“Weed Research” 第 11 巻 の 内 容 紹 介

農林省農事試験場 古谷 勝司・野口 勝可・高 林 実
千坂 英雄・服部金次郎・小 岩 武

Shooji FURUYA*, Katsuyoshi NOGUCHI*, Minoru TAKABAYASHI*,
Hideo CHISAKA*, Kinjiro* HATTORI* and Takeshi KOIWA*:
On “Weed Research” Vol. 11

“Weed Research” 第 11 巻 (1971) には短報を含めて 44 篇の論文が掲載されている。内容別に分類すると第 1 表のようになる。

第 1 表 “Weed Research” 第 11 巻 (1971) の
掲載論文の分類

項 目	報 文 数
1. 雑 草 関 係	10
2. 除 草 剤 関 係	19
作用性・作用力	7
植物体内の行動	6
土壌中の行動	6
3. 除 草 法 関 係	12
化学的防除法	11
防除法の組合せ	1
4. 実 験 方 法	3
計	44

なお、抄録は、1. 雑草関係を主に服部が、2. 除草剤関係のうち「作用性・作用力」を主に高林、「植物体内の行動」を千坂、「土壌中の行動」を野口・小岩、3. 除草法関係を古谷、4. 実験方法を野口がそれぞれ分担した。

1. 雑 草 関 係

シバムギ (*Agropyron repens*) は多年生雑草で根茎によって伝播するが、イギリスの種子検査の報告によると、検査点数の 6 % にシバムギの種子が含まれている。これまでのシバムギの種子生産についての研究の結果は、例えば、ほとんど種子生産がないとか、逆に種子による繁殖が全体の 5 ~ 10 % になるといったように、必ずしも一致していない。そこで E. D. WILLIAMS ら²⁾ は、シバムギの種子をイングランド、ウエールス地方の 269 地点から採集し、発芽力をもつ種子数を調査した。サンプルの多くは、春播大麦と冬播小麦畑からで、他はパレイショ、テンサイ、大豆畑等からである。シバムギ

の穂の長さは、4.4 ~ 23.4 cm であり、平均的なものは 7 ~ 18 cm のものが多い。この平均的な穂についている小穂数は 14 ~ 19 のものが多い。1 穂当りの種子数は 0 ~ 50 と幅があるが、3 ~ 25 粒のものが多い。種子の発芽力では、大麦畑からのサンプルの 60 %、小麦畑からの 86 % のものが発芽率 60 % 以上の値を示した。1 穂当りの発芽力をもつ種子数は、調査したサンプルの 29 % が 1 ~ 5 粒、34 % が 6 ~ 15 粒、32 % が 16 ~ 50 粒であり、ほとんどの穂は発芽力を有する種子をつけていた。またシバムギは開花後 21 日以降になると発芽力を有する種子が多くなる。そして、小麦畑のシバムギは大麦畑のものより 1 穂当りの種子数、発芽力を有する種子数が多い。また、根菜類の畑のものは中耕が生育後期まで行なわれるため、穂数も少なく、開花が抑えられるため種子量も少なくなる。

シバムギと *Agrostis gigantea* (ヌカボ属) は、いずれも根茎によって繁殖するが、根茎の特性が明らかになるにつれ効果的な防除法も作られている。両種の種子は、その多くがその年の秋に発芽してしまうが、春になって発芽生育するものもある。そこで E. D. WILLIAMS²⁴⁾ は、これら両種の種子から生育した株を用い、光の強さ、日長、窒素施用量を変えて試験している。1970 年 1 月下旬に播種し、1 葉期までガラス室で育て、それ以降はグロースキャビネットに入れ、所定の処理を行なった。処理は、窒素施用量の多と少に分けたポットにさらに次のような 4 処理を設けている。① 短日 (8 時間)・弱光 (62 W/m²)、② 長日 (16 時間)・弱光 8 時間 + 微光 (2 W/m²) 8 時間、③ 短日・強光 (124 W/m²)、④ 長日・強光 8 時間 + 微光 8 時間。なお、温度は、照射中の 8 時間は 21℃、残りの 16 時間は 12℃ にしてある。処理による生育の変化は、短日条件で植物体は横に広がり、葉が濃緑になり、分枝が多くなっている。弱光下の株は、草丈も長くなり、シバムギでは白化するもの

* Central Agricultural Experiment Station, Konosu, Saitama.

もある。そして地上部重は長日・強光・多肥区で重く、とくに多肥によるもので著しい。ただし葉重は短日条件で重い。根重は、地上部重とやや異なり、多肥による増加も小さく、日長による両処理間の差は生育中期までは小さく、生育後期では、逆に短日処理区の方が重量が多い。そしてシバムギは *Agrostis* よりも TR 比が大きい。根茎の形成は、シバムギが *Agrostis* より早く、その重量も大きい。日長、光の強さ、肥料の各々の多の処理は根茎を多くする。光の強さは主として単位長さ当りの重量を増し、肥料は根茎数を増加している。また生育の途中で、長日から短日へ切り換えたり、また逆の操作を行なうと、地上部重量は中間の値を示すが、根茎の形成は複雑で、短日から長日に移した場合は根茎重は増さないが、長日から短日に移すと根茎重が増加する。

シバムギの種子は生まれつきの休眠性をほとんど持たず、主に秋の間に発芽する。E. D. WILLIAMS²³⁾ はシバムギ種子の発芽について、播種深度、開花後採種までの日数、採種後の日数、発芽時の温度と関連させて検討した。

シバムギは 5 cm の深さにまかれたすべての種子から出芽したが、10 cm からはただの 4 % の出芽であった。ROTHAMSTED において、開花は 1970 年が 1968, 1969 年より早く、また 1969 年産の種子が開花後より早く発芽し得る状態となった。1970 年の開花が早かったことは 5 月と 6 月上旬が高温であったこと、また、1969 年産の種子が開花後より早く発芽可能となったこと (10 日目で 45 %) は開花後の高温から説明された。発芽は毎日の変温によってすべての種子で著しく促進した。恒温条件では採種後経過日数の少ない種子で発芽率が劣ったが、経過日数が多くなるにつれ発芽率が高まった。

J. L. HAMMERTON ら¹⁵⁾ は、タデ属 (*Polygonum*) の生態について一連の研究を実施している。ここではサナエタデについて、肥料の多少、大麦との競争の有無と種子生産との関係を、ポット試験によって検討している。肥料の多少は植物体の大きさ、花梗数、種子量に反映し、多肥でこれらの量は少肥より大きい。さらに、種子の大きさ、100 粒重、種子の発芽力も多肥ですぐれている。サナエタデ (8 本/ポット) と大麦 (60 本/ポット) を一緒に育てると、サナエタデの地上部重量はやや減少し、種子量も同様であった。種子の発芽力は、競争の有無で差はないが、出芽力は、競争区で大きくなっている。また、この試験はガラス室内と屋外に分けて行なっているが、ガラス室内で得られた種子は、稔実、発芽、出芽において屋外のものより優れている。

ナガバギシギシ (*Rumex crispus*) およびエゾノギシ

ギシの種子は、採集場所、採集株が異なると発芽に大きな差があることから、これら両種の種子に、多形現象 (polymorphism) があるとされている。この両種とも、種として変異が大きく、ナガバギシギシは 4 種、エゾノギシギシは 3 種の亜種をもっている。この両種およびこれらの雑種が混在している所から集めた種子・株の形態的特性・発芽等の変異の幅は大きいものとなる。そこで、J. T. WILLIAMS²²⁾ は、この両種の雑種の位置を評価しようとしている。計量的な形態的特性についてみると、2 種ともかなりの幅のある変異を示しているが、両種ともそれなりのまとまりがある。しかし、雑種のものも親の変異の中におさまるので、全体としては連続的なものになり、これら 3 つについて区別しにくくなる。そこで数種の形態的特性について同時に比較すると、雑種と親の種とが区別でき、雑種が両種の間中間的なものであることが判る。この雑種の多くは、どちらかというとなガバギシギシに形態的に似ているが、花被の形などいくつかの特性によってナガバギシギシと区別できる。このような観察結果から、2 種間に introgression (遺伝質浸透) の存在していることが判る。

次に、葉をすりつぶし、2 次のペーパークロマトグラフに展開し、生じたスポットについて、ホソバギシギシ、エゾノギシギシ、雑種の 3 つのものを比較検討すると、雑種とホソバギシギシとはよく似たスポットの配置を示している。また、ギシギシの混合個体群の一つ一つの株について雑種係数 (hybrid index)* を求めると、株ごとの両種への近縁性が求められ、雑種株が位置づけできる。そこで、株ごとの発芽率とこの係数を対応させると、今まで変異の幅の大きかった発芽力が、2 種の間に明確な差のあることが判り、雑種の発芽力についても位置づけができる。

アカザ (*Chenopodium album* L.) は温帯地方でごく普通の雑草である。フィンランドにおいても、この雑草は全国的な拡がりで発生し、春播きのイネ科の作物畑では害草となっている。アカザと諸作物との競争についての研究はいくつかあるが、L. ELVIÖ²⁰⁾ は、アカザの種内競争についてみている。試験は 1966~68 年にわたり、アカザの密度を 16, 64, 256, 576, 1,152 本/m² に調節し、各種の調査を花芽形成期、開花期、収穫期に調査している。密度の増加に伴い個体当りの重量・葉面積

* 形態的特性を n 個選び、その一つ一つについて、ホソバギシギシに典型的なとき 0、エゾノギシギシのものは 5 として、値を求め、これらを合計して求める。典型的ホソバギシギシ、エゾノギシギシは各々 0 と 5 n となり、多くの株はこの間に散在する。

などの量が減少する。そして、この1株当り葉面積の減少は、葉数と葉の大きさとの減少によっている。葉面積 (m^2 当り) は、年次、調査時期を通じ、 $64 \text{ 本}/\text{m}^2$ の区で最大であった。乾物重は密度の増加とともに大きくなる。また、開花期以降の増え方はどの区も小さい。種実重は、 $16 \text{ 本}/\text{m}^2$ 区はどの年次でも少いが、 $64 \text{ 本}/\text{m}^2$ 以上の密度では同じか、むしろ $64 \text{ 本}/\text{m}^2$ のものが他の区よりも多くなっている。しかし、種子の100粒重は区による差はない。全重に対する葉重の占める割合は、生育が進むと低下し、収穫期では5%以下になる。種実の割合は、低密度ほど高い傾向がある。

カラスムギ (wild oat) は麦畑などの強害草のため、多くの研究がなされている。SEXSMITH らがカナダで行なった研究によると、カラスムギの侵入した畑で、硫酸・硝安を播種前に与えると、カラスムギの発芽が促されること、室内試験でも硝酸液がカラスムギの休眠種子の発芽を促すことを認めている。そこで、F. B. WATKINS¹¹⁾ は、オーストラリアで大麦畑のカラスムギについて SEXSMITH らと同様な試験をしている。尿素、硫酸、硝安を1月と5月の2時期に、26, 54, 104 kg/ha (成分量) 散布して耕起を行ない、その後、大麦を6月下旬から8月中旬にかけて播種した。肥料施用後のカラスムギの発芽量は、各肥料および処理時期とも施用量の増加とともに増すが、施用量と時期の間では、全般的にみて有意差はなかった。しかし 104 kg/ha では1月処理で有意に多かった。肥料の種類では、硝安、硫酸、尿素的順で発芽が多くなっている。一方、このように肥料施用によってカラスムギの発芽促進があるが、大麦の中に残っているカラスムギの量はかなり多く、その量は5月処理の方が1月処理のものより多い。そのため、試験終了後の土中にあるカラスムギの種子数は、試験開始当初の種子量に対し、無施用区で5倍、1月施用区で6倍、5月施用区で8倍と増加している。さらに、実験的に硝酸濃度とカラスムギの発芽との関係を見ると、 600 ppm から発芽率は高まり、 $2,500 \text{ ppm}$ の近くで16%まであがる。しかし、実際の圃場における硝酸濃度は 104 kg/ha 施用で 3 ppm 程度であることから、圃場における窒素肥料施用による発芽促進は、土中の硝酸量の増加によるものだけでなく、肥料施用に伴ない土壌微生物の活動が盛んになり、種子が傷を受け、休眠が覚醒することが考えられる。

ギョウギシバ, *Sorghum halepense* L., ハマズゲの根茎・塊茎が土中で分解されていくとアレロパシーに近い現象を生ずる物質を作ること、HOROWITZ ら¹²⁾ はすでに認めている。本報告では、根茎・塊茎を土壌中で

インキュベートしたのち、植物体の残渣を取り除いた土壌の生物活性をみている。用いた土壌はイスラエルの Newe Ya'ar 土 (粘土 60%, 有機物 3%, 石灰 9%) とこの土壌1に対し砂3の割合で混ぜた土の2種で、これらの土に、ギョウギシバ, *S. halepense* の根茎、ハマズゲの塊茎を0.1, 0.5, 2.0% (重量比) の割合で混ぜ、 25°C 暗所に貯蔵した。処理後1カ月ごとにとり出し、植物体残渣を取り除いたのち、大麦を置床し、それらの生育により殺草性をみると、発芽の抑制がみられ、著しいときには発生をみないものもあった。その後の生育抑制は、おおむね土に混ざる地下器官量が増すと大きくなり、砂を混ぜた土にインキュベートしたものがそのままの土壌を用いたものより生育抑制が大きい。そして、インキュベート期間の短いものが長いもの (3カ月) よりも抑制が大きい。3カ月間インキュベートしたもののいくつかは抑制より生育促進の傾向さえみられた。これらのことは、植物体が土中で分解されて生物活性をもつ物質を作るが、これがさらに土壌に吸着されたり、分解されたりして、生物活性を失っていくものと考えられる。また種によってこれらの作用は異なり、ハマズゲを砂土の中に1カ月インキュベートしたものが最も強い活性を示し、3カ月後でもかなりの抑制を示している。*S. halepense* は、2種の土とも1, 2カ月間インキュベートしたもので活性が高い。ギョウギシバでは、2カ月間インキュベートしたものが活性が高い。さて、この生育抑制の理由として、殺草性物質と植物体の土中での分解による栄養的なバランスによるものがあげられるが、インキュベート後の土壌からのエタノール抽出液で大麦を生育させても、土壌の場合と同様な生育阻害作用がみられる。このことは、土壌中で殺草性物質が作られることの証しであろう。

エゾノキツネアザミ (*Cirsium arvense*) の種子からの発芽はイギリスの自然条件下では無視できるほどのものと考えられている (BATES, 1946) が、圃場条件下における発芽はアメリカにおいて良好であることが見出されている (HANSEN, 1918)。一方、その種子の休眠性の有無については、報告がまちまちである。V. KUMAR³⁰⁾ はエゾノキツネアザミの種子の発芽について検討し、光、低温処理 ($4 \sim 7^\circ\text{C}$)、変温が発芽に有効であることを明らかにした。また、高温 (30°C) 条件はそれ以下の温度条件にくらべ、すべての試験において高い発芽率を示した。これらの結果から、エゾノキツネアザミの種子は自然条件下において冬の低温や温度周期を受けて休眠が打破されるであろうとしている。さらに、発芽の適温が 30°C であったことから、自然条件においても

最高の発芽は晩春から夏にかけておきるであろうとしている。

A. SORIANO ら²⁹⁾は耕起操作を前提として *Datura ferox* (チョウセンアサガオの類) の種子に対する土壌埋没の深さの影響を検討した。試験方法は、プラスチックの円筒に土と種子を入れ、下記の地表(――)と 20 cm 深(――), 位置の移動を組合せた 6 処理区とした。

冬春夏秋冬 冬/冬春 冬春夏秋
冬/冬春夏秋 冬春夏秋冬春 冬/冬春夏秋冬春

試験は 18 カ月間継続し、2 週間に 1 回掘出し、発芽、未発芽(生存)、死滅種子に分け、未発芽種子はさらに加湿した布の上で発芽試験を行なった。

室内貯蔵種子はほとんど発芽しなかった。埋没種子は翌年の秋まで休眠状態にあった。円筒内での発芽は 20 cm 埋没から地表に移した場合に見られ、最初の春、秋では 20 % 以下であったが、2 年目の春では 40~50 % になった。はじめから地表面においた場合には全く円筒内の発芽は見られなかった。生存種子は試験期間中減少を続け、18 カ月後には生存種子は約 50 % に減少した(円筒内で発芽が多く見られた区では 13 %)。

以上のように、*D. ferox* 種子の休眠打破には明らかに土壌中への埋没が必要である。そして、最適の発芽を得るには、少なくとも 12 カ月間種子が埋没され、2 年目の春に地表に出されることが必要である。*D. ferox* の繁殖にとっては耕起操作が必須条件であろうと推論している。

2. 除草剤関係

(1) 作用性・作用力

Picloram+2,4-D (Tordon 50 D) は松、ユーカリ樹を枯殺するが、picloram (Tordon 22 K) は松を枯殺せず、ユーカリ樹のみ枯殺する。E. P. BACHELARD ら⁴⁾は、この両剤の作用性のちがいを植物の細胞に対する反応から検討した。Tordon 50 D は処理 24 時間以内に松の針葉切片の全細胞の原形質体にはげしい収縮を生じさせた。また、電気泳動によって上記切片の耐性を測定した結果、処理の 4~8 時間以内に plasmalemma が破壊されていた。Tordon 22 K では以上のような現象がみられず、Tordon 50 D による上記結果は 2,4-D の単独の影響と考えられた。

ユーカリ樹では両剤いずれの処理によっても葉の切片の葉緑体構造と茎切片の細胞膜が破壊された。

ツルコケモモ (cranberry vine) 園の雑草防除を目的としたスクリーニングテストでは alachlor と pyrida-

zinone 系の 2 剤が有望であった。J. E. DEMORANVILLE ら⁴¹⁾がこれら 3 剤について、ツルコケモモの生育に対する影響を検討した結果、芽の発育、根の伸長に対しては alachlor が最も影響が大きく、pyridazinone 系の 4-chloro-5-(dimethylamino)-2-(α, α, α -trifluoro-*m*-tolyl)-3(2H)-pyridazinone (SAN 6706) が最も影響が小さかった。SAN 6706 はツルコケモモの葉にクロロシスをわずかに生じたが、これはカロチノイド合成阻害による葉緑体生成の抑制が原因であろうとしている。

多年生のシバムギ (*Agropyron repens*) は従来の土壌処理剤では防除し難いが、pronamide (*N*-(1,1-dimethylpropynyl)-3,5-dichlorobenzamide, RH-315) はシバムギに特異的に作用する。R. L. PETERSON ら¹³⁾は pronamide が散布されたシバムギのうち、外部の形態変化を散布後数回にわたって調査した。処理した根茎の先端では細胞肥大、核容積の増加とネクロシスなど特徴的な症状がみられた。根茎の導管組織では導管部の異常と節部のネクロシスが認められた。根では組織の老化が進み、頂端の分裂組織が空胞化を示し、結果として根の生育は完全に抑制された。さらに、根の分裂組織細胞の核は肥大し、仁 (nucleolus) の数が増加した。

Orbanche (*Orbanche ramosa* L.) はトマト、馬鈴薯等のナス科植物に寄生して害を与える。その種子は宿主植物の根が近づいた時に発芽するが、宿主でない植物(たとえば亜麻)の根からの分泌物によっても発芽する。A. R. SAGHIR ら¹¹⁾は亜麻の根からの分泌物を使って、Orbanche の発芽、伸長に対する diphenamid, trifluralin の影響を室内で検討した。結果は下表の通りで、trifluralin は最低濃度の 10 ppm でさえ茎の伸長抑制が著しく、これによって宿主に寄生するのを防ぐことが期待される。

濃 度 (ppm)	diphenamid		trifluralin	
	発 芽	茎 長	発 芽	茎 長
分泌液	42	1.4	47	1.6
10 + %	35	1.6	37	0.5
100 + %	16	0.4	36	0.5
1,000 + %	8	0.1	0	0
水	0	0	0	0

現在、圃場試験でその実用性について検討をしている。

SHENG Y. PENG ら²¹⁾は、前巻で報告した diuron に対するサトウキビ 6 品種の相対的感受性を根の特性との関連から検討した。100 g/a の diuron に対する品種の感受性と根の特性の間に明白な相関が認められた。サトウキビの苗からははじめに種根が発生し、後に冠根(支

持根)が幼植物の基部より発生して前者から根の機能を引きつぐ。感受性の大きい品種は種根が大きく、冠根が小さいが、その両者とも除草剤の処理層にふれて害徴を示す。一方、耐性のある品種の根は除草剤の処理層を貫通して伸長した。

感受性の大きい品種 F 156 と耐性のある品種 N:Co 310 に対する diuron の影響を、2つの芽をもった苗を使って、下図のような除草剤処理を行なって検討した。

その結果は下表の通りで、N:Co 310 の地上部重に対する各処理の影響は小さかったのに対し、F 156 は処理方法のちがいに敏感に反応した。

区番号	地上部重対無処理区比(%)	
	N:Co 310	F 156
1	68.9	31.5
2	67.4	115.5
3	81.8	0
4	100	100

注) 処理量=100 g/a, 処理後 323 日目調査

P. L. PELLETT ら²⁶⁾ は、小麦・大麦子実の蛋白質組成におよぼす 2,4-D の影響を調べた。大麦・小麦の供試品種はそれぞれ Najah, Beecher で、2,4-D ブトキシエチルエステルを節間伸長期に 20, 40, 80 g/a 処理した。その結果、小麦ではスレオニンとアルギニンが僅かに減り、プロリンが増加した。大麦ではメチオニンだけが僅かに増加した。手取除草と無除草区間には蛋白質のアミノ酸組成に対し有意差がなかった。2,4-D の高使用量処理では蛋白質含量が増加するかもしれないが、蛋白質のアミノ酸組成に対する影響はきわめて小さい。

牛の血清アルブミン (BSA) は、アンカプラーとしての作用を示す遊離脂肪酸やヘノール化合物などと結合するので、分離したミトコンドリアの酸化的リン酸化機構や呼吸の制御などの研究で広く使用されている。M. A. MATLIB ら²⁷⁾ は、ゲル濾過法を用いてヘノキシ系除草剤と BSA との結合について検討した。MCPA が蛋白質と結合しないためには BSA 1 モル当り MCPA

は 5 モルであった。2,4-D や 2,4,5-T でも同じ割合であった。ヘノキシ酪酸系の除草剤では BSA 1 モルあたり 7 モルであった。この両グループの差は側鎖の異なった特性によるものと考えられている。なお、BSA とヘノキシ系除草剤との反応機構は現在のところ不明である。

(2) 吸収および植物体内の行動

J. A. SAND³²⁾ は、*Agrostemma githago* (ムギセンノウ、ナデシコ科) と *Tussilago farfara* における 2,4-D, MCPA, ATA の吸収移行を比較した。¹⁴C をラベルした除草剤を用い、葉面および根に処理したあと 3 ないし 144 時間後にラジオオートグラフを作って分布を調べ、また植物体の各部分ごとに分けて移行量を測った。

A. githago では、MCPA は 2,4-D に比べて葉面処理でも根への処理でも吸収・移行が顕著に大きかった。*A. githago* は 2,4-D よりも MCPA に感受性が大きいことが知られているが、このことと体内への吸収・移行のしやすとは関係がありそうである。*T. farfara* で 2,4-D と ATA とを比べると、葉面処理の場合 72 時間後までは両剤とも同じ程度によく吸収され移行する。しかし、それ以降になると 2,4-D の体内にある量がむしろ減少するのに対して、ATA ではさらに蓄積が増大した。根から吸収させた場合にも移行・蓄積量は ATA の方がかなり多かった。*T. farfara* は ATA に感受性で、2,4-D には抵抗性が大きい、その原因の一つとして 2,4-D が *T. farfara* の体内に蓄積されにくいことを挙げることができよう。

同じような方法で、SAND ら³³⁾ は、2,4-D に対して抵抗性の異なる 4 種の雑草を用いて、抵抗性と吸収・移行量との間に関係があるか否かを調べた。用いた植物は 2,4-D に抵抗性の大きい順に、ヤエムグラ > *Datura stramonium* (ナス科、チョウセンアサガオの類) > *Galinsoga parviflora* > アカザ である。

試験の結果、葉面に処理した場合の 2,4-D の吸収・移行の程度を比べると、大きい順に *D. stramonium* > *G. parviflora* > アカザ > ヤエムグラ であり、ヤエムグラではほとんど移行しない。また、根から吸収させた場合には、ヤエムグラで吸収・移行がみられるのに対し、他の 3 種では地上部への移行はみられなかった。したがって、試験した 4 種の雑草に関してみれば、2,4-D に対する感受性と吸収・移行との間には明瞭な関係は見出されなかった。

E. F. EASTIN³¹⁾ は、キュウリ、落花生の幼苗を用いて fluorodifen (*p*-nitrophenyl- α , α , α -trifluoro-2-

nitro-*p*-tolyl ether) の根からの吸収, 移行および分解について調べた。Fluorodifen は落花生などに対する有望な出芽前処理除草剤で, 落花生・大豆などは fluorodifen に抵抗性が大きく, ヒルガオ・キュウリなどは感受性であることが知られている。試験の目的の一つは, 抵抗性と感受性の植物で fluorodifen の移行や分解が異なるか否かを知ることにある。実験には, nitrophenyl 環の 1 の位置に ^{14}C をラベルした fluorodifen を用い, この 1 ppm の溶液に幼苗の根を浸し, 一定時間後にラジオオートグラフをとり, 根・葉などの各部分ごとに抽出物の放射能を液体シンチレーションで定量し, また薄層クロマトで代謝物を分離・同定した。

結論的にいうと, 落花生に比べてキュウリでは根からの吸収が早く, また移行も急速である。48 時間浸漬で比較すると, キュウリにおける吸収量は落花生の約 2 倍, 葉への移行量は 175 倍もあった。逆に分解はキュウリで遅く, 48 時間浸漬の場合, 吸収された fluorodifen の分解率はキュウリで約 40 %, 落花生では約 70 % であった。分解の経路はキュウリと落花生とで変りはないとみられ, 主な代謝物は *p*-nitrophenol と極性の大きい未知化合物 (おそらく *p*-nitrophenol の glucoside であろう) とであった。そのほか代謝物として, 量は少ないが amino-fluorodifen, aminophenol などが検出された。落花生の根における fluorodifen の分解は急速であり, 2 時間の浸漬処理でも根中に各種の代謝物が存在していた。

C. E. McKONE ら⁴⁰⁾ は chlorothiamid (2,6-dichlorothiobenzamide) や dichlobenil (2,6-dichlorobenzonitrile) を散布したグースベリーの果実を 4 カ所の農場から集め, これらの除草剤の残留量をガスクロマトで分析した。これらの除草剤はグースベリー畑で *Convolvulus arvensis*, *Calystegia sepium* などヒルガオの類の防除に用いられている。除草剤の処理量は場所・時期によって異なるが, 84~336 g/a である。

分析は 2,6-dichlorobenzonitrile と代謝物の 2,6-dichlorobenzamide, 2,6-dichlorobenzoic acid を対象にして行なった。その結果, 2,6-dichlorobenzonitrile の残留量はいずれの場合も 0.05 ppm 以下であった。Benzamide の残留はサンプルによって 0.13~0.45 ppm の幅があり, またあるサンプルは 0.16 ppm の benzoic acid を含んでいた。これらの除草剤の実用使用量は 110 g/a 以下であるし, いずれにしても残留量はかなり少なく, 問題にはならないと考えられる。なお, これらの果実のサンプルをかん詰にし, 6 カ月後に食味テストを行なったところ, 変質しているものはなかった。香味が除

草剤無処理のものと少し違っているという例もあったが, 一定の傾向はなく, この点はさらに検討を要するであろう。

Picloram は植物体内, 土壌中で比較的安定な除草剤であるとされている。H. L. MARODER ら²⁸⁾ は, アルゼンチンの雑草 *Prosopis rusciifolia* と *Diplotaxis tenuifolia* の葉にラジオアクティブな picloram を塗布して代謝物を追跡した。処理の 2 日後に, 葉をエタノールで抽出し, ペーパークロマトで展開, scanner にかけてラジオクロマトグラムを作った。

P. rusciifolia では, picloram (Rf. 0.57) の他に Rf. 0.35, 0.75 の 2 つのピークが現われ, Rf. 0.35 のものは picloram の 1.3~3.2 倍の量であった。この Rf. 0.35 の物質を塩酸で加水分解すると picloram が得られることから, 何か picloram と結合した物質であろうとみられる。Rf. 0.75 のピークは *D. tenuifolia* でも現われたが, まだ同定されていない。

(3) 土壌中の行動

ALLAN E. SMITH³⁹⁾ は, 麦類の雑草防除に広く利用されている bromoxynil について, 土壌中における分解速度とその分解生成物を明らかにするため, Regina 重粘土壌を用い, 土壌水分含量と温度をかえて検討した。100 g の土壌に, 濃度が 25 ppm (140 g/a に相当。実用量は 5.6~11 g/a) になるように薬剤を加え, 土壌水分含量は 40% (圃場容水量), 30, 25, 20 (萎凋点) %, 温度は 25, 18°C の条件で, 1~2 週間インキュベートした。その結果, bromoxynil は比較的分解が早く, 土壌水分含量が 20 %, 温度 18°C の場合を除いて, 半減期は 2 週間以内であり, 高温・高水分の条件はさらに分解を促進した。供試した薬剤の濃度 25 ppm が, 実用濃度より 10 倍以上高いことから, bromoxynil の後作物への残効は問題がないとしている。一方, 滅菌した土壌で同様にインキュベートしたところ, 3 週間でなくても分解は 10 % 以下であり, 分解には微生物が関与していることを明らかにしている。また, 分解生成物について, ペーパークロマトと薄層クロマトを用いて検討し, 薬剤はまず amide に分解し, さらに acid の類似物に分解していくものと結論している。

R. J. HANCE¹⁷⁾ は, linuron と atrazine の吸着機構について検討した。吸着体としてイオン交換樹脂, セルローズリン酸粉, ベントナイト, 泥炭土を用い, これらを Ca^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Ce^{4+} の各イオンで交換したものに, 所定量の除草剤を吸着させた。吸着量は FREUNDLICH の式 $\log(x/m) = k + (1/n) \log C$ (x/m は薬剤濃度 C の溶液と平衡状態にある吸着剤単位当りの吸

着量)における k 値($C=1$ のときの x/m)で比較した。Linuronの場合、吸着量はpHに関係なく $\text{Ca}^{2+} < \text{Ni}^{2+} < \text{Cu}^{2+} < \text{Ce}^{4+} < \text{Fe}^{3+}$ の順に大きかった。IRVINGらは、2価の金属にとって、第2次イオン化ポテンシャルが、エレクトロンの受容しやすさ、すなわち結合力の強さの指標になることを示唆している。したがって、 $\text{Ca}^{2+} < \text{Ni}^{2+} < \text{Cu}^{2+}$ のオーダーは、このポテンシャルの違いによるものと考えられる。 Fe^{3+} と Ce^{4+} の場合も、 Fe^{3+} の方が、第2次イオン化ポテンシャルが大きいことによって説明できる。このように、linuronの土壤吸着は、薬剤と交換性カチオンとの複合体形成がその機構と考えられる。しかし、atrazineの場合、pHによって吸着量が変わるので、pHを同じにして比較してみたが、各カチオン間に一定の傾向がみられず、atrazineにはlinuronに利用できた機構は応用できなかった。

Picloramは、牧草地の雑草や灌木などの防除に広く使われているが、残効が長い。R. H. HAASら⁹⁾は、牧草地に処理されたpicloramの自然の川や池などにおける消長について検討している。南テキサスの、11 g/aのpicloramを処理した牧草地に近接したところで、地表面の雨水を採取し、ガスクロマトで分析したところ、処理2週間後に0.055~0.184 ppmのpicloramを、6週間後には0.002~0.029 ppmを検出した。この間におけるpicloram濃度の減少は、処理後の時間と降雨量によって規定されていた。11 g/aのpicloramを処理した32 haの草地の下手にある小川の水について調査した結果では、最初の降雨の直後、草地のすぐ近くで0.029 ppm検出されたが、0.8 kmより下流では検出できず、また草地に近接した自家用の井戸水からは検出されなかった。草地内にある家畜用の浅い池からのpicloramの消失は比較的早く、処理直後数日は14~18%/日の割合で消失した。その後100日くらいまでの消失速度は0.5~0.6%/日の割合であったが、濃度が0.005 ppm以下に下降した条件では、雨水によって希釈されたり、時には近くの草地から流れこむ雨水によって濃度を増す場合もみられた。

E. GROSSBARD³⁸⁾は、MCPA, tri-allate, simazineおよびlinuronを、1963年以来、7~8年間、毎年くり返し処理した圃場において、土壤微生物活性の変化を、 CO_2 発生、 O_2 のとりこみ、Nの無機化などの面から検討した。処理薬量は、作物を栽培しない区で実用量の3~4倍、栽培区は実用量である。作物を栽培しない区では、 CO_2 の発生にMCPAとtri-allateは影響を与えなかったが、simazineとlinuronは、年によって若干ふれはあったが平均して明らかに CO_2 の発生は低

かった。 O_2 のとりこみも同様の傾向であったが、simazineのみ有意な差を示した。Nの無機化ははっきりした傾向がなかった。作物栽培区では、どの薬剤も顕著な差はみられなかった。

実験室内でも薬剤の直接的作用について検討した。Simazineは512 ppmまで CO_2 発生やNの無機化に影響がみられず、linuronは500 ppmでわずかに CO_2 の発生を抑制した。このことは、圃場でみられたsimazineとlinuronの作用が直接的な抗微生物なものでないことを示している。そこで著者は、無処理区に残っていた雑草が易分解性有機物となり、それが無処理区の CO_2 発生をより多くしたことによるものと考察している。

E. M. WATKINとG. R. SAGAR^{1),36)}はWALESにおいて、土中のparaquatの残留害に関して2報にわたって報告している。ナタネ(*Brassica Napus*)、*Lolium perenne*(ドクムギの類)、あるいはシロツメクサ(*Trifolium repens*)を土壤表面に散播し、7~30日後における幼植物個体数をもって害程度を判定している。

第1報では、まず、paraquat 11~22 g/aの処理量で酸性泥炭土、粘質土を含む供試土壌のすべてに、処理後少なくとも14日間剤の残留がみられ、土壌の種類によってその程度が異なることを示し、次に石灰の施用(25~50 kg/a)により害が軽減されること、処理土壌を物理的に破壊すれば害は現われないことをみている。また、6 mmの覆土をした上に剤処理をした場合には、シロツメクサの発芽には影響がみられなかったが幼植物には害徴がみられ、白化・枯死に至ること、逆に剤処理層の6 mm上に播種した場合には、初期生育がややおくれたものの、のちに回復したことや、*L. perenne*を供試して、1~72時間の播種前の蒸溜水による浸種によっては害徴軽減はならなかったこと、22 g/a処理土壌に3日後32 mm深さの溝を掘り、そこに播種したところ、何らの害徴もなかったことなどを報告している。これらの実験をもとに、著者らは、bipyridyl剤の土中での不活性化と土壤吸着について考察を加え、剤と土壌のイオン交換関係のみでは有機物への吸着は説明がつかないと指摘している。発芽・生育に影響をもたらす残留害はparaquat処理土壌粒子に近接した表面層において起り、その表面層に種子や幼植物が直接接触した場合に害が起るのであって、したがって土壌粒子に剤が吸着された場合に植物に影響を与え、害は土壤溶液的というよりは土壤表面の現象であることが示唆されるとしている。

第2報においては、paraquat剤の土壤吸着と解離についてのいくつかの実験を行なっている。まず、*L.*

perenne をもちい、一定日数経過後の幼植物個体数を指標とし、5種の土壌で剤処理量と害程度の関係を見て、いったん害をもたらす処理量に達した後は急速に害程度が大となることを確かめたあと、剤散布水量をかわえて作物に対する影響を調査し、16.8 g/a 以下の処理量では、散布水量を 562, 281, 112 l/ha と減じるにつれ害が増大してゆくことを報告している。次に、8.5 cm 長の筒で、中に土をつめ（下方1/3は砂）、下方から水を注入し、上方から溶出水を採取できる装置をもちいて、あらかじめ十分に水を通過させたのち土壌表面に剤処理し、約1時間脱イオン水を通過させて採取し、この溶出水中および装置内の土壌表面に *L. perenne* を播種し、発芽を調べたところ、溶出水中には剤の一部が捕集されたが、装置内土壌にも残留していたことが知られた。さらに、15 cm 長ポット内の土壌を流下させて得られた溶脱水を採取して paraquat 剤処理土壌に灌水したところ、脱イオン水を灌水した場合にくらべ、明らかに *L. perenne* 幼植物個体数は多く、45% も剤残留害は減少したと判定された。これらの実験結果より、著者らは、剤と土壌中のカチオンの存在とを関連させつつ、剤の土壌吸着・解離様相について若干の推論をしている。

3. 除草法関係

(1) 化学的防除法

S. K. DE DATTA⁶⁾ は、フィリピンの湛水直播で除草剤の圃場試験結果を報告している。土壌は粘土質、供試品種は中分げつ型の IR 22。播種後5日間飽水状態に保ち、その後は2~3 cm の湛水にした。優占雑草はノビエで、そのほかコナギ、タマガヤツリが発生した。処理時の生育程度は、ノビエの葉先が僅かに水面上に出る程度であり、水稻は少なくとも3 cm 水面上に現われていた。まず、混剤を含め8剤（粒剤）を供試し、播種後6日・8日の処理で効果・薬害を比較した。

ブタクロール+2,4-D BE (10+5 g/a) の効果は完全で、薬害は初期に現われたが、その後の分げつによって補償された。TCE-styrene(α -2,2,2-trichloroethyl styrene)+2,4-D IPE では、とくに初期の薬害が大きく、収量は最も高い区より1,000 kg/ha 少なかった（ただし有意ではない）。その他 Molinate+2,4-D IPE (15+6 g/a)、NIP+2,4-D IPE (20+5 g/a) などの2,4-Dを含む除草剤では筒状葉が現われた。しかし、これらは大抵の場合、過繁茂を抑え、倒伏を防いでいる。最も顕著な選択性を示したのは benthocarb (15 g/a) で、薬害がなく、効果は完全であった。したがって benthocarb + CNP (14+6 g/a) はこの試験では混剤

の有利性を示さなかった。ほかに高い選択性を示した除草剤は NTN 5006 (*O*-ethyl *O*-(2-nitro 4-methylphenyl) *N*-isopropyl thionophosphoramidate)+M CPA EE (20+4 g/a) であった。

次に、ブタクロールについて使用量、処理時期、2,4-Dブチルとの混用の効果の有無を検討した。単剤 (7.5, 10 g/a) の播種後6日処理で初期に薬害はあるが回復し、除草効果はほぼ完全であった。2,4-D (5 g/a) との混用では効果は播種後9~10日処理より6~8日処理で高かった。初期の薬害は早い処理で大きかったが、補償作用によって回復し、高い収量を得た。この試験ではイネ科雑草が圧倒的に多く、混用の効果はみられなかったが、広葉雑草の多い地帯で混用による有利性が期待でき、薬害も中~多分げつ型の品種を用いれば問題ないであろうと考察している。結局、benthocarb とブタクロールは播種後6日、ノビエ1~2葉期の処理で、すぐれた湛水直播用除草剤であるといえる。

NORMAN C. GLAZE⁴²⁾ は、直播トマト栽培で6除草剤の効果、薬害を3年間にわたって検討した。優占雑草はメヒシバと *Richardia scabra* であった。Diphenamid (28, 56 g/a) の出芽前処理は高使用量で年によって生育抑制が現われたが、収量への影響は小さかった。効果は28 g で一年だけ広葉に十分でなかったほかは高かった。Pebulate (*S*-propyl *N*-butyl-*N*-ethylthiocarbamate) (22, 45 g) の播種前土壌混和(混和深5 cm)処理では苗立ちが悪く、また著しい生育抑制が現われた。しかし、地表下処理(地表下10 cm)ではこれらの薬害は軽減した。効果は両処理法とも高かった。Chloramben-methyl (methyl 3-amino-2, 5-dichlorobenzonate) (22, 34 g) の出芽前処理では効果は十分であったが、薬害が大きかった。Bensulide (*N*-[2-(*O*,*O*-di-isopropylthiophosphoryl)ethyl] benzene sulphonamide) (45, 67 g) の播種前土壌混和処理では、一年生イネ科雑草にはすぐれた効果を示したが、広葉雑草には十分でなかった。薬害は中程度であった。Bensulide と chloramben-methyl (45+22 g) との混用では単剤より効果は大きかった。Sulfallate (2-chloroallyl *NN*-diethylthiocarbamate) (45, 67 g) の出芽前処理では一年生イネ科雑草への効果は不安定であったが、45 g では収量への影響はなかった。

Hordeum leporatum (オオムギ属) はオーストラリアでアルファルファの中に発生して飼料価値を低下させる冬一年生のイネ科雑草である。O. R. SOUTHWOOD³⁴⁾ は、この雑草防除のため5除草剤の秋処理(5月)と晩冬処理(8月)を行なった。アルファルファの処理時の

草丈は処理前に放牧して 1.5~4 cm であった。供試した atrazine, diuron, DPA, linuron, paraquat はいずれもこの雑草に対して有効であった。効果の程度は除草剤、使用量によって異なった。全般に Diuron, atrazine, linuron は paraquat, DPA より効果がすぐれ、また残効期間も長く次秋においても *Hordeum leptaum* とサブタラニアンクローバーの発生が少なかった。なお、diuron と atrazine はアルファルファとともに生育しているサブタラニアンクローバーをも枯死させた。アルファルファの増収という点では、Diuron (11, 22, 45 g/a), atrazine (11 g) は linuron (45 g), DPA (11, 22, 45 g), paraquat (14, 28, 56 g) よりまさり、また一般的にみて秋処理の方が晩冬処理よりすぐれていた。

マメ科牧草の種子生産にあたっては、夾雑種子の除去に多くの手間がかかる。形や大きさが似ている夾雑種子は、機械的な方法ではとり除くことが難しい。A. GEMEST²¹⁾ は、清潔種子を得るのに、除草剤を利用して目的とする以外の牧草を枯す方法を検討した。

ルーサン (*Medicago sativa*) では夾雑種子として主に *Trifolium* 属の 2 種ムラサキツメクサやシロツメクサが問題となる。新たに播種したルーサンの場合、ムラサキツメクサには TCA+dinoseb の混用 (95+24 g/a) が有効であった。シロツメクサにも効くが、効果は完全でない。また確立したルーサン圃の場合は、TCA+linuron+dinoseb の混剤 (Medex, 95+15+15 g/a) が有効で、この *Trifolium* 2 種に対して完全な効果を示した。*Melilotus albus* (シナガワハギの類) にも効果がある。ルーサンに対する害を少なくする意味では、ルーサン萌芽前の春処理がよく、薬量も少なくて済む。

新たに播種したミヤコグサ (*Hornklee*, *Lotus corniculatus*) の場合は、DPA+2,4-DB 処理 (90+15 g/a) で *Trifolium* 2 種は完全に防除され、そのほかの雑草にも有効であり、すこぶる有望な方法であると考えられる。確立したミヤコグサ圃で、*Trifolium* のほか *M. albus* があるときには、TCA+linuron+diuron の春処理が有効であった。

G. W. IVENS²²⁾ は、ケニアの牧野に発生する灌木で落葉樹の *Acacia drepanolobium* Sjöstedt (ネムノキ属) と常緑の *Tarchonanthus camphoratus* について、茎葉処理除草剤に対する感受性の季節的変化および生育ステージと除草効果との関係を報告している。

前者は草高 1~1.5 m, 樹冠は直径 2 m 以下、発生密度約 3,000 本/ha, 供試除草剤は 2,4,5-T ester とピクロラム+2,4-D amine, 有効成分 0.3% の処理濃度で 4 月から翌年 3 月までの期間中に 10 処理時期を設けて処

理した。ピクロラム+2,4-D の効果は長い雨期後半の 5 月で最も大きく、大部分のものが枯死した。短い雨期にあたる 11~12 月の処理では効果は中程度で、2 つの雨期にはさまれた乾期ではわずかに枯死したのみであった。2,4,5-T の効果はピクロラム+2,4-D より劣ったが、効果の季節的変化は類似していた。感受性の最も高い時期は地上部の伸長率が低下し、新葉が完全に展開したときであった。

後者については 6 月から翌年の 5 月の間に 9 処理時期を設けた。供試除草剤は前者と同一で、1.4 g/木を処理した。ピクロラム+2,4-D の効果は長い雨期の後半と長い乾期の前半にあたる 5 月から 7 月にかけて最も高く、11~12 月の雨期と短い乾期の間では小さかった。2,4,5-T の効果はピクロラム+2,4-D より劣った。*T. camphoratus* は *A. drepanolobium* より茎葉処理剤に対して長期間にわたって感受性が高かったが、これは両者間の季節的成長特性の差によるものと考えられている。

タバコの種子を浸種しないで苗床に播いた場合、品種によっては diphenamid に対し抵抗性を示すことが知られている。しかし、一般的には発芽を促進したり、移植を早めるために浸種するのが普通である。S. L. DUFFY ら⁵⁾ は、浸漬種子に対する diphenamid の出芽前・後処理の影響を調べた。

供試品種は Maryland Catterton, Harana 503, Swarr-Hibshman. 種子を 0, 1, 3, 5 日間水中に浸漬して播種し、播種後 1, 3, 5 日および子葉期に diphenamid (45 g/a) を処理した。Diphenamid によって成苗歩合は減少するが、Maryland Catterton は他の 2 品種より抵抗性を示した。浸漬種子を播種し、1~5 日後に diphenamid を処理した場合には、いずれの品種とも、程度の差はあれ矮化し、個体重が減少する傾向にあった。

銅化合物は藻類や水生雑草防除のため 1900 年代初期から使用されているが、水生雑草の銅吸収に関する知見は極めて少ない。DAVID L. SUTTON ら^{7,16)} は、クロモの銅吸収に関する論文を 2 報にわたって報告している。第 1 報では、クロモの銅吸収量と銅吸収に及ぼすカルシウム、通気、銅化合物の種類の影響について報告している。培養液で 1 週間育てたクロモの茎の中央部 5 cm の切片を、一定濃度の処理液に一定期間浸漬して、銅分析を行なった。

銅濃度として 0.5~4.0 ppmw の硫酸銅 (5 水塩) で処理すると 4 日後のクロモ中の銅濃度は 933 から 15,943 ppmw と直線的に増加した。4.0 から 16.0 ppmw の濃度の処理では吸収量は増加したが、増加率は低下した。

溶液中の 0.8 mM 濃度までのカルシウムと通気は、24 時間 1.0 ppmw の硫酸銅で処理したクロモの銅吸収量には影響を与えなかった。有機銅化合物 (copper sulphate triethanolamine 型の銅) の処理では 1.0 ppmw の硫酸銅または塩化銅処理よりクロモに高い銅の蓄積があった。また、クロモに対する殺草力は有機銅化合物が他の 2 剤より大きかった。

ある種の水生雑草に対して、diquat と硫酸銅との混用は共力的な効果を示し、また混用で銅の吸収が増加することが知られている。第 2 報では、クロモを用いて硫酸銅と各種除草剤を混用し、除草剤の濃度・処理期間を変え銅吸収量・生育量を調べた結果を報告している。培養液で 1 または 2 週間育てた苗をガラスびんに入れて除草剤を処理した。硫酸銅 (銅濃度 1 ppmw) と diquat (1, 10 ppmw), paraquat (1), ametryne (1, 10), atrazine (1), terbutryne (2-*tert*-butylamino-4-ethylamino-6-methylthio-*s*-triazine) (1, 10) または 2,4-D (10) の混用では、硫酸銅のみの処理よりクロモ中の銅含量は有意に増加した。しかし、fenac (2, 3, 6-trichlorophenylacetic acid) (10), diuron (1, 10), dichlobenil (1, 10) または endothal アミン塩との混用では銅含量の増加がみられなかった。クロモの乾物重に対する影響は硫酸銅 (1) と terbutryne (1), diquat (0.1, 1) および paraquat (0.1, 1) との混用ではそれぞれの単剤処理と大差なかったが、硫酸銅と ametryne (1) の混用では相乗効果を示した。

Mikania cordata はプランテーション作物中に発生する広葉雑草で、土壌と接触した各節から不定根を形成して増殖する繁殖力の旺盛な雑草である。A. K. SETH¹²⁾ はこの雑草に対するパラコートの効果を検討した。使用量は 2.8, 5.6, 8.6, 11.2 g/a で、それぞれ 2.24 l/a の稀釈水量で散布した。除草効果は 11.2 g で最も高かったが、抑草期間は短く、4 週目の後半には再生がみられた。5 g/a を 1.12 から 8.96 l/a までの 4 段階の水量で処理した結果、水量が少ないほど効果は高かった。パラコート (2.8, 5.6 g) と 2,4-D (5.6 g) の混用では相加効果よりも低い効果しか得られなかった。

パラコート 2 回散布の試験では、第 1 回に 2.8 と 5.6 g を水量 1.12 l で処理し、約 20~50 % の再生がみられたときに第 2 回の処理をした。最も高い効果は第 1 回の 5.6 g と第 2 回の 2.8 または 5.6 g との組合せであった。次いで第 1 回の 2.8 g と第 2 回の 2.8 または 5.6 g であった。これらの結果から、油やし・茶・ゴムのように 2,4-D に感受性の高い作物のもとでは、パラコートを水量 1.12 l/a で第 1 回に 5 g/a、2~3 週間後に 2.8 g/a

を処理するのが有効で安全な方法であろうと述べている。

M. HOROWITZ¹²⁾ は、スベリビユに対する有効な除草剤を見出すために各種の茎葉・土壌処理剤を圃場およびポット試験で比較した。

草丈 15 cm までのスベリビユに対し paraquat, amitrole-T (aminotriazole 25 % + ammonium thiocyanate 20 %), 2,4-D と paraquat, amitrol-T との組合せ処理 (同時または 10 日間間隔をおいた処理) は部分的に葉焼けや落葉を生じたが、効果は十分でなかった。

4~8 葉期 (草丈約 5 cm) に土壌処理剤を処理した場合、noruron (*N'*-hexahydro-4,7-methanoindan-5-yl)-*NN*-dimethylurea) (8 g/a), diphenamid (8), simazine (2.5) はほとんど効果がなく、ametryne (2.5), prometryne (2.5), terbutryne (2.5), atrazine (1.25), linuron (2.5), diuron (4), fluometuron (4) では、影響は現われたが、いずれも完全枯死にはいたらなかった。しかし、これらの土壌処理剤処理後に PD (paraquat 13 % と diquat 7 % の混剤) 2 g/a を処理すると、全区ともスベリビユはほとんど枯死した。

次に草丈 10 cm のスベリビユに対し土壌処理剤と PD (1 g/a) を混・併用 (タンク混合, 1 時間以内, 1 週間後) をした結果、土壌処理剤としては diuron (4) が最も効果が高くてほとんど枯死し、次いで prometryne, fluometuron であった。なお、処理方法間には大きな差は認められなかった。

結論として、bipyridyl 系除草剤と土壌処理剤との組合せ処理でスベリビユを防除することが可能であるが、効果には生育ステージが大きな影響を及ぼすと考えられている。

H. A. ROBERTS ら¹⁰⁾ は、砕土程度と土壌処理剤の効果との関係を報告している。試験は圃場で行ない、砕土程度は 3 段階 (爪ハロー区, 人力でレーキした区, ロータリカルチベーターとレーキ区) を設け、さらに各半分は木製ローラーを 2 回とおして鎮圧した。供試除草剤は propachlor と dichlormate (各 20, 40 g/a)。除草剤の処理は、苗床準備直後または 1, 2 日以内に行なった。主な発生雑草はスズメノカタビラ、コハコベ、*Fumaria officinalis* (ケシ科の一種)、ミチヤナギなど。

雑草の発生本数は細かく砕土するほど増加して、103, 134, 206 本/m² であった。また鎮圧した場合には 166 本で、無鎮圧の 129 本より多かった。Dichlormate は全草種に効果的であった。殺草力は土壌が細かいほど大きくなり、また鎮圧された場合にはわずかに高い傾向にあった。残存本数では一定の傾向がみられなかった。

Propachlor は *Fumaria officinalis*, ミチヤナギ, ソバカズラには効果がなかった。砕土程度や鎮圧の有無による殺草力の差はほとんど認められなかった。残存個体数は細かい砕土ほど多かった。これらの結果から, propachlor に対して抵抗性のある草種が発生する場合には, よい苗立ちが得られる以上に, 細かく砕土・鎮圧することはかえって不利となるであろうと考察している。

(2) 防除法の組合せ

O. R. SOUTHWOOD³⁵⁾ は, サブタラニアンクローバー草地に発生するヤセウツボに対する過磷酸石灰の施用, 2,4-DB 処理, 羊の放牧の影響について 1964 年から 5 年にわたって行なった試験結果を報告している。

試験区は, 放牧区, 2,4-DB (11 g/a) 処理区, 過石を 1964 年から 4 年間毎年 1.2 kg/a 施用した区, '64, '65 年に各 2.50 kg 施用した区, '64 年にのみ 5.00 kg を施用した区および過石施用と '64 と '67 年の 2,4-DB とを組合せた区であった。過石の施用によってクローバーの生育は促進され, 主な雑草とヤセウツボの発生は減少した。とくに 2.50 kg および 5.00 kg 施用した区では, クローバーの最初の 2 年間の生育が旺盛であったのでより効果的であった。クローバーの 3 葉期の 2,4-DB 処理でも過石施用と同様な傾向がみられたが, 効果は劣った。2,4-DB と過石との組合せ処理の効果は顕著でなかった。春, ヤセウツボの開花前に羊を放牧するとヤセウツボは羊に食べられて密度が低下した。また放牧と過石との組合せでは, ヤセウツボの密度は低下した。これらの結果から, この雑草の防除には春先の放牧が有効であり, また土壌の磷酸レベルが低く, クローバー生育の制限要因となっているところでは, 秋に過石を施用するのがよいであろうと述べている。

4. 実験方法

土壌中に残留している除草剤の行動を研究するためには, 多量の土壌サンプルを迅速かつ確実に処理できる再現性の高い分析法を確立する必要がある。J. A. GUTH¹⁸⁾ らは, fluometuron, motobromuron などの尿素系除草剤を対象に, 前記のねらいにそった分析法を開発した。

この方法の基本は, 芳香族アミンのジアゾ化反応とカップリング反応を利用したものである。すなわち土壌とともにアルカリ加水分解して得られた除草剤の全量(代謝物でも基本構造の残っているものは含まれる)を, アニリンの中へ蒸気蒸溜し, それを 2,2,4-トリメチルペンタンの中へ抽出する。さらに塩酸で有機溶媒から再抽出し, ジアゾ化, カップリング操作のあと, 540 nm で比色定量する。変化していないウレアの分析は, 薄層ク

ロマトで分離してから, 前記と同様の操作を行なう。さらに以上の方法を自動化することに成功している。分析限界値は 0.05~0.06 ppm, 回収率は 87~114 % である。なお, この方法は, *N*-phenylcarbamate や anilide 系除草剤の分析にも利用できる。

M. HOROWITZ²²⁾ らは, diphenamide の生物検定法について, カラスムギを用い, その子葉鞘や根部の生育抑制を調査することによって検討している。Newe Ya'ar 土壌 100 g に対して薬剤を含んだ水 30 ml を加えて混合した場合と, 土壌に薬剤を加えて混合し, その後水 30 ml で湿らした場合で同様の結果を得ている。

これらの結果をもとに, 吸着と解離について試験をしている。吸着については, 100 g の土壌に薬剤を含んだ溶液 200, 300, 400 ml を加え, 解離については薬剤をあらかじめ混ぜた土壌 100 g に水 200, 300, 400 ml を加え, いずれも 1 時間振とうし, その上澄液についてカラスムギで生物検定した。その結果, 吸着と解離の過程とも, 得られた上澄液は同様の生物活性を示した。

次に Newe Ya'ar, Dorot-Ruhama など 7 種の土壌を用い, 除草剤を含んだ土壌に直接カラスムギを生育させた場合と, 上澄液を用いた場合について検定した。それによると, 両者の方法の結果はお互に相関があり, いずれも検定法として利用でき, とくに後者はわずか 3 日で検定できた。また diphenamide の生物活性には有機物含量がもっとも影響が大きく, 粘土含量は影響が小さいことがわかった。

B. A. KRATKY ら³⁷⁾ は, 除草剤の第一次スクリーニングにとって有効な生物検定法であるクロレラを用いる法, ソルガム, カラスムギ, キュウリの根部生長阻害による法, ソルガムとカラスムギの幼芽部生長阻害による法を, 化学的タイプや作用特性の違う 42 種類の除草剤について適用検討した。50 % かそれ以上の生長阻害値でみると, 供試除草剤のうち, 31 種については 1 ppm のオーダーで検出され, 残りのうち 7 種は 10 ppm で, 2 種は 20 ppm, さらに 2 種が 30 ppm で検出できた。一般的に, 光合成阻害剤や呼吸阻害剤は, クロレラを用いる検定法に敏感であり, 一方, 光合成阻害剤以外の多くの除草剤は, 根部や幼芽部の生長阻害による検定法が有効であった。したがって, 未知の化合物についてそれが除草作用を有するかどうかは, 少なくとも 30 ppm のオーダーでは, 以上 3 つの方法のうちいずれかの方法を用いることにより検定できる。なお, 根部および幼芽部生長阻害の検定法を簡略化するために, 同じベトリ皿を用いることによりこれらを同時に行なうことができる。

登載論文 (Vol. 11, 1971)

No. 1

- 1) E.M. WATKIN and G.R. SAGAR. Residual activity of paraquat in soils. I. Factors affecting persistence. 1~11.
- 2) J.T. WILLIAMS. Seed polymorphism and germination. II. The role of hybridization in the germination polymorphism of *Rumex crispus* and *R. obtusifolius*. 12~21.
- 3) E.D. WILLIAMS and P.J. ATTWOOD. Seed production of *Agropyron repens* (L.) Beauv. in arable crops in England and Wales in 1969. 22~30.
- 4) E.P. BACHELARD and R.D. AYLING. The effects of picloram and 2,4-D on plant cell membranes. 31~36.
- 5) S.L. DUFFY and W.V. AUDIA. The response of tobacco to seedbed application of diphenamid. 37~40.
- 6) S.K. DE DATTA and P.C. BERNASOR. Selectivity of some new herbicides for direct-seeded flooded rice in the tropics. 41~46.
- 7) DAVID L. SUTTON and R.D. BLACKBURN. Uptake of copper in hydrilla. 47~53.
- 8) R.H. HAAS, C.J. SCIFRES, M.G. MERKLE, R.R. HAHN and G.O. HOFFMAN. Occurrence and persistence of picloram in grassland water sources. 54~62.
- 9) E.F. EASTIN. Movement and fate of fluorodifen-¹⁴C in cucumber seedlings. 63~68.
- 10) H.A. ROBERTS and R.T. HEWSON. Herbicide performance and soil surface conditions. 69~73.
- 11) A.R. SAGHIR and S. ABU-SHAKRA. Effect of diphenamid and trifluralin on the germination of *Orobanch* seeds *in vitro*. 74~76.

No. 2/3

- 12) A.K. SETH. Control of *Mikania cordata* (Burm. f.) B.L. Robinson in plantation crops using paraquat. 77~83.
- 13) R.L. PETERSON and L.W. SMITH. Effects of *N*-(1,1-dimethylpropenyl)-3,5-dichlorobenzamide on the anatomy of *Agropyron repens* (L.) Beauv. 84~87.
- 14) M. HOROWITZ and THERESA FRIEDMAN. Biological activity of subterranean residues of *Cynodon dactylon* L., *Sorghum halepense* L. and *Cyperus rotundus* L. 88~93.
- 15) JOHN L. HAMMERTON and M. NUTTALL. Studies on weed species of the genus *Polygonum*. VII. Effect of nutrition and other factors on seed characteristics and germination behaviour of *P. lapathifolium*. 94~98.
- 16) DAVID L. SUTTON, R.D. BLACKBURN and K.K. STEWARD. Influence of herbicides on the uptake of copper in hydrilla. 99~105.
- 17) R. J. HANCE. Complex formation as an adsorption mechanism for linuron and atrazine. 106~110.
- 18) J. A. GUTH and G. Voss. Automated colorimetric procedure for the determination of total and unchanged urea herbicide residues in soil. 111~119.
- 19) E.F. EASTIN. Degradation of fluorodifen-¹⁴C by peanut seedling roots. 120~123.
- 20) LEILA-RIITTA ERVIÖ. The effect of intra-specific competition on the development of *Chenopodium album* L. 124~134.
- 21) SHENG Y. PENG and HOUNG J. YEH. Rooting characteristics and varietal tolerance of sugarcane to diuron. 135~142.
- 22) M. HOROWITZ and NIRA HULIN. A rapid bioassay for diphenamid and its application in soil studies. 143~149.

- 23) G.W. IVENS. Seasonal differences in kill of two Kenya bush species after foliar herbicide treatment. 150~158.
- 24) E.D. WILLIAMS. Effects of light intensity, photoperiod and nitrogen on the growth of seedlings of *Agropyron repens* (L.) Beauv. and *Agrostis gigantea* Roth. 159~170.
- 25) E.D. WILLIAMS. Germination of seeds and emergence of seedlings of *Agropyron repens* (L.) Beauv. 171~181.
- 26) P.L. PELLETT and A.R. SAGHIR. Amino-acid composition of grain protein from wheat and barley treated with 2,4-D. 182~189.
- 27) M.A. MATLIB, R.C. KIRKWOOD and J.D.E. PATTERSON. Binding of certain substituted phenoxy-acids by bovine serum albumin. 190~192.
- 28) H.L. MARODER and IMELDA A. PREGO. Transformation of picloram in *Prosopis ruscifolia* and *Diplotaxis tenuifolia*. 193~195.
- 29) A. SORIANO, B.A. DE EILBERG and A. SUERO. Effects of burial and changes of depth in the soil on seeds of *Datura ferox* L. 196~199.
- 30) V. KUMAR and DAVID E.G. IRVINE. Germination of seeds of *Cirsium arvense* (L.) Scop. 200~203.
- 31) A. GIMEST. Chemische Selektion in Samenbeständen von Futterleguminosen. 204~206.

No. 4

- 32) A. J. SANAD. Untersuchungen über Aufnahme und Translokation von ¹⁴C-markierten Herbiziden in *Agrostemma githago* L. und *Tussilago farfara* L. 215~223.
- 33) A. J. SANAD, F. MÜLLER und B. RADEMACHER. Studien zur Verteilung von ¹⁴C-markiertem 2,4-D in verschieden empfindlichen Unkräutern. 224~230.
- 34) O.R. SOUTHWOOD. The chemical control of barley grass in dryland lucerne. 231~239.
- 35) O.R. SOUTHWOOD. The effect of superphosphate application, 2,4-DB and grazing on broomrape (*Orobanch minor* Sm.) in a subterranean clover pasture. 240~246.
- 36) E.M. WATKIN and G.R. SAGAR. Residual activity of paraquat in soils. II. Adsorption and desorption. 247~256.
- 37) B.A. KRATKY and G.F. WARREN. The use of three simple, rapid bioassays on forty-two herbicides. 257~262.
- 38) E. GROSSBARD. The effect of repeated field applications of four herbicides on the evolution of carbon dioxide and mineralization of nitrogen in soil. 263~275.
- 39) ALLAN E. SMITH. Degradation of bromoxynil in Regina heavy clay. 276~282.
- 40) C.E. MCKONE, R. J. HANCE and D. J. BURCHILL. Herbicide residue determinations and taint tests on fruit from gooseberries treated with chlorthiamid and dichlobenil. 283~291.
- 41) F.B. WATKINS. Effects of annual dressings of nitrogen fertilizer on wild oat infestations. 292~301.
- 42) M. HOROWITZ. Control of established *Portulaca oleracea* L. 302~306.
- 43) NORMAN C. GLAZE. Evaluation of several herbicides in direct-seeded tomatoes. 307~309.
- 44) I.E. DEMORANVILLE and ROBERT M. DEVLIN. Influence of alachlor and two experimental herbicides on bud break, terminal growth and root development of cranberry cuttings. 310~313.