

生物農薬とは

生物（一般には微小な生物）を用いる防除法をひろく「生物的防除法」と呼ぶが、「生物農薬」はそれを法律に基づいて農薬として用いる場合の用語であり、「農薬として昆虫や微生物を生きた状態で製品化したもの」と定義されている（農薬用語辞典，2009）。諸外国では微生物以外は農薬としていない場合があるが、我が国の農薬取締法では天敵も農薬とみなす旨が明記されている。近年は、圃場に生息している土着天敵の働きによって害虫を抑制する方法と区別するために「商業天敵」などとよぶこともある。表1に我が国における生物農薬の一般的な分類を示すが、名称や用語には曖昧な点も多い。なお、微生物を用いる場合でも死滅させた状態で製品化したものは、今日では生物農薬に含めていない（例えばBT死菌製剤）。また、微生物の産生物質を抽出又は精製して利用するものは「微生物源農薬」などと称し生物農薬とは区別している。

生物農薬は登録に当たって化学農薬とは異なる視点での安全性評価が行われており、一般に化学農薬ほどのコストは要しない。生物農薬の効果発現メカニズムは、捕食、寄生、拮抗、競合などがあるが、よく分かっていない場合も多い。

表1. 生物農薬の一般的な分類

分類	利用される生物の種類	備考
天敵昆虫製剤	昆虫 ダニ	天敵農薬、天敵殺虫剤、商業天敵などと称することもある。
線虫製剤	主として共生細菌を有する線虫	微生物農薬に含めることもある。
微生物製剤	糸状菌 細菌 ウイルス	微生物農薬、天敵微生物あるいは各生物種の名称をとって天敵ウイルス製剤のように称することもある。

我が国で登録された生物農薬

生物的防除法に関する研究の歴史は古く、果樹の侵入害虫の防除のために海外から天敵

Development and Current Status of Biopesticides in Japan

Toshikazu FUJITA

Japan Plant Protection Association

Registered biopesticides including natural enemies are 53 species and 116 products, in Japan. Since 2005, the total sales is around 23 million yen, it occupies only 0.6% of the Japan pesticide market. Such sluggish growth of biopesticides has been brought by successive new effective chemical products. For more growth, new IPM technologies to improve farmer's labor on pesticide applications in greenhouse will be needed.

昆虫を導入する取り組みがさかんに行われ、一部は農薬として登録された。しかし、安定的な供給体制の確保がネックとなり、商業天敵の本格的な実用化は1990年代になってからオランダから製品を輸入する形ではじまった。一方、微生物の利用は1970年代に官民をあげたBT剤 (*Bacillus thuringiensis*) 実用化の取り組みが端緒となり、1990年代の終わり頃から多様な微生物利用が活発化してきた。企業が本格的に生物農薬開発に取り組みだした背景には、施策面での変化に加え、1994年に当協会が「生物農薬連絡試験」を発足したことなどがあつたと思われる。

これまでに登録された生物農薬数を表2に示す。用途別では殺虫剤が多く、生物分類別では微生物製剤が最も多いが、殺虫剤分野では天敵昆虫製剤が種類数・商品数ともに最も多い。一方、除草剤や植物成長調整剤分野にはほとんど展開されていない。

なお、近年化合物と微生物を混合した特殊な製剤も開発されており（例えば銅と *Bacillus subtilis* の混合剤）、生物農薬の定義をますます難しくしている（これらは表2に含めていない）。

表2. 我が国で登録された生物農薬数

用途区分	分類	種類数		商品数		
			うち失効		うち失効	
殺虫剤	天敵昆虫製剤	27	4	68	19	
	線虫製剤	3	1	7	5	
	微生物製剤		15	2	61	26
		うちBT剤	2	0	42	22
殺菌剤	微生物製剤	18	4	41	12	
除草剤	微生物製剤	2	1	2	1	
植物成長調整剤*	微生物製剤	0	0	1	1	
計		65	12	180	64	

*殺菌剤の一用途として計数した。

製剤の特徴

実用化されている生物農薬は、化学農薬とは大きく異なる形状や使用方法をもつものが多い。有効成分たる生物をいかに「生きたまま」製剤化するかは最も基本的な課題であり、天敵昆虫製剤では、どのようなステージの段階で出荷するか、製剤中に餌を混ぜておく必要はないかといった工夫が必要になる。製品の形状も様々で、一般的なボトル入り以外に、カード状又はパック状になったもの（吊して使用）、さらに最近では長期間安定的に活動させるために簡易なシェルターを備えたものまで登場している。微生物製剤では化学農薬と同じように水で希釈して散布するものが一般的であるが、ハウス内に設置された暖房用ダクトを利用して微生物粉末を拡散施用する方法なども考案されている。

一般に、生物農薬では施用時の標的害虫の発生状況や施用後の温湿度条件に留意が必要である。有効成分たる生物種が圃場内で定着し活動できる環境条件が不可欠だからである。このため、生物農薬それぞれに特有の使用方法（注意事項）が付されている。

開発の現状

最近5年間に当協会に委託された生物農薬の傾向をみると、天敵昆虫製剤から微生物農薬に軸足が移り、病害防除分野への展開が活性化している。しかしその多くは既登録の生物農薬の適用拡大（例えば適用作物の拡大）が占め、新しい生物種を有効成分とするものは極めて少ない。このことは、生物農薬の開発が一段落し次の段階に移ってきたことを示している。中には、殺虫剤用途で実用化された微生物農薬を殺菌剤用途に適用拡大する例もある。既に実用化された生物農薬をより広範な用途に拡大したり、あるいはより使いやすい方法に改良していくことは、生物農薬の利用拡大に対する期待感の表れであるとともに、特定の用途に特化したままでは普及がすすまない現状を示唆している。

生物農薬の普及状況

過去20年間（1994～2013 農薬年度）における生物農薬の出荷金額の推移を図1に示す。登録剤の増加とともに2000年頃から増加してきたが、ピークを迎えた2005農薬年度においても農薬の総出荷額約3500億円に対し生物農薬の総出荷額は23億円（0.6%）を占めるにすぎず、以後その傾向は大きく変わっていない。しかし、2005年までその中心を占めたBT剤はその後減少し、代わってBT以外の殺虫剤（その中心は天敵昆虫製剤）が中心を占めるようになる等、その内容は変わってきている。こうした状況の背景には、優れた化学農薬（とりわけ殺虫剤）の相次ぐ上市が少なからず影響しているものと考えられる。

表3に主な生物農薬の出荷金額の推移を示す。表3に抽出した製品の出荷金額で全体の95%近くを占めていることから、限られた製品によってマーケットが占められていることが分かる。また一部では、新しい生物農薬への置き換わりという生物農薬間での競合が生じていることもうかがい知れる。

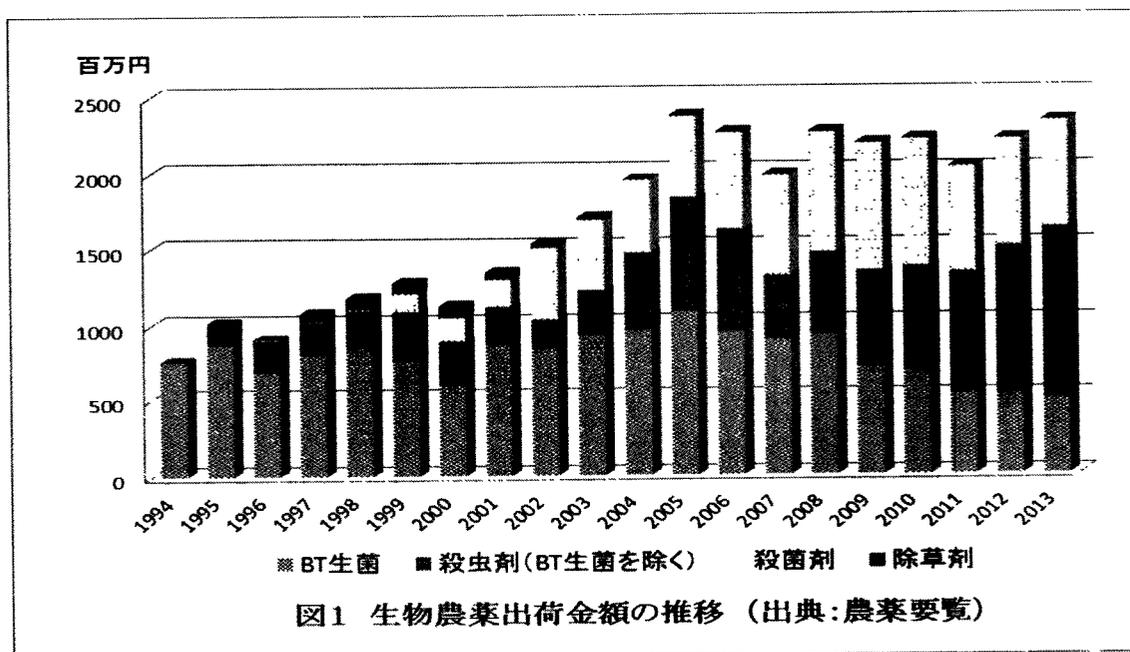


表3. 主な生物農薬の出荷金額の推移

区分	種類名	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
殺虫剤	オンシツツヤコバチ剤	67	58	152	37	30	25	18	14	19	21
	コレマンアブラバチ剤	65	58	60	19	19	52	26	30	31	32
	スワルスキーカブリダニ剤	0	0	0	0	0	15	138	220	303	347
	タイリクヒメハナカメムシ剤	96	97	81	71	96	116	114	115	122	110
	チリカブリダニ剤	111	140	77	44	126	117	101	130	184	304
	ミヤコカブリダニ剤	6	28	44	67	46	92	97	112	151	172
	ボーベリア バシアーナ剤	37	237	121	46	63	54	50	42	52	45
	ボーベリア プロシニアティ剤	39	36	37	39	50	61	60	55	53	26
BT剤(生菌)	962	1,079	943	891	926	705	677	523	513	494	
殺菌剤	タラロマイセス フラバス水和剤	46	49	41	37	107	234	288	195	177	187
	トリコデルマ アトロビリデ水和剤	44	119	172	189	209	144	117	106	103	106
	パチルス ズブチリス水和剤	217	201	222	239	312	305	252	237	249	239
	非病原性エルビニア カロトポーラ水和剤	128	127	137	152	137	125	152	127	140	129
除草剤	ザントモナス キャンベストリス液剤	1	7	5	3	2	1	0	0	0	0
合 計 (a)		1,819	2,235	2,093	1,832	2,123	2,046	2,091	1,906	2,099	2,213
生物農薬合計 (b)		1,952	2,374	2,265	1,980	2,265	2,188	2,214	2,030	2,212	2,330
占有率 (a/b×100)		93%	94%	92%	93%	94%	93%	94%	94%	95%	95%

単位:百万円

除草剤以外は5千万円以上の出荷実績のあるものを抽出した。(出典:農業要覧)

普及促進に向けた取り組み

本格的な実用化の機運が高まった1990年代以降、病害虫の研究者らは生物農薬の実用化促進に大きな期待感を寄せ、様々な支援が模索されてきた。

研究者らが発足した天敵利用研究会(1992年発足)は毎年大会を開催する一方webを活用した情報交換活動を行っている(天敵Wiki)。生物農薬開発企業が創設した日本バイオロジカルコントロール協議会(1996年発足)では、化学農薬との併用を円滑に推進するため、化学農薬の各生物農薬に対する影響に関する知見を収集し参考に供している。日本微生物防除協議会(2006年発足)は毎年シンポジウムを開催し各地の取り組み事例を紹介している。全国の害虫防除研究者が中心となった農林害虫防除研究会(1996年発足)でも、IPMや生物農薬に関するテーマを積極的に扱っている。このほか、地域レベルの研修会などを含めれば、毎年多くの普及啓発活動が展開されているとみられる。

しかし、こうした取り組みにもかかわらず、一部の先進地域以外では、化学農薬で対応しきれないニッチな場面への限定的な利用にとどまっているのが現状である。生産者に関心をもって一度失敗したら止めてしまう、補助金付きの事業で導入しても事業終了とともに止めてしまう、地域ぐるみの導入が成功したかに見える地域でも有力な指導者がいなくなると止めてしまう、といった事例が後をたたない。

今後の展望

本年1月に当協会はシンポジウムを開催し、生物農薬の開発と普及の現状を総括するとともに今後の展望について議論を交わした。

企業で長年生物農薬の開発と普及に取り組んできた担当者は、化学農薬を中心とした慣行防除から生物農薬を中心とした新しい防除概念への発想の転換が必要で、そのために新

しい防除概念を基幹防除・補完防除・臨機防除・レスキュー防除のように整理し、それぞれに適する生物農薬の組合せの提案をはじめたという。また、面的な普及拡大のためには地域に強力な指導者が不可欠であることから、人的ネットワーク作りにも関心を向けるべきだという。

シンポジウムでは「生産者に対する動機づけ」が重要であることも指摘された。天敵昆虫製剤利用の先進地域では、その利用によって防除作業が楽になったことを利点のひとつにあげているが、このことは生物農薬利用によるメリットのひとつとしてもっと重視されるべきであろう。施設の農薬散布作業は大きな労働負荷を伴い、高齢化がすすむ中でその改善が喫緊の課題だからである。その解決のために多くの省力的防除法が研究され、常温煙霧法の普及拡大がはかられた時期もあったが、農薬取締法改正を機に衰退してしまっている。また、残留農薬基準への短期暴露評価の導入に伴って収穫間際の防除の選択肢は狭まる傾向にある。こうした状況を踏まえれば、例えば、天敵昆虫製剤の活用と常温煙霧法による微生物農薬や化学農薬の施用を基軸とする省力型の防除体系が提案できれば、過酷な施設の防除作業を根本から改善できる可能性があるだろう。

製剤・施用法からのアプローチが、生産者にアピールしうる生物農薬利用の突破口となることを期待したい。

参考

本年1月に当協会主催のシンポジウム「生物農薬この20年の歩みと今後の展望」が開催され、その講演要旨が公開されているので、参考にされたい。

<http://www.jppa.or.jp/symposium/data/S270116.pdf>