

アメリカにおける雑草防除の現状と動向(1)

宇都宮大学雑草防除研究施設 竹内安智

筆者は1987年夏から昨年にかけて、およそ1年間、アメリカのノースカロライナ州立大学に滞在し、その間各地も訪ねて雑草防除について広く学ぶ機会を得た。これらを取りまとめ、ミニマムティルと雑草防除については、すでに本誌第22巻9～10号に報告した。ここでは、雑草問題・除草体系の現況と新しい研究の動向等について紹介する。

1. 最近の農業事情

アメリカは世界の農耕地、15億haの13%に相当する広大な耕地を持ち、大型機械を使い、省力的に安い農産物を多量に生産することができる。その生産量は最大時には世界の全食糧の1/3にまで達した。アメリカは現在でも世界の穀物貿易の50%以上を供給する最大の農産物輸出国であり、食糧超大国、あるいは巨大アグリビジネスの国といわれている。アメリカ農産物の世界輸出市場に占める割合はダイズが80%、トウモロコシ70%、コムギ40%、ワタ40%でイネやその他の農産物も大きな割合をしめており、世界の農産物価格に最大の影響力をもっている。1988年は今世紀最大といわれる干ばつが中西部を中心とする18州を襲い、トウモロコシ、ダイズおよびコムギの収穫量が平年にくらべて、それぞれ40%、30%、15%と減少したので、価格が前年にくらべ、トウモロコシが2.8倍、ダイ

ズが3.5倍にも高騰した。

第二次大戦後アメリカが長く悩み続けた農産物過剰問題は、1970年代中頃、穀物市場拡大の成功によって解決された。しかし、これを契機に、さらに農産物が増産され、その後10年間でトウモロコシ、ダイズおよびコムギの生産量はそれぞれ、1.9倍、2.0倍および1.6倍にまで増大した。この間、2回のオイルショックに遭遇して生産資材が高騰したが、農産物価格は安く据えおかれた。1980年にはカーター大統領の人権外交政策によってソ連への穀物輸出が禁止されたのを契機に、農産物輸出量が82年から急激に落ちこみ、減反を余儀なくされた。こうしたなかで、南米、オーストラリアやタイなどの安い農産物が世界市場に出まわり、さらに西ヨーロッパ諸国が農業保護政策にもとづき輸入をひかえたために、アメリカの農産物輸出量は1986年には81年当時の50%にまで低下してしまった。政府は途上国の安い農産物に対抗するために、価格を安く据えおいたため、借金に苦しむ、多くの農家が相次いで倒産した。こうして1930年代以降最大の農業不況の時代をむかえた。一方、この農業危機を通じて大規模農家は倒産した農家から土地を借り受けて規模を拡大したので、農家の平均耕作面積は1987年には550エーカー(223ha)に達した。

農家戸数は1986年には、日本の1/2以下のおよ

そ 200 万戸である。農業人口は1940年の 3,000 万人を最高に減少を続け、1961年には 1,500 万人、1986年には 530 万人となっている。農民は白人が97%, 黒人が2%, その他1%で、地域別では、中西部50%, 南部30%, 西部14%, そして東部が6%である。農家の平均収入は非農家よりも22%少ない, 27,300ドルで、貧困家庭の割合が非農家よりも6%多い, 20%となっている。このように大規模経営でありながら収入が比較的少ないのは、単位面積当りの収益が極めて少ないからである。

次にアメリカの主要農作物の作付について述べよう。88年の栽培面積は81年にくらべて15~20%少ないが、それでもトウモロコシ 2,700 万 ha, ダイズ 2,380 万 ha, コムギ 2,670 万 ha, エンバク 570 万 ha, ワタ 500 万 ha, ソルゴー 420 万 ha, オオムギ 390 万 ha, そしてイネ 120 万 ha と莫大である。そして、農地の 1/3 が輸出用農産物の生産のためにあてられている。'88 年は大干ばつのために穀物の生産量が減少し、在庫にまわる分が減るので、政府は減反を緩和する方針であり、'89 年には栽培面積の拡大が見込まれている。

アメリカは国土が南北・東西に大きく、地域

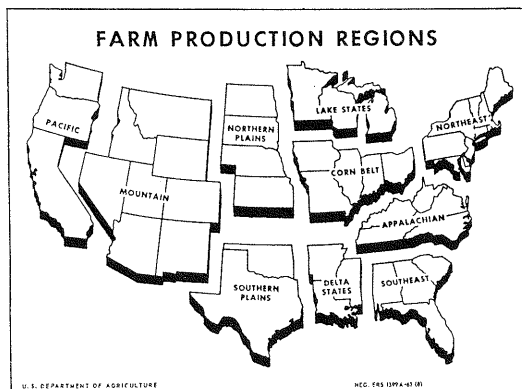


図 1. アメリカにおける農業地域区分

(アメリカ農務省資料)

により気温・降雨量等、気象条件が異なるので、それぞれの地域に適した作物が栽培されており、適地適作、あるいは地域分業の農業といわれる。図 1 に示したように、栽培地域は気象条件・作物の種類などから、10 地区に区分されている。これらのなかで重要作物の栽培地域は、northern plains (北部平原地域), southern plains (南部平原地域), lake states (五大湖周辺地域), corn belt (トウモロコシ地帯), delte states (デルタ地域), southeast (南東部) およびアパラチア地域の南半分であり、ロッキー山脈より東に大西洋にまで広がる大平原である。トウモロコシの栽培はコーンベルト地域 (50%), 五大湖周辺地域 (15%), 北部平原地域 (15%) とその他の地域 (20%) で行われ、面積で世界の 26%, 生産量で世界の 40% を占めている。ダイズはコーンベルト地域 (40%), デルタ地域 (20%), 南東部地域 (10%), アパラチア地域 (10%) とその他の地域 (20%) で栽培され、面積は世界の 43%, 生産量は 53% を占めている。コムギは北部平原地域 (40%), 南部平原地域 (20%), 山岳地域の北部 (10%) とその他の地域 (20%) で栽培され、面積・生産量とも世界の 16% を占めている。ワタは南部平原地域 (40%), デルタ地域 (30%), 南東部地域 (10%), 大平洋地域 (10%) とその他の地域 (10%) で栽培され、世界の面積の 13%, 生産量の 17% を占めている。イネはデルタ地域 (65%), 南部平原地域 (17~18%) と太平洋地域 (17~18%) で栽培されている。そのほか、ラッカセイは南部平原地域 (50%), 南東部地域 (30%) とアパラチア地域 (20%) で栽培されている。

さて、近年、耕起法が急速に変ってきた。従来の慣行栽培法が減少し、土壌保全型の栽培法

表 1. アメリカにおける重要雑草

学 名	英 名	日 本 名	分 布
イネ科雑草			
<i>Agropyron repens</i>	quackgrass	シバムギ	南部を除く全域
<i>Avena fatua</i>	wild oat	野生エンバク(カラスムギ)	南部と南東部を除く全域
<i>Brachiaria platyphylla</i>	broadleaf signalgrass	メリケンニクキビ	南部・南東部地域
<i>Cynodon dactylon</i>	bermudagrass	ギョウギシバ	山岳地帯～五大湖周辺を除く全域
<i>Digitaria</i> sp.	crabgrass	メヒシバ類	北部平原の北側を除く全域
<i>Echinochloa crus-galli</i>	barnyardgrass	イヌビエ	山岳地域を除く全域
<i>Eleusine indica</i>	goosegrass	オヒシバ	山岳地域と北部平原の北側を除く全域
* <i>Oryza sativa</i>	red rice	野生イネ	南部・南東部地域
<i>Panicum capillare</i>	witchgrass	ハナクサキビ	東部・中西部・西部地域
" <i>diehotomiflorum</i>	fall panicum	オオクサキビ	西部・山岳地域・北部平原の北側を除く全域
" <i>texasunm</i>	Texas panicum	テキサスパニカム	南部・南東部地域
<i>Setaria faberi</i>	giant foxtail	アキノエノコログサ	デルタ地域より中西部および東部
" <i>lutescens</i>	yellow foxtail	キンエノコロ	全域
* " <i>miliaceum</i>	wild proso millet	野生キビ	中西部から北部
" <i>viridis</i>	green foxtail	エノコログサ	全域
<i>Sorghum bicolor</i>	schattercane	シャッターケーン	中西部地域
" <i>halepense</i>	Johnsongrass	セイバンモロコシ	山岳地域・北部平原・五大湖周辺を除く全域
広葉雑草			
<i>Abutilon theophrasti</i>	velvetleaf	イチビ	山岳地域・北部平原の北側を除く全域
<i>Amaranthus</i> sp.	pigweed	ヒユ類	全域
<i>Ambrosia artemisifolia</i>	common ragweed	ブタクサ	全域
* " <i>trifida</i>	giant ragweed	オオブタクサ	西部を除く全域
* <i>Apocynum cannabinum</i>	hemlockbane	キョウチクトウ科雑草	全域, 特に南部と東部
* <i>Asclepias syriaca</i>	common milkweed	ガガイモ科雑草	北部および南部平原より東側(南側除く)
<i>Brassica kaber</i>	wild mustard	野生カラシナ	全域
<i>Cassia obtusifolia</i>	sicklepod	エビスグサ	南部, 南東部地域
<i>Chenopodium album</i>	common lambsquarters	シロザ	全域
<i>Cirsium arvensis</i>	Canada thistle	セイヨウトゲアザミ	北半分の地域
<i>Convolvulus arvensis</i>	field bindweed	セイヨウヒルガオ	全域
* <i>Datura stramonium</i>	jimsonweed	シロバナチョウセンアサガオ	山岳地域・北部平原・五大湖周辺を除く全域
<i>Euphorbia esula</i>	leafy spurge	ハギクソウ	山岳地域～五大湖周辺
<i>Helianthus annuus</i>	wild sunflower	野生ヒマワリ	全域, 特に南部・中西部に多い
<i>Ipomoea</i> sp.	morningglory	サツマイモ属雑草	中部・西部・東部
<i>Polygonum pensylvanicum</i>	Pennsylvania smartweed	アメリカサナエタデ	西部・山岳地域を除く東側全域
<i>Rumex crispus</i>	curly dock	ナガバギシギシ	全域
<i>Sesbania exaltata</i>	hemp sesbania	アメリカソノクサネム	南部・南東部地域
<i>Sida spinosa</i>	prickly sida	アメリカキンゴジカ	南部・中西部・東部
<i>Solanum nigrum</i>	brack nightshade	イヌホオズキ	北部および南部平原より東側
<i>Xanthium pensylvanicum</i>	common cocklebur	オナモミ	全域, 特に南部と中西部に多い
そ の 他			
<i>Allium canadense</i>	wild onion	野生タマネギ	
* <i>Allium vineale</i>	wild garlic	野生ニンニク	南部平原・中西部より東
* <i>Cyperus esculentus</i>	yellow nutsedge	キハマスゲ	北部平原の北側を除く全域
<i>Cyperus rotundus</i>	purple nutsedge	ハマスゲ	南部

* 特定の作物・特定の耕起法や極く限定された地域に発生。

(conservation tillage) であるミニマム
ティル (レデュースティルやノーテルなど)
が全耕地の 1/3 にまで拡大し、なお増加を続けて
いる。これについてはすでに本誌に報告してい
るが、農産物価格が安く据えおかれている現在、
少しでも生産費を下げるために、農務省や州政府
により推奨されている minimum (low)
input agriculture (省資材農業、低コスト
農業) に適した農法として理解されている。

2. 重要雑草とその被害

アメリカにはおよそ 1,800 種類の雑草がある
が、比較的発生頻度の大きいものは北部で 200
種類、南部で 300 種類である。アメリカは国土
が大きく、地域により気象条件、作物の種類や
栽培方法が異なるので、これに対応して問題に
なる雑草の種類も異なるが、主要作物のなかで
防除の面から最も重要な雑草、38 種類を表 1 に
示した。

ノースカロライナ州立大学の Worsham に
よれば、アメリカでは毎年、雑草対策として除
草剤購入におよそ 30 億ドル、耕種的、生態的、
あるいは生物的防除に 26 億ドルを費しているに
もかわらず、全作物生産量の 15% (およそ 120
億ドル) が雑草により減収している。

1985 年の南部雑草学会の「雑草による作物の
被害調査報告」によれば、南部のトウモロコシ
200 万エーカー (81 万 ha) だけでも、除草剤
購入と中耕除草にそれぞれ、200 万ドルと 400
万ドルが使われたが、さらに雑草が残っていた
ために、収穫作業に 1,500 万ドルが余計に費さ
れたが、それでも雑草による減収は 3,000 万ド
ルに達している。

作物の収量は、生育初期の一定期間、除草す
れば、減少しない。その除草必要期間はトウモ

ロコシ・ダイズが 4 週間、ソルゴー 4~5 週間、
ワタ・ラッカセイ 6~9 週間、テンサイ 10~12
週であり、初期生育が速く、しかも地表面を日
陰にする作物では短い。

アメリカでは雑草防除の研究・普及に携わる
人達は、機会ある毎に「理想的な雑草防除は作
物のローテーション、雑草が小さいうちの機械
による浅い中耕 (1~2 インチ)、適正な播種
時期・播種深度・施肥・うね幅など耕種法によ
る作物の初期生長の助長および除草剤使用の 4
つを適正に組合せた総合防除である」と述べて
いる。なかでも作物のローテーションによって、
特定雑草の優占化を防止し、当年の作物で防除
しにくい雑草でも翌年、他の作物のなかでは耕
種的、あるいは除草剤の使用により、比較的容
易に防除される。中西部のイリノイ州では作物
のローテーションは北部の場合、トウモロコシ
ー トウモロコシ・ダイズ、中央部の場合、トウ
モロコシ・ダイズ、南部ではトウモロコシ・コ
ムギー・ダイズであるが、作物の種類が少ないの
で連作もみられる。南部のアーカンソー州では
2 年サイクルの場合、ダイズ・ダイズ、イネ・
ダイズ、ワタ・ダイズ、コムギー・ダイズ、コム
ギー・ワタであるが、3 年サイクルの場合、ダイ
ズ・コムギー・休・ワタ、コムギー・休・ダイズ・
ワタ、ダイズ・ダイズ・イネやワタ・ダイズ・
コムギー・ダイズなどの組合せとなっており、作
物の種類が多いのでいろいろな組合せがみられ
る。

3. 主要作物の雑草防除

(1) トウモロコシ

トウモロコシに最近使用されている農薬 (金
額) は除草剤 88%、殺虫剤 12%、殺菌剤 1% 以
下であり。トウモロコシは雑草の被害を受け易

いことがうかがわれる。トウモロコシの収量は畑が全く除草されないとき、40～80%も減少した例が報告されているが、除草剤が使用されている現在でも、なお、雑草のために11%減収している。トウモロコシの雑草による被害(減収)の原因の第1は水の競合であり、次いで光の競合である。草丈がトウモロコシと同等か大きい、ヒマワリ、イチビ、シロザ、ヒユ類やアサガオ類はトウモロコシを日陰にする。

トウモロコシ栽培地域における主要雑草を図2に示した。このほかに、セイヨウトゲアザミや野生キビは北部でみられる。キハマスゲは全域にみられるが、ハマスゲは南部にのみ発生する。地域によっては、ハナクサキビ、trum-pet creeper (ノウゼンスガラ属雑草)やオオトウワタも問題になっている。近年、ミルクウィード(ガガイモ科雑草)、タンポポ類、セイヨウトゲアザミ、シャッターケーン、イヌビエ、イチビ、ヒマワリ、クリノイガ類やハナクサキビなどが増加している。防除がやっかいな雑草



北中央部

南部

北中央部

エノコログサ類・オナモミ・メヒシバ類・ヒユ類・キビ属雑草・イチビ・シバムギ・シロザ・シャッターケーン・アメリカサナエタデ・クリノイガ類・イヌビエ

南部

メヒシバ類・ニクキビ属雑草・セイバンモロコシ・ハマスゲ類・イヌビエ・オヒシバ・アサガオ類・オナモミ・ヒユ類・エビスグサ

(発生の多い順に記載)

図2. トウモロコシ栽培地帯における主要雑草

はシャッターケーン、オオクサキビ、シバムギ、エノコログサ類、イチビ、セイバンモロコシ、メヒシバ類、イヌビエ、ハマスゲ類、ヒユ類、オナモミ、シロザ、タデ類、野生カラシナ、エビスグサやアサガオ類などとされている。

前にも述べたが、トウモロコシ畑の除草必要期間は4週間である。合理的な雑草防除剤の利用だけでなく、適正な作物のローテーション・狭い畝幅(30～36インチ)の採用、さらに耕耘(中耕)も重要である。土壌処理除草剤が散布されてから7～10日間降雨がない場合、浅い耕耘は雑草の発芽層に除草剤を移動させて除草効果を高め、同時に発芽間もない小さな雑草を防除することができる。また、耕耘は土壌の固結を防止し、雨水・かん水の土中浸透を助け、追肥の効果を高める。しかし、トウモロコシ生育中期の中耕は根を切断し易いので、1～2インチの深さにとどめる。トウモロコシ収穫後の秋期や冬期の数回の耕耘はセイバンモロコシなど多年生雑草の翌年の発生密度を下げる。

トウモロコシ畑の95%以上は除草剤が使用されており、その90%は全面散布である。使用回数は通常、1～2回であり、その除草剤の費用は10～15ドル/エーカーである。最近のトウモロコシの除草体系を図3に、そこで使用されている除草剤の殺草スペクトルを表2に示した。土壌混和処理剤、土壌処理剤および茎葉処理剤(全面処理、雑草直接処理)はそれぞれ、畑の30%、55～60%および30%で使用されているが、近年土壌混和処理剤が減少し、茎葉処理剤が増加しつつある。除草効果は一般的に有機物含量が4%前後の土壌で最も安定であるが、有機物含量が1%以下の土壌や砂土、砂壤土では作物に薬害を出し易い。除草剤の選択にあたっては後作物のことも十分に考慮しなければならない。

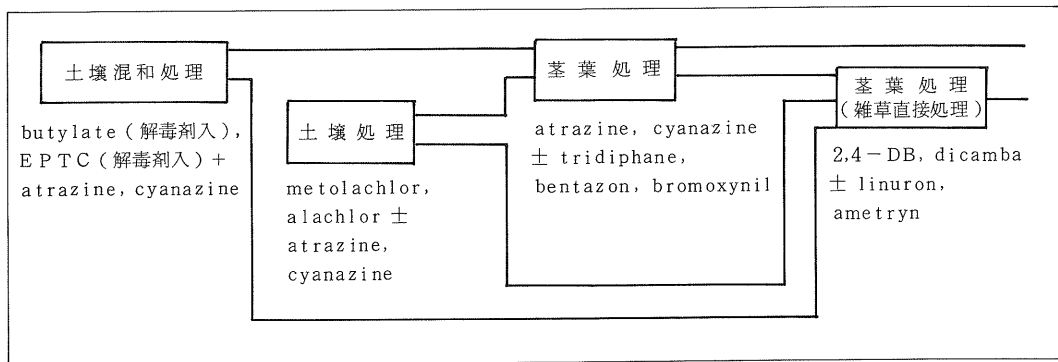


図3. トウモロコシの除草体系

表2. トウモロコシ用除草剤の殺草スペクトル

処理方法	除草剤名	メ ヒ シ バ	オ シ バ	タ ツ ノ ツ メ ガ ヤ	テ キ サ ス パ ニ カ ム	オ オ ク サ キ ビ	メ リ ケ ン ニ ク キ ビ	セイ バン モ ロ コ シ (種子)	セイ バン モ ロ コ シ (塊茎)	キ ハ マ ス ゲ	ハ マ ス ゲ	エ ビ ス グ サ	ジ ュ ズ ハ ギ	ア メ リ カ キン ゴ ジ カ	オ ナ モ ミ	ア サ ガ オ 類	ハ シ カ グ サ モ ド キ	ヒ ユ 類	キ ク 科 雑 草 (Bristy starbar)
土壌混和処理	butylate	9	9	9	7	8	8	8	6	8	8	5	0	4	2	4	8	8	0
	EPTC	9	9	9	7	8	8	9	7	8	8	5	0	4	3	4	8	8	0
土壌処理	atrazine	7	6	8	1	4	4	4	0	0	0	8	9	9	8	8	9	9	8
	simazine	8	8	8	2	7	6	5	0	0	0	8	9	9	7	7	9	9	8
	cyanazine	8	7	7	2	6	6	4	0	0	0	8	8	9	6	7	9	7	7
	alachlor	9	9	9	4	9	8	5	0	4	1	6	6	4	0	0	9	9	0
	metolachlor	9	9	9	4	9	8	5	0	6	1	5	5	4	0	0	9	9	0
	pendimetalin	9	8	9	6	8	9	7	3	0	0	0	0	0	0	3	8	7	0
茎葉処理	atrazine	6	5	6	4	4	4	2	0	0	0	8	9	8	9	9	9	9	7
	cyanazine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	8	9	9	9	6	9	7
	2,4-D	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	8	7	8	9	9	8	9	7
	bentazon	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7	9~10	4	0	4	5
茎葉処理 (雑草直接処理)	linuron	8	8	7	7	8	7	7	0	5	5	9	9	9	7	8	8	9	8
	ametryn	8	8	7	7	8	8	7	0	5	5	9	9	9	7	8	8	9	8
	paraquat	4	8	8	8	8	8	8	3	4	4	8~9	8~9	5	4	6~8	5	8~9	5

注) 10: 100%防除~0: 0%防除

後作物にムギ類やマメ科作物が予定されているときは土壌に残留し易い atrazine をさけ、残留のおそれのない cyanazine が使用される。トリアジン系除草剤に感受性の高いタバコを翌年に栽培する予定の畑では、これらの除草剤が少しでも残留しないよう、過量使用をさける。次に除草剤の処理方法別に解説をする。

(a) 土壌混和処理

チオールカーバメイト系除草剤の butylate (解毒剤入り)、または EPTC (解毒剤入り) が、散布4時間以内に、2~3インチの深さがディスクかフィールドカルチベーターによって縦横2回、混和される。これらは、イネ科雑草のメヒシバ、オオクサキビ、オシシバ、エノコ

ログサや問題雑草のメリケンクキビ、シャッターケーン、ハマスゲ類と限られた数種の広葉雑草の防除に有効であるが、その他の広葉雑草に劣るため、トリアジン系の atrazine か cyanazine と混用される。

チオールカーバメイト系除草剤は連用されると土壤中で微生物分解を受け易くなる。atrazine は土壤中の発芽深度が浅い、シロザ、ブタクサやアメリカキンゴジカなどの一年生広葉雑草に卓効があるが、ヒユ類には効果が劣る。cyanazine とチオールカーバメイト系除草剤もヒユ類に効きにくい。

表 3. トウモロコシに使用される除草剤(混合剤)

混 合 剤	成 分
Bicep	metolachlor+atrazine
Bronate	MCPA+bromoxynil
Bronco	alachlor+glyphosate
Buctril+atrazine	bromoxynil+atrazine
Canopy	metribuzin+chlorimuron
Conquest, Extrazine	cyanazine+atrazine
Gemini	linuron+chlorimuron
Lariat	alachlor+atrazine
Laddok	bentazon+atrazine
Marksman	dicamba+atrazine
Prozine	pendimethalin+atrazine
Rhino, Sutazine	butylate+atrazine
Turbo	metolachlor+metribuzine
Weedmaster	dicamba+2, 4-D

Metolachlor と alachlor は、通常 atrazine や cyanazine と組合され、浅く土壤に混和処理されることもある。

(b) 土 壌 処 理

Alachlor と metolachlor が atrazine か cyanazine と組合され、使用 (Tankmix 処理) されてきたが、最近はこれらの混合剤 (Premix 剤) の Bicep^R や Lariat^R もかなり使用されるようになった。これらは多くの一年生雑草に卓効を示すが、土壤中深くから発芽する、大粒種子をもつ雑草 (オナモミ、アサ

ガオ類やシロバナチョウセンアサガオなど) には効きにくい。Linuron と atrazine の低薬量での組合せは linuron 単用よりもトウモロコシに対する薬害が小さいので、有機物含量の低い土壤でも使用される。Pendimethalin もイネ科防除剤として使用されるが、alachlor や metolachlor よりも広葉雑草に効果がある。しかし、トウモロコシに対する薬害はこれらよりも若干大きい。Alachlor や metolachlor と同系統の propachlor はやや乾燥した土壤でも比較的安定した除草効果を示すが、広葉雑草にはこれらの除草剤よりも劣る。

(c) 茎 葉 処 理

トウモロコシの草丈が3インチ以内のとき、atrazine か cyanazine にオイルが加用され、1.5インチ以下の広葉雑草を対象に茎葉処理される。Cyanazine の茎葉処理力は atrazine よりも大きい。食用油や界面活性剤が加用されると、特に3～4葉期以降のトウモロコシに薬害が出易い。Tridiphane に atrazine が混合され、1～3葉期のイネ科雑草に処理される。イネ科雑草体内における atrazine の解毒作用が tridiphane により阻害されるので、両者の組み合わせは相乗効果を発揮する。Bentazon は2～6葉期の広葉雑草に使用されるが、セイヨウトゲアザミやキハマスゲにも卓効を示す。Bromoxynil は2～4葉期の広葉雑草に使用されるが、トウモロコシに急性的接触害が出易い。

Alachlor や metolachlor の処理が遅れても、トウモロコシの草丈が5インチ以内ならば、広葉雑草防除剤と混用しても薬害が少ない。Pendimethalin はトウモロコシの2葉期頃までに広葉防除剤と混用して使用される。

トウモロコシの草丈が12インチの頃、除草効

果が80%以下ならば、中耕除草か除草剤の茎葉処理（全面、または帯状）が行われる。広葉雑草には atrazine, cyanazine, bentazon や 2,4-D などが、イネ科雑草には「tridiphane + atrazine」が使われる。

(d) 茎葉処理（雑草直接処理）

トウモロコシの草丈が15~20インチに達したときは、中耕除草か除草剤の雑草への直接処理が行われる。通常、2,4-D か dicamba に linuron や ametryn が混合される。2,4-D と dicamba は大粒種子をもつ雑草を含め、多種類の雑草に有効であり、トウモロコシが8インチ以内ならば全面に散布されるが、大きくなってからは雑草だけに散布される。

(e) 有機物含量の大きい土壌での除草剤使用
生育初期には alachlor が土壌処理される。薬量は土壌中の有機物含量が5%以下、5~10%、または10%以上では、それぞれ2,3および4 lb/エーカーである。トウモロコシの生育期は草丈が8インチ以下の場合には2,4-D か dicamba が使用され、草丈が15~20インチの場合には Linuron か ametryn が雑草に直接処理される。これらの除草剤使用に加え、生育期に少なくとも、1回、中耕除草が行われる。

(f) 難防除雑草対策

① キハマスゲとハマスゲ

Butylate と E P T C の土壌混和処理がこれらのハマスゲ類に有効である。

Metochlor の土壌処理と土壌混和処理もキハマスゲに対して有効である。草丈が6~8インチ以内ならば、bentazon (0.75 lb/エーカー) 2回処理がよい。トウモロコシの草丈が12~15インチ以上ならば、linuron の直接処理の効果が大きい。

② セイバンモロコシ

セイバンモロコシは生育が早く、草丈も大きいので大変やっかいな雑草である。加えて、トウモロコシの病害虫の越冬時の巣になる。通常、耕耘によって切断された地下茎が圃場全面に広げられる。

セイバンモロコシの地下茎をディスクにより切断してから、butylate や E P T C が土壌混和処理されると大きな除草効果が得られる。トウモロコシの生育期には、ametryn や linuron の直接散布と中耕除草が組合せられる。トウモロコシの収穫後は、セイバンモロコシが再生して穂ばらみ期に達した時に、glyphosate が茎葉処理されると翌年の発生量が著しく減少する。

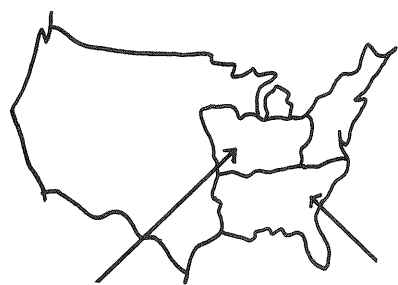
(g) ミニマムティルにおける雑草防除

本誌22巻9~10号に紹介したので省く。

さて、アメリカのトウモロコシ用除草剤の使用金額は1987年には87,500万ドルで世界の57%に相当しているが、1984年にくらべると30%少ない。その原因は作付面積の減少、除草剤価格の値下げ、使用薬量の低減、処理回数や安い混合剤の使用などである。最近使用されている除草剤をイリノイ州の場合でみると、イネ科防除剤はクロロアセトアミド系除草剤60%・チオールカーバメイト系20%で、広葉防除剤はトリアジン系65%、dicamba 20%、2,4-D 15% および bromaxynil 5%である。トウモロコシの雑草は既存の除草剤ではほぼ防除可能であるが、これらは殺草スペクトル・抑草期間・処理適期や後作物への影響などの点で必ずしも満足されていない。

(2) ダ イ ズ

ダイズ栽培における病害虫・雑草防除のために最近、使用された農薬の比率は、除草剤92%、殺虫剤8%であり、雑草が最大の問題である。



中西部

南部

中西部

エノコログサ類・ヒユ類・
イチビ・オナモミ・タデ類・
アサガオ類・ブタクサ類・
キハマスゲ・シロバナチョ
ウセンアサガオ・シバムギ・
セイヨウトゲアザミ・セイ
バンモロコシ・ヒマワリ・
キビ属雑草・トウモロコシ
(ボランティア)・野生カ
ラシナ・シャッターケーン・
メヒシバ類・セイヨウヒル
ガオ

南部

メヒシバ類・ヒユ類・ハマ
スゲ・オナモミ・アサガオ
類・セイバンモロコシ・オ
ヒシバ・ハシカグサモドキ・
エビスグサ・メリケンニク
キビ・イチビ・イヌビエ・
ジュズハギ・ブタクサ・キ
ビ属雑草・アメリカツノク
サネム・ワルナスビ・オオ
クサキビ・シロザ

(発生の多い順に記載)

表 4. ダイズの主要雑草の競合指数

(ノースカロライナ州立大学, Coble 教授の資料より抜粋)

雑 草 名	競 合 指 数
オナモミ	10.0
オオブタクサ	9.5
イチビ	5.8
シロバナチョウセンアサガオ	5.2
アメリカサナエタデ	4.7
シロザ	4.7
ヒユ類	4.5
ジュズハギ	4.2
ブタクサ	4.0
アメリカツノクサネム	4.0
ニシキアオイ類(spurred anoda)	3.0
アサガオ類	3.0
エビスグサ	2.5
アメリカキンゴジカ	2.0
セイバンモロコシ	1.5
オオクサキビ	1.5
イヌビエ	1.0
アキノエノコログサ	0.8
オヒシバ	0.8
メヒシバ	0.5

注) 競合指数は最大を10, 最小を0として表示してある。

ダイズの雑草による被害は通常, 30~50%と言われているが, 除草剤を使用している現在でも18%におよんでいる。ダイズ栽培地域における主要雑草を図4に示した。雑草の種類は中西部と南部で異なり, このなかで共通種は5種類しかない。North Carolina 州立大学の Coble が各種の実験にもとづいて算出した, 「ダイズの主要雑草の競合指数」を表4に示した。これらのなかで, 大型広葉雑草で, しかも早くからダイズを日陰にしてしまう, オナモミ, オオブタクサ, イチビ, シロバナチョウセンアサガオ, アメリカサナエタデ, シロザやヒユ類などの被害(雑草害)が大きい。アーカンソー大学の Baldwin らによれば, ダイズ1列・20フィートに2本のオナモミがあるだけで, 収量が11%も減少する。ダイズのなかでは, オナモミ, アサガオ類, イチビ, ヒユ類, ガガイモ科雑草, エノコログサ類, 野生ヒマワリ, シャッターケーン, ワルナスビ, セイヨウヒルガオやブタクサなどが防除しにくい雑草とされている。

ダイズの雑草防除においても, 作物のローテーション, 中耕除草, ダイズの初期生育の助長や, せまいうね間の採用などが重要である。ダイズを適期に播種して4~5週間, 適切な栽培管理を行えば, その後2~3回の中耕除草(第1~第2複葉期以降)により, 除草目的が十分に達せられる。現在, 95%以上のダイズ畑で除草剤が1~2回使用され, その80%は全面処理であり, 除草剤使用金額は15~20ドル/エーカーである。

ダイズの最近の除草体系を図5に示した。除草剤使用は土壌混和处理, または土壌処理の1回か, これらのいずれかと茎葉処理をあわせた2回, あるいは生育期の茎葉処理1回だけなどさまざまである。現在, 土壌混和处理剤, 土壌

表 5. ダイズ用除草剤の殺草スペクトル

(ノースカロライナ州立大, 資料)

処 理 方 法	除 草 剤 名	メ リ ケ ン ニ ク ビ キ	メ ヒ シ バ	タ ツ ノ ツ メ ガ ヤ	オ オ ク サ キ ビ	エ ノ コ ロ グ サ 類	オ ヒ シ バ セイ パン モ ロ コ シ (種子)	ヒ メ ク リ ノ イ ガ	キ ビ 属 雑 草	モ ロ コ シ	キ ハ マ ス ゲ	ハ マ ス ゲ	オ ナ モ ミ	ヨ ウ シ ュ ウ セ ン ア サ ガ オ	シ ロ ザ	ア サ ガ オ 類	ヒ ユ 類	ア メ リ カ キ ン ゴ ジ カ	ブ タ ク サ	エ ビ ス グ サ	タ デ 類	ハ ズ 属 雑 草	イ チ ビ	
土 壌 混 和 処 理	trifluralin	○	◎	◎	○	◎	◎	○	○	○	△	△	△	△	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△
	pendimethalin	○	◎	◎	○	◎	◎	○	○	○	△	△	△	△	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△
	vernolate	○	◎	◎	○	◎	○	○	△	○	○	○	△	△	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△
	Reward R	○	◎	◎	○	◎	○	○	△	○	○	○	△	△	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△
	dimethazon	◎	◎	◎	◎	◎	◎	□	○	○	□	△	△	□	○	△	○	△	◎	△	○	◎	◎	◎
	metholachlor	○	◎	◎	◎	◎	◎	□	△	△	△	○	△	△	△	□	△	◎	△	△	△	△	△	△
	alachlor	○	◎	◎	◎	◎	◎	□	△	△	△	□	△	△	△	□	△	◎	△	□	△	△	△	△
	metribuzin	□	○	○	△	△	○	○	△	△	△	△	△	△	□	□	◎	△	◎	○	○	○	○	○
	Salute R	○	◎	◎	○	◎	◎	○	○	○	△	△	△	△	□	◎	◎	△	◎	○	○	○	○	○
	Turbo R	○	◎	◎	◎	◎	◎	□	○	△	△	○	△	△	□	□	◎	△	◎	○	○	○	○	○
土 壌 混 和 処 理	Canopy R	□	○	○	△	△	□	□	△	△	△	△	△	○	○	◎	○	◎	○	◎	○	○	○	○
	imazaguin	□	△	△	△	□	△	□	△	△	□	△	△	◎	□	○	◎	○	○	○	□	○	△	□
	Squadron R	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	○	○	○	□	△	◎	□	◎	○	◎	○	○	□	○	△	□
	linuron	△	○	○	○	○	○	△	□	□	△	△	△	△	□	○	△	◎	□	○	△	□	□	△
	Gemini R	△	○	○	○	○	○	△	□	□	△	△	△	△	○	◎	○	◎	○	◎	□	○	...	○
	metribuzin	□	○	○	△	△	○	○	△	△	△	△	△	△	□	□	◎	△	◎	○	○	○	○	○
	Turbo R	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	△	△	△	△	△	△	□	□	◎	△	◎	○	○	○	○	○
	Canopy R	□	○	○	△	△	○	○	△	△	△	△	△	○	○	◎	○	◎	◎	◎	○	○	○	○
	imazaquin	□	△	△	△	○	△	○	△	△	□	△	△	◎	□	○	□	◎	○	○	□	○	△	△
	Squadron R	□	□	□	□	○	○	○	△	△	□	△	△	◎	□	○	□	◎	○	○	□	○	△	△
茎 葉 処 理	alachlor	○	◎	◎	◎	◎	◎	□	○	△	△	□	△	△	△	□	△	◎	△	□	△	△	△	△
	metolachlor	○	◎	◎	◎	◎	◎	□	○	△	△	□	△	△	△	□	△	◎	△	△	△	△	△	△
	oryzalin	○	◎	◎	○	◎	◎	○	○	○	△	△	△	△	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△
	pendimethalin	△	□	□	□	□	□	□	△	△	△	△	△	△	△	□	△	□	△	△	△	△	△	△
	bentazon	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△	◎	◎	○	□	△	○	○	△	◎	□	○
	acifluorfen	△	△	△	□	△	△	△	△	△	△	△	△	○	◎	○	◎	◎	△	◎	△	○	○	△
	Storm R	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	□	△	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	△	◎	○	△
茎 葉 処 理	chlorimuron	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△	◎	◎	△	○	◎	△	○	○	◎	△	□	△
	imazaquin	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	◎	△	△	◎	△	○	○	□	□	△	△
	Cobra R	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	◎	◎	△	○	◎	◎	△	□	□	○	△
	fomesafen	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	□	△	◎	◎	△	◎	◎	△	◎	◎	○	○	△

注) ◎: 効果極大

○: " 大

□: " 中

△: " 小

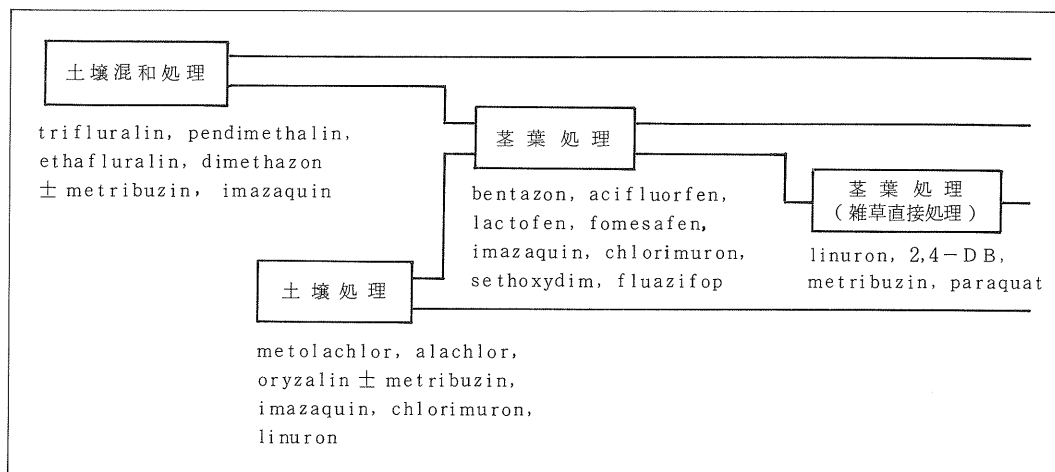


図5. タイズの除草体系

処理剤，あるいは茎葉処理剤は，それぞれ畑の50～55%，60%および30～40%で使用されている。ダイズ用除草剤の殺草スペクトルを表5に示した。

次に処理方法別に解説する。

(a) 土壌混和处理

ジントロアニリン（DNA系）の trifluralin, pendimethalin, ethafluralin, チオールカーバメイト系の vernolate とイソキサザリン系の dimethazone が一年生イネ科雑草を対象に，またイソキサザリン系の dimethazone が一年生イネ科雑草を対象に，またイミダズリン系の imazaquin が一年生広葉雑草を対象にして使用されている。これらの除草剤はディスクかカルチベーターにより，縦横2回，2～3インチの深さに土壌混和され，ダイズは1.5～2インチの深さに播種される。DNA系除草剤と vernolate は広葉雑草防除力が劣るので，広葉雑草防除剤と混用されてきたが，最近では，これらを組み合わせた混合剤がタンクミックスよりも安い価格で市販されたので，混合剤の売上げが50%以上を占めるようになった。Dimethazon は土壌混和处理と土壌処理の両

方で使用される。イネ科雑草だけでなく，イチビをはじめ，シロザ，アメリカキンゴジカ，シロバナチョウセンアサガオ，タデ類やブタクサなどの多種類の広葉雑草に有効であるが，オナモミには劣る。Dimethazon と metribuzin の組み合わせはほとんどの雑草に効果がある。Dimethazon と trifluralin の混合剤，Commence^R もセンバンセロコシ（種子）とキビ属雑草に卓効がある。Metribuzin はアメリカツノクサネム，エビスグサやアメリカキンゴジカなどをはじめ，多くの一年生雑草に有効で，DNA系除草剤やクロロアセトアミド系除草剤と混用されたり，あるいは混合剤として使用されている。しかし，metribuzin はダイズの品種によっては薬害が出易い。土壌混和深度が大きい場合やアルカリ性土壌での使用，あるいは有機燐系の殺虫剤や殺ネマ剤との併用でも薬害が出易い。Imazaquin は土壌混和处理でダイズに薬害を出し易いが，オナモミ，ヒユ類に卓効があり，シロザ，アメリカキンゴジカ，エビスグサ，タデ類，ブタクサ，イヌホオズキなどにも有効なので，DNA系除草剤と混用されたり，それらとの混合剤が使用される。

表 6. ダイズに使用される除草剤(混合剤)

混 合 剤	成 分
Boynet	metribuzin+pendimethalin
Bronco	glyphosate+alachlor
Canopy	metribuzin+chlorimuron
Commence	dimethazone+trifluralin
Galaxy, Storm	bentazon+acifluorfen
Gemini, Lorox Plus	linuron+chlorimuron
Partner	imazaquin+alachlor
Pinnacle	Harmony+chlorimuron
Rrelude	paraquat+metolachlor
Rreview	metribuzin+chlorimuron
Rescue	naptalam+2,4-DB
Salute	metribuzin+trifluralin
Squadron	imazaquin+pendimethalin
Tornado	fomesafen+fluzifop
Triscept	imazaquin+trifluralin
Turbo	metribuzin+metolachlor

chlorimuronは本来、茎葉処理剤であるが、特殊雑草防除のために、DNA系除草剤と混用されたり、linuronやmetribuzinとの混合剤としても使用される。chlorimuronとmetribuzinの混合剤、Canopy^Rは大粒種子をもつ雑草を含め、多くの広葉雑草に卓効がある。

土壌混和処理剤のなかで、trifluralinとその混合剤が最も多く使用され、pendimethalinはその $\frac{1}{2}$ 、さらにethafluralinは $\frac{1}{10}$ 位とみられる。

(b) 土 壌 処 理

クロロアセトアミド系のalachlor, metolachlor, DNA系のoryzalin, pendimethalinなどが、イネ科防除剤として、linuron, metribuzin, imazaquin, chlorimuronなどが広葉防除剤として使用される。alachlorとmetolachlorの作用特性はかなり類似しているが、殺草スペクトルではヒユ類に対してalachlorが優れ、キハマスゲにはmetolachlorが優れており、除草効果はalachlorの方が乾燥下でやや高いが、残効性はmetolachlorの方が長い。alachlorと

metolachlorはmetribuzinかlinuronと混用されるか、これらの混合剤が使用されている。2剤ともダイズに対して薬害がないので、処理後7～10日間、降雨がないときは土壌に浅く混和される。alachlorとmetolachlorは、広葉雑草防除のためにlinuronかmetribuzinと混用されるか、これらの混合剤が使用される。土壌処理によるpendimethalinとoryzalinの除草効果はalachlorやmetolachlorよりも不安定である。oryzalinのイネ科防除力はpendimethalinよりもやや大きい。これらはlinuronかmetribuzinと混用されたり、混合剤として使用される。

linuronは多くの一年生雑草に有効であるが、大粒種子をもつ雑草には効果が低い。また土質によってはダイズに薬害が出ることがある。metribuzinはlinuronよりも多種類の広葉雑草に有効で、しかも除草効果が安定している。alachlor, metolachlorやoryzalinと混合されて使用されてきたが、最近は混合剤として使われるようになってきた。chlorimuronとlinuronかmetribuzinの混合剤は大粒種子をもつ雑草を含め、多くの広葉雑草に有効である。imazaquinはalachlor, metolachlorやoryzalinなどのイネ科防除剤と混用されたり、混合剤として使用されている。

近年、イネ科防除剤のなかで、alachlorが最も多く使用され、これに次ぎmetolachlor, pendimethalinが使われている。広葉雑草に対して、metribuzinが多く使用されてきたが、最近はimazaquinの使用が著しく増加している。

(c) 茎 葉 処 理

3～4インチ以下の広葉雑草に対して、主としてacifluorfenやbentazonが使用され

てきたが、最近では chlorimuron, fomesafen, lactofen や imazaquin など新しい薬剤が使用されるようになった。Acifluorfen はアメリカツノクサネム (12 インチ以下) をはじめ、多種類の広葉雑草に有効である。ダイズの茎葉に急性的接触害を与えるが、徐々に回復する。bentazon はオナモミ、ヨウシュチョウセンアサガオ、アメリカキンゴジカ、イチビにも有効で、ダイズには全く薬害がない。chlorimuron はオナモミ、シロバナチョウセンアサガオやエビスグサなどに卓効を示すが、シロザやアサガオ類には劣る。ダイズ (第1複葉期以降) には薬害が小さい。処理してから7~14日後に中耕を行うと、除草効果が高められる。Fomesafen と lactofen は多くの広葉雑草に有効であるが、いずれもダイズに急性的接触害がある。Lactofen の薬害は acifluorfen よりも大きい。Imazaquin の茎葉処理の殺草スペクトルは土壌処理の場合よりも小さいが、オナモミ、ヒユ類やエビスグサなどにも有効である。これらの広葉防除剤は単用よりも、「bentazon + acifluorfen, chlorimuron + acifluorfen, imazaquin + acifluorfen」などのように混合剤として使用されるようになった。

イネ科雑草に対して、sethoxydim, fluazifop, fenoxaprop や quizalopop が茎葉処理される。いずれも土壌が乾燥した条件下では効きにくく、また広葉防除剤との組み合わせでイネ科防除効果が低下する。このため、「bentazon + sethoxydim」のタンクミックスでは sethoxydim が単用よりも50%多く使用される。

(d) 茎葉処理 (雑草直接処理)

ダイズの草丈が8~12インチに達したとき、2,4-DB (オナモミ、アサガオ類), linuron や metribuzin などがダイズの茎下部 $\frac{1}{3}$ よりも上方に薬剤がかからないようにして、1インチ前後のイネ科雑草と3~4インチの広葉雑草に処理される。linuron の薬害は metribuzin よりも小さい。2,4-DB + metribuzin と 2,4-DB + linuron は大粒種子をもつ雑草をはじめ、多種類の雑草に有効である。

(e) 生育期全雑草防除 (茎葉処理)

本方法では、土壌混和処理剤や土壌処理剤は全く使用されない。ダイズの生育期に、雑草の種類と密度が調べられ、最適の除草剤が選ばれる。たいがい、広葉雑草防除剤とイネ科雑草防除剤の処理時期が一致しているので、両剤が混合されて使用される。組み合わせの例を示すと、sethoxydim + bentazon, sethoxydim + acifluorfen, fluazifop + acifluorfen, fluazifop + fomesafen, sethoxydim + chlorimuron, sethoxydim + imazaquin, fluazifop + chlorimuron, fluazifop + chlorimuron などである。イネ科防除剤の効果が広葉防除剤の加用で低下するので薬量が多く使用されるか、散布日が離される。イネ科防除剤散布の翌日に広葉防除剤が散布されるか、広葉防除剤が散布後数日してからイネ科防除剤が散布される。Acifluorfen の場合は7日後に、bentazon の場合は翌日にそれぞれイネ科防除剤が散布される。イネ科防除力を低下させる順位は chlorimuron が最大で、次いで bentazon, acifluorfen である。

(次号につづく)