“Weed Research” 第3巻の内容紹介

農林省農事試験場 千坂英雄・服部金次郎

Hideo CHISAKA and Kinjiro HATTORI: On “Weed Research” Vol. 3

“Weed Research” 第3巻 (1963) には、4号で合計25篇の論文が掲載されており、内容別にこれを分けると下表のとおりである (分類項目は雑草研究第2号に記載したものと同様)。

“Weed Research” 第3巻 (1963) の報文の分類

項 目	報 文 数
雑草関係	7
個生態および生理	7
除草剤関係	12
作用性	11
土壤中の行動	1
防除法関係	4
化学的防除法	4
実験方法その他	2
合 計	25

報文以外に、各国の雑草防除研究の組織が紹介されていて、前巻のカナダ・フィンランド・オランダにつづいて、この巻にはスウェーデンとポーランドにおける組織が報告されている。

1. 雑 草 関 係

オーストラリアで cape tulip とよばれる多年生の強害草 *Homeria breyniana* は、球茎 (corm) の休眠のために根絶することがなかなか困難である。G. A. PEARCE¹⁰⁾ は、実際の圃場で球茎を休眠させている条件について調べ、球茎の発芽を良好にすることによって防除効果の向上を計っている。この雑草はふつう4月中旬 (秋) に発芽し、10月まで生育を続ける。4~5月に発芽できないまま地中に残っている球茎の割合は、年次や調査地によって著しく変異し、少ないときには1%、多いときには60%にも達していた。

いろいろな実験の結果、球茎の発芽には土壤水分と温度とが最も重要な条件になっていることが判った。球茎は12月には深い生理的な休眠状態にあるが、2月に入るとさめはじめ、3~4月にはほぼ完全に休眠が覚醒している。しかしこの時期には、夏の少雨のため土壤水分が少なく、発芽できない。また球茎の発芽適温は25~15℃で、10℃以下で発芽率が低下し、5℃では発芽できない。西部オーストラリアでは、晩秋の5月には地温は10℃以下にまでさがり、夏の乾期が終って降雨の多くなる時期が遅くなるほど、地温の低下のために発芽しないで残

る球茎の割合が増加することになる。

圃場は夏の間、枯れた cape tulip や牧草で数cmの厚さにおおわれており、3月にこれを焼却すると環境休眠のまま発芽しないで残る球茎は顕著に減少した。枯草のおおいをとると、地温の日変化の幅が大きくなるが、直接の原因は降雨が土中へ滲透しやすくなることにある。4月中の降雨が3~3.5mmであつたとき、土面のおおいを焼却によって除去した区では4月末に発芽をはじめたのに対し、除去しなかつた区では5月中旬になつて発芽を開始し、発生はさらに遅れた。除去しなかつた区では発芽を開始したときの地温は9~12℃で、約30%の球茎が環境休眠のまま残つたが、除去した区では12~20℃でほとんど全部の球茎が発芽した。このように全部の球茎が発芽・発生すれば、1年で完全に防除できる可能性がある。

R. MÜLLVERSTEDT¹²⁾ は12種の雑草種子について0~21%の範囲の酸素分圧条件で発芽を調べた。おおむね50%以上の発芽力をもつ種子を用いて、密閉容器に置床し、所定の酸素分圧は空気を窒素ガスで稀釈することで作成した。容器には TÖDT によつて考案されたガルバニック・モデルエレメントを附置し、酸素量を電気化学的に測定した。処理期間は3~4週間である。実験の結果、試験した雑草種子は2つのグループに分別された。すなわち第1のグループは *Alopecurus myosuroides* (スズメノテッポウ属の1種)・*Rumex obtusifolius* (ギシギシ属の1種)・カミルレ (*Matricaria chamomilla*, キク科)・スズメノカタビラ (*Poa annua*)・*Apera spica-venti*・オオイヌフグリ (*Veronica persica*) で、種によつて異なるがおおよそ0.5~4.3%の酸素分圧で発芽する種子がみられ、4.5~8%の分圧では75%が発芽した。中でも *Alopecurus* は低酸素分圧で最も発芽が良好であつた。第2のグループはやエムグラ (*Galium aparine*)・オニノゲシ (*Sonchus asper*)・アカザ (*Chenopodium album*)・ハコベ (*Stellaria media*)・カラスムギ (*Avena fatua*) で、前のグループよりも高い酸素分圧を要し、発芽をはじめるのは6~8%の分圧、そして12~16%で発芽率は75%に到達した。カラスムギでは酸素の消費量が多くに多い。

第1のグループのギシギシやオオイヌフグリなどでは、低酸素分圧のために発芽しなかつた種子は、空気中

に戻してもすぐには発芽せず、軽い二次休眠に入っていた。第2のグループでも、アカザを除く4種でかなり強い二次休眠が誘起された。また実験後、テトラゾリウム処理で種子の発芽力を調べたところ、酸素不足が増大するにつれて多数の死滅種子がみられた。とくにカラスムギでは1.5~2%の酸素分圧で、低温のときには死なないが、温度が20°C以上のとき全部死滅した。このような実験の結果から、現実の圃場における種の分布の差がうまく説明できるとした。

さらに MÜLLERSTEDT²²⁾ は、機械除草などの耕起のあとにしばしば雑草の発生が旺盛になる原因をカラスムギ・*Sinapis arvensis* (アブラナ科、シロガラシ属)・*Alopecurus myosuroides*・ヤエムグラについて追求した。発生が旺盛になる原因として、光・種子の位置・土壌通気が考えられる。2cmの深さに雑草種子を入れて深さ4cmに耕起した場合、土粒よりも大きい種子は上方へ、小さい種子は下方へ動く傾向にあった。しかし大粒の種子は下層の方がむしろ発芽が良好であるし、小粒種子はその逆であるから、耕起による種子位置の変化は雑草の発生を多くする原因ではない。また光条件も、これら雑草種子の発芽に無関係であった。次に、土中の通気の量をかえて試験したところ、*Alopecurus* は、前述したように、酸素要求量が少ないため通気の有無によつて発芽数は変らないが、カラスムギ・ヤエムグラでは通気によつて発芽数は顕著に増加した。したがって、耕起によつて土壌中の空気の拡散が良くなることが、耕起後これら雑草の発生が盛んになる原因となっていると思われる。

スーダンにおける5種類の雑草について、M. J. CHADWICK¹⁷⁾ は窒素養分に対する生育の反応を調べ、主要な2作物ワタとモロコシ(*Sorghum vulgare*)の反応と比較している。雑草・作物とも砂耕で窒素濃度の範囲を3~243ppmまでの5段階に変えて育成した。ギョウギシバ(*Cynodon dactylon*)と*Calotropis procera*では、乾物収量と窒素濃度との間に明瞭な直線関係がみられ、窒素の増加につれて収量が増加した。増加の程度はギョウギシバで大きかった。これに対して、アザミゲシ(*Argemone mexicana*)と*Dactyloctenium aegyptium* (イネ科、タツノツメガヤ属)は81ppmの濃度のときに最高収量をあげ、243ppmでは減収した。この2種の雑草の反応は2作物の反応と非常に似ていた。ハマスゲ(*Cyperus rotundus*)は9ppmと81ppmで収量のピークがあつた。これらの結果から、各雑草の条件の異なつた耕地に対する適応性が考察され、ある作物畑によく発生する雑草の土壌要因に対する収量反応は、その作物

とよく似ていることが示唆されている。

カラスムギの小穂(種子)には菌・細菌・放線菌類など多数の微生物が附着している。L. KIEWNICK²⁵⁾ は、カラスムギ種子の発芽力とこれら微生物との関連を見出そうとしている。種子に附着した微生物の総数は成熟期に雨が多いと増加し、またカラスムギが夏大麦中に育つたときに多く、燕麦中では少ない。これら微生物のうち菌類は、藻菌類2種、子の菌類5種、不完全菌類45種の合計52種が分離された。カラスムギ種子にこれら菌類の接種試験を行なつた結果、8週間後に *Stemphylium consortiale* の30%を筆頭に、*Phoma hibernica*・*Cephalosporium gramineum*・*Helminthosporium gramineum*・*Fusarium culmorum*・*F. solani*などで20%以上の死んだ種子が見られた。また、これらの菌は土中の種子に対しても病原として作用した。*F. culmorum* におかされたとき、根の生育が抑制され、穂が出すくみ状になつて、不稔の種子を生ずる。また空気湿度が高くなるに従い、貯蔵中の種子に菌・細菌の数が多くなつて、相対湿度100%の場合3カ月後に34%、6カ月後に51%の種子が発芽力を失なつていた。

カモジグサ(*Agropyron repens*, couch grass)の根茎(rhizome)について2報文がある。この雑草の根茎がtoxinを分泌することはよく知られているが、P. J. WELBANK¹⁵⁾ はこのtoxin生産を規制する条件についてさらに調査を進めた。この実験では、地下茎を埋蔵した土壌の抽出液でナタネの種子を発芽させ、その幼根・胚軸の伸長量によつて生産されたtoxinの量を比較している。4°Cの土壌中に貯蔵しておいた自然の根茎とこれを凍結あるいは乾燥して殺した根茎を、それぞれ圃場含水量程度の水分の土壌および飽和状態の水分でぬつた土壌に20°Cで埋蔵した。その結果は、根茎のtoxin生産にとつて、嫌気的な飽和水分土壌に埋蔵されることが重要な条件であつて、根茎が新鮮であるか死んでいるかにはほとんど関係がなかつた。Toxinは主に幼根長を抑制し、埋蔵後1カ月を経過してもその抑制程度は増加していた。

次に、カモジグサのほかに、*Agrostis tenuis* (イネ科ヌカボ属)・*Lolium multiflorum* (イネ科ドクムギ属)・コメツブマゴヤシ(*Medicago lupulina*)の根茎(もしくは稈・茎)を用いて、飽水状態の3種類の土壌(砂壤土、壤土、埴土)に約1カ月間埋蔵したところ、単位乾物重当りのtoxin生産量は4種の雑草ともほぼ同程度であつて、カモジグサが特に多いということではなかつた。土壌の種類では、*Agrostis* と *Lolium* の場合に、埴土で他の土壌よりも根長の抑制がやや大きかつた以外には

差はなかった。結局、カモジグサの根茎が toxin を生ずるのは別に例外的な現象ではないようである。そして toxin はすでに生きている根茎の中に含まれていたのではなくて、土壌の中に埋蔵中に生産されたものらしいと推論した。

カモジグサは晩春から夏にかけて根茎を形成し、根茎の芽は秋～春の間に発芽する。ドイツでは、除草剤を利用せず、カモジグサを根こそぎ抜き取って防除するやり方が現在なお広く行なわれている。G. GRÜMMER⁵⁾は乾燥空気に対する根茎の抵抗力を調べ、抜き取ったカモジグサの処分法について示唆を与えている。根茎は、健全な芽さえもつていれば、1cmの断片からも高い率で発芽し、3mmの断片でも30%以上は発芽する。さて、長さ1cmの根茎を2週間、相対湿度56～88%の空氣にさらしたとき、88%では芽の発芽力はほとんど低下しないが、それより低い湿度では低下が著しい。ことに湿度56%の場合は、3日後に発芽率は40%、6日後には僅か5%にさがった。この根茎の乾燥に対する抵抗力は、根茎の断片の長さが短かいとき、また直径の細いときに弱い傾向にある。56%と88%の湿度を日変化させると、56%におかれた同じ時間数だけ56%一定に保つた場合に比べて、発芽力の低下程度が小さい。また乾燥空氣の動きを早くすれば芽の受ける害が大きく、48%の湿度で空氣を5.5m/secの速さで動かすと、8時間後に80%以上が発芽力を失った。

カモジグサを春に抜き取って圃場に放置すると芽が発芽してくる危険があるので、外へ持ち出さねばならない。しかし、この実験の結果から、抜き取ったカモジグサをその圃場で発芽力をなくさせるような乾燥法の可能性が示された。

2. 除草剤関係

R.V.LYNDSEY¹⁴⁾は、植物の根の一部に除草剤を与えたとき現われる効果を、数種の除草剤について比較した。検定植物としてエンドウ・大麦（部分的にアマ）を用いている。水耕で3～4葉期に育つたとき、根を2部分に分割し、除草剤を全根系の $\frac{1}{8}$ にのみ処理して全根系処理との差をみた。水耕液中の除草剤処理濃度は、全根系処理において1週間以内に明かな徴候が現われる程度の濃度とし、また部分処理区では薬量を等しくするため濃度を3倍にした。Atraton (2-methoxy-4-ethylamino-6-isopropylamino-1, 3, 5-triazine)*・IPC (pro-

pham)・Cl-IPC (chloropropham)・2,3,6-TBAでは、両処理区とも同様に地上部に反応が現われて植物を殺し、また蒸散量が低下した。そして atraton と高濃度の Cl-IPC では除草剤に直接接しない根の生育も抑制された。これに対し MCP・DNOC のある濃度では、全根系処理で根・地上部の生育が抑制されて遂には死ぬのに対し、 $\frac{1}{8}$ の根にその3倍の濃度を処理した場合は、直接接した根に害徴が現われるのみで、他の根系・地上部は正常であつた。そして地上部の蒸散量にも変化がみられなかった。しかしさらに高濃度では、部分処理でも同様に地上部に害徴が発現した。除草剤によるこのような差は、除草剤が根の組織を完全には破壊しないで吸収されうるかどうかによつて生ずると考えられる。

H. H. FUNDERBURK²³⁾は水生雑草における各種除草剤の吸収移行を調べた。水中で生育する waterstar-grass (*Heteranthera dubia*) および水中から水面上に茎葉ののびる alligatorweed (*Altheranthera philoxeroides*, ヒユ科ツルノゲイトウ属)で、根・茎葉部に分けて、それぞれ¹⁴Cをラベルした除草剤を与えた。waterstargrass においては、CAT・2,4-D ブトキシエチルエステルは根→茎葉、茎葉→根の両方向に移行した。そして ametryne (2-methylmercapto-4-ethylamino-6-isopropylamino-1, 3, 5-triazine)・prometryne・fenac (TPA)・2,4-D 酸は両方向への動きはごく僅かで、EDPD (diquat)・paraquat (1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridylium-2A)ではほとんど認めなかった。

Alligatorweedにおいては、根→茎葉の移行性は、大きい順に ametryne=fenac=prometryne=CAT>EDPD=paraquat>2,4-D酸=2,4-D ブトキシエチルエステルであつた。茎葉処理のときは、CAT・ametryne・prometryneで下方への移動はほとんどなく、また節部にも蓄積しない。そして fenac・EDPD・paraquat の下方への動きは僅かで、2,4-D酸・2,4-Dブトキシエチルエステルはかなり下方へ動いて茎の節部に蓄積された。しかし、これら除草剤の移行性と殺草力との間には必ずしも明確な関係はなかった。なお³²Pは両植物とも両方向に移行し、とくに上への動きが顕著であつた。

次に C-1983 (N'-(4-chlorophenoxy)-phenyl-NN-dimethylurea)の土壌中の行動¹⁵⁾、植物体内への移行¹³⁾および土壌中・植物体中における分解の過程²¹⁾など一連の作用性がスイスの H. GEISSBÜHLER らによつて報告されている。薬剤の定量および移行・分解を調べるために、カーボニル基に¹⁴Cをラベルした C-1983 が主として用いられている。

まず3種類の土壌(砂壤土・埴壤土・腐植土)の乾土

* 原則として、雑草研究第1号「各種除草剤の化学的性質および作用特性と適用場面」(片岡ら)に記載されていない除草剤についてのみ化学名を示した。

に 0.3~4.0 ppm の除草剤を一定量加えて、土壤に吸着される量を測定した結果、単位重量当りの土壤に吸着された薬量 (x/m) と土壤溶液中の薬液の濃度 (C) との間には $x/m=KC^n$ なる関係式が成り立ち、しかも n の値はどの土壤でも 1 に非常に近かった。したがって K の値は、實際上 1ppm の土壤溶液と平衡している土壤吸着量に等しいとみなされる。これを 3 種の土壤でくらべてみると、乾土 1 g 当り砂壤土で 14 γ 、埴壤土 40 γ 、腐植土 110 γ であった。対象除草剤として試験した nebron (N -(3,4-dichlorophenyl)- N' -butyl- N -methylurea) はそれぞれ 6.3・21・60 γ である。これらの吸着量は他の尿素系除草剤 DCMU (diuron)・CMU (monuron)・fenuron (N -phenyl- N' -dimethylurea) とくらべて多い。なお、ベントナイト・セルロースにおける C-1983 の吸着量はそれぞれ 500 γ ・48 γ であった。C-1983 や nebron のような水溶解度の低い尿素系除草剤の吸着には、粘土が重要な役割を果しているようである。土壤の pH は吸着に影響を及ぼしていない。

土壤に吸着された薬剤は、水を添加すると再び溶液中に溶出してくる。C-1983 の場合、はじめの 50% の量までは吸着平衡の式に従って溶出するが、それ以後はずつと少ない率でしか溶出してこなかった。nebron の場合は、大部分の量が吸着平衡式に従って出てくる。

また溶脱の程度を調べるために、径 3cm の円筒に土壤をつめ、表面に 50g/a の薬量を処理した後、45時間で 200mm の人工降雨（これは流水に完全に溶解するよう、拡散の式から理論的に計算した降雨条件である）を加えた。その結果、C-1983 は、3 種の土壤とも、1cm 以下の層位にはほとんど溶脱していなかった。すなわち、処理時の土壤が低水分条件であったとき、1cm の層位から回収された量は砂壤土で 80%、埴壤土 90%、腐植土 95% であった。高水分条件では溶脱はさらに少ない。Nebron は、C-1983 にくらべれば溶脱は大きく、とくに低水分条件の砂壤土では大部分が 5~7cm の層に移動した。結局、C-1983 が土壤中で移動しにくいのは、土壤に非常に強く吸着されるためと考えられる。

次に、圃場で C-1983 に感受性の強いハキダメギク (*Galinsoga parviflora*) とやや抵抗性のあるソバカズラ (*Polygonum convolvulus*) を検定植物として、水耕および土耕で C-1983 の吸収・移行を追跡した。水耕液から C-1983 を吸収し移行する能力は、2 植物で著しく異なっている。たとえば 4.3ppm の水耕液の場合、1 日間でハキダメギクは全薬量の 28% を吸収し、その大部分が根に蓄積されるのに対し、ソバカズラでは、吸収は 14% に過ぎないが上部への移行は比較的大きく、茎・葉にお

ける薬剤の濃度はハキダメギクよりも高い。そして地上部の生育に影響を与える薬剤の最低の濃度は、実際の圃場と異なり、ハキダメギクで 1ppm、ソバカズラで 0.125 ppm であった。両種とも根に蓄積される量はすこぶる多く、外液の濃度の 40 倍（サナエタデ）~80 倍（ハキダメギク）にも達する。また高温・暗黒など蒸散率を低下させる条件では、吸収・移行の程度が減少する。葉面処理の場合は、他の尿素系除草剤と同様に、移行がほとんどみられない。

土耕における吸収・移行の量は、水耕の場合にくらべて、土壤溶液中の濃度から期待されるよりも少なかった。しかし、2 種の雑草の間には吸収・移行に差がなかった。結局、C-1983 は、他の尿素系除草剤と同じく、蒸散流に乗って移行するが、CMU などにくらべて根における吸着がすこぶる多いことが判った。この性質のために、再び外液に溶けでて消耗する不利は少ないけれども、木部への移行がしにくくなり、したがって蒸散を盛んにするような条件下で有利性が発揮されると推論している。

非揮発性の除草剤は土壤微生物によつて分解されることが多いが、C-1983 もその例外ではない。分解生成物をアセトンで抽出し、クロマトグラフおよび赤外線スペクトルを用いて同定したところ、腐植土からとつた細菌懸濁液中で C-1983 [I] は、脱メチル基反応によつて

N -(4-chlorophenoxy)-phenyl- N -methylurea [I]
 N -(4-chlorophenoxy)-phenylurea [II]
 (4-chlorophenoxy)-aniline [V]

に分解することが判った。このほかにも、同定はできなかったが、少なくとも 2 つの分解生成物があつた。

土壤中における分解の過程も、本質的に細菌懸濁液中と同様である。28°C・湿潤の条件で、16 週間後に [II] が処理量の 10 数%、[III] が約 2% 検出された。しかし分解の速さは腐植土よりも砂壤土でやや早く、8 週間後に砂壤土では 30%、腐植土で 25% が分解していた。しかも腐植土では時が経つにつれて分解の速さは次第におそくなり、4 週間後以降の分解量は僅かであった。これは前述したように、C-1983 が腐植土に強く吸着され、土壤溶液中に溶出してきにくいためであろう。殺菌した腐植土中の分解量はかなり少なく、16 週間後に約 16% であった。紫外線による分解は急速で、指数曲線的に進行し、300w 紫外線 13 時間で 90% が分解した。

次に水耕液中に C-1983 を加えて、トウモロコシ・ソラマメ・ゴガツササゲに吸収させた結果、根・葉にかなり多量の分解生成物 [II]・[III] が検出された。速度は遅いが $^{14}\text{CO}_2$ も生成された。薬剤の吸収量は時間がた

つにつれて増加するが、分解量もそれに伴って増え、分解の割合はほぼ一定であつた。そして根における吸着量は地上部の20~50倍であつたから、C-1983は主として根において分解されると推定される。またC-1983に抵抗性の強いソバカズラと弱いハキダメギクとをくらべると、ソバカズラでは吸収したC-1983を急速に分解することが判つた。すなわち、処理14日後に分解されないで残っている量は、ソバカズラの地下部で38%、地上部で15%であるのに対し、ハキダメギクではそれぞれ80%、33%であつた。つまりこの体内における分解力のちがいは、植物の抵抗性の差と関連しているとみられる。なお分解生成物〔Ⅱ〕・〔Ⅲ〕は多少殺草力があるが、〔Ⅴ〕には全くない。

K. HOLLY ら¹⁹は、bioassayの方法によつてトリアジン系除草剤の土壌中における残効期間を測定している。Bioassayの方法は、前巻で紹介したCI-IPCの場合と同様で、処理土壌を無処理土壌で稀釈し、検定植物（この試験ではイタリアンライグラス）の地上部生体重50%抑制の稀釈比を求めることで残存量を決定した。地上部重の無処理区対比（P）は稀釈比の対数に対してシグモイドカーブで示されるが、読みかえを容易にするためにPを $\log(\sqrt{P}/1-\sqrt{P})$ に変換して直線化を試み、そしてライグラスの3~4葉期の間ではこの直線が一致することを確めた。

実験は粘土・砂・有機物含量の異なる3種類の土壌の圃場（裸地・不耕起）で3年次にわたって実施された。CATで散布薬量6g/a・22g/aにかかわらず、土壌中での消失曲線はほぼ一致していた。実験全体で、CATの50%が消失する期間は5~13週間、80%消失は6~27週間、また22g/a処理で検知量以下に消失するのは12~53週間後で、非常に変動が大きい。この変動は土壌の種類の間よりもとくに年次間で著しく、雨の少ない年には残効期間が長い傾向にあつた。供試した除草剤の残効期間は、およそ prometon (4,6-bis(isopropylamino)-2-methoxy-1,3,5-triazine) > CAT (=CMU) > propazine の順であつた。

Di-allate (S-2,3-dichloroallyl-NN-diisopropylthiolcarbamate) は、主に子葉鞘 (coleoptile) から吸収されて麦とカラスミギとの間に選択殺草性をもつことが知られている。C. PARKER²⁰⁾はdi-allateの選択殺草性の程度が、大麦・小麦・カラスミギの発生深度と薬剤を土層に混合する深さとの関連などで、どう変るかを調べている。実験にはポットを用い、播種位置の上下に薬剤を混和した土壌を所定の層位に詰めた。播種深度より上層にのみ薬剤の処理層をつくつた“浅い混和”は、実際圃場

における播種後混和を想定しており、また播種位置の下層にも処理層のある“深い混和”は、播種前混和を想定している。吸水はポット下部から行なわせ、植物の2.5~4葉期に地上部生体重を測定して作用力を比較した。処理薬量はカラスミギで0.7~2.8g/a、麦類では2.8~22g/a（面積当り薬量）の数段階である。

まず、混和層より播種深度が深い“浅い混和”についてみると、カラスミギでは薬量が1.4~2.8g/aの場合、混和層の深さと播種深度が等しいときはもちろん、播種深度が1.3cm深いときでも生育は90%以上抑制された。しかし、播種位置と混和層の間の無処理土層が厚くなるにつれて害は小さくなる傾向にある。たとえば薬量1.4g/a、1.3cm混和、播種深度7.6cmのときの生育抑制率は20%以下である。一方小麦は、薬量が多いとき(22g/a)には種子上に無処理層が1.3cmあるときにも害がでるが、カラスミギにくらべて抵抗性はすこぶる大きい。大麦はさらに強く、混和層のすぐ下に播種されているときにのみ害が現われた。次に“深い混和”では、麦類は面積当り同一薬量でも“浅い混和”よりも害が大きい。しかし、カラスミギが播種深度の深いほど害が大きいのにに対し、小麦は播種深度との相互作用はなく、カラスミギとの間に依然選択性の差が大きい。大麦は両者の中間であつて、播種深度が深くなると選択性の幅が小さくなる傾向にある。

地中の子葉鞘 (coleoptile) ・中胚軸 (mesocotyl, 子葉鞘のすぐ下の節間) の各部位に di-allate を処理して比較したところ、子葉鞘基部から10~15mm以内のところが最も感受性が強いことが判つた。その結果、カラスミギと麦類との間の選択殺草性は主として発芽の際の形態的な差に基づくと推定される。すなわち、カラスミギでは中胚軸の伸長によつて生長点 (stem apex) を含む子葉鞘基部が土中を急速に伸び、発芽後直ちに処理層にふれる。これに対し、麦には中胚軸がなく、生長点は第1葉節のすぐ下の節間の伸長によつて伸びるが、その時期は遅く、生育がかなり進んだ後なので、抵抗性が大きいと考えられる。

そのほか、10°Cでは20°Cよりもカラスミギと春まき大麦の間の選択性が増加すること、tri-allateはdi-allateより選択性が大きいこと、また麦の品種および生育温度によつて生ずる抵抗性の変化と生長点伸長速度との関連、di-allateとADBA (amiben) 混用の効果などについて述べている。

除草剤の殺草性の現われ方は必ずしも同一でないから、単一の測定法では除草剤の適確な評価ができないおそれがある。K.A. SUND ら²¹⁾は、種子・発芽種子・幼

植物を用いた一連の室内検定法によつて多数の除草剤の殺草性を比較した。種子におけるテストにはダイコン・スーダングラスを用い、0~2,400ppmの薬液中に種子を入れて24時間振盪後、水洗して、5~6日間発芽試験を行ない、発芽抑制率を求めた。発芽種子に対するテストでは、キュウリ・スーダングラスの2~4mmに芽ののびた種子を、最高2,400ppmの薬液を与えた汙紙上に置床し、5~6日後に芽の長さを測定した。幼植物におけるテストでは、人工照明下の水耕で育てたキュウリを用い、第1本葉のでたときに水耕液に 10^{-7} ~ 10^{-3} モル濃度の除草剤を加え、4~14日後に第2本葉の大きさを測定した。

供試除草剤は40種以上にのぼっているが、結果の主要な点は次のようである。除草剤の作用力を50%抑制をひき起こすモル濃度で比較したとき、ダイコン種子にはDNBP・PCP、スーダングラスの種子および発芽種子にはDBNなどが最も効力が強く、またキュウリの発芽種子には2,4,5-Tが特異的に効果が高かった。CAT・atrazine・DCMU・CMUは種子・発芽種子には効力がないが、光条件下のキュウリ幼植物には効力が強く、 10^{-7} ~ 10^{-6} モル濃度で枯死をもたらしした。逆にDNBP・PCPは幼植物に対し効力が著しく低下した。

次に、蔬菜類が除草剤で汚染されたとき現われる上偏生長(epinasty)・形成効果(formative effect)について4論文が報告されている。

H. G. KINGHAM¹⁸⁾は、キュウリに対するMCPおよび2,3,6-TBAの作用を調べた。イギリスではキュウリのガラス室栽培で播種床にワラが用いられているが、このワラには除草剤が残っている可能性がある。また飛散による汚染も考えられ、このような汚染の原因を害徴から同定する目的で試験を行なつた。4~5葉期・10葉期のキュウリに個体当たり0.005~100mgの除草剤を処理した。低濃度のMCP・TBAで葉が内側にまき、葉に水泡ができ、茎に小突起がでるなどの害徴があらわれる。しかし、中間段階までの濃度では、両薬剤の害徴発現に差はみられず、同定は困難であつた。ただ高濃度のときにTBAで葉がひどく内側にまくの、MCPではあまりひどくまかない点で差がある。葉面に塗布した場合と土壌に与えた場合をくらべると、害徴は等しいが、上偏生長の現われる時期が葉面処理で早く、また茎にできる小突起の分布がちがついて、これらの点でこの汚染位置のちがいは同定可能であるとしている。

J. M. WAYは前巻のレタスにひきつづき、カリフラワー・キャベツ・メキャベツ²⁾、ニンジン・アメリカボウフウ(parsnip)³⁾、ゴガツササゲ(French bean)・ソラマメ²⁴⁾に対するMCP茎葉処理の害徴や収量、商品性

に与える影響について報告している。

カリフラワーで0.22g/a、キャベツで0.29g/aで上偏生長を生じ、メキャベツでは0.2g/aでは生じない。しかしそれ以上の薬量では、葉柄・葉身が外側に倒れ、葉身・葉脈が白化するなど、3作物とも同様のタイプの反応が現われる。上偏生長に引き続いて起こる形成効果はカリフラワーで最も著しく、茎が膨化して虫えい(癭)状のこぶを生じ、そのほか葉・根にも特有の害徴が現われる。キャベツでは形成効果はもつとも少なかった。害徴は3作物で多少差がみられる。メキャベツでは1g/a以下の薬量では、他の2作物と同様の形成効果が生じて、腋芽がのびるために商品性が低下しないが、カリフラワーでは0.7g/a、キャベツでは0.29g/aでも商品性のある個体数は減少した。

ニンジンでは、0.02g/a程度の僅かな薬量で上偏生長が起こる場合もあるが、形成効果はふつう0.1g/a以上でみられた。茎葉のよじれ、葉柄の扁平化、根では表皮のコルク化、側根基部の肥大など種々の畸形を生ずる。一般に生育初期に処理した方が回復期間が長いために、被害は軽微であつた。根重は0.56~1.1g/aまでの薬量で減少しないけれども、外見が悪くなるため、0.1g/a以上で商品性が低下した。生育初期の処理では1.7g/a、生育中後期には0.56g/aで商品価値のあるニンジンは全く得られない。アメリカボウフウについてもほぼ同様である。しかしニンジンよりも害徴の現われ方はやや軽微で、商品性の低下は0.3~0.8g/a以上で生じた。生育初期の2.2g/a処理で商品価値ある根は約30%である。

ゴガツササゲにおいては0.02g/a以上で葉柄・葉の屈曲・小葉がまくなどの上偏生長が起こる。1g/a以上の薬量で形成効果が生じて葉柄・茎にさけ目ができ、また根・葉にも特徴的な変形が現われる。収量は2.2g/aまでの薬量では全然減少しないが、11g/aの処理では著しく、とくに生育初期に散布したときには個体数が減少した。ソラマメでは2.2g/aの薬量では害は僅かであるが、15g/aでは著しく、22g/aではふつう生育時期にかかわらず死ぬ。そしてMCPによつて影響を受けた植物体からとれた種子は、発芽力が低く、幼根の長さが短かつた。

3. 防除法関係

フランスでも、春まき大麦にカラスムギが急激に増加して問題となつている。FAIVRE-DUPAIGRE⁷⁾は数箇所ではCBN・di-allate・トリアジンG-34361(4-allyl-2-chloro-6-isopropylamino-1,3,5-triazine)・DBNの実用性を検討した。CBNは2.5~15g/aをカラスムギの1~2

葉期から4~6葉期（大麦はそれに対応しておよそ2~3葉から5~6葉）にかけて散布した。その結果、カラスムギ2~3葉期の7.5g/a処理でカラスムギの本数を80~95%減少させ、麦にはほとんど安全であった。4~6葉期のカラスムギには効果が著しく低下し、除草効果の向上には雑草の発生が均一であることが重要な条件であることが判つた。麦の品種によつてCBNに対する抵抗性に若干の差があつた。

Di-allate・DBNでは10~80g/aを播種前0~7日に散布し（水量15l/a）、表層を攪拌した。Di-allateは10g/aで麦には全く葉害なしに高い除草効果をあげた。20g/aでは麦の減収をまねくことが多い。DBNは効果が小さくて逆に葉害が大きく、この方法では実用の見込みがなかつた。またG-34361の生育期処理も選択殺草性がほとんどなく、不適であった。

次に、チリメンキャベツ（kale）畑における除草剤利用に関してC. BAKER⁹⁾とJ.L. HAMMERTON¹⁰⁾の報文がある。

アカザ（*Chenopodium album*, fat hen）はkale畑の強草種の1つであるが、近年J.G. ELLIOTTらによつてsimetryne（2-methylmercapto-4,6-bis-（ethylamino）-1,3,5-triazine）とG-34360（2-methylmercapto-4-methylamino-6-isopropylamino-1,3,5-triazine）が生育初期処理でkaleとアカザとの間に大きな選択殺草性があることが見出されている。BAKERらはこれら除草剤の葉害に関与する条件を追究し、さらに50数カ所で現地試験を行なつて実用性を確認した。G-34360はsimetryneよりも選択性がやや大きい傾向にある。現地試験において（アカザの生育ステージはだいたい2~8葉期）、2.8g/aの薬量ではG-34360の除草効果がsimetryneよりもまさるが、5.6g/aでは両剤ともほとんどの場合95%の殺草効果を示して差がなかつた。また11.2g/aの薬量までkaleに有意な減収は生じなかつた。散布前に降雨があると、kaleもアカザも抵抗性が弱まるため2.8g/aの薬量で十分であるが、雨も少なく、空気湿度の低いときには、4.2g/aを要する。またkaleの抵抗性は生育時期の進むほど増加し、3葉期以後で安全と考えられる。しかし3葉期の2.8g/a処理でも、疎播・晩播であるとか、肥沃度が低いとか、処理後雑草との競争が強いといったkaleの回復力を阻害するような条件下では減収することがある。

HAMMERTONはこのメチルメルカプト・トリアジン除草剤の生育期処理とEPTCなどの播種前処理の効果を比較した。EPTCの播種前処理（播種11日および3日前、45g/a、10cmの土層に混入）は、endothal（7-oxa-

bicyclo [2,2,1] heptane-2,3-dicarboxylic acid）+IPC（72g+43g/a、土層に混入せず）・DNBP+TCA（trichloroacetic acid）（45g+112g/a、土層に混入せず）の播種前処理にくらべて除草効果が高く、生育全期を通じて最もよく雑草を抑えていた。主要雑草であるハコベ・スズメノカタビラ・アカザなどによく効くが、タデ類・カモジグサにはあまり効果がなかつた。EPTC処理によつてkaleの密度はかなり減少するけれども、補償されて減収はなかつた。このときの無除草区の減収率は50%である。

生育期処理としてametryne（2-methylmercapto-4-ethylamino-6-isopropylamino-1,3,5-triazine）・simetryne・G-34360の2.1および4.2g/aをkaleと雑草の3~4葉期に処理したが、ハコベ・アカザの幼植物に効果があつたのみでEPTCよりも除草効果が著しく低く、しかもkaleの生育が不良で減収した。G-343602.1g/a処理の減収率は25%である。SimetryneやG-34360での効果が悪かつたのは、この実験でアカザが優占雑草でなかつたためかもしれない。しかしkaleでは雑草害の点で4葉期以前に除草をする必要があり、その意味からは、EPTCなどの播種前処理はより有利であろうと述べている。

J. LHOSTE⁹⁾は甜菜において、PCA（5-amino-4-chloro-2,3-dihydro-3-oxo-2-phenylpyridazone）の効果を単用およびOMU（cyclo-octyl-dimethylurea）と混合して試験した。用いた薬量はPCA12~47g/a、PCA+OMU9.6+2.4g/a~38+9.4g/aで、播種直後から約50日間の数時期に散布した。PCAの甜菜に対する葉害は、発生後約10日（播種後約30日）の子葉展開期の散布でのみみられた。その他の時期の処理では本数に有意な減少はない。PCA+OMUでは、発生後の散布では葉害が生ずるが、播種後処理では安全であった。除草効果は播種後30日ごろまでの処理で高い。しかし*Sinapis arvensis*（アブラナ科、シロガラシ属）・アカザには効果が低かつた。そしてPCA+OMUは、PCA単用よりも全般的に除草効果がすぐれている。薬量はPCA25g/a、PCA16g+OMU4g/aで最も適当であつた。これらの結果はすでにFISCHER（Weed Res., 2（3））が報告しているものと一致している。

4. 実験方法その他

P. RIEPMA⁹⁾は除草効果を比較するのに、方形ワク法（square quadrat method）とポイント・ワク法（point quadrat method）のどちらが有利かを検討した。調査場所はマラヤのゴム畑のトリアジン系除草剤試験圃

場で、主要雑草は *Paspalum conjugatum* (スズメノヒエ属)・*Axonopus compressus* (ツルメヒシバ属)・フタバムグラ (*Oldenlandia corymbosa*) であった。方形ワクの大きさは 10cm×10cm、ポイント・ワクは 5cm 間隔の 10本のピンからなっている。雑草はランダム分布でなく、二項型の分布をしていたが、ワク当りの平均種数および一つの草種の頻度 (frequency) は、2 方法の間にそれぞれ高い相関関係が認められた。また方形ワクにおける密度 (ある草種のワク当りの個体数の平均) とポイント・ワクにおける yield index (ある草種の接触の総数 (V)/全ポイント数) と cover index (ある草種の 1 つ以上接触したポイントの数 (R)/全ポイント数) との間にも高い相関関係があり、除草剤処理区間の差の傾向はこれらの方法でよく一致していた。この結果から、ポイント・ワク法は草高の低い雑草植生に対する除草剤の効果を調べるのに適していると結論した。また、ポイント・ワク法では (V) の測定には手間がかかるので、草種ごとに (R) と (V) の関係を決定する試みを行なっている。

R. GROVER ら¹⁹⁾ は、圃場試験の小試験区用の除草剤散布機を試作した。この散布機は、一定の速度で動くケープルにスプレーブームをかみ合わせ、フレームに登載したもので、散布の速度・圧力・噴霧の高さを調節でき、散布の正確性・反復性・簡便性を旨としている。

登 載 論 文 (Vol. 3, 1963)

No. 1

- 1) HOLLY, K. & ROBERTS, H. A.: Persistence of phytotoxic residues of triazine herbicides in soil, 1~10.
- 2) WAY, J. M.: The effects of sub-lethal doses of MCPA on the morphology and yield of vegetable crops. II. Cabbage, cauliflower and Brussels sprouts, 11~25.
- 3) RIEPMA, P. & WONG PHUI WENG: A comparison of methods of recording herbaceous weeds in weed control experiments, 26~34.
- 4) SUND, K. A. & NOMURA, N.: Laboratory evaluation of several herbicides, 35~43.
- 5) GRÜMMER, G.: Das Verhalten von Rhizomen der Quecke (*Agropyron repens*) gegen trockene Luft (The reaction of rhizomes of *Agropyron repens* to dry air), 44~51.
- 6) LHOSTE, J., D'ILLE, H., CASANOVA, A. & DURGEAT, L. A.: Essais en plein champ de désherbage sélectif des betteraves par le chloro-amino-phenylpyridazone (PCA) (Field trials with 5-amino-4-chloro-2,3-dihydro-3-oxo-2-phenylpyridazone (PCA), a selective herbicide for sugar beet crops), 52~65.

No. 2

- 7) FAIVRE-DUPAIGRE, R.: Essais de destruction de la folle-avoine (*Avena fatua* L.) dans les cultures d'orges de printemps (Experiments on the control of wild oats (*Avena fatua* L.) in spring barley crops), 79~97.
- 8) WAY, J.M.: The effects of sub-lethal doses of MCPA on

the morphology and yield of vegetable crops. III. Carrots and parsnips, 98~108.

- 9) BAKER, C., HOLMES, H.M. & PFEIFFER, R. K.: Selective control of *Chenopodium album* in kale with methylmercapto triazines, 109~127.
- 10) HAMMERTON, J.L.: Control of weeds in marrowstem kale by EPTC and some other herbicides, 128~139.
- 11) GEISSBÜHLER, H., HASELBACH, C., AEBI, H. & EBNER, L.: The fate of *N'*-(4-chlorophenoxy)-phenyl-*NN*-dimethylurea (C-1983) in soils and plants. I. Adsorption and leaching in different soils, 140~153.
- 12) MÜLLVERSTEDT, R.: Untersuchungen über die Keimung von Unkrautsamen in Abhängigkeit vom Sauerstoffpartialdruck (Investigations on the germination of weed seeds as influenced by oxygen partial pressure), 154~163.

No. 3

- 13) GEISSBÜHLER, H., HASELBACH, C., AEBI, H. & EBNER, L.: The fate of *N'*-(4-chlorophenoxy)-phenyl-*NN*-dimethylurea (C-1983) in soils and plants. II. Uptake and distribution within plants, 181~194.
- 14) LYNDSEY, R.V. & HARTLEY, G. S.: Studies of the response of plants to root-applied herbicides. I. The effect of localized application (variation horizontal), 195~204.
- 15) WELBANK, P. J.: Toxin production during decay of *Agropyron repens* (couch grass) and other species, 205~214.
- 16) PEARCE, G. A.: Dormancy in *Hemeria breyniana* (L.) Lewis, 215~229.
- 17) CHADWICK, M.J. & OBEID, M.: The response to variations in nitrogen level of some weed species of the Sudan, 230~241.
- 18) KINGHAM, H.G. & FLETCHER, J.T.: The effects of MCPA and 2,3,6-TBA on glasshouse cucumbers, 242~245.
- 19) GROVER, R. & CLARKE, H.: A precision sprayer for small experimental field plots, 246~249.

No. 4

- 20) PARKER, C.: Factors affecting the selectivity of 2,3-dichloroallyldiisopropylthiocarbamate (di-allate) against *Avena* spp. in wheat and barley, 259~276.
- 21) GEISSBÜHLER, H., HASELBACH, C., AEBI, H. & EBNER, L.: The fate of *N'*-(4-chlorophenoxy)-phenyl-*NN*-dimethylurea (C-1983) in soils and plants. III. Breakdown in soils and plants, 277~297.
- 22) MÜLLVERSTEDT, R.: Untersuchungen über die Ursachen des vermehrten Auflaufens von Unkräutern nach mechanischen Unkrautbekämpfungsmassnahmen (Nachauflauf) (Investigations on the causes of increased emergence of weeds following mechanical weed control measures), 298~303.
- 23) FUNDERBURK, H.H., Jr. & LAWRENCE, J.M.: Absorption and translocation of radioactive herbicides in submersed and emerged aquatic weeds, 304~311.
- 24) WAY, J. M.: The effects of sub-lethal doses of MCPA on the morphology and yield of vegetable crops. IV. French and broad beans, 312~321.
- 25) KIEWNICK, I.: Untersuchungen über den Einfluss der Samen- und Bodenmikroflora auf die Lebensdauer der Spelzfrüchte des Flughafers (*Avena fatua* L.). I. Vorkommen, Artzusammensetzung und Eigenschaften der Mikroorganismen an Flughafersfrüchten (Experiments on the influence of seedborne and soilborne microflora on the viability of wild oat seeds (*Avena fatua* L.). I. The occurrence, specific composition and properties of microorganisms on wild oat seeds), 322~332.