

リレー連載

農薬製剤・施用技術の最新動向③

農薬製剤のトレンド

JA全農 営農・技術センター 農薬研究室

岩淵 博己 (いわぶち ひろき)

はじめに

我が国で農薬が大きく普及し始めたのは、第二次世界大戦後である。当時は、食糧増産という背景もあり、国内でも比較的多くの労働力が農業分野に割かれていた。そのような中、殺虫剤、殺菌剤、また除草剤といった各種農薬の製剤・施用技術の発達・普及は、農業の効率化、高収量化、大規模化に大きく貢献したと考えられる。その中で、例えば水稲分野において、除草剤の一発処理剤（粒剤、フロアブル、ジャンボ剤）、移植栽培技術の普及に連動するように開発された育苗箱処理剤などは、生産者の労働時間削減に大きな役割を果たした。その結果、例えば週末農業という言葉も生まれたように、生産者の兼業化率も高くなった。このようなことは、生産者に対する経済的な貢献だけでなく、他産業分野への労働力の提供という意味において、農薬製剤・施用技術の進歩は、国内産業の発展にも寄与してきたとも考えられる。

農薬製剤とは、一般的には農薬の商品を指すが、10 a 当たりの投下量が数 g～数百 g である有効成分を、効果を担保したうえで、いかに効率よく、安全に、楽に、安価に施用できるか、また、流通できるかが突き詰められたものである。

日本は、東西南北に細長い国であり、様々な作物が栽培され、それに合わせて多くの病害虫雑草が発生するが、現地でのたゆまぬ努力・改良により、各種栽培技術が発達し、世界に誇る品質の農産物が栽培されている。その栽培技術の中に、農薬製剤・施用法に関するノウハウもしっかり組み込まれている。農薬の製剤・施用技術は、有効成分や副資材の性質、製造技術の発達等がベースとなり進化することも多いが、基本的には、各種営農・栽培技術のニーズに連動して、展開・発展していくものと考えられる。

「農薬製剤のトレンド」については、本来、上述の通り、作物別の各種栽培技術に照らして述べていくものであると考えられるが、それについては今後のリレー掲載各論の中でコメントがあると期待する。今回は、農薬製剤の出荷動向について総論的にとらえ、次に、今後注目される分野について簡単に触れることとする。

I 農薬製剤の出荷動向

1 剤型別の出荷動向（数量および金額）

農薬要覧（日本植物防疫協会、2015）からとりまとめた農薬の剤型別生産数量および金額の推移を確認するため、1958年から56年間の変遷を図-1および2にまとめた。

農薬の総生産数量は、75万t・klであった1974年をピークに、減少を重ね、現在ではピーク時のほぼ3分の1の24万t・klとなっている。一方、総生産金額は、4,500億円であった1996年をピークに、一時減少したが持ちなおし、現在ではほぼ4,000億円となっている。生産金額の中では、水和剤が最も割合が高く、次に粒剤、乳・液剤と続く。ちなみに、現在の世界の農薬マーケットは、世界的な農産物需要の高まりもあって伸び続け、現在600億ドル（Phillips McDougall, 2015）に近づいていると考えられるが、今後も当面は伸び続けると推測される。

製剤の中で最も生産数量が大きい製剤は、かつては粉剤であった。その数量は、1969年のピーク時には約40万tに達し、総生産数量の5割以上を占めていたこともあったが、今ではその約14分の1の2.8万tと大きく減少している。なお、図-1と図-2を比較すると、単価は、他剤と比較すると当時から高くなかったようである。また、数量としては粉剤のピーク時には及ばないものの、現在最も大きな生産量を示すのは粒剤の9.5万tであり、総生産量の約4割を占めている。

粉剤が減って粒剤の割合が増えた要因としては、粒剤のほうが計量しやすく、狙ったところに撒きやすく、また、ドリフトも少ないことから、生産者の取り扱いや散

*現所属：肥料農薬部 東北営農資材事業所 営農資材課

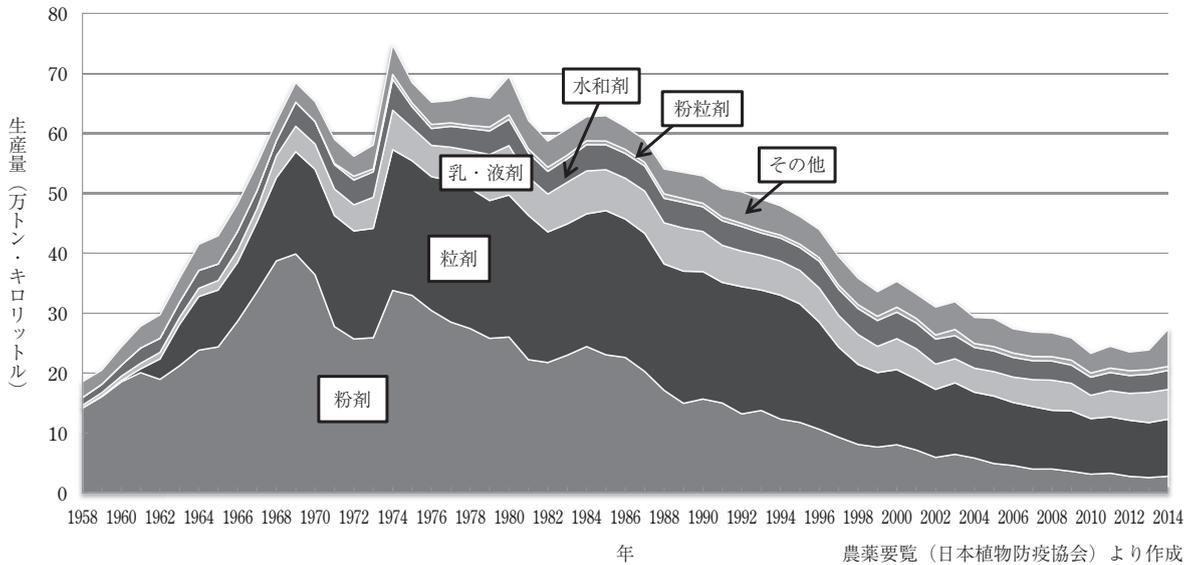


図-1 剤型別生産数量

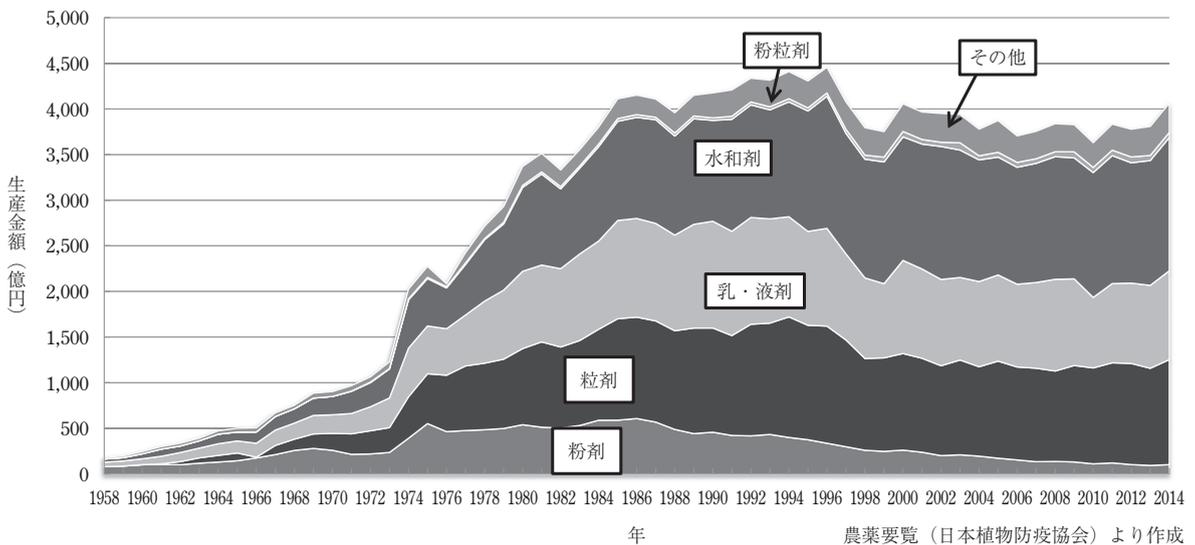


図-2 剤型別生産金額

布のしやすさ、環境・作業者への安全性がより高いことが挙げられる。加えて、育苗箱処理剤のように、徐放性による長期残効性の付与などの技術が加わり、本田散布回数の減少につながることから、多少の製造コストはかかるものの、生産者にとっては労働費も含めると省力かつ低コストにつながりやすい製剤であったためと考えられる。

またほかには、乳剤、液剤や水和剤等も古くからあり、一般的な製剤として現在も広く使用されている。

また、製剤の中では、やはり我が国の主食品目であり、また、田面水を移動媒体などとして利用できる水稲における除草剤分野が、最も製剤技術が発達している分野の一つと考えられるが、各種出荷データを閲覧しているなかでは、最近の普及面積では、1キロおよび3キロ粒剤で約50%、残りがほぼ同面積でフロアブルおよびジャンボ剤あわせて約45%、その他（顆粒剤や豆粒剤等）で約5%と推察される。

2 剤別の出荷動向

また、表-1に、国内で使用量の多い農薬を確認するという観点で、各農薬について、種類別（農薬要覧の農薬種類コード分類）に、2014年度に出荷数量の多かった順に並べた。なお、農薬種類コードというのは、有効成分の種類と含有量が同じであれば、異なる商品でも一つのものとして分類されているため、ものによっては複数の商品が入っていること、またさらに流通としては一つの商品を複数のメーカーが扱っている場合が多いことを補足しておく。

表-1に示す通り、2014年の全出荷数量としては、約29万t・klが出荷されているが、その中で最も多いのは石灰窒素の5万1千t・klである。ただし、石灰窒素はむしろ窒素肥料としてよく使用されており、10a当たりの施用量も10～200kgと多く、一般的な農薬とは別格の生産数量である。2位以下を見ると、8千600t・klで

D-D剤、3位にホスチアゼート粒剤、4位にクロルピクリンくん蒸剤と、センチュウ剤を含む土壌処理剤が続く、5位に非選択性茎葉除草剤であるグリホサートカリウム塩液剤が入る。以降、1～5位と同様の用途である剤が9位まで続き、これらだけで全出荷数量の18.7%を占める。以下、一部マシン油乳剤やその他の剤も加わってくるが、おおむね、殺虫あるいは殺菌土壌処理剤や、非農耕地用含む非選択性茎葉処理除草剤等が上位を占めているような状況である。また、2014年は使用実績のあった剤が1,919剤挙がっているが、石灰窒素を除き、10位までで22.4%、50位までで51.0%を占める数量となっている。

2004年、2009年との比較で見た場合、グリホサート剤のカリウム塩の登場などによる新剤の上市による影響以外は、上位剤の出荷量動向に大きな変動はなかった。

表-1 農薬の種類別（日本植物防疫協会農薬種類コード）出荷数量

順位 (2014年)	石灰窒素 除く	農薬 種類 コード	用途分類	主な 処理対象	農薬名（一般名）	成分含量 (%)	実剤型	出荷数量（t・kl）			2014年出荷数量シェア		
								2004年	2009年	2014年	石灰窒素 含み算出	石灰窒素除き算出	累計
1	-	77010	石灰窒素	土壌	石灰窒素	40-60	(肥料)	60,571.6	50,325.4	51,239.3	17.8%	-	-
2	1	11011	殺虫剤	土壌	D-D剤	92	油剤	8,600.7	9,489.0	8,633.4	3.0%	3.6%	3.6%
3	2	11519	殺虫剤	土壌	ホスチアゼート粒剤	1.5	粒剤	6,010.9	6,102.8	5,684.6	2.0%	2.4%	6.1%
4	3	10471	殺虫剤	土壌	クロルピクリンくん蒸剤	80	くん蒸剤	6,063.2	4,594.2	5,629.5	2.0%	2.4%	8.4%
5	4	45165	除草剤	茎葉部	グリホサートカリウム塩液剤	48	液剤	-	4,705.4	5,248.6	1.8%	2.2%	10.7%
6	5	10254	殺虫剤	土壌	ダイアジン粒剤（5%）	5	粒剤	4,844.9	4,379.0	4,839.5	1.7%	2.0%	12.7%
7	6	44677	除草剤	茎葉部	グリホサートイソプロピルアミン塩液剤（スプレー）	1	スプレー	44.3	1,284.9	4,828.1	1.7%	2.0%	14.7%
8	7	22685	殺菌剤	土壌	フルアジナム粉剤	0.5	粉剤	3,545.4	4,167.3	4,737.2	1.6%	2.0%	16.7%
9	8	44319	除草剤	茎葉部	グリホサートイソプロピルアミン塩液剤	41	液剤	4,009.7	4,294.6	4,658.5	1.6%	2.0%	18.7%
10	9	10650	殺虫剤	土壌	アゼフェート粒剤	5	粒剤	6,973.8	5,550.9	4,424.7	1.5%	1.9%	20.6%
11	10	22076	殺菌剤	土壌	石灰硫黄合剤	22	液剤	8,388.0	5,805.4	4,405.4	1.5%	1.9%	22.4%
12	11	10361	殺虫剤	茎葉部	マシン油乳剤	97	乳剤	4,573.9	3,738.0	3,464.3	1.2%	1.5%	23.9%
13	12	22451	殺菌剤	土壌	ダゾメット粉粒剤	98	微粒剤	2,355.2	3,334.5	3,135.5	1.1%	1.3%	25.2%
14	13	22749	殺菌剤	土壌	フルスファミド粉剤	0.3	粉剤	5,159.6	4,143.9	2,889.9	1.0%	1.2%	26.5%
15	14	55401	展着剤	茎葉部	展着剤（合計）	-	液剤	2,966.5	2,637.1	2,886.8	1.0%	1.2%	27.7%
16	15	11339	殺虫剤	土壌	テフルリン粒剤	0.5	粒剤	1,628.2	1,973.4	2,674.7	0.9%	1.1%	28.8%
17	16	22086	殺菌剤	茎葉部	マンゼブ水和剤	80	水和剤	2,940.5	2,716.2	2,607.4	0.9%	1.1%	29.9%
18	17	45327	除草剤	茎葉部	グリホサートカリウム塩液剤 AL	0.96	AL	-	-	2,215.5	0.8%	0.9%	30.8%
19	18	44183	除草剤	土壌	塩素酸塩粒剤	50	粒剤	3,168.8	2,633.2	2,107.1	0.7%	0.9%	31.7%
20	19	11593	殺虫剤	茎葉部	ジノテフラン粉剤 DL	0.5	DL	1,154.1	2,087.9	2,086.0	0.7%	0.9%	32.6%
21	20	22779	殺菌剤	茎葉部	銅水和剤	3.7	水和剤	1,950.2	2,505.0	2,085.0	0.7%	0.9%	33.5%
22	21	11590	殺虫剤	土壌	ジノテフラン粒剤	1	粒剤	1,138.4	1,998.9	1,989.5	0.7%	0.8%	34.3%
23	22	10472	殺虫剤	土壌	クロルピクリンくん蒸剤	99-99.5	くん蒸剤	2,429.7	2,708.4	1,862.3	0.6%	0.8%	35.1%
24	23	44117	除草剤	土壌	トリフルリン粒剤	2.5	粒剤	2,945.3	2,656.4	1,862.2	0.6%	0.8%	35.9%

表-1 つづき

順位 (2014年)	石灰窒素 除く	農薬 種類 コード	用途分類	主な 処理対象	農薬名 (一般名)	成分含量 (%)	実剤型	出荷数量 (t・kL)			2014年出荷数量シェア		
								2004年	2009年	2014年	石灰窒素 含み算出	石灰窒素除き算出	累計
25	24	44414	除草剤	茎葉部	グルホシネート液剤	18.5	液剤	1,822.5	1,939.2	1,824.2	0.6%	0.8%	36.7%
26	25	44448	除草剤	茎葉部	ジクワット・バラコート液剤	7-5	液剤	2,991.4	2,452.7	1,795.9	0.6%	0.8%	37.4%
27	26	10360	殺虫剤	茎葉部	マシソ油乳剤	95	乳剤	2,481.0	1,885.4	1,788.0	0.6%	0.8%	38.2%
28	27	44437	除草剤	土壌	ベンタゾン粒剤	11	粒剤	1,735.3	1,914.3	1,763.1	0.6%	0.7%	38.9%
29	28	11453	殺虫剤	土壌	オキサミル粒剤	0.8	粒剤	1,944.1	1,961.7	1,693.1	0.6%	0.7%	39.7%
30	29	11180	殺虫剤	茎葉部	エトフェンプロックス粉剤 DL	0.5	DL	2,498.0	2,456.1	1,684.2	0.6%	0.7%	40.4%
31	30	44072	除草剤	土壌	DBN 粒剤	6.7	粒剤	1,618.4	1,579.7	1,611.1	0.6%	0.7%	41.1%
32	31	11712	殺虫剤	土壌	イミシアホス粒剤	1.5	粒剤	-	-	1,525.9	0.5%	0.6%	41.7%
33	32	77004	その他	土壌	生石灰	95	(粒～粉末)	3,304.5	2,056.4	1,477.1	0.5%	0.6%	42.3%
34	33	11587	殺虫剤	土壌	クロチアニジン粒剤	0.5	粒剤	345.3	793.9	1,386.7	0.5%	0.6%	42.9%
35	34	44769	除草剤	茎葉部	グリホサートイソプロピルアミン塩液剤	0.4	スプレー	101.3	2,300.6	1,292.4	0.4%	0.5%	43.5%
36	35	10353	殺虫剤	土壌	カルタップ粒剤	4	粒剤	2,123.4	1,494.7	1,269.0	0.4%	0.5%	44.0%
37	36	45226	除草剤	土壌	イソウロン・シアナジン・DBN 粒剤	1-4-2	粒剤	-	440.1	1,222.9	0.4%	0.5%	44.5%
38	37	11154	殺虫剤	土壌	ベンフラカルブ粒剤	5	粒剤	1,209.0	888.2	1,217.6	0.4%	0.5%	45.0%
39	38	45443	除草剤	土壌	プロマシル・DCMU・MCP P 粒剤	1.5-3-1.5	粒剤	-	-	1,176.3	0.4%	0.5%	45.5%
40	39	22000	その他	茎葉部	硫酸銅	98.5	(粒～粉末)	972.3	491.9	1,138.9	0.4%	0.5%	46.0%
41	40	44454	除草剤	土壌	ペンデメタリン粉粒剤	2	細粒剤 F	1,006.2	1,028.0	1,130.6	0.4%	0.5%	46.5%
42	41	23102	殺菌剤	土壌	アミスプロム粉剤	0.5	粉剤	-	-	1,101.9	0.4%	0.5%	46.9%
43	42	77009	その他	土壌	炭酸カルシウム水和剤	95	水和剤	2,454.5	1,272.5	1,101.7	0.4%	0.5%	47.4%
44	43	44070	除草剤	土壌	DBN 粒剤	2.5	粒剤	874.2	1,197.1	1,086.3	0.4%	0.5%	47.9%
45	44	44613	除草剤	土壌	プレチラクロール 1 キロ粒剤	4	1 キロ粒剤	1,613.9	1,287.5	1,074.1	0.4%	0.5%	48.3%
46	45	55134	農業肥料	土壌	ウニコナゾール P 複合肥料	0.004	農業肥料	-	104.7	1,055.8	0.4%	0.4%	48.8%
47	46	45223	除草剤	土壌	イマズスフロロン・ピラクロニル・プロモブチド 1 キロ粒剤	0.9-2-9	1 キロ粒剤	-	177.9	1,052.4	0.4%	0.4%	49.2%
48	47	55132	農業肥料	土壌	ウニコナゾール P 複合肥料	0.004	農業肥料	-	343.9	1,041.6	0.4%	0.4%	49.7%
49	48	45479	除草剤	土壌	カルブチレート・プロマシル・MCP P 粒剤	1.5-2-1.5	粒剤	-	-	1,027.9	0.4%	0.4%	50.1%
50	49	11459	殺虫剤	土壌	クロルピリホス粒剤	3	粒剤	583.8	998.3	1,017.0	0.4%	0.4%	50.5%
51	50	22318	殺菌剤	土壌	プロベナゾール粒剤	8	粒剤	3,344.0	1,993.5	1,011.9	0.4%	0.4%	51.0%
52	51	22778	殺菌剤	茎葉部	銅水和剤	2	水和剤	1,207.0	855.1	986.0	0.3%	0.4%	51.4%
53	52	34125	殺虫殺菌剤	茎葉部	クロチアニジン・フェンプロパトリン・メバニピリム水和剤 (スプレー)	0.008-0.01-0.02	スプレー	-	-	959.0	0.3%	0.4%	51.8%
54	53	34127	殺虫殺菌剤	土壌	クロラントラニプロール・プロベナゾール粒剤	0.75-24	粒剤	-	-	904.6	0.3%	0.4%	52.2%
55	54	44682	除草剤	土壌	シハロホップブチル 1 キロ粒剤	1.8	1 キロ粒剤	386.3	443.1	784.6	0.3%	0.3%	52.5%
56	55	44075	除草剤	土壌	ACN 粒剤	9	粒剤	908.7	803.0	784.4	0.3%	0.3%	52.8%
57	56	45046	除草剤	茎葉部	グリホサートカリウム塩液剤	44.7	液剤	-	665.5	782.1	0.3%	0.3%	53.1%
58	57	45204	除草剤	土壌	シハロホップブチル・ジメタメトリン・ハロスフロメチル・ベンゾビスシクロン 1 キロ粒剤	1.8-1-0.9-2	1 キロ粒剤	-	264.3	745.1	0.3%	0.3%	53.5%
59	58	11645	殺虫剤	茎葉部	エチプロール粉剤 DL	0.5	DL	-	483.7	741.1	0.3%	0.3%	53.8%
60	59	33960	殺虫殺菌剤	茎葉部	ベルメトリン・ミクロブタニル液剤 (スプレー)	0.01-0.008	スプレー	-	1,571.2	740.9	0.3%	0.3%	54.1%
61	60	11755	殺虫剤	茎葉部	クロチアニジン液剤 (スプレー)	0.008	スプレー	-	-	738.1	0.2%	0.3%	54.4%
出荷数量総合計 (石灰窒素含めた上位 11 剤の合計)								109,053	100,699	104,329			
出荷数量総合計 (石灰窒素含めた全剤の農薬の合計)								343,647	296,574	287,786			

* : 農薬要覧データ (日本植物防疫協会) を元に作成。

II 今後注目される分野

以下に水稲、園芸、果樹場面において、昨今話題になっている分野を参考までにいくつか取り上げた。

1 水稲分野

水稲移植栽培で使用する育苗箱処理に用いる粒剤について、従来は、登録上、移植3日前ころから移植当日までの処理幅の剤が主流であったが、近年は、播種時に処理のできる剤が増えてきている(岩淵, 2013)。これは、育苗センターなどの大規模な処理場面や、個人育苗であっても自動播種機を用いた生産者のニーズに対応できる剤の研究開発が農薬メーカーなどによって進められてきたためである。この播種時処理剤の増加については、単に基礎活性が高かったり薬害の恐れが低い新規有効成分が開発されたためだけではなく、これまでは、水溶解度が比較的高かったり、薬害の恐れのあるため適用が困難であった有効成分についても対応のできる、長期残効性を担保するための溶出制御技術が、不断の研究によって開発されてきたためである。

また今般、イソチアニル剤など、播種時の処理時期をさらに前倒しし、農薬を種子に直接施用することで、従来の育苗箱処理剤と変わらない残効を發揮する、いわゆる種子処理技術の開発も進んでいるところであり、今後の展開が期待される。

また、水稲分野での規模拡大に対応する形で、近年、育苗時の作業を軽減できる手法の一つとして鉄コーティングした種子を用いた直播栽培(表面播種)の普及が進んでいる(山内, 2010)。鉄コーティングする理由として、種子に重量をつけてより正確に播種しやすくすることや、鳥害のリスクを減らすこと等が挙げられるが、種子を育苗することなく表面播種できれば、生産者・組合によっては何万箱分の育苗をし、また、運搬しないといけないう労力を軽減できる。また、この鉄コーティングをする時期は、従来の土中播種用のコーティングとは異なり、生産者が比較的手の空いた冬場などに行うことができるというメリットもある。一方で、本分野で使用できる除草剤、また、殺虫・殺菌剤が不足しているという状況であり、今後の開発が大いに期待される分野である。

2 園芸分野

本分野では水で希釈して使用する散布剤が最もよく使用されていると考えられる。

本分野における最近の動向としては、その処理時期として、水稲分野と同様、省力・低コストをキーワードに、薬剤の種子コート処理やセル苗といった育苗場面への処

理時期の前倒しとともに、機械と連動した灌注処理剤・技術の開発が、今後さらに進んでいくと考えられる。

また、抵抗性の発達しやすしい害虫などに対しては、天敵のさらなる活用が期待される。本分野では、従来から使用されてきたボトル製剤に加え、天敵に住処を提供することにより圃場内での増殖を可能にし、また、化学農薬から保護することのできる資材(バンカーシート®)も開発がすすめられている(森, 2015)。本資材については、現在、アザミウマ類などを餌とするスワルスキーカブリダニや、ハダニ類等を餌とするミヤコカブリダニの入ったパック製剤とセットで販売される予定である。バンカーシートとセットで用いることで、これまで天敵を導入することが難しかった育苗期でも使用できるようになるなど、IPM技術のさらなる普及・発展の起爆剤になり得ると考えられる。

3 果樹分野

本分野でも、園芸分野と同様、水で希釈して使用する散布剤が最もよく使用されていると考えられる。

この中で、従来からの体系では防除が困難であったヒメボクトウなど枝幹害虫への対策が関係各県ですすんでおり、例えば、フェロモンを用いた交信かく乱剤と、フルベンジアミド剤やスタイナーネマ・カーボカブサエ剤を蓄圧式散布器などを用いて幹の内部に直接注入する技術を組合せた防除体系の開発・普及がすすんでいる(星, 2015)。

また、本分野では、従来より、効率的な防除のため、スピードスプレーヤーが一般によく使用されてきているが、残留農薬基準のポジティブリスト制導入以降、薬剤の散布薬液の粒子を大きくした専用ノズルの開発、噴口の向きや高さ、送風等を工夫することにより、薬剤のドリフトをより抑えた技術開発が行われてきた(太田ら, 2013)。生産者が農薬の作物残留リスクを気にせず、安心して防除できるよう、今後ともより一層のドリフト低減技術の開発・普及が望まれる。

あわせて、薬剤抵抗性が発達しやすしいハダニ類などに対しては、園芸分野と同様、バンカーシートの適用も強く期待される場所である。

4 その他

上記の通り、製剤単独ではなく、施用技術とセットで今後とも技術開発がすすむであろう。北海道では海外などからの導入がすすんでいると聞けが、GPSやカメラによりコンピューターが自動で農薬をターゲットに散布する大型機械の普及も将来すすむ可能性がある(竹中, 2012)。

また、近年、空の産業革命と言われるドローンの応用

が農業場面でも期待されている。農地は動かないため、GPSを併用すれば、ボタン一つで中山間地であっても自動で農薬を散布できるなど、そのような時代が既に来ているのではないだろうか。ドローンでも安全に、有効成分を必要量ターゲットに散布できる製剤・施用法の技術開発も、今後大いに期待される場所である。

おわりに

都市に機能・人口が集中する一方、地方では過疎化・少子高齢化がすすみ、地方での産業の位置づけとして、農業は改めて社会的な重みが増し、専業農業人口の拡大、より一層の大規模化が求められている。その前提として、より一層の生産者の手取り向上が必要になる。別の言い方をすると、助成に頼らなくてもよい農業、栽培技術が求められている。

それには、安全、省力、低コストは当然であるが、生産物の増収、高付加価値にもつながる栽培技術に貢献す

る農業製剤・施用技術も今後ニーズが高まると考えられる。

新たな農業技術の開発・発展におけるコアテクノロジーとして、農業製剤・施用法の位置付けは、今後ますます高まるであろう。

引用文献

- 1) 星 博綱 (2015): 植物防疫 69(12):9~11.
- 2) 一般社団法人日本植物防疫協会 (2015): 農業要覧, 日本植物防疫協会, 東京.
- 3) 岩淵博己 (2013): 応用が広がる DDS 人体環境から農業・家電まで 第2編第2節, エヌ・ティー・エス, 東京, p.489~498.
- 4) 山内 稔 (2015): 鉄コーティング湛水直播マニュアル 2010, 国立研究開発法人農業・食品産業技術研究機構近畿中国四国研究センター (現西日本農業研究センター).
- 5) Phillips McDougall (2015): AgriService May 2015:4~34.
- 6) 森 光太郎 (2015): 日本植物防疫協会シンポジウム平成 27 年 1 月「生物農薬—この 20 年の歩みと今後の展望」, 企業から見た生物農薬の展望②, 日本植物防疫協会, 東京, p.29~36.
- 7) 太田智彦ら (2013): 植物防疫 67(7):30~34.
- 8) 竹中秀行 (2012): 第 32 回農業製剤・施用法シンポジウム講演要旨 平成 24 年 9 月「大規模農業の実態と防除技術」:1~8.