生物および田園法」で外来生物の導入が規制されているイギリスでは，外来のヒメハナカメムシの導入が許可されている。現在のところ，外来天敵昆虫等は適切な導入管理が行われれば問題は生じないとの意見が大勢である。1996年にイタリア・フィレンツェで開かれた国際昆虫学会での“導入天敵のリスクに関するシンポジュウム”（議長F. G. Howarth）では，慎重に検討された天敵のリスクは大きくはなく，慎重に吟味した上で積極的に導入すべきとの意見が多

表3　侵入または人為的に持ち込まれた動物のインパクトの報告例(根本, 1999a を改変).

導入または侵入種		標的生物	導入または侵入地	悪影響受けた非標的または土着生物
種　名	類　別			
ラット	雑食性ほ乳類	―――	ガラパゴス	齧歯類, ゾウガメ
ネズミ	雑食性ほ乳類	―――	ハワイ	数種のマイマイ
マングース	肉食性ほ乳類	ネズミ	ジャマイカ	鳥, トカゲ, ヘビ, カメなどの卵等
イタチ	肉食性ほ乳類	ウサギ	ニュージーランド	鳥
ノブタ	雑食性ほ乳類	―――	ガラパゴス	イグアナ, ゾウガメ, ミドリガメの卵
メンフクロウ	肉食性鳥類	ラット	ハワイ	ミズナギドリ, アジサシ
Brown tree snake	肉食性は虫類	―――	ハワイ	鳥
ウシガエル	肉食性は虫類	―――	ハワイ	土着のカエル
バス	肉食性魚類	―――	ハワイ, パナマ	魚類
カダヤシ	肉食性魚類	カ　類	ハワイ	トンボの一種
ナイルパーチ	肉食性魚類	―――	ビクトリア湖	魚類
ヤツメウナギ	肉食性魚類	―――	ミシガン湖	魚類
ヤマヒタチオビガイ	肉食性貝類	アフリカマイマイ	ハワイ	シイノミマイマイ
マイマイの一種	肉食性貝類	アフリカマイマイ	モーリア	マイマイ7種

表4　節足動物の生物的防除のため導入された天敵 (van Lenteren, 1997).

	導入数	定着例	関係天敵	標的害虫
全世界(全て永続的利用)	4800	1450	570	300
ヨーロッパ			134	45
接種永続的利用			90	30
接種単年利用及び大量放飼			39	19

かった。

生物的防除のために外来昆虫またはダニ類天敵の導入後, その天敵の土着動物相への影響を評価するためのプロジェクト研究がオーストラリア, ニュージーランド, カリフォルニアで行われているが, 否定的なデータはでていない。国際生物的防除研究所 (IIBC) は, 全ての昆虫生物的防除プロジェクトについて総合的な分析を行ったが, こちらでも悪影響を示す事例は見つかっていない (van Lenteren, 1995)。

ヨーロッパへの天敵の導入規制

害虫の永続的な生物的防除のために導入されたダニ及び昆虫天敵の数は全世界で, 4800 種で, その内, 定着例は 1,450 種で, 防除が成功したのは 570 種だという (表4) (van Lenteren, 1995)。ヨーロッパでは 134 種の天敵が 45 種の害虫を対象に使われている。約 90 種は永続的利用, 39 種は商業的な利用である。ヨーロッパで慎重に選択され, 輸入され, 放飼された天敵素材 (ダニ及び昆虫天敵を含む) は, 100 種を越えるにもかかわらず, 環境に悪影響を与えることはなかった。それとは対照的に, 昆虫以外の動物では, 鳥やヒキガエルといった広食性脊椎動物及びカタツムリ天敵の導入は, 意図的であろうと意図的でなかろうと, 環境に対する否定的な結果をもたらすことが多かった (表3)。一般に, 生物的防除素材は, 1

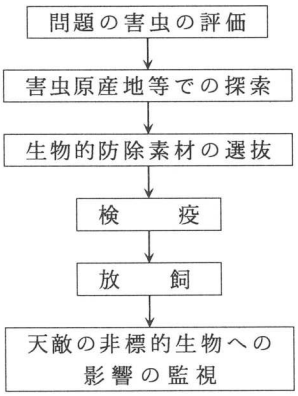


図3　外来天敵の導入手順（Waage and Barlow, 1993から作成）.

または2，3の食植性の種（多くは害虫）のみを攻撃する天敵を選抜する。商品として取り引きされる天敵資材の多くは，このような吟味が既に行われているものが，販売されている。

商品化される前の素材としての天敵の輸入と放飼はどのような手順をふんでいるのだろうか。イギリスの国際生物的防除研究所（IIBC）による，天敵導入の手順を示す（図3）。IIBCはFAO（国際農業食料機関）の「生物的防除素材の輸入及び放飼に関する規約」作りでは中心的な役割を果たしている。天敵の導入は，主に経験的な活動であり，生物的防除に従事する者の知識と洞察に依存している。天敵の導入前の評価には科学的なアプローチが支持されていて，そのアプローチは（1）効率的な天敵を選択する洞察力を会得し，（2）調査コストを減らし，（3）輸入の危険を無くすといった目的で適用される。

具体的には図3に示すように，天敵利用に先立って対象害虫の被害の評価を行なう。同時に，害虫の同定や原産地の推定が行われる。そして，原産地での害虫の生態学的な情報等が集められ，リスクが大きな害虫なのかどうかをまず判断する。外来害虫であっても，侵入された国でのリスクが大きくない場合は，天敵の導入は支持されない。植食性の侵入害虫のリスクとしては，その餌となる植物にダメージを与えるばかりでなく，同じようにその植物を餌としてきた他の植食性の生物に大きな影響を与える。それらの害虫を防除するために使われる農薬の影響も無視できない。問題の把握がすむと，害虫原産地での天敵の探索が行われる。天敵の評価は，他の生物に与える影響等が審査される。広範囲の生物を餌とする広食性天敵よりも，特定の生物を餌にする単食性またはその範囲が狭い狭食性の天敵の方が天敵としてのリスクは少ない。野外で探索，採集，選抜され，導入された天敵は，隔離施設でその病原微生物，高次寄生者，植物病原菌等をチェックするため隔離施設に収容される（根本，1995）。

ヨーロッパ域内で市販されている天敵資材（製品化された天敵のうち微生物等を除いたもの）については，製品化される前の試験段階でこのような措置がとられている。こうして，リスクが少ないことを確認した上で，天敵を放す作業が行われる。さらに，放飼後の結果の監視を行う。効果の不足や何らかの危険（ハザード）などが出ていないか調査する。現在のところ，ヨーロッパで市販されている天敵の大きなハザードは報告されていない。

オーストリア，スイス，スウェーデンとハンガリーを除いたヨーロッパ諸国（多くのEU諸国）は，ダニ，昆虫及び線虫といったマクロ生物の天敵資材に農薬登録を要求していない（van Lenteren, 1995）。オーストリアは天敵資材の登録が必要で，登録にデータが要求されている。スイスには細かな規定が無く，審査はケース・バイ・ケースで行われている。ハンガリーは，植物保護法により登録が必要とされているが，厳密にはまだ実施されない。スウェーデンでは登録料金が高く，マイナー害虫やマイナー作物での利用は不可能であるという。EUでの農薬登録制度を規定し

ている理事会指令 91/414/EEC では，マクロ天敵の規制は免除されている。一般に，ヨーロッパでは天敵資材は，微生物資材と比較して，登録規制は緩やかである。微生物資材の登録要求は，人畜に対する毒性や環境影響を回避するために必要とされる。イギリス，ドイツ，デンマークでは，外国産の天敵を輸入・放飼する場合に，これを制限できる法律が既に用意されている。イギリスでは外来天敵を含む非土着種の放飼は「野生生物・田園法」で規制されており，放飼のためには環境局（the Department of the Environment）の許可証が必要である。ドイツでもイギリスと同様の処置が必要のようである。また，デンマークでは生物的防除資材を含む国外生物の放飼は禁止されている（van Lenteren, 1995）。IIBC の動植物検疫局の植物保護や検疫の部門では，外来天敵を海外の諸国に導入する場合は，導入前に危険度の査定を厳密に行っているという（Zethner, 1995）。このような国毎の措置は，食糧の自給など農産物の輸出入やその国の生物多様性の保全といった面から，総合的に判断されていると思われる。

アメリカでの天敵の導入規制

米国では日本の農林水産省植物防疫課（植物防疫所）に相当する農務省動植物検疫局（APHIS, USDA）が管轄する。APHIS は，米国植物保護法（FPPA），米国有害雑草法（FNWA），植物防疫法（PQA）により権限を与えられている検疫機関である。APHIS は未許可の節足動物を含む植物害虫，植物病原体，ベクター，有害雑草，これらの生物が隠れていると考えられる物品の輸入及び移動を制限するか，さもなくば禁止する。生きた害虫を輸入したり，各州間でそれらを輸送する場合も許可を得なければならない。天敵はもちろん，土着生物（天敵を含む）であっても環境中への投入目的の大量増殖生物や遺伝子組み替え生物は APHIS の許可が必要である。APHIS は，許可の決断前に，予想された利益に対して慎重に危険性について評価する（根本, 1998c）。

しかし，有益な天敵までも規制したのではかえって弊害が出てしまうため，許可を迅速に行う生物リストを公表している。すなわち，①植食性害虫の生物的防除に使用される昆虫，ダニ及び線虫類，②雑草の生物的防除のための昆虫，ダニ及び線虫，③植物への危険度が低い害虫，④生物的防除素材（天敵資材等を含む）の餌又は寄主となるダニや昆虫のリストである。このリストは，米国で一般に発送されたり，商用または大学や政府によって実施されるプロジェクトのため放虫される生物的防除素材から成る。既に環境への影響がないことが判っているか，環境影響評価説明書（EIS）が有るか，または，危険の無いことが明らかな（FONSI）環境評価書（EA）がある場合に，飼育虫の州間の移動許可証（最高 10 年有効）を発行する。それには以下の条件がついている。すなわち，① その生物は，北アメリカ域内の飼育施設からのものであること，② その生物は，ほ場で集められたものではない。③ 土着の寄主または植物材料が積荷の中にある場合，これらの混入物は，その許可申請書で確認されていなければならないことである。ここでハワイ，アラスカ，プエルトリコ，グアム，マリアナ諸島は除外されている。ハワイでは農業政策委員会が判断していて，寄主特異性など選択性の高い天敵が導入されるようになってきている。1890 年から 1985 年の間に 697 種の天敵が放飼され，その内 243 種が定着した。定着した種の内 157 種は選択的で，33 種が完全な非選択性の天敵であった。しかし，そのインパクトは必ずしもはっきりしていない（Funasaki ら, 1988）。リスクが未知の天敵の導入も有り，天敵のリスクを評価するために天敵を隔離できる

検疫施設も備えていて，米国ではリスクの無い天敵を積極的に導入しようとしている。(根本，1998c)。

FAOによる外来天敵導入規約

現在の天敵利用は，①低開発国での天敵利用と②先進開発国での天敵利用の二つに分けられる。低開発国での天敵利用は先進国の国際援助，当該国政府及びプランテーション事業者等が中心になっているのに対し，先進国での天敵利用は，公的機関，大学及び天敵の販売業者等が中心である。1995年11月に，FAO（国際農業食料機関）の総会で，「外来の生物的防除素材の輸入と放飼にかかる取り扱い規約（以下，「外来天敵導入規約」と略す）」が承認された。この「外来天敵導入規約」は，FAO（国際農業食料機関）により既に制定されている農薬の国際取引をルール化した規約である「農薬の流通と利用に関する取り扱いの国際規約」(1990) を元に作成された。その取り決めの中では，人間の健康や環境を保護するための農薬を輸出する際に，輸入しようとする国に対し「インフォームド・コンセント」（農薬の各種情報が与えられた上で同意・決定する権利）を保証している。「外来天敵導入規約」にも同様な思想が取り入れられている。

「外来天敵導入規約」は，植物検疫処置に関する国際基準として制定され，序文と9条の条文からなる。序文では適用範囲と用語の定義が記されている。ここで「生物農薬（Biological pesticide (biopesticide)）」の定義は，日本で使われている，「生物農薬」の定義とは異なるので注意が必要である。規約の対象は，研究用，生物的防除や生物農薬として使用される自己複製可能な外来の生物的防除素材の輸入に関するものである。生きた天敵は含まれるが，微生物が生産する毒素製剤などは含まれない。これは，「農薬の流通と利用に関する取り扱いの国際規約」の範疇に入る。伝子組み換え生物も対象外であるが，必要が有れば対象に含むことができるようになっている。

FAOの「害来の生物的防除素材の輸入と放飼にかかる取り扱い規約」に対する，IIBCの技術指針を丹念に読んでみると，ねらいは商業的な天敵資材の規制とは別のところにあるように思われ，天敵原産国の同意という項目を見つけることもできる（根本，1999b)。FAOの「外来天敵導入規約」は，生物的防除素材の安全な輸入と放飼を保証し，無責任な行動を避け，生物的な害虫防除の信頼性を促進し，国家の規則または法律の採用の根拠を提供するためのもので，天敵利用を円滑に進めるためのものととらえることができる。

日本の対応と問題点

導入生物の生態系へのリスク評価ができないことが日本の問題であったが（根本，1997a)，1999年3月に環境庁による「天敵農薬に係る環境影響評価ガイドライン」が制定されて，販売されるマクロ天敵（微生物と区別する対語）に対するチェック体制が整いつつある（環境庁水質保全局，1999)。このガイドラインの適用範囲を見ると，農薬として販売されるマクロ天敵はこのガイドラインの対象となるが，販売しないものについてはこのガイドラインでは対処できなかったり（多くの古典的生物防除はこれに入る)，衛生害虫を対象に販売される導入マクロ天敵はこのガイドラインで対処できず，その上，大学及び国などの公的研究機関が外国から導入するマクロ天敵も対象外であり問題が残る。前出の米国のAPHISが行う規制は，商用または大学及び政府によって放虫される全ての生物的防除素材や天敵資材を含むし，EUが取り入れているFAOの「外来天敵導入規約」でも

表5　日米欧の天敵資材または素材に対する制度の違い（根本, 1998bを改変）.

項　目	米　国	EU*	日　本
1. 輸入時の審査の要・不要	要	要	要**
土着生物に対する影響評価の規定	有り	有り	有り***
農作物に対する安全審査	有り	有り	有り**
2. 国内(州間等)の移動時の許可の要・不要	要	不要	不要
土着生物に対する影響評価の規定	有り	不要	無し
3. 天敵に対する農薬登録	不要	不要	要
土着生物に対する影響評価の規定	無し	無し	制度としてはないが要求
農作物に対する安全審査	無し	無し	要求

*　一部の国を除く.

**　植物防疫法（作物に害があるときにのみ規制できる）.

***「天敵農薬に係る環境影響評価ガイドラインー」：農薬として登録しようとするマクロ天敵のみに適用.

大学や政府機関によって放虫される全ての生きた天敵を含み，欧米の対応とかなり異なる（表5）。

環境庁による「天敵農薬に係る環境影響評価ガイドライン」の国境措置の根拠法令は「植物防疫法」であるため，農産物に悪影響が認められる場合以外は阻止できない。もう一つの，根拠法令「農薬取締法」は農薬として登録・販売する場合に働く法律であるため，国境措置の手段としては有効でない。農薬登録するためには，それぞれの天敵ごとに国内で対象作物及び対象害虫に対して，2年間で6点以上の有効な試験結果のデータが求められる。もし仮に，当該の導入天敵が生態系への悪影響の強いものであった場合を想定するとどうだろうか？審査にかける前に試験データをそろえなければならないので，その天敵は国内で放飼・試験される。審査の段階になって悪影響が分かっても遅いと思われる。つまり，国境措置としては有効でない。

日本では海外から採集して持ち込まれる天敵は，大学や政府機関等が野外で探索，採集，選抜して導入するものがほとんどである。それらは，国内の生物に対する影響の程度も不明であるばかりでなく，病原微生物，高次寄生者，植物病原菌等が存在する可能性もある。そのまま国内に持ち込まれたときには大きな悪影響を日本の生態系に与える可能性が高い。クリタマバチの導入天敵であるチュウゴクオナガコバチは在来のクリマモリオナガコバチと交雑して後世代を作ることが議論されているが（村上，1997），これも大学，政府，公的機関が中心に行ったものであった。「天敵農薬に係る環境影響評価ガイドライン」は一歩前進とはいうものの，販売されるマクロ天敵である「天敵農薬」のみを規制対象にしていて，本来その規制の対象にすべき大学や政府機関等が導入する天敵を除外している。FAOの「外来天敵導入規約」や米国APHISの規制は，いかなる機関が実施しようとするものであっても，全ての導入天敵に国境措置を施しているのとは対照的である。

国内の移動についても検討してみたい。Howarth（1991）が指摘した外来天敵の導入による標的外の生物へ悪影響の事例は，問題があるとは言うものの，何れも大洋島の事例である。国内で同様な事例を想定すると，小笠原諸島や西表島を含む南西諸島等へのその地域外の生物の導入

またはその逆の事例については慎重に対処する必要があると筆者は考える。しかし，環境庁のガイドラインは，このようなことを想定しておらず，そうした地域への外来天敵の導入を規制できない。これも，米国の規制と大きな違いで問題だと思われる。こうしたことから，日本の環境を保全しようとしている環境庁が作った今回のガイドラインはFAOの「外来天敵導入規約」や米国APHISが行う規制と比較して見劣りする。

環境庁は，はじめに紹介した農薬を含む化学物質のリスク回避策を，自国民や世界に提示できていない。導入天敵を始めとする生物的防除素材（天敵資材を含む）は農薬を削減する手段として世界各地で取り入れられている。しかし，マクロ天敵は農薬と比較して格段にリスクが少ないものの全くないわけではない。今回は触れなかったが土着天敵であっても大量に増殖して野外に放飼する場合にもリスクが生じる。天敵のリスクを回避しながら，化学物質のもっと大きなリスクを回避するためにはどうしたらよいのかもっと議論されることを望む。その上で，天敵ばかりでなくあらゆる生物の導入を視野に入れた環境保全を正面に据えた法律の整備が望まれる。

引用文献

Elton, C.S. 1958. 侵略の生態学,（川那部浩哉,大沢秀行, 安部琢哉訳. 1971）, 223pp. 思索社, 東京.

FAO. 1990. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides, 34pp. FAO, Rome.

————. 1995. International Standards for Phytosanitary Measures. Code of Conduct for the Import and Release of Exotic Biological Control Agents, 16pp. FAO, Rome.

Funasaki.G.Y., Lai, P.Y., L.M. Nakahara, J.W. Beardsley and Ota, A.K. 1988. A review of biological control introductions in Hawaii: 1890 to 1985. Proceedings of the Hawaiian Entomological Society 28 : 105－160.

Harris, P. 1990. Environmental impact of introduced biological control agents. In : Critical Issues in Biological Control (eds. Mackauer, M., Ehler, L.E. and Roland, J.), 289－300. Intercept, Andover (GB).

広瀬義躬. 1994. 天敵導入の生態系へのリスク. 農業技術, 49(4) : 145－149.

Howarth, F.G. 1991. Environmental impacts of classical biological control, Annu. Rev. Entomol. 36 : 485－509.

井口泰泉. 1998. 環境ホルモンの野生動物に対する影響. 環境毒性学会誌, 1(1) : 2－13.

環境庁水質保全局.1999. 天敵農薬環境影響調査検討会報告書－天敵農薬に係る環境影響評価ガイドライン. 46pp. 環境庁, 東京.

村上陽三. 1997. クリタマバチの天敵. 308pp. 九州大学出版会.

森　千里. 1998. 内分泌攪乱化学物質（環境ホルモン）の影響について. 関西自然保護機構会報, 20(2) : 91－94.

根本　久. 1995. 天敵利用と害虫管理. 181pp. 農山漁村文化協会, 東京.

————. 1997a. 世界の天敵利用1：日本での問題点. 農耕と園芸 11月号 : 162－164.

————. 1997b. 世界の天敵利用2：日本での問題点. 農耕と園芸 12月号 : 164－166.

————. 1998a. 世界の天敵利用4 ：ヨーロッパ（農薬を減らす努力）. 農耕と園芸2月号 : 170－172.

————. 1998b. 世界の天敵利用9 ：アメリカ

(環境ホルモンの問題). 農耕と園芸 7 月号 : 160－163.

————. 1998c. 世界の天敵利用 10 : アメリカ. 農耕と園芸 8 月号 : 178－180.

————. 1998d.「環境ホルモンの今」論考 : 環境ホルモンの昆虫類及びダニ類に対する影響. 関西自然保護機構会報, 20 : 95－98.

————. 1998a. 世界の天敵利用 16 : FAO による外来天敵の導入規制. 農耕と園芸 1 月号 : 164－166.

————. 1998b. 世界の天敵利用 15 : ヨーロッパでの外来天敵の利用. 農耕と園芸 2 月号 : 156－158.

Raheja, A. K. 1995. Practice of IPM in South and Southeast Asia. In : Integrated Pest Management in the Tropics (eds. Mengech, A. N., Saxena, K. N. and Gopalan, H.N.B.), 69－119, John Wiley & Sons, Chichester.

Unweltbundesamt, 1989. Daten zur Umwelt 1988/1989. 134pp. Unweltbundesamt, Berlin.

van Lenteren, J.C. 1997. Benefits and risks of intoroducing exotic macro-biological control agents into Europe. OEPP/EPPO Bulletin, 27 : 15－27.

Waage J. K. and N. D. Barlow. 1993. Decision tools for biological control. In : Decision Tools for Pest Management (eds. Norton, G.A. and Mumford, J.D.), 229－245. CAB International, Wallingford (GB).

Zethner, O. 1995. Practice of integrated pest management in tropical and sub－tropical Africa : an overview of two decades (1970－1990). In : Integrated Pest Management in the Tropics (eds. Mengech, A. N., Saxena, K. N. and Gopalan, H.N.B.), 1－67. John Wiley & Sons, Chichester.