

## これからの農薬散布技術

### — 新製剤と新防除技術 —

生 江 洋 一

Hirokazu NAMAIE :  
New pesticide formulations and application systems

昨今、農薬の作物への残留、水道水質、環境汚染などの諸問題が国際的にも取り上げられ、農薬に対する社会の目は一層、厳しいものになっている。農水省を始め、厚生省、環境庁などの各官庁は、これらに対応するため、新たな基準を矢継ぎ早に設定し、規制を強化している。

生産者もこのような動きを迅速、正確に把握し、適正に農薬の使用をしなければならない<sup>12)</sup>。

このような農薬の規制が激しくなっていくことは、生産者のみならず、農薬を開発する企業にとっても益々、品目特性の重要性が増し、その中で新たな効率的「製剤」や「防除技術と防除機」が生まれてくる。

#### 日本の農薬市場

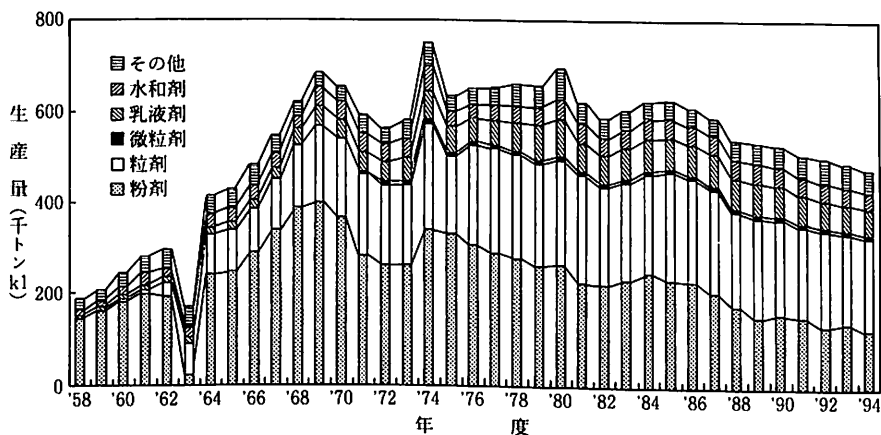
日本の農薬市場は一口に4000億円市場といわれている。統計が行われた1958年以降で見ると、1972年

にやっと1000億円(出荷金額)を超えた業界であったが、2年後の1974年(第1次石油ショック)には2000億円、1980年には3000億円(第2次石油ショック)と急速に成長した。しかし、1985年の3900億円以後、4000億円前後に止まり、金額的には安定市場となっている<sup>12)</sup>。

一方、生産量は1974年の747千トンを超えて、暫減して現在(1994年)では479千トンと500千トンを割り込み、そう速くない将来には400千トンのラインを割っていくであろう(第1図)<sup>1,2,12)</sup>。

金額と生産量(出荷量)の関係を見てみると1969年までは数量的拡大成長期、1970年から1985年は平均単価の上昇による金額拡大成長期で、以降は金額的には停滞、数量的には暫減という熟成期に入っている(第2図)<sup>1,2,12)</sup>。

また、対象病害虫別で見ると、生産量では1960



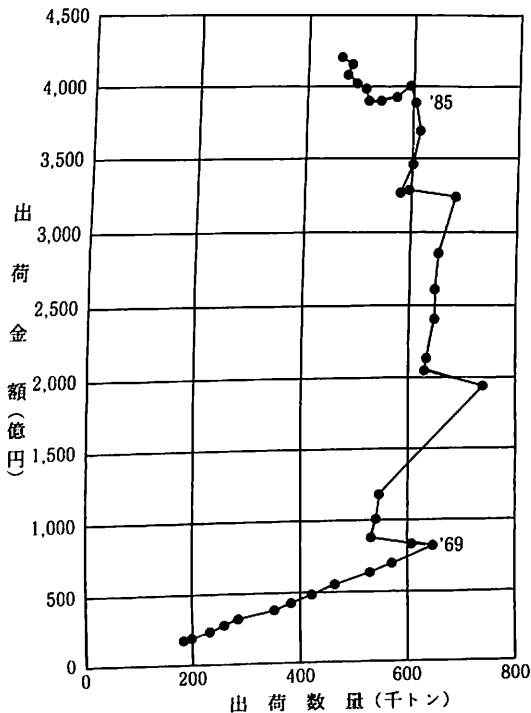
第1図 農薬剤型別生産量(農薬要覧より)

年には殺虫剤54%、殺菌剤42%、除草剤1%であったものが1994年には殺虫剤38%、殺菌剤30%、除草剤27%となり、金額でも1960年には殺虫剤59%、殺菌剤30%、除草剤8%が1994年には殺虫剤31%、殺菌剤30%、除草剤30%と時代によって変化している<sup>10)</sup>。参考であるが、西ヨーロッパでは殺虫剤20%、殺菌剤32%、除草剤41%（金額 AWA社1991年調査）と地域での使用実態は異なっている。

欧米と日本との使用における大きな違いは、日本では数量の約70%を粉剤、粒剤が占めていることである。日本の農業、特に水田用農業は有効成分を予めタルクやクレーといった鉱物質に希釈された粉剤、粒剤が主体であり、農家個人での防除を簡易にしたという特徴を持っている。従って、欧米での乳剤、水和剤、フロアブル(SC)剤などの水に希釈して散布する「液剤散布」スタイルとは違っている。粉剤、粒剤の重量と乳剤、水和剤の希釈前の重量を用いて農業の使用量が欧米より「日本の使用量は多い。」と論ずることは間違いであろう<sup>12)</sup>。

農業の生産量と剤型

このように、防除スタイルの違いによってその生産量にも大きな差が生じているが、防除システムにも変化が



第2図 国内農業の出荷数量・金額の推移 (農薬要覧より改変)

でてきており、剤型別の生産量も時代とともに変化している<sup>12,13)</sup> (第1図, 第3図)。

1. 剤型別生産高

(1) 粉剤

生産量は1959年の399千トンを最高に年々減少し、1994年には123千トンと1/3になっている。金額的にも1986年の609億円が最高で、現在では400億円前後で推移している。

総生産量に対する割合は、1960年に76%であったものが、現在(1994年)では26%と大きく減少しており、金額では1960年に41%が現在では9%とさらに低下し完全に主流から外れてきた<sup>12)</sup>。大部分が水田で使用されており、一部施設の<FD>もあるが微々たる量である。

(2) 粒剤

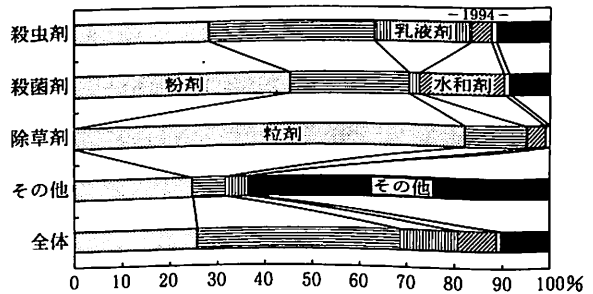
生産量は1981年の241千トンが最高であるが、1994年には206千トンとほぼ200千トンベースである。金額では、1994年が最高で1,310億円となっている。

総生産量に対する割合は、1960年には僅か0.8%であったものが、1994年には43%と生産でも最高量となっており、金額では1960年の0.6%が1994年には30%となっているものの量と金額では一致していない<sup>12)</sup>。

圧倒的に水稲での使用が多く、本田散布の除草剤、殺虫剤、殺菌剤および育苗箱施用剤として用いられる。また、水田除草剤での主流が<1キロ粒剤>に変わっており、今後は殺菌剤、殺虫剤でも少量施用化が進むであろう。しかし、オゾン破壊問題で<臭化メチル>の使用が規制方向へ向っており、その代替としてセンチュウ防除粒剤が増加していくので当分は増加傾向が続くであろう。

(3) 液剤 (乳剤, 液剤, 水和剤など)

生産量は、乳・液剤で1980年の82千kL、水和剤で1974年の52千トンが最高で、両剤合わせると毎年ほぼ100千トンである。金額では、1994年には乳・液剤で1,096億円、水和剤で1,253億円と使用剤型の変化と新



第3図 農業の使用目的と剤型 (生産量-農薬要覧1995)

剤型 (SC, EW, ME など) の出現から増加傾向にある。

総生産量に対する割合は、全液剤として 1960 年に 11% であったものが 1994 年には 20% にまでなっており、今後暫増していくであろう。金額では毎年 50% 前後で 1994 年には 53% と微増している<sup>12)</sup>。

水稻では空中散布が主体だが、新防除技術として「無人ヘリコプタ」、「バンクルスプレーヤ」、「滴下マン」などの普及によって今後の使用場面が拡大するであろう。

園芸では、乳剤は野菜、ミカン、水和剤は落葉果樹と以前でははっきりしていたものが、<SC 剤>、<ME 剤>、<EW 剤>などの非危険物剤で石油溶媒の薬害の軽減のできる剤が近年開発されてから使用場面では境目がなくなってきた。

## 2. 病害虫雑草別の剤型の特徴

使用場面や防除の対象によって剤型に特長がでている。水稻では粉剤、粒剤が圧倒的であり、水稻空中散布および園芸では液剤と区分され、また、対象の病害虫・雑草によっても剤型に特長がでている<sup>12)</sup>。

### (1) 殺虫剤

生産量の最高は 1974 年の 332 千トンで、現在では 181 千トン、金額は 1986 年が最高で 1,643 億円だが、ほぼ 1,600 億円で推移している。

生産量は粉剤、粒剤でほぼ 2/3 を占めるが、金額では両剤で約 1/3 にしかならず液剤が多い。

### (2) 殺菌剤

生産量の最高は 1969 年の 216 千トンで、現在では 181 千トン、金額は暫増しながら現在 1,307 億円である。

剤型では粉剤、粒剤で 3/4 を占めるが、金額では両剤でも殺虫剤同様 2/5 にしかならない。

### (3) 除草剤

生産量の最高は 1974 年の 216 千トンで、現在では 128 千トン、金額はやはり暫増しながら現在は 1,323 億円である。

生産量は粒剤がほぼ 9 割を占めるが、金額では粒剤、液剤ほぼ半々である。

## 農薬の剤型と特性

### 1. 農薬製剤の種類

農薬製剤はまず、その形態からは固体状、ペースト状、液体状、気体状と分けられるが、一般には散布 (施用) 法によって分別される。希釈しないでそのまま施用するものと水に希釈して使用するものに大別される。

そのまま施用するものとしては、粉剤・粒剤などの固体施用剤、ペーストなどの塗布剤、油剤・微量散布剤の液状剤、くん蒸・エアゾルなどの気体剤がある。

また、水などに希釈して施用するものとしては、固体状の水和剤・WDG<顆粒>・水溶剤、液状の乳剤

(EW)・SC (フロアブル) 剤・液剤 (ME)・MC<マイクロカプセル>スラリー剤がある (第 1 表)。

### 2. 農薬剤型の推移

農業情勢や社会情勢の変化については最初に述べたが、防除の方法もそれに伴って変化し、農薬の剤型も時代、時代で変わってきている。即ち、日本の農業散布には個人防除の概念が強く、希釈しないでそのままの形状で散布できる製剤から始まっている。

また、安全問題ではいち早く毒性の強いものから安全な普通物への切り替えが進んだが、昨今では、その他に環境問題、資源問題、コストなどが考慮され剤型も大きく変化しつつある。

農薬の登録面から見ると、相変わらず粉剤が多いが年々に減ってきており、その内殆どがドリフト (飛散) の少ない DL 粉剤である (第 2 表、第 3 表)。粒剤の登録は多くなる傾向を示し (第 2 表) ているが、これは省資源、物流コスト低減から 1 キロ粒剤への移行もある。

液剤では危険物で規制される乳剤が暫減し、水和剤が多くなってきている (第 2 表)。水和剤の中には粉立ちのない SC へ (第 3 表) 切り替えも多く、乳剤では SC、EW、ME へと切り替えている。今後は物流面、容器の処理問題から増量剤部分での液 (水・溶剤) 分を除いた WDG (顆粒水溶・水和剤) へ向かうであろう。

### 3. 委託試験における開発動向

このような傾向は日本植物防疫協会や日本植物調節剤研究協会への委託試験にも現れている (1996 年委託試験より)。

特徴的には、水田除草剤の委託は 1 キロ粒剤に変わっており、水稻用殺菌、殺虫剤でも委託試験で 1 キロ粒剤が上げられ始めている。除草剤ではさらに減量した 0.5 キロ粒剤の委託もでてきている。これらの少量粒剤化は界面活性剤を利用し、水面水中での拡張性を高めて均一に処理層 (面) を作らせて安定した防除効果を狙っている。

SC 剤は剤型の中で一番多く委託されており、各社の要望が大きいことが伺われる。さらに WDG の委託も年々増加してきており、将来の剤型として注目される。

### 4. 新剤型について

剤型の変遷の中で近年、新しく開発された剤型について以下に解説する。

#### (1) 製剤のままの散布剤

##### 1) 1 キロ粒剤

水田除草剤は殆どが粒剤で、10a あたりの散布量が 3 kg が定着していた。水田除草剤の特徴は粒剤が水中で崩壊し、土壌表面上に均一に拡散させ処理層を形成させ発生してくる雑草を枯殺したり、有効成分を水中に溶解し水を処理層として発生している雑草に付着して効果を

第1表 農薬の剤型とその特性

剤型名	英名略称	英名	特性
乳 劑	EC	emulsifiable concentrate	水に溶けにくい有効成分をキシレンなどの溶媒に溶かし、これを水中で攪拌した時に均一な微粒子で分解するよう界面活性剤などの乳化剤を加えて安定にしたもの。水希釈液は白濁、不透明な液となり、2～3時間は安定。
水 和 劑	WP	wettable powder	水に溶けにくい有効成分を微粒子とし、これにクレーやホワイトカーボンなどの増量剤を加え、さらに物理性を良好にするために界面活性剤を加えたもの。水希釈液は、白濁、不透明な液となり、10分もすると沈降物を生じ出す。沈降物は攪拌により再分散もする。
液 劑	L	liquid formulation	水溶性の有効成分を液体の製剤としたもの。そのままあるいは水に希釈、溶解して用いるものをいう。水希釈液は透明で安定。(水に希釈する農薬の総称として用いられることもある。)
水 溶 劑	SP	water-soluble powder (soluble powder)	水溶性の有効成分を粉末、粒状などにした固形剤で、水に溶かすと容易に水溶液となる製剤をいう。水希釈液は透明、希釈液は安定。
粉 劑	D	dust (dust formulation)	農薬原体をクレーなどの増量剤で希釈し、必要に応じて分解防止剤などを加え、粒径44 $\mu$ m以下、平均粒径10 $\mu$ m程度の微粉に製剤化したもの。
DL 粉 劑	DL (LDD)	low drift dust (less-drifting dust) formulation	漂流飛散(ドリフト)が少ない粉剤で、浮遊性指数15以下のものをいう。平均粒径20～30 $\mu$ mの粒子からなり、凝集剤が添加されている。
粒 劑	G	granule	農薬原体をベントナイト、タルクなどの増量剤と混合造粒または空粒(増量剤のみ)に吸着あるいはコーティングして製造される粒状の固形剤。粒径は300～1,700 $\mu$ m。
微 粒 劑	MG (FG)	micro-granule (fine-granule)	粉剤の代替としてドリフトを少なくする目的で開発された。微粒と粉末からなる製剤。粒度範囲は63～212 $\mu$ m。
マイクロカプセル	MC	microcapsule (microencapsulated formulation)	高分子物質の薄膜で有効成分を覆った微粒子で、光分解や揮散による薬剤の消失を抑えて持続性を高めるとともに、膜の性質や厚さを変えることにより薬剤の放出が制御できる。農薬ではMCを水に懸濁させたスラリー状の製剤が用いられている。
サイクロデキストリン	CD	cyclodextrin (cyclodextrin inclusion-compound)	サイクロデキストリン分子の中空部に農薬の有効成分を取り込み結合させた製剤。光、温度などの影響を受けにくくなり、有効成分の安定性がよくなる。
マイクロエマルジョン	ME	micro emulsion	水に溶けない有効成分を少量の有機溶剤、界面活性剤で水に分散させた製剤。水希釈液は透明で安定。(登録上の種類は液剤)
フ ロ ア ブ ル S C	FL SC	flowable suspension-concentrate	固体の有効成分の微粒子を主として水に分散させた製剤。ゾルとも呼ばれる。希釈液は白濁し、不透明。希釈液の安定性は乳剤と水和剤の中間。(登録上の種類は水和剤)
E W	EW	emulsion oil in water	水溶性のポリマー、特殊な界面活性剤などで農薬原体を被覆することによって水に分散させた製剤。危険物に該当しない。希釈液は白濁し、不透明。希釈液の安定性は乳剤と水和剤の中間。(登録上の種類は乳剤)
顆 粒 水 和 劑 ドライフロアブル	WDG (DF)	water dispersible granule (dry flowable)	有効成分を界面活性剤、結合剤とともに粒剤状に製剤したもの。これを水に希釈すると水和剤調製液と同様の微粒子として均一に分散する。
S E	SE	suspo-emulsion	SC(フロアブル)剤とEW剤が一つの製剤に同時に含まれているもの。特性はSCとほぼ同じ。
フ ロー ダ ス ト	FD	flow-dust	平均粒径5 $\mu$ m以下の粒子からなる微粉。施設内で動散で散布すると浮遊、拡散して作物に均一に付着する。粉剤のドリフトを最大限利用した製剤。
く ん 煙 劑		smoking pesticide	加熱により有効成分をガス(空中では冷えて微粒子になる)化して使用するための製剤。自燃式のものには製剤中に発熱剤を含んでいる。
エ ア ゾ ル		aerosol	缶入りのスプレー。缶のガスで直接薬剤を微粒化して散布する。手軽なため、家庭園芸用として販売されている。
パ ッ ク (仮 称)		(pack)	粉剤をポリビニルアルコール(PVA)などの膜で包んだ製剤。包装は水に投下後に溶解するようになっているため、外包装後は吸湿に注意する必要がある。

剤型名	英名略称	英名	特 性
油 剤		oil solution	原体をそのまま、あるいは高沸点の有機溶剤に溶かした水に不溶な液体製剤。
サ ー フ			サーフは製剤分類上は油剤に同じ。施用法として水田の田面水に展開させて使用するタイプのものにこの名称がついている。
1 キ ロ 粒 剤	LVG	low volume granule	3 kg粒剤の有効成分含量をほぼ3倍にし、粒径をやや大きめにして飛散距離がでるようにした製剤。また水中での薬剤の広がりがよくなるように工夫して、1粒がカバーできる面積を大きくしている。
ジ ャ ン ボ 剤	JP	jumbo pellet	水田除草剤で開発されている製剤。1個50gのタブレット状や粒剤50gを水溶性フィルムで包装したバックタイプなどがある。タブレットタイプのものには発砲剤が入っており、水中に薬剤が拡散するようになっている。バックタイプものは水溶性フィルムが破れると薬剤粒子が水面に漂い、拡散するように浮遊性をもたせてある。
水溶性包装製剤	WSB	water soluble bag	主として水和剤を水溶性の袋（ポリビニルアルコール：PVAなど）で包んだ製剤。水和剤のように薬剤調製時の発塵がなく、そのまま水に投下できる。

第2表 農薬製剤の剤型別登録推移（上段：件数，下段：％）

剤型名	1980年	1982年	1984年	1986年	1988年	1990年	1992年	1994年
粉 剤	1,581	2,017	2,147	2,359	2,452	2,447	2,185	1,885
	36.1	40.0	39.8	40.7	40.3	38.8	36.2	32.6
粒 剤	387	470	547	657	790	869	899	932
	8.8	9.3	10.2	11.3	13.0	13.8	14.9	16.1
粉粒剤	286	297	324	293	255	237	138	113
	6.5	5.9	6.0	5.1	4.2	3.8	2.3	1.9
水和剤	676	755	854	939	1,030	1,144	1,198	1,264
	15.4	15.0	15.8	16.2	16.9	18.2	19.8	21.9
水溶剤	54	55	64	70	68	55	61	64
	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	0.9	1.0	1.1
乳 剤	715	741	732	754	761	795	813	777
	16.4	4.7	13.6	13.0	12.5	12.6	13.5	13.4
液 剤	155	187	138	165	177	195	200	201
	3.6	3.7	2.6	2.8	2.9	3.1	3.3	3.5
油 剤	66	65	65	57	46	46	37	38
	1.5	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.7
その他	456	450	519	501	505	511	506	506
	10.5	9.0	9.6	8.7	8.3	8.1	8.4	8.8
計	4,376	5,037	5,390	5,795	6,084	6,299	6,037	5,780

第3表 粉剤，水和剤の剤型別，形状別登録割合の推移

登録番号		14,001 ～15,000	15,001 ～16,000	16,001 ～17,000	17,001 ～18,000	18,001 ～19,000
粉 剤	一般粉剤	37.4	21.9	8.9	2.7	2.7
	DL粉剤	62.6	78.1	91.1	97.3	97.3
水 和 剤	粉 状	90.1	95.5	78.7	66.3	46.8
	顆 粒 状	0.7	0.5	2.0	0.7	6.4
	懸 濁 状	9.2	4.0	19.3	33.0	46.8

ださせたり、溶解分散している成分が土壌に再沈降して処理層を形成して、発生してくる雑草を枯殺している。

しかし、そのような崩壊型粒剤を造る副資材の鉱物質（クレー、タルク、ベントナイト）が不足し、特に土壌処理層形成に大きな役割を果たしているベントナイトは極端に不足し、輸入で賅っており、経費の高騰をまねいている。処理量を減らして省資源とコスト抑制、物流経費削減として開発が始まった。

今までの3kg粒剤と同等の効果を得るために投下有効成分量を変えずに含有量を3倍にし、重量を1/3にすることから研究が始まった。しかし、除草剤の処理層形成に必要な均一散布が悪化され、一般の粒剤（粒径約1mm）より大きくし、散布機での到達距離を高めるために粒径を1.4mmに設定して試験を開始した。

その結果、あまりに到達性を重要しすぎたため、背負式動力散布機などでのツマリや適正散布速度がとれないなど吐出性に問題が出てきた。

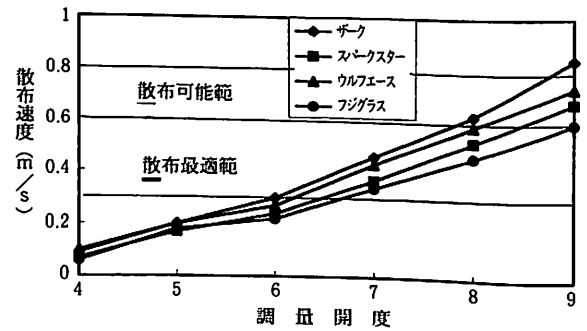
このため、背負式動力散布機などの防除機にも1キロ粒剤への対応が必要となり、吐出量を補正する調量弁の改良（補正板のアタッチメント）によってツマリの防止と複数散布速度の確保が可能となった。即ち、圃場の条件によって散布速度が自由に調整できる散布機ができた<sup>7)</sup>（第4図）。

また、処理層の形成に重要な粒数（通常1g粒数で表す）が3kg粒剤に比べ、粒径を大きくしたため約半分となり、且つ散布量が1/3であることから実際の散布粒数は単位面積あたり1/6となり、1粒剤あたり6倍の処理層形成が必用になってくる。この解決には界面活

性剤を有効利用し、拡張性を高めて十分な処理層形成ができ、従来の3kgより効果が安定した<sup>9)</sup>（第5図）。この試験から、界面活性剤の存在がクローズアップされ、さらに0.5キロ粒剤の開発へと拍車がかかってきた。

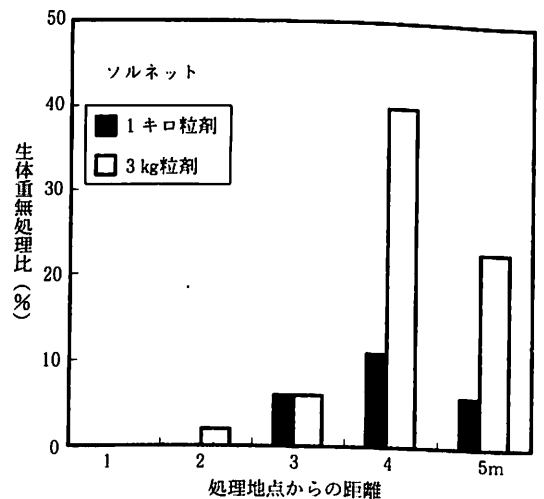
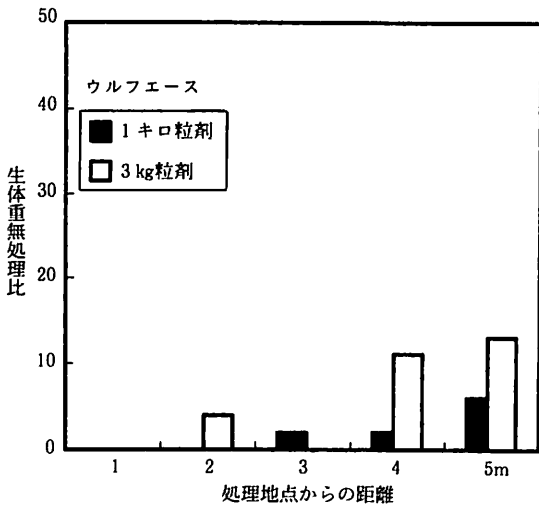
1キロ粒剤と3kg粒剤の物理性の違いは、まず、粒度分布では1キロ粒剤が3kg粒剤より大き目に分布し、特に細かい粒子をカットしている。従って、見掛けの比重は小さくなっている。その影響で粒長も比較的長い粒子となっている。この粒度分布が変わったことは1g粒数、硬度（崩壊率）にも影響した（第4表）。

殺虫剤、殺菌剤ではコラトップ（ピロキロン）、殺虫剤ではパダン（カルタップ）、パダンバッサ（カルタップ・BPMC）の1キロ粒剤が登録され、空中散布剤にオ



第4図 1キロ粒剤の背負式散布機の調量開度と散布速度 (1994年 全農)

注) 1キロ対応機, 30m 多口ホース使用



第5図 1キロ粒剤の拡散性試験 (1993年 全農)

注) ホタルイの距離別殺草効果 (無処理区残草率)

第4表 1キロ, 3kg粉剤の物理性比較 (全農 1994)

商品名	粉度分布 (%)						見掛 比重	粒長 (1g粒数)			硬度% 崩壊率	
	>1.7	~1.4	~1.19	~0.71	~0.5	0.5<		<2mm	~3mm	3mm<		計
ウルフェース51	0	0.6	6.9	92.5	t	t	1.08	308	206	4	518	1.08
ウルフェース17	0	t	0.1	91.6	8.2	0.1		1,099	43	0	1,142	4.50
ウルフェース75	0	1.0	6.2	92.2	0.4	0.1	1.08	186	182	75	443	1.15
ウルフェース25	0	t	0.2	89.5	10.2	0.1	1.27	1,086	48	0	1,134	4.60
スパークスター	0.2	4.0	65.7	29.8	0.1	t	1.00	303	164	1	468	8.63
	t	0.2	1.0	97.0	1.7	0.1		767	66	1	834	

注) 上段: 1キロ粒剤, 下段: 3kg粒剤

リゼメート (プロベナゾール) が1キロ対応剤として登録されている。

## 2) ジャンボ剤 (バック剤)

ジャンボ剤の名称は古く、イネのニカメイガ防除剤として「スパンオンジャンボ」が開発されたが、当時は有効成分クロルフェナミジンの水溶解度が高いことに着目した大粒粒剤であった。最近のジャンボ剤は水田除草剤で開発されたものを指している。投下量は1キロ粒剤と同様に1kg/10aである。即ち1個50gのジャンボ剤を20個を10aに適度に投下し界面活性剤 (発泡剤, 拡張剤) の力で水面で素早く溶け有効成分を拡張, 沈降させて効果を発揮させる。

形状は1個50gのタブレット状, ゴルフボール状のものと小タブレット状や粒状のものを水溶性フィルム (PVAフィルム) で50g包装したものが開発されている。製品ではタブレット状, 小タブレットの水溶性包装品がある。

一方, 殺虫剤や殺菌剤では水溶性フィルムで粒剤を50~150gに包装したものでバック剤と呼ばれている。

殺虫剤では, kelなどの水に溶けやすい材料と界面活性剤 (発泡剤, 拡張剤) で粒剤化したシクロサルU (シクロプロトリン) 粒剤を, 水溶性フィルムで150g包装したものが開発された。投下量は10個/10aである。さらに有効成分を2.5倍に増量 (5%) した「シクロバック」が登録された。60g水溶性包装で投下量も10個/10aで600g/10aとさらに減量している。

殺菌剤では, コラトップ (ピロキロン) バックが登録されている。同剤の1キロ剤の有効成分の含有量は12% (一般粒剤は5%) であるが, バック剤はその倍の24%にして50gを水溶性フィルムで包装して10~13個 (500~650g) /10aを適当に投下する。このコラトップの特徴は粒剤のキャリア部分の原料にコルク屑を利用し, 水溶性フィルムが水で破袋されてから水面を粒剤のまま, 拡張させ, イネの茎に付着させて作物の近くで溶出させたり, 毛細管現象でイネへ付着・吸収させている。

## 3) サーフ剤

剤型別では, 油剤に区分されるが, 乳剤のような乳化性の強い界面活性剤は使用せずに, 水面に滴化させ, 急速に水面を拡張させて水稻の茎などから毛細管現象などを利用してイネ体に付着させる剤である。散布方法は病院などで見る「点滴」方式と「投げ込み」方式がある。

点滴方式は水田の随所に点滴容器を設置して, 経時的に滴下させ, ゆっくり拡張させ均一性を保持させる。また, 投げ込み型は水溶性資材 (PVAなど) で作ったビン状の容器 (アンプル) に入れ, 水田に投げ込み, 田面水で溶解し, 中の薬剤が水面を拡張していくものである。両方式は, エトフェンブロックスで「トレボンサーフ」および「なげこみトレボン」として登録されている。

## 4) SC<フロアブル, FL, ゾル>

開発当初の商品名は〇〇ゾルと呼ばれ, 主に空中散布の原液散布・少量散布に使用されている。最近ではフロアブル, FL, SCといった商品名をつけているが, 国際的にはSCが通じやすい。SCは通常の病害虫防除では希釈して使用しているが, ここでは原液をそのまま散布する水田除草剤の使用方法があるので, それを紹介する。

水田除草剤については前述したように, 水田水を処理層として利用しており, 原理は粒剤と同じである。しかし, 作業面では畦畔からの手振り, 入水時の水口からの流し込み, 移植同時の「滴下マン」での滴下など1キロ粒剤よりも応用面は広い。これらはSC製剤の水中分散性, 懸垂性など界面活性剤の力に負うところが大きい。また, 原液のまま散布するので, 特に水田除草剤では粘性をできるだけ低く抑えている。

## (2) 液剤 (希釈して使用する製剤)

### 1) SC<フロアブル, FL, ゾル>

剤型別では水和剤に属し, 区別するために「懸濁製剤」とも呼ばれる。形状は濃厚懸濁液で, 界面活性剤を利用して固体原体の有効成分を分散, 湿展させ, 水に分散させたものである。その他の素材に希釈時の泡立ち防止の消泡剤, 製剤の分離を防ぐ増粘剤, 凍結防止剤などが添

加されている。また、製造での特徴として湿式粉碎（液体内の粉碎）を行っているため、一般粉碎の水和剤より粒子が細かい（第5表）。付着効率は一般水和剤より高く効果が向上することから、水和剤より有効成分含有量は少なくなっている。有効成分の粒子が細かいことは、速効性がある反面、残効性はやや短い。しかし、作物残留が少なく、果面や野菜の汚れも少ないというメリットもある。長所として、①薬液調整時での粉立ちがなく、希釈時の安全性が高い。②溶剤を殆ど使用していないので、危険物の規制を受けないなどがある。しかし、増粘剤、凍結防止剤を添加しているため、当然粘度は高くなり、容器から希釈のために出すことに苦労する。また、分散剤・増粘剤を入れているといっても長時間静置しておくと、容器内での薬液の分離が起こり、有効成分などが容器の底へ沈降して、振ったりして再分散させないと底面に有効成分が残ってしまうという欠点もある。そのため、使用する前には必ず「よく振って」から容器から取り出すことが上手な使用方法である。これは、分離しているものを再分散させるためばかりではなく、SC剤の「粘度」は一般の液剤と異なり、物理でいうニュー

トンの法則にあわない〈非ニュートンの法則〉の領域に属する。一般の乳液剤では測定において「粘性流動体のせん断力」(S)と「粘性流動体の速度勾配」(D)の関係でS/D即ち粘性係数( $\eta$ )が一定でニュートンの法則が成り立つが、SC剤の粘性測定においてはその関係が全く成り立たず、S/D曲線が原点を通過する直線にはならず、一般にいわれる温度差による粘度変化よりも、刺激・衝撃などの粘度変化が大きい。即ち粘度計のローターNoや回転数によって粘度の測定値が大きく異なる。しかし、粘度計のローターNoと回転数の関係で $\text{Log } \theta = \text{Log}(K' \eta') + n \text{Log } \omega$ で各ローターで回転数を変えて測定した「非ニュートン粘性指数」(n)はどのローターを使用しても同一になる（第6表）。注： $\theta$ は計器目盛の読み(トルク)、 $K'$ は計器常数、 $\eta'$ は非ニュートン係数、 $\omega$ は回転数(rpm)。

従って、SC剤の物性の一つにそれぞれが固有にもつ「非ニュートン粘性指数」を計測することによって、今後のSC剤の品質管理の要因にすべきであるが、SCの使用目的は広くこの数値の範囲を定めるには、SC剤の普及での問題点が整理できる状況になってからである。

第5表 各種SC剤の平均粒径( $\mu\text{m}$ ) (1995 全農)

殺虫剤		殺菌剤		除草剤	
ピリダベン	1.48	イブコナゾールCu	3.51	(クサメッツL)	1.86
フェンピロキシメート	2.20	フサライド	1.97	(カルショットL)	4.72
ベルメトリン	6.23	フルトラニル	3.65	(シーゼット)	4.30
クロルフルアズロン	0.31	有機銅	0.74	(アワード)	6.64
イミダクロプリド	1.36	ヘキサコナゾール	1.54		
フルバリネート(EW)	0.12	TPN	1.71		
エトフェンブロックス(EW)	4.64	イプロジオン	2.13		
		硫黄	1.38		
		フルアジナム	2.55		

注) 除草剤は3種混合で商品名を使用した

第6表 SC剤の粘度(非ニュートン指数) (1995 全農)

殺虫剤		殺菌剤		除草剤	
ピリダベン	0.367	イブコナゾール銅	0.300	(クサメッツL)	0.207
フェンピロキシメート	0.174	フサライド	0.373	(カルショットL)	0.283
ベルメトリン	0.425	フルトラニル	0.549	(シーゼット)	0.251
クロルフルアズロン	0.570	有機銅	0.272	(アワード)	0.298
イミダクロプリド	0.477	ヘキサコナゾール	0.334		
		TPN	0.204		
		イプロジオン	0.364		
		硫黄	0.226		

注) 除草剤は3種混合で商品名を使用した



調整した薬液の安定性は、水和剤と乳剤の中間程度である。

#### 2) WDG<顆粒水和(溶)剤, SG, ドライフロアブル, DF>

形状は粒径が $100\mu\text{m}\sim 1,700\mu\text{m}$ 、見掛け比重が0.5~0.7の軽い顆粒状の製剤である。剤型別には2つの剤型に属する。即ち、一般の水和剤を顆粒化したものや水に難溶な有効成分に界面活性剤を入れて顆粒化したものは水和剤に属し、水溶剤を顆粒化したものは水溶剤に属する。

一般の水和剤を顆粒化したものは効果・汚れは水和剤と変わらないが、鉍物質(クレーなど)を使用していないWDGや水溶性顆粒は効果・汚れも少ない。

特徴は①粉立ちがないので人体への付着が少ない。②間違ってもこぼしても処理がしやすい。③計量が安全にできる。④有効成分含有量を高濃度にできる。⑤従って容量を軽量化できる。⑥輸送、保管などの物流経費が節約できる。など大きなメリットがある。

欠点は顆粒製剤は技術が高度で、製造コストが上昇するが、粒剤造粒技術を生かした粒状の剤を作ることも低コストの一つであり、委託試験でも取り上げられている。将来的には粒剤の少量剤との区別がなくなり、そのまま粒剤としての水面施用や希釈して園芸用の散布剤としての活用ができる時代が来るかも知れない。

#### 3) EW

形状は見掛けからはSCと変わらないが、剤型上では乳剤に属し、乳濁剤とも呼ばれる。これは乳剤の欠点である人畜への刺激性や作物での薬害面を改良するため、そのままSC剤にできない有効成分を少量の溶剤に溶かし、油状粒子として水溶性ポリマーや界面活性剤で被覆させ、界面活性剤で水に分散させた製剤である。平均粒径は $2\mu\text{m}$ 以下とSCよりさらに細かくなっている(第5表)。水溶性ポリマーと界面活性剤の使用は、有効成分の種類によって、使い分けている。製剤としてはSCと同様に消泡剤、凍結防止剤、増粘剤、防腐剤が添加されている。

刺激性の軽減や薬害の軽減以外の特徴はSCとほぼ同じであるが、調整した薬液の安定性、混用性はSCよりよい。

#### 4) ME

外観上の形状は液剤と殆ど変わらず、剤型別では液剤に区分される。しかし、有効成分は液剤のように水溶性ではなく少量の有機溶剤に溶かし、界面活性剤で水に分散させている。製法面ではEWと同様に思えるが、分散している粒子はさらに細かく、光学顕微鏡で分散が確認できる大きさである。また、希釈液も一般の水溶剤と同様で白濁せずほぼ透明である。

使用されている有効成分は刺激性のあるものや薬害面で問題があるものに多い。製造コストはかなりかかるが調整した薬液の安定性、混用性はかなりよい。

#### (3) 製剤基剤に使用される技術

第1表に製剤剤型の解説をしているが、その中には剤型分類上には入らないものも掲載している。そのまま水和剤、乳剤(EW, SCなど)の範疇に入るものもあるが、さらに加工して製剤される中間製剤になる素材でもある。

##### 1) MC<マイクロカプセル>剤

有効成分を高分子物質の薄膜で覆った微粒子で、そのまま水に懸濁させたスリラー(SC, EWと形状は同じ)としての製剤やMC粒剤の基剤として使用される場合がある。

特徴は被膜することによって、物化性の弱点のある有効成分の光分解や揮散性を抑えて残効性を高めることや毒性の軽減であるが、特徴の一つである徐放性を利用し、長期の残効性を持たせた剤(モーキャップ<エトプロホス><sup>3,5,11)</sup>(第10図)やゴキブリ自身の行動で被膜を破壊することを利用した標的<ターゲット>防除用として、応用されている。

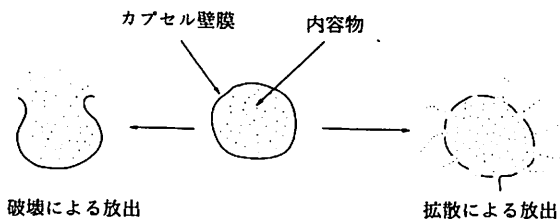
これらの有効成分の放出のコントロールは被膜の厚さと粒径で行っている(第6図)。

##### 2) CD<サイクロデキストリン>剤

基本的にはMC剤と同じであるが、材料は天然物であるサイクロデキストリンで、微細なバケツのような中空部に有効成分を取り込み結合させ、光、温度などの影響を少なくさせ、有効成分の安定をはかっている。光安定性の悪いピレトリンを加工して、粉剤、水和剤が登録されていたが、現在では登録は失効している。

#### (4) 包装資材

包装資材といえば、紙袋やアルミニウム袋、ガラスビンなど農薬の保護に使用されているが、その使用済容器や不燃物容器が問題化している。特にガラスビンや金属缶の始末には不燃物と農薬容器ということからその使用済空ビンや空缶などの処理には一定の限度があり、燃焼性のよい、有害ガスの発生のない高分子樹脂への切替え



第6図 マイクロカプセルからの内容物の放出方法

が進んでいる。

さらに高分子樹脂の1種であるPVA樹脂などで農薬を包装し、そのまま希釈溶解したり、容器を作りそのまま水田に散布(投下)したりし、あとの処理をなくす技術も積極的に採用されている。

1) PVA<ポリビニルアルコール>

水溶性のポリマーで水溶性包装(バック剤, WSB)として粉立ちの懸念のある水和剤の包装やジャンボ剤・バック剤の錠剤包装などに利用されている他、サーフ剤の投げ込み型の容器(アンプル)にも使われている。

膜厚の違いや高分子結合の大小などを利用して溶解時間を調節している。欠点は、濡れた手や降雨などでの濡れに弱いので大量に使用する場面では、作業場所が降雨の遮断が可能な施設などに限られる。

新防除機について

貿易自由化、農業者の高齢化、後継者不足など日本の農業は苦境の時代に入っている。そのような状況下で、生産者は省力化、低コスト化を実現させ、生産性を向上させなければならない。農業の防除を機械化させ、一層の省力化、低コスト化をはかることは農業技術者に科せ

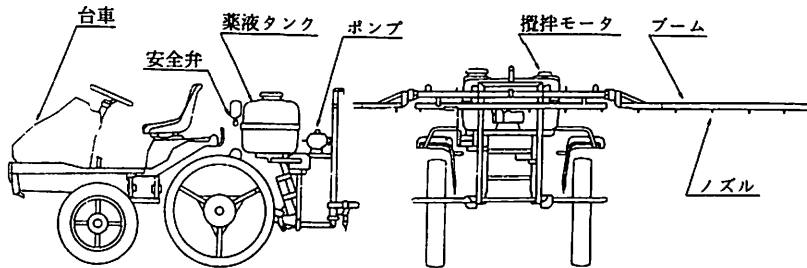
られた命題でもある。農業と防除機の関係は、互いに相手の立場を理解しなければ現場での混乱は避け得ず、農家生産者に迷惑をかけるだけでなく、日本農業の混乱にも繋がる。

両者の基本コンセプトは、農機の汎用的利用、的確防除(施用量の低減、標的防除)である。近年は、両者とも相手の立場を尊重し、多くの新防除を可能にした防除機が開発、出現してきている。

その中で、農家生産者にとってメリットが大きいと思われる比較的新しい防除機と防除技術を紹介する。

1. バンクルスプレーヤ

1970年代に出現した「田植機」は農家の過重労働の解消に大きく貢献したが、田植え以外に使用されることはなかった。最近では「乗用田植機」が普及し、田植えも走行速度に連動して技術的にも簡素化されている。そこでこの速度連動式の乗用田植機に着目し、その植付部シャフトにブームスプレーを連結させ、速度連動型の液剤散布機としたのがバンクルスプレーヤである(第7図)。走行速度に連動して、イネ体上5~10cmという至近距離から薬液を散布するため、従来の畦畔噴頭による散布と比較し、イネ体への付着効率も高まり(第7表)、散



第7図 バンクルスプレーヤの概要図

第7表 バンクルスプレーヤ散布による付着効果(全農 1993, 1994)

試験No	部位	バンクル区(P)	慣行区(C)	比(P/C)
I 93.7.14実施 (草丈37.4cm)	上部	0.360	0.238	1.51
	下部	0.469	0.471	1.00
	全体	0.380	0.286	1.33
II 93.8.9実施 (草丈71.0cm)	上部	0.107	0.074	1.44
	下部	0.067	0.067	1.00
	全体	0.097	0.072	1.35
III 94.7.27実施	上部	0.090	0.034	2.64
	下部	0.046	0.101	0.46
	全体	0.077	0.056	1.38

注) 1993 色案, 1994 フサライド。単位:  $\mu\text{m}/\text{cm}^2$

布精度（変動係数）も極端に向上し（第8表）、且つ人体の被爆量も少ない（第9表）結果となっている<sup>3)10)</sup>。当然ながらドリフトも従来の散布と比較して少なくなっている。

この結果から、散布葉量も低減することが可能であり、標準として300倍、25ℓ/10aの散布を設定した。従来の散布方法（1000倍、100～180ℓ/10a）と比較し、有効成分換算で80%程度となり、従来の散布方法では作物の生育にあわせて散布葉量を増加していったが、バンクルスプレーヤーでは生育に関係なく300倍、25ℓ/10a散布で効果のブレがないことも日本植物防疫協会の委託試験で証明されている。水稲防除の主流である粉剤散布（単剤）と比較しても半分以下の防除薬剤費である。

薬剤の登録ではすでに14剤が適用拡大されており、さらに、12剤が申請もしくは準備中である（第10表）。

しかし、バンクルスプレーヤーが防除機として稲の生育中の圃場内を走行することは、イネに対する損傷が懸念される。1992年の結果では、散布直後の踏み倒し率は

0.11～2.57%であったが収穫期にはその影響は0.04～0.89%と減少していた。肉眼的には1週間程度でかなり回復がみられた。1993年、1994年には実際の散布を想定して走行回数、走行時期を変えて試験を行い、1週間後の回復を含めた踏み倒し率は0.70～1.02%で、収穫時の影響は殆どみられなかった<sup>8)9)</sup>（第11表）。

バンクルスプレーヤーの特徴を整理すると、薬液タンクは約100ℓ、ブームは30cm間隔にノズルが18個取り付けられ、散布幅は5.4mである。左右のブームはたたむことができ、枕地や調整散布では1.8m、3.6mの散布幅もとれる。走行速度は0.44m/秒で、作業効率は10aあたり11～15分で25ℓ散布ができる（第12表）。

2. 1キロ粒剤への対応

今までの粒剤の散布は3kg/10aが通常で、背負式動力散布機械もそのように設定されてきていた。このよう

第8表 バンクスプレーヤー散布による付着変動係数（全農 1993, 1994）

試験No	部位	バンクス区 (P)	慣行区 (C)
I 93.7.14実施 (草丈37.4cm)	上部	26.4	80.0
	下部	37.8	86.5
	全体	24.8	78.4
II 93.8.9実施 (草丈71.0cm)	上部	20.7	70.3
	下部	29.6	71.3
	全体	19.6	69.4
III 94.7.27実施	上部	28.2	85.6
	下部	48.7	101.7
	全体	25.5	90.8

注) 1993 色素, 1994 フサライド。単位: %

第9表 バンクスプレーヤーによる散布者被爆（全農 1993）

測定部位	バンクス区 (P)	慣行区 (C)	P/C
頭	-	2.32	-
胸	0.704	33.9	0.021
右背	-	2.11	-
左背	0.488	1.92	0.233
右上腕	0.544	9.62	0.057
左上腕	-	7.30	-
右膝上	1.22	7.09	0.172
左膝上	10.1	854	0.012
計	13.02	918.24	0.012

注) 単位: μg

第10表 バンクスプレーヤーに登録のある農薬（1996年8月現在）

殺菌剤	殺虫剤
カスラブサイドゾル	アブロード水和剤
ビームゾル	トレボンEW
ラブサイドフロアブル	エルサン乳剤
バシタックゾル	スミチオン乳剤
バリダシン液剤5	
モンガードゾル	
モンカットフロアブル	
モンセレンフロアブル	
カスラブバリダゾル	

注) 倒伏軽減剤のビピフルフロアブルに少量散布25ℓ/10aあり

第11表 バンクスプレーヤーの走行によるイネの損傷〈踏み倒し率〉（全農 1993）

圃場内散布回数	1回目	2回目	3回目
作業月日	7月30日	8月20日	9月11日
草丈・莖数	72cm・25本	95cm・16本	101cm・17本
踏み倒し株率 (%)	0.70	1.02	1.02

第12表 バンクスプレーヤーの諸元

散布幅	5.4m (枕地などでの1.8m, 3.6mも可能)
ノズル数	18個 (30cm間隔で稲中心部上)
散布位置	稲体上5～10cm
散布速度	0.4～0.5m
10a散布量	25ℓ
毎分吐出量	4ℓ/秒
タンク容量	120ℓ

に設定された機械で1キロ粒剤を散布した場合、一般的な散布速度である0.4~0.6m/秒の吐出開度はよくても1つしかとれず、圃場条件によっては散布できないことも予想された。全農では機械メーカーと共同で散布可能な改良を行い、従来の散布機でも調量部分の変更で散布できる補助板を開発し、少なくとも2点以上の吐出開度の確保を担保した<sup>7)</sup>(第4図)。

通常の3kg散布から慣れない1キロ散布への不安が指導者層にあり、全農では全国の農家を中心に2,000人以上にアンケートを行った所、大部分が不安はあるが「慣れれば十分散布できる」との回答を得た。今後の水田除草剤の大部分は1キロ粒剤に切り替わるであろう<sup>6)</sup>。

3. 滴下マン (田植え同時液剤散布)

開発が盛んな水田SC除草剤の原液散布を田植えと同時に散布する田植機に取り付けた田植え速度連動型装置(第8図)である。植え付けを停止すれば薬剤の散布も停止する仕組みになっており、散布精度も非常に高い(第13表)。

1人で、田植えと除草剤散布をこなす事が出来る農繁期での省力的方法である。

速度連動ではないが、SC剤の拡張性の優れることを利用した滴下型「あいちゃん」(愛知県経済連)なども

普及している。

4. まきちゃん, PSR (田植え同時粒剤散布)

水田除草剤の散布を田植えと同時にを行う装置である(第9図)。これも速度連動型であるが、一般の3kg粒剤から最近登録された「1キロ粒剤」まで幅広く散布できる精度の高い散布装置である(第10図)。

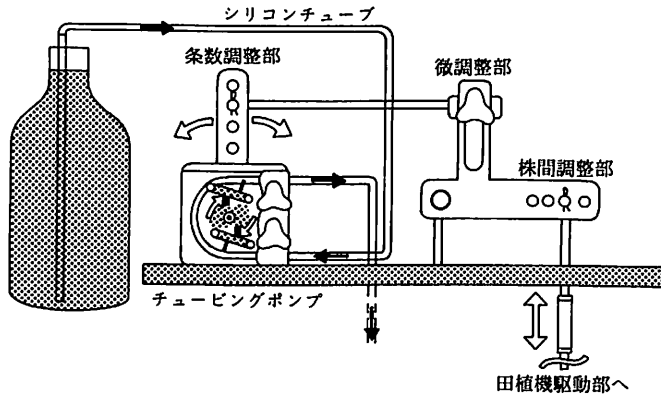
5. スーパースパウター (水田用大型送風散布機)

液剤の大型流し散布装置であり、多数のノズルから薬液を噴霧すると同時に、その背後の大型送風機によって起る風に乗せて、噴霧粒子を吹き飛ばしながら農道を走行する(第11図)。薬剤の到達は風の強さと方向にもよるが、70~100mである。

作業効率は5ha/時で動力噴霧機での畦畔散布と比べ4~6倍の能率である。作業人数は走行、散布のオペレータ、薬液調合、給水などで1チーム3~4人が必要である。農道の整備され、水が豊富な地域での共同防除に適している。また、通常の液剤散布であるので特別な農薬登録の必要はない。

6. 産業用無人ヘリコプタ

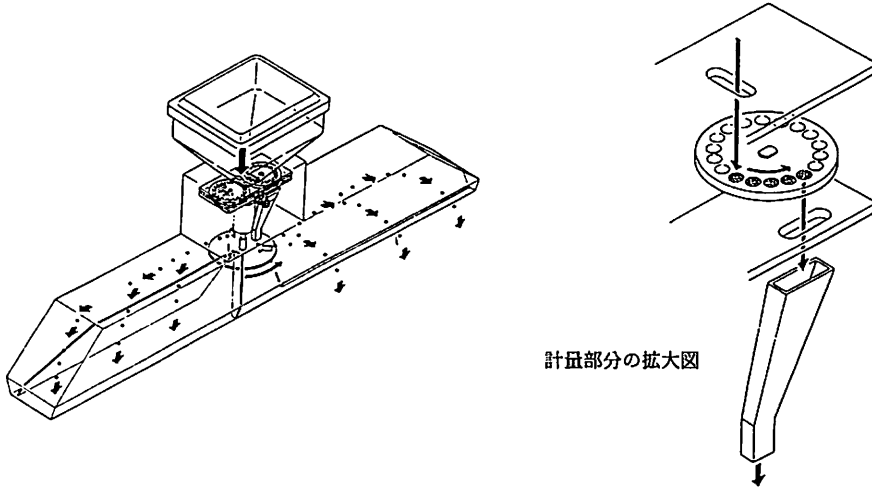
効率的広域防除としての有人ヘリコプタによる空中散布は環境問題から年々その実施は制約されてきている。その補完措置として出てきたのが産業用無人ヘリコプタ



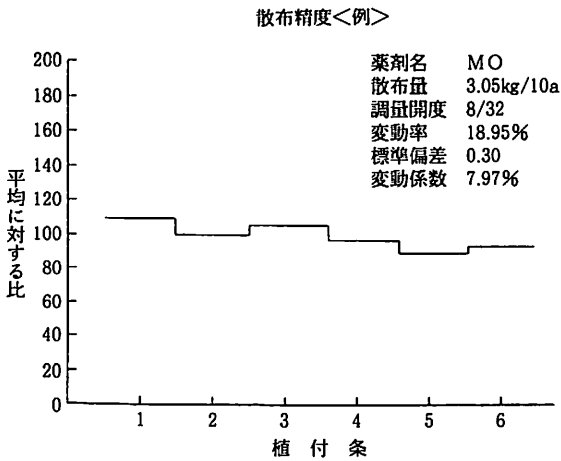
第8図 滴下マンの吐出様式 (チューピング方式)

第13表 滴下マンの平均散布量と変動係数 (1995 全農)

農薬名	水	アワード	レトリー	シーゼット
田植機エンジン回転 (rpm)	1860~1881	1848~1863	1852~1867	1840~1865
設定散布量 (ml)	28.6	28.6	28.6	58.8
平均値 (ml)	28.1	30.1	28.4	58.5
変動係数 (%)	1.75	3.29	1.68	2.45



第9図 田植同時粒剤散布装置の概要図



第10図 田植同時粒剤散布装置の精度 (1992 全農)

である。1989年から事業化され、年々散布面積は拡大しており1994年には71,253haを実施した。1994年の機体数は395機、オペレーターは2,065名となっている。

しかし、現在の無人ヘリは機体が小さく、薬液搭載量も10kg程度で飛行時間も短い。そこには個人資格での限界があり、農林水産航空協会では搭載量を6倍程度に増強した中型無人ヘリの開発を計画している。

7. 小型可動風筒式防除機

果樹園版スーパースパウターで、傾斜地栽培が多い果樹園を基盤整備によって、水平の作業機は通れる管理道路を圃場に作り、そこから上下の樹に風筒を向け、移動しながら流し散布する装置である。

8. 深耕混層ロータリ同時散布機

施設園芸栽培では連年栽培が常識であり、耕盤の薄さや連作障害が問題になっており、連作障害の重要な原因となっている土壌センチュウも年々増加している。

耕盤を広げる装置として、深耕混層ロータリが開発された(第12図)が連作障害は解消されていない。

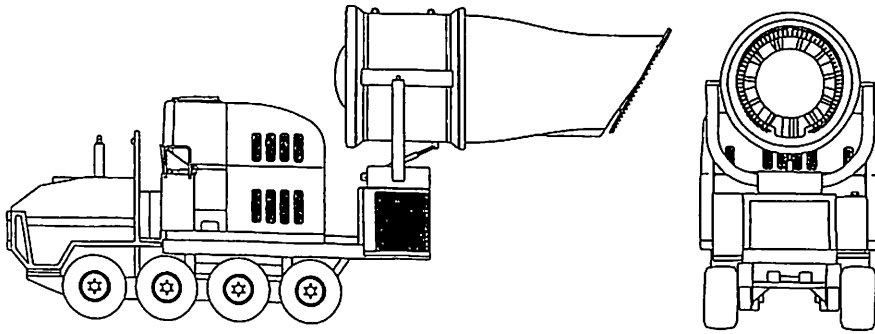
殺センチュウ剤の臭化メチルもオゾン層破壊の要因とされ、地球環境問題から規制の対象となっており、深刻な問題となっている。代替としての殺センチュウ粒剤も開発されているが、センチュウの生息位置が地下の深い所まで分布しており、ガス剤である臭化メチルと比べ十分な効果をあげていない。

そこでこの深耕混層ロータリを利用し、粒剤の深い層への到達をはかったのが同時施用である。粒剤を土壌表面散布し、深耕混層ロータリで深層まで耕耘し、同時に粒剤を深部のセンチュウ生息部分まで混和し防除することができる。

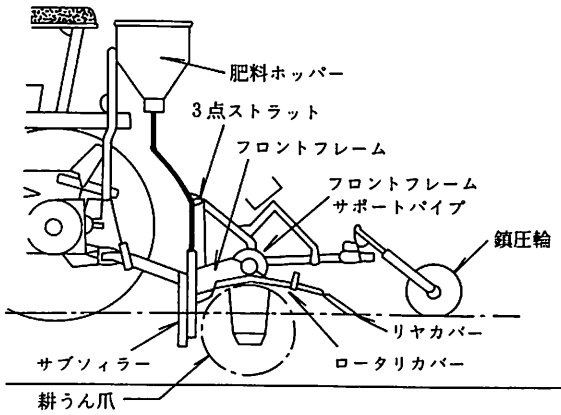
センチュウ防除は長期に亘って密度を抑制する必要がある。粒剤の残効性を増強したモーキャップ(エトプロホス)MC粒剤との組み合わせることによって、断続的に長期間に土壌中のエトプロホス濃度を継続させ(第13図)、長期にセンチュウを抑制する結果が得られ、作物の安定した生育が得られた<sup>51)</sup>。

9. 全自動野菜移植機株元同時施用

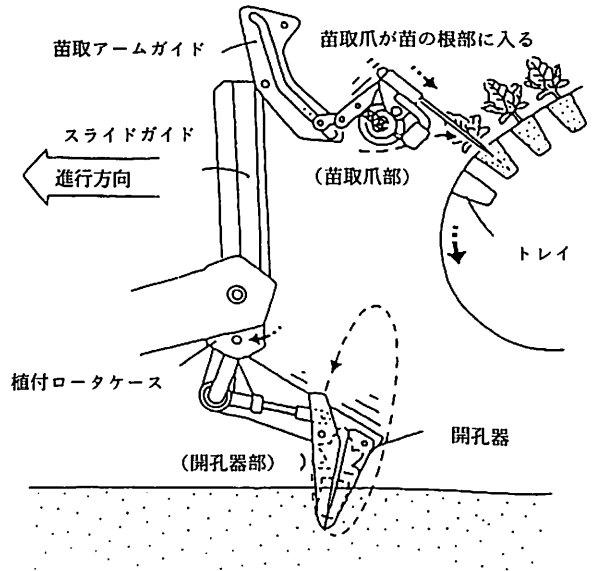
生産者の高齢化などから、重労働が伴う重量野菜の栽培が危機に至っている。これら栽培管理の機械化の研究、開発も盛んに行われており、開発されたのが全自動野菜移植機である(第14図)。野菜の苗をセル成形で育苗(水稻という稚苗)し、機械で植え付ける方式である。



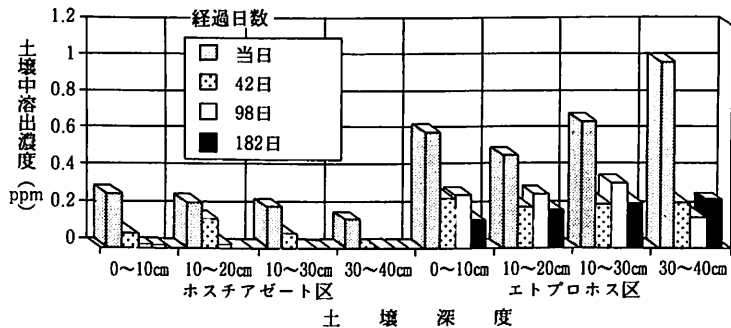
第11図 スーパースパウトスプレーヤーの概要図



第12図 深耕混層ロータリの概要図



第14図 全自動野菜移植機の概要図



第13図 深耕混層ロータリによるセンチュウ粒剤の混和性と残効 (1995 全農)

これによって、植え付け労力の軽減になったが、キャベツなどの重要害虫コナガの防除も抵抗性や発生回数・量の多さから過酷な労働である。このコナガの有効な防除法の一つに定植時植穴処理法があり、農薬登録もされているが大規模での作業は最も過酷な作業である。

水田での移植同時処理の発想で、この野菜移植機に粒剤同時処理装置を付け、作業の快適さを求めた。その結果、セル成型苗は活着が早く、土壤に処理された有効成分は早く、高濃度に吸収し（第15図）、防除効果も高く、残効性も従来の植穴処理よりもあることが証明され、今後の処理量の減量にも期待が持てる。

#### 10. その他

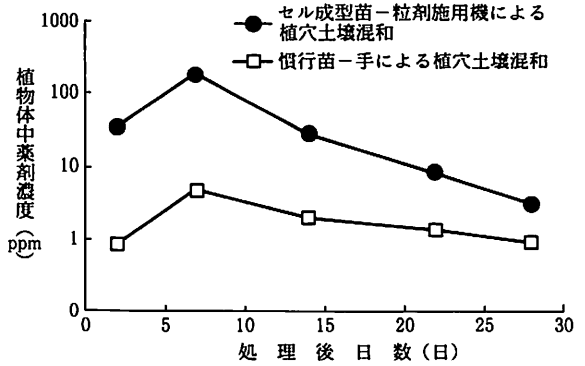
農業機械面での開発可搬式モノレールの利用、ロボット無人散布装置、センサー利用の無人果樹防除機（スピードプレーヤなど）などがあり、一方では化学農薬以外にフェロモン利用、生物総合防除（IPM）、生態利用（色、光）の研究が始まっている。

#### おわりに

日本農業そのものが深刻な状況下であり、さらに環境問題、高齢化などの諸問題の解決が急務である。これら問題解決の一端としての防除の低コスト化、省力化を念頭に置き、より安全な、より簡易な防除方法の開発のため、新剤の開発と同時により良い、より安い、より効果の発現できる製剤の研究に力点を置き、防除機の開発へも積極的示唆が必要である。

#### 引用文献

- 1) 浜田虔二（1994）生産者からみた農業開発動向（1）. 農業機械学会誌 56(5) : 89-94.
- 2) 浜田虔二（1994）生産者からみた農業開発動向（2）. 農業機械学会誌 56(6) : 103-109.
- 3) 林 明子（1996）殺虫剤エトプロホス・マイクロカプセルスラリー製剤の散布の均一性と防除効果. 第21回日本農業学会講演要旨集, 110.
- 4) 今井克樹（1996）全自動野菜移植機に装着した株元粒剤施用装置による各種殺虫剤の防除効果と植物体の有効成分の吸収. 第21回日本農業学会講演要



第15図 全自動野菜移植機同時株元粒剤散布装置によるキャベツへのアセタミプリドの吸収 (1995 全農)

旨集, 106.

- 5) 小林政信（1995）モーキャップ3 MC粒剤® のサツマイモネコブセンチュウに対する防除効果. 第39回日本応用動物昆虫学会講演要旨集, 155.
- 6) 生江洋一（1993）新製剤水田除草剤の1 kg 粒剤の実用化について. 第13回農薬製剤・施用法研究会講演要旨集, 99-100.
- 7) 生江洋一（1994）水田除草剤の変遷と「1キロ粒剤」の意義. 雑草研究 39(4) : 275-288.
- 8) 佐合隆一（1995）水田乗用防除機による稲株損傷と収量に対する影響. 第30回農作業学会講演要旨集, 79.
- 9) 沢田雅仁（1995）水田乗用防除機と慣行防除法の作業性比較. 第30回農作業学会講演要旨集, 19.
- 10) 柴田吉有（1995）. パンクルスプレーヤの薬剤付着効率および散布者被曝. 第20回日本農業学会講演要旨集, 159.
- 11) 打土井利春（1995）粒状線虫剤の深耕・混層施用によるネコブセンチュウの防除（第2報）. 第20回日本農業学会講演要旨集, 102.
- 12) 農薬要覧, 日本植物防疫協会 1960~1995.

(1996年8月13日受領)