

最近における 世界の除草剤の研究開発状況

宇都宮大学雑草防除研究施設 竹松哲夫・竹内安智

世界人口は現在の46億人から西暦2000年には63.5億人をこえ、さらに急増するものとみられている。しかし、これをささえる近年の世界の食糧生産量は十分でない。特にアフリカでは24か国が慢性的な食糧不足のなか、干ばつの連続と政情不安のために1億5000万人が飢餓状態にあって、食糧暴動がひんぱつしている。しかも、経済不振や外貨不足で輸入契約食糧の $\frac{2}{3}$ も買えない状態にある。

また、アジアにおいても食糧の供給は不足し、特に熱帯域では必ずしも十分ではない。そのほか東欧共産圏、ソビエト（食糧自給率80%）においても食糧が不足している。日本においては穀物自給率が30%と低迷し、3～4年続きの冷害による減収が重なり、一部でコメの輸入論さえとなえられている。

一方、アメリカではわずか2%内外の農民が2億haの農耕地を合理的・省力的に耕し、生産性は著しく高く、1981年～1982年の農産物生産量は過剰になって大量の在庫をかかえ、1983年には35%の減反にふみきった。しかし1983年は干ばつと熱波におそわれ、農作物は大きな被害を受けた。また国連環境計画（UNEP）によると、過剰表現ともみられるが、現在地球の砂漠化がすすんでおり、西暦2000年までに地球陸地の35%が砂漠化するおそれがあり、その主たる原因は人口増をまかなう食糧増産のための過度

の土地利用にあるとしている。

こうしたなかで、世界の穀物市況は不安定で、世界の長期的食糧安定確保は容易ではない。

日本は世界の他地域にくらべると災害が比較的少なく、農業にとって重要な気温・降水量・土壌条件などにめぐまれている。今後基盤整備、経営規模の拡大、省力化などにより農家経営の安定をはかって自給率を高め、食糧を安定確保することが望まれる。

さて、農産物の安定生産のためには、基盤整備や品種改良のほかに、化学資材（肥料・農薬）の供給が必須である。特に近代化された農業においては、農薬のはたす役割は著しく大きい。なかでも大規模経営、省力化を可能にするものは除草剤である。

1972年には全世界で82.5億\$（US\$ 8,250 million）の農薬が使用されたが、1982年には133億\$（13,300 million\$）が使われ、1990年には196億\$に達するとみられている。1982年の各農薬のしめる割合は除草剤39.2%（52.5億\$）、殺虫剤32.7%、殺菌剤22.0%、生長調節剤・その他5.8%である。また、最近10年間の使用増加率は、全農薬14.2%、除草剤15.4%、生長調節剤14.1%である。

除草剤の地域別使用をみると、アメリカ46%、ヨーロッパ22%、日本8%、ソビエト・東欧8%、その他15%であり、先進農業国で76%も使

われているのにたいして、社会主義圏と発展途上国をあわせて24%と少ない。除草剤は人力除草にかわる省力資材であり、その使用は各国の労賃と密接な関係があるため、高賃金の先進国での使用が著しく多い。

除草剤使用を作物別にみると、トウモロコシ 11.4億\$, ダイズ 9.8億\$, コムギ 6.5億\$, イネ 4.9億\$, ワタ 3.25億\$, テンサイ 3.15億\$ に集中しており、世界全使用金額の71%をしめている。アメリカでは、トウモロコシ・ダイズ・ワタを中心に24億\$, 西ヨーロッパではムギ類とテンサイなどに11.5億\$, 日本では4.2億\$（うち水稻に60%）が使用されている。東ヨーロッパでは、対象作物は西ヨーロッパとほとんど同様であるが、使用金額は著しく少ない。

前述のように除草剤は、先進国のトウモロコシ・ダイズ・コムギ・イネ・ワタおよびテンサイを対象に使用されており、さらに現在、先進国（自由圏）において新規な除草剤、除草法の開発研究がすすめられているが、それらの対象地域、作物もほとんど先進国に向けられている。

新しい除草剤の創製研究は、日本のほかに、アメリカ・西ドイツ・イギリス・スイス・フランス・オランダにおいて盛んであるが、なかでも日本は最近いくつかの独創性の高い除草剤を開発して世界の注目をあびている。日本の世界経済にしめる地位や科学技術に関する情報量は世界第2位とされ、この除草剤研究分野においても日本の占める比率がますます大きくなっていくものと予想されている。

今回、世界の主要作物に使用されている除草剤の動向と実用化試験中のものを含め、最近開発された除草剤について解説する。

1. 主要作物の除草剤使用の現状と動向

(1) トウモロコシ

1982年には、世界で1億3400万haが作付された。作付面積はアメリカ3015万ha、ヨーロッパ1153万ha、ブラジル1153万ha、ブラジルを除く中南米1716万ha、アフリカ2265万ha、中国2051万haである。しかし、トウモロコシの除草剤使用金額11.5億\$の85%は、アメリカ・ヨーロッパ・ブラジルである。現在、それらの地域で広く使用されているものは、alachlor (Lasso), atrazine, butylate + R-25788 (Sutan⁺), 2,4-D, cyanazine (Bladex), propachlor (Ramrod), dicamba (Banvel-D)である。

atrazineは、1982年には4.2億\$使用され、トウモロコシも含めた全除草剤の22%をしめている。単剤またはイネ科防除剤と組合されている。alachlorは、atrazine, cyanazineや2,4-D, dicambaなどの広葉防除剤と組合される。butylateは解毒剤R-25788と混合され、イネ科とハマスゲ防除の目的で使用されるが、atrazineやcyanazineなどの広葉防除剤と組合されることが多い。cyanazineは、土壌処理だけでなく茎葉処理でも使用され、alachlor, atrazine, Sutan⁺とも組合される。propachlorはイネ科防除剤として使われるが、単剤またはatrazineなどの広葉防除剤と組合される。

アメリカのトウモロコシ用除草剤は、atrazineとalachlorだけで50%をしめているが、Sutan⁺やEradican (EPTC+R-25788), metolachlor (dual)の単剤、またはそれらと広葉防除剤の混合がふえている。ヨーロッパ、特に東ヨーロッパではatrazineや2,4-Dの使用が多く、イネ科防除剤のalachlorやmetolachlorの使用は少ない。

表1 世界の最近の除草剤

除 草 剤 名	化 学 名	処理方法	対 象 雑 草	対象作物	薬量(10a)
SSH-0860	1-amino-6-ethylthio-3-isobutyl-1,3,5-triazine-2,4-dione	土壌混和処理, 土壌処理.	スズメノチャヒキ類・カラスムギ・ドクムギ・広葉雑草.	ムギ類.	60~300 g
BAY-DIC-1577 isomethiozin Tantizon*	6-tert-butyl-4-isobutylidene-amino-1,2,4-triazine-5-(4H)-one	茎葉処理.		ムギ類.	300~400 g
BTS-30843 epronaz	{1-(N-ethyl-N-propylcarbamoyl)-3-propylsulphonyl-1-H-1,2,4-triazole	土壌処理, 茎葉処理(早期).	メヒシバ・エノコログサ・イヌビエ.	ダイズ・ワタ・ラッカセイ・トウモロコシ・ソルゴー・ムギ類.	75~150 g
AC-252214 imazaquin Scepter*	2-(4-isopropyl-4-methyl-5-oxo-2-imidazolin-2-yl)quinoline-3-carboxylic acid	(土壌混和処理), 土壌処理, 茎葉処理(早期).	メヒシバ・エノコログサ・イヌビエ・オヒシバ・ビロードキビ類・ハマスゲ・イチビ・シバムギ・シロザ・オナモミ・スベリヒユ・マルバアサガオ類・ブタクサ・ヒユ類.	ダイズ・タバコ・アルファルファー・エンドウ・インゲン.	12.5~25 g
Mon-097 acetochlor Harness*	2-chloro-N-ethoxymethyl-2-ethyl-6-methylacetoanilide	(土壌混和処理), 土壌処理.	メヒシバ・エノコログサ・オオクサキビ・イヌビエ・シロザ・ブタクサ・ハキダメギク・ハマスゲ・シバムギ.	トウモロコシ・ワタ・ラッカセイ・ダイズ・バレイショ	75~150 g
Mon-4601 "Super lasso"	不 明	土壌処理.	イネ科と広葉雑草・ハマスゲ. alachlorより広い殺草スペクトラムをもつ.	トウモロコシ・ワタ・ダイズ・ラッカセイ.	
H-26910	N-chloroacetyl-N-(2-ethyl-6-methylphenyl)glycine isopropyl ester	土壌処理.	イネ科雑草・広葉雑草・ハマスゲ.	ダイズ・ワタ・ラッカセイ.	300 g
BAS-47900H methazachlor Butisan-S*	N-(2,6-dimethylphenyl)-N-(1-pyrazolylmethyl)chloroacetamide	土壌処理.	メヒシバ・ノスズメノテッポウ・ナズナ・ヒメオドリコソウ・カミツレ類・ハコベ.	ナタネ・ダイズ・トウモロコシ.	140 g

除 草 剤 名	化 学 名	処理方法	対 象 雑 草	対象作物	薬量(10a)
RST-20024 trimexachlor	2-chloro-N-isopropyl-N-(3,3,5-trimethylclohexyl)acetanilide	土壌処理, 茎葉処理 (早期).	メヒシバ・エノ コログサ・ニク キビ類・スズメ ノテッポウ・カ ラスノチャヒキ ・スズメノカタ ビラ・ヒユ類・ ヒメオドリコソ ウ・ヒナゲシ・ カミツレ.	ダイズ・ワタ ・トウモロコ シ・ラッカセ イ・バレイシ ョ・オオムギ ・ナタネ・ト ウモロコシ	150~200g
AC-206784 xylachlor Combat *	2-chloro-N-isopropyl-2,3-acetoxylidide	(土壌混 和処理), 土壌処理.	メヒシバ・オヒ シバ・エノコロ グサ・オオクサ キビ.	トウモロコシ ・ワタ.	400g
vel-5052	2-chloro-N-(2,6-dimethylphenyl)-N-(1,3-dioxolan-2-ylmethyl)acetamide	(土壌混 和処理), 土壌処理.	メヒシバ・オヒ シバ. (広葉雑草)	ダイズ・エン ドウ・トウモ ロコシ.	60~400g
RE-19790	3-chloroacetyl-2,2-dimethyl cyclohexanespiro-4-oxazolidine	土壌処理.	イネ科雑草. (広葉雑草)	エンドウなど.	200g
Herc-22234 diethatyl- ethyl Antor*	N-(chloroacetyl)-N-(2,6-diethylphenyl)glycine	土壌処理.	イネ科雑草. (広葉雑草)	ダイズ・ムギ 類・テンサイ ・ホウレンソ ウ.	100~400g
EL-161 ethalflura- lin Sonalan* Somilan*	N-ethyl-N-(2-methyl-2-propenyl)-2,6-dinitro-4-(trifluoromethyl)benzenamine	土壌混和 処理, 土 壌処理.	メヒシバ・オヒ シバ・シロザ・ スベリヒユ・ハ コベ・オオクサ キビ・ヒユ類.	ダイズ・ワタ ・トウモロコ シ・インゲン.	100~125g
FMC-39871	(トルイジン系?)	土壌混和 処理.		ダイズ・ワタ.	
RO-13889 NR-70	acetone O-2-[4-trifluoromethylphenoxy]phenoxy]propionyloxime	茎葉処理.	1~多年生イネ 科.	広葉作物. 〈開発中止〉	
Dowco-453 haloxyfop- methyl Verdict *	methyl 2-[4-(3-chloro-5-trifluoromethyl 2-pyridyloxy)phenoxy] propionate	(土壌処 理), 茎葉 処理.	メヒシバ・イヌ ビエ・ギョウギ シバ・シバムギ ・セイバンモロ コシ.	ダイズ・ワタ ・ナタネ・テ ンサイ・タバ コ・ヒマワリ ・ラッカセイ.	1年生 … 7~28g 多年生 … 60g
SL-236 PP-009 fluazifop- butyl	butyl-2-[4-(5-trifluoromethyl-2-pyridyloxy)phenoxy] propionate	(土壌処 理), 茎葉 処理.	メヒシバ・イヌ ビエ・ギョウギ シバ・シバムギ ・セイバンモロ	ダイズ・ワタ ・ナタネ・レ タス・タマネ ギ・バレイシ	1年生 … 2.5~5g 多年生 … 50~100g

除 草 剤 名	化 学 名	処理方法	対 象 雑 草	対 象 作 物	薬量(10a)
SL-236 (つづき) Fusilade* Oncide*			コシ.	ヨ・ヒマワリ ・テンサイ・ ラッカセイ.	
CGA-82725 chlorazifop propynyl Topik*	2-propynyl 2-(4-({3,5-di- chloro-2-pyridinyl}oxy)ph- enoxy)propionate	(土壌処 理), 茎葉 処理.	メヒシバ・イヌ ビエ・ギョウギ シバ・シバムギ ・セイバンモロ コシ.	ダイズ・ワタ ・ナタネ・テ ンサイ・ヒマ ワリ・ラッカ セイ.	土壌処理… 28~56g 茎葉処理… 14~42g 多年生… 42~84g
Hoe-33171 fenoxapro- pethyl Whip* (暖地向)	ethyl 2-[4-(6-chloro-2-be- nzoxazolyl)phenoxy]propiona- te	(土壌処 理), 茎葉 処理.	メヒシバ・イヌ ビエ・ギョウギ シバ・シバムギ ・セイバンモロ コシ・カラスム ギ・アゼガヤ・ エノコログサ.	ダイズ・ワタ ・ナタネ・テ ンサイ・ヒマ ワリ・ラッカ セイ・ブドウ ・バレイショ.	一年生… 10~20g 多年生… 30g
Hoe-35609 fenthia prop- ethyl Joker* (温帯向)	ethyl 2-[4-(6-chloro-2-be- nzothiazolyl)oxyphenoxy]pro- pionate	(土壌処 理), 茎葉 処理.	メヒシバ・イヌ ビエ・ギョウギ シバ・シバムギ ・セイバンモロ コシ・セイヨウ ヌカボ.	ダイズ・ワタ ・ナタネ・テ ンサイ・ヒマ ワリ・ラッカ セイ・ニンジ ン・クローバ ー.	6~60g
NC-302, NCI-96683 DPX-Y-6202 quino fop ethyl Assure*	ethyl 2-[4-(6-chloro-2-qu- inoxalinyloxy)phenoxy]pro- pionate	(土壌処 理), 茎葉 処理.	メヒシバ・イヌ ビエ・ギョウギ シバ・シバムギ ・セイバンモロ コシ.	ダイズ・ワタ ・ナタネ・テ ンサイ・ヒマ ワリ・ラッカ セイ・アマ・ バレイショ.	5~25g 多年生… 50g
NCI-96721	pentyl 2-[4-(6-chloro-2- quinoxalinyloxy)phenoxy]pro- pionate	(土壌処 理), 茎葉 処理.	同 上	同 上	
SC-1075 (ストウファ- 社)	不 明	茎葉処理.	イネ科(1~多 年生)雑草.	広葉作物(ダ イズなど).	
SC-1084 (ストウファ- 社)	不 明 (CGA 82725 に類似?)	茎葉処理.	イネ科(1~多 年生)雑草.	広葉作物(ダ イズなど).	2.5~100g
SC-1058 (ストウファ- 社)	不 明	茎葉処理.	イネ科(1~多 年生)雑草.	広葉作物(ダ イズなど).	1.25~5g
Hoe-29152	methyl 2-[4-(4-trifluoro-	(土壌処	メヒシバ・イヌ	広葉作物.	8g

除 草 剤 名	化 学 名	処理方法	対 象 雑 草	対 象 作 物	薬量(10a)
Hoe-29152 (つづき) trifop-methyl	methylphenoxy)phenoxy]propionate	理), 茎葉処理.	ビエ・ギョウギ シバ・シバムギ ・セイバンモロ コシ・エノコロ グサ.	<開発中止>	
NP-55 sethoxydim Poast*	2-(1-ethoxyiminobutyl)-5-(2-ethylthiopropyl)-3-hydroxy-2-cyclohexen-1-one	(土壌処理), 茎葉処理.	メヒシバ・イヌ ビエ・ギョウギ シバ・シバムギ ・セイバンモロ コシ.	ダイズ・ワタ ・ナタネ・テン ンサイ・ヒマ ワリ・ラッカ セイ.	20~40g 多年生… 50~100g
RE-36290 clopropoxydim Selectone*	(E,E)-2-1-[3-chloro-2-propenyl]oxy]imino]butyl]-5-[2-(ethylthio)propyl]-3-hydroxy-2-cyclohexen-1-one	(土壌処理), 茎葉処理.	メヒシバ・イヌ ビエ・ギョウギ シバ・シバムギ ・セイバンモロ コシ.	ダイズ・ワタ ・ナタネ・テン ンサイ・ヒマ ワリ・ラッカ セイ.	55g
RH-8817	ethyl 5-(2-chloro-4-trifluoromethylphenoxy)-2-nitrobenzoate	(土壌処理), 茎葉処理.	1年生イネ科・ 広葉雑草.	ダイズ・ラッ カセイ・ワタ ・イネ. <開発中止>	土壌処理… 28~112g 茎葉処理… 13~28g
PPG-844 lactofen Cobra*	ethyl 2-[5-(2-chloro-4-trifluoromethylphenoxy)-2-nitrophenylcarbonyloxy]propionate	土壌処理, 茎葉処理.	1年生イネ科雑 草・ヒルガオ類 ・マルバアサガ オ類・イチビ・ エノキグサ類・ ヒユ類・タカサ ブドウ・アメリ カツノクサネム.	ダイズ・ワタ ・ラッカセイ ・イネ.	22g
RH-5205	ethyl 2-[5-(2-chloro-4-trifluoromethylphenoxy)-2-nitrophenoxy]propionate	茎葉処理.	ミチヤナギ・ヤ エムグラ・ハコ ベ・シロザ・ノ ボロギク・オオ ツメクサ・イヌ ノフグリ類.	オオムギ・エ ンバク・ペレ ニアアルライグ ラス.	50~200g
CGA-84446	2-methoxyethylene 2-[5-(2-chloro-4-trifluoromethylphenoxy)-2-nitrophenoxy]propionate	土壌処理, 茎葉処理.	スミレ類・カミ ツレ・ヒナゲシ ・ナズナ・ヒル ガオ類・ヒユ類 ・シロザ・ハコ ベ・ヤエムグラ ・イヌノフグリ 類.	コムギ・オオ ムギ.	土壌処理… 25~50g 茎葉処理… 12.5~25g
PP-021 fomesafen Flex*	5-[2-chloro-4-(trifluoromethyl)phenoxy]-N-methylsulphonyl)-2-nitrobenzenamide	土壌処理, 茎葉処理.	シロザ・コセン ダングサ・オナ モミ・イチビ・ アサガオ類・キ	ダイズ・ラッ カセイ・パレ イショ.	土壌処理… 25~40g 茎葉処理… 14~28g

除 草 剤 名	化 学 名	処理方法	対 象 雑 草	対象作物	薬量(10a)
PP-021 (つづき)			ンゴジカ類・ヒユ類.		
CME-127 aclonifen Bandur*	3-amino-2-chloro-4-nitro-phenylphenylether	土壌処理.	イネ科1年生雑草・ホトケノザ・ヤエムグラ・ハコベ・スマレ・グンバイナズナ・イヌノフグリ類.	冬コムギ・バレイショ・エンドウ・ヒマワリ・ソラマメ類.	240g
MBR-18337 benzofluor	N-[4-ethylthio-2-(trifluoromethyl)phenyl]methanesulfonate	(土壌処理), 茎葉処理.	1年生イネ科雑草と数種の広葉雑草.	ワタ・イネ.	100g
DPX-4189 chlorsulfuron Glean*	2-chloro-N-[4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazine-2-yl]aminocarbonyl benzenesulfonamide	土壌処理, 茎葉処理.	ヒユ類・シロザ・ソバカズラ・イヌホオズキ・ギシギシ・ヤエムグラ・wild garlic.	コムギ・オオムギ・カラスムギ・ライムギ・アマ.	1.5~3.5g
DPX-5648 sulfometuron-methyl Oust*	methyl 2-[3-(4,6-dimethyl-2-pyrimidinyl)ureidosulfonyl]benzoate	土壌処理, 茎葉処理.	イネ科雑草・セイタカアワダチソウ・ブタクサ・キイチゴ類・ヒヨドリバナ属・オナモミ.	非農耕地・芝(バヒアグラス・パミューダグラス)・林業地・牧草地・観賞用花木.	観賞用花木類……2g 林業地・牧草地… 30~60g
DPX-T6376 metsulfuron-methyl "super-glean"	methyl 2-[3-(4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazine-2-yl)ureidosulfonyl]benzoate	土壌処理, 茎葉処理.	ノスズメノテッポウ・カラスムギ・スマレ類・タデ類.	コムギ・オオムギ.	0.4~0.8g
DPX-84 DPX-F5384 Londax*	methyl 2-[(4,6-dimethoxypyrimidin-2-yl)aminocarbonyl]aminosulfonylmethyl benzoate	土壌処理, 茎葉処理(早期).	コナギ・キカシグサ・ホタルイ・タマガヤツリ・ヘラオモダカ・ヒデリコ・ミズガヤツリ・ウリカワ・オモダカなど.	イネ.	2.5~7.5g
DPX-F6025	ethyl 2-[3-(4-chloro-6-methoxypyrimidin-2-yl)ureidosulfonyl]benzoate	土壌処理, 茎葉処理.	オナモミ・アレチウリ・マルバアサガオ類・イチビ・ブタクサ.(イネ科雑草)	ダイズ.	土壌処理… 1.5~3.5g 茎葉処理… 0.2~0.4g
EL-107	N-[3-(1-ethyl-1-methylpr-	土壌処理.	カミツレ・ハコ	コムギ・オオ	10~20g

除 草 剤 名	化 学 名	処理方法	対 象 雑 草	対象作物	薬量(10a)
EL-107 (つ づ き) benzamizole	opyl)-5-isoxazolyl]-2,6-di- methoxybenzamide		ベ・タデ類・ハ マアカザ・ナズ ナ・イラクサ・ イヌノフグリ類 ・シロザ・カラ クサケマン類.	ムギ.	
GCP-5544 butam Tebutam*	N-benzyl-N-isopropyl-tri- methylacetoamide	土壌処理.	イネ科雑草・ヒ ユ類・シロザ.	ダイズ・ラッ カセイ・ワタ ・アマ・芝生.	240~450 g
R-40244 fluorochl- oridone Racer*	1-(m-trifluoromethylphenyl) -3-chloro-4-chloromethyl-2- pyrrolidone	土壌処理.	イヌビユ・タデ 類・ヤエムグラ ・イヌホオズキ ・ノハラガラシ.	トウモロコシ ・冬コムギ・ ソルゴー・ワ タ・バレイシ ョ・ヒマワリ.	50~100 g
UBI-S-734 xyloxadine	2-{1-(2,5-dimethylphenyl) ethylsulfonyl}pyridine-1- oxide	土壌混和 処理, 土 壌処理.	イネ科雑草・ハ マスケ.	ワタ・ダイズ ・テンサイ・ ナタネ・ヒマ ワリ・バレイ ショ・ラッカ セイ. 〈開発中止〉	50~100 g
Dowco-356 tridiphane Tandem*	2-(3,5-dichlorophenyl)-2- (2,2,2-trichloroethyl) oxirane	茎葉処理.	エノコログサ・ キビ属・イチビ ・シロザ・オヒ シバ・キビ類・ ヒユ類・スベリ ヒユ・コニシキ ソウ類.	トウモロコシ ・ソルゴー・ イネ.	5~10 g
AC-22293	methyl 6-(4-isopropyl-4- methyl-5-oxo-2-imidazolin- -2-yl)-m-toluate と他(異性体) の混合物	(土壌処 理), 茎葉 処理.	カラスムギ・シ ルキー・ベント グラス・ノズズ メノテッポウ・ ソバカズラ・マ メグンバイナズ ナ・アブラナ・ イヌノフグリ類.	コムギ・オオ ムギ.	40~80 g
NC-20484 benfuresate	2,3-dihydro-3,3-dimethyl- benzofuran-5-yl ethane-sul- fonate	土壌混和 処理, 土 壌処理.	イネ科雑草・広 葉雑草・ハマス ゲ.	ワタ・タバコ ・サトウキビ.	100~200 g
SN-58132 phenisoph- am Verdindo* Diconal*	Isopropyl 3-N-phenyl-N-et- hylcarbamoxyloxy-carbanilate	茎葉処理.	シロザ・オナモ ミ・イチビ・チ ョウセンアサガ オ類・イヌホオ ズキ・ヒロハタ イゲキ.	ワタ.	120~180 g

除 草 剤 名	化 学 名	処理方法	対 象 雑 草	対象作物	薬量(10a)
MBR-22359	不 明	土壌処理.	イネ科雑草・ハマスゲ・ギョウギシバ・ヒユ類・セイバンモロコシ.	ダイズ・ワタ・トウモロコシ.	150~200g
FMC-39871	不 明	土壌混和処理, 土壌処理.	イネ科雑草. (広葉雑草)	ダイズ.	
MC-10978 Tackle *	diphenylether 系	茎葉処理.	セイヨウヒルガオ・イヌホオズキ・ヒユ類・チヨウセンアサガオ類・オナモミ・イチビ.	ワタ・ダイズ.	50~100g
bialaphos-Na ハービエース	2-amino-4-methylphosphinobutyrylaranylaranine sodium salt	茎葉処理.	1~多年生雑草.	非選択性.	150~300g
Hoe-39866 (Hoe-866) glufosinate-ammonium Basta* Bustar*	ammonium (3-amino-3-carboxypropyl) methyl-phosphinate	茎葉処理.	1~多年生雑草.	非選択性.	150~300g
SC-0244	Trimethylsulfonium carboxymethylaminomethyl phosphonate	茎葉処理.	1~多年生雑草.	非選択性.	25~150g
AC-252925 Arsenal *	Isopropyl 2-(4-isopropyl-4-methyl-5-oxo-2-imidazolin-2-yl)pyridine-3-carboxylate	土壌処理, 茎葉処理.	1~多年生雑草 (カヤツリ・イネ科・広葉) 木本.	非選択 (非農耕地).	75g
AC-263449	不 明	土壌混和処理, 土壌処理, 茎葉処理.	メヒシバ・オヒシバ・シバムギ・セイバンモロコシ・イチビ・イヌホオズキ・オナモミ.	ダイズ・インゲン類・ラッカセイ.	3~12.5g
SD-95481 (CINCH*)	7-oxabicyclo(2,2,1)heptane, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-2-(2-methylphenylmethoxy), exo	土壌混和処理, 土壌処理.	イヌビエ・エノコログサ・メヒシバ・ハマスゲ・イチビ・他.	ダイズ・ワタ・ラッカセイ.	75~125g
FMC-57020	[2-(2-chlorophenyl)methyl-4,4-dimethyl-3-isoxazolidin-	土壌混和処理, 土	メヒシバ・イヌビエ・オヒシバ	ダイズ.	50~140g

除 草 剤 名	化 学 名	処理方法	対 象 雑 草	対象作物	薬量(10a)
FMC-57020 (つ づ き)	one	壌処理.	・エノコログサ ・イチビ・チョ ウセンアサガオ ・シロザ・タデ 類.		
MBR-23709	不 明	土壌処理.	メヒシバ・オヒ シバ・セイバン モロコシ・ヒユ 類・ハシカグサ モドキ・オナモ ミ.	ワタ・ダイズ	100~200g
MBR-20457	不 明	土壌処理.	キビ属雑草・ハ シカグサモドキ ・ヒユ類・マル バアサガオ類・ ハマスゲ.	ワタ.	170~280g
DPX-A 5967	不 明	(土壌混 和処理), 土壌処理, 茎葉処理.	メヒシバ・イチ ビ・イヌビエ・ ヒユ類・オナモ ミ・アメリカツ ノクサネム・シ ロザ・キンゴジ カ・ハシカグサ モドキ・ブタク サ.	ダイズ・サト ウキビ.	土壌処理… 7~30g 茎葉処理… 3.5~7g
DPX-5969	不 明	(土壌混 和処理), 土壌処理, 茎葉処理.	メヒシバ・イヌ ビエ・オナモミ ・キンゴジカ・ マルバアサガオ 類・ヒユ類・ブ タクサ.	ダイズ・サト ウキビ.	土壌処理… 14g 茎葉処理… 1.5~3.4g
MBR-18337	4-ethylthio-2-trifluoro- methylemethanesulfonanilide	(土壌処 理),茎葉 処理.	イネ科雑草.	ワタ・イネ.	100g

注) * 商品名.

今後、トウモロコシを対象に使用がふえると
予想されるもの、あるいは実用化が進むとみら
れるものは glyphosate (Raundup), pa-
raquat, bentazone, pendimethalin
(stomp), Mon-4601 ("Super Lasso"),
acetochlor (Mon-097), R-20024 (tri-
mexachlor), CME-127 (aclonifen, 商

品名 Bandun), BTS-30843 (epronaz),
BAS-479 H (methazachlor, 商品名 Bu-
tisan-S), AC-206784 (xylachlor, 商
品名 Combat), vol-5052, EL-161 (et-
halfuralin, 商品名 Sonalan, Somilan),
R-40244 (fluorochloridone, 商品名 Ra-
cer), dowco-290 (clopyralid, 商品名

Lontrel), Dowco-356 (tridiphane, 商品名 Tandem) などである。dowco-290 と Dowco-356 を除いてはいずれも土壌処理剤である。glyphosate と paraquat は、アメリカの不耕起栽培の拡大にともない、さらに使用増加が見込まれている。Mon-4601 は、alachlor よりも殺草スペクトラムが広く、Mon-097 は有機物の多い土壌でも除草効果の低減が小さい。

今後1990年までに atrazine だけでなく alachlor もパテントフリーになり、また新型のイネ科防除剤（茎葉処理剤）が登場すること、さらにトウモロコシ栽培諸国での作付面積拡大がほとんど見込めない状況のため、今後トウモロコシ用除草剤ははげしい競争におちいるものと予想される。

除草剤使用の大きい地域の重要雑草は、メヒシバ・オヒシバ・オオクサキビ・シバムギ・エノコログサ類・イヌビエ類・ヒユ類・ギョウギシバ・セイバンモロコシ・スベリヒユ・イヌホオズキ・ハマスゲ類・オナモミ・シロザ・ソバカズラ・イチビ・エビスグサなどである。そのほかアメリカでは wild proso millet (*Panicum milliaceum*, 野生キビ=コキビ) の防除が問題になっている。

(2) ダ イ ズ

ダイズの世界栽培面積はこの10年間で40%も増加し、1981年には5020万haに達した。主な国はアメリカ2700万ha、中国760万ha、ブラジル850万ha、アルゼンチン188万haである。1982年のダイズ用除草剤使用金額9.86億\$のうちアメリカで7.9億\$、次いでブラジル・アルゼンチンなどのラテンアメリカで1.5億\$が使われている。現在、アメリカおよび中南米で使われている主な除草剤は trifluralin (1.45

億\$), alachlor (1.4億\$), metribuzin (1.22億\$), bentazon (1.05億\$), metolachlor (0.65億\$) などである。trifluralin, alachlor, metolachlor などの広葉防除剤と組合せられる。

近年, metribuzin, fluchloralin (basalin), bentazon, acifluorfen (Blazar), metochlachlor, pendimethalin の組合せが多くなっている。

アメリカでは、土壌処理用のイネ科防除剤として alachlor, metolachlor, trifluralin, pendimethalin, fluchloralin, vernolate が使われ、広葉防除剤として metribuzin, chloramben, linuron が使われる。近年、茎葉処理用に bentazon, acifluorfen, 2,4-DB + α (α : Linuron, naphthalam, bentazon, acifluorfen) や bentazon + acifluorfen, naphthalam + dinoseb などの使用が多い。

近い将来, trifluralin, alachlor がパテントフリーになり、使用はさらにふえるものとみられる。また, pendimethalin, metolachlor, Mon-4601 などの使用も増加するが, metribuzin, acifluorfen の使用増加はそれほど大きくないものとみられている。

現在, oxyfluorfen (商品名 goal), FM C-39871, MBR-22359, AC-252, 214 (Scepter), SD-95481, DPX-6025, AC-263, 449, Her-22234 (diethatyl, 商品名 Antor), RH-8817, PP-021 (fomesan, 商品名 Flex) などが実用化にむけて広く試験が行なわれている。そのほか、茎葉処理イネ科防除剤（1年生・多年生雑草）である sethoxydim (Poast, Fervin, BAS-

90520), fluazifopbutyl (Fusilade, Onecide, PP-009), Dowco-453 (haloxyfop-methyl), CGA-82725 (chlorazifop-propynyl), Hoe-33171 (Hoe-581, fenoxaprop-ethyl 商品名 Whip), Hoe-35609 (fenthiaprope-ethyl), NCI-96683 (NC-302, DPX-Y-6202, quinofof-ethyl, 商品名 Assurance), SC-1058, SC-1075, SC-1084, RE-36290 (cloproxydim, 商品名 Selection) などが実用化ないしは実用化を目標に試験が行なわれている。アメリカのダイズ畑ではセイバンモロコシや前作物のトウモロコシが発生するが、これらにたいして sethoxydim, fluazifop-butyl, chlorazifop-propyl, dichlofop-methyl (Illoxan), haloxyfop-methyl の茎葉処理や glyphosate の塗布処理も良好な防除効果をあげている。

今後、世界的にダイズの栽培面積はわずかに増加する程度とみられるが、除草剤は全面処理とコンビネーションの増加によって、使用量がややふえるものと予想される。

アメリカなど除草剤使用の多い国で、防除対象雑草としてあげられているものは、メヒシバ・イヌビエ・エノコログサ・オヒシバ・コヒメビエ・セイバンモロコシ・ギョウギシバ・ビロードキビ・ハマスゲ類・ボランティアートウモロコシ・セイヨウヒルガオ・イチビ・エビスグサ・シロザ・オナモミ類・キンゴジカ類・マルバアサガオ類・タデ類・スベリヒユ・コセンダングサなどである。

(3) コ ム ギ

1982年に世界で2億3400万ha 作付されたが、そのうちわけはアジア34%, 東ヨーロッパ29%,

アメリカ19%, 西ヨーロッパ7%, その他11%である。国別ではソビエト25%, 中国・インドが大きい。1982年のコムギ用除草剤使用金額の6.5億\$のなかで西ヨーロッパ50%(3.25億\$), アメリカ24%, 東ヨーロッパ(ソビエト・東欧)20%が大きい。なお、西ヨーロッパのなかの内わけは、フランス50%, 西ドイツ20%, イギリス20%, イタリア6%となっている。世界的に広く使用されている主な除草剤は, triallate (Avadex), methabenzthiazuron (Tribunil), isoproturon (Tolkan, Hytane), 2,4-D, mecoprop (MCP), MCPA, difenzoquat (Avenge), benzoilprop-ethyl (Suffix) などである。

西ヨーロッパでは、1960年代末までは広葉雑草防除剤の2,4-D, MCPAなどが中心であったが、その後カラスムギ防除剤のdi-allate, tri-allate, barban (carbyne) などが使用されるようになった。そして最近では、ノズメノテッポウ (Blackgrass, *Alopecurus myosuroides*) も対象に土壌処理剤 (methabenzthiazuron など) や茎葉処理剤 (isoproturon など) が使用されるようになった。西ヨーロッパでは、近年、ホルモン型除草剤は20~25%に減少した。その原因は、ホルモン型除草剤のみの連用でそれらに効きにくい草種が優占化してきたこと、ホルモン型除草剤の飛散による周辺の作物の被害発生などがあるために、かわって ioxynil や bifenoxy が使われるようになったからである。カラスムギ防除剤としては、difenzoquat, benzoilfop-ethyl, flamprop-methyl (Lancer) などがあり、イネ科防除剤では methabenzthiazuron, isoproturon などの使用が多い。また trifluralin と linuron の混合剤も使用

されている。西ヨーロッパでは、近年小麦収穫後、麦ワラを焼却する農家が多くなり、そのため土壌表面が高熱により物理性が悪化し、さらにワラ灰の存在によってその後に使用する土壌処理除草剤の効果が十分示されない場合がある。

東ヨーロッパでは、ソビエト(0.7億\$)とハンガリー(0.28億\$)での除草剤使用が多いが、そのほとんどは広葉防除剤のみである。

アメリカでは、2,4-Dとカラスムギ防除剤の difenzoquat, benzoylprop-ethyl, tri-allate, dichloprop-methylなどの除草剤が使われている。

今後、direct drillingがふえるにともない、作付前にシバムギなどの多年生雑草を防除できる glyphosate の使用が増加するものとみられる。また、先進国ではノスズメノテッポウ防除剤の使用が徐々にふえ、途上国ではホルモン型除草剤による広葉雑草防除がはじまるものと予想され、今後5~10年間にコムギ用の除草剤は6~7%位の生長率を示すとみられる。

現在、DPX-4189 (chlorsulfuron, 商品名 Glean), DPX-6376 (metsulfuron-methyl, "Super-glean"), EL-107 (benzamizole), SSH-0860, Bay-DIC-1577 (isomethiozin, 商品名 Tanti-zon), CGA-84446, CME-127 (aclo-nifen, 商品名 Bandur), R-40244 (fluorochloridone, 商品名 Lacer), AC-222,293 などが既に実用化ないしは実用化を目標に試験されている。

なお、先進国のコムギの主要雑草は、ノスズメノテッポウ・カラスムギ・アレチノチャヒキ類・セイヨウヌカボ・ヤエムグラ・カミツレ類・セイヨウノダイコン・ヒナゲシ・スミレ類・イヌノフグリ類・ハコベ・セイヨウトゲアザミ

・ノハラツメクサ・シバムギ・ソバカズラ・セイヨウヒルガオなどである。

(4) イ ネ

1982年に1億4500万haが作付された。主な国は、中国3500万ha、インド3500万ha、インドネシア860万ha、タイ800万ha、フィリピン350万haなどである。

稲作用除草剤は、1982年には4.9億\$使用されたが、そのうち日本で2.85億\$(58%)が使われ、日本を除くアジアで0.82億\$, アメリカで0.58億\$, 西ヨーロッパで0.25億\$使用された。日本の作付面積は世界の1.6%にしか相当しないが、除草剤使用金額では58%を占めている。日本を除くアジアは、作付面積では88%であるのにたいし、除草剤使用金額では15%と少ない。

世界的に広く使用されている除草剤は、benthiocarb (Saturn), molinate (Ordram), oxadiazon (Ronster) などが多く、これらで50%をしめる。このほかに, propanil (Stam, DCPA), chlormethoxy-nil (X-52), chlornitrofen (MO), 2,4-D, MCPA, simetryn, bentazon, thiocarbazyl (Drepamon)などが使われている。しかし途上国では、2,4-Dなどのフェノキシ系除草剤が中心である。アジアでは, butachlor (Machete)とbenthiocarb も少しずつ使用されるようになってきた。

稲作用除草剤の研究開発は、日本を中心に積極的にすすめられているが、諸外国の主力研究機関も日本を主なターゲットとしている。

日本ではSL-49 (pyrazoxyfen), DPX-F 5384, MY-93 (dimepiperate), HW-52, MY-71, NTN-801 (mefenacet, benzthiazet), CG-113 (pretilachlor,

商品名 Rifit, Solnet), CG-113 + CGA-123407 (解毒剤), S-47 (bromobutamide) などが単剤, または混合剤で実用化のための試験中である。

日本ではこれまでの初期, 中期, 後期と除草剤を体系的に使う方法を改善して初期または中期に1回散布(“一発処理”)で済せようとの研究, 開発がさかんである。初期一発処理は田植3~7日後に, 中期一発処理は田植12日頃(ノビエ2葉まで)に使用する。また, 将来湛水土中直播栽培がかなりふえるものとして注目される。

1983年には, 日本の稲作除草剤は約600億円使用されたが, そのうちわけは初期319.5億円, 中期219億円, 後期33億円, その他である。

現在, アメリカでは年間500万tonのコメを生産しているが, 800~1000万tonの生産も可能であり, しかも, 日本の $\frac{1}{3}$ 以下の値段であることから, 今後その動向をたえず注目する必要がある。なお新品種の New bonnet は, 高収量で将来作付がふえると予想されている。

(5) ワ タ

ワタの栽培面積はここ10年間変動がなく, およそ3,200万haである。作付けのうちわけは, インド24%, アメリカ17%, 中国16%, ソビエト10%, パキスタン7%, ブラジル6%, その他20%である。

1982年にワタ作用除草剤は3.25億\$ (41.5%), 中南米(ブラジル含む)0.8億\$ (24.6%), ヨーロッパ(主としてソビエト)0.55億\$ (16.9%)の使用が多い。これらの地域では, trifluralin, pendimethalin, ヒ素剤(DSMA, MSMA), fluometuron(cotoram), diuronなどの除草剤が使われているが, 近年, trifluralin と同系統のジニトロアニリン系除草剤の使用もふえている。

アメリカでは, ワタ作用除草剤は, trifluralin(30%), pendimethalin(18%), fluometuron(16%), ヒ素剤(10%)などが主であるが, ジニトロアニリン系の fluchloralin(Basalin), profluralin(Tolban), dinitramine(Cobex)の使用も徐々に増加している。一方, ブラジルでの除草剤使用も, アメリカと似た傾向である。

現在, phenisopham(商品名Verdinal), MC-10978(ジフェニルエーテル系), NC-20484(benfuresate), RH-8817, RS T-20024(trimexachlor), SD-95481, EL-161(ethalfluralin, 商品名Sonalan, Somilan)などが実用化にむけ試験が行なわれている。また, 茎葉処理イネ科防除剤の Sethoxydium, fluazifop-butyl, Dowco-453, CGA-82725, Hoe-33171, NC-96683なども実用化, または実用化に近い段階にある。

ワタ作用除草剤は, しばらくの間急増は見込めないが, 主要除草剤の trifluralin が間もなくパテントフリーになって価格が下がるものとみられ, 他の除草剤への波及が予想される。

ワタ作用除草剤使用地域における主要雑草は, メヒシバ・オヒシバ・イヌビエ・コヒメビエ・セイバンモロコシ・スベリヒユ・イヌホオズキ・チョウセンアサガオ類・オオニシキソウ・オナモミ・イチビ・マルバアサガオ類・ハマスゲ類・コセンダングサ・ヒユ類・オオクサキビ・ハズ属・エビスグサ・キンゴジカ類・ギョウギシバ・セイヨウヒルガオなどである。特にアメリカのワタ作地帯(南部)をあげると, オナモミ・マルバアサガオ類・ヒユ類・セイバンモロコシ・イチビ・ハマスゲ・イヌホオズキ・ギョウギシバ・メヒシバ・キビ属(*Panicum sp.*)

などが問題雑草である。

(6) テンサイ

1982年に世界で940万ha作付されたが、そのうちわけは西ヨーロッパ239万ha(25.5%), 東ヨーロッパ(ソビエトを含む)514万ha(55%), アメリカ50万ha(5%)である。1982年のテンサイ用除草剤使用金額は3.15億\$であったが、西ヨーロッパ2.15億\$(68%), 東ヨーロッパ0.65億\$(21%), アメリカ0.2億\$(6%)となっている。西ヨーロッパのなかではフランス(33%), 西ドイツ(22%), イギリス(15%)の使用が多い。

世界的に広く使用されている除草剤は、chl-
oridazon(Pyramin)とdesmedipham
(Betanal)であるが、metamitron(Go-
ltix), ethofumasate(Nortron), cy-
cloate(Ro-neet)もふえている。

現在、dichlofop-methyl(Illloxan),
alloxydim-sodium, sethoxydim, fl-
uazifop-butyl, Hoe-35609(fenth-
iaprop-ethyl), NC-96683, CGA-
82725, Dowco-453などが実用化、または
開発中であるが、いずれも茎葉処理でテンサイ
に全く薬害がなく、イネ科雑草防除に卓効があ
る。

テンサイは、西ヨーロッパなどでは直播栽培
で、播種から収穫まで機械化されている。テン
サイは初期生育が遅く、雑草害を受け易いが、
雑草の存在は機械作業の障害にもなる。

テンサイの主な雑草は、ノスズメノテッポウ^{*}
・スズメノカタビラ・エノコログサ・イヌビエ
・メヒシバ・カラスミギ^{*}・シバミギ^{*}・ボラ
ンティアームギ類・ナズナ・ノハラガラシ^{*}・
カラクサケマン・カミツレ類^{*}・ハコベ^{*}・タ
デ類^{*}・ヒユ類^{*}・シロザ^{*}・イヌホオズキ・

ヤエムグラ・ドクゼリモドキ・*Aethusa* sp^{*}
などである。なかでも最大の難防除雑草は、テ
ンサイと同じ科に属するシロザである。なお^{*}
はフランスで重要な雑草である。

(7) 非選択性除草剤

1982年には、glyphosateが4.55億\$使用
された。また、paraquatもアメリカ(25%)
とヨーロッパ(25%)で使用が多い。

1990年までに非選択性除草剤は16億\$位に達
するが、glyphosateは7億\$, paraquat
3.4億\$, bialafos(ハービエース)1.8億\$,
glufosinate(Basta)1.6億\$, SC-0224
(glyphosate類似化合物)0.8億\$位それぞ
れ使用されるものと予想されている。これらの
除草剤は、アメリカの不耕起栽培のなかで特に
使用増が見込まれる。なお、paraquatは、
bialofos, glufosinateにかなりおきかえ
られるものとみられる。

II. 各系統別除草剤の動向

1982年には52.5億\$の除草剤が使用された
が、系統的にみるとトリアジン系10.8億\$, ア
ミド系7.3億\$, カーバメイト系6億\$, トル
イジン系5.5億\$, ウレア系4.8億\$, ホルモ
ン系3.6億\$, ダイアジン系2.75億\$, その他
11.75億\$である。

トリアジン系はs-triazineが主だったが、
1,2,4-triazineのmetribuzin(Sencor)
がダイズに、metamitron(Goltix)がテ
ンサイにそれぞれ使用がふえている。またiso-
methiozin(Tantizon)もムギ類に有用で
ある。トリアジン系は、トウモロコシに最も多
く使われているが、そのうちatrazineの使
用が最も大きい。atrazineは、トウモロコ
シだけでなく、ソルゴー・サトウキビやパイナ

ップルにも使われる。metribuzinは、アメリカのダイズ畑で他剤とタンクミックスされることが多いが、なかでもalachlorやtrifluralinとの組合せが良好である。

アミド系は、クロロアセトアミド系を中心に過去10年間に使用が著しく伸びた。なかでも、alachlor(Lasso)は、トウモロコシとダイズを対象に1982年には4.4億\$も使用された。類似化合物のmetolachlor(Dual)もトウモロコシ・ダイズ・ラッカセイ・ワタ・テンサイを対象に徐々に使用がふえている。クロロアセトアミド系にはMon-097(acetochlor), Mon-4601("super lasso"), H-26910, metazachlor, trimexachlor, xylachlor, RE-19790, Vel-5052など新しい除草剤が開発されつつある。alachlorは間もなくパテントフリーになる。

クロロアセトアミド系のbutachlor(水稲用)も、使用量が次第に増加している。

これらのほか、アミド系のなかではaminopropionate, benzoylprop-ethyl, flamp-isopropyl, flamprop-methyl(Lancer)などが、ムギ類中のカラスムギ防除剤として実用化、または開発中である。

カーバメイト系は、thiocarbamate系10剤を中心に、アメリカ・ヨーロッパおよび日本で使用され、なお使用がふえている。triallateはカラスムギ防除に卓効があり、アメリカ・カナダだけでなくヨーロッパでもムギ類・テンサイに使われている。pebulate(Tillam), vernolate(Vernam), cycloate(Ro-neet), EPTC, butylate(Sutan)などもいくつかの畑作物に広範に使われている。近年EPTC, butylateなどのチオールカーバメイト系除草剤用の解毒剤がいくつか開発され、

使用対象作物が拡大されたため、使用量が増加している。これらの系統のなかでは、benthiocarb, molinate, thiocarbazylは稲作用に広く使用されているが、なかでもbenthiocarbは世界40か国近くで使われている。

カーバメイト系には、asulam(Arsilam)とphenmediphamの茎葉処理剤もあり、前者はサトウキビ・牧野・芝生地で、後者はテンサイに広く使われている。phenmediphamは、ヨーロッパを中心に使われているが、今後単剤または土壌処理剤との組合せで使用がかなりふえるものとみられている。

トルイジン系は、1年生イネ科雑草と数種の広葉雑草に有効である。ほとんどは揮散性が高いので、土壌混和処理により使用される。trifluralin, fluchloralin(Basalin), profluralin(Tolban)などが主で、いずれもアメリカ・ブラジル・ヨーロッパでダイズ・ワタ・ラッカセイ・テンサイ・野菜類を対象に使われている。アメリカでは、近年10年間のダイズの作付面積拡大にともなってtrifluralinの使用も急増した。trifluralinは間もなくパテントフリーになり、fluchloralin, profluralin, pendimethalin(Stomp)および開発中のethalfluralin(Sonalan)をふくめトルイジン系除草剤の競合は、はげしくなるものと予想されている。

トルイジン系のなかでは、pendimethalinは揮散性がきわめて小さく、土壌混和処理の必要がない。土質や土壌水分による効力の変動が小さく、ダイズ・トウモロコシをはじめムギ類にも使用されているが、今後世界的にさらに使用増が見込まれる。

ウレア系は、diuronやlinuronなどが主としてアメリカで、ダイズ・ワタを対象に使用

されてきたが、必ずしも選択作用性はない。しかし、近年使用が増加しているムギ類用除草剤の chlortoluron (Dicurane), isoproturon (Arelon, Tolkan), methabenzthiazuron (Tribunil) などは、ムギ類にたいしてかなり安全性が高い。また、近年スルホニルウレア系の DPX-4189 (chlorsulfuron, Glean), DPX-T-6376 (metsulfuron-methyl, "Super-Glean") など 0.4~4g (10a 当り) の少量で卓効のある除草剤がムギ作用に開発された。今後、スルホニルウレア系は、DPX-84 をはじめ多数開発、実用化されるものとみられる。

ウレア系には、S-3552, isouron, RP-23465 (dimefuron), buthidazole などの除草剤も開発されている。

ジフェニルエーテル系は、chlornitrofen, chlomethoxynil, bifenox (Modown) などが水稲用除草剤に広く使用されているが、茎葉処理効果のある acifluorfen-sodium (Blazar) が開発されて以来、ジフェニルエーテル系の研究開発がさかんに行なわれ、茎葉処理または茎葉兼土壌処理で有用作物に選択性の高い除草剤が開発された。たとえば、RH-8817, PPG-844 (lactofen, Cobra), RH-5202, CGA-84446, PP-021 (fomesax, Flex) などいずれも 4 位の nitro 基のとなりの 3 位に大きな置換基をもち、ダイズ・ワタ・ラッカセイやムギ類などに安全性の高いものが多い。

ダイアジン系は、アメリカ・日本・ブラジルなどで、イネ・ダイズ・ワタ・ムギ類やブドウなどで使用されている。methazole (Proke), oxadiazon (Ronstar), bentazon, pyrazolate など過去 10 年位の間に使

用が著しくふえたが、今後も他の系統にくらべてやや伸び率が大きいとみられる。methazole は、土壌処理でも茎葉処理でもワタに選択性が高い。bentazon は、アメリカのダイズのほか、ヨーロッパのムギ類と日本の稲作に使われている。oxadiazon は、水稻だけでなく畑作でも使用がふえると予想されている。

フェノキシ系は、除草剤のなかで最も長い歴史をもち、現在でも世界的に広範囲に使われている。フェノキシ系除草剤の 20~25% は、アメリカで使われている。フェノキシ系の主要なものは、2,4-D, MCPA, MCPP である。アメリカでは 2,4-D が、ヨーロッパでは MCP, MCPP が主として使用されている。フェノキシ系除草剤は、今後わずかながら使用が減少するものと予想されている。

フェノキシプロピオン酸系、またはピリジロキシプロピオン酸系除草剤の研究開発は、近年世界的にきわめて精力的に行なわれている。2,4-DP (2,4-dichlorophenoxypropionic acid), または MCPP (2-methyl, 4-chlorophenoxypropionic acid) は、比較的多くの広葉雑草防除に有効で、特にマメ科多年生雑草やかん木類にも枯殺作用を示し、イネ科植物に影響が少ない。しかし、2,4-D, MCPA などにくらべると植物体内の残留はやや長く、イネ科植物と広葉植物との選択性幅はやや小さく、そして植物体内を移行しやすいなどの特徴をもっている。これらの誘導体である p-アリーロキシフェノキシプロピオン酸系は、広葉植物には全く作用がなく、茎葉処理により 1~多年生雑草を枯殺する。diclofop-methyl, metriflufen, Dowco-453, fluazifop-butyl, CGA-82725, difenopenten, fenoxaprop-ethyl, fen-

thiapropr-ethyl, NC-96683 (NC-302) や SC-1075, SC-1084, SC-1058 などは、ダイズ・ワタ・テンサイ・ラッカセイなどの広葉作物に全く薬害がない。また diclofop-methyl は、イネ科のなかでもコムギ・オオムギには薬害がない。

スルホンアミド系は、mefluidide (Em-bark) がダイズ用除草剤として、また芝生の矮化剤としてアメリカやヨーロッパで使用されている。perfluidone (Destun) もワタ作にイネ科およびカヤツリグサ科 (ハマスゲ) 防除剤として使われている。さらに MBR-18337 (benzofluor) などが開発されたが、最近はスルホニルウレア系の方向に展開され chlor-sulfuron, metsulfuron-methyl をはじめ多数の新規化合物が実用化、ないしは試験中である。いずれも微量で除草活性を発現するが、土壤中の残効性がきわめて長いことが一つの問題点である。

その他の系統では、有機りん系化合物の glyphosate と四級アンモニウムの paraquat の使用が目立つ。1982年にはそれぞれ 4.35 億\$, 3.45 億\$ 使用されたが、今後さらにふえるものとみられる。有機りん系では近年開発された bialafos, glufosinate, SC-0244 (glyphosate 類似化合物) はいずれも大きな発展が期待されている。四級アンモニウムの paraquat と diquat は非選択性であるが、cyperquat は多くの作物に薬害がなく、ハマスゲ類 (*Cyperus esculentus*) 防除に有効である。

そのほか新しい開発中の除草剤は、EL-107 (benzamizole, ムギ類用), R-40244 (fluorochloridone, トウモロコシ・冬ムギ用), Dowco-356 (tridipham, トウモロコシ・

ソルゴー用), AC-222,293 (ムギ類用), NC-20484 (benfuresate, ワタ・タバコ用), SN-58132 (phenisopham, ワタ用), AC-263449 (ダイズ・マメ類用), SD-95481 (ダイズ・ワタ・ラッカセイ用), FMC-57020 (ダイズ用) をはじめ多数みられる。

また alloxym-sodium, sethoxydim は、すでに世界的に広範囲に広葉作物中の茎葉処理イネ科防除剤として先駆的役割を演じているが、近年その類似化合物である RE-36290 (clopropoxym, Selectone) が開発中であり、そのほかにも試験が行なわれているものがある。今後、アリーロキシフェノキシプロピオン酸系除草剤との競合が予想される。

1972年以來の除草剤の年生長率は 5.8% であったが、その増加の原因はアメリカにおけるトウモロコシとダイズ、および西ヨーロッパにおけるムギ類での使用増によるものである。今後、数年以内に atrazine, trifluralin, benthiocarb, alachlor 等大型除草剤が相ついでパテントフリーになるが、それらの類似化合物も実用化、ないしは開発中であり、これらの動向が注目される。除草剤使用は、いくつかの除草剤がパテントフリーになること、第3世界での使用も徐々に増加するので年 5% 位の割合の生長率でふえ、1990年までに 74 億\$ 位になるものとみられている。

世界の主要化学メーカーは、新製品の開発のために売上げの 5~10% を投下しているが、農薬では 6~10%、医薬 5~6%、一般化学 5~6% といわれている。農薬向けの研究開発費の内わけをアメリカの例でみると、除草剤 43%、殺虫剤 31%、殺菌剤 14%、生長調節剤 6%、バイオテクノロジーなど 6% とされている。1981

年のアメリカにおける農薬の研究開発費は4.5億\$に達した。

アメリカやヨーロッパでは、除草剤だけでなく、それらの解毒剤の研究も積極的に行なわれている。そして、EPTCやbutylateにR-25788(N,N-diallyl-2,2-dichloroacetamide)が開発され、それらの組合せは、Eradicane, Sutan として実用化されている。また vernolate にも解毒剤が開発され、Surpass として実用化している。これらは土壌混和处理で、それ自身セイバンモロコシ・ハマスゲとトウモロコシの間に選択性が乏しかったが、解毒剤と組合せることにより選択性が賦与された。

クロロアセトアミド系でも metolachlor にはCGA-92194(α -[(cyanomethoxy)imino])benzeneacetonitrile, CG-113 (pretilachlor, Solnet)にはCGA-123407(4,6-dichloro-2-phenyl-pyrimidine)が開発されているが、butachlor やalachlor 用の解毒剤の研究も進んでいる。また chlorsulfuron, fluazifop-butyl, BAS-9052 OH のトウモロコシ用の解毒剤研究もはじめられている。最近、アメリカでは、acifluorfen, dinoseb のダイズに対する接触害を回避する bioregulator (BL-2142, Boots-44584) も開発された。さらに近年のバイオテクノロジーによる耐性作物の育種研究もさかんに行なわれ、glyphosate 耐性のワタ種子も市販される段階に至った。製剤面でも、徐放型粒剤化、dry flowable 化(例 met-ribuzin), MH の粒剤化など新技術の登場が著しい。散布技術においても少量散布, electron application system などが開発されている。

現在、高い生理活性、高度選択性、人畜低毒性(普通物)を目標に多くの化合物が除草剤として開発中である。それらが広く世界的に使用されるためには、土壌や微気象条件による効力変動が小さいことが必須の条件である。さらにそれらが経済的に安価であることが安い農産物を大量生産するために重要である。新規化合物を合成するにあたり、リード化合物の選定には生理・生化学の知識、それまでの構造-活性相関も重要であるが、実際の圃場で安定した生理活性を発揮する物理性の面からの配慮も肝要である。既存除草剤のなかには効力変動要因のきわめて少ないものもあるが、それらの除草作用発現に関して、生理作用、物理性の両面からみなおしてみることも、新規剤開発において有益と考えられる。

これまで述べたように、いままで除草剤は先進国における使用が中心であったが、今後社会主義国(中国・東ヨーロッパ)と開発途上国でもきわめてゆっくりした速度で使用面積がふえることは明らかである。特に中国における個人請負制度の普及拡大は、除草剤使用を拡大するものとして注目される。アメリカでは、1983年に大規模な減反政策が実施された。しかし1984年には減反は中止され、1983年にくらべ作付面積はワタ35%増(1069万エーカー)、ダイズ3%増(6524万エーカー)、ラッカセイ増減無し(141万エーカー)、イネ29%増(281.6万エーカー)、ソルゴ-26%増(1482万エーカー)、トウモロコシ36%増(8177万エーカー)と見込まれている。休耕後の畑はvolunteer weed のトウモロコシ・コムギ・ソルゴ-などが多発するが、そこでは不耕起栽培が奨励されている。一年間雑草対策を実施しなかったところは本年雑草発生が多いので、除草剤を作物播種前と、

あるいは少なくとも播種時土壌処理，生育期茎葉処理の2回は必要とされており，除草剤依存度が例年より高くなると予想されている。

参 考 文 献

- 1) SHORT REVIEW OF HERBICIDES HODOGAYA (1982).
- 2) SHIBUYA INDEX 3rd Edition KUMIAI Co. (1984).
- 3) 1983 WEED CONTROL MANUAL (U. S. A.) (1983).
- 4) Proceeding of Congress 10th International Congress of Plant Protection (U. K.) (1983).
- 5) Sowthern Weed Science Society Research Report 36th Annual Meeting (U. S. A.) (1983).
- 6) ABSTRACTS of 1983 Meeting of W. S. S. A. (U. S. A.) (1983).
- 7) ABSTRACTS of 1984 Meeting of W. S. S. A. (U. S. A.) (1983).
- 8) 農薬ビジネス (ライフサイエンス通信).
- 9) 日本農薬学会誌 (日本農薬学会).
- 10) Weed Research (E. W. R. S.).
- 11) Weed Science (W. S. S. A.),
- 12) C & EN (U. S. A.).
- 13) Delta FARM PRESS (Clarksdale, Miss. U. S. A.).
- 14) FARM CHEMICALS Meister Pub. Co. (U. S. A.).
- 15) 30年の歩み 農薬工業会 (1983).
- 16) ファインケミカル
- 17) 90年代の農薬工業 シーエムシー (1983).
- 18) INDEX PHYTOSANITAIRE ACTA FRANCE (1983).
- 19) 世界の農耕地雑草とその制御 (竹松哲夫・竹内安智著) 全農教 (1983).

藻 類 の 生 態 と 防 除

高知県農事試験場 主研 山岸 淳

水田に発生する藻類は珪藻類や緑藻類など種々の藻類は，年によっては大発生して水稻に思わぬ被害を与えることがある。筆者は，かつて雑草として問題となってきた^{1,2,4,5,7)}。これ千葉県農業試験場在職中に，田植直後の水田で