“Weeds” 第 12 巻 の 内 容 紹 介

京都大学農学部 植 木 邦 和

農林省農業技術研究所 山 田 登・中村 拓

KUNIKAZU UEKI, Noboru YAMADA and Hiroshi NAKAMURA:

On “Weeds” Vol. 12

前号に引きつづいて、アメリカ雑草学会 (The Weed Society of America) の機関紙 “Weeds” 第12巻(1964)の内容を紹介する。本巻には短報を含めて合計94篇の報文が収められているが、その内容を分類すれば第1表のごとくである。本文中の括弧内の数字は末尾に集録した報文の番号を示す。

第1表 “Weeds” 第12巻(1964)の報文の分類

項 目	報 文 数
1) 雑草の形態、生態および生理	11
2) 雑草防除法	
イ) 雑草と除草剤の作用特性	17
ロ) 作物畑における雑草防除法	12
ハ) 作物と雑草の競争	4
ニ) 水生雑草の防除	4
3) 除草剤の作用機作	29
4) 除草剤の製剤と作用性	4
5) 除草剤の土壌中における行動	8
6) その他 (散布機具など)	5
合 計	94

1. 雑草の形態、生態および生理

Canada thistle (*Cirsium arvense* (L.) Scop. エゾノキツネアザミ) の root section を, Montana, Idaho, Washington および Wyoming の 10 カ所から採取し, Bozeman および Montana において植付け, 生態型の研究を行なった結果, 葉縁はおびただしとげをもち深くひだべりがついて浅裂のあるものから全くとげのない縁をもつたものまで, また, 花は紫色の色あいからうすい青色または白色まで, それぞれ変化している。つぎに種子の大きさは, ポンド当り 300,000~673,000 種子の変異の幅があり, また, もつとも早く発生する生態型は, もつとも遅いものにくらべて2週間の開きをもち, 花の発育, さらに草丈にも変異がみとめられている (51)。

Leafy spurge (*Euphorbia esula* L. ハギクソウ) の成熟種子は, 受精後 age がすすむにしたがつて, 種子の色は黄色から先端が褐色をおびた黄色に, さらに基部にせまい黄色の帯をもつた褐色に, また橙色の帯をもつた褐色に, さらに赤味がかった褐色に変わり, ついで褐色, 灰褐色, 灰色に, 最後に雑色となる。しかして, あとの

四つの種子は, 活力をもっているのので, これらの種子の生産をさまたげるためにはハギクソウの刈取りを, 種子が褐色になるまでに実施しなければならない。なお, 褐色種子は, 季節の条件にもよるが, 受精後10~13日目に現われる (53)。また, ハギクソウの根や芽の詳細な解剖学的観察も行なわれている (84)。

つぎに, velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medic イチビ) の種子休眠は, 根本的には不透過性の種皮に起因することが明らかになり, 圃場条件下における休眠は種皮に自然に生ずる割目によつて打破され, その割目の個所は, つねに chalazal slit の部分に存在し, 自然条件下における激しい乾燥の結果として起こるものと考えられる (52)。また western ironweed (*Vernonia baldwinni* Torr.) や leafy spurge (*Euphorbia esula* L. ハギクソウ) の内部休眠は夏の終り, あるいは秋から起こり, それらの雑草の発生に必要な時間あるいは生長の程度が休眠の重要な指標となり, またそれらの休眠は, 圃場における低い地温によつて自然に打破されるようである (70)。

Dodder (ネナシカズラ属の1種) は, largeseed dodder (*Cuscuta indecora* Choisy), field dodder (*Cuscuta campestris* Yuncker) あるいは small-seeded dodder (*Cuscuta approximata* Bab) などの種類があり, アルファルファ栽培では非常に問題になっている雑草である。これらの雑草の異なる温度下における種子の発芽ならびに地温を異にした場合の春期発生との関係が明らかにされ, small-seeded dodder は 35~45°F で発芽し, 60°F で最高である。また, 50°F 以下では, largeseed dodder はほとんど, また field dodder は全く発芽せず, 両者は 60°F あるいはそれ以上の温度でもつともよく発芽した。つぎに, dodder の種子を戸外で秋播きし, 春季の発生状況を観察した結果, small-seeded dodder は地温 39°F でもつとも早く出芽し, ついで largeseed dodder は地温 51°F で 7~10 日, field dodder はさらに 2~4 日出芽がおこなれている。なお, small-seeded dodder は5月中旬以後ほとんど発生するものはないが, largeseed dodder および field dodder は夏まで発生がつづいている (16)。

Winged elm (*Ulmus alata* Michx. ニレ科の1種)の発芽と発生についても研究され、種子を湿潤条件下に貯蔵した場合は急速に活性を失ない、乾燥条件下では長く寿命を保っている。種子の発芽温度は4~42°Cで、4°C以下および42°C以上では発芽しなかつた。20,000 ppm以上の塩濃度では殺種子効果があり、これより低い濃度では発芽を抑制している。なお、16大気圧下における12%マニトール溶液は発芽をさまたげ、これより低い気圧では漸減的に発芽に影響を与えている。つぎに、土壌湿度が20%以下では種子の発芽は困難で、また1/4インチより深く植えられると発生がみとめられない(80)。

水生雑草 common cattail (*Typha latifolia* L. ガマ)の種皮を短い太針の先端で刺傷すると100%の発芽がみられ、また、seedlingは水中につけている間に第1次生長を行ない、その生長は急速である。また、繁殖状態をみると、1個体は6カ月間に直径10フィートの面積をおおう程度の根茎の網状組織を形成している。なお、長さ7インチの雌ずいを有する穂状花序は平均222,000個の種子を生ずる(82)。

つぎに、雑草の生長相と昆虫の食性の上からみた生活史が一致し他の植物に害のないことが分つたため、雑草の生物的防除法に成功した例として、St. Johnswort (klamath weed) (*Hypericum perforatum* L. コゴメバオトギリ)に対するleaf-feeding beetle (*Chrysolina quadrigemina* Suffrian ハムシ科の1種)が報告されている(9)。

その他、waterstargrass (*Heteranthera dubia* (Jacq.) MacM.), coontail (*Ceratophyllum demersum* L. キンギョモ)ならびに duckweed (*Lemna minor* L. アオウキクサ属の1種)の生長に対する赤色光の強度の影響について観察され(91)、また他の植物にくらべてsilica含量がとくに高く、そのため実用に供することができず、駆除の困難となつている medusa-head (*Elymus caput-medusae* L. エゾムギの1種)の植物体各部分におけるsilica含量が調査された(6)。

2. 雑草防除法

(1) 雑草と除草剤の作用特性

従来、種々の雑草がstrainや生態型の違いによつて除草剤に対する反応を異にすることが報告されている。*Cardaria*属の3種のうち、とくにlens-podded種(*Cardaria chalepensis* (L.) Hand.-Maz.)では、葉の大きさ、形、開張力や繁茂性ならびに除草剤に対する反応が非常に異なっている。また、競合のない場合には、heart-podded hoary種(*C. draba* (L.) Dev.)が、

lens-podded種およびglobe-podded種(*C. pubessens* (K. A. Meyer) Jarm)よりも繁殖が旺盛で、発生密度も高いが、一般には2,4-Dおよび2,3,6-TBA(trichlorobenzoic acid)に対してlens-podded種よりも感受性が高い。なお、lens-podded hoary種の12のstrain間においては、2,4-Dおよび2,3,6-TBA感受性との形質との関係は認められていない(7)。また、2,4-Dに対するfield bindweed (*Convolvulus arvensis* L. セイヨウヒルガオ)の反応について、アメリカの19州とカナダの一地方から収集したstrainについて調査された結果、感受性はそれぞれ異なっていることが明らかになった。なお、この反応の違いはセイヨウヒルガオの起源や活力とは関係なく、セイヨウヒルガオ本来の生理的な差異によるものと考えられている(19)。この他、stalk rot (*Gibberella Zeae* 赤カビ病)やcorn borer (*Pyrausta nubilalis* アワノメイガ)に対する抵抗性の知られているトウモロコシの五つの同系交配系統を選び、simazineおよびatrazineに対する反応が検討され、赤カビ病やアワノメイガに対して感受性を示す系統はsimazineやatrazineに対しても感受性をもつことが判明している(21)。

またwild oat (*Avena fatua* L.)はその系統によりIPCに対する抵抗性が異なり、抵抗性の大きい系統は葉がせまく、灰色無毛の外花穎をもち、非休眠性であるが、抵抗性の小さい系統は褐色の軟毛のある外花穎をもち、種子は休眠性を有する。IPCを連用すると抵抗性の系統を選抜する結果となるおそれがあるが、重要な形質である種子の休眠性が除去される傾向をもつことは幸いである(76)。

家畜類、主として畜牛に有害とされているtimber milkvetch (*Astragalus miser* Dougl. ex Hook モメンツルの1種)の変種に関する研究と2,4,5-Tやsilvex (2,4,5-trichlorophenoxy propanoic acid)などによる化学的防除法の検討が行なわれ、timber milkvetchの駆除によつて有用草類の繁殖に成果をあげている(54)。また、flat pea (*Lathyrus sylvestris* L. レンリソウ属の1種)は家畜の嗜好性が低く、有用草類の増殖をさまたげ、有毒性の強害草となつているが、2,4-D, 2,4,5-T, silvex,あるいは2,3,6-TBAの2lb/aの施用によつて完全な防除効果をあげたことが報告されている(14)。Black henbane (*Hyoscyamus niger* L.)は人畜に有毒なアルカロイドをもち、多湿条件下で繁茂する雑草で、2,4-Dの薬量によつては防除効果がおとる場合があるので、夏期休閑、秋期耕耘あるいは多年生牧草bromegrassやwheatgrassなどとの競合によつて効

果的な防除を行なっている (48)。また, abinth wormwood (*Artemisia absinthium* ニガヨモギ) の防除には borax 誘導体, あるいは 2,4-D が有効であるが, 上記の black henbane の場合と同様, 永年性牧草との競合や夏期休閑中の集中的な耕起, あるいは秋期の耕起も防除効果がある (31)。

Swainsonpea (*Swainsona salsula* (Pall.) Taub.) は種子と側根によつてひろがるアジア原産の好ましくないマメ科植物で, アメリカ西部諸州の排水不良な場所や沼沢地, あるいは塩分のある地域で問題になつており, とくに小川の堤, かんがい水路, 荒廃した道路, 牧場などで旺盛な生育を示している。この害草に対しては, silvex (2-(2,4,5-trichlorophenoxy) propionic acid), 2,4-D ならびに 2,4,5-T の 2 lb/a を, 2 年あるいはそれ以上, 年間つづけての処理, または 2,3,6-TBA (2,3,6-trichlorobenzoic acid) の利用も有効である (57)。また, 道路の側面や草地のような非農耕地の強害草である *Borreria verticillata* Meyer の駆除は fenac (2,3,6-trichlorophenylacetic acid) で行なえるが, 一般的な 9 種類のフェノキシ系除草剤は効果が認められない。また diuron (3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea) および 2,3,6-TBA (2,3,6-trichlorobenzoic acid) も有効であるが, simazine, atrazine あるいは prometon (2-methoxy-4,6-bis (isopropylamino)-s-triazine) は効果がなく, 全体として雨季の方が乾季よりも防除効果が高い (46)。

多年生雑草 bristly thistle (*Cirsium horridulum* Michx. アザミの 1 種) は, 73% が 1~4 月に発生し, 1 頭花あたり平均 150 の瘦果をつけ, 赤花と黄花とが 1:1 で存在するが, 多くは成熟種子をもっていない。Bristly thistle を駆除するためには 2~6 回程度地面をけずることが必要であるが, 除草剤のうち 2,4-D や MCPA (2-methyl-4chlorophenoxyacetic acid) による防除も効果がある (8)。また, Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) pers.) の 5 系統を, 選んで植えた場合と選ばずに植えた場合の分けつ数, 茎長あるいは葉色の特性ならびに dalapon (2,2-dichloropropionic acid) の茎葉処理による反応の違いなどが検討されている (65)。

Kudzu (*Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi クズ) は, アメリカ南部諸州において厄介な雑草で, dalapon や 2-(2,4-DP) (2-(2,4-dichlorophenoxy) propionic acid) あるいはこれらの混合剤が使用されているが, 5 年にわたる種々の実験の結果, 2,4-D と 2,4,5-T (2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid) を 1:1 の割合で混合処理すれば, 生育したクズを完全に駆除できることが判明

した (23)。また, 林野で繁殖する alligator juniper (*Juniperus deppeana* Stevd. ネズ属の 1 種) を機械的に防除するためには root crown を完全に除かねばならないが, 化学的には fenuron (3-phenyl-1,1-dimethylurea) あるいは PBA (polychlorinated benzoic acid) を切株に散布する防除法がある (44)。

Simazine と atrazine の作物に対する薬害ならびにダイズとエンバクを用いて長期間にわたつての残効性に関する研究がなされ, strain を異にするトウモロコシではその抵抗性に違いがあり, また, simazine と atrazine の不活性化は, ダイズとエンバクの生物検定法によれば, 土壤環境が幼植物の生育に適している時においてもつとも速やかであることが明らかにされた (12)。その他, turfgrass を用いて, 芝生や裸地に処理された除草剤の残留毒性を調査した報告もある (32)。また従来, 水中植物における吸収や移行の実験に際して問題とされていた茎葉部と根部を区分する方法は, sago poundweed (*Potamogeton pectinatus* L. リュウノヒゲモ) を用いて, C¹⁴ で標識した fenac (2,3,6-trichloro-phenylacetic acid) の転流を観察することによつて容易となつた (27)。

(2) 作物畑における雑草防除

トウモロコシ畑の whichweed (*Striga asiatica* (L.) Kuntze ヒエ類の 1 種) の防除には, fenac (2,3,6-trichlorophenylacetic acid) の発芽前処理がもつとも効果があり, 2,4-D 処理は有効でない。なお, 2,3,6-TBA (2,3,6-trichlorobenzoic acid) は出芽前処理した場合, whichweed を駆除するだけの薬量を用いるとトウモロコシに薬害をもたらししている (13)。上記のような化学的防除法を従来行なわれている浅い耕耘法とくらべると, 除草剤を雑草の発生前に処理する方法は, 不良な気象条件や初期の耕耘をさまたげるような場合には耕耘法より有効であり, またトウモロコシの 13 年間にわたる平均減収も 7.4 bu/a 程度で, 雑草の競合によつて生ずる減収よりも低いことが明らかにされている (42)。

モロコシ栽培においては grass type の雑草防除が問題となつており, non-grass type 雑草には 2,4-D が, また grass type には CDAA (2-chloro-N,N-diallylacetamide) が効果的であり, 同時に両 type を駆除するためには CDAA と atrazine (2-chloro-4-ethylamino-6-isopropylamino-s-triazine) あるいは propazine (2-chloro-4,6-bis(isopropylamino)-s-triazine) との混合剤が有効で, 高濃度で用いた atrazine や propazine より残効性が小さい (26)。Lincoln, North Platte, Alliance ならびに Nebraska においても, 1961 および

1962両年に、RS 501 モロコシと雑草に対する耕起、atrazine 処理、手取除草ならびに畦間の影響などとの関係が研究され、耕起、せまい畦間あるいは atrazine の発芽前処理の組合わせは、それぞれ単独の場合よりも効果的で、モロコシの収量は増加し、一方、雑草量は減少している。なお、atrazine の発芽前処理の場合、軽しような土壌ではモロコシに葉害をもたらすようである。モロコシに対する雑草害を調査した結果、雑草 50 lb/a に対して、モロコシの収量は 1 bu/a 減少することが明らかにされた (63)。また、乾燥地のモロコシ畑では、atrazine の出芽前処理が propazine, CDAA+TCBC (trichlorobenzyl chloride) あるいは atrazine の出芽後処理よりもより効果的で、モロコシの収量も増加している (89)。モロコシ-コムギ-休閑という輪作体系では、雑草防除、侵蝕防止、作物の作付時の土壌水分あるいは耕起などが問題点としてあげられ、上記の輪作体系に除草剤を導入した場合の効果を検討し、コムギ収穫直後の刈株跡に 3 lb/a の atrazine を処理して後、耕起せずにモロコシを作付けした場合すぐれた除草効果をみとめている (15)。なお、上記のように、圃場における無耕耘のとり入れが作物の生産を有利ならしめ、かつ雑草問題を減少させた例が園芸作物について報告されている (72)。

ダイズ畑の効果的な雑草防除法として、前述のモロコシ栽培と同様に化学的、機械的あるいは耕種的方法の組合わせが研究され、耕起除草、amiben(3-amino-2,5-dichlorobenzoic acid) 処理、手取除草ならびにせまい畦間栽培が雑草をおさえ、かつダイズの収量を増加している。なお、amiben 処理における畦間10インチの場合と40インチの場合とを比較すると、前者は後者よりも、① モロコシの平均収量が 39% 増加し、② 耕起が不要であり、③ amiben 使用薬量も50~75%程度に減少でき、④ ③の結果として、葉害はほとんど、あるいは全く認められていない。ダイズに対する雑草害は、雑草 86 lb/a に対してダイズは1 bu/a の減収という結果をえている (35)。

サトウキビ畑の雑草に対して atrazine, simazine, monuron (3-(*p*-chlorophenyl)-1,1-dimethylurea) および diuron (3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea) それぞれの組合わせによる出芽前ならびに出芽後処理が試験され、atrazine を含んだ組合わせは simazine のそれよりもすべての場合において作用力がすぐれ、また diuron は monuron より一つの例外をのぞきすべての試験圃ですぐれた結果をえている。Diuron は *Digitaria* spp. (メヒシバ属) にもつとも効果があり、atrazine は *Commelina diffusa* Burm. (シマツユクサ)

の駆除に対してより有効である (64)。

Kentucky bluegrass 牧草地の中の nimblewill(*Muhlenbergia schreberi* J. F. Gmel. コネズミガヤ) の選択除草ができるか否かが試験され、DMPA (*o*-(2,4-dichlorophenyl)-*o*-methyl isopropylphosphoramidothioate) は年間 95% のコネズミガヤを減少させたが、cacodylic acid (dimethylarsenic acid), dicamba (2-methoxy-3,6-dichlorobenzoic acid) あるいは trifluralin(2,6-dinitro-*N,N*-di-*n*-propyl- α - α - α -trifluoro-*p*-toluidine) は61~72%の減少程度で、2年目にはコネズミガヤに対する影響は明らかでない。なお上記の除草剤は、bluegrass に対して、はげしい、または長期にわたる葉害をひき起こさない (94)。

休閑地における雑草の発生を、除草剤の空中散布によつて防止する研究が行なわれている。Downy brome (*Bromus tectorum* L.) はムギ畑の休閑地に多く、また volunteer wheat (野生ムギ) は mite (ダニ) の発生も助長するので、両雑草に対して、耕耘せずに simazine, atrazine, diuron あるいは EPTC (ethyl *N,N*-di-*n*-propylthiolcarbamate) の空中散布を行なつた結果、atrazine の粒剤処理がもつとも除草効果はあるが、13~14ヵ月後に播種した冬コムギに葉害を生じたり、全然種子が発芽しなかつた場合もあり、持続期間の長い除草剤を使用する場合は除草剤に対する知識を十分修得する必要があることを強調している (38)。

(3) 作物と雑草の競争

Smooth pigweed (*Amaranthus hybridus* L. ホナガアオゲイトウ) の繁茂が旺盛である場合は、トウモロコシにおいて平均 39%, またダイズでは平均 55% も減少する。トウモロコシについてみれば、トウモロコシと pig weed の総乾物重はほぼ一定で、pigweed の乾物重が増加した分だけトウモロコシの乾物重が減少している。しかるに、ダイズと pigweed のそれは、pigweed の発生していない場合のダイズの乾物重の 1½ 倍であ

第2表 ダイズと pigweed の乾物重

pigweedの間隔	1959, 1960 および 1961年における平均 (lb/a)			
	pigweed	ダイズ粒重	ダイズ莖葉重	計
Band	3,350	910	870	5,130
1"	2,790	990	970	4,750
5"	2,510	1,130	1,100	4,740
10"	2,110	1,410	1,220	4,740
20"	1,510	1,510	1,360	4,380
40"	1,000	1,720	1,450	4,170
対 照	-	2,090	1,710	3,800

注) Band: pigweed を 4~6 インチの幅に、間隔をあけずに植える。
1"~40": pigweed を 4~6 インチの幅に、1"~40" の間隔をあけて植える。

る(第2表)。これは pigweed がダイズより草丈が高く、したがってトウモロコシにくらべてダイズの減収が大きいことを説明しうる。以上の事実は、作物と雑草における競合軽減のための化学的、耕種的防除手段の重要性を示唆するものである(40)。

モロコシの穀実収量が、アメリカ北西部諸州およびテキサス州の中央部においては、雑草の防除をしないため8~41%の変異で損失している。ことに高温条件下でモロコシがせまい畦に密に植付けてある場合雑草との競合が激しく、また低温で広い畦に播種されると、いつそうめだつた競合が生じる。もしモロコシを植えた直後の雨が雑草の発芽をひき起こすならば、モロコシと雑草との競合は、モロコシを植付けて1~2カ月後に雑草が発生した場合よりさらに激しい。この場合、数種の機械的防除法が非常に効果的であることが報告されている(62)。

Barnyardgrass(*Echinochloa crusgalli*(L.) Beauv. イヌビエ), lambsquarters (*Chenopodium album* L. シロザ) および pigweed はアメリカ太平洋側の北西部におけるかんがいするマメ畑で問題の雑草であり、マメ類の植付け後まもなく発生した雑草は広範囲にマメ類の減収をもたらし、ことに季節の終りにおいてマメと雑草との競合がかなり生じている。ことにマメの植付け5~7週間後に生長した雑草は、化学的方法あるいは他の手段を用いて除去しなければならない(61)。

Quackgrass (*Agropyron repens* (L.) Beauv. ヒメカモジグサ) が同一肥料を施用したエンバクならびにアルファルファと競合した場合、クロロシスと生長抑制がひき起こされている。このことは、肥料溶液から有効な要素とくに窒素の奪取において quackgrass が作物よりすぐれており、また、燐酸や加里の必要度が少ない理由によるものである。この場合、生長している quackgrass の根、あるいは根茎から、アルファルファやエンバクの発芽や生長を抑制したりする有害物質を生ずる証はえられていない。また、多量の quackgrass の残滓が土壌中に加えられると、アルファルファやエンバクにクロロシスや生長抑制が生じたが、この事実は、利用しうる窒素の一時的な欠乏に起因する高い C/N 率と連関があると考えられる。quackgrass の葉や根茎の水抽出物は、抽出している間、またはその後に高温の影響をうけなければ、作物に対する害作用はみとめられない。なお、土壌が分解しつつある quackgrass や作物の残滓を含んでいるならば、土壌が飽和水状態のとき、または分解が嫌氣的であつた時をのぞけば、土壌から極端に有毒な抽出物が獲得されたと報告している(66)。

(4) 水生雑草の防除

除草剤による水生雑草の防除効果と魚毒性が *Potamogeton*, *Najas*, *Ceratophyllum*, *Heteranthera* や *Zan-nichellia* について調査され、これらの水生雑草に対しては、simazine 粒剤の1~2ppmwの発生前処理が有効であることが明らかになった。*Cladophora*, *Pithophora* あるいは *Chara* などの藻類に対してはさらに高濃度の simazine 処理が必要で、atrazine についてもほぼ同様の結果をえており、概して atrazine 粒剤のばら散きより spray する方が有効である。Propazine (2-chloro-4,6-bis(isopropylamino)-s-triazine) および prometon (2-methoxy-4,6-bis(isopropylamino)-s-triazine) は 3ppmw まで効果がない。一方、魚毒性は simazine が propazine, prometon あるいは atrazine よりも、また粒剤が粉剤や乳剤よりも少ない。本実験の範囲では、bottom organisms (魚の餌) における LD₅₀ は 28 ppmw で、除草剤の影響はみとめられていないが、水中生物の生態的な変化が二次的に魚に対して何らかの影響を与えるのではないかと考えられている(43)。

Southern naiad (*Najas guadalupensis* (Spreng.) Magnus) は、Florida の灌排水路に発生する普通的水中雑草の1種であるが、この雑草に対して13薬剤が試験され、そのうち acrolein (acrylaldehyde) および endothall (7-oxabicyclo-(2,2,1) heptane-2,3-dicarboxylic acid) はもつとも速やかに殺草効果をあげたが、16週の終りには再処理を要した。Diquat (6,7-dihydrodipyrido [1,2-a:2',1'-c] pyrazidinium salt) ならびに paraquat (1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium salt) はもつとも有望なものと評価されている。以上の acrolein, endothall ならびに diquat は大規模に応用されているが、13薬剤のうち diquat ならびに paraquat のみ魚毒性がみとめられていない(85)。

Pondweed(ヒルムシロ科)ならびに slender naiad(イバラモ科)など水生雑草の発生に先立つて dichlobenil (2,6-dichlorobenzonitrile) の20~40 lb/a を利用した場合、防除の程度が区々であり、また coontail (*Ceratophyllum demersum* マツモ) に対しては、より高い薬量でわずかに影響することが報告されている。また、水生植物や藻類の発生後処理は十分な効果がみとめられない。なお、dichlobenil は、除草剤濃度では魚毒性は激しくない(77)。

その他、水生雑草の生物的防除の事例として、Puerto Rico において住血吸虫病の防除に効果をあげた large fresh-water snail (*Marisa cornuarietis* カタツムリの1種)が、*Ceratophyllum demersum*, *Najas guadalupensis* や Illinois pondweed (*Potamogeton illinoensis*

ヒルムシロ属の1種)を食してこれらを完全に防除し、また、waterlettuce (*Pistia stratiotes* ボタンウキクサ)や alligatorweed (*Alternanthera philoxeroides* ツルノゲイトウ)を部分的に食してそれらの生長や開花を著しくさまたげることが報告されている。なお天敵として snail-eating bird (*Cassidix mexicanus*) が存在する(29)。

3. 除草剤の作用機作

(1) トリアジン系除草剤

トウモロコシのシマジンに対する抵抗力は、シマジンは体内に含有されている 2,4-dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazine-3-one あるいはその 2-glucoside によつて非酵素作用的に加水分解されてしまうことに基因する。ところがトウモロコシで単一劣性因子をホモにもつ系統にこの 2,4-dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazine-3-one の含量が8~10分の1程度に低いものがあり、この植物のアセトン抽出物をシマジンと反応させても、ごくわずかの加水分解産物、hydroxysimazine を生成するのみである。同系繁殖により3:1の比で生ずる劣性植物も、交雑によつて1:1の比で分離した劣性植物とともに benzoxazinone の含量が低く、培養液に加えたアトラジンに対する抵抗力が低いことが認められた(10)。

またシマジンやアトラジンに対して抵抗力の小さい系統、GT 112 に対し、これらの除草剤で処理したあと glucose と sucrose を葉の先端から給与 (leaf feeding) すると、抵抗力のある系統の GT 112 RfRf と同程度まで葉害が軽減された。GT 112 の根の呼吸率は GT 112 RfRf のそれより高いが、アトラジンで処理されると、後者では変化がないが、前者、すなわち抵抗力のない GT 112 では減退して、ついに死に至る。これは GT 112 では根における炭水化物の消費が多いにもかかわらず、地上部からのその供給が減退するからである(17)。さらに葉のカタラーゼおよびパーオキシダーゼの活性に及ぼすアトラジンの影響を見ると、GT 112 RfRf ではカタラーゼ活性が処理によつて明らかに増大するに反し GT 112 では低下するし、またパーオキシダーゼ活性は前者で高いが、処理による一定の傾向は認められない(24)。

アトラジンに対し抵抗力のないオート、大豆、インゲン、抵抗力のあるジョンスングラス、モロコシ、トウモロコシ、および中間の棉と落花生とを供試して C¹⁴ でラベルしたアトラジンおよびラベルしてないアトラジンを用いてその体内における代謝を比較研究すると、アトラ

ジンの吸収量と抵抗力との間には相関がみられないが、地上部内に残存する未分解のアトラジンの量は、オート>大豆>インゲン=棉>落花生>ジョンスングラス>モロコシ=トウモロコシ(乾重当り含量)の順であつて、棉を除けばその順位は抵抗力の順位と一致している。すべての植物は多かれ少なかれアトラジンを hydroxyatrazine に変化せしめているが、その hydroxyatrazine が生成される量は抵抗力と相関を示し、抵抗力の高い3種の植物は抵抗力の低いオートや大豆の少なくとも2培量の hydroxyatrazine を生成する。また抵抗力の低いグループでもインゲンは他の植物よりかなり多量に hydroxyatrazine を生成することが見られた(18)。

トリアジン類の揮発性は trietazine>ipazine>atrazine>propazine>simazine の順で、prometone, hydroxypropazine と hydroxysimazine にはほとんど揮発性がない。5種類の 2-chloro-triazine 除草剤と prometone の葉内への侵入とその毒性は水に対する溶解度の大小と関連しており、また表面活性剤の加用はこれら除草剤の活性を高める効果を示す。6種の除草剤、6種の植物について、求基的(basipetal)な体内移行は全く見られず、すべて容易に求頂的(acropetal)に移行すると認められた(34)。

さらに16種の s-トリアジン系化合物を供試し、トウモロコシ、棉、大豆、燕麦、ベニバナ、ライグラス、アカザ、ナタネを対象として出芽後処理の影響を比較し、各種の置換がその作用力といかなる関係を示すかを研究した(37)ところ、

(1) 2-allylamino-4-chloro-6-methoxypropylamino-s-triazine の methoxypropylamino 基を β -methoxyethylamino 基に置換すると、すなわち第3表の(3)を(2)に変えると作用力が減じ、とくに単子葉植物に対する毒性が減少する。

(2) Simazine の Cl が ethylmercapto 基に変わると、すなわち(15)が(10)に変わると作用力が強まる。

(3) Atrazine の Cl が cyano に変わると、すなわち(16)が(8)になると燕麦とライグラスに対する毒性が弱まる。

(4) 2-amino-4-isopropylamino-6-methylmercapto-s-triazine の isopropylamino 基を n-propylamino に変え、すなわち(6)が(7)になり、また 2-diethylamino-4-isopropylamino-6-methylmercapto-s-triazine の diethylamino 基を allylamino に変えると、すなわち(9)が(4)になると、広葉植物に対する毒性には変化がないが単子葉植物に対する毒性が増加する。

(5) 2-ethylamino-4-methylamino-6-methylmerca-

pto-s-triazine の methylamino を *n*-propylamino か
または methoxypropylamino に変えると、すなわち
(12) を (13) か (11) に変えると、トウモロコシに対す

る毒性が大きく減少するので、この両者はトウモロコシ
圃場で広葉および禾本科雑草の防除を対象とする出芽後
処理剤として注目されよう。

第3表 トリアジン系化合物の殺草力

化合物の番号	s-triazine 核 上 の 位 置			総合殺草力
	2	4	6	
(1) GS-11356	allylamino	allylmino	methylmercapto	76
(2) GS-11609	allylamino	Cl	β -methoxyethylamino	63
(3) GS-11851	allylamino	Cl	methoxypropylamino	95
(4) GS-11359	allylamino	isopropylamino	methylmercapto	89
(5) GS-11360	allylamino	methylmercapto	<i>n</i> -propylamino	83
(6) GS-11354	amino	isopropylamino	methylmercapto	84
(7) GS-11353	amino	methylmercapto	<i>n</i> -propylamino	94
(8) GS-10293	cyano	ethylamino	isopropylamino	75
(9) GS-11348	diethylamino	isopropylamino	methylmercapto	79
(10) GS-35123	ethylamino	ethylamino	ethylmercapto	95
(11) GS-12344	ethylamino	methoxypropylamino	methylmercapto	90
(12) GS-11347	ethylamino	methylamino	methylmercapto	99
(13) GS-11349	ethylamino	methylmercapto	<i>n</i> -propylamino	94
(14) GS-36392	isopropylamino	methoxy	methoxyethylamino	83
(15) Simazine	Cl	ethylamino	ethylamino	59
(16) Atrazine	Cl	ethylamino	isopropylamino	95

注) 総合殺草力とは広葉, 禾本科, 作物, 雑草を含めて8種の植物に対する殺草力の総合的指数を示し, 0=影響なし, 100=完全枯死とす。

なお, C¹⁴でラベルした4種のトリアジン系除草剤の
落花生の葉における吸収, 拡散および体内移行を調べた
ところ, 表面活性剤の加用は除草剤の吸収を促進するが
その拡散には影響しないこと, また4種の除草剤の中,
アトラジンとプロメトンとは求基的にも求頂的にも移行
するが, シマジンとプロバジンとは求頂的方向にのみ移
動することが認められた (11)。

また simazine, atrazine, propazine など7種のs-トリ
アジン系除草剤の揮発性が研究された。ニッケル鍍金し
た容器からの揮発は25°C では prometone>trietazine>
atrazine=ametryne=prometryne>propazine=sima-
zineの順であるが, 土壤に施用されたあとの土壤からの
揮発は, 土壤の性質と除草剤の種類によつて異なり,
prometone の揮発は砂の含有率と比例し, 粘土および
有機物含量と逆比例するに反し, atrazine や simazine
の揮発は土壤の性質の影響を受けることが少ない。また
atrazine, prometone を hydroxy 化合物に加水分解す
ると揮発性が減少する。なお容器からの揮発は GM-カ
ウンターによる放射能測定に影響するものであり, 注意
すべきである (28)。

(2) ホルモン系除草剤

2,4-Dの作用機作を研究したものは従来きわめて多数
に達しているが, それらは主として試験材料の得やすい
農作物や園芸作物を供試したものが多く, 雑草そのもの
を供試材料として用いた例は比較的少ない。しかし雑草
は特異な反応を2,4-Dに対して示すものがあつて, 雑草

ごとにその作用特異性を調べる必要があろう。一年生広
葉雑草の Jimson weed (*Datura stramonium*) は2,4-D
のごく少量で葉や茎の畸形を起こすが, 高濃度をもつて
してもこれを殺すことがむづかしい。そこで C¹⁴でカル
ボキシル基にラベルした 2,4-D を用いて移行および代
謝を研究したところ, 2,4-D は処理葉から茎の基部に下
り, そこから若い葉や頂端 (apex) に移り, 生長の抑制,
畸形化を起こすが, 直ちに根に移行し, 根から体外に排
出されることが分つた。すなわちこの植物では 2,4-D
が体内で代謝を受けて他の物質に変化することはほとん
どないが, しかし根への移行と排出によつて無毒化され
るのである (55)。

生長のはやい草本植物として棉, 生長のおそい木本植
物として oak の3種を供試し, C¹⁴ でラベルした 2,4-D,
アミトロールおよび尿素を, 棉では子葉の1枚の表面に,
oak では2カ月目の苗の葉の表面と裏面に処理した。こ
の際, 尿素は直ちに加水分解され, 放出される CO₂ が直
ちに光合成に用いられて sucrose となり, sucrose と
して移行するのでそれを追跡した。尿素から由来した
sucrose, アミトロールおよび 2,4-D ともに活発に生長
しつつある部分に向つて移行するが, その移行速度は棉
では速く, oak ではおそい。尿素から由来した sucrose
は体内を自由に動くが, 2,4-D は途中で集積されるため
遠くへは自由に動けなく, アミトロールは両者の中間を
示す。また温度が上ると木部による移動が増大する傾向
がある (59)。また black jack oak (*Quercus mari-*

landica Muenchh) その他の植物の切断葉で, 2, 4-D, 2, 4, 5-T および 2-chloro-4-fluorophenoxyacetic acid の脱炭酸作用を調べたところ, 脱炭酸作用の大小と植物の抵抗力との間にはなんらの関係もない (5)。さらに 4-(2, 4-DB), すなわち 4-(2, 4-dichlorophenoxy) butyric acid で処理された birdsfoot trefoil と thimothy 体内で 2, 4-D が生成される速度には差がなく, また無菌培養されたエンドウ体内においても, 同じ程度に 4-(2, 4-DB) から 2, 4-D が生成されるから, 微生物と同様にこれら植物体内にも β -酸化を行なう酵素的能力が存在すると思われる (47)。

従来, 多年生雑草の防除はその根の中に貯蔵養分の量が最も少ない時期が適当であるとされ, とくに phenoxy 系除草剤は根中の貯蔵炭水化物の消費を引き起こすので, 根中貯蔵養分の低い時期が使用の適期であるとされているが, これに反する研究結果もまた少なくない。そこで salt cedar (*Tamarix pentandra* Pall), woods rose (*Rosa woodsii* Lindl. var. *ultramontana* (Woods) Jeps.) を供試し, 2 カ年にわたって根中の有効全炭水化物量の消長と silvex, 2, 4, 5-T の殺草効果との関係を調べたところ, 両者の間には相関がないことが分った (86)。

(3) その他除草剤

エンドウ (*Pisum sativum* var. *Alaska*) の根におけるグルコースの吸収, 代謝に及ぼす13種の生長調節物質および除草剤の影響が研究された。IAA やジベレリンのような天然にある生長物質はなんらの影響をも示さないが, α -ナフタレン酢酸や β -ナフタレン酢酸はグルコースの吸収を阻害し, その anabolism を阻害するが, catabolism を促進する。IPC, EPTC および monuron は吸収を多少阻害し, catabolism にわずかに影響する。また TIBA, TBA などの benzoic acid は吸収を抑え, catabolism を増す。amitrole, dalapon, MH, シマジンもそれぞれ程度の差はあるが吸収を抑え catabolism および anabolism に対して特異的な影響を及ぼす (79)。

棉の種子に殺虫剤の phorate (*o, o*-diethyl *s*-(ethylthio) methyl phosphorodithioate) あるいは Di-syston, *o, o*-diethyl *s*-[2-(ethylthio) ethyl] phosphorodithioate を被覆して播き, その後 monuron あるいは diuron 水懸濁液を土壌処理すると甚だしく薬害が生じ, まず幼苗の生長が阻害され, 子葉の周辺からネクロシスを起こして枯死する。Di-syston 粒剤を種子被覆でなく条間施用しても同様であつた。Diuron よりも monuron の方が薬害が強く現われる (83)。

アミトロールは植物の purine 代謝を攪乱するとの報

告があるが, これをトウモロコシの発芽植物に処理すると, 根の RNA, 酸可溶の nucleotides および蛋白の含量には影響しないが, 子葉鞘の酸可溶 nucleotides を 34%, RNA を 9% 程度低下せしめる作用を表わす (90)。またアミトロールとその誘導体および類似のヘテロ環化合物12種を供試して小麦根とニンジン組織の生長, トウモロコシの葉緑素含量およびホウレンソウのカタラーゼ活性に及ぼす作用を比較すると, アミトロール (3-amino-1, 2, 4-triazole) と 5-chlorobenzo-1, 2, 3-triazole の2種が上記4点に関する活性が最も強く, 他の化合物は生長の阻害を起こす活性はより大きい, クロロシスとカタラーゼ活性阻害を来す作用は小さい (3)。

C¹⁴ でラベルした EPTC を用い, アルファルファ体内における行動を調べると, C¹⁴ は最も若い組織に集積するが, それはすでに EPTC そのものではなく, 代謝を受けて変化しており, その一部は C¹⁴O₂ として体外に放出される。アルファルファが EPTC に対して抵抗力をもつ理由はそこにあると考えられる (78)。

Diquat と paraquat はコウキクサ (duckweed, *Lemna minor* L.) の呼吸を促進するが光合成を阻害する。しかしその阻害は atrazine や monuron の場合にくらべて著しく高い濃度で起こる。光合成の阻害は diquat の方が paraquat より大きく, また diquat と monuron の混用は相加的効果を示す。C¹⁴ でラベルした diquat と paraquat を用い, ツルノゲイトウ (alligatorweed, *Alternanthera phioxeroides*) や インゲン (*Phaseolus vulgaris*) 体内における行動を追跡すると, これらは体内で分解しないことが分った (75)。

Chlorella pyrenoidosa を供試して α -ナフタレン酢酸, 2, 4-D およびアトラジンの生長阻害作用に kinetic analysis と probit analysis 法を適用すると, ナフタレン酢酸, 2, 4-D による阻害は前者でよく表現されるが, アトラジンの阻害は前者よりも後者によつてよく表現されることが分った。ナフタレン酢酸と 2, 4-D による阻害は大豆などで見られたと同様にオーキシン系の作用 kinetics を示すが, アトラジンはそれと異なり, 光合成の阻害をなし, 低濃度では阻害効果が少なく濃度が高まると阻害効果が急激に高くなる (56)。

最近の pyrimidine 化学における研究の結果として除草効果のある一連の化合物が発見されているが, その中第4表に挙げた4種の uracil 置換化合物の作用性が研究された。高等植物は発芽直後は抵抗力が強く, 生育が進むにつれて抵抗力が低下する。大麦幼苗を isocil で処理し, 第1葉から sucrose を吸収せしめると第3葉が正常に近く展開するが, sucrose を供給しないと展開が

妨げられて枯死した。このことから uracil 系除草剤は光合成を阻害するのではないかと考えられるが、ターニップの葉緑体を用いてヒル反応に対する影響を調べると、下記のように尿素系、あるいはトリアジン系除草剤と同程度の濃度でヒル反応を阻害する。植物に対する毒性は pyrimidine 代謝の阻害よりも光合成阻害を通して発現するとみられる (41)。

第4表 Uracil 誘導体のヒル反応阻害

薬 品 名	ヒル反応を50%阻害する濃度 (M)
3-Cyclohexyl-5,6-trimethylenuracil	8.5×10^{-7}
5-Bromo-3-sec-butyl-6-methyluracil (bromacil)	1.4×10^{-6}
5-Bromo-3-isopropyl-6-methyluracil (isocil)	2.7×10^{-6}
3-Phenyl-5-bromo-6-methyluracil	1.5×10^{-5}

Swep, methyl N-(3,4-dichlorophenyl) carbamate はアメリカで水稻作に対し有望視されているが、本除草剤は水稻体内で swep-lignin complex を生成し、lignin polymer 中に深く捕えられていることが明らかにされた。このような分子のおとし穴 (molecular trapping) は除草剤の解毒機構の解析に新しい局面をあたえている (60)。

このほか、トリアジン系、尿素系除草剤の光による分解 (1, 2), 2,4-D その他 2,3 の除草剤に対する植物の反応に及ぼす温度、生育ステージなどの影響 (45) について報告がある。

(4) 除草剤作用機作のテスト法

Euglena gracilis は葉緑素合成を阻害する除草剤のスクリーニングに利用される。方法は大変簡単で、1日で結果がえられる。しかも、この方法ではアミトロールのように葉緑体生成を阻害する物質と、エチオニンのような葉緑素合成を阻害する物質とを区別することができる (68)。

4-Amino-3,5,6-trichloropicolinic acid は草地、牧草地、禾穀類畑の深根性多年生木本雑草の防除に試験されているが、この物質の bioassay 法が考案された。インゲンマメの初生葉の中肋に1滴この物質を加えることによつて 1,000 ppm から 0.1 ppm までの定量が可能であり、また土壤中や水中に存在する量も出芽前土壌処理テストによつてきわめて敏感に検定される。本物質による症状は特異的であり、他の除草剤と混在していても 1 microgram 以下の量が検出できる (67)。

2,4-D や dalapon に螢光色素 (sodium 3-hydroxy-5,8,10-pyrenetrisulfonate) を加えて *Phaseolus vulgaris*, *Sorghum halepense*, *Zebrina pendula*, *Chenopodium album* に葉面散布すると、気孔の開いている時にはこの色素の吸収が多く、同時に除草剤の吸収も

多いという関係があり、色素によるトレーサーは除草剤のクチクラ吸収の指標にはならないが気孔吸収の便利な指標として利用できる (87)。

2,4-D の使用に際し、隣接する畑の抵抗力の弱い作物が葉害を受けることがしばしばみられるが、これに関連して 2,4-D 化合物のガス体およびエロゾール形態のものを捕集するための定置式および運搬式捕集器が考案された (81)。

4. 除草剤の製剤と作用性

表面活性剤は除草剤の体内侵入を促進する。アミトロールの小滴から表面活性剤の存在する場合には6時間にその80%が葉組織内に侵入したが、表面活性剤のない場合には4日後でもなお80%が葉面上に残存した。活性剤の作用は葉面上で液滴のぬれ、拡がり、および付着をもたらすが、さらにクチクラの hydration を起こしてこれに侵入し、その親水性—親油性の性質に基づいてクチクラの膨脹を増大せしめて除草剤の移動を助けると考えられているが、除草剤の種類とそのキャリアー、および表面活性剤との間に複雑な相互関係の存在することが 2,4-D の各種製剤について認められた (73)。表面活性剤は1つの分子に相反する性質、すなわち親水性 (hydrophilic) と親油性 (lipophilic) とを併せもつ物質で、親水性および親油性基の大きさと強さを変えることにより、いろいろな HLB, すなわち hydrophilic lipophilic balance を異にする活性剤が作られる。HLB の低い活性剤は油中水滴のエマルジョンを作り、HLB の高い活性剤は水中油滴型の乳化を作らせるなど HLB の変化に応じて活性剤の機能が異なる。また表面活性剤には cationic, anionic, すなわち ionic なものと、non-ionic なものがあるが、それぞれ目的、利点を異にする。しばしば利用される non-ionic 剤と sulfonate 化合物の混剤では sulfonate により乳化を容易にし、non-ionic な性質により硬質水などの電解質に対する安定度をあたえとともに HLB の調節がなされている (74)。

2,4-D の誘導体および fenac, silvex など bentonite, attapulgitte などと混じて粒剤としたものの水中における溶出速度、溶出量と温度、粒子の大きさおよび pH との関係が研究された (25)。また 4-amino-3,5,6-trichloropicolinic acid 加里塩の蒸気は, DICAMBA (2-methoxy-3,6-dichlorobenzoic acid の dimethylamine 塩) や 2,4-D の propylene glycol butyl ether ester よりもインゲンに対し強い殺草力を示す (71)。

5. 除草剤の土壌中における行動

除草剤が土壌に吸着されることは除草剤を土壌表面に保持するのに役立つとともに他方ではその作用力の減少を来し、土壌の性質に応じて異なる施用量を要求することになる。土壌処理剤の利用はますます増加しつつあり、土壌による除草剤の吸着の機作を明らかにすることが肝要である。そこで有機質土壌(マック)、ベントナイト、アニオン交換樹脂、カチオン交換樹脂による除草剤の水溶液からの吸着を研究した。吸着は adsorbent の種類、pH、温度により左右され、異なる除草剤はこれらの要因の変化に応じて異なる反応を呈する。たとえば、pH が下ると diquat を除くすべての除草剤は adsorbent に対し吸着を増すが、この pH の影響は DNBP やアトラジンで大きい。DNBP はアニオン交換樹脂にのみ吸着され、カチオン交換樹脂には吸着されないが、CIPC、monuron、アトラジンはいずれにも吸着される。他方、diquat はカチオン交換樹脂に完全に吸着されるが、アニオン交換樹脂にはわずかしき吸着されない。有機質土壌への吸着は diquat>CIPC>DNBP>monuron>アトラジンの順を示し、吸着と水溶性との関係はない。ベントナイトへの吸着は 50°C より 0°C の方が著しく大きい、有機質土壌では温度による差がない。他方 C¹⁴ でラベルしたアトラジン、monuron、シマジン、amiben、2,4-D を用い、ベントナイトや土壌から水への desorption を比較すると、ベントナイトの方が desorption が容易である (39)。

DICAMBA(2-methoxy-3,6-dichlorobenzoic acid) と diphenamid (N,N-dimethyl-2,2-diphenylacetamide) の土壌中の移動を Hagerstown silty clay で調べたところ、土壌表面に 5 インチおよび 10 インチの水量をあたえる場合に 30 分ごとに 0.25 インチずつ増量する方が 1 インチずつ増量するものよりも除草剤の移動が大きい、また地下灌漑して地表面から蒸発が起ると上方への移動も起こる。このことは単に総雨量だけではなく、雨の降り方などの天候状態が土壌中の移動を支配する重要な要因となることを示している (36)。

乾いた土壌の柱に除草剤を水溶液または懸濁液として表面に加え、一定時間後に土柱の各深度に存在する除草剤の量を大豆をテストプラントとして検定し、leaching の程度を比較すると、2,3,6-TBA、dimethylamine 塩、PBA>2,4-D アミン塩、fenac のナトリウム塩>fenac のエステル、fenuron、monuron、silvex のアミン塩、2,4,5-T>silvex のエステル、2,4,5-T のエステル、2,4-D のエステルであつた (33)。

EPTC はトウモロコシの出芽前除草剤としてここ数年利用されているが、機械により、あるいはスプリン

クラー灌水によつて EPTC を土壌内に混入すると除草効果が增大するといわれている。しかし大雨や地表面からの灌漑のない条件の下にあつても EPTC をあまり深く土層内に混入すると、トウモロコシの発芽には影響しないが、生長の阻害が起こる。土壌混入のための農機具の種類を変えても、深く混入されるほど被害を受けることに大差はなかつた (93)。

南カリフォルニアの砂質壤土で monuron と neburon を土壌処理したあと、その残存期間を追跡すると (1960 年 10 月より 1963 年 7 月まで、この間の雨量は 18.5 インチ)、monuron (エーカー当り 2~8 ポンド) と neburon (エーカー当り 2 ポンド) は 12 カ月以内に薬害のない 0.3ppm 程度以下に減少したが、エーカー当り 4 および 8 ポンドの neburon はそれぞれ 16 カ月および 24 カ月を経過してもなお作物に有毒な量が残存した (88)。

Diphenamid はタバコに薬害をあたえず、良好なタバコ畑の除草剤であるが、ケンタッキーでタバコ畑に施用した際、後作の大麦に薬害が発生して生長が抑制されたので、土壌中の残効を調査したところ、silt loam 土壌でケンタッキーの気象下では 10~11 カ月後も土壌の 0~9 インチの層内に残効がみられた (92)。

CIPC、CDEC、EPTC、sesome および NPA を Willacy fine sandy loam に地表処理した直後に 24~32 mph の強風が吹いたところ、その大部分が飛び去つたため、そのあとで地表灌漑を加えたが、除草効果は激減した。風のある地区での乾燥土壌に対する除草剤施用上注意すべきことである (69)。さらに揮発性除草剤の残効に及ぼす空気流(風)の影響を研究するための装置が考案され、土壌処理された EPTC の効力持続と風速との関係が調べられた (30)。

6. そ の 他

Mc Cormick No. 10 grain drill の grass seed attachment を利用しての除草剤粒剤の施用 (20)、トラクターに登載する圃場試験用 plot sprayer (22) の考案や液剤散布用ノズルの性能に関する調査 (4) などが報告されている。

また 1964 年のアメリカ雑草学会 (Weed Society of America) 大会における会長演説 (Presidential address) および 同大会に來賓として出席したアメリカ農務省の O. L. FREEMAN 農務長官のあいさつが収録されている (49,50)。

〔付記〕 第 1 表の項目 1) と 2) は植木が、また 3) 以下は山田、中村が分担した。

登載論文

Vol. 12, No. 1

- (1) Photodecomposition of Substituted Phenylureas.
L. S. JORDAN, C. W. COGGINS Jr., B. E. DAY,
and W. A. CLERX 1
- (2) Photodecomposition of Triazines. L. S. JORDAN,
B. E. DAY, and W. A. CLERX 5
- (3) Structural Requirements of Amitrole for
Physiological Activity. E. E. SCHWEIZER and
B. J. ROGERS 7
- (4) Whirl Chamber Nozzles Compared to Other
Herbicide Nozzles. GLENN C. KLINGMAN 10
- (5) The Decarboxylation of Phenoxyacetic Acid
Herbicides by Excised Leaves of Woody
Plants. EDDIE BASLER 14
- (6) Silica in Medusahead. CHARLES F. SWENSON,
DUANE LE TOURNEAU, and LAMBERT C. ERICKSON 16
- (7) Morphological and Herbicide Susceptibility
Differences among Strains of Hoary Cress.
J. J. SEXSMITH 19
- (8) The Bristly Thistle and Its Control. D. E. DAVIS,
H. H. FUNDERBURK, Jr., and D. R. ROBERTS 22
- (9) Host Specificity of a Phytophagous Insect.
JAMES K. HOLLOWAY 25
- (10) A Corn Mutant Deficient in 2,4-Dihydroxy-7-
methoxy-1,4-benzoxazin-3-one and with an Altered
Tolerance to Atrazine. R. H. HAMILTON 27
- (11) Absorption, Diffusion, and Translocation of
C¹⁴-labeled Triazine Herbicides by Peanut
Leaves. PROSANTO KUMAR BISWAS 31
- (12) Inactivation of Simazine and Atrazine in the
Field. RONALD E. TALBERT and O. HALE
FLETCHALL 33
- (13) The Effect of Several Herbicides on the Control
of Witchweed in Corn. PAUL F. SAND, E. L.
ROBINSON, and CLYDE C. DOWLER 37
- (14) Characteristics and Herbicidal Control of Flat
Pea. W. C. ROBOCKER and HAROLD D. KERR 40
- (15) A New Technique of Controlling Weeds in
Sorghum in a Wheat-Sorghum-Fallow Rotation
in the Great Plains. W. M. PHILLIPS 42
- (16) Germination and Spring Emergence of Dodder as
Influenced by Temperature. KEITH R. ALLRED
and D. C. TINGEY 45
- (17) Mode of Action of Atrazine and Simazine in
Susceptible and Resistant Lines of Corn.
EMORY FORD EASTIN, RUPERT D. PALMER, and
C. O. GROGAN 49
- (18) Metabolism of Atrazine by Susceptible and
Resistant Plants. N. S. NEGI, H. H. FUNDERBURK,
Jr., and D. E. DAVIS 53
- (19) The Reaction of Strains of Field Bindweed to
2,4-D. J. W. WHITWORTH 57
- (20) Flute-feed Applicator for Granular Herbicides.
S. W. BINGHAM 58
- (21) Differential Response of Corn Inbreds to Simazine
and Atrazine. ROBERT N. ANDERSEN 60
- (22) A Tractor-Mounted Experimental Plot Sprayer.
K. F. BEST and J. L. THOMPSON 62
- (23) Eradication of Kudzu. D. E. DAVIS and H. H.
FUNDERBURK, Jr. 62
- (24) Effect of Atrazine on Catalase and peroxidase in
Resistant and Susceptible Lines of Corn. EMORY
FORD EASTIN, RUPERT D. PALMER, and C. O.
GROGAN 64

No. 2

- (25) Subaqueous Release of Herbicides from Granules.
ROBT. E. WILKINSON 69
- (26) Herbicides and Mixtures for Annual Weed Control in
Grain Sorghum. R. G. ROBINSON, W. W. NELSON,
R. L. THOMPSON, and J. R. THOMPSON 77
- (27) A Technique for Studying Absorption and
Translocation in Submersed Plants. P. A. FRANK
and RICHARD H. HODGSON 80
- (28) Volatility of Seven s-Triazines. P. C. KEARNEY,
T. J. SHEETS, and J. W. SMITH 83
- (29) Control of Aquatic Weeds by the Snail *Marisa*
cornuarietis. D. E. SEAMAN and W. A.
PORTERFIELD 87
- (30) Influence of Air Movement on Persistence of
EPTC on Soil. L. L. DANIELSON and W. A.
GENTNER 92
- (31) Absinth Wormwood: Its Control in Saskatchewan.
G. W. SELLECK 95
- (32) Effect of Preemergence Crabgrass Herbicides on
Seedling Emergence of Turfgrass Species. F. V.
JUSKA and A. A. HANSON 97
- (33) Herbicide Movement in Soil with Various
Amounts of Water. A. F. WIESE and R. G. DAVIS 101
- (34) Volatility and Tracer Studies with Alkylamino-s-
Triazines. CHESTER L. FOY 103
- (35) Soybean and Weed Yields as Affected by
Irrigation, Row Spacing, Tillage, and Amiben.
O. C. BURNSIDE and W. L. COLVILLE 109
- (36) Movement of Dicamba and Diphenamid in
Soils. C. I. HARRIS 112
- (37) Herbicidal Activity of Several s-Triazines as
Postemergence Sprays. W. A. GENTNER 115
- (38) Aerial Application of Herbicides on Fallow Land.
R. W. BOVEY and C. R. FENSTER 117
- (39) Adsorption and Desorption of Herbicides by Soil.
C. I. HARRIS and G. F. WARREN 120
- (40) Competition of Smooth Pigweed with Corn and
Soybeans. MOTI K. MOOLANI, ELLERY L. KNAKE
and FRED W. SLIFE 126
- (41) Mode of Action of Substituted Uracil Herbicides.
J. L. HILTON, T. J. MONACO, D. E. MORELAND,
and W. A. GENTNER 129
- (42) Preemergence Herbicides in Corn Production.
D. W. STANFORTH and W. G. LOVELY 131
- (43) Simazine and Other s-triazine Compounds as
Aquatic Herbicides in Fish Habitats. CHARLES
R. WALKER 134
- (44) Ecology and Control of Alligator Juniper.
DONALD A. JAMESON and THOMAS N. JOHNSON 140
- (45) Influence of Environment on the Response of
Plants to Herbicides. T. J. MUZIK and
W. G. MAULDIN 142
- (46) The Chemical Control of *Borreria verticillata*.
L. KASASIAN 146
- (47) Formation of 2,4-D in 4-(2,4-DB)-Treated
Timothy, Birdfoot Trefoil, and Sterile Pea
Plants. S. N. FERTIG, M. A. LOOS, W. H.
GUTENMAN, and D. J. LISK 147
- (48) Ecology of Black Henbane in Saskatchewan.
G. W. SELLECK 148

No. 3

- (49) Weed Science—Revolution in Agricultural
Technology. W. C. SHAW 153
- (50) Science and Education: A New Awareness.
ORVILLE L. FREEMAN 163

(51) Variations in Ecotypes of Canada Thistle. JESSE M. HODGSON.....	167	Entry. L. L. JANSEN	251
(52) Seed Dormancy in Velvetleaf. LUCIEN J. LACROIX and DAVID W. STANFORTH.....	171	(74) The Physical and Chemical Properties of Surfactants and Their Effects on Formulated Herbicides. R. W. BEHRENS.....	255
(53) Leafy Spurge Seed Maturation. G. A. WICKS and LYLE A. DERSCHIED.....	175	(75) Mode of Action and Metabolism of Diquat and Paraquat. H. H. FUNDERBURK, Jr. and J. M. LAWRENCE.....	259
(54) Chemical Control of Timber Milkweed and Effects on Associated Vegetation. EUGENE H. CRONIN M. COBURN WILLIAMS.....	177	(76) Effect of IPC on Selections of Wild Oats. D. J. RYDRYCH and C. I. SEELY.....	265
(55) Translocation and Metabolism of Radioactive 2,4-D in Jimsonweed. R. C. FITES, F. W. SLIFE, and J. B. HANSON.....	180	(77) Dichlobenil as an Aquatic Herbicide in Fish Habitats. CHARLES R. WALKER.....	267
(56) Kinetics of Chlorella Inhibition by Herbicides. JIM V. GRAMLICH and R. E. FRANS.....	184	(78) The Uptake, Translocation and Fate of EPTC-C ¹⁴ in Alfalfa. JOHN D. NALEWAJA, RICHARD BEHRENS, and A. R. SCHMID.....	269
(57) Characteristics and Control of Swainsonpea. W. C. ROBOCKER, HAROLD D. KERR, and V. F. BURNS.....	189	(79) Effect of Various Herbicides on Glucose Metabolism in Root Tissue of Garden Peas. II. Plant Growth Regulators and other Herbicides. JOHN B. BOURKE, J. S. BUTTS, and S. C. FANG ...	272
(58) Paraquat for Selective Control of Range Weeds. BURGESS L. KAY.....	192	(80) Germination and Emergence of Winged Elm Seed. B. KIRBY and P. W. SANTELMANN	277
(59) Translocation of C ¹⁴ -Labeled Compounds in Cotton and Oaks. M. A. CLOR, A. S. CRAFTS, and S. YAMAGUCHI.....	194	(81) Quantitative Studies of 2,4-D Esters in the Air. DONALD F. ADAMS, CRAIG M. JACKSON, and W. LEE BAMESBERGER.....	280
(60) Metabolism of Sweb by Rice. WEI TSUNG CHIN, R. P. STANOVICK, T. E. CULLEN, and G. C. HOLSING.....	201	(82) Life History of Common Cattail. R. R. YEO.....	284
(61) Competition between Irrigated Field Beans and Annual Weeds. J. H. DAWSON.....	206	(83) Response of Cotton Seedlings to Combinations of Preemergence Herbicides and Systemic Insecticides. JOSEPH HACSKEYLO, J. K. WALKER, Jr., and E. G. PIRES	288
(62) Effect of Weeds and Cultural Practices on Sorghum Yields. A. F. WIESE, J. W. COLLIER, L. E. CLARK, and U. D. HAVELKA.....	209	(84) Anatomical Studies of <i>Euphorbia esula</i> L. GERALD A. MYERS, CHARLES A. BEASLEY, and LYLE A. DERSCHIED.....	291
(63) Influence of Tillage, Row Spacing, and Atrazine on Sorghum and Weed Yields from Nonirrigated Sorghum across Nebraska. O. C. BURNSIDE, G. A. WICKS, and C. R. FENSTER.....	211	(85) Control of Southern Naiad in Florida Drainage and Irrigation Channels. ROBERT D. BLACKBURN and LYLE W. WELDON	295
(64) An Evaluation of Atrazine, Simazine, Monuron, and Diuron on Ten Hawaiian Sugar Cane Plantations. KENNETH A. SUND.....	215	(86) Root Reserves and Susceptibility to Systemic Herbicides in Two Phreatophytes. H. P. CORDS and AMIR A. BADIOI	299
(65) Response of Selected and Random Plantings of Johnsongrass to Dalapon. K. C. HAMILTON and H. TUCKER	220	(87) Relation of Stomatal Penetration to Herbicidal Effects Using Fluorescent Dye as a Tracer. H. B. CURRIER, E. R. PICKERING, and C. L. FOY...	301
(66) Plant Extracts, Residues, and Soil Minerals in Relation to Competition of Quackgrass with Oats and Alfalfa. JOHN H. OHMAN and THOR KOMMEDAHL	222	(88) Persistence of Monuron and Neburon under Semi-Arid Field Conditions. C. A. SHADBOLT, F. L. WHITING, and JAMES M. LYONS	304
(67) Bioassay Methods for 4-Amino-3,5,6-trichloro- picolinic Acid. J. K. LEASURE	232	(89) Cultivation and Herbicide Treatments of Dryland Sorghum. O. C. BURNSIDE and G. A. WICKS	307
(68) Chlorophyll Formation in Euglena as a Test for Herbicides. C. A. PRICE and MARIA-TERESA G. ESTRADA.....	234	(90) Effects of Amitrole on Acid-soluble Nucleotides and Ribonucleic Acid in Corn Tissue. E. E. SCHWEIZER and B. J. ROGERS	310
(69) Influence of Wind on Performance of Preemergence Herbicides. ROBERT M. MENGES	236	(91) Effect of Red-light Intensity on the Growth of Waterstargrass, Coontail and Duckweed. ROBT. E. WILKINSON	312
(70) Dormancy in Western Ironweed and Leafy Spurge. WARREN G. MONSON and FRANK S. DAVIS.....	238	(92) Persistence of Diphenamid in Tobacco Field Soils. G. E. JONES, H. D. DUBEY, and J. F. FREEMAN	313
(71) Herbicidal Activity of Vapors of 4-Amino- 3,5,6-trichloropicolinic Acid. W. A. GENTNER	239	(93) EPTC Injury to Corn as Affected by Depth of Incorporation in the Soil. T. W. WALDREP and J. F. FREEMAN	315
No. 4		(94) Herbicides for Nimblewill in Kentucky Bluegrass Pasture. T. W. WALDREP and J. F. FREEMAN	317
(72) Non-Cultivation Systems for Small Fruits and Vegetables. D. W. ROBINSON	245		
(73) Surfactant Enhancement of Herbicide			