

「水稻用除草剤の直接散布省力製剤の技術動向」

クミアイ化学工業(株) 製剤技術研究所 大川哲生

1. はじめに

近年水稻用除草剤は、減農薬、施用法、省力化の観点から、同じ有効成分で粒剤、フロアブル剤、省力製剤（ジャンボ剤）の3剤型の品揃えが、使用者から望まれている。

一方、直接散布省力製剤については、有効成分となる生理活性物質の物性が、その製剤設計に大きく影響するため、各社の製剤担当者はこれら3剤型の製剤設計に苦慮している。

製剤面から、この3剤型の特徴を比較してみると、一般的な1キロ粒剤、3キロ粒剤などは、通常施用後に水中で有効成分が放出し、水の対流などにより溶解した有効成分が拡散する形態をとる。そのため、有効成分の物性にもよるが、有効成分が放出するのに日単位の時間が必要となる。反面、溶出速度が遅い分、降雨などによる有効成分の流亡の影響を受け難い特徴を有している。

フロアブル剤は、水面に施用後、水面を拡張し比較的短時間で、一時的に水溶解度以上の高濃度状態を経たのち、土壌表面に処理層を形成する製剤である。しかし、フロアブルは液状であるために、植物体への付着、散布者への付着などの問題を有している。

一方、ジャンボ剤などの省力製剤は、フロアブル同様、水面で拡張し有効成分を水中に拡散させる点では類似しているが、製剤が固体であ

るため、水面での拡張状態が液状のフロアブルより劣る傾向にあり、崩壊分散するまでの間、風の影響により吹き寄せなどの問題を有している。

このように3剤型は、圃場中でそれぞれ異なる有効成分の挙動を示し、その形態、問題点も異なっている。

農薬製剤技術は、この異なる有効成分の挙動をコントロールし、かつより安全な農薬製剤とすることで、安定した除草活性を示すための技術であり、今回、これらの直接散布省力製剤の技術動向について、剤型毎の製剤設計、製剤技術を、最近開発された製剤を中心に紹介する。

2. 有効成分の挙動と製剤設計

1) 有効成分投下量の推移

最初に、水稻除草剤の有効成分投下薬量がこれまでどのように変化してきたかを図-1に示す。1)

30年ほど前は、2000～3000 g/h aの有効成分投下量が必要な化合物が主流であったが、高活性化により最近では500 g/h a以下の投下薬量で十分効果を発揮する化合物が多くなってきている。

この投下薬量の推移については、環境負荷低減、製造コスト低減の観点から、低薬量化、高活性化がこれからも続いていくと考えられる。

この低薬量化の流れは、均一散布を前提とす

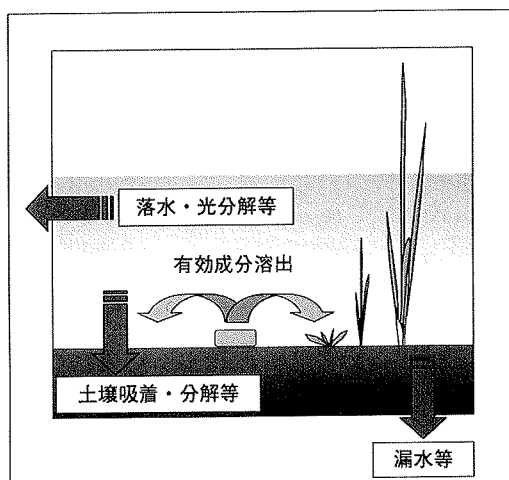


図-2 水田中での有効成分消失要因

態が、大きな阻害要因となる場合がある。また有効成分によっては、土壌の影響により根部からの吸収が起こる前に、植物の茎葉基部から吸収、分配などにより薬剤が吸収され効果を発現する場合もある。

このようにひとつの薬剤を開発する場合に、対象となる作物、その圃場環境、使用される時期を考慮に入れ、これらの変動要因をどのように影響が少ない形で送達システムに組み入れるかが重要であり、そのシステムを実現させるために、農薬製剤、施用法を設計する。

農薬製剤の場合、有効成分を送達する物質を製剤に組み入れるのは、コスト、施用量の関係から限度があり、施用法を有効に活用したり、散布時期を限定したり、圃場環境を有効に活用することも重要である。

特に圃場環境を有効に活用する方法については、水中に溶けた有効成分を拡散により圃場全体に広げるよりも、水の抵抗が少ない水面で有効成分を一度拡散させ、その後水中に拡散させる方が、短時間で均一な処理層を形成するのに有効な方法であり、不均一散布を前提とした直接散布省力製剤を設計する際に、組み入れたい

製剤技術のひとつである。

3) 有効成分の物性と圃場中での挙動

有効成分の物性は、水溶解度が低く土壌吸着性の高い物質、一方水溶解度が高く土壌吸着が少ない物質など、化合物の物性により土壌表面への有効成分の処理層形成が大きく影響を受ける。更に前述したように、有効成分の高活性化により、有効成分投下薬量が低減してきていること、更には省力化による不均一散布などが多くなってきていることから、水稻除草剤分野では有効成分の物性が、生物効果、薬害に大きく影響する。

表-2に最近開発された有効成分の物性を示す。

特に2000年以降開発された有効成分などは、投下薬量が500 g/h a以下であり、脂溶性が高くかつ水溶解度が低い有効成分が多く見られる。このように、均一な処理層形成が重要となる水稻除草剤分野では、これらの物性を踏まえた上で、農薬製剤の設計を行なう必要がある。

一発処理除草剤の分野では、近年一成分で幅広い殺草スペクトルを持つピリミルスファンなどの除草剤も開発されているが、物性の異なる有効成分を組合せて混合剤として開発するケースが多い。そのため各々の有効成分が有する本来の特性を十分に発揮させるため、圃場中で最適な挙動を考慮した製剤設計が必要となる。例えば、水溶解度の低い化合物は、処理直後の生物活性を安定化させるため、農薬製剤からの溶出性を向上させるような機能を付与させる一方、水溶解度の高い物質は、圃場からの流亡・消失を抑えるために、農薬製剤からの溶出性を抑制させるような機能を付与させることで、生物効果が安定した農薬製剤を設計することができる。

このように、有効成分の挙動を農薬製剤でコ

表－2 有効成分の物性

開発年度	有効成分	外観	融点	水溶解度	LogP
1981	ビフェノックス	黄色結晶	84～86℃	0.35ppm/25℃	4.5
1984	ブレチラクロー	ごくすい黄色液体	—	74ppm/25℃	3.9/25℃
1985	ピラジキシフェン	無色結晶	111～112℃	900ppm/20℃	3.69
1986	プロモブチド	白色～黄色結晶性粉末	179.5℃	3.54ppm/25℃	3.46/25℃
1986	メフェナセト	無色結晶	134.8℃	5ppm	3.23/21℃
1986	ジメチペレート	ワックス状固体	38.8～39.3℃	20ppm/25℃	4.02
1987	ベンズルフロメチル	類白色結晶	179.4℃	6.65ppm/20℃	0.79/pH7
1987	ベンゾフェナップ	白色固体	133.1～133.5℃	0.12ppm/25℃	4.69
1988	クロメブロッブ	無色結晶	147.8～148.0℃	0.032ppm/25℃	4.8/20℃
1988	エスプロカルブ	無即液体	—	4.92ppm	4.62/25℃
1989	ピラゾスルフロニエチル	白色固体	177.8～179.5℃	9.67ppm/20℃	3.16
1989	ヒリブチカルブ	白色～淡黄色粉末状結晶	86.3～88.2℃	0.15ppm/20℃	4.7/25℃
1990	ブタミホス	黄褐色油状液体	—	6.19ppm/25	4.61/25℃
1993	イマゾスルフロ	無色針状結晶	198.0℃	155.6ppm/20℃	1.59/22℃
1993	テニルクロール	白色固体	74～77℃	14ppm/25℃	3.53/25℃
1994	ベンフレセト	灰白色結晶	30.1℃	261ppm/25℃	2.41/20℃
1995	エトベンザニド	白色結晶	93℃	0.923ppm/25℃	4.3/25℃
1996	ヒリミノバックメチル	白色粉末	E/Z:106.8℃/68.0℃	E/Z:9.25/175ppm(20℃)	E/Z:2.51/2.11
1996	シロホップチル	類白色結晶性固体	48～79℃	0.44ppm/20℃	3.31/25℃
1996	カフエンストール	白色針状微結晶	114～116℃	2.5ppm/25℃	3.21/20℃
1996	クミロン	無色針状結晶	166±0.5℃	0.879ppm/20℃	2.61
1997	ビスヒリノバックナトリウム	白色粉末	223～224℃	73,300ppm/25℃	-1.03/23℃
1997	ペントキサゾン	白色～淡褐色粉末	104℃	0.216ppm/25℃	4.66/25℃, pH6
1999	インダノファン	無色結晶	60.6～61.6℃	17.1ppm/25℃	3.59/25℃
2000	オキサジクロメホ	白色針状微結晶	147～149℃	0.15ppm/20℃	3.7
2000	フェントラザミド	無色結晶	79℃	2.3ppm/20℃	3.60/20℃
2001	ベンゾヒンクロン	淡黄色結晶性固体	187.3℃	0.052ppm/20℃	3.1/20℃
2002	オキサジアルギル	白色～類白色粉末	131℃	0.37ppm/20℃	3.94/20℃
2002	ヒリブタリド	白色粉末	163.4℃	1.8ppm/25℃	2.6/25℃

「日本植物防疫協会発行 農薬ハンドブック 2005 年より」

ントロールすることにより、生物活性に必要な有効成分を、必要なタイミングで、必要な量供給することができ、過剰な薬量投入を抑えることに繋がる。つまりは、コスト面、環境負荷の面から有用な技術と言える。

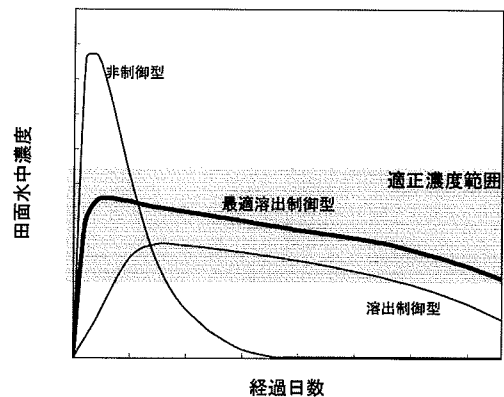
4) 有効成分の挙動コントロール技術

ここに有効成分の挙動を製剤でコントロールする技術をいくつか述べてみる。

・溶出制御技術

最近良く聞かれる製剤技術として、溶出制御技術が挙げられる。この溶出制御技術については、適正濃度範囲に処理直後から、図－3に示すように、長期間に渡り有効成分の水中濃度を維持させることが最適溶出とされている。

しかし、実際の圃場では、漏水、落水、土壌吸着など、農薬製剤から溶出した有効成分が徐々に消失し、長期間に渡り最適な水中濃度を維持することは難しい。有効成分の物性、処理薬量



図－3 溶出制御製剤の水中濃度推移

にもよるが通常、溶出性を制御していない製剤は、処理直後は高い水中濃度を示し、その後、圃場での変動を強く受け、速やかに消失するため、適正濃度を長期間維持できない。一方一般的な溶出制御機構を有する農薬製剤を処理した場合、長期間水中濃度を維持させる機能は有しているものの、初期濃度が確保できず、薬剤処理時に高葉令の雑草には効果が安定しないなどの問題がある。

最近の農薬製剤では、溶出性の異なる2種類の製剤を粒々混合した製剤が開発されたり、ひとつの製剤の中で初期の溶出性を確保しながら、同時に溶出制御機構を有するハイブリッドリリース技術 (Hybrid Release Technology) を駆使した製剤などが開発されている。3)

・挙動コントロール技術

有効成分の物性のところでも述べたが、水稻除草剤分野では水溶解度が低い化合物についても開発が行なわれている。例えばシハロホップチルなどは、脂溶性が高く水溶解度が低い物

性を示す有効成分であり、本来であれば茎葉処理剤とした製剤設計が、安定した効果を発現させるのに好ましい有効成分である。

これを一般的な水面施用粒剤とした場合には、土壌吸着が強く、一度水中に溶解した有効成分が、土壌表面での吸脱着により処理層を形成するのに長い時間を要し、効果が発現する前に雑草が生育してしまい安定した効果が得られない。しかし、実際に市販されているシハロホップチル含有製剤は、図-4に示すように、有効成分を低比重溶剤などに溶解し、粒剤に吸着させた製剤となっている。薬剤処理後、有効成分を含有する低比重溶剤が水面に浮上し、対象雑草に付着、吸収移行すると同時に、水面に広がった有効成分が、溶剤の揮発と同時に土壌表面に徐々に移行し、均一な処理層を形成する設計となっている。4)

同じように、ばら撒き型省力製剤 (図-9) で後述するが、水溶解度が低く土壌吸着が高い固体の有効成分を含有する農薬製剤では、製剤中に気泡を水溶性物質と一緒に封じ込め、処理後、

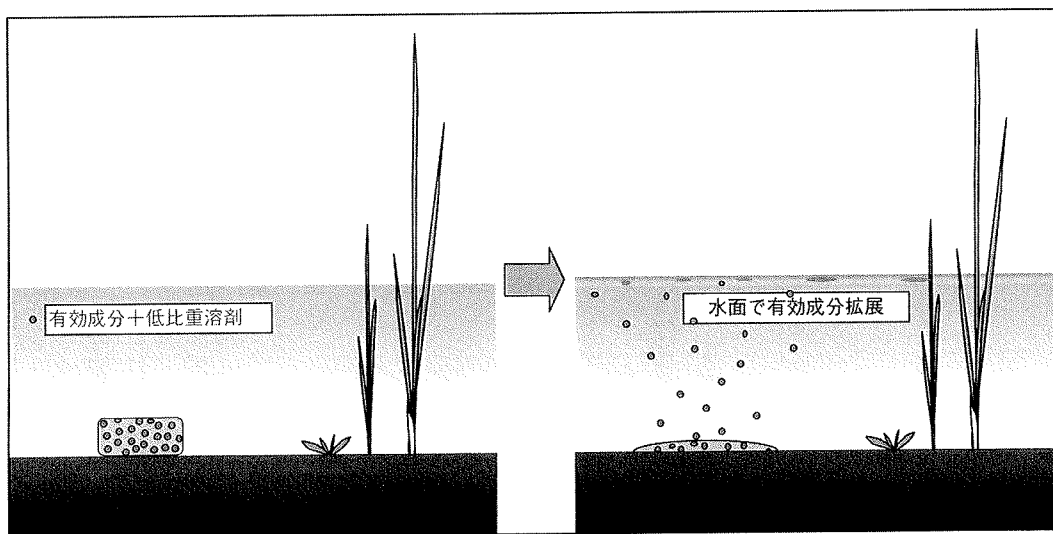


図-4 低比重溶剤含有製剤の模式図

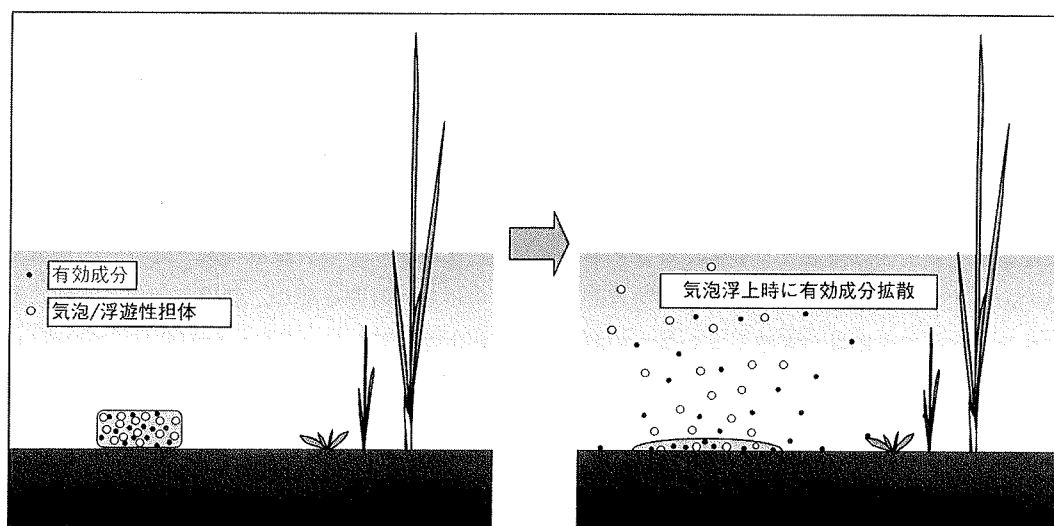


図-5 気泡含有製剤の模式図

水溶性物質の溶解と共に、製剤自体の比重を下げ、浮上させ水面で拡展することにより、均一な処理層を形成させる製剤、図-5に示すように製剤中に気泡、あるいは浮遊性担体を配合することで、製剤が崩壊する際に発生する対流により、疎水性の有効成分を水中に懸濁させ、均一な処理層を形成させるような製剤設計を有する製剤も販売されている。

フロアブル剤についても、同じように有効成分の挙動をコントロールする手法が採られている。水稻除草剤で使用されるフロアブル剤は、ボトルによる原液散布が主流であり、1キロ粒剤とは異なり、高濃度の有効成分が、不均一散布の形で原液処理される。図-6に土壌吸着が強い有効成分を含んだ例を示すが、薬液が散布され水中に沈降した場合、処理地点の土壌に高濃

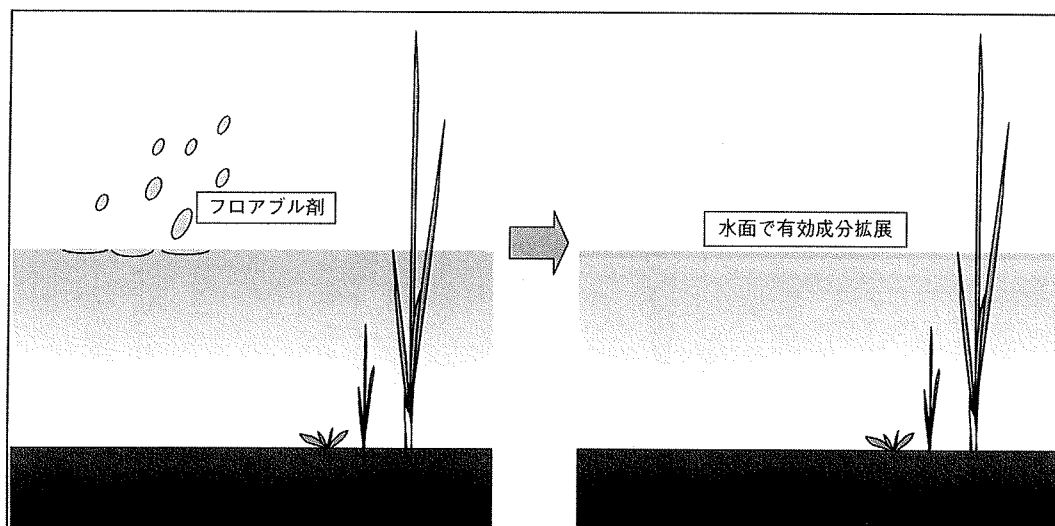


図-6 拡張性付与フロアブルの模式図

表-3 粒剤のグラム粒数

粒 剤	処 理 薬 量 10a当り	グラム粒数 個/グラム	造 粒 径 (短 径)	1 粒 がカバ-する 面 積
1キロ粒 剤	1kg	500~800	1.0mm~1.2mm	2000~1250cm ²
3キロ粒 剤	3kg	1200~1800	0.7mm~0.8mm	280~190cm ²

度の有効成分が吸着する。これを回避するため、低比重溶剤などを配合し、有効成分をSE化(サスポエマルジョン)し、有効成分自体を低比重のエマルジョン状態として処理することで、水面で拡張するような設計とした製剤、フロアブル中に界面活性剤などの拡張剤を配合し、有効成分が局所に沈降せず、水面に落下時、速やかに拡張し、その後土壌に均一な処理層を形成させる製剤も販売されている。5)

このように、有効成分の挙動をコントロールする技術は、既に色々な製品に活用されており、実際に販売されている。

これらの製剤技術は、有効成分の物性、圃場環境、散布形態などを考慮し、薬剤到達システム(PDS)を製剤設計に組み入れたものと言える。

3. 水稻除草剤の剤型別製剤設計

このPDSの考え方を組み入れた製剤について、剤型毎で以下に述べる。

1) 粒剤(固形製剤)

1キロ粒剤については、大別すると①散布後速やかに水中に沈降し、土壌表面で製剤から有効成分を放出し、有効成分を拡散させる製剤、②散布後、一時水中に沈むが、製剤に配合されている水溶性物質と、製造時に意図的に気泡を包含させる、又は浮遊性担体を配合し、水溶性物質が溶解することで製剤比重が軽くなり、水面に浮遊し、水面で展開し拡散させる製剤、③散布直後から水面に浮遊し、水面で崩壊分散し有効成分を拡散させる製剤が挙げられる。

①の水中で有効成分が拡散する粒剤について述べる。

現在市販されている1キロ粒剤は、3キロ粒剤の省力、省資源、労働負荷軽減を目的に、十数年前より販売を開始した剤であり、1キロ粒剤用の畦畔噴頭を装着した動力散布機を用いることで、約15mの到達距離を確保できることから、短辺が30m以内の圃場であれば、両側からの散布で均一に処理できる製剤設計となっている。しかし、3キロ粒剤から1キロ粒剤に設計を変えたことで、処理製剤量が減ること、散布到達距離を確保する目的で粒径を大きくしたため、表-3に示すようにグラム粒数(1グラムあたりの粒数)が、約1500粒/gから約700粒/gに減少した。つまり、均一な薬剤処理層を形成させるために用いられる、1粒が占める割合が、約7~8倍となった。これにより、有効成分を効率よく水中に拡散させ、薬剤処理層を形成させるため、拡散性付与を目的とした界面活性剤、溶解速度の向上を目的とした有効成分の粒子設計を新たに追加し、製剤化している。6)

②③の製剤は、粒剤散布直後の有効成分と土壌の直接接触を避けるために採られる手法であり、特に土壌吸着性が強い有効成分を配合する製剤に良く見られる。

例えば前述したように1キロ粒剤の中に低比重疎水性溶剤を配合し、溶剤に溶解した有効成分が粒の崩壊と同時に浮遊し、水面で一度拡張し、対象雑草に付着あるいは、圃場全体に拡散するような製剤、低比重溶剤の代わりに少量の浮遊性担体、或いは気泡を製剤中に包含し、粒

表－４ 水稲一発処理除草剤の剤型別出荷面積の推移

年 度	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008	構 成 比
水 稲 作 付 面 積 千 ha	2,202	1,967	1,793	1,763	1,683	1,697	1,708	1,637	
1キログラム剤	12	760	834	721	729	670	691	694	40
3キログラム剤	1,940	1,070	294	329	304	302	263	232	13
フロアブル	123	455	439	402	470	433	451	436	25
ジャンボ	0	1	120	319	244	273	306	332	19
少量剤	0	0	0	4	7	9	12	18	1
顆粒水和剤	0	0	71	38	33	27	28	19	1
出 荷 面 積 合 計 千 ha	2,076	2,285	1,757	1,812	1,787	1,714	1,749	1,731	

日本植物調節剤研究協会調査結果より

剤の崩壊と共に、浮遊性担体或いは気泡が浮上する際に生じる対流により、拡散するような製剤、有効成分を選択的にコントロールするのではなく、製剤そのものを浮上、あるいは浮遊させるために、気泡、浮遊性担体を製剤中に配合している1キログラム剤も商品化されている。

2) フロアブル剤（液状製剤）

水稲用除草剤フロアブルの直接散布を目的としたフロアブル製剤は、表－４に示すように1995年頃から本格販売され、2008年時点では、水稲一発処理剤分野で約25%を占めている。

このフロアブル製剤は、除草剤用手振りボトルを用いた場合、その到達距離が2～5m程度であり、10a程度の圃場規模であれば、畦畔からの処理で、十分な拡散性が確保できるが、30a以上の圃場規模では数回、圃場内に入り散布する必要がある製剤である。

製剤の拡散を確保すべく、種々の製剤設計がなされているが、大別すると①製剤の粘性を低減、②低比重疎水性溶剤の使用、③拡張剤の使用による設計がある。

①の手法はフロアブル製剤の粘性を100～200mPa・sと低粘度化することで、散布水面に落下した時の衝撃により、液滴が広がり拡散性を確保する手法である。しかし、農薬製剤は

有効年限3～4年とするため、粘度が低い場合、長期保存により分離、再分散性の不良などの問題が発生しやすい。そのため、チキソトロピー性（構造粘性）を付与した製剤設計としている事例が多い。

②の手法としては、固形の有効成分を低比重疎水性溶剤と共に配合し、SE化することで、散布後に水面近くに有効成分を浮遊させ、拡散性を付与する。しかしこの手法は、疎水性有機溶剤自体の表面張力が低いため、稲表面のワックス層との親和性が高く、付着被害など注意が必要である。

③の手法としては、比較的疎水性の高いアセチレン系の界面活性剤などを拡張剤として配合し、水面に落下した薬剤が、表面張力の違いにより水面で一度拡張したのち有効成分を水中に懸濁させる設計となっている。

また、製剤設計の他にも散布容器での種々の工夫もなされている。直接散布を目的としたフロアブル剤は、通常約30～35回/10a当たり程度で散布できるよう設計されており、500mlボトルでは1回の散布で約15ml吐出することになる。振り方にもよるが、液滴が落下する面積は約1m²程度であることから、均一に薬剤を拡張させるためには約30倍の面積をカバーしなければならない、このため、図－7に示すよ

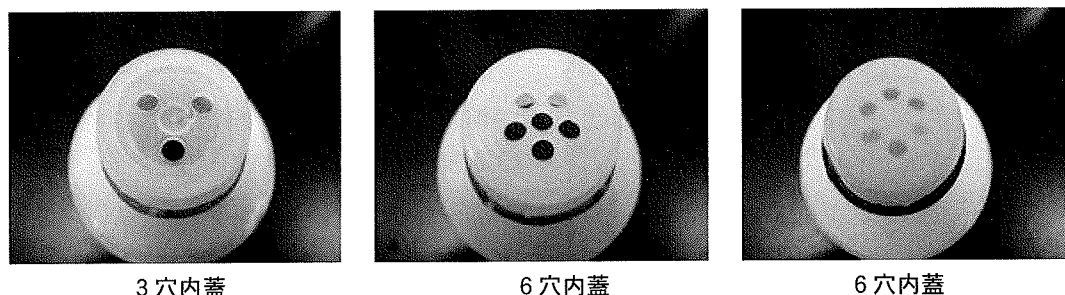


図-7 フロアブルボトルの内蓋の形状

うに散布口の穴の形状、数、大きさなど包装容器についても種々検討がなされ商品化されている。

また、フロアブル剤とは剤型の分類は異なるものの、所定の容器内で一度水に希釈し、フロアブルと同じようにボトル散布する顆粒水和剤も開発されている(図-8)。この製剤の特徴としては、フロアブル化しにくい有効成分などを顆粒水和剤とし、使用時に水で希釈することによりフロアブルと同じ処理法が可能となることである。また、使用する界面活性剤が顆粒水和剤用の分散剤であることから、水に希釈した際の液体の表面張力が比較的高く、稲体への付着が少なくなり、通常フロアブル剤と比べ薬液接触による、稲への薬害リスクが軽減するなどの特徴が挙げられる剤型である。7)

3) 拡散型省力製剤(固形製剤)

拡散型省力製剤については、表-4に示すようにジャンボ剤、少量剤などが販売されており、この10年間で水稲一発処理除草剤分野では、大幅にその数量を伸ばしてきている。2008年時点では19%とフロアブル剤に次ぐ主要剤型となっている。8-10)

この拡散型省力製剤は、水溶性のフィルムに包装した投げ込み剤、発泡成分を含有した塊状のジャンボ剤、大豆程度の大きさとした豆つぶ®剤がある。

OWSP (Water Soluble Pack) 型ジャンボ剤
水溶性フィルムに包装したジャンボ剤については、製剤を大別すると2つの形態に分類される。

・浮遊拡散型ジャンボ剤(写真-1)

この製剤は、散布した際にOWSPが水面に浮遊し、水溶性フィルムが溶解することで内容物が拡散する水面浮遊型のジャンボ剤である。内

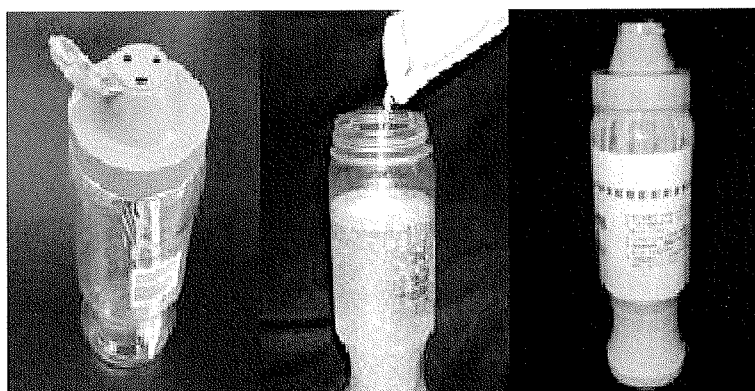


図-8 顆粒水和剤とその散布容器

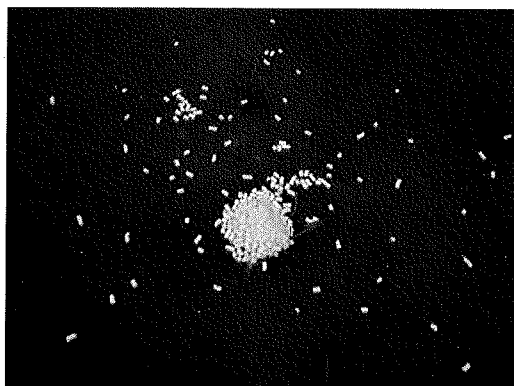


写真-1 浮遊拡散型製剤ジャンボ剤の圃場での様子

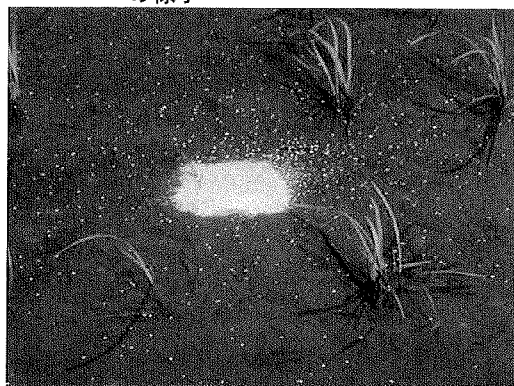


写真-2 浮上拡散型ジャンボ剤の圃場での様子

容物の一般的な組成としては、有効成分、界面活性剤、結合剤、浮遊性担体、増量剤などからなり、粒径1～5mm程度の粒状物を水溶性フィルムで数十グラム包装した製剤である。

・浮上拡散型ジャンボ剤（写真-2）

もうひとつのタイプは、散布した際に一旦WSPごと沈み、水中で水溶性フィルムが溶解し内容物が水面に浮上し拡散するジャンボ剤である。内容物は後述するが浮上拡散型のU粒剤タイプとしたものが多く、粒径は1mm程度の粒状物である。これらのWSP型の製剤は、練り押し造粒などで内容物を調製し、水溶性のフィルムで包装する方式で製造されている。

これらのジャンボ剤は、小規模圃場ではより省力化された製剤と言えるが、規模が大きくな

るに従い、その投げ入れる個数が多くなること、また圃場中央部まで投げ入れるのが難しいことが挙げられる剤型である。11)

○発泡型ジャンボ剤（写真-3）

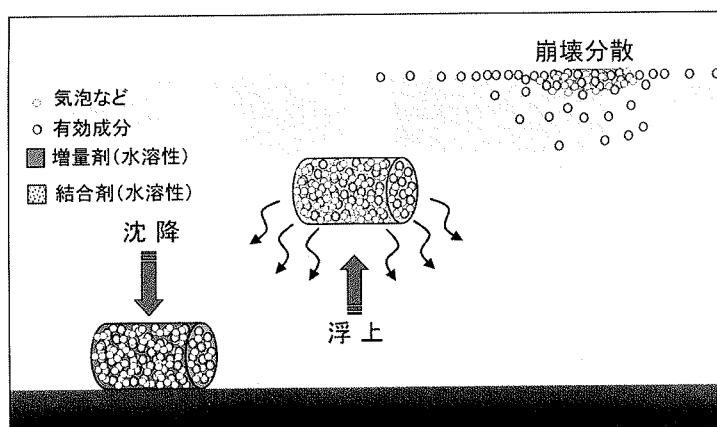
また、ジャンボ剤にはWSP型ジャンボ剤のほかに、発泡型ジャンボ剤が挙げられる。この製剤は、圃場に投入後、水中で発泡を初め、その時に発生する水の対流により有効成分を水中で拡散させる設計となっている。一般的な組成は有効成分、界面活性剤、発泡剤（重曹＋有機酸）、増量剤などからなり、形状としては直径50mm程度で1粒が数十グラムの塊状で、打錠成型などにより製造する。形状的にもジャンボ剤としてのイメージが強い製剤であるが、水と発泡剤が反応し炭酸ガスを発生させる機構であるため、貯蔵中の発泡剤劣化の防止がポイントとなる製剤である。また、一度沈み水中で発泡分散するため、投入地点の有効成分残存量が多くなる場合が認められる。12-13)

このようにジャンボ剤には種々の形状があり、有効成分の田面水中での拡散挙動に差異がある。これらの拡散挙動を設計する際に有効成分の物性が大きく関与していることはいうまでもない。

○ばら撒き型省力製剤（U粒剤、豆つぶ®剤）



写真-3 水中発泡型製剤ジャンボ剤の圃場での様子



図－9 U粒剤（浮上拡散型粒剤）の模式図

WSP型の省力製剤のほかに、大規模圃場を視野に入れ、既存の散布装置での適用を具備した直接散布省力製剤も開発されている。

・U粒剤（浮上拡散型粒剤）

本剤型は当初殺虫剤（シクロサルU粒剤）のWSP型製剤として開発され、その後除草剤へ適用されるようになった剤型である。製剤は、有効成分、水溶性の増量剤、水溶性の結合剤からなり、製造時に気泡を包含させた粒径1.0～1.5 mmの製剤である。図－9示すように薬剤を水田に処理すると、一旦水に沈むが、水溶性の増量剤が徐々に溶解し、製剤中に包含されている気泡の影響で、製剤自体の比重が低下し、数分

後水面に浮上し、製剤が崩壊分散することで有効成分を拡張させる設計となっている。

U粒剤は製剤中の気泡の浮力により浮上拡散する製剤であるため、水溶性増量剤の溶解速度、製剤中の気泡を如何に保持させるかがポイントとなる製剤である。14-16)

・豆つぶ[®]剤

更に手撒き散布から動力散布、RCヘリ散布など種々の施用法に対応した製剤として豆つぶ[®]剤が開発されている。製剤は、粒径が3～8 mmの粒状で、図－10、写真－4に示すように散布後沈むことなく水面に浮遊し、そこで拡張する製剤となっている。この製剤は、有効成分、界面

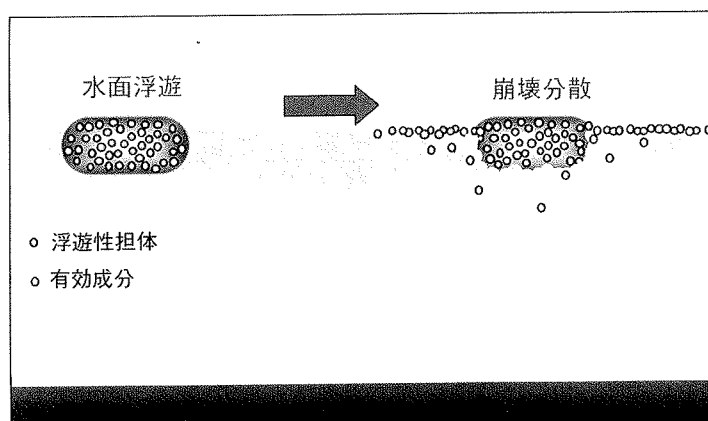
図－10 豆つぶ[®]剤の模式図



写真-4 豆つぶ®剤の圃場での様子

活性剤、結合剤、浮遊性担体および増量剤などからなり、製剤中に浮遊性担体を含有することから安定した浮力が得られ、50%程度の有効成分の配合が可能な製剤である。また、各種施用法にも適用性があり、表-5に示すように、手撒散布(写真-5, 6)でもジャンボ剤同様、約10mの到達距離が確保でき、RCヘリ散布では、10aあたり250gを約1a一箇所スポット処理(写真-7)することで、均一処理が可能な製剤である。17-18)



写真-5 バラ撒き散布(豆つぶ®剤)



写真-6 投げ込み散布(ジャンボ剤)

4. 直接散布省力製剤の施用法

直接散布製剤は投下製剤量の低減、省力化が図られている反面、従来の均一散布していた製剤に比べ、より有効成分の拡散性を付与した製剤を設計する必要がある、圃場条件がその拡散

性および生物効果に影響を及ぼす。

直接散布省力製剤は、拡散性を付与させるために短時間ではあるが、水面或いは水中に処理した有効成分の殆どが存在する形となる。その

表-5 豆つぶ®剤の散布到達距離

施用法	到達距離/処理面積	1回の処理量
手撒き散布	約10m	約25g
柄杓散布	約15m	約25g
動力散布機 (ワンショット散布)	約20m	約25g
RCヘリ散布 (スポット処理)	10aあたり約1a処理	約250g
1キロ粒剤 動力散布機散布	約15m	連続散布
ジャンボ剤 手撒き散布	約10m	1パック



写真-7 RCヘリ散布（豆つぶ®剤）

ため、処理直後の落水、降雨によるオーバーフローなどが発生した場合、圃場外に有効成分が流亡する可能性がある。また、有効成分を水面で拡散させる直接散布省力製剤では、藻の影響により拡散が妨げられることもある。

従って、直接散布剤を使用する際の一般的な注意事項として、①土壌が露出しないよう十分な水深を確保すること、②有効成分が圃場外に流亡しないよう、散布後数日は止め水などの水管理をしっかりと行うこと、③有効成分の拡散を妨げる、藻、表層剥離が多発した圃場では使用は避けること、④漏水田、掛け流し水田では使用を避けることなどの注意点が挙げられている。10)。

また、直接散布1キロ粒剤は散布法とも密接な関係にあり、投下製剤量が少なくなった反面

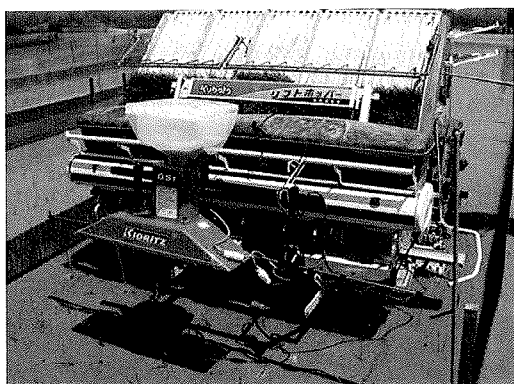


写真-8 田植同時散布（粒剤）

より、均一な散布性能が要求され、最近では田植え同時処理（写真-8）など、より省力化を図った施用法も行なわれている。19)

畦畔散布される直接散布フロアブル剤などは、小規模圃場では良好な拡散性は得られるものの、規模が大きくなるに従い、田植同時処理（写真-9）、フロアブルノズルなどを用いた畦畔散布、ラジコンヘリを用いた散布(写真-10)、ラジコンボート(写真-11)を用いた散布、入水時の水口処理などの施用法も採られている。

直接散布豆つぶ®剤などは畦畔からの投げ込み散布のみならず、大規模圃場でも柄杓散布(写真-12)、動力散布(写真-13)、ラジコンヘリ散布など幅広い散布適用性が要求される。20)

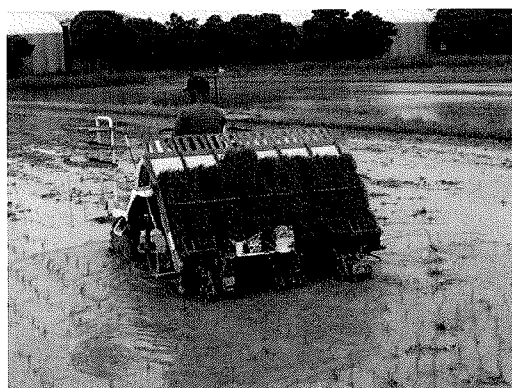


写真-9 田植同時散布（フロアブル）



写真-10 RCヘリ散布（フロアブル）



写真-11 RCボート散布 (フロアブル)

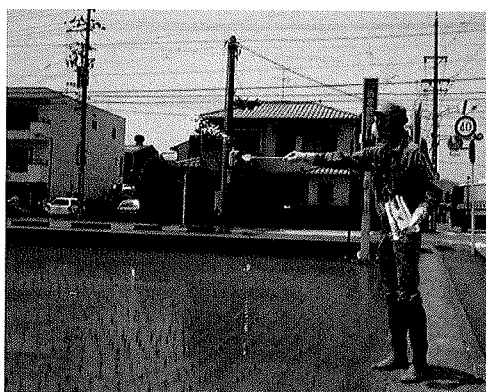


写真-12 柄杓散布 (豆つぶ®剤)



写真-13 動力散布 (粒剤、豆つぶ®剤)



このように直接散布省力製剤は、使用される圃場規模によっては、既存の各種散布装置への適用性も設計の重要な要件となってくる。それと同時に、新しい施用法、散布装置にも適用できるよう、市場動向に注意しながら施用法を考慮した製剤設計に取り組んでいく必要がある。

5. 最後に

今回、水稻用除草剤の直接散布省力製剤の技術動向について述べたが、農薬を取り巻く環境は、これまで以上に省力化、環境負荷低減、省資源化を目的とした商品開発が望まれてくる。

この市場ニーズに答えていくためには、農薬の有効成分を如何に効率的に、対象となる雑草

に送達し、長期間その圃場に保持させるPDSの考えが重要であり、そのための製剤技術の研究が重要となってくる。

有効成分の挙動をコントロールする技術は、界面活性剤技術、高分子技術、機能性素材など、種々の材料を駆使する製剤技術は勿論であるが、施用技術、目標とした製剤を安価にかつ安定的に得る為の製造技術があって、より精度の高い技術になるといえる。

今回、水稻用除草剤の直接散布省力製剤として、幾つかの製剤を例にとり製剤設計を紹介したが、これらの技術はこの十年ほどの間に検討されてきた技術である。これからは、今まで以上に製剤技術と施用技術などが一体となった、

理想的なPDSを実現した商品が開発され、市場ニーズにあった商品として上市されることを期待したい。

6. 引用文献

- 1) 佐々木満, 梅津憲治, 板 齋, 中村完治, 浜田 虔二: 日本の農業開発, 日本農業学会発行, pp33-65, 2003
- 2) 辻孝三: 新農業開発の最前線, シーエムシー 出版, pp190-211, 2003
- 3) 花井涼: 今月の農業, pp53-58, 2008
- 4) 近藤直彦, 松本哲男, 松谷邦, 今井康文: 雑草研究, 44, pp370-376, 1999
- 5) 農業製剤ガイド, (社)日本植物防疫協会, pp54-57, 1997
- 6) 生江洋一: 雑草研究, 39, pp275-288, 1994
- 7) 濱田暢之, 若山健二, 松本直樹, 釜谷拓和, 縄 巻勤: 雑草研究, 44, pp377-382, 1999
- 8) 竹下孝史: 農業時代, 174, pp54-57, 1997
- 9) 上田成次・渡部忠一: 今月の農業, pp24-29, 1998
- 10) 吉沢長人, 小澤啓男, 則武晃二, 竹下孝史, 鴨居道明: 雑草研究, 43, pp181-185, 1998
- 11) 関口幹夫: 今月の農業, pp34-38, 1998
- 12) 本間豊邦, 谷澤欽次, 藤本昌彦, 染谷進三, 小浦誠吾: 雑草研究, 43, pp186-194, 1998
- 13) 農業製剤ガイド, (社)日本植物防疫協会, pp72-75, 1997
- 14) 関口幹夫: 今月の農業, pp34-38, 1998
- 15) 農業製剤ガイド, (社)日本植物防疫協会, pp77-81, 1997
- 16) 最新除草剤・生育調節剤解説, (財)日本植物調節剤研究協会, pp80-87, 2002
- 17) 小池好智: 今月の農業, pp92-97, 2005
- 18) 最新除草剤・生育調節剤解説, (財)日本植物調節剤研究協会, pp144-151, 2002
- 19) 宗和弘: 農業研究, 46, pp16-21, 2001
- 20) 山内敏美: 植調, 40, pp233-237, 2006

カヤツリグサ科入門図鑑

谷 城 勝 弘

A5変形判 定価2,940円(税込)

ごく普通に見られる約200種を取り上げ、大きな写真、
ていねいな写真説明でわかりやすく解説します。

第1部 カヤツリグサ科の形

第2部 カヤツリグサ科200種

第3部 カヤツリグサ科の生える環境

第4部 標本でみるカヤツリグサ科

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-27-11

TEL03-3839-9160 FAX03-3839-9172

<http://www.zennokyo.co.jp>