“Weed Research” 第 9 巻 の 内 容 紹 介

農林省農事試験場 服部金次郎・古谷勝司・千坂英雄

Kinjiro HATTORI*, Shooji FURUYA* and Hideo CHISAKA*:

On “Weed Research” Vol. 9

“Weed Research” 第 9 巻 (1969) には短報を含めて 47 篇の論文が収められている。これらの論文を内容別に分類すると、次表のようになる。

“Weed Research” 第 9 巻 (1969) の登載報文の分類

項 目	報文数
1. 雑草 関 係	3
個生態・生理	2
作物・雑草間の競争	1
2. 除 草 剤 関 係	33
作用性	19
土壌中の行動	10
その他	4
3. 除 草 法 関 係	6
化学的防除	4
生態的防除	1
その他	1
4. 実 験 方 法	5
計	47

なお、抄録は、1. 雑草関係、2. 除草剤関係の中の土壌中の行動 および 3. 除草法関係については服部、2. 除草剤関係の中の作用性とその他については古谷、4. 実験方法 および 独、仏語の報文については千坂が、それぞれ分担した。

1. 雑 草 関 係

(1) 個 生 態・生 理

多年生雑草を防除するためには塊茎、根茎、地下茎等の貯蔵養分の消耗と芽を殺すことが主眼となる。シバムギについても地上部の切除とその生存とについて多くの報告があるが、D. J. TURNER⁴⁾は根茎の養分(炭水化物含量)の消耗について、地上部除去、その方法、間隔を中心に根茎の大きさ、施肥量等を組合わせた試験を行なった。根茎植付け後出芽してきたものを地表面で切除したとき、シバムギは根茎の炭水化物を用いて再生し、その後再度刈取りがなければ根茎から流出していく炭水化物は止まり蓄積されるが、切除が続くと炭水化物の量は当初植付けたときのものより減少していく。その度合は、

刈取間隔が 21 日のものは 10 日、14 日間隔のものに比べてゆるかった。そして植付けた根茎の大きさ 7.5 cm と 22.5 cm の間では炭水化物の減少程度には差がない。また施肥量の多少もこれには関係なかった。

シバムギの地上部切除の方法(手で摘葉・火焰放射による枯葉、パラコート)と処理の間隔(10, 14, 18 日)を組合わせ、64 日後に根茎を取り出し、再度別の土中に埋設して根茎からの再生育をみた。切除を打切ったときの根茎中の炭水化物含量は、手摘区で 15~24 %, 他の区では大体 20 % 以下に減少した。どの処理区も処理の間隔の短いものがその減少が著しかった。処理打切後の貯蔵炭水化物の回復は、手摘区、火焰放射区で良好であった。しかしパラコート区はほとんどの処理で回復は小さいかほとんどない。これは処理期間中の地上部の生存葉がパラコート区ではみられなかったためであろう。しかもパラコート区では、薬量の多い 23 g/a, 45 g/a 区では、炭水化物の残存量が 10 % 以下のもので、処理打切後も減少が続き、ほとんど消耗した。このことは、パラコートは処理期間中に地上部を枯死させるだけでなく、根茎にも移行し、根茎の呼吸を盛んにして炭水化物の消費を促すためであろう。いずれにしても、処理打切時における根茎の炭水化物量とその後の根茎の生存・生育の回復との関係は、根茎の炭水化物含量は当初の量の 10 % を割ると回復はなくなると言ってよいであろう。これは、根茎の炭水化物のうち実際に生育に使える最低の量は大体 15 % であることからみて妥当であろう。

多年生雑草の塊茎・根茎は乾燥によって枯死することが多い。P. E. L. THOMAS¹⁾は yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*, カヤツリ属)の塊茎とギョウギシバの根茎を用い、乾燥の程度・期間および温度等を組合わせ塊茎・根茎の枯死との関係を調べた。Yellow nutsedge の塊茎の枯死は風乾土中貯蔵(含水率 1~2 %)で大きく、他の乾燥処理(デシケータ中で相対湿度 90 % から出発し徐々に低下させ、最終湿度を各々 30, 50, 70 % までにした)でも乾燥の程度が大きいものが塊茎の枯死率は大きい傾向を示した。しかしこのとき温

* Central Agricultural Experiment Station, Konosu, Saitama.

度による影響が大きく、同じ乾燥条件でも低温（4℃）は高温（22℃）よりも著しく塊茎の枯死を促進した。処理期の長短は低温の各乾燥処理の枯死に関係し、長いものほど枯死を促進したが、高温では処理期間が長くなってもあまり枯死は進まなかった。乾燥に伴う重量の減少は、相対湿度90%区で37%であったが、他の乾燥処理区は46～53%で、あまり差がなかった。そして乾燥による重量減少と発芽率との関係ははっきりしなかった。

ギョウギシバの根茎は乾燥が進むにつれ枯死率は増した。一番湿った湿度90%区でも28日後には90%は枯死した。温度の高低によって根茎の枯死はあまり影響を受けなかったが、枯死に関係する重量の減少の仕方は異なり、高温で早く減少していった。結局ギョウギシバでは、乾燥に伴う根茎の重量減少率と枯死率には正の直線関係がみられ、根茎（含水率41.2%）重量が50%まで減るとほぼ全部枯死した。

（2）作物・雑草間の競争

E. D. WILLIAMS³¹⁾は春播小麦とシバムギ(*Agropyron repens* (L.) Beauv.)の競争について調べた。直径20 cmのポットを用い、小麦単植、小麦とシバムギ混植、シバムギ単植の各区を設け、各草種2株とした。小麦の播種を3回（2月21日、3月13日、27日）に分け、シバムギは、前年の秋にポットに植付けて生育させたものを、小麦の各播種時期に耕起を想定して、地表より7 mmの高さで刈取った。

小麦単植区の莖数は早播ほど多く、かつ早く最高に達したが、8月15日の収穫時ではほとんど播種の早晩による差はなくなっていた。乾物重・主稈葉数では早いものほど多い傾向を示した。シバムギが存在すると、播種期が遅くなるほど穂数・穂重が小さくなり、乾物重も同様な傾向を示し、その減少率は播種期の順で、19, 42, 61%であった。しかし主稈葉数、出穂後に定まる穂当り粒数、千粒重などは、減少はしたが、播種の早晩による差は小さかった。一方、シバムギの単植区の生育は、莖数、地上部乾物重について切除期による差は小さかったが、莖数のふえ方は異なり、早い時期で他の時期よりも主稈からの分げつが多く、根茎からの分げつは小さかった。また後期に切除した区の根茎重は他の2時期のものに比べ少なくないが目立った。小麦と混植したシバムギの生育は小麦の播種を早く行なったものほど小さく、莖数の減少率は早い順に85, 50, 27%で、なかでも早い時期のものはほとんど莖数の増加、とくに根茎よりの分茎がなかった。この試験では、水分と光はできるだけ十分に与えて実施されているので、競争の主な要因

は養分とくに窒素のうばい合いであろう。そして2種の競争で、小麦のほうが優位であったが、これはシバムギの生育とくに早い時期の生育が切除によってかなり抑えられたことが関係しているようであった。

2. 除草剤関係

（1）殺草性およびその条件による変動

H. HAGIMOTO³²⁾は、水稻移植栽培のノビエ防除に有望とみられる新除草剤 2-amino-3-chloro-1,4-naphthoquinone (ACNQ) の殺草性について報告している。ACNQ の 20～40 g/a の処理でタイヌビエに対する殺草力は薬量よりはむしろ水深で強く影響され、茎葉が水中に埋没している場合に大きく、水面上に現われている場合には小さかった。水深3 cmで4.7葉の水稻に対しては80 g/a までの薬量でほとんど影響がなかった。したがって水稻とタイヌビエ間で選択殺草性があるが、この選択性は生理ないしは生化学的であるよりはむしろ水深との関連における生育程度の差によるものだろうとしている。

水耕液の実験で水稻に対する影響は、液の深さが増すにしたがって大きくなった。液の深さが一定の場合には生育ステージが進むにしたがって葉害が少なくなり、葉先が液面上にでると水稻への影響はほとんどなかった。なお、本剤の土壤中での移動程度は小さく、残効期間は20 g/a で約15日であった。

G. F. COLLET⁴³⁾は、新しく合成された尿素系の除草剤 methabenzthiazuron (*N*-benzothiazol-2-yl-*NN'*-dimethylurea) の作用性を、水耕で小麦を検定植物として調べ、次の点を明らかにした。Methabenzthiazuron の純品と、不活性な添加物を含む製品とで、明らかに製品の方が殺草力強い。たとえば、 10^{-4} モルの濃度で72時間の伸長抑制率は純品で30%であるのに対し、製品の方は60%であった。純品とカオリン・シリカの混合物も製品と同程度の殺草力であり、添加物はこの除草剤の活性に重要な役割を果たしている。また、少量のジクワットを種子に注入して小麦を育てるとジクワットは幼植物中に移行し、生育量、葉緑素含量が減少するが、これに methabenzthiazuron を与えると、ジクワットと拮抗的に作用して生育量・葉緑素含量が増える。このほか、この除草剤の作用機構は光合成阻害だけでなく、他の機構もあること、植物体内で不活性化される過程があることなどが示唆されている。

（2）作用機構

Y. ESHEL²²⁾ はてんさいの雑草防除用として広く使用されている pyrazone (5-amino-4-chloro-2-phenyl-3

(2H)-pyridazinone) の 10 種の植物の光合成に及ぼす影響について報告している。葉片を 10^{-5} ~ 10^{-4} モル濃度の pyrazone 溶液に浸してのち、葉片からの酸素発生量を測定することによって光合成への影響を調査すると、トマト、アオビユ、スベリヒユなどの 9 種の植物では、いずれも大体 pyrazone 5×10^{-5} モル濃度で光合成能力が約 50 % 減少した。てんさいだけは 7.5×10^{-5} モルで 50 % 減少した。しかし、この差だけでは pyrazone に対するてんさいの抵抗性のほんの一部の説明にすぎず、その他に葉中における分解や集積などの差異が考えられる。

Pyrazone のトマトやアオビユに対する殺草力は莖葉処理後光条件下に置かれたものに大きく、暗黒下に置いた場合には小さかった。また、トマトに pyrazone を散布してからグルコースを吸わせると、殺草力は著しく低下した。このことは pyrazone が光合成を阻害し、炭水化物の飢餓状態をひき起こすという従来の説を裏付けるものである。

K. LUND-HÖIE²⁴⁾ は *Picea abies* (トウヒ属の一種) の CO_2 固定および同化物の移行に及ぼす CAT の影響について報告している。4 年生の苗で、休眠状態にあるものと盛んに節間伸長をしているものを、20 および 50 ppm の CAT を含む水耕液で 3 日間生育させてのち、 $^{14}\text{CO}_2$ を 2 週間吸わせ、1, 24 時間および 1 週間後にサンプリングした。CAT を処理しなかった場合、1 時間以内では処理枝から ^{14}C の移行は観察されなかったが、24 時間後には、休眠苗中の ^{14}C は根系の部分にのみ移行した。1 週間後では symplastic (生細胞が機能的に結合している単位) および apoplastic (symplast に対照となる概念で、連続的につらなった細胞壁ではあるが、細胞間に機能的な結合のないもの) に移行して、 ^{14}C はより均一に分布した。盛んに節間伸長をしている苗での移行は、基本的には休眠苗のものと同じであったが、 ^{14}C の分布はより均一であった。

CAT を処理した場合、20 ppm の濃度では CO_2 の固定や ^{14}C の同化物の移行が促進されたが、50 ppm では CAT は根への養分移行を阻害した。しかし、 $^{14}\text{CO}_2$ の吸収には影響がなかった。また、CAT の処理は陽イオン同化物の合成には影響しなかった。

植物生長の微量元素である S の吸収速度が CAT や CMU 処理で阻害されるかどうか、H. ZURAWSKI ら²⁴⁾ はえん麦の幼植物を用いて検討した。CAT, CMU をポットの乾土 250 g に 0.25 mg の割合で混合して、えん麦を播種し、出芽後 6, 11, 17 日後に ^{35}S を Na_2SO_4 の形で土壌に与えた。そして 2 時間ないし 48 時間後の

数時期に植物体を乾燥粉碎して、吸収された ^{35}S をガイガーミューラー計数管で定量した。

CAT, CMU によるえん麦の生長の抑制は、出芽後 11, 17 日で明らかであり、乾物量は両剤とも無処理区の 60~70 % であった。S の吸収速度は出芽 6 日後では全く影響が認められないのに対し、11, 17 日後では乾物重当りで比べても顕著に S の吸収が阻害された。CAT と CMU 間にはほとんど差がなかった。

A. C. MAGALHÃES ら²⁷⁾ は dicamba (2-methoxy-3, 6-dichloro-benzoic acid) をハマスゲの葉に処理して、葉の透過性および酸素の吸収量に及ぼす影響を検討した。 10^{-2} および 10^{-3} モル濃度では処理 5 日後には、細胞膜の透過性は減少した。葉の酸素吸収も抑制され、とくに 10^{-3} モルの処理 5 日後に著しく、無処理の約 40 % まで抑制された。処理 10 日後になると酸素の吸収量はほぼ無処理の水準に達した。これらの結果は除草剤の作用性が細胞膜の早期破壊と関連しているかもしれないことを示唆している。

(3) 形態への影響

J. M. WAT³⁶⁾ は散布飛散流による葉害を検討する資料として、同一生育程度のレタスで成熟度の異なる 1 枚の葉 (老化した葉、展開した葉、展開中の葉) に MCPA の 0.2 % 溶液の小滴を落して生ずる害の程度を比較した。若い葉ほど影響が現われる葉の数が多く、害度も著しかった。レタスの生育程度でみると、小さい個体より大きい個体で影響を受ける葉の数が多かった。これらのことは、葉の成熟度あるいは葉の配置で吸収-移行に差があることと関連している。次に、同一量の MCPA を、小滴の直径を約 100 μ と 500 μ と変えて処理した場合、全体として小滴の小さい方がより大きい害を生ずる傾向にあった。

パラコートは活性は酸素・葉緑素の有無のほか、処理前後の光条件で影響される。J. R. BAUR ら¹¹⁾ は、各種の光条件下で葉にパラコートを処理して、葉肉細胞の微細構造に生ずる変化を電子顕微鏡で観察した。供試した植物は *Prosopis juliflora* (マメ科のかん木) で、前処理 (72 時間, 27 °C) として、a) 15 時間 (明) — 9 時間 (暗) の光週処理、b) 連続照射、c) 暗黒条件の処理を行なった。小葉に 0.01 モル濃度 20 μl のパラコートを塗布したあと、明下におくものと暗下におくものとを設けた。パラコート処理前後の光条件に関係なく、まず原形質膜が急速に破壊され、次いで葉緑体膜の破裂、葉緑体の膨圧の消失が起こった。また、葉緑体内でのん粉の蓄積量は急速に減少した。ミトコンドリア、核、核膜、細胞質の構成物、ゴルジ体および細胞膜などへの影

響はこの処理では認められなかった。

ブロマシルは光合成を阻害することで知られているが、F. M. ASHTON ら²⁶⁾ はえん麦の根の生育、形態、細胞などに対するブロマシルの影響を検討した。えん麦の乾燥種子を 10^{-3} ないし 10^{-6} モル濃度のブロマシルを含む溶液中に4時間浸漬したあと、除草剤溶液を含むガラス布上に置きかえ、あるいは根を通気した除草剤溶液中に入れるかして、根の伸長を測定した。えん麦の根の伸長は全処理濃度で抑えられ、とくに処理濃度が高くなるにしたがって著しかった。この伸長抑制は根の先端5mmの部分で最もひどかった。 10^{-3} モルでは、根の先端は分裂組織や前形成層および表皮中の細胞がネクロシスを起こして、崩壊した。また、根端の大部分の組織中には早い時期に細胞の液胞化がみられた。その他の影響では、細胞壁形成阻害による多核細胞の出現、葉緑素グラナや fret system (ストロマ) の発達の阻害およびグラナ胞などの肥大による葉緑体壁の変形などがみられた。これらの影響は細胞膜の欠損と関連しているようであると述べている。

T. GASPAR ら⁴⁵⁾ は、MH (maleic hydrazide) を水耕液に加えてとうもろこしを育て、生育・根形成・アントシアン含量およびオーキシンの異化作用に対する MH の作用を調べた。 10^{-7} ~ 10^{-6} モルの低濃度では、暗黒下で中胚軸、照明下で葉・根の伸長が促進され、また根数も増加した。これより濃度が高くなるにつれ、生育、根形成が阻害され、逆にアントシアン含量は増加した。根抽出物を用いた *in vitro* の実験では、MH はオーキシンの破壊に効果なく、またパーオキシダーゼ活性を促進する反面、カタラーゼ活性を低下させた。MH の作用機構についてオーキシンの代謝と関連させて検討している。

(4) 吸収・移行

亜麻栽培ではカラスムギを効果的に防除する必要があるが、現在発生後処理として barban [4-chloro-2-butyryl-N-(3-chlorophenyl) carbamate] が使用されているが、処理時の条件がきびしく効果が変動しやすい。C. J. HIBBITT¹³⁾ は除草剤の選択殺草性の変動を亜麻とカラスムギの形態の面から明らかにしようとした。散布液の分布、保持量を調べるために除草剤のかわりに水溶性の染料、Acid Red (disodium salt of 8-acetamido-2-phenylazo-1-naphthol-3,6-disulphonic acid) を用いた。カラスムギでは生長に伴って個体当りおよび単位重量当りの散布液の保持量は増加した。これに対し亜麻では8葉から30~40葉までは個体当りの保持量はほぼ一定であり、したがって、単位重量当りの保持量は亜麻

が育つにしたがってかなり減少した。また亜麻の子葉と本葉間で散布液の保持力に差があって、子葉は単位重量当り本葉の10ないし20倍以上の液を保持した。以上の結果から、最高の選択殺草性は生育の進んだ時期に散布することによって得られることが推察できる。

3葉期のカラスムギは処理量の半分以上を葉腋に保持し、12葉および36葉の亜麻は子葉に大部分保持した。これによって散布液の分布状態が有力な選択殺草性の理由であることが示された。表面活性剤を加えると両植物とも保持力を増したが、その影響は亜麻の方が受けやすく、選択殺草性は低下した。なお、表面活性剤を添加しても亜麻の子葉の保持量はほとんど増加しなかった。

J. L. HAMMERTON²¹⁾ は、薬液保持量の種内変異を明らかにするために、4地域から集めたナツタデ (*Polygonum lapathifolium* L.) とハルタデ (*P. persicaria* L.) を用いて、表面張力が18℃で 72×10^{-5} N/cm の tartrazine (染料の一種) を散布し、2時間後に植物体から染料を洗い落して、その量を吸光度計で測定した。単位葉面積当りあるいは単位重量当りの保持量は処理時期によって著しく異なり、保持量と観察上の形態との間には単純な相関がみられなかった。環境条件で葉の湿潤性が変わり、ひいては保持量に影響する可能性があり、同一種の保持量や感受性は場所や年によって著しく変わるかもしれないと述べている。

K. LUND-HÖIE¹⁸⁾ は *Picea abies* (トウヒ属の一種) による CAT の吸収、移行および分解について報告している。4年生の苗で休眠期のものと旺盛な節間伸長をしている時期のものをを用い、¹⁴C ラベルの CAT を水耕液で4時間吸わせてのち、砂土に移した。CAT は容易に吸収・移行したが、吸収量は旺盛に生育している苗で多く、CRAFTS の示唆している積極的な吸収機構が示された。CAT は針状葉よりも根や茎、とくに根に多く蓄積された。なお、針状葉では、その先端に集積されていたが、これは CAT の移行には蒸散流が重要な役割をはたしていることを示している。

CAT に対する抵抗性は CAT の加水分解と正の相関があって、CAT の加水分解によって殺草力のない hydroxy simazine が形成されるが、この現象が *P. abies* 苗でもみられ、根と茎で CAT は hydroxy simazine と他の二つの未知の代謝物に分解された。針状葉には CAT は認められず、代謝物がわずかに検出されただけであった。これは根茎において非常に早い代謝作用のあることを示している。また、benzoxazinone のグルコース誘導体が *P. abies* のあらゆる部分から抽出され、これが *P. abies* 中における CAT の無毒化と関係

があるらしい。

CAT 処理 1 週間後の代謝物の 70~80 % は 12 週間後でも検出され、代謝物の $^{14}\text{CO}_2$ への分解は遅いようである。

E. A. A. GOMAA ら²⁰⁾は、植物体中における 3- α -hydroxy- β , β , β -trichloroethylamino-1, 2, 4-triazole (HTCE-ATA-3- ^{14}C) の吸収・移行を ATA-3- ^{14}C と比較した。つるなしいんげんまめの 2 週間苗の 1 枚の初生葉に ^{14}C ラベルの化合物の水溶液を処理し、2, 8, 24 時間後にサンプリングして、葉面上の化合物を洗い落して放射能を測定した。2, 8 時間後では放射能は HTCE の処理葉で高いが、24 時間後では逆に、HTCE の吸収・移行が早かった。処理葉以下の部分では両剤とも活性がなく、また、茎では放射能が低かった。両剤内の最も大きな差異は茎の先端と複葉への移行で、HTCE は 2, 8 時間後には移行が少なかったが、24 時間後では多く、一方、ATA は 24 時間後でも少なかった。そして、HTCE を処理した植物では処理後発生した部分にも著しいクロロシスが現われたが、ATA ではこのような現象はみられなかった。

K. LUND-HÖIE ら²⁷⁾は、シバムギを完全に防除するためには、枯殺するに十分な葉量が根茎に分布しなければならないと考え、茎葉処理した ATA と DPA の移行をラジオオートグラフィの方法で調べた。圃場に生育するシバムギ (草高 40~50 cm のものおよび 10~15 cm のもの) に、 ^{14}C でラベルした ATA および DPA を処理葉位を変えて滴下した。除草剤の小滴はラノリンリングで囲んで流れ落ちるのを防ぎ、また降雨を遮断した。草高 40~50 cm のシバムギに処理した場合、両剤とも symplast と apoplast で移動した。しかし、DPA は apoplast では ATA より移動しにくく、根茎へほとんど移動が認められなかった。処理した茎の節が移行の障害となっているようで、この現象はとくに ATA より DPA で顕著であった。植物体内および根茎における分布は最も若い展開葉よりも成熟した古い緑葉に処理した方がより均一であった。草高 10~15 cm のシバムギの最も若い展開葉に処理した場合には ATA と DPA の分布は主として処理茎のみに限られ、処理 15 日後でさえ根茎や無処理茎への移行は認められなかった。以上の結果から、処理時期としては草高が 20~30 cm のときに処理するのが最も効果的である。

R. GOREN¹⁶⁾ は、fluometuron [*N*-(3-trifluoromethylphenyl)-*N'*-dimethylurea] のかんきつ類に対する影響について報告している。土壌処理の場合、5~10 年生のあまだいいおよびグレープフルーツには 800

g/a まで、1.5 年生のだいいには 160 g/a まで、光合成、呼吸、乾物重および葉中の葉緑素含量に影響がなかった。葉片を fluometuron の水溶液中で振とうしたあと、葉片の光合成能力を測定すると、処理濃度が増加するにしたがって光合成は抑制され、80 mg/l の濃度では約 70 % の抑制率であった。この光合成の抑制程度は除草剤の処理法 (溶液中での振とう、真空状態での汙過)、葉令、葉片の大きさなどに関連があり、若い葉では古い葉の約 2 倍抑制された。Fluometuron のジメチル誘導体は光合成を阻害するが、fluometuron より小さかった。また、幼植物を砂耕で育てて、 ^{14}C ラベルの fluometuron を与えて移行を調べたが、96 時間後にも fluometuron の大部分は根系および茎の下の部分に検出され、上部への移行は少なかった。以上の結果から、かんきつ類は fluometuron に抵抗性があるとしてよく、それは移行が少ないこと、ジメチル化による不活性化によるのではないかと考えられる。

J. C. MAJUMDAR ら⁴²⁾は、ラジオオートグラフィによって metobromuron (*N'*-(4-bromophenyl)-*N*-methoxy-*N*-methylurea) の吸収移行を、感受性の異なる植物で比較した。用いた植物はオオイヌフグリ (*Veronica persica*; やや抵抗性)、*Sinapis arvensis* (アブラナ科シロガラシ属; 感受性) の 2 雑草、およびばれいしょの Delos (感受性)、Isola (感受性小) の 2 品種である。水耕による根からの処理、ラノリンリング法による葉面への処理を行ない、2 時間後から 144 時間後の数時期にラジオオートグラフをとった。

Metobromuron は導管のみ通って移行した。根から吸収させた場合、いずれの植物とも、はじめは根・茎・葉柄・葉脈に metobromuron が蓄積されるが、ある程度の量に達するとこれらの部分にはそれ以上の蓄積は起こらず、以後は葉縁あるいは葉脈の間の部分に蓄積が続いた。吸収・移行の初期の速度はオオイヌフグリと *S. arvensis* との間に差はなく、ばれいしょの Isola は Delos より大きかった。また単位葉面積当りの最終蓄積量は、オオイヌフグリで *S. arvensis* より大きく、Delos で Isola より大きかった。いずれにしても、metobromuron に対して感受性の異なる 2 雑草間、およびばれいしょの 2 品種間で吸収・移行と感受性の大小との間に明確な関係は認められなかった。

A. VERLOOP ら⁴⁶⁾は、DBN のつるなしいんげんまめ (*Phaseolus vulgaris*) における吸収・移行および代謝について報告している。つるなしいんげんまめの幼植物に、温度 20~22°C、16 時間 (明) ~ 8 時間 (暗) の光週期の条件で、 ^{14}C ラベルの DBN を蒸発しないよう

にして根処理（水耕液から吸収）および葉処理（DBN で飽和した空気中から吸収）をして、薄層クロマトグラフィあるいはオートラジオグラフィで測定した。DBN の吸収は葉および根の両方で行なわれ、根の吸収では水耕液の約3倍の濃度の集積が根にみられた。移行は葉→根より、根→葉で多い。根から葉に移行する場合、その約90%が蒸発し、残りで代謝作用を行なう。DBN の主な代謝過程は水酸化で、3-hydroxy-2,6-dichlorobenzonitrile と 4-hydroxy-2,6-dichlorobenzonitrile の類似物に4:1の割合でなる。DBN の 2,6-dichlorobenzamide と 2,6-dichlorobenzoic acid になる加水分解は主要な代謝過程ではない。葉処理では速やかに吸収されるが、根系への移行はほとんどなかった。そして蒸散による消失が実質的にはのぞかれるので、代謝作用にはより多くの DBN が関与することになる。

移行型除草剤には土壌処理用と茎葉処理用とがあり、前者は主に根によって吸収されてのち、蒸散流によって作用点である茎葉部に運ばれる。後者はクチクラを侵入して、同化物と一緒に篩管部を通して作用点に移行するが、M. M. ROBERTSON ら³⁰⁾は、茎葉処理で移行型除草剤、とくにフェノキシ系除草剤の作用機構に関する第I報として、吸収のしくみと関与する要因について、多数の文献を渉猟し、総説的に取りまとめている。その内容は、クチクラの構造、葉面上の保持、クチクラからの浸透 (ectodesmata の役割、気孔の役割)、葉面吸収におよぼす要因（湿度、光、温度、剤形、処理液の pH、表面活性剤）、クチクラから篩管部への移動（拡散の促進、積極吸収）などである。

(5) 土壌中の行動

A. E. SMITH⁴⁰⁾ はカラスムギの防除に広く使用されている tri-allate (S-2,3,3-trichloroallyl NN-di-isopropylthiolcarbamate) の土壌からの消失について追跡している。まず土壌中の分解について、重粘土と壤土に1, 2, 4 ppm (圃場容水量の含水土重量に対し) の tri-allate をよく混ぜ、25°C 貯蔵し、経時的に除草剤を定量した。Tri-allate は一次反応式で示される速さで分解され、その半減期は8~11週間であった。しかし殺菌土壌でも10~20%の分解がみられたので、再度殺菌に留意して追試した結果、5%以下の分解がみられた。このように土壌中での tri-allate の分解は主として土壌微生物によるものであろう。次に tri-allate をよく混ぜた土壌を長さ5 cm のガラス管に詰め、1 ml/min の割合で深さ22.5 cm 相当の水量を管の上方より落下させると、下に溶出してきた tri-allate は、壤土で当初加えた薬量の5~7%、重粘土では12~13%であった。そ

してその溶出量は水量に比例していた。このことは tri-allate の吸着に粘土含量、有機物含量はともに関与していることを示すであろう。なお圃場でも、降水量の少ない条件で、tri-allate の下層土への移動の少ないのが明らかになった。

E. RAMAND⁴⁷⁾ は、てんさい畑に用いられている lenacil 34~123 g/a を泥灰土に処理し、地表より2.5 cm の表土、地表下5 cm から7.5 cm 間の土層の土壌、および無処理の地表下5 cm から7.5 cm までの土壌に地表下2.5 cm までの処理土壌を混ぜた3種類のものを作り、これら土壌から雑草を発芽させた。Lenacil の雑草発芽抑制効果は地表下5~7.5 cm 間の土で低かったが、他の2区では高かった。このことから泥炭土では lenacil は下層土に移行せず、また雑草の発芽も表土5 cm までに限られるため、lenacil の除草効果を上げるためには、処理後5 cm 程度の土と混和するのがよいと提言している。

J. G. IYER ら⁴⁸⁾ は、松の苗床の除草に使用されている TCTP (2,3,5,6-tetrachloroterephthalic acid) の土壌中での分解不活性化と苗による吸収について、TCTP を混和した砂土をポットに詰め、2種の松苗木 *Pinus radiata* D. Don. と *P. strobus* L. を植付け試験した。TCTP は苗木の種類、大きさにかかわらず同じパターンで指数曲線的に分解減少した。その程度は開始15日で用いた量の20~30%まで減少し、以後その減り方はゆるくなる。TCTP の分解生成物も15日後で最高となり、その後その量は漸減し、60日後以降はほとんど停滞した。このことは、分解生成物がある程度集積すると分解が抑えられるためであろう。この試験は、¹⁴C-TCTP を用いており、土壌中に残存する ¹⁴C の総量からみて、30日後は加えた TCTP の30~45%、120日後には55~63%が土壌中から消失していたことが判る。

苗木の種類と土壌中の残存量との関係は、TCTP 量では両草種の間で差はないが、分解生成物の量はやや *P. strobus* の方が多い。苗木を植付けていない裸地のポットは TCTP の残存は苗木のあるポットよりも少なかった。次に松苗木に吸収された TCTP およびその分解生成物は処理した TCTP の1.2%にすぎず、その多くは根系にとどまっていた。これは TCTP が地上部への移行が小さいことを示すものであろう。なお、苗木の生育は TCTP によって抑えられていなかった。

M. HOROWITZ⁴⁹⁾ はイスラエルで使用されている土壌処理除草剤 atrazine, prometryne, CAT, trifluralin, DCMU, fluometuron (*N'*-(3-trifluoromethylphenyl)-

NN'-dimethylurea) についてガラス室内と圃場で、また bromacil, ametryne, pyrazone, noruron (N'-hexahydro-4, 7-methanoindan-5-yl)-NN'-dimethylurea) についてガラス室内で、残効性について試験した。ガラス室では土壌に数段階の薬量の除草剤をよく混合し、圃場では対数段階の濃度の薬液を散布し、その後えん麦を1カ月毎に播種し、長期間にわたり除草剤の残効を調べた。生物検定のえん麦に生じた害徴は、s-triazine 系, urea 系, pyrazone などで生育抑制・枯死, trifluralin は発芽に影響がみられた。

ガラス室内での残効はえん麦生育抑制 50%, 70% を示した薬量で表示した。そして5カ月間にわたってみた結果, CAT, DCMU が極めて長く, atrazine は長く, fluometuron, bromacil, noruron, trifluralin は中, pyrazone, prometryne, ametryne は短かった。特に ametryne, prometryne は処理直後で少量で除草効果が高いが、その後の消失が早く、すぐに残効はなくなってきた。圃場の結果もほぼガラス室のものと同様な傾向を示したが、trifluralin は圃場で残効は大きかった。すなわち CAT, DCMU, atrazine, trifluralin はほぼ同じ薬量で同様な残効を示した。これら薬剤の効力は第1図のように、時間に対しS字曲線で減衰していった。

第1図 Atrazine, prometryne, DCMU の消失曲線

注) 圃場試験, 雑草 100% 枯死に要する薬量を表示

土壌処理除草剤の土壌への吸着の程度を知ることがその使用にあたって大切なことである。P. J. DOHERTY³⁾ は, prometryne, CAT, linuron, pyrazone を用い、石英砂に各種の土壌 (堆肥土, 泥炭土, ミズゴケの堆積土, ベントナイト) を 1% 混ぜたものを作り、それらへの除草剤の吸着の程度を生物検定 (prometryne, CAT, linuron はてんさい, pyrazone はからしを用い

た) で調べた。石英砂単用区の ED₅₀ (50% の生育抑制を示す薬量) を基準に比べると泥炭土混入区 (7.5 倍) > 堆肥土区 (6.5) > ミズゴケ区 (1.7) > ベントナイト区 (1.2) であった。Linuron についてみれば堆肥土の方が泥炭土よりも大きかった。これらのことは、有機物は粘土よりも除草剤の吸着に大きく働いていること、またミズゴケ区で吸着の悪いのは有機物の種類によって、さらには分解程度、接触面積等によって吸着に差が生ずることを示すものであろう。さらに、5種の土性の異なる土壌を用い、prometryne の吸着量を調べ、吸着と有機物含量、粘土含量、イオン交換容量、接触面積等との間の単純相関を求めた結果、粘土含量を除いた他の3種の性質と吸着との間に高い相関関係が認められた。

除草剤の土壌への吸着は主として有機物が関与しているが、その機構は不明な点が多い。有機物の大部分は芳香族で構成されているが、一方、R. J. HANCO¹⁴⁾ は土壌有機物の中に脂肪族の構成部分が少なからず占めていることに注目し、非イオン系の除草剤の吸着に脂肪族部分も関与していることについて検討した。まず、セルロース磷酸粉をベースに alkyl group の炭素数 8 から 18 の異なる alkyl trimethyl ammonium を反応させて、炭素数の異なる吸着剤を作った。これら吸着剤に linuron, atrazine, EPTC を吸わせると、濃度と吸着量との間に FREUNDLICH の吸着式が成立し、これを基に吸着係数 k を求めた。各除草剤とも炭素数の多い吸着剤ほど k 値が高くなっていた。そしてこの吸着量からアルキル第 4 アンモニウム部分の吸着力を計算した結果、alkyl 基の炭素数に対し、吸着力は対数的に増加するのが認められた。除草剤間では、linuron が他のものより k 値が大きく、アンモニウム化合物部分の吸着力が大きい。これは除草剤のある分子と吸着剤との間に働く引力が異なるためであろう。次に泥炭土より抽出した泥炭分画液と腐植酸との k 値を求め、これら吸着剤との関係を検討した結果、有機物による除草剤の吸着を考えると、脂肪族部分も含める必要があると述べている。

R. C. BARBA¹⁵⁾ は、ハワイのパナ園でスクリーニングを行なった結果、atrazine, ametryne とで、ametryne の方が薬害・除草効果がすぐれているのを知っている。そこでこの差異の原因についてさらに検討した。ハワイの3種類の土壌 (シルト質埴土) をポットに填め、除草剤を処理した結果、Poamoho 土 (有機物含量 2%) では両薬剤とも薬害が著しく、Waimanalo 土 (4~5%) では 16 ppm の低濃度でも atrazine の薬害は大きかった。Kauai 土 (7~8%) では薬量に比べ薬害は小さかった。次に砂耕を行ない除草剤をバナナに

吸わせると、両除草剤とも4～16 ppmで同程度の葉害を生じた。また、バナナ植物体内での除草剤の分解をみると、両除草剤ともhydroxyl誘導体が代謝物として得られ、質・量とも差がみられない。そこで3種の土壌について吸着と溶脱を調べたところ、ametryneはatrazineに比べ、土壌への吸着量が多く、溶脱は小さかった。また土壌間ではKauai土 > Waimanalo土 > Poamoho土の順で、除草剤の保持が大きいのが判った。結局バナナに対してametryneとatrazineとで作用が異なるのは、ametryneは土壌上層にとどまっているため葉害、除草効果についてすぐれているのである。

CATなどの土壌処理除草剤で生じる葉害を回避するために、活性炭を用いる方法がある。このとき活性炭に吸われた除草剤の分解が抑えられる。そこでA. HELWEG-ANDERSEN³³⁾はDNOCとendothal(7-oxabicyclo[2,2,1]heptane-2,3-dicarboxylic acid)の活性炭への吸着をみた。除草剤と活性炭の比が1:125のとき、DNOC 250 ppmでほとんどえん麦に葉害を生じないが、endothalでは250 ppmのとき活性炭を用いないときの25 ppmに相当する葉害を生じたので、endothalの方がやや吸着は弱かった。次に土壌に除草剤と活性炭とを1:125の比で混ぜ、これに細菌(endothalには*Arthrobacter globiformis*, DNOCには*Pseudomonas*)を接種して、土壌から放出されるCO₂量から除草剤の分解程度をみた。Endothalの微生物による分解は活性炭の添加によって抑制を受けてなかった。ただ実験開始直後に抑制がみられた。これに対しDNOCでは、活性炭添加により微生物による分解はほとんど抑えられた。このように、除草剤によって活性炭への吸着程度が異なり、しかもその後の除草剤の微生物による分解程度の異なることが示された。

P. WALLNÖFER⁴³⁾はmonolinuron(*N'*-(4-chlorophenyl)-*N*-methoxy-*N*-methylurea)を処理した土壌から分離したバクテリアの*Bacillus sphaericus*の培養基に各種の尿素系除草剤を加え、バクテリアによる除草剤の分解をみた。尿素部分の炭素に¹⁴Cをラベルしたmonolinuronをバクテリア培養基に入れると、8日後にはほぼ全部の除草剤は分解され、¹⁴CO₂とchloroanilineが見い出された。CMU, DCMU, monolinuron, linuron, metobromuron(*N'*-(4-bromophenyl)-*N*-methoxy-*N*-methylurea), fluometuron(*N'*-(3-trifluoromethylphenyl)-*NN'*-dimethylurea), methabenzthiazuron(*N*-benzothiazol-2-yl-*NN'*-dimethylurea)の7種の尿素系除草剤について*B. sphaericus*による

分解を調べた結果、methoxy-phenylurea系列のmonolinuron, linuron, metobromuronは分解され、各々aniline, 3,4-dichloroaniline, *p*-bromoanilineを形成していたが、他の除草剤は分解されていなかった。これらmethoxy-phenylureaは*B. sphaericus*によって尿素部分が分解され、CO₂とanilineになることから、分解の経路として

(ハロゲン化アニリン)

を提言している。

V. WILKINSONら³⁸⁾によると、パラコートの商品のうちgramoxone Wはある種の土壌微生物の生育を著しく抑制する。そこでWILKINSONらは、gramoxone Wの主成分のパラコート(dichloride)とLissapol NXとを用い、各々の単用または混合したものを、土壌細菌*Trichoderma viride*と*Fusarium culmorum*との培養液に添加し、吸われたO₂量を測定した。パラコート単用区では、400 mg/lでも、どちらの菌でも対照区と差がなかった。しかしLissapol NX単用区では、低濃度では菌の生育に影響は生じなかったが、高い濃度ではO₂吸収量は抑えられた。ところがパラコートとLissapol NXとの混用区では比較的低い濃度で各々の単独の処理よりも菌の生育を抑え、相乗的な抑制作用がみられた。とくに*T. viride*ではパラコート+Lissapol(200+80 mg/l)でほとんどO₂吸収は止まってしまった。Lissapol NXのかわりに他の展着剤を用いた場合も同様な相乗的な抑制作用がみられた。さらに市販のgramoxone Wより精製したパラコートとgramoxone Wのパラコートを含まぬ乳剤についても同様な結果を得た。また培養液の生育時期によってどのようになるかを調べたが、若い培養液で抑制が顕著であることを認めた。これらのことからWILKINSONらは展着剤の存在により菌糸体に対するパラコートの透過性が増すためと推論している。

(6) そ の 他

土壌細菌*Bacillus* sp.は抗生物質を生産することによって*Pseudomonas phaseoli*の生育を阻害し、この両者は拮抗的な関係にあるが、N. BALICKAら⁵⁾はプロメトリン・CIPC・CMUの処理で生ずるこの拮抗作用の変化を解析した。供試した*Bacillus* sp.のmesentericus型の三つの系統に対し、プロメトリンは100 ppmまでの濃度で生育に影響せず、CMUは50 ppm,

CIPC は 100 ppm で生育を阻害した。しかし、阻害は一時的であり、72 時間後には適応して生育阻害は消失した。*Ps. phaseoli* はこれら除草剤に対して抵抗性が強く、またペニシリン、ストレプトマイシンなどの抗生物質に対する感受性も除草剤によってほとんど影響されなかった。

除草剤を与えた *Bacillus* sp. 培養基からの汙液を *Ps. phaseoli* 培養液に接種し、*Ps. phaseoli* の生育抑制程度によって、*Bacillus* sp. の抗生物質の生産力をみた。*Bacillus* の系統あるいは除草剤の種類によって、抗生物質の生産の促進・抑制には一定の傾向がみられず、また *Bacillus* の生長力とも必ずしも関係がなかった。これらのことから、除草剤による両種の拮抗関係の変化は *Ps. phaseoli* の抗生物質に対する感受性変ることよりも、*Bacillus* sp. の代謝機構が攪乱されて生ずると結論した。そして、この攪乱は長く継続せず、除草剤の影響はあまり大きなものではなかったとしている。

G. G. STILL²⁸⁾ は、DCPA の土壤中代謝物 TCAB (3,4,3',4'-tetrachloroazobenzene) の水稻の根からの吸収・移行を調べた。TCAB を加えた水耕液で、苗令 1 カ月の水稻幼植物を 7 日間育て、茎葉の抽出物からガスクロマトグラフィ・質量分析の方法で TCAB の検出を行なった結果、TCAB は根から吸収されて茎葉部に移行することが明らかになった。なお無変化の TCAB 以外に、TCAB の代謝物とみられる成分も検出された。TCAB の吸収・移行量を知るため、¹⁴C-TCAB を用いて、TCAB 飽和濃度の水耕液で水稻幼植物を 12 日間育てた後、根および茎葉部の ¹⁴C を燃焼法で回収し、液体シンチレーションカウンターで定量した。吸収移行の量はかなり少なく、与えた TCAB の 5.6 % が水稻に吸収され、吸収量の 3.2 % が地上部に移行していた。これから換算すると、水稻地上部の TCAB 限界濃度は 0.73 ppm 程度とみられ、さらに TCAB が他の中間生成物に変わる可能性も考慮に入れると、さらにこの濃度は低くなるであろう。また、この実験は TCAB の飽和濃度の水耕液で行なったものであり、実際の土壤中に残存する TCAB 濃度ははるかに低いであろう。植物体内にクロロアゾベンゼンが問題となるほど蓄積することはないと述べている。

DCPA は植物、土壤微生物などによって 3,4-DCA (3,4-dichloroaniline) に変わることが近年判明した。そこで STILL ら²⁹⁾ は各種の米を集め、この米を加水分解、蒸留し、比色計・ガスクロマトグラフィによって、農薬に因る米の中のアニリンを追跡した。米国アーカンソ州の圃場で作った米では、DCPA の散布の有無

にかかわらず 3,4-DCA の存在が認められ、またテキサス・ミネソタ州で市販の 4 種の米についても 3,4-DCA が含まれていた。その量は、DCPA を散布した稲の玄米では 1 g 当り DCPA 1.7 μ g に相当する 3,4-DCA、白米で 1.4 μ g、DCPA を散布していない稲については玄米で 1.1 μ g、白米で 0.5 μ g であった。DCPA 無使用の稲からも 3,4-DCA が検出されたのは、DCPA と分解産物の 3,4-DCA が灌漑水に含まれ、無使用の稲の根から吸われたためであろう。一方、DCPA 使用前の 1958 年度産の米からは、3,4-DCA は見い出されず、Cl-IPC による 3-chloroaniline が検出された。なお水耕で DCPA とか芳香族アミン類で汚染されないようにガラス室で育てた稲には 3,4-DCA は検出されなかった。これらのことは、分析方法上から、どのような農薬から 3,4-DCA が生じたかは不明であるが、土壌・灌漑水を通じて農薬に起因するアニリンとかアニリン複合体が食用穀類に広く含まれていることを示していると結論している。

Raspberry (きいちご)、gooseberry (すぐり)、いちごなどは、CAT で雑草を防除すれば不耕起で栽培が可能である。不耕起の状態を長年続けたとき、微生物の活力が低下して CAT の土壌中の分解が遅れ、CAT が蓄積されていく危険がないかを D. J. ALLOTT³⁷⁾ は調べた。

6 ~ 7 年間不耕起を続けた gooseberry, raspberry 畑に 22.5 g/a の CAT を処理し、適宜土壌を採取して、レタスの幼植物を用いた生物検定によって残存量を追跡した。1966 年と 67 年の 2 回試験を反復した。不耕起で堆肥を施用しなかった畑の土壌では、処理した CAT の 80 % が分解するのに要する期間は、試験した 2 年でそれぞれ 11, 22.5 週間であり、また不耕起で堆肥のマルチを行なった畑の土壌ではそれぞれ 10, 20 週間であった。堆肥を加えて土壌中の有機物が増えると、吸着によって CAT の活性は低下するが、分解の速度はほとんど変らなかった。また、CAT の分解速度は、土質土性よりも、年次間の環境条件の差で大きく変動することが判った。しかし、この試験で CAT の分解速度は年に 80 % 以上であって、22.5 g/a を処理したとき翌年にもちこされる CAT の量は、1 g/a 程度と推定され、したがって毎年不耕起で CAT 処理を行なっても、多量の CAT が土壌中に累積していく心配はまずないとしている。

3. 除草法関係

(1) 化学的防除法

多年生の強害草ハマスゲの防除に 2,4-D, ATA の反

復処理、EPTC などが効果があるとされているが、塊茎を完全に殺すことができず長期にわたる防除はできない。

そこで B. RAY¹²⁾ らは ATA, 2,4-D, EPTC, DBN 等のすでに市販されている除草剤、これに加えコードナンバーのものも含む 17 種について、単用および混用の合せて 39 処理区を設け、1965 年 5 月、ハマスゲの多い圃場（フロリダの壤質細砂土）で試験を始めた。処理直後多くの区について深さ 15 cm の土層を攪拌した。そして 1 カ月後と 1 年後にハマスゲの生存株、生存塊茎数を調べた結果、2,4-D (22.4 g/a) はほとんど除草効果はなく、ATA (90 g/a) は単用および 2,4-D との混用で、50~60 % の株数抑制を示したが、塊茎数では耕耘区と差がなく、また dicamba, picloram (4-amino-3,5,6-trichloropicolinic acid, 90 g/a) も長期間の防除では実用的でなかった。EPTC (90 g/a), CP-31675 (6-tert-butyl-2-chloro-o-acetotoluidide) は短期ではよく抑えたが、長期間では不十分であった。Terbacil (5-chloro-3-tert-butyl-6-methyluracil, 112 g/a), Du Pont 733 (3-tert-butyl-5-bromo-6-methyluracil, 112 g/a) はハマスゲの塊茎からの出芽を抑えないが、出芽後の地上部を枯らし、その後の生育をよく抑えた。DBN は 10 g/a 以上の薬量だとほとんど完全に生育、塊茎からの出芽、塊茎数を抑制したが、2.5, 5 g/a では十分といえなかった。TH-073-H (N-hydroxymethyl-2,6-dichlorothiolbenzamide) は DBN とほぼ同様な結果を得た。

さらに、処理 5 カ月後に大麦を播種し、作物に対する影響をみると、Du Pont 733, terbacil では、薬剤による害徴もなく、収量も高いが、TH-073-H, DBN では低い薬量でも薬害を生じ、10 g/a で 50~60 % 減収した。また、別に残留についてみると、処理後 5 カ月で大麦に DBN およびその代謝生成物の 2,6-dichlorobenzoic acid を検出できなかった。結局ハマスゲの防除には、terbacil (112 g/a) のハマスゲの出芽後 4~6 週間後の処理と、DBN の春期の処理を各々休閑条件で用いるもの、秋期に DBN, DBN + ATA, TH-073-H, TH-073-H + ATA 等を用い、次年の夏まで休閑し、その後作付する方法がよいとすすめている。

J. ZEMÁNEK³⁵⁾ は、てんさい畑で単子葉・双子葉両種の雑草を同時に防除するため、単子葉雑草に有効な TCA (trichloroacetic acid), DPA (dalapon) の播種前処理、双子葉植物に有効な pyrazone (5-amino-4-chloro-2-phenylpyridazin-3(2H)-one), lenacil の播種後処理を組合わせて圃場試験を行なった。てんさいの被

害程度に対するこれら 2 種除草剤の組合わせの相互作用を明らかにすることを主な目的とし、それぞれ対数的にとった 5 段階の使用量を組合わせた区を設けた。

Lenacil あるいは pyrazone の播種後処理だけの場合、使用量が増すにつれ効果もふえるが、てんさいに対する薬害（苗立ち数の減少、生育の抑制）も大きくなる。TCA あるいは DPA の播種前処理を組合わせると、双子葉植物にも効果が高まり、また薬害は播種後処理単独の場合と大きな差はなく、lenacil や pyrazone の選択性の程度はほとんど減少しなかった。したがって、lenacil, pyrazone に TCA や DPA を組合わせることによって、薬害を増大させることなく、てんさい畑の単・双子葉雑草を効果的に防除できることが判った。通常の気象条件の下では、TCA, DPA の使用量は 100~150 g/a が適当であろうとしている。

D. R. BAILEY²⁾ は、熱帯 (Queensland, 緯度 15~19°) のマメ科牧草 *centro* (*centrosema pubescens*) 畑で phenoxy 系除草剤が使用されているので、これら薬剤による *centro* の生育・種子生産に及ぼす影響を調べた。*Centro* と guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) 畑の試験は、一度放牧と刈取りを行なったのち、3 月と 10 月に除草剤を散布した。雑草は、双子葉の *Leucas linifolia* (ホソバセイロンハッカ), *Richardia brasiliensis*, *Phyllanthus* sp. (コミカンソウ属), *Agerathum houstonianum* (カコウアザミ属), 単子葉では *Brachiaria miliiformis* (ラシキビ属), オヒシバ, カヤツリグサ属, ギョウギシバであった。さて、処理時の *centro* は 5 葉程度で、そのとき受けた薬害は、2,4-D amine (17 g/a), 2,4-DB (22 g/a), 2,4,5-T・2,4-D (3+3 g/a) でほとんどなかったが、2,4,5-T・2,4-D (5.6+5.6 g/a) で株数の減少が大きかった。そして、guinea grass と単子葉雑草には生育抑制はなかった。3 月処理について処理後 14 カ月後に調査した結果、2,4,5-T・2,4-D で著しく *centro* が少なくなり、2,4-D ethylester (8 g/a), diquat (3 g/a) では薬害もなく、除草効果もあった。10 月処理について 7 カ月後に調べたが、2,4-D ethylester (17 g/a), 2,4-D amine (8 g/a), 2,4-D・2,4,5-T (3+3 g/a) では、*centro* は薬害から完全に回復していた。

さらに、BAILEY は、2 月下旬および 5 月に同様な処理を行ない、処理後の生育・開花結実についてみた。2 月処理では、*centro* の生育は全体に抑制が大きく、とくに phenoxy 系除草剤は約 11 カ月後でも回復がなかった。Diquat ではかなり回復した。5 月処理では、処理後の回復が早く、15 週間後で無散布区と同程度の生育

になり、7カ月後では、diquat は無処理区より生育量は大きくなった。このように処理の時期によって反応が異なるのは、2月では centro の生育が停滞しており、被害も大きく、回復が遅れるためであろう。さて、centro の開花は4月下旬から6月までと、9月下旬から11月下旬の2回のピークを示すが、5月処理で前のピークが消失した。花の総数は処理による有意の差はなかったが、莢では、2,4-D、2,4-DB の処理で劣弱なものを生じた。また粒重は、2月処理のものが5月処理のものより小さくなっていった。刺傷した種子の発芽率は、5月処理の 2,4-D-amine および etylester のもので劣っていた。

E. W. HAUSER²³⁾らは落花生畑の雑草、とくに yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.) と purple nutsedge (ハマズメ) の多年生雑草に対し vernolate (s-propyl-dipropylthiocarbamate) の地表下処理 (subsurface treatment) が優れているのをすでに (Weed Res. Vol. 6) 明らかにしているが、ただ被害が大きいたことが問題となっていた。そこで、HAUSER らは散布機を改良し、被害と除草効果について検討した。

まず、除草剤の処理についてガラス室内でポット試験を行なった。土壌を2種 (壤質砂土、砂質壇壤土)、yellow nutsedge の塊茎の位置を3条件 (地表より、1.3 cm, 6.3 cm, 11.3 cm)、除草剤の薬量2段階 (23 g/a, 45 g/a) および処理の仕方・深さ (上層 3.8 cm の層で混和、3.8 cm および 8.8 cm の地表下処理) 等を組合わせた結果、砂土の地表下処理区は混和区より生育抑制が大きい、壇壤土では差がなかった。また塊茎形成は地表下処理で少なく、とくに、塊茎の位置の上下 2.5 cm 以内に処理したときは、全く塊茎からの出芽はなかった。

次に圃場において、次のような処理区を設け、2年行なった。(1) 播種前混層でディスクハロー (深さ 13~15 cm)、(2) ロータリホー (深さ 7.5 cm)、(3) 播種前地表下処理で特殊な中耕機 sweeps (深さ 10 cm)、(4)、(5) 播種時地表下処理で注入方式 (深さ 5 cm と 10 cm)、(6) 落花生の出芽後 7 日に地表下処理で注入方式 (深さ 5 cm) の6処理区。Vernolate 23 g/a の yellow nutsedge に対する除草効果は、地表下処理区は 75~90 % の抑制を示し、混和処理の 33~55 % よりも優れていた。とくに、このうち播種前処理と播種時 10 cm 深の処理が安定した効果を示した。落花生に対する被害は、落花生出芽後の地表下処理が一番小さく、他の処理は大差がなかったが、収量では、地表下処理が混和処理より多かった。このように、処理によって vernolate の作用が

異なるのは、この除草剤の蒸気の分布に影響を与えるためであろう。

(2) 生態的防除法

E. W. HAUSER²⁵⁾らは、落花生の収量に及ぼす雑草と耕耘の影響について無除草区、手取除草区、機械除草区、2,4-D + dinoseb (22 + 17 g/a) 区を設け、8年間にわたって行なった。無除草区は雑草量の多い年に他の除草区に対し有意の減収を示した。8年間の平均では約 20 % の減収率を示した。除草剤区は他の処理区とあまり収量に差がない。しかし年次によっては、残草が多いとか、被害によって減収が生じた。機械除草区では southern blight (白絹病, *Sclerotium rolfsii* Sacc.) の発生の多い年に病気により著しく減収した。ここで行なった耕耘は "non-dirting" (白絹病菌の付着をさけるため落花生に土がかからないように行なう) で比較的病気が出にくいのであるが、このようなことを考えると、除草区間にあまり差がないため、除草剤による除草法とか、耕耘の少ない除草法をとることがよいと結論している。

(3) その他

その他として生物的防除法に入るものが一報ある。ヤドリギ科の寄生植物 mistletoe (*Loranthus longilrus*) は西パキスタンからスマトラ、ニューギニアにかけて分布し、マンゴウ属、センダン属、ナシ属、コナラ属などの類に寄生して大害を及ぼす。G. M. BALOOH ら⁹⁾は、mistletoe について、食植性の鞘翅目、双翅目、鱗翅目などの昆虫やダニなど 13 種をあげ、それらの食性を調べた。大半の種は幼虫の時代に mistletoe の葉を食べ、また多くの種が mistletoe だけにつく寡食性であって、これら昆虫を利用した生物学的防除法はかなり有望だとしている。

4. 実験方法

E. BEHM ら⁶⁾は、ガスクロマトグラフィが利用できないとき、2,4-D 酸を紫外分光光度法 (UV) で定量する方法について述べている。著者の一人 I. SCHRÖDER は、藻類の核酸合成に対する 2,4-D の作用について試験しており、藻の培養液中の 2,4-D の定量法を確立する必要があった。培養液を pH 2 として、まず diethyl ether で抽出し、磷酸緩衝液 (pH 8) で洗ったのち、さらに pH 2 で CCl₄ で抽出した。UV の吸収曲線の max. λ は 285 nm であった。回収率の調査から、培養液中の約 10^{-5} モルの濃度、つまり $2.2 \mu\text{g/ml}$ の定量が可能であることが判った。なお、この抽出・定量の方法では、2,4-D の代謝物による妨害が起こらないこと

が、ペーパークロマトなどで確かめられた。

C. P. P. REID ら¹⁷⁾ は、picloram の検出・定量の迅速・高感度生物検定法について述べている。これは、レタス種子を picloram を含む水溶液 300 μ l で湿した 25 mm 平方の沱紙上に置床し、ペトリ皿中に置いて、72 時間後に一次根+胚軸の伸長の抑制を調べる方法である。この方法で 10^{-8} ~ 10^{-7} モル濃度（与えた絶対量で 0.00072~0.0072 μ g）で伸長促進、 10^{-7} モル濃度以上で抑制がみられ、 0.5×10^{-6} ~ 10^{-4} モル濃度（絶対量で 0.036~7.2 μ g）の濃度の範囲で定量が可能であった。

植物体からの抽出物を、ペーパークロマトグラフィで展開分離したのちに、その沱紙を小片に分けて上述の生物検定を行なえば、picloram の検出と定量が同時にできるであろう。このことを確かめるため、 14 C-picloram を与えたダイズの抽出物のペーパークロマトグラムについて、scanner による 14 C の検出、紫外線によるスポット検出、およびこの生物検定法による検出とを比較した結果、第2図のように、 R_f 値はよく一致した。またこの抽出物中の picloram をシンチレーションカウンターで定量した量と、クロマト上のスポットの picloram 量ともよく一致した。したがって、スポットする抽出液を希釈あるいは濃縮して適当な濃度とすれば、この生物検定法は所要時間、被検液の量、同定・定量の容易さといった点で利点がある。

H. Fyfe³²⁾ は、phenmedipham (3-(*m*-tolylcarbamoyloxy) phenyl carbamate, てんさい用の選択性除草剤) のクチクラ・表皮からの浸透および葉組織内分布の点で、感受性・非感受性植物間に差があるか否かを明らかにする目的で、マイクロラジオオートグラフィの方法の改良を試みた。マイクロラジオオートグラフィは概略次のようなものである。 14 C-phenmedipham を葉に処理したのち、2×4 mm の小片に切りとり、減圧下で低温乾燥し、パラフィンに埋蔵、ミクローム切片を直接X線フィルム上に乗せて、-25℃で露光する。フィルムの現像・定着の間もフィルムと組織切片は離れないようにしておき、そのまま顕微鏡下で観察する。従来の方法では、組織内に浸透したパラフィ

ンに放射能が分散しやすいが、FYSKE はフィルムと組織切片が離れないようにパラフィン埋蔵のやり方などを工夫し、また組織切片が水と直接接触しないようにして良質のラジオオートグラフを得ることに成功した。

Soil perfusion の装置（土壌をつめたコラムに液体を連続的に循環灌流させる装置）は、土壌微生物の働き、たとえば硝酸化作用の過程とか除草剤の微生物分解の研究に広く応用されている。S. L. J. WRIGHT ら¹⁰⁾ は、この soil perfusion の装置で、液体を循環させるのに peristaltic pump（ぜん動ポンプ）を利用して、いくつかの改良を試みている。この方法によれば、同時に6本

第2図 ペーパークロマトグラフ上の picloram の検出
(a) strip scanning 法, (b) 紫外線による方法
(c) レタス種子生物検定法

注) A, B : 大豆抽出液

の土壌コラムに灌流ができ、しかもそれぞれのコラムについて灌流液の種類や流速を変えることができる。また、ポンプで灌流液を送り出すゴム管に通気管を接続しておけば、通気をよくすることができるだけでなく、必要に応じて空気の代りに他のガスを循環回路内にとり入れることも可能である。

C. G. GREENHAM ら¹⁹⁾ は、木本植物の篩管を露出させて、そこに放射性の除草剤を与え、その移行を調べるという CRAFTS らが考案した方法を、暑い乾燥したオーストラリアの気象条件下の実験に合うように改良を加えた。改良した点は、溶媒の種類、処理の仕方、ラジオオートグラフを作るための樹皮の調整の仕方などである。

登載論文 (Vol. 9, 1969)

No. 1

- 1) P.E.L. THOMAS: Effects of desiccation and temperature on survival of *Cyperus esculentus* tubers and *Cynodon dactylon* rhizomes. 1~8.
- 2) D.R. BAILEY: The effect of post-emergence herbicides on the vegetative and reproductive growth of *Centrosema pubescens* Benth. in Queensland. 9~19.
- 3) P.J. DOHERTY and G.F. WARREN: The adsorption of four herbicides by different types of organic matter and a bentonite clay. 20~26.
- 4) D.J. TURNER: The effects of shoot removal on the rhizome carbohydrate reserves of couch grass (*Agropyron repens* (L.) Beauv.). 27~36.
- 5) N. BALICKA and Z. KREZEL: The influence of herbicides upon the antagonism between *Bacillus* sp. and *Pseudomonas phaseoli*. 37~42.
- 6) E. BEHM und I. SCHRÖDER: Eine Methode zur Bestimmung von 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D) in Algenkulturmedien. 43~47.
- 7) A.C. MAGALHÃES and F.M. ASHTON: Effect of dicamba on oxygen uptake and cell membrane permeability in leaf tissue of *Cyperus rotundus* L., 48~52.
- 8) J.G. IYER, G. CHESTERS and S.A. WILDE: Chlorthal degradation in soils and its uptake by pine seedlings. 53~61.
- 9) G.M. BALOCH and A.I. MOHYUDDIN: The phytophagous fauna of a mistletoe (*Loranthus longiflorus* Desr.: Loranthaceae) in West Pakistan. 62~64.
- 10) S.J.L. WRIGHT and C.G. CLARK: Controlled soil perfusion with a multichannel peristaltic pump. 65~68.

No. 2

- 11) J.R. BAUR, R.W. BOVEY, P.S. BAUR and ZENAB EL-SEIFY: Effects of paraquat on the ultrastructure of mesquite mesophyll cells. 81~85.
- 12) BIBHAS RAY and MERRILL WILCOX: Chemical fallow control of nutsedge. 86~94.
- 13) C.J. HIBBITT: Growth and spray retention of wild oat and flax in relation to herbicidal selectivity. 95~107.
- 14) R.J. HANCE: The adsorption of linuron, atrazine and EPTC by model aliphatic adsorbents and soil organic preparations. 108~113.
- 15) R.C. BARBA and R.R. ROMANOWSKI, JR.: Differential phytotoxicity of atrazine and ametryne to bananas. 114~120.
- 16) R. GOREN: The effect of fluometuron on the behaviour of citrus leaves. 121~135.
- 17) C.P.P. REID and W. HURTT: A rapid bioassay for simultaneous identification and quantitation of picloram in aqueous solution. 136~141.
- 18) K. LUND-HÖIE: Uptake, translocation and metabolism of simazine in Norway spruce (*Picea abies*). 142~147.
- 19) C.G. GREENHAM and E.W. POOK: Modifications of techniques for the autoradiography of woody plants. 148~149.
- 20) E.A.A. GOMAA, G. MATOLCSY and B. TANÁCS: Uptake and translocation of 3- α -hydroxy- β , β , β -trichloroethylamino-1,2,4-triazole in plants. 150~153.
- 21) J.L. HAMMERTON: Intra-specific variations in spray retention. 154~157.

No. 3

- 22) Y. ESHEL: Effect of pyrazon on photosynthesis of various plant species. 167~172.
- 23) E.W. HAUSER, L.E. SAMPLES and S.A. PARHAM: Incorporated versus subsurface vernolate for weed control in peanuts. 173~184.

- 24) K. LUND-HÖIE: The effect of simazine on the photofixation of CO₂ and on translocation of assimilates in Norway spruce (*Picea abies*). 185~191.
- 25) E.W. HAUSER and S.A. PARHAM: Effects of annual weeds and cultivation on the yield of peanuts. 192~197.
- 26) F.M. ASHTON, ELIZABETH G. CUTTER and DONNA HUFFSTUTTER: Growth and structural modifications of oats induced by bromacil. 198~204.
- 27) K. LUND-HÖIE and A. BYLTERUD: Translocation of aminotriazole and dalapon in *Agropyron repens* (L.) Beauv. 205~210.
- 28) GERALD G. STILL: 3,4,3',4'-Tetrachloroazobenzene: its translocation and metabolism in rice plants. 211~217.
- 29) GERALD G. STILL and E.R. MANSAGER: The presence of 3,4-dichloroaniline in rice grain hydrolysates. 218~223.
- 30) MARGARET M. ROBERTSON and R.C. KIRKWOOD: The mode of action of foliage-applied translocated herbicides with particular reference to the phenoxy-acid compounds. I. The mechanism and factors influencing herbicide absorption. 224~240.
- 31) E.D. WILLIAMS: Effects of time of sowing of spring wheat and defoliation of *Agropyron repens* (L.) Beauv. on competition between them. 241~250.
- 32) H. FYKSE: Eine Mikroautoradiographische Methode zum Nachweis von ¹⁴C-Markiertem Phenmedipham in Blättern. 251~253.
- 33) A. HELWEG-ANDERSEN: Influence of charcoal-adsorbed herbicides on micro-organisms. 254~257.
- 34) H. ZURAWSKI, M. PŁOSYŃSKI und J. BORS: Einfluss von Simazin und Monuron auf die Akkumulationsgeschwindigkeit von ³⁵S in den Grünteilen von Hafer. 258~261.

No. 4

- 35) J. ZEMÁNEK: Interaktion zwischen einigen Herbiziden bei Vorsaats- und Voraufaufbehandlung in Zuckerrüben. 265~271.
- 36) J.M. WAY: Some effects of droplet size and position on the response of lettuce to sub-lethal doses of MCPA. 272~278.
- 37) D.J. ALLOTT: The persistence of simazine applied annually in the prolonged absence of soil cultivation. 279~287.
- 38) VALERIE WILKINSON and R.L. LUCAS: Effects of constituents of Gramoxone W on rates of respiration of soil fungi. 288~295.
- 39) H. HAGIMOTO: The herbicidal activity of 2-amino-3-chloro-1,4-naphthoquinone. I. Herbicidal activity and water depth. 296~305.
- 40) ALLAN E. SMITH: Factors affecting the loss of tri-allate from soils. 306~313.
- 41) M. HOROWITZ: Evaluation of herbicide persistence in soil. 314~321.
- 42) J.C. MAJUMDAR and F. MÜLLER: Untersuchungen über Aufnahme und Translokation von ¹⁴C-Metobromuron in unterschiedlich empfindlichen Pflanzen. 322~332.
- 43) P. WALLNÖFER: The decomposition of urea herbicides by *Bacillus sphaericus*, isolated from soil. 333~339.
- 44) G.F. COLLET: Action d'une urée substituée, le méthenzthiazuron, sur la croissance de plantules de blé et rôle des additifs. 340~347.
- 45) THOMAS GASPARD et OLIVIER CLEDJO: Croissance, rhizogénèse, teneur en anthocyanes et catabolisme auxinique (*in vitro* et *in vivo*) chez *Zea mays* traité par l'hydrazide maléique. 348~356.
- 46) A. VERLOOP and W.B. NIMMO: Absorption, translocation and metabolism of dichlobenil in bean seedlings. 357~370.
- 47) E. RAMAND: Activity and immobility of lenacil in a highly organic soil. 371~372.