

水稲、麦類の病害防除における技術変遷とその課題

(社)日本植物防疫協会 研究所 岩 野 正 敬

1. はじめに

「もはや戦後でない。」昭和 31 年度（1956）経済白書の結語である。このままゆけば、数百万人の餓死者がでると予測されたくらいに疲弊した敗戦から僅か 11 年後である。高度経済成長時代を迎える高揚した結語になっている。農村から若者がまず都会に移動し、次に新中学卒業生が集団就職列車に乗って移動して、高度経済成長を支える礎になった。私事になって恐縮だが、演者は 1958 年、新潟の某農業高校に入学した。裸足で行った田植え実習の休憩時間に、天皇陛下が長靴をはいて田植えをされたことが話題になり、収穫作業は腰をかがめて鋸鎌で行った。水田耕起・代掻きのために黒毛和牛を飼育している農家もあった。それから半世紀が経過した。現在の稲作技術を概観するとき、まさに隔世の感がある。

稲作技術激変の原因になったのは目覚ましい進歩を遂げた工業の発展であり、人手不足を補うに余りある機械、化学製品を農村に還元させた。このことは、病害の防除技術にも大きな変革をもたらした。本講演では、かつて水稲の三大病害と称されたいもち病、白葉枯病、紋枯病のうち、いもち病と白葉枯病を、麦類では赤かび病に焦点をあて防除技術の変遷を紹介し、今後の課題を考えてみたい。

2. イネいもち病

【機械移植栽培といもち病・種子伝染性病害】

機械移植栽培は 1970 年代半ばから始まった。それまでは、水苗代、畑苗代等で育苗が行われ、手で苗を取り、泥を落とした後、稲藁で結束し、水田に運び、一株、一株手で植えていた。稲藁は広範に利用される農業資材であったことから、いもち病被害藁が伝染源として重要な位置を占めていた。機械移植の箱育苗では床土が湛水状態にならず、播種密度が極めて高いこと、恒（高）温・高湿度に保持されることなどが原因になって、保菌刎に起因する苗いもちの発生が顕在化した。また、ごま葉枯病、ばか苗病の他に原因不明の障害が多く発生した。その原因究明がなされ、それまで重要視されてこなかった糸状菌、細菌によることが明らかにされた。これら種子伝染性病害に対して卓効を示す薬剤が次々と開発されたことが機械移植用苗の安定生産・供給に大きな貢献をし、また、本病の初期伝染源量の低下をもたらした。

【防除効果の高い薬剤の開発】

本病に対して高い防除効果を持つ薬剤が次々と開発されたことが、米の安定生産に大きな貢献をしたことは衆目の一致するところである。「今月の農薬」創刊号（1957 年 1 月号）の“病虫害防除の進歩と新稲作”に次のように書かれている。「水銀粉剤登場によって、いもち病の防除が的確にできるようになったので、今までは窒素の使用量は反当約三貫匁（一貫匁は約 3.75 kg）が限界であったものが、四貫匁位までは施すことができるようになった。すなわち窒素肥料の限界使用量が水銀剤の使用によって 1 貫匁位増え、反当 1 斗（約 24 kg）の増収になった。」

表 1 に本田期の防除剤に関するトピックを示した。1968 年に有機水銀剤の使用が中止になっても、それに

表1 いもち病防除薬剤（本田・育苗箱処理剤）の開発および関連事項

西暦	邦歴	事 項
1909	明治42	西ヶ原農事試でボルドー液の有効性を確認。
1923	大正12	長野、徳島等で石灰ボルドー液の試験開始。岡山県、鳥取県で圃場散布を実施。
1934	昭和 9	北大伊藤教授、北海道においていもち病総合防除実施（石灰ボルドー散布）。
1950	昭和25	高知農試で石灰混合有機水銀剤の卓効を確認。
1962	昭和37	抗生物質剤ブラストサイジン S 登録。
1965	昭和40	カスガマイシン剤登録。
1967	昭和42	IBP 剤（クタジン P）登録。水面施用剤としての粒剤は我が国で初めての登録。
1967	昭和42	EDDP 剤（ヒノザン）登録。
1968	昭和43	有機水銀剤の使用禁止。
1970	昭和45	フサライド剤（ラブサイド）登録。
1971	昭和46	山形県でカスガマイシン剤耐性菌の発生を確認。
1974	昭和49	プロベナゾール剤（オリゼメート）登録。
1974	昭和49	イソプロチオラン剤（フジワン）登録。
1981	昭和56	トリシクラゾール剤（ビーム）登録。
1985	昭和60	ピロキロン剤（コラトップ）登録。パック剤では初めての登録薬剤。
1991	平成 3	フェリムゾン剤（フサライド剤との混合剤で、ブラシン）登録。
1997	平成 9	カルプロバミド剤（ウィン）登録。長期持続型箱施用剤の登場。
1997	平成 9	徐放機能を持たせたプロベナゾール剤（Dr. オリゼ箱粒剤）登録。
1998	平成10	アシベンゾラル S メチル剤（バイオン）登録。
1998	平成10	アゾキシストロビン剤（アミスター）登録。
1998	平成10	メトミノストロビン剤（オリブライト）登録。
2000	平成12	ジシクロメット剤（デラウス）登録。
2000	平成12	フェノキサニル剤（アチーブ）登録。
2001	平成13	佐賀県のカルプロバミド剤箱施用圃場で葉いもち多発生確認。
2003	平成15	チアジニル剤（ブイゲット）登録。
2006	平成18	オリサストロビン剤（嵐）登録。

代わる新剤が次々と開発され、防除に支障をきたさなかったことがよくわかる。しかし、本病は気象病とでもいうべき性質を持っており低温、曇天で日照時間が少ない日が続く、降雨日の多い年には多発生している。1956 年以降、全国被害量が 40 万 t を超えた大発生年が 5 回ある。中でも、1993 年の異常気象年の被害量は約 60 万 t に及び、これは 2003 年の新潟県における生産量 59 万 t に匹敵する被害量であった。しかし、この年は、発生予察情報の活用、水田の見回りをこまめに行い、適期防除を行えば被害を殆ど生じさせないまでに技術力は向上していることを示した年でもあった。

育苗箱に薬剤を処理し、本田期の発病を抑えることができれば、省力化につながる。このため、機械移植栽培が普及しはじめた 1974 年にはやくもイソプロチオラン（フジワン）粒剤が登録されているが、効果の持続期間が短かったために広く普及するまでには至らなかった。本格的な長期持続型箱施用剤の登場と普及は 1997 年のカルプロバミド粒剤（ウィン）、徐放性を改良したプロベナゾール粒剤（Dr. オリゼ）から始まった。その数年前から、西南暖地ではウンカ類に卓効を示す長期持続型箱施用殺虫剤の使用が急激に伸びていたこともあり、これとの混合剤の使用が数年たらずして基幹的防除体系になり、また、関東以北のイネミズゾウムシ、イネドロオイムシ等の防除にも有効であったので、全国的に普及した。

【米あまりといもち病抵抗性品種】

いもち病の抵抗性は真性抵抗性と圃場抵抗性に大別される。真性抵抗性はイネがいもち病に侵されるか、否かの質的な抵抗性である。これに対して、圃場抵抗性は本病に侵されても、そこには程度差があり、発病

表2 1976年と2004年の全国うるち米品種別作付状況といもち病抵抗性（上位20品種）

【1976年（昭和51）年】						【2004年（平成16）年】					
順位	品 種 名	作付面積 (ha)	比率 (%)	葉	穂	順位	品 種 名	作付面積 (ha)	比率 (%)	葉	穂
1	日 本 晴	359,014	15.4	□	□	1	コシヒカリ	553,362	37.8	●	●
2	トヨニシキ	213,234	9.1	◎	◎	2	ひとめぼれ	152,253	10.4	■	□
3	コシヒカリ	167,143	7.2	●	●	3	ヒノヒカリ	147,207	10.0	■	■
4	ササニシキ	118,066	5.1	■	□	4	あきたこまち	128,746	8.8	■	■
5	キヨニシキ	109,335	4.7	○	□	5	キヌヒカリ	51,028	3.5	□	□
6	トドロキワセ	86,613	3.7	◎	◎	6	きらら 397*	48,682	3.3	■	○
7	レイメイ	81,896	3.5	◎	◎	7	は え ぬ き	43,616	3.0	□	□
8	ハウネンワセ	73,112	3.1	□	○	8	ほしのゆめ*	38,633	2.6	□	□
9	レイホウ	70,180	3.0	■	■	9	つがるろまん	23,965	1.6	○	○
10	イシカリ	69,540	3.0	○	○	10	ななつぼし	16,984	1.2	■	■
11	越路早生	57,381	2.5	□	●	11	ゆめあかり	14,596	1.0	□	□
12	中生新千本	50,548	2.2	□	□	12	ササニシキ	12,281	0.8	■	●
13	ゆうなみ	31,484	1.3	□	—	13	あいちのかおり	12,259	0.8	●	●
14	フジミノリ	29,906	1.3	◎	◎	14	夢 つ く し	11,826	0.8	●	■
15	ヤマホウシ	28,079	1.2	●	●	15	あさひの夢	11,602	0.8	□	◎
16	晴 々	27,590	1.2	◎	◎	16	日 本 晴	10,598	0.7	□	□
17	アケボノ	27,016	1.2	□	□	17	ハ ツ シ モ	9,658	0.7	—	●
18	ササミノリ	26,444	1.1	◎	—	18	ハナエチゼン	8,911	0.6	□	□
19	キタヒカリ	25,943	1.1	□	□	19	こしいぶき	7,641	0.5	□	□
20	ツクシバレ	25,379	1.1	●	■	20	祭 り 晴	6,387	0.4	○	◎
上位20品種面積		1,677,903	72.0			上位20品種面積		1,310,235	89.4		
全国作付面積合計		2,334,705	100.0			全国作付面積合計		1,465,602	100.0		

1) 作付面積・いもち病抵抗性は(独)農業・生物系特定産業技術研究機構作物研究所イネ品種データベース検索システムおよび水陸稲・麦類奨励品種特性表（1999）から作成。

2) 比率は全国の水稲全作付面積に対する作付比率。

3) 圃場抵抗性の程度：弱 ●，やや弱 ■，中 □，やや強 ○，強 ◎

*1998年度北海道農業研究成果情報では「きらら 397」・「ほしのゆめ」の葉いもち圃場抵抗性は「やや弱～弱」と評価されている。

の軽重で評価される抵抗性である。

1960年代後半から米の過剰傾向が始まり、減反（生産調整）政策が1970年から本格的に実施された。しかし、米の消費量は1961年をピークにして減り続け、全国水田の約1/3を生産調整田にしてもなお、米あまりの状態が続いている。米の増産時代には実用的な圃場抵抗性品種が多く育成、栽培されたが、この出番が少なくなり、現在は良食味の「コシヒカリ」とこれを系譜に持つ「ひとめぼれ」、「ヒノヒカリ」、「あきたこまち」等の品種が主力品種になっている。1976年と2004年の全国上位20品種の作付け状況といもち病抵抗性の関係を表2に示したが、前述のことを如実に示している表になっている。「コシヒカリ」に匹敵する食味といもち病抵抗性を兼ね備えた品種ができれば薬剤防除回数を削減した稲作が実現する。これに合致した品種として「まなむすめ」、「おきにいり」、「こいごころ」等が育成されている（東正昭、今月の農業43巻、1999）が、奨励品種に採用した県においても作付面積は僅かに留まっているのが現状である。

1960年代に入ってから、外国稲が持つ真性抵抗性遺伝子を導入した品種が次々と普及に移された。これで、我が国の稲作はいもち病の被害から解放されると期待された。しかし、この遺伝子の作用を無効にする

いもち病菌が出現して、数年のうちに罹病化し、激しく侵される事例が各地で生じた。真性抵抗性はこの遺伝子の作用を無効にするいもち病菌が存在しない限り、薬剤防除を必要としない高度の抵抗性を示す。そこで、主働抵抗性遺伝子だけが異なり、他の農業形質が同じ系統（BL 系統）を育成し、圃場に分布するいもち病菌のレースを調査して、BL 系統を最適な割合で混合し多系品種（マルチライン）として栽培する方法が提唱された。「ササニシキ」で最初に実用化され、2005 年から新潟県において「コシヒカリ」で栽培が始まっている。抵抗性品種を利用した新しい防除法として関心が集まっている。

【施肥量といもち病の関係】

本病の発生は施肥量の違いに大きな影響を受ける。とくに、【防除効果の高い薬剤の開発】の項で紹介したように窒素肥料の影響が大きい。米あまりの時代に入り食味と肥料に関係する研究が活発に行われ、玄米のタンパク質含量が高くなると食味が低下し、施肥時期との関係では実肥がタンパク質含量を増加させることもわかった。倒伏は品質低下の原因になり、コンバインによる収穫作業効率の著しい低下をもたらす。これらのことから、窒素肥量を減じた栽培が行われるようになった。一例をあげると、富山県では 1976 年の窒素施用量は成分量で 11.6 kg であったが、2005 年のそれは 8.7 kg である。窒素施用量の減少が、圃場抵抗性の弱い品種が主力になった現在でも、少発生年が続く一因になっていると考えられる。しかし、いったん異常気象に遭遇しても大丈夫であろうか。発生予察技術の高度化もさることながら、自分の水田は自分の目できめ細かく観察し、防除適期を見逃さない努力がこれまで以上に必要な時期に来ているのではないだろうか。

3. イネ白葉枯病

本病は水媒伝染性の細菌病害である。水媒伝染する病害としては他に黄化萎縮病がある。両病害の発生面積の推移を表 3 に示した。1965 年の全国水田面積は約 312 万 ha であった。これに対し白葉枯病発生面積は約 52 万 ha で発生面積率は約 16.7% である。一方、2003 年の水田面積は約 166 万 ha、本病発生面積は 1.6 万 ha、発生面積率は約 1% であり、恒常的な発生は湖沼周辺等の浸冠水しやすい低湿地水田に限られている。発病がその年の気象条件に大きな影響をうけることを考慮に入れても、発生面積は明らかに減少している。適用のある登録農薬は 3 剤あるが、専用剤はテクロフタラム水和剤（シラハゲン）だけであり、1960 年代前半に盛んに行われていた新規薬剤の開発は現在行われていない。

なぜ、このように激減したのであろうか。その原因について、山元 剛氏がまとめられているので（植物病理学事典 日本植物病理学会編、養賢堂、1995）、これをもとにして以下記述する。

減少原因①：機械移植栽培が普及した（従来の苗代育苗法では、サヤヌカグサ、エゾサヤヌカグサの宿主雑草の根で越冬した病原細菌が灌漑水中に流れ出し、苗代に到達することから感染の機会が多かった。しか

表 3 イネ白葉枯病および黄化萎縮病の発生面積の推移

（単位：ha）

西 暦 （ 邦 歴）	1970 （昭 45）	1975 （昭 50）	1980 （昭 55）	1985 （昭 60）	1990 （平 2）	1995 （平 7）	2000 （平 12）	2003 （平 15）
白 葉 枯 病	336,230	192,883	113,272	57,303	18,529	23,207	14,701	15,909
黄化萎縮病	11,451	4,650	2,290	3,117	3,716	5,943	565	627
作 付 面 積	2,836,000	2,719,000	2,350,000	2,318,000	2,055,000	2,106,000	1,763,000	1,660,000

資料：農薬要覧

し、箱育苗法では灌漑水に漬かることがないので感染の機会がなくなった)。②：水田の基盤整備が進行した(畦畔や古くからの用水路が掘り返され宿主雑草が激減した。水路がコンクリート化され、灌排水路の整備により圃場の浸冠水による感染の機会が少なくなった)。③：除草剤の普及によって、手取りによる除草作業がなくなった(病原細菌を含む露，雨滴等が作業者の衣服をぬらし，水田内歩行によって感染の媒介者となる機会が少なくなった)。④：圃場抵抗性品種の栽培面積が増加した(コシヒカリはある程度の圃場抵抗性を示し，激発することはない)。

黄化萎縮病の減少原因は上述の原因①と②により，イネ科雑草や麦類で越年した病原菌による感染の機会が激減したためと考えられる。白葉枯病と黄化萎縮病は特別な防除法の開発，防除薬剤の発達ではなく，栽培方法の変化によって減少した代表的な病害といえる。

4. 麦類赤かび病

本病は，我が国の麦類栽培で最も警戒が必要な病害である。発生は年次変動の大きいのが特長で(表4)，開花期以降降雨が多い年に多発生し，収量に大打撃を与える。麦類の主要生産国である欧米でも気象変動によって1990年代初頭から多発生するようになった。これが契機となり，穀粒中に蓄積されるマイコトキシンが，食品の安全性の観点からも大きな問題になった。マイコトキシンの中でもデオキシニバレノール(DON)とニバレノール(NIV)が重要であり，国際食品規格(Codex)委員会においてDONのリスク管理に関する議論が進められている中，2002年に厚生労働省が小麦のDONに関する暫定基準値を1.1ppmに設定した。更に，2003年産麦より農産物規格規定が改定され，赤かび病被害粒の混入率が0.0%(正確には0.05%)以上は規格外となる極めて厳しい検査規格になった。大半を輸入に依存する小麦・大麦の生産拡大は国の重要施策であり，本病防除とマイコトキシンの産生制御はそれに大きく貢献する。行政サイドからみた麦類のDONに係る調査研究課題(榊 浩之，冬作物研究第2号：1-5，2002)と(独)九州沖縄農業研究センターを拠点とする赤かび病研究チームの研究を紹介し，今後の課題に代えたい。

表4 平成8～16年のムギ赤かび病による被害面積率(%)の推移

地 域	8 年	9 年	10 年	11 年	12 年	13 年	14 年	15 年	16 年
北海道	40.7	6.1	7.6	8.1	5.2	6.8	2.1	1.7	2.2
東 北	4.8	23.7	5.1	5.0	3.1	8.1	0.8	1.3	6.6
関東・東海・北陸	1.6	3.1	50.8	2.3	1.5	1.0	8.5	10.2	8.3
近畿・中国・四国	14.6	8.0	40.1	3.8	4.2	4.5	11.3	30.5	8.2
九 州	12.8	16.0	74.8	8.4	8.8	8.8	74.7	65.5	27.6

資料：農林水産省「4 麦の作柄および被害状況」(表作成：中島 隆)

5. 今後の水稻病害と麦類赤かび病の防除課題

2005年，農林水産省は総合的病害虫・雑草管理(IPM)の普及推進を重点施策に取り上げ，「実践指針」を公表した。ここでは，IPMとは「利用可能なすべての防除技術を経済性を考慮しつつ慎重に検討し，病害虫・雑草の発生増加を抑えるための適切な手段を講じるものである」としている。そしてIPM実践指標モデル(水稻)が提示された。米は我が国の主食であり，多くの病害虫防除技術が開発されてきた。これら技術を機能的に結びつけた防除体系の導入が今後の課題になる。また，いもち病の場合，とくに問題となるのは

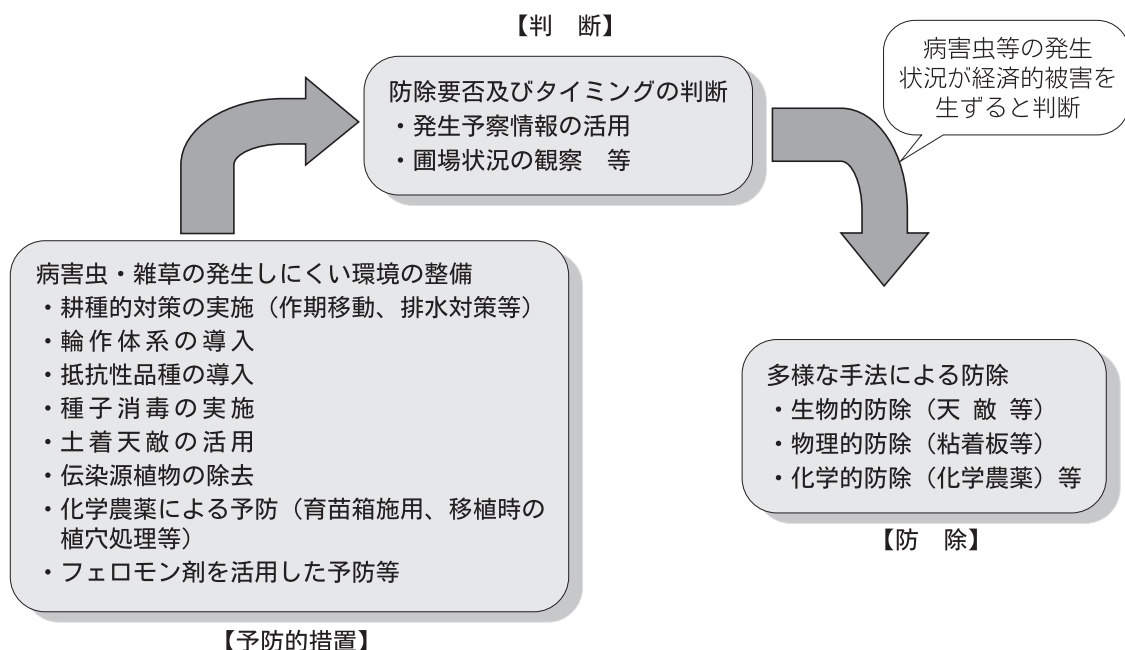


図1 総合的病虫害・雑草管理（IPM）の体系

図1に示した【判断】である。病原菌の増殖力は爆発的であるので、防除要否の判断が極めて重要になる。この点に関して更に研究を進め、生産者自身が簡易に判断できるシステムを構築する必要がある。

しかし、このことは以前から指摘されているが、非常に難しい課題である。水稻栽培は従事者の高齢化、米の消費減退が続く中で有史以来の困難な局面に立たされている。地球規模で穀類価格が暴騰し、東南アジア、アフリカでは暴動まで起きている今日、食料の大半を輸入に頼っている日本国民は栄養価が高く、健康にも良い米にもっと目を向けるべきでないのか。また、麦類の増産は自給率向上に係わる重要課題であり、そのために赤かび病の防除技術、とくに効果の高い薬剤の開発とマイコトキシン産生抑制技術の開発の果たす役割は非常に大きい。

作物保護と生物多様性に関する研究動向

(株)農林水産技術情報協会 平井 一 男

筆者は「第10回農作物病害虫フォーラム」において、OECDとFAOにより「農薬のリスク軽減とIPMのワークショップ」が1998年にスイスで開催され、IPMが何故普及しないのか、普及促進には何が必要なのか等が論議されたことを報告した（平井，2004）。

米国の参加者からはバレイショ、野菜等のIPM普及度測定法の実施例が示され、IPMの普及度測定と、不足している技術研究の加速が説かれたことを述べた。その後、米国ではIPMの現状について見直され、栽培面積の50%以上に環境保全型農業を普及させるという新たな提言が行われた（CAST, 2003）。

同じワークショップにおけるスイスの報告では、1970年代後半から欧州の生産者は災害や病害虫の少ない農地や優良品種の選定、環境保全型の肥培管理や病害虫・雑草管理、生物多様性の保全と利用、講習会への参加等を要件とする総合的な生産管理（IP総合生産：Integrated Production）を行うようになり、これを導入した「IP生産者」は補助金の交付対象になった（Boller *et al.*, 1998）。またスイスでは農地の数%に生態補償地域「エコ調整地」を設置し、天敵の保全と持続的活用を実施している生産者に対し直接支払いが行われている。

今回はIP総合生産の中の「農業生態系における生物多様性機能の持続的活用」に関する研究を紹介する。最近、国際生物的防除機構（IOBC）欧州支部では「Landscape Management for Functional Biodiversity」のワーキンググループを設け、農業生態系における生物多様性の機能（Functional Biodiversity）と保全利用の研究集会を行ったり（Walter *et al.*, 2003; 2006; 2008）、「農園における生物多様性機能の指導書」を発行し（Boller, *et al.*, 2004）、農園主への提言を行っている。

筆者は2006年から農業環境技術研究所生物多様性研究領域長として、農業生態系における生物多様性機能と活用に注目し研究の必要性を提案した。農水省では2008年度から「農業に有用な生物多様性の指標及び評価手法の開発」のプロジェクト研究を開始しようとしている（農水省HP）。

そこでは先ずは場と集落単位における指標生物の選定、そして指標生物による環境保全型農業の普及度測定の指標化、将来は農地・農村の生物多様性を保全する管理手法を提言しようとしている。この生物多様性の指標は2007年から開始された農水省の「農地・水・環境の保全向上対策事業」の実施の判定指標に採用されることも期待されている。このように農地・農村の生物多様性機能が重用されると近い将来環境保全型植物保護および農業・農村の土地利用のあり方を見直すマイルストーンになるものと思う。

さて農業生態系における生物多様性機能と持続的利用に関するヨーロッパの研究例を紹介しよう。スイスのブドウ園では、1960年ころまで清耕栽培（地表に草を生やさない栽培法）が主流だった。その後、地表をイネ科の植物で覆う草生栽培への転換が進められた。当初は急傾斜ブドウ園の土壌侵食の防止を目的にしていたが、1980年代の中頃になって草生栽培が天敵生物の密度を高めることが認知され、ブドウ園の一般的なIP技術として受け入れられるようになった。つまりハダニ類、ミドリヒメヨコバイ、アザミウマ、ブドウホソハマキ等の発生が草生栽培地に生息する天敵生物により抑制できることが理解されてきたのである。1993年の調査で

はスイス北部の90%のブドウ園で草生栽培が行われている (Walter *et al.*, 2006)。フランスのブドウ園でも、生物多様性度の低いモノカルチャーよりも植生管理 (垣根, 植生保全地, 草生栽培) による天敵生物の保全を目指して、数年前からブドウ栽培地域の害虫, 天敵の空間分布と土地利用の関係の調査が行われ, 生物多様性保全のための地域レベルの景観管理の必要性を説いている (Maarten van Helden *et al.*, 2008)。

次に農地の管理技術が生物多様性に及ぼす影響を見てみよう。農地の生物多様性は有機物の組成, 植食者, 捕食者, 授粉者等の生態機能に影響される。そのため欧米の研究者の間で生物多様性に及ぼす農業管理の影響評価が注目され始めた。スイス連邦政府のアグロスコープ (Agroscope) 研究所では, 農地の生物多様性を農業のライフサイクルアセスメント (LCA) の「インパクトカテゴリー」として導入し, 農家・農地や農法・管理ごとに生物多様性係数を算出する方法を開発した (Jeanerret *et al.*, 2006)。

この方法は農法 (集約的／粗放的等) や農業管理 (植生管理や病虫害防除, 耕運等) が生物多様性に及ぼす影響を比較・推定することを目的にしている。その際, 農地の生物多様性全体は測定できない, また管理系全体のインパクトも推定できないので, 代表的な生物 (群) を指標生物として使う。農業活動との関わりや, 耕地内, 生息地, 食物連鎖における位置等, 一般的な生物間相互作用と関連する基準表を参考に, 地域の生物群 (顕花植物, 鳥類, 小型ほ乳動物, 両生類, 腹足類 (カタツムリ等巻貝の仲間), クモ類, コウチュウ類, チョウ類, 野生ハチ類, バッタ類等) から指標生物を選定した。

具体的には調査ほ場ごとに指標生物群を調査して, 指標生物の候補と調査区に特有な生態特別種とを選定し, 農法や農業管理ごとに生物多様性指数 (スコア) を求め, 生物多様性機能の持続的利用にとって望ましい農法や農業管理を提案するための研究が活発に行われている。

主な参考文献

- 1) Boller, E. F. *et al.* (1998) Integrated Production in Europe, IOBC wprs Bulletin Vol. 21(1), pp. 41.
- 2) Boller, E. F. *et al.* (2004) Ecological Infrastructures-Ideabook on functional Biodiversity at the farm level Temperate zones of Europe. LBL, CH-8315 Lindau, Switzerland. pp. 213.
- 3) Cast (2003) Integrated Pest Management-Current and Strategies-CAST, IOWA, USA, pp. 246.
- 4) 平井一男 (2004) 総合的有害生物管理 (IPM) の現状と普及度測定法, 平成16年度 第10回農作物病虫害防除フォーラム講演要旨 pp. 1-22.
- 5) Jeanerret P. *et al.* (2006) Methode d'évaluation de l'impact des activités agricoles sur la biodiversité dans les bilans écologiques-SALCA-BD. Agroscope FAL Reckenholz. pp. 67.
- 6) OECD (1999) Report of the OECD/FAO Workshop on Integrated Pest Management and Pesticide Risk Reduction, OECD Environmental Health and Safety Publications Series on Pesticides No. 8, pp. 161.
- 7) Walter A. H. *et al.*, (2003) Landscape Management for Functional Biodiversity. IOBC wprs Bulletin Vol. 26(4), pp. 220.
- 8) Walter A. H. *et al.*, (2006) Landscape Management for Functional Biodiversity. IOBC wprs Bulletin Vol. 29(6), pp. 168.
- 9) Walter A. H. Rossing, *et al.*, (2008) Landscape Management for Functional Biodiversity. IOBC wprs Bulletin Vol. 34, pp. 136.
- 10) Van Emden, H. F. (1989) Pest Control 2nd edition, New Studies in Biology, Edward Arnold, pp. 117.
- 11) Van Helden, M. *et al.*, (2008) Experimenting with landscape management to control pest populations in viticulture. in "Landscape Management for Functional Biodiversity" IOBC wprs Bulletin Vol. 34, 2008, pp. 117-120.

作物保護と生物多様性に関する研究動向

平井一男

生物多様性条約(CBD)

国連環境開発会議(リオ)1992年6月署名開放



1992年6月日本署名、
2007年12月現在189カ国が締結

目的

- 1.地球上の多様な生物をその生息環境とともに保全する。
- 2.生物資源を持続可能であるように利用すること。
- 3.遺伝資源の利用から生じる利益を公正かつ衡平に配分すること

← 理解と利用により

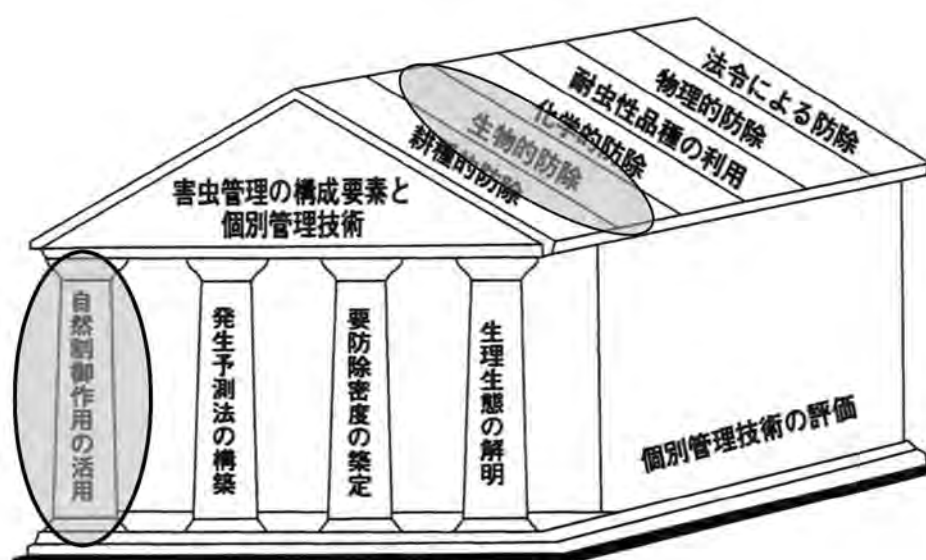
節足動物は世界の生物多様性の75%を構成する。地球上の生命を支えている
節足動物の有用性

- 1.ミツバチ、カイコ
- 2.生物的防除素材
- 3.全生物多様性のツール、環境変化のツール(センサー)

Functional Agrobiodiversityに関する研究(ICIPE,1994-)

表1. 作物保護関連事項の変遷と照らして

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. 農業依存の見直し | : 1950年代, 抵抗性系統出現, ペルー綿花, カリフォルニアのルーサン, 英国のキク |
| 2. 生物的防除と化学的防除の併用・総合化 | : Stern, Smith, van den Bosch and Hagen (1959) |
| 3. Rachel Carson (1962) | : 化学的防除と生物的防除の間を選ぶ方法の提案。 |
| 4. Integrated Control | : 総合防除, 調和防除, ET (経済的閾値), Sternら (1959);
FAOによる再定義 (1967) |
| 5. Pest Management | : (Rabb, 1970) 日本への導入1970年頃、総合防除研究着手 |
| 6. 先進国で穀物過剰生産 (1970年代) | |
| 7. Integrated Pest Management (IPM) | : (Apple and Smith, 1976) |



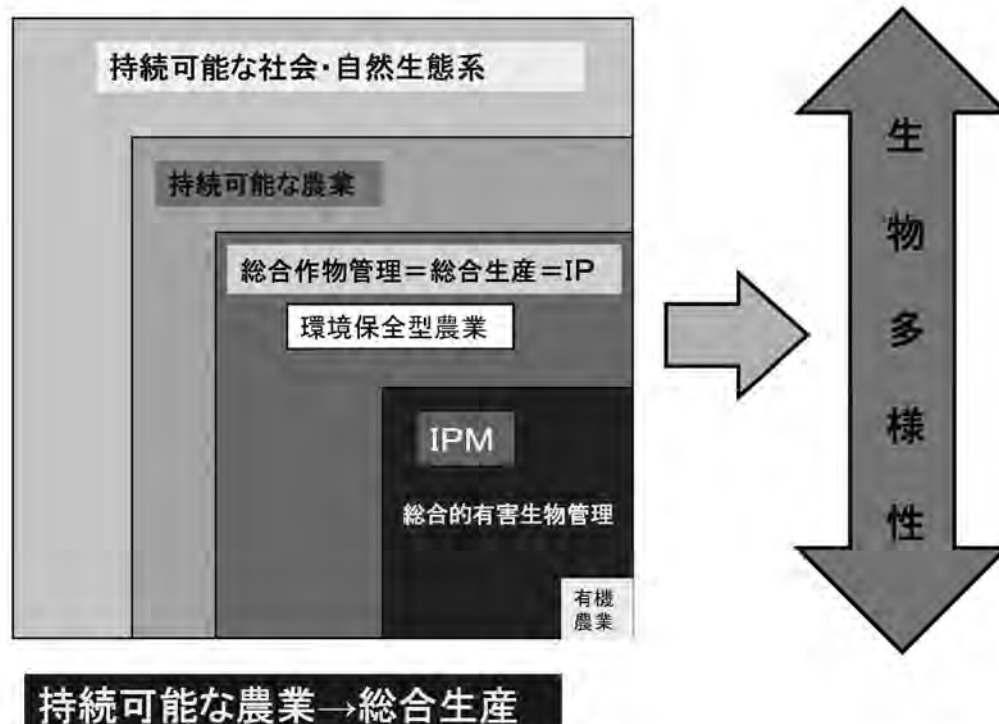
IPMの構成要素と個別管理技術 (Watson et al., 1976改変)

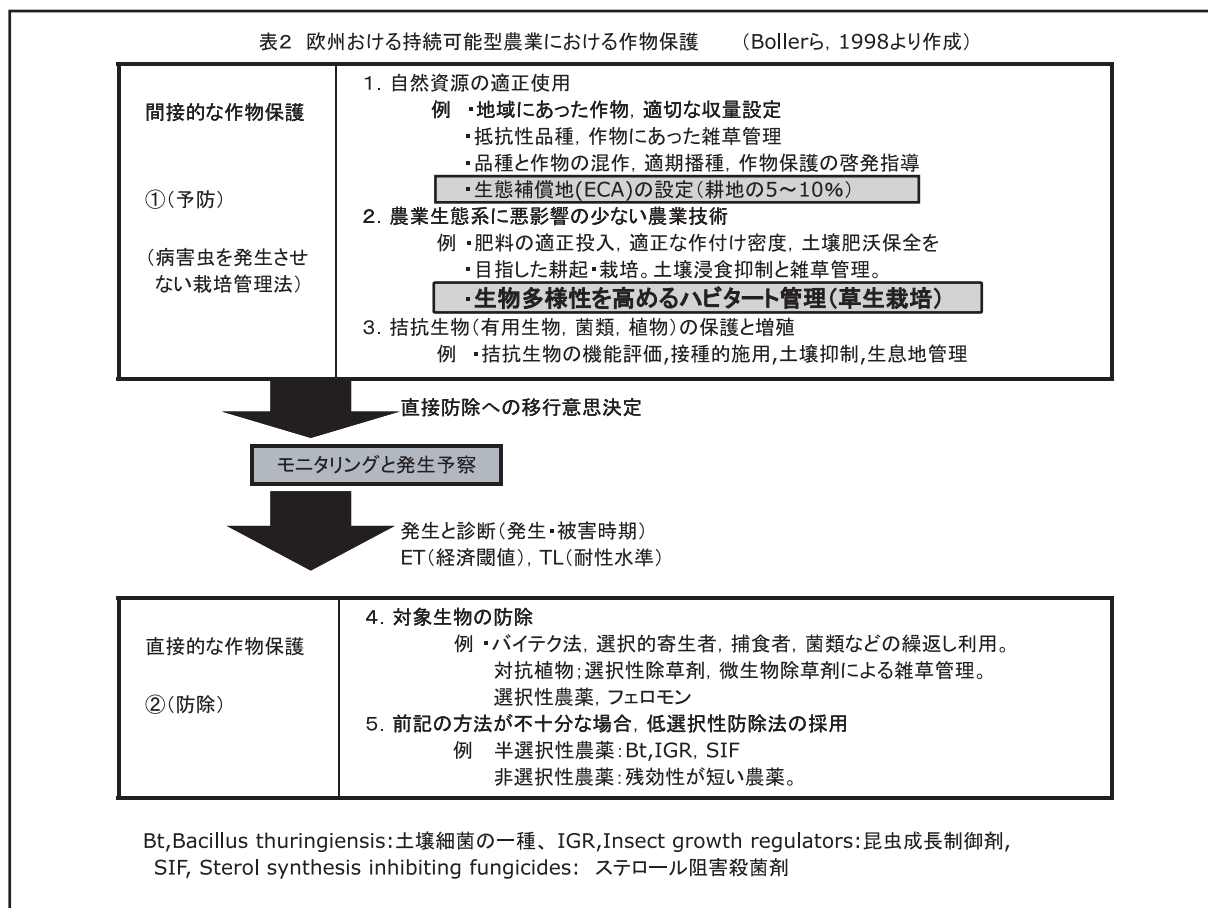
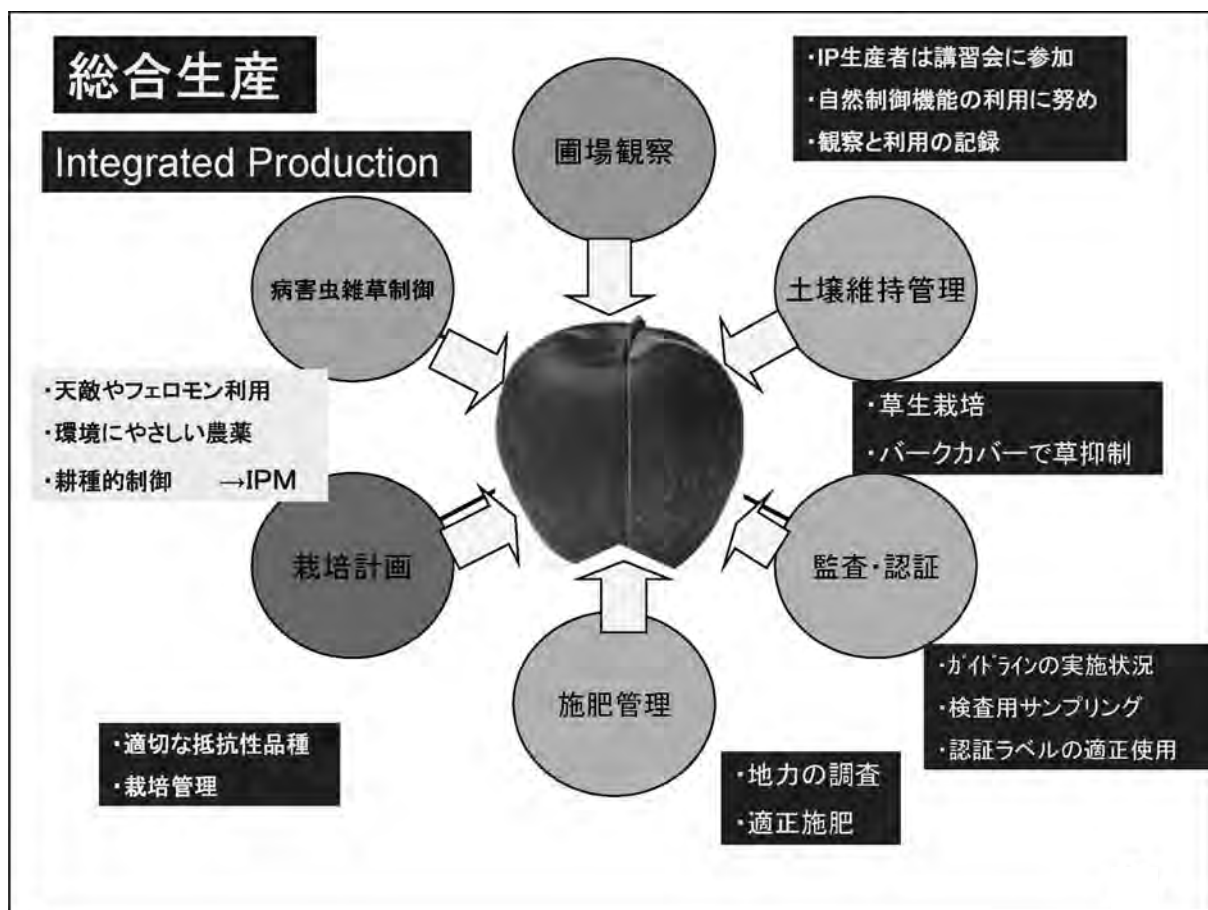
8. Integrated Production (IP) :総合生産、:スイス、1976
9. 低投入持続可能型農業振興(1980年代、欧米)
10. Integrated Fruit Production (IFP):総合果樹生産 :ドイツ、1980年代
11. Integrated Crop Management System(ICMS):総合作物管理体系、英国、1992
12. National IPM Initiative :全米IPM取組宣言、農地の75%でIPM実施宣言、1993
生物多様性条約 署名、1992
13. 食品品質保護法 1996年制定 :米国、農業の最小限利用、農業登録の見直し。
14. 第3回全米IPMシンポジウム/ワークショップ :Broadening Support for 21st Century IPM、1996

15. OECD/FAOのワークショップ(IPMと農薬リスク削減)、1998

16. 米国では、National IPM Initiative宣言後5年を経過してもIPMは普及していない。
17. IPMの普及度調査(法)策定 :Integrated Pest Management Measurement Systems Workshop Chicago, USA, 12-13 June 1998
18. 環境保全型農業の研究 :農水省研究プロジェクト、1999-2002、2004-継続
19. IPM 現状と将来の戦略 :Integrated Pest Management: Current and Future Strategies (USA, 2003)
20. Functional biodiversity のための農地管理の研究グループ開始(IOBC, 2003)
21. 農水省H20開始予定プロ:
農業に有用な生物多様性(Functional biodiversity)の指標及び評価手法の開発(農水省、2007年)

環境保全型農業





環境保全型農業の総合生産における作物保護

発生予防の原則

総合生産により害虫を発生させない栽培管理

1. 自然資源の適正使用

病虫害の少ない農地、地域に適合した農作物と抵抗性品種の選定。目標収量の設定、病虫害の観察と予察

2. エコ調整地の設置による生物多様性保全と活用

土着の天敵、拮抗生物の温存と持続的利用

3. 農業生態系にマイナス影響の少ない技術

適正栽植・施肥、土壌保全、昆虫フェロモンの利用



多発生時の「直接防除の決定」

環境に優しい選択性農薬による適期防除



スイスのIPリンゴ園

生物多様性でできるもの

- ①農地・水・環境の保全向上のために
—農地・水・環境保全向上対策事業の取り組み度—
—IPMの普及度を測定する—



・指標生物で測定する。

- ②生物多様性が豊かであると自然制御機能が働いている。

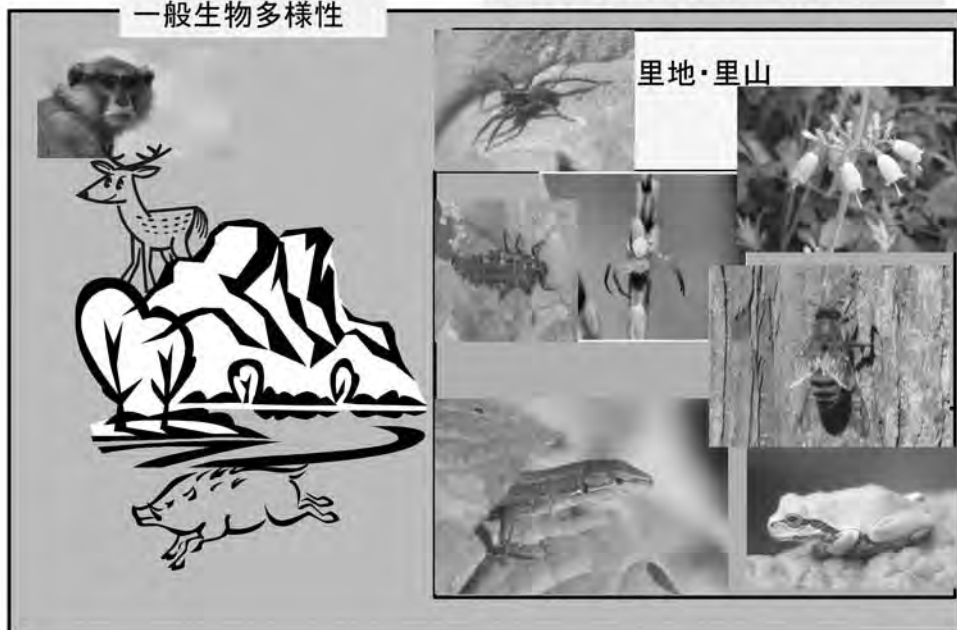


・生物多様性が豊かである。

生物多様性の範囲

農業生物多様性

一般生物多様性



General Biodiversity



Functional **Agrobiodiversity**

指標生物候補:

ほ乳類:カヤネズミ、タヌキ、ノウサギ、モグラ、キツネ、

鳥 類:カルガモ、コサギ、ヨシキリ、チュウサギ、キジ、ヒバリ、ツグミ、セキレイ、ウグイス

は虫類:ニホンカナヘビ、トカゲ、ヤモリ、ニホンイシガメ、クサガメ

両生類:ダルマガエル、トノサマガエル、ニホンアカガエル、ニホンアマガエル、イモリ

魚 類:ドジョウ、ナマズ、メダカ、タモロコ、コイ、ギンブナ、タナゴ類

甲殻類:ザリガニ、カブトエビ、ホウネンエビ、サワガニ、ミジンコ

貝 類:マルタニシ、オオタニシ、カワニナ、ヒラマキミズマイマイ

クモ綱:ドヨウオニグモ、ハナグモ、コガネグモ、ウヅキコモリグモ、サラグモ、オスクロハエトリグモ、ヤサガタアシナグモ、ジョロウグモ

天敵昆虫:オオカマキリ、アキアカネ、アジイトトンボ、ウスバキトンボ、シオカラトンボ、イチモンジヒラタヒメバチ、アオムシヒラタヒメバチ、ホウネンダウラ、ヤマトクサカゲロウ、ヒラタアブ、ハナカメムシ、カメノコテントウ、ナナホシテントウ、ナミテントウ、ヒメカメノコテントウ、キアシブトコバチ、セアカヒラタゴミムシ、フタモンアシナガバチ、セグロアシナガバチ、ムシヒキアブ

昆虫類:ミツバチ、アゲハ、キアゲハ、バッタ、ホタル、ホシササキリ、ヤブキリ、アオスジアゲハ、

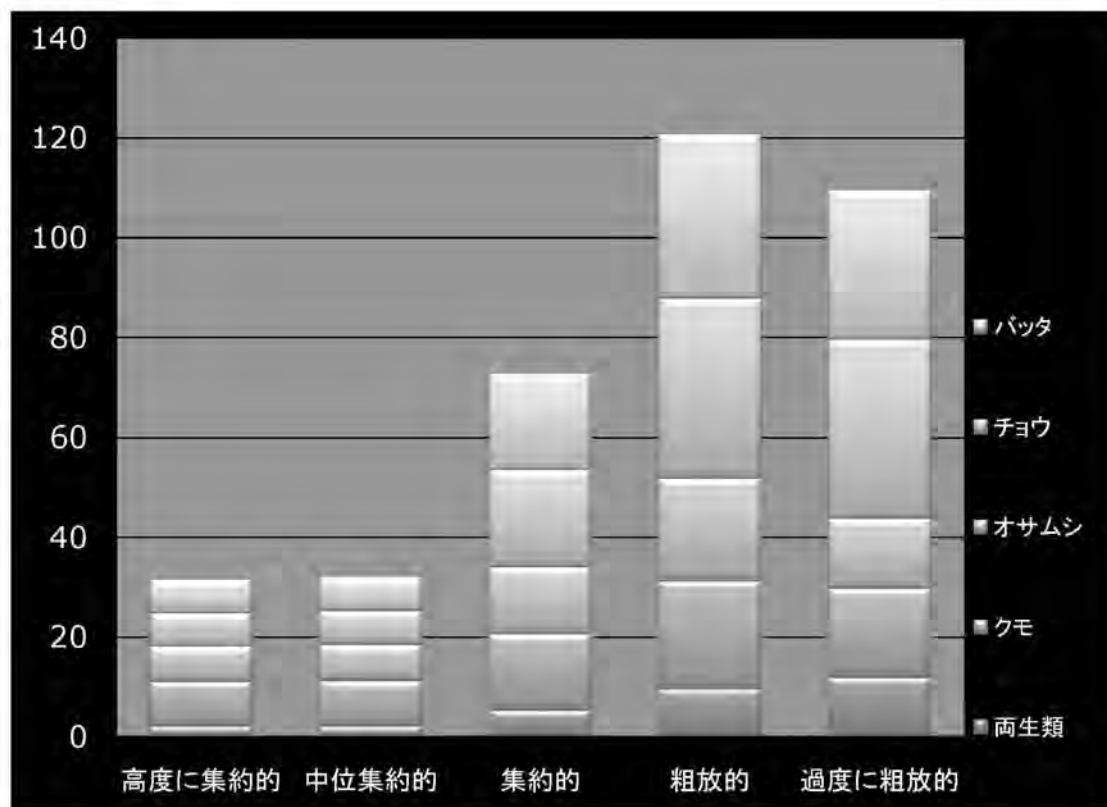
水棲昆虫:ミズスマシ、ゲンゴロウ、マツモムシ、ミズカマキリ、タガメ、アメンボ

植物類:セリ、ヨモギ(緑化郷土種)、ヨメナ、フキ、カントウタンポポ、スミレ、チドメグサ、ツルマメ、秋の七草(キキョウ、オミナエシヤマハギ、ススキ)、ヘアリベッチ、春の七草、

農生態系	寄生者	捕食	植物
野菜			
果樹			
水田			
放牧地			
都市近郊			



指標種群の生物多様性スコア



スイスの牧草地の例(Jeanneret et al., 2007)

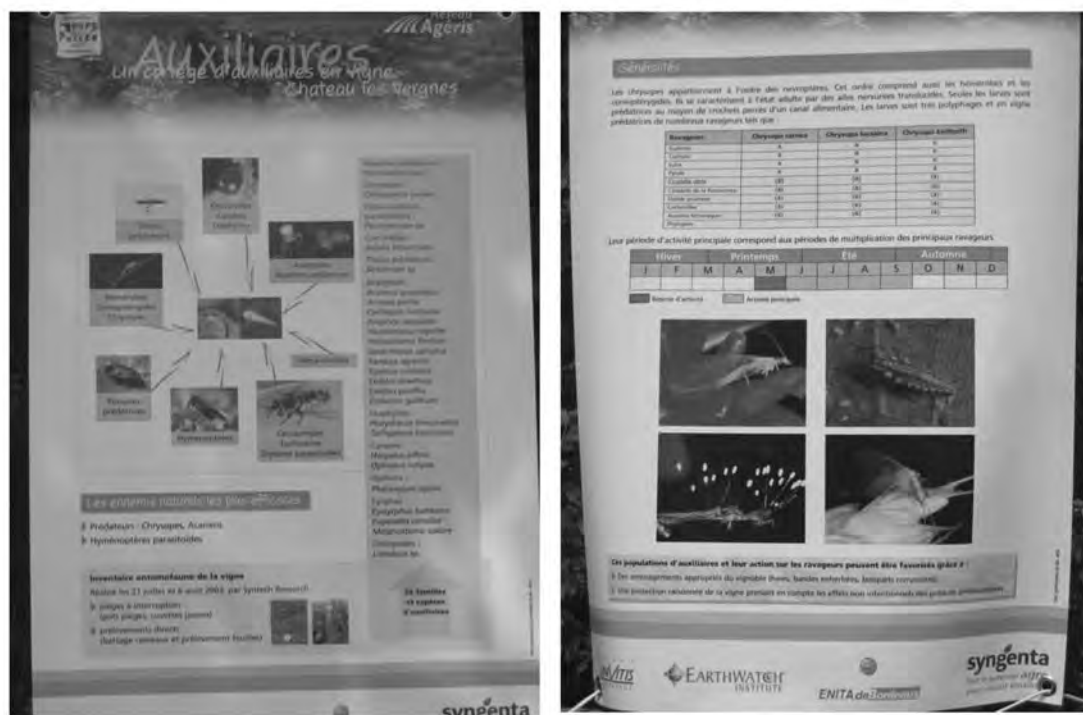


スイスぶどう園の草生栽培



スイスのIPぶどう園

生物多様性の啓発：天敵生物の食物網



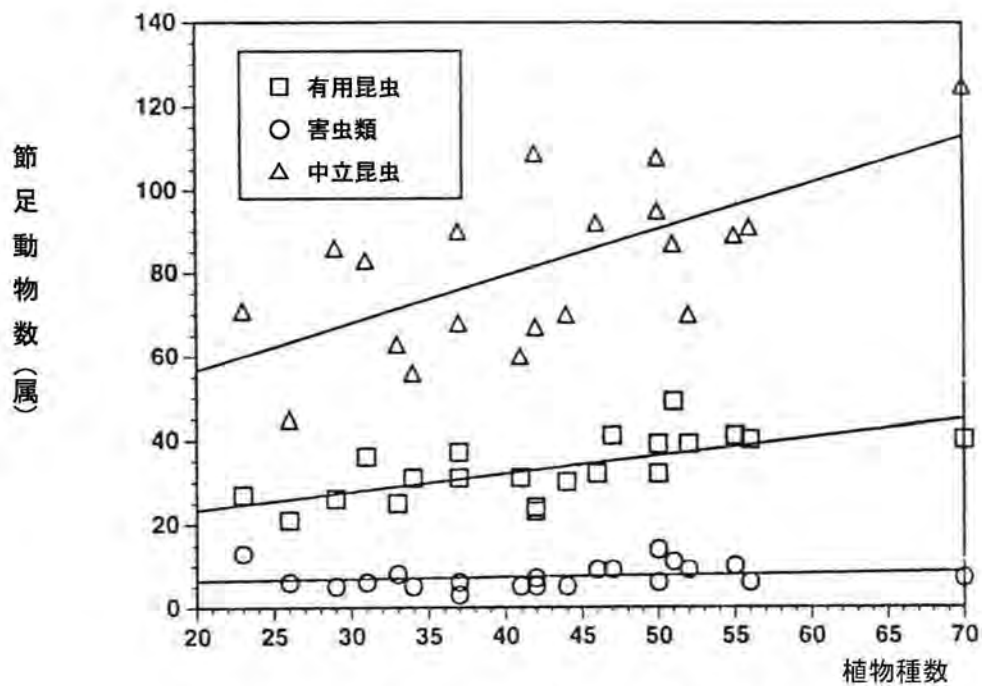


図1. 植物の多様性と小動物の多様性との関係

(スイス北部の21ブドウ園で1990年に調査した。Bollerら、1997)

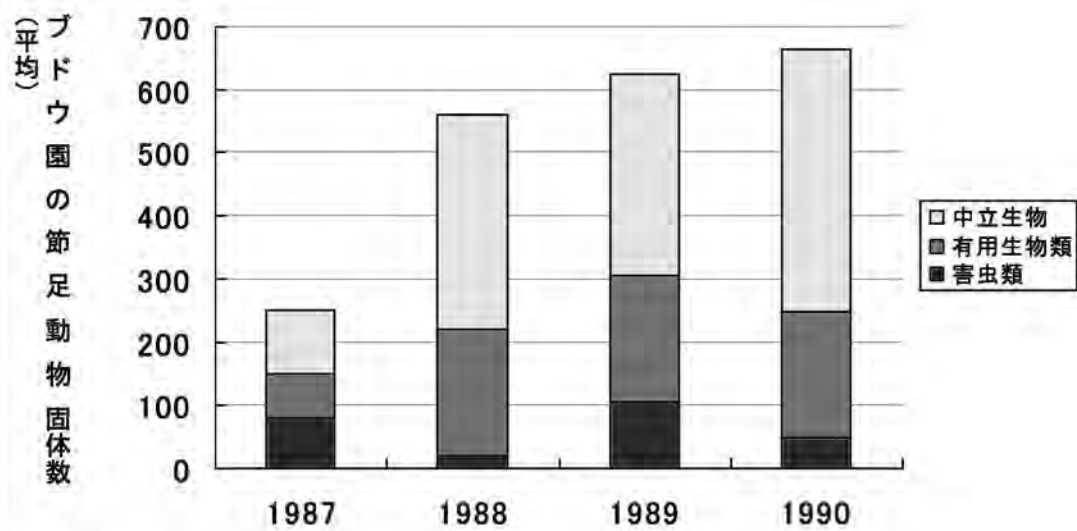


図2. スイス北部のブドウ園(21ほ場)の節足動物数

生物多様性でできるもの

農産物の付加価値

- ①農地・水・環境の保全向上のために
－農地・水・環境保全向上対策事業の取り組み度－
－IPMの普及度を測定する－



・指標生物で測定する。

- ②生物多様性が豊かであると自然制御機能が働いている。



・生物多様性が豊かである。