

世界の畑作雑草と除草体系

(4)雑草防除研究の現状と動向

宇都宮大学雑草防除研究施設 竹松哲夫・竹内安智

これまでも述べたように、今日なお世界人口の70%をしめる開発途上国は、食糧が不足し飢餓状態にある。第三世界では、第一次石油ショック以降、先進国から開発途上国への援助の伸びが鈍化し、その結果、アフリカでは10年前にくらべて平均の食糧消費量が10%も減少している。世界的に食糧自給状態をみると、アメリカ・カナダ・ブラジル・アルゼンチン・オーストラリア・西ヨーロッパなどの先進諸国では自給～余剰（輸出可能）であるのに対して、アジアとアフリカの大部分をしめる開発途上国では著しい食糧不足の状態^{1)～5)}にある。さらに、ほとんどの社会主義国においても、慢性的に食糧生産（飼料を含む）は十分でない。先進諸国でも、日本をはじめイギリス・西ドイツなどでは自給率が低い。このように食糧余剰国は世界的にきわめて少なく、「生産効率の高い耕地」は著しく偏在しているといえる^{1)～5)}。

一方、人口の自然増加率は、先進諸国ではかなり低いが、開発途上国では著しく高く、その較差は大きい。世界人口は、開発途上国を中心に1年間に7,300万人の割合で急増しているが、開発途上国の農業は自然の災害を受け易く、しかも農業技術水準が低いために将来的にも食糧自給は容易に達成できそうもない。一方、先進諸国では生活水準の向上にともない食生活が肉食型に変化し、このため家畜用の飼料（トウモ

ロコシ・ミレット）の需要が著しく増加している。農業生産が異常気象等によって不作の年は、世界の多くの国々にとって食糧の確保は重大事であり、「食糧戦略」「穀物戦争」などと表現されるほどである。そして昨今、穀物が戦略物資としてさえ使われるほどに至った。このような食糧問題に対して、人口増加の抑制・耕地の拡大・生産の向上・新技術の開発・世界的規模での食糧備蓄や国際的機関における政治的解決等、以前から叫ばれているが解決のきざしはみられない。そして、こうした状態は西暦2000年になっても続くと言想する人も多い。

今後拡大～開発可能な耕地は、劣悪な自然環境下にあるため、それを克服するには莫大な投資が必要である。開発途上国では、農業技術の改善と生産性の向上のために解決されなければならない社会的・経済的な問題が山積している。結局、現在の主要農業生産国での増産に益々期待がかけられているが、これらの国では、農耕地が連作によって著しく疲弊し、地力の低下がみられている。そして、アメリカでは輸出穀物を連作している地帯の4/5以上で、表土流出がおきている。このため、ここで将来も安定して農業生産を確保し続けられるか否か、疑問視している向きもある。このようなことから、各国が少しでも食糧自給率を高めることが、世界の食糧安定確保につながる大きな要因になろう。日

本においても、先進国で最も低い33%の穀物自給率を少しでも高めるとともに、一方で生産国から安定的・長期的に農産物輸入を続けようとするならば、開発途上国の食糧増産～自給率の向上に協力することも重要である。科学技術立国として、日本は食糧生産に役立つ基礎研究やすぐれた技術の開発を通じて、世界の食糧安定供給に寄与することが大切である。

現在なお、世界の農産物生産量は雑草害によって10%以上も減収している。この雑草害の防止といま行なわれている雑草防除の技術水準をより省力的に、より省資源的に、しかもより環境（人畜をふくむ）に対して安全な方向に高めていくことが、私共雑草防除研究者に要求されている課題である。雑草防除は数千年の間、手取除草・畜力・耕種法・機械力などによってきたが、今からは40年前に除草剤を用いる化学除草の時代に入った。化学除草の当初は、2,4-D・MCPAを除くとほとんどが非選択性除草剤であり、それらと作物との直接の接触をさける物理的手法によって使用されてきた。しかし、近年は低薬量で有効で、しかも選択性の高い（高度選択性）除草剤が数多く開発されるようになった。一方、この30年間、世界で雑草の生理・生態・作物と雑草の競争・耕種法と雑草害・除草必要期間など、多岐にわたる研究が行なわれた。そして、これらの知見をふまえて、生物的・耕種的・機械的・化学的などの防除法の研究がすすみ、実用に移された技術も多い。そして現在、個々の防除法から体系化された総合防除の方向に歩んでいるといえよう。これらの研究の多くは、ほとんど自由圏の先進国でなされ、そして成果も先進農業国を中心に活用されている。

しかし近年、開発途上国でも雑草防除研究と

その教育がはじめられている

次に、農業生産に必須の資材になっている農薬に目をむけてみよう。1980年の世界の全農薬使用金額は、1976～1977年¹²⁾¹³⁾に予想された75～80億\$をはるかに越え、116億\$に達したが、それを地域的にみると南北アメリカ(35%)・西ヨーロッパ(25%)・日本(10%)等の先進国で、大部分がしめられている。作物別にみると、トウモロコシ(17～18%)・ワタ(17～18%)・イネ(10%)・ダイズ(7～8%)・コムギ(5～8%)に集中している。世界の農薬生産量の年生長率は5%以上とされているが、特に除草剤の場合、先進国での伸びが顕著である。

近年の除草剤の全農薬に占める割合は、アメリカ60%・カナダ80%(1977)・イギリス70%¹⁴⁾・西ドイツ40～50%¹⁵⁾・日本27%・フランス20%¹⁶⁾・ブラジル25%¹⁷⁾・ソ連38%(1980年計画)¹⁸⁾である。1980年のアメリカにおける除草剤の総使用量（成分量）は4.7億ポンド（21.4万t）で、その75%以上が2.5億エーカー（1億121万ha）の農耕地で使用された¹⁹⁾。作物別では、トウモロコシ(34.7%)・ダイズ(34.5%)・ワタ(6.5%)・コムギ・ラッカセイ・イネなどで、大部分使用されている。主な除草剤は、トウモロコシ：atrazine・alachlor、ダイズ：alachlor・trifluralin、コムギ：2,4-D、ワタ：trifluralin・fluometuronであった。

なお、アメリカでは、1978年に雑草害による減収が10%で、10億\$におよんでいる。これに農民が使用した除草剤3.6億\$、耕種的な生態的・生物的防除費用2.6億\$を併わせると16.2億\$にも達した¹⁹⁾。このため、アメリカでは雑草防除のための費用を10%減少しようと計画～実施中である。特に機械を使う中耕除草の場合のジーゼル油を、4～8 billionガロン(1.6億\$)

節約しようと計画している。

1980年のアメリカのイリノイ州における筆者らの調査²⁰⁾では、ダイズやトウモロコシ畑の除草剤散布の50%は散布業者による請負方式であり、彼等の除草剤代金を含めた1回の散布費用(エーカー当り)はalachlor 9~10\$, trifluralin 7~8 + 3\$, butylate 9~10\$であった。また、1981年アメリカ南部(アーカンソー)におけるダイズ・ワタ畑で、オナモミやマルバアサガオ類などやっかいな雑草も対象にした場合の雑草防除の費用(薬剤費)は、15~25\$(エーカー)であった。なお1980年、イリノイ州のトウモロコシ畑での耕起~播種~除草剤散布に要する時間は、普通の農家で100エーカー/日であるのに対して請負業者では300エーカー/日と効率的であった²⁰⁾。一方、イギリスで1981年にムギ類を対象に使用された除草剤の値段(ha)は、linuron + trifluralin 27.5 L(ポンド), MCPA 7.66 L, 2,4-D 11.64 L, mecoprop 8.42 L, MCPB 15.75 L, 2,4-DB 18.45 L, dinoseb 12.50 L, mecoprop + 3,6-DCPA (3,6-dichloropicolinic acid) 18.40 L, ioxynil + mecoprop 16.88 L

であった²¹⁾。また日本では、薬剤によって350~1500円位(10a)と差が大きい、simazine alachlor, trifluralin, atrazine, ioxynil など通常使われる除草剤は10a当り350~600円位である。

このように、先進国では一定面積当りで一回に使用される除草剤の値段に大きな差がなく、比較的安価であるため、高賃金の人手をわずらわさない薬剤除草法がきわめて有利である。しかも省力効果が大きく、国民経済の発展に寄与するところが多い。次に除草剤を中心に近年の研究の成果を述べよう^{19) 22) 23)}。

I. 先進国における最近10年間の雑草防除および除草剤研究

表1に現在、世界的に広範に使用されている主な除草剤の特性を示した。これらの多くは、1950~1975年位にかけて開発・実用化されたものが多い。使用量(成分量)は比較的少なく、平均1~2ポンド/A(112~224 g/10a)である。これらの多くは、今後も使用されるであろうが、現在の新しい除草剤と次第に交代しつつあるものもみられる。

表1. 世界の畑作で使用されている主な除草剤

一般名	商品名*	処理方法**	対象作物	対象作物	薬量 lb/A (g/10a)
2,4-D	Weedar 64 (2,4-PA)	茎葉	ヒマワリ・オナモミ・タンポポ・ヒルガオ・ハキダメギク・ホウキギ・シロザ・ヒユ類・セイヨウノダイコン・ブタクサ・アザミ類・ノビル。	サトウキビ・イネ・ムギ類・芝。	0.25~2 (30~225)
MCPA	Weedone MCPA Agroxone (ICI) (MCP)	茎葉	シロザ・カラシナ類・ブタクサ・ナズナ・ヒユ類他。	イネ・ムギ類。	0.25~1 (30~112)
2,4,5-T	Weedone 2,4,5-T	茎葉	木本類。	林地・牧草地	4~6

一 般 名	商 品 名*	処理方法**	対 象 作 物	対象作物	薬 量 lb/A (g/10a)
2,4,5-T (つづき)	(Amchem) Esteron 245 Trioxone (ICI)			・サトウキビ.	0.5 ~ 3 (56 ~ 336)
Diclofop- methyl	Hoelon ^(G) (Hoechst) Illoxan Hoegrass	茎 葉	カラスムギ・1年生雑草 ・ボランテェートウモロ コシ.	コムギ・オオ ムギ・ダイズ.	0.75 ~ 1.25 (84 ~ 140)
Chloramben	Amiben (Amchem)	土	イヌビエ・ザクロソウ類 ・ハコベ・コーヒーウィ ード・メヒシバ・オオク サキビ・エノコログサ類 ・セイバンモロコシ・ホ ウキギ・シロザ・ヒユ類 ・キンゴジカ・タデ・イ チビ.	ダイズ・トウ モロコシ・ラ ッカセイ・ヒ マワリ他.	2 ~ 4 (224 ~ 448)
Dicamba	Banvel-D (Velsicol) [バンベルD]	土, 茎葉	ヒルガオ・ギンギシ類・ アザミ類・シロザ・ヒユ 類・タデ・オナモミ・カ ラシナ・ソバカズラ.	ムギ類・トウ モロコシ・芝.	0.5 ~ 2 (56 ~ 224)
DCPA	Dacthal (Diamond) TCTP DAC-893 [ダクター]	土	メヒシバ・スズメノカタ ビラ・広葉(イヌノフグ リなど).	マメ類・バレ イショ・トマ ト・芝他.	10.5 ~ 15 (1176 ~ 1680)
Picloram	Tordon (Dow) [ケイピン]	土, 茎葉	木本・広葉草本.	非農耕地・林 地.	- 1 ~ 3 (112 ~ 336) - 2 ~ 8 (224 ~ 896)
Triclopyr	Garlon (Dow) ^(G) Dowco 223 [ザイトロン]	茎 葉	木本・広葉草本.	非農耕地・牧 草地.	0.375 ~ 9 (42 ~ 1008)
Propachlor	Bexton (Dow) Ramrod (Monsanto) CP-31393	土, 土混	ライグラス・イヌビエ・ メヒシバ・エノコログサ 類・ザクロソウ・ヒユ類 ・シロザ・スベリヒユ・ ナズナ・タデ・オオクサ キビ・オヒシバ.	ソルゴー・ト ウモロコシ・ ダイズ・マメ 類.	3 ~ 6 (336 ~ 672)
Pronamide	Kerb (R & H) RH 315 Propyzamide (カーブ)	土, 土混	1年生イネ科(スズメノ カタビラなど)・広葉・ ネナシカズラ類.	レタス・ルー サン・テンサ イ・芝.	0.75 ~ 2 (84 ~ 224)

一 般 名	商 品 名*	処理方法**	有 効 雑 草	対象作物	薬 量 lb/A (g/10a)
Alachlor	Lasso (Monsanto) CP-50144 [ラッソー]	土, 土混	1年生イネ科・広葉(数種)・ハマスゲ類.	トウモロコシ・ダイズ・ワタ・ラッカセイ・バレイシヨ.	1.5~4 (168~448)
Metholachlor	Dual (GEIGY) CGA-24705 CG-119	土, 土混	1年生イネ科・広葉(ヒユ類・ザクロソウ・ハシカグサモドキ他)・ハマスゲ類.	トウモロコシ・ダイズ・ラッカセイ・サトウキビ・ヒマワリ.	1.5~3 (168~336)
Naptalam	Alanap(Uniroyal) [アラナップ]	土	1年生イネ科・広葉(エノコログサ類・オヒシバ・ブタクサ・オナモミ).	ダイズ・ウリ科・ラッカセイ.	2~6 (224~672)
Mefluidide	Vistar(3M) ^(※) Embark [エンバーク]	茶 葉	セイバンモロコシ・イネ科・野生稲・アメリカツノクサネム.	ダイズ.	0.25~2 (28~224)
Trifluralin	Treflan(Lilly) Elancolan(西ドイツ) [トレファノサイド]	土 混	1年生イネ科・広葉(ハコベ・ザクロソウ・ホウキギ・タデ類・シロザ).	ワタ・ヒマワリ・ダイズ・ラッカセイ・ソ菜・テンサイ・サトウキビ.	0.5~1 (56~112)
Benefin	Balan(Lilly) Balfin Quilan(スペイン) [バナフィン]	土 混	1年生イネ科・広葉(ハコベ・タデ類・ヒユ類・スベリヒユ・ザクロソウ他).	タバコ・ラッカセイ・レタス・ルーサン・芝.	1.12~1.5 (125~168)
Profluralin	Tolban(GEIGY) Pregard	土 混	1年生イネ科・広葉(キビ属・カラスムギ・アゼガヤ・メヒシバ・ヒユ類・スベリヒユ・ザクロソウ・ホウキギ・シロザ).	ダイズ・マメ類・ワタ・ベニバナ・ヒマワリ.	0.5~1.5 (56~168)
Pendimethalin	Prowl(※) Stomp ANK 553 [ウェイアップ]	土 混	イヌビエ・オヒシバ・メヒシバ・セイバンモロコシ・シロザ・スベリヒユ・ホウキギ・ザクロソウ他.	ワタ・ダイズ・トウモロコシ.	0.75~2 (84~224)
Dinitramine	Cobex(Borax)	土 混	イヌビエ・アゼガヤ・ザクロソウ・メヒシバ・オオクサキビ・エノコログサ類・オヒシバ・スベリヒユ・ヒユ類・シロザ他.	ラッカセイ・ワタ・ヒマワリ・ダイズ.	0.3~0.7 (34~78)

一 般 名	商 品 名*	処理方法**	有 効 雑 草	対象作物	薬 量 lb/A (g/10a)
Fluometuron	Cotoran (GEIGY) Lanex C-2059	土	1年生イネ科・広葉、	ワタ・サトウ キビ、	0.8~4 (90~448)
Diuron	Karmex (Du Pont) 〔カーメックス〕	土、茎葉	イヌビエ・メヒシバ・ヒ ユ類・スベリヒユ・ブタ クサ・エノコログサ類他、	サトウキビ・ ワタ・グレー ブ他、	0.6~6.4 (67~717)
Linuron	Lorox (Du Pont) Afolon 〔ロロックス〕 〔アフアロン〕	土、茎葉	1年生イネ科・広葉 (ハ コベ・ザクロソウ・エノ コログサ類・オヒシバ・ シロザ・ブタクサ・タデ 類)、	ダイズ・ニン ジン・ワタ・ ムギ・トウモ ロコシ、	0.5~3 (56~336)
Barban	Carbyne (Gulf)	茎 葉	カラスムギ、	コムギ・オオ ムギ・アマ・ テンサイ・ダ イズ、	0.25~1 (28~112)
Phenmedip- ham	Betanal (Schering)	茎 葉	シロザ・ナズナ・カラシ ナ類・ハコベ・ブタクサ ・ホウキギ・イヌホウズ キ・ヒユ類・エノコログ サ類他、	テンサイ、	1~1.5 (112~168)
Butylate	Sutan (Stauffer) R-1910	土 混	ハマスゲ・シバムギ・セ イバンモロコシ・マルバ アサガオ類・シロザ・ヒ ユ類・スベリヒユ・ハシ カグサモドキ・イチビ他、	トウモロコシ、	3~6 (336~672)
Pebulate	Tillam (Stauffer) R-2061 〔チラム〕	土 混	ハマスゲ・メヒシバ・エ ノコログサ・イヌビエ・ カラスムギ・イヌホウズ キ・シロザ・スベリヒユ ・ヒユ類他、	テンサイ・タ バコ・トマト、	4~6 (448~672)
EPTC	Eptam (Stauffer) Knoxweed R-1608 〔エプタム〕	土 混	ハマスゲ・セイバンモロ コシ・シバムギ・マルバ アサガオ類・ハコベ・イ ヌホウズキ・シロザ・ス ベリヒユ・ヒユ類、	ワタ・テンサ イ・ヒマワリ ・パレイショ ・トウモロコ シ、	2~6 (224~672)
Vernolate	Vernam (Stauffer) R-1607 〔バーナム〕	土 混	メヒシバ・イヌビエ・エ ノコログサ類・セイバン モロコシ・ハマスゲ類・ オヒシバ・ヒユ類・シロ ザ・エビスグサ・ザクロ ソウ、	ラッカセイ・ ダイズ、	2~4 (224~448)

一 般 名	商 品 名*	処理方法**	有 効 雑 草	対象作物	薬 量 lb/A (g/10a)
Triallate	Avadex-BW (Mon- santo) Fargo CP-23426	土 混	カラスムギ.	テンサイ・エ ンドウ・オオ ムギ・コムギ ・トウモロコ シ.	1~1.5 (112~168)
Dinoseb	Dow Selective Weed Killer Premerge (Dow) 〔プリマージ〕	土, 茎葉	1年生イネ科・広葉 (ハ コベ・ブタクサ・シロザ ・カラシナ・イヌホウズ キ・ナズナ・セイヨウノ ダイコン他).	ムギ類・ダイ ズ・ラッカセ イ・トウモロ コシ・ワタ・ マメ科牧草.	0.75~12 (84~1344)
Bromoxynil レ	Brominal (M & B) MB-10064	茎 葉	広葉 (カラシナ・オナモ ミ・カモミレ・シカギク 類・ホウキギ・シロザ・ イヌホウズキ・ブタクサ ・タデ他).	ムギ類・芝・ アマ・非農耕 地.	0.5~1 (56~112)
Nitrofen	TOK (R & H) 〔ニップ〕	土	1年生イネ科・広葉.	ニンジン・セ ロリー・タマ ネギ他.	4~6 (448~672)
Oxyfluorfen	Goal (R & H) (※)	土, 茎葉	1年生イネ科・広葉 (イ チビ・ヨウシュチョウセ ンアサガオ・イヌホウズ キ・ブタクサ・タデ類・ シロザ・ヒルガオ科).	ダイズ・トウ モロコシ・ワ タ.	0.125~2 (14~224)
Acifluorfen	Blazer (R & H) (※) RH-6201	茎 葉	主として広葉 (ヒルガオ 科・エノコログサ・オナ モミ・ヨウシュチョウセ ンアサガオ他).	ダイズ.	0.125~1 (14~112)
Paraquat	Ortho Paraquat Gramoxone (ICI) 〔グラモキソン〕	茎 葉	1年生イネ科・広葉.	<非選択> ワタ・トウモ ロコシ・ダイ ズ・ヒマワリ ・サトウキビ ・ソルゴー.	0.5~1 (56~112)
Bentazon	Basagran (BASF) (※) BAS-3510-H 〔バサグラン〕	茎 葉	オナモミ・アザミ類・ハ マスゲ類他.	トウモロコシ ・ダイズ・ラ ッカセイ.	0.75~2 (84~224)
Pyrazon	Pyramin (BASF) BAS-H-119 P A C Trojan (Fisons)	土, 茎葉	シロザ・ヒユ類・ブタク サ・ナズナ・イヌホウズ キ・カラシナ・タデ・ホ トケノザ他.	テンサイ.	2~4 (224~448)

一 般 名	商 品 名*	処理方法**	有 効 雑 草	対象作物	薬 量 lb/A (g/10a)
Bromacil	Hyvar (du Pont) Urox-B (Alleid) [ハイバー X]	土, 茎葉	1～多年生イネ科・広葉.	果樹 (カンキ ツ・パイナップ ル)・非農 耕地.	1.5～10 (168～1120)
Glyphosate	Roundup (Monsa- nto) Mon 39 (Mon-0573) [ラウンドアップ]	茎 葉	1～多年生イネ科・広葉.	<非選択> ワタ・トウモ ロコシ・ダイ ズ・テンサイ ・非農耕地.	0.3～2 (34～224)
Lenacil	Venzar (Du Pont) [レンザー]	土	1年生イネ科・広葉.	テンサイ・イ チゴ・ホウレ ンソウ他.	1～2 (112～224)
Simazine	Princep Primatol-S Gesatop [シマジン]	土	1年生イネ科・広葉.	トウモロコシ ・サトウキビ ・アスパラガ ス・果樹・芝.	2～4 (112～448)
Atrazine	A Atrax (Shell) Gesaprim (GEIGY) [ゲザプリム]	土, 土混, 茎葉	1年生イネ科・広葉・ハ マスゲ類・シバムギ他.	トウモロコシ ・サトウキビ ・ソルゴー・ 果樹他.	2～4 (112～448)
Cyanazine	Bladex (Shell) Gramex	土混, 土	1年生イネ科・広葉.	ワタ・トウモ ロコシ・パレ イショ・ソル ゴー・ダイズ ・ラッカセイ.	1.2～4 (134～448)
Metribuzin	Lexone Sencor (Bayer) [センコール]	土, 茎(早 期)	1年生イネ科・広葉 (オ ナモミ・イチビ・ヨウシ ュチョウセンアサガオ・ コーヒーウィード他).	ダイズ・サト ウキビ・パレ イショ・アス パラガス.	0.25～4 (28～448)
Dalapon	Dowpon	土, 茎葉	1～多年生イネ科.	ワタ・アマ・ ダイズ・果樹 ・テンサイ・ サトウキビ.	0.75 (84)
Ethofumesate	Nortron	土, 土混	ヒユ類・シロザ・ホウキ ギ・イヌホウズキ・ソバ カズラ・タデ類・ナズナ 類・エノコログサ類・イ ヌビエ他.	テンサイ.	(300～400)

一 般 名	商 品 名*	処理方法**	有 効 雑 草	対象作物	薬 量 lb/A (g/10a)
MSMA	Daconate	茎 葉	1年生イネ科・広葉(セイバンモロコシ・オナモミ・イヌビエ・メヒシバ・マルバアサガオ類)・ハマスゲ類.	ワタ・果樹・芝・非農耕地.	2 (224)

* [] : 日本.

** 土混: 土壌混和, 土: 土壌表層処理, 茎葉: 茎葉処理.

(※): 最近アメリカで使用が急増しているもの.

(1) 選択性除草剤の開発

bentazon, dichlofop-methyl, fluazifop-butyl (SL-236; 日本), alloxymdim-sodium (NP-48; 日本), sethoxydim (NP-55; 日本), acetochlor, RO 13-8895, oxyfluorfen, chlorsulfuron (DPX-4189), mefluidide (MBR-12325), S-734 (UBI-S734), MBR-18337, S-3552 など選択性の高い除草剤が数多く開発された。

(2) 除草活性の向上

低薬量(成分 0.2~1 lb/A)でも除草力の大きい oxyfluorfen, acifluorfen, dichlofop-methyl, sethoxydim, fluazifop-butyl, chlorsulfuron などが開発された。特に chlorsulfuron は, 0.01~0.04/A (1~5 g/10a) でも, 卓越した除草効果を発揮する。

(3) 茎葉処理型除草剤の開発

最近開発された除草剤のなかで, 茎葉処理剤のしめる割合が次第に大きくなってきた。たとえば glyphosate, acifluorfen, bentazon, dichlofop-methyl, alloxymdim-sodium, sethoxydim, flurazifop-butyl, difenzoquat などである。これらのなかで, glyphosate は非選択性除草剤としての用途のほかに散布器具との共働による物理的選択性にもとづいて, ダイズ・ワタなどの作物中での使用面積が増し, 1980年にはアメリカだけで 20 million acre (約 800 万 ha) に達した¹⁹⁾。今後, さらにラッカセイ・テンサイ・イチゴ・ライマビーンでも使用されるものとみられる。以上のように, 低薬量で除草活性の高い茎葉処理剤が市販されるようになって, 先進国では除草剤の「世代の交代」が徐々に進行しているといわれている。

表 2. 開発中の新しい除草剤

除 草 剤 名	化 学 名	処理方法	有 効 雑 草	対象作物	使用薬量 g/10a
Chlorsulfuron (DPX 4189) Glean (グリーン)	2-chloro-N-[(4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazin-2-yl)amino-carbonyl]benzenesulfonamide	土壌, 茎葉.	エゾノキツネアザミ・ソバカズラ・ヤエムグラ・チシマオドリコソウ類.	コムギ・オオムギ他.	4~6
S-3552	N-methoxy-N-methyl-N'-4-(4-methylphenethyloxy)phenylurea	茎 葉	オナモミ・イチビ・サツマイモ属・ヨウシュチョウセンアサガオ・ブタク	ダイズ	75~150

除 草 剤 名	化 学 名	処理方法	有 効 雑 草	対象作物	使用薬量 g/10a
S-3552 (つづき) (日, 住友)			サ・オオニシキソウ類・ ツユクサ・ハマスゲに無 効.		
S-734 (UBI-S734)	2-[1-(2,5-dimethyl phenyl)ethylsulfon- yl]pyridine 1-oxide	土 壌	イネ科・カヤツリグサ科 の1～多年生雑草.	ワタ・ダイズ ・ラッカセイ ・ヒマワリ.	...
MBR 18337	N-(4-ethylthio-2- trifluoromethylph- enyl) methanesulfo- namide	土 壌	1年生イネ科およびセイ バンモロコシ(ライゾ- ム).	ワタ	
RO-13-8895 (MAAG)	acetone O-(D-2-(p- -(α , α -trifluoro-p- tolyl, oxy)phenoxy) propionyl) oxime	茎葉>土 壌	イネ科	ワタ・テンサ イ・ダイズ・ ルーサン.	20~60
SL-236 (CI-70290 H, TF 1169, PP 009) flurazifop- butyl (flusilade (日, 石原))	butyl 2-[4-(5-tri- fluoromethyl-2-py- ridyloxy) phenoxy] propionate	茎葉>土 壌	1～多年生イネ科雑草.	ダイズ・他 (広葉作物).	20~60
NP-55 (ARD 34102, BAS-9052) Sethoxydim (Poast (日, 日 曹))	2-[1-(ethoxyimino) butyl]-5-(2-ethyl- thiopropyl)-3-hyd- roxy-2-cyclohexen- 1-one	茎葉>土 壌	1～多年生イネ科雑草 (エノコログサ・セイバ ンモロコシ・シバムギ・ ギョウギシバ).	ワタ・ダイズ ・テンサイ・ ニンジン.	20~60
NC-20484	2,3-dihydrobenzo- furan-5-yl ethane- sulfonate (nortron 類縁化合物)	土 壌	1～多年生イネ科および カヤツリグサ科.	イネ・ラッカ セイ・ワタ・ サトウキビ・ 果樹.	
HOE-39866	2-amino (methyl) phosphoryl butyric acid	茎 葉	イネ科・広葉全般.		100~200
Bialaphos SF-1293, MW- 801 (ハービエース (日, 明治製薬))	(2-amino-4-meth- ylphosphino butyr- yl)alanylalanine sodium salt	茎 葉	イネ科・広葉全般.	果樹園・非農 耕地.	100~150

除 草 剤 名	化 学 名	処理方法	有 効 成 分	対象作物	使用薬量 g/10a
NP-48 BAS-9021 alloydim-sodium (クサガード(日, 日 曹))	2-[1-(N-alloxyam- ino)butylidene]-4- methoxycarbonyl-5, 5-dimethylcyclohe- xane-1,3-dione so- dium salt	土壌処理 ・茎葉処 理	1～多年生イネ科雑草.	ダイズ・テン サイ.	75～150
RST-200244	2-chloro-N-isopro- pyl-N-(3,3,5-trime- thylcyclohexyl)acet- amide (alachlor 類緑化合物)	土 壌	1年生イネ科と数種の広 葉雑草.	トウモロコシ ・ダイズ・ワ タ他.	
CGA-82725 (Ciba Geigy)	sodium 2-[4-(3,5-dichloro- 2-pyridyloxy)phen- oxy]propionate	茎葉>土 壌	1～多年生イネ科雑草.	テンサイ・ダ イズ・ワタ他.	30～60
CME-127	3-amino-2-chloro- 4-nitrophenyl phenyl ether	土 壌	1年生イネ科・広葉.	ヒマワリ・ト ウモロコシ・ エンドウ・パ レイショ他.	
Dowco 453	methyl 2-[4-[(3-chloro-5- (trifluoromethyl)- 2-pyridinyl)oxy]ph- enoxy]propionate	茎葉>土 壌	1～多年生イネ科雑草.	ワタ・ダイズ 他.	20～60

(4) 除草剤の作用機構の解明

作用機構の解明がすすみ、これによって新しい除草剤創製や解毒剤開発へのサセッションや効率の高い施用法、あるいは人畜をふくめた環境への影響についてもより正確な知見が得られた。

(5) 解毒剤の開発

除草剤の作物に対する被害を、低減～防止する解毒剤が開発された²⁴⁾。たとえば、EPTCと butylate に対しては R-25788 (N,N-diallyl-2,2-dichloroacetamide)・R-29144 (3-dichloroacetyl-2,2,5-trimethyl-1,3-oxazolidine)・NA (1,8-naphthalic anhydride)^{25) 26)}、

alachlor に対して R-25788・H-31866²⁷⁾, alachlor・metolachlor に対して CGA-43089²⁸⁾ [2-(N-methoxy)iminophenylacetoneitrile = cyometrinil], barban に対して NA・R-25788²⁹⁾ などの解毒効果が認められている。これらのいくつかは、除草剤と一緒にして製剤・市販され、広く利用されている。たとえば、Eradicane[®] (EPTC : R-25788 = 12 : 1) は、トウモロコシに対する EPTC の被害が完全に防止された解毒剤入りの除草剤で、広範囲に利用されている。

(6) 除草剤の混合使用 (タンクミックス・庭先配合)～混合剤の開発

これまで2～3種の除草剤を使用時に混合し

ていた例が多かったが、近年は混合製剤（混合剤）の開発～市販品が増加した。

混合剤の特徴は、単剤使用にくらべて各々が少量でよく、作物や土壌への悪い影響が少ないばかりでなく多くの雑草草種に卓効があるので、特定雑草の優占化のおそれがないこと、さらに労力面でも省力化ははかれるなど多くの利点がある。アメリカでは、atrazine, alachlor, diuron, bromacil, cyanazineなどを母材にした混合剤が多い。

(7) 除草剤散布技術の進歩

茎葉処理剤、特に非選択性除草剤 glyphosate が生育期の作物中で使用できる技術が開発され、これまで強害雑草で作物中では防除が困難とされてきた1～多年生雑草のオナモミ・セイバンモロコシ・ハマスゲや volunteer weed（トウモロコシ・コムギなど）の防除が容易になった。その技術は、当初 recirculating application^{30) 31)} が中心であったが、散布液を循環させる過程で作物より草丈の高い雑草茎葉に噴霧・付着させる本方式では、飛散による作物への接触をまねがれ得ないため、しばしば作物の葉害が生じた。しかし、その後改良された rope-wick application^{32) 33)}, rope-wipe application³³⁾, carpet application³³⁾ は、いずれも作物茎葉への直接の接触を回避できるので全く葉害がない。これらの方式では、薬液（glyphosate 10% 液）を含むロープやカーペットを雑草茎葉の1/2位に接触・塗布するだけで十分除草効果が発揮されるので、きわめて少量の薬量で済み、水や大型散布機械を使う必要がなく、しかも短時間で広い面積の処理が可能である。除草剤散布車も、大型のものでは自動制御装置をとりつけて散布時にきめられた畦間を走り、重複散布を防止し

たり対象雑草に対して適量散布が可能なよう工夫されている。また、ホームスプレー（泡末散布）によって、漂流・飛散・散布ムラなどの防止技術もすすんだ。せまい範囲の場合には、噴霧液の粒子を 100 m μ よりかなり大きい 250 m μ に調整することにより、飛散を防止する噴霧器もある。

製剤面では、従来の水和剤からフロアブル（懸濁液状の水和剤）製剤へと変ってきた。フロアブル化によって、散布液調整時に取扱いが粉じんを吸入するおそれが全くなり、また均一な散布液をつくれるので、散布ムラ防止も防げるなど扱い易くなった。

使用される除草剤の塩の形態も、揮散・飛散の可能性の高いものから低いものへと変ってきている。

そのほか、植物茎葉への付着をよくするために噴霧液粒子に静電気を付与しようとの研究もみられる。

アメリカでは、トウモロコシ・ダイズ・ソルゴー用の除草剤（atrazine, chloramben, cyanazine, alachlor, butylate, trifluralin など）は乳剤やフロアブルなどの液剤の形で製剤され、2,000～10,000 ガロンのコンテナに入れて散布業者に運ばれる場合が多く、このような除草剤を bulk herbicide と呼んでいる^{34) 35)}。アメリカでは、畑の除草剤散布は1/3以上が散布業者によって行なわれている。散布業者は、そのための貯蔵タンク・ポンプ・測定器具などを設備しなければならないが、個人農家が小さな瓶や袋入り除草剤を使用しているときに、問題になる薬量の測り違い、散布水量のまちがい、使い残しや空瓶・空袋・さらに保存管理等の問題がなくなった。

(8) 総合防除体系の確立

耕種法（作物のローテーション・耕起深度・うね幅調節）と除草剤利用や生物的防除法の研究～実用が進んだ。なかでも注目される成果は、輪作と除草剤利用の組合せによって防除困難な雑草を駆除できるいくつかの体系が確立されたことである²⁴⁾。

連作では、除草剤は同一のものかあるいは作用性の似たものを使用するために特定雑草の優占化を促し易いが、輪作ではそのおそれがない。また輪作と除草剤の組合せによって、特殊雑草の防除に成功した例も多い。アメリカでは、ダイズ圃場でオナモミ・ヨウシュチョウセンアサガオ類などが多発した場合に、次にトウモロコシを作付し、2,4-Dやdicambaを使用することにより、これらの広葉雑草を駆除できる。あるいは、ソルゴーの圃場にセイバンモロコシが多発した場合、選択的防除は困難であったが、次にダイズを作付して trifluralin や glyphosate (rope-wick application) を使用することによって、セイバンモロコシの抑制や枯殺ができる。また、ハマスゲ類の多発圃場では、トウモロコシ－ワターラッカセイを3年輪作してそれぞれに通常の除草剤を使うことによって、99%までハマスゲ類防除ができた報告もある。

昆虫・小動物・蛾類・カビ・病菌などの利用による生物的防除も、一部の地域で普及しているところもある²⁴⁾。日本においても、水田でカブトエビ、牧草地でコガタリハムシなどの研究がある。ただ、多くの場合、これらの生物では圃場で発生・生育する多種類の雑草のうち特定のもののしか食害しないため、圃場で最終的に雑草害を顕著に減少させるほどの効果が期待されない。しかし、河川・水路の水生雑草（ホテイアオイなど）や牧草地におけるギンギンなど

は、群落をつくって生活するので、これらに対しては生物的防除はかなり成功した例も多い。次に、これらの研究の一部を紹介しよう。昆虫～小動物では、stem weevil (*Microtari-nus lypriformis*・*M. lareynii*) が puncture vine (*Tribulus terrestris*)³⁶⁾ に、moth (*Bactra verutana* Zeller)³⁷⁾ がハマスゲに、beetle (*Agrasicles hydrophila*) が alliger weed³⁸⁾ に、stem borer moth (*Vogtia molloi*) も alliger weed³⁸⁾ に、insect (*Arzama densa*) が water hyacinth³⁷⁾ に、また nematode (*Nothanguina phyllobia*) が silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium*)³⁷⁾ に対してそれぞれ食害効果大きい。病菌類では *Alternaria macrospora* がワタ畑の spurred anoda (*Anoda cristata*) とサトウキビ畑の itchgrass³⁷⁾ に、*Phytophthora citrophthora* が milkweed vine³⁹⁾ に、*Cercospora rodmanii* が water hyacinth³⁹⁾ に対してそれぞれ防除効果をもっている。成功例については後述するが、この方面の研究は今後も根気よく続けていく必要がある。しかし、生物的防除は必ずしも経済的ではなく、特定の雑草にしか作用がないことや地域や気象条件によってはこれらの生物が旺盛に生育しないなどの利用上の問題点も多い。

Ⅱ. 耕作法の変化と雑草防除

(1) アメリカをはじめ先進農業国では、第一次石油ショック以来、不耕起栽培 (no tillage, zoro till) の普及が進んでいる^{40) 41) 42)}。たとえば、コムギ作の後、耕転せずにダイズ・トウモロコシ・ソルゴーや時にはワタを作付けする。元来、不耕起栽培の目的は土壌浸蝕や土壌水分

損失の防止にあったが、大型機械による耕耘作業を省くことによって省力化と省エネルギー効果が著しく大きくなり、しかも作物の収量は慣行栽培法と同等かむしろ高い場合も多い。アメリカのイリノイ州で、1980年にダイズの耕起～播種作業が慣行栽培の平均で3時間/Aのとき、不耕起栽培では1.5時間/Aであり、それに要した費用は前者で25\$/A、後で15\$/Aであった²⁰⁾。これは、テネシー州でもほとんど同様であった²⁰⁾。アメリカでは、オイル価格が1977年春には0.45\$/gallonであったものが、1981年秋には1.18\$/gallonと162%も上昇した。農用トラクターの運転代(人件費除く)も41馬力のトラクターの場合、1977年春には3.02\$/Aであったが、1981年秋には6.84\$/Aと2倍以上の値上がりであった。しかしながら、表3.に示

表3. アメリカにおける1978年と1981年の農産物価格(\$)

農産物	重量・容量の単位	1978年10月	1981年12月
コムギ	bu	3.04	3.80
トウモロコシ	bu	2.02	2.33
ダイズ	bu	6.41	6.00
ワタ	lb	61.1	6.30
ラッカセイ	lb	21.0	26.5
牛肉	cwt	51.9	53.9
牛乳	cwt	11.6	14.1
玉米	cwt	9.83	9.83

したように農産物価格はわずかに上昇したか、あるいはほとんど変わらないものも多かった⁴³⁾。上述のような状況に対応して、不耕起栽培が著しく促進された。そして、今後10年間で、トウモロコシ・ダイズ・ソルゴーやムギ畑で不耕起栽培がアメリカだけでなくヨーロッパやブラジルでもいっそう普及するものと予想されている。不耕起は、作付時の土壌の物理的・化学的環境に対して大きな変化を与える^{44)~47)}。たとえば、

土壌表層の有機物含量の増加、冬期間の窒素の無機化の遅延、土壌のアルカリ化防止などや土壌表層には $K_2O \cdot P_2O_5$ が、下層には $CaO \cdot MgO$ が多く分布するようになるなどの特徴がみられる。また、土壌の温度変化が少なく、水分もやや高く維持される。また、不耕起栽培では通常の栽培より作物の播種量が20%以上多く、畦間もせまいのでこのような栽培法に適した品種が使われるため、その方面の研究も精力的にすすめられている。

不耕起栽培の成功のカギは、前作物の残存株の再生防止と雑草対策にあるといわれている。不耕起栽培では、慣行栽培のように作付前の土壌混和処理除草剤の使用や作付後の機械による中耕除草ができない⁴⁸⁾。そして、不耕起の場合、土壌水分が高く維持されるので、長期間雑草が発生しやすい。発生雑草の種類は、一般的に一年生広葉雑草が減少して一年生イネ科雑草が増加していくのが特徴である。また、雑草の種類数は減少するが、その栽培環境に生育～適応しやすいものが優占化してくる⁴⁹⁾。慣行栽培にくらべて土壌表層から発生するものが多く、多年生もふくめ生育期間の短いもの、休眠性の長いものやライゾームで殖えるものなどが増加するようになる⁵⁰⁾。今までに、アメリカやヨーロッパで、不耕起栽培によって顕著に増加したものは^{51)~60)}、冬のムギ類ではノボロギク・ナズナ・ミチヤナギ・シロザ・シカギク属・ハコベ・アカバナリハコベ・ヒナゲシ・オオイヌノフグリなどの広葉雑草とスズメノカタビラ・スズメノテッポウ・シバムギなどのイネ科雑草で、夏作物ではエゾノキツネアザミ・タデ科・ヒルガオ科などの広葉雑草とエノコログサ類・オオクサキビ・メヒシバ・ウマノチャヒキなどのイネ科雑草であった。不耕起栽培で防除しにくく

問題にされている雑草は、トウモロコシではセイバンモロコシ・ワルナスビ・ギョウギシバ・スズメノヒエ類・シャッターケーン・カラシナ・イチビ・ヒユ類やハマスゲなどであり、ダイズではエノコログサ類・ハマスゲ・オナモミ・ブタクサ・イチビ・ヒユ類・セイバンモロコシ・シロバナチャウセンアサガオ・イヌホウズキ・サツマイモ属やシロザなどである。

不耕起栽培は、慣行栽培にくらべて除草剤への依存度が大きく⁶¹⁾、しかも除草力の大きいものが要求される。作付時に繁茂している雑草と作物の残存株(刈株)を枯殺し、その後の雑草発生を防止する目的で、現在 paraquat, または glyphosate と土壌処理除草剤の組合せが30~60 gallon/Aの水量で散布されている。トウモロコシでは glyphosate の使用が多いが、これはセイバンモロコシやワルナスビ等の多年生雑草に効果が大きいためである。ダイズでは、paraquat や glyphosate のほかに、土壌処理剤では alachlor・metolachlor・oryzalin・pendimethalinなどが、茎葉処理剤では acifluorfen や bentazon などが多く使われている。なお、1982年、アメリカのアーカンソー州の不耕起ダイズで推せんされた除草剤は、表4.のようである⁶²⁾。

表4. 不耕起ダイズにおいて使用される主な除草剤(アメリカ・アーカンソー)

A. 作物の刈株が残っている場合	
1.	metolachlor + metribuzin + paraquat
2.	alachlor + metribuzin + paraquat
3.	oryzalin + metribuzin + paraquat
B. 作物の刈株を焼却した場合	
1.	metolachlor (またはalachlor) → 生育期: 広葉雑草防除剤
2.	metolachlor (またはalachlor) + metribuzin

(2) 慣行栽培でも作物播種前の dinitroani-

line 類除草剤の土壌混和処理(除草剤の揮散防止と光分解防止の目的で行なう)が表層処理にくらべて時間的にもエネルギー消費の点からも著しく不利であり、土壌表面処理か生育初期の選択性除草剤の茎葉処理の方向に変わりつつある。カルチベーターも省エネルギーの目的から軽量化され、耕起法も深耕から浅耕になり、これがボランティア雑草発生の一要因にもなっている。たとえば、テンサイ畑でのコムギ、ダイズ畑のコムギ・トウモロコシ、あるいはトウモロコシ畑のコムギなどである。

近年、開発された茎葉処理剤を中心とする除草法では、発生雑草の種類や量をみて適切な除草剤と至適薬量を決められる利点があり、利用者に好評である。このようなことから今後、茎葉処理除草剤の需要が益々増大するものと予想される。

(3) 世界的に大規模農場では、除草はいまだに大型機械による中耕除草法が中心で、除草剤は補助的な役割をしている場合もある。しかし、中耕除草は抑草力が持続しないために、次々に発生する雑草に対しては2~5回も反復して中耕する必要がある。今後は省エネルギーの点から徐々に除草剤使用の方向にむかうものと考えられる。

Ⅲ. 雑草防除の将来に向けての研究など

(1) 除草剤の製剤

アメリカではカプセル農薬の研究がすすみ、一部で実用化もみられる。芯物質(core material)をゼラチン・ポリアミド系化合物などの壁物質(capsell wall)で被覆し、直径数~数百μのカプセルをつくり、活性成分を光や微生物・空気などから保護し、残効性および活性成分の放出のコントロールをねらったもの

である。アメリカでは、EPTCやbutylateのように揮散性の高い除草剤を、デンプンカプセル化によって残効性を付与することに成功している⁶³⁾。

また、日本においては、畑作用細粒除草剤が開発研究中であり、製剤の改良は今後益々重要になるう。

(2) コンピューター利用

よりよい雑草防除体系を確立するための基礎研究の雑草の生理・生態・分類・作物との競争や雑草害の予測にも、コンピューターが活用されるようになった⁶⁴⁾。コンピューターは、今後さらに精度をあげ、コンパクト化され、文献検索・データー整理をはじめ新規除草剤創製のための研究にも活躍するものと考えられる。

(3) 雑草生理の研究

特に休眠覚醒によって、雑草の発芽を斉一化させようとのねらいから、休眠生理の解析・休眠覚醒剤の探索が行なわれている。たとえば、熱帯アフリカ・アジアおよび最近のアメリカで問題になっている寄生性のゴマノハグサ科のwitchweedの種子は、寄主植物が発芽するまで土壤中で休眠を続けるが、これに対してはエチレンの覚醒効果の大きいことが明らかにされた⁶⁵⁾。天然物では、2-noanone, octylcyanideなどは休眠覚醒効果をもっているが、揮散性が高いのでそのままの形では実用性がない。また、KNO₃やazide化合物の土壌混和処理は、カラスムギやある種の広葉雑草に対して休眠覚醒効果が大きい。

雑草の環境ストレスに対する抵抗性(耐寒性・耐高温性・耐乾性)を失なわしめようとの研究も行なわれている。

また、雑草のライフサイクルの中でのホルモンの消長を明らかにし、防除や抑制の手がかり

をつかもうとの研究もある。

(4) アレロパシー(他感作用)の研究

雑草と作物間、あるいは雑草間での化学的相互作用は、耕地の群落形成や雑草群落の遷移とも関連している。このアレロパシー原因物質(他感物質)を、単離・同定することにより、新除草剤創製の手がかりを得ることもできる。また、このアレロパシー効果の大きい作物を育成して、雑草防除に役立てようとの研究も試みられている。

アレロパシー研究の最近の例では、マツバイ類がヒルムシロ属(*Potamogeton nodosus*, *P. pectinatus*)に阻害効果があること⁶⁴⁾、ヒマワリの仲間にヨウシュチョウセンアサガオ・シバムギ・シロザ・サツマイモ属雑草に対して他感作用を示すものがあることなどが明らかにされた⁶⁶⁾。アレロパシーに関して、最近アメリカでは特に研究がさかんで、文献リストが作成されたり⁶⁷⁾、研究集会も開かれている。

前に一部述べたが、最近のアメリカにおける成功例をあげよう。anthracnose fungus(*Collectotrichum gloeosporioides f. sp. aeshynomene*)がイネやダイズ中のマメ科雑草のnorthern jointvetch(*Aeschynomene virginica*)とアメリカツノクサネム(*Sesbania exaltata*)防除に90~100%有効であることが10年間におよび研究の結果確認され、このsporeを増殖~製剤化してUpjohn社がCollegoという商品名で市販しようとしている^{68)~70)}。なお、Collegoはacifluorfenとの組合せで効果が強化される。また、カンキツの病菌などをふくむspore製剤(*Phytophthora*, *Citrophthora*)は、milkweed vine防除に有効であり、哺乳動物に対する安

全性が完了次第 Divine という商品名で実用化される見込みである⁶⁹⁾。

また、日本では明治製菓が微生物の代謝産物から非選択性除草剤 bialaphos を開発した。将来もこの方面からの研究成果が期待される。

(5) 新除草剤の創製・開発

世界的に食糧安定確保のために除草剤が必須の資材であり、しかも省エネルギー・省資源の時代になつたものであるとの認識が高まってきた⁷¹⁾。そして、今後さらにより有効・適切な除草剤が開発されれば、世界的にその利用はさらに増すものと予想されている。しかしながら、新規化合物が合成されてから除草剤として市販にまで至る成功の確率は、アメリカでも $1/12000$ 、といわれるほど低く⁷²⁾、そのうえ一つの新規化合物の合成費が 500 \$ はかかるといわれている。1978年には、アメリカで60以上の新規化合物が試験されているが²⁴⁾、そのなかで登録になつたものはごくわずかであった。また、安全性評価もふくめた開発費が5年前までアメリカで10～20 million \$⁷³⁾であったものが、最近では25～30 million \$¹⁹⁾に上昇した。このように、新規除草剤の研究開発には多額の経費が必要であり、世界各国のメーカーは売上げの10%以上をこれに充当している。

さて、新規化合物を合成し、このなかから有用な除草剤を見つけ出す仕事は干し草のなかから一本の針をさがし出す以上にむづかしく、時間と経費がかかる⁷⁴⁾。そこで、より効率のよい成功確率の高い合成計画が必要になる。合成計画に際して、母核(基本骨核)を既存除草剤にのみとらわれずに、植物ホルモン・核酸・アミノ酸や天然の生長阻害物質などから選ぶ比重も増してきている。このようにして合成された化合物について、経験豊かな生物検定者のきめ

こまかな試験によって活性・作用を評価し、構造・活性相関を解析しながら前進していくのが効率的と考えられる。

(6) 安全性評価に関して

世界各国で1960年代の終りから1970年代にかけて、農薬の登録・残留など取締の法規が改正され、安全性がきびしくチェックされるようになった。日本では現在、農薬の安全性評価試験にあたって守るべき基準について検討されているが、人(使用者・農産物消費者)や環境(鳥・魚・水棲動物・水・土壌)に対しての安全基準については、今日農薬が国際商品化しつつあることから、アメリカ・ECやOECDなどの基準も考慮されるものと考えられる。農産物における農薬の残留基準も、FAO・WHOが設定・勧告しているが、世界的な統一が望まれる。

アメリカでは、作付の少ないいわゆる“マイナークロップ”に対する農薬登録のために、1963年IR-4計画を設定し、効力評価・毒性・作物残留等の調査に対して積極的に国が援助・協力してきたが、1977年以降は観賞用植物(芝をふくめる)に対しても適用を拡大した⁷⁵⁾。日本では、畑作転換事業で重要になる地方特作のマイナー作物や非農耕地を対象にして、このような形での公的機関の協力・援助が期待される。

(7) 雑草の除草剤に対する抵抗性獲得の問題について

雑草の除草剤抵抗性獲得に関しては、以下の雑草のなかでその例がみられたものがある。2,4-Dに対するエゾノキツネアザミ・ダンドボロギク、atrazineに対するノボロギク・シロザ・アオビユ・イヌホウズキ・タデ属やpar-aquat に対するハルジョンなどである。このような抵抗性獲得は従来、雑草ではほとんどないものと考えられていたが、今後、十分、草種

の遺伝子大集団としての見解も含め注目していかなければならない。最近、雑草の除草剤抵抗性獲得に関して、殺虫剤や殺菌剤の場合と同程度に深刻な問題として取扱われているむきもみ^{76)~78)}。今後、これらの問題もふくめ農耕地では、特定雑草の優占化防止のためにも作物のローテーションや同一〜類似作用性の除草剤連用をさけるなどのほか、除草剤の混合使用や適期に適量使用するなどの処方で、十分対処

し得る現況にある。

世界農業の内容が、食生活の向上・多様化にともない、次第に変化し、農業技術も徐々に変化がみられる。雑草防除の技術も科学の進歩とともに変化・発展していくので、広く世界の動向を見きわめながら、この方面で世界的に貢献できる基礎研究・技術の開発が日本においても数多く行なわれることを希望する。

参 考 文 献

- 1) アメリカ政府特別調査報告(逸見謙三訳): 西暦2000年の地球, 家の光協会(1980).
- 2) アメリカの農業と食糧戦略, 入門新書(1978).
- 3) 唯是康彦編著: 80年代の食糧, 富民協会(1981).
- 4) 土屋圭造: 世界の食糧・日本の農業, 農林統計協会(1981).
- 5) FAO編(国際食糧農業協会訳): 世界農業白書1978年, 産学社(1979).
- 6) Akobundu Okeize: Weed Sci. 28. 431(1980).
- 7) Shetty S. V. R. et al.: Weed Sci. 28. 451(1980).
- 8) Dall J. D.: Weed Sci. 28. 454(1980).
- 9) Horowitz Menashe: Weed Sci. 28. 457(1980).
- 10) Moody Keith: Weed Sci. 28. 461(1980).
- 11) Young Douglas et al.: Weed Sci. 26. 209(1978).
- 12) IRL: Chem Ind. 28(3)(1976).
- 13) Farm Chemicals, 140(9) 38(1977).
- 14) BAA: The Industry Statistics(1977).
- 15) IPS: Europa Chem. 10(1977).
- 16) CSI: Gifap Bull. Jun.(1976).
- 17) Chem Ind. 30(12)(1978).
- 18) Farm Chemicals 141(9) 94(1978).
- 19) Sanders, H. J.: Special Report Herbicides, C & EN Aug. 3. 1981. American Chemical Society.
- 20) 竹松哲夫・竹内安智: アメリカにおける雑草防除事情調査資料(1980).
- 21) Weed Control in Cereals 1981, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. (Middlesex) (England) 1981.
- 22) Santelmann Paul W.: Weed Sci. 27. 349.(1979).

- 23) Hay J. R. : Weed Sci. 28 617 (1980).
- 24) Shaw e w. : Weeds Today 10 (4) (1979).
- 25) Simkins L. J. : Weed Sci. 28. 646 (1980).
- 26) Leavitt J. R. C. et al. : Weed Sci. 26, 253 (1978).
- 27) Winkle. M. E. et al. : Weed Sci. 28, 692 (1980).
- 28) Rhoades G. N. et al. : Proceedings of 32nd Annual Meeting of Southern Weed Science Society 310 (1979).
- 29) Miller S. D. et al. : Weed Sci. 26, 116 (1978).
- 30) Gebhardt M. R. : Weeds Today 10 (2) (1979).
- 31) Max M. L. : Weeds Today 10 (4) (1979).
- 32) Dale J. E. : Weeds Today 11 (2) (1980).
- 33) Mcwhorter C. G. : Weeds Today 10 (4) (1979).
- 34) Shroeder A. Charles : Weeds Today 9 (4) (1978).
- 35) Farm Chemicals, August 1981 105 (1981).
- 36) Buttler D. G. : Weeds Today 12 (3) (1981).
- 37) Deloach J. C. : Weeds Today 11 (2) (1980).
- 38) Frank A. P. : Weeds Today 10 (4) (1979).
- 39) Kenney D. S. et al. : 35th Annual Meeting of the Society for Industrial Microbiology Vol 20 123 (1979).
- 40) Omri R. N. : Introduction to Agribusiness Prentice-Hall Inc. (1980).
- 41) Delta Farm Press, July 31. 1981.
- 42) Tillage Systems for Illinois, College of Agriculture Cooperative Extension Service Circular 1172 (1979).
- 43) Delta Farm Press, Dec. 11. (1981).
- 44) Russel E. W. : Proc. 8th Br. Weed Control Conf. 890 (1966).
- 45) Baeumer K. et al. : Adv. Agron., 25. 77 (1973).
- 46) Cannel R. Q. : Outl. Agric., 7. 184 (1973).
- 47) Pigeon J. D. : J. agric. Sci., Camb., 88. 431 (1977).
- 48) Frans R. : Proceedings of 2nd World Soybean Research Conference 339 (1980).
- 49) Holzner W. : Vegetatio, 38, 13 (1978).
- 50) Fryer J. D. et al. : Rep. bot. Soc. Br. Is., 11. 105 (1970).
- 51) Attwood P. J. : Proc. 10th Br. Weed Control Conf. 873 (1970).
- 52) Pfeiffer R. K. : Proc. 9th Br. Weed Control Conf. 1077 (1968).
- 53) Anon : Fmr s Wkly (Arable Extra), 87. 5 (1977).

- 54) Donaghy D. I. et al. : Proc. 27th N. Cent. Weed Control 41 (1972).
- 55) Donaghy D. I. et al. : Ph. D. thesis Univ. of Montana (1973).
- 56) Williams J. L. : Proc. 25th N. Cent. Weed Control Conf. 23 (1970).
- 57) Herron J. W. et al. : Proc. 24th Sth. Weed Sci. Soc. 170 (1971).
- 58) Peters R. A. : Proc. No-tillage Sys. Symp. 132 (1972).
- 59) Wicks G. A. : Proc. 29th N. Cent. Weed Control Conf. 25 (1974).
- 60) Buchthaler G. : Proc. 12th Br. Weed Control Conf. 1063 (1974).
- 61) Froud Williams R. J. : Weed Res. 21. 99 (1981).
- 62) Delta Farm Press. Jan. 1. 1982.
- 63) Schreiber M. M. et al. : Weed Sci. 26 679 (1978).
- 64) Hilton L. J. : Weeds Today 10 (4) (1979).
- 65) Egley G. H. et al. : Weed Sci. 18. 586 (1970).
- 66) Frank P. A. et al. : Weed Sci. 28 (5) 499 (1980).
- 67) USA National Agricultural Library : Quick Bibliography Series
No. NAL-BIBL-80-2-20 (1979).
- 68) Holm LeRoy et al. : Weeds Today 12 (1) (1980).
- 69) Farm Chemicals, Jan. 1981. 51 (1981).
- 70) Delta Farm Press, Jan. 22 (1982).
- 71) NACA : "Understanding Pesticides" (1976).
- 72) Pimenthal I. D. : Science (1973).
- 73) Wellman R. H. : Ann. Rev. Phytopathol 15. 153 (1979).
- 74) Moreland E. Donald : Weeds Today 10 (4) (1979).
- 75) Schwartz H. Paul : Weeds Today 12 (3) (1981).
- 76) Holliday et al. : Proc. 1976 Br. Crop. Prot. Conf. 937 (1976).
- 77) Williams W. : Proc. 1976 Br. Crop. Prot. Conf. 931 (1976).
- 78) Gressel J. : Plant Regulation and World Agriculture (ed., Scott T. K.) p. 85 (1979).

●新刊●

日本カイガラムシ図鑑

河合省三著

A5判/464頁/カラー500点/定価5,000円

日本から記録されたカイガラムシ400余種を収載。生態写真・図版を豊富に使うとともに生態、形態、寄主植物、分布一覧等を記載し種の同定を容易にした。専門外の読者も十分楽しめる貴重な図鑑。

●新刊●

日本ダニ類図鑑

江原昭三編

B5判/536頁/上製本箱入/定価12,000円

あらゆるものに寄生し、医学、農学、生物学の各分野から高い関心を集めているダニ。本書は日本産ダニ1,000種の形態と特徴を線画と対照しながら解説、うち主要100種については巻頭カラーで紹介した貴重なダニ類総合図鑑。

全国農村教育協会

東京都台東区台東1-26-6(植調会館) 〒110 ☎03(833)1821

振替東京1-97736