“Weed Research” 第2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. 2

European Weed Research Council (現会長 R. LONGHAM, フランス) には、1961年11月現在ヨーロッパ21カ国が参加している。この Council はシンポジウムを開催したり、あるいは各種の委員会、たとえば *Avena fatua* 委員会とか *Pteridium aquilinum* 委員会などを作つて、精力的に研究の国際交流をはかっているようである。“Weed Research” には、報文のほかに、これらシンポジウムや委員会、それに各国内で開催された雑草防除に関する会議からの報告も載せられている。

さて、“Weed Research” 第2巻 (1962) には4号で計 22 編の論文が報ぜられている。内容別にこれを分けると下表のようになる。

“Weed Research” 第2巻 (1962) の報文の分類

項 目	報 文 数
1. 一般雑草問題.....	
2. 雑 草 関 係.....	6
イ. 雑草の分類・形態.....	2
ロ. 個生態および生理.....	1
ハ. 雑草の分布および雑草群落.....	1
ニ. 作物と雑草との競争.....	2
3. 除草剤関係.....	7
イ. 理 化 学 性.....	1
ロ. 作 用 性.....	4
ハ. 土壌中の行動.....	1
ニ. 人畜魚毒性.....	
ホ. そ の 他.....	1
4. 防除法関係.....	8
イ. 生態的防除法.....	
ロ. 化学的防除法.....	3
ハ. 機械的防除法.....	
ニ. その他の防除法.....	
ホ. 除草手段の組合わせ.....	
5. 雑草防除機具.....	
イ. 除 草 機.....	
ロ. 除草剤散布機.....	
6. 実 験 方 法.....	1
合 計.....	22

1. 雑 草 関 係

雑草関係ではまず、E. ROCHECOUSTE¹⁾ のギョウギシバ (*Cynodon dactylon*) の biotype についての報告がある。Mauritius 島 (マダガスカル島東部) にはギョウギシバに4つの biotype があるが、これらの biotype を分類・同定する基準をつくるために、形態的・解剖学的な諸特性について詳細な調査観察を行なつた。

形態的な特性のうち、葉の大きさ・葉の毛 (hair) の長さ・葉鞘の長さなどは変異が大きく、また小穂梗 (rachilla) の長さはどの biotype でも同一であつて、いずれも決定的な診断特性とはなりえない。しかし葉鞘および葉身 (lamina) 部に発生する毛は、発生の部位で11のグループに分けることができ、この各グループの存在の有無や毛の分布のしかたは、生育時期にかかわらず、biotype 間にかかなり大きな差がある。また葉・ストロンの表皮組織の構造をくらべたところ、とくにストロン表皮組織の細胞の大きさ・配列のしかたに、環境条件にあまり左右されないような違いが認められた。これらの調査結果に基づいて、形態的な特性に加えて、毛グループの特性・表皮組織の構造をとり入れ、biotype 同定の診断基準を作成した。

ギョウギシバの染色体の基本数 n は10で、4つの biotype のうち、3倍体と4倍体が2つずつある。ギョウギシバの生育には1つのきまつたサイクルがあつて、どの biotype についても同一であるが、一般に4倍体の方が3倍体の biotype よりも旺盛な生育をする。根・根茎中の炭水化物含量の季節変化についても調べている。

以上の植物学的研究に引きつづき、第2報²⁾としてギョウギシバの biotype の除草剤 TCA (trichloroacetic acid)・DPA (dalapon) に対する反応について報告されている。TCA・DPA が出現してギョウギシバの防除が可能になつたが、その効果は報文によつてまちまちである。

まず、根茎の切片から水耕栽培で幼植物を育て、TCA・DPA を数段階の濃度で処理してその後の生長を観察し、処理6週間後に乾重を測定した。除草剤の処理部位として茎葉・根およびその両者の3種を設けて、各部位を除草剤に5秒間浸し、3時間の吸収時間をおいて水洗した。その結果、処理部位については、根・茎葉両方から吸収させたときに最も反応が強く、次いで茎葉からの吸収による場合であつて、根からの吸収による反応は最も小さかつた。また同じ濃度では DPA は TCA よりも生育抑制の効果が大きかつた。biotype 間でも差が認められ、両薬剤に対して4倍体の biotype は3倍体の

ものよりも抵抗性が強い。同じ染色体数の biotype でも、薬の種類・濃度によつて抵抗性に差が認められた。

除草剤に非イオン・陽イオン・陰イオンの各種の展着剤を加えて葉に処理したが、両除草剤とも殺草力は高まらなかった。ギョウギシバの葉は展着剤なしでも、薬が展着しやすい性質をもっているためであろう。

次に、根茎を1個の芽をもつ大きさに切つて、前述の方法で根に除草剤を処理したところ、どの濃度でも萌芽は影響されず、除草剤は根から吸収されないようであった。しかし茎葉をつけた根茎の場合には、両薬剤で萌芽が抑制された。このことは、根からの吸収は、蒸散流と直接結びついていることを示すものである。芽を休眠させる力、あるいは殺す力には、両除草剤間には差がないが、biotype については4倍体の方が抵抗性があつて、除草剤によつてひき起こされた芽の休眠期間は3倍体のものより短かつた。

これらの結果、TCA・DPAのギョウギシバに対する効果は、biotype の違いによつても左右されるのではないかと考えられる。

ベルギー・イギリス・フランス・東西両ドイツ・オランダの各国で、統一した設計のもとに、カラスムギ (*Avena fatua*) 種子の活力・休眠に対する貯蔵条件および期間の影響について試験し、J. M. THURSTON¹⁰⁾ がその結果をとりまとめている。すなわち、各国において、採種直後のカラスムギ完熟種子をまず戸外の土の表面に0~3カ月間おき、その後0~6カ月間室内で乾燥貯蔵して、1カ月間隔で種子の活力・休眠を調べた。採種時期は7~8月である。

どの国でも、採種直後の種子は強い休眠状態にあつて、3週間の発芽試験で発芽した種子は10%以下にすぎない。しかしデンマークを除く各国では、12月~1月までに、貯蔵条件のいかんにかかわらず50%の発芽率をもつようになった。発芽試験後、未発芽種子の外殻を除き種子の端を切つて発芽させ種子の活力を調べたが、この活力は、大部分の国で貯蔵期間や貯蔵条件にほとんど左右されないことが示された。ただし、デンマークと西ドイツでは冬の間に戸外の種子が多数死滅した。

デンマークでは、3カ月間戸外におくことで種子の活力は急激に低下し、活力のある種子は20~30%程度にまで減少した。しかも1月にはどの貯蔵条件でも休眠はさめておらず、2~3月になつてからさめはじめて発芽率が活力のある種子の20%にまで到達した。この戸外における種子の死滅は、この時までには霜はおいていないので凍結のためではなく、また結果がなくなつていたが鳥獣の害とも考えられず、原因不明である。このようにデンマ

ークの成績が他の国と違つているのは、おそらく種子のタイプが異なつていたためであろう。西ドイツでは活力の調査はしていないが、種子を戸外に8カ月間おいた場合に、霜・雪で地温が -10°C に下がつた後、種子が腐敗していた。

結局、デンマーク以外の各国では結果がよく一致している。しかしこの試験では、貯蔵条件は自然の条件とは違つているし、また発芽試験も発芽に好適な条件下で行なつてから、これらの試験結果がそのまま圃場における種子の行動を示しているとはいひ難い。

植物群落に対する除草剤の効果を経長期にわたつてみる場合には、除草剤の直接の効果のほかに、競争やその他の生態的な諸関係の影響を考えなければならない。従来、このような観点で群落の動きを分析したものは少ないように思われる。E. W. YEMM¹²⁾ は、イネ科雑草が優占する路傍の植生に4年間にわたつて毎年1回一定時期に除草剤を散布し、植生の種類組成の変化と植物の生育状況を調査した。用いた除草剤はMH (maleic hydrazide) と2,4-Dで、それぞれの単用と混用の計3処理区を設け、4月から5月上旬にかけて散布時期を3段階にかけて散布した (ただし2,4-Dは4月の1段階)。

まずMH単用の場合についてみると、イネ科雑草の分布・組成がMHによつて大きな影響をうけ、生長・開花が抑制されるほか、オオカニツリ・カモガヤ・*Zerna erecta* のような叢生する (tufted) 雑草が著しく減少し、逆にナガハグサ・オオウシノケグサのような根茎をもつ (rhizomatous) 雑草が増える。MHの殺草機作は十分明らかではないが、細胞分裂抑制の力が強く主に生長点に作用することは確かであつて、この点で地下に芽をもつ根茎植物は再生に有利なのであろう。双子葉の雑草では、MHによつてある種のものはかなり減少するが、草高の低いヘラオオバコ・ヤエムグラなどは、叢生するイネ科雑草が少なくなることであつて増加する。

MHと2,4-Dの混用では、根茎雑草のうちオオウシノケグサは2,4-Dの作用によつてMH単用の場合よりも本数が減るのに対し、逆にナガハグサの方は著しく増加する。これにはいくつかの要因が考えられるが、この2種の雑草の間に僅かながらMH・2,4-Dに対する抵抗性に差があり、結局このことがナガハグサの回復を早め、繁殖を盛んなものになっている原因となつている。双子葉の雑草は著しく少なくなり、最も普通に生える *Anthriscus sylvestris* (セリ科、シャク属)・*Heracleum sphondylium* (セリ科、ハナウド属) などはほとんど消滅した。2,4-D単用ではイネ科雑草の生長・開花・種類

組成にはほとんど影響せず、双子葉の雑草のみが生育を抑制され減少する。

3つの散布時期をくらべると、雑草の生育のしかたにはかなりの差があつたが、種類組成には変化がなかつた。

作物と雑草の競争に関しては、J. M. THURSTON¹⁷⁾の麦類対カラスムギ、J. L. HAMMERTON²¹⁾のキャベツ対タデ類の報告がある。

カラスムギ (*Avena fatua*) は秋まき・春まき麦類のどちらにも発生するが、ローザムステッド辺ではとくに春まき麦類に多く発生する。THURSTONの試験は、カラスムギの自然に発生する圃場で行なわれたが、カラスムギの発生が少なく作物の収量はほとんど影響をうけなかつたし、また秋発生のカラスムギは冬の間に枯れてしまったので、結果は春発生のカラスムギの発生・生育に対する作物の影響のみを扱っている。試験は、麦の種類、土壌酸度などの条件をかえて行ない、全期間を通じてカラスムギの種子が落実しないようにした。用いた麦類は秋まきの小麦・ライ麦、秋まきおよび春まきの大麦で、2年間継続して栽培し、3年目には全区とも春まき大麦を栽培した。なお対照として秋まき麦類と同じ耕種法の休閑地を作つた。

カラスムギの発生・生育・種子生産量は秋まきの麦類ことに小麦・ライ麦で強く抑制される。生育量の少ない秋まき大麦でも、春まき大麦・休閑地にくらべて、生育抑制の効果がみられた。しかし、いずれの場合にもカラスムギが完全に抑えられることはない。この麦類のカラスムギ抑制の効果は、カラスムギが発生してくときの麦の生育量に左右されるものと思われ、主に土壌水分の競合によつてカラスムギの幼植物の生育が抑えられる。しかし、秋まき小麦・ライ麦ではカラスムギ種子は土壌水分の欠乏のために発芽できず休眠状態にとどまつているようで、3年目の春まき大麦のときにカラスムギの発生が多かつた。2年目に施肥を行なつたが、麦類の生育量が著しく増大したにもかかわらずカラスムギの個体当り重量はかえつて増加し、両者の相対的關係には変りがない。窒素肥料に対し、カラスムギは麦と同じような反応を示すと思われる。

カラスムギは大麦よりも土壌の酸性に強く、酸性の圃場では大麦中のカラスムギの生育は良好であつた。酸性に強い小麦・ライ麦ではカラスムギの生育は土壌酸度に影響されなかつた。

次に、HAMMERTON はキャベツ (*Brassica oleracea* var. *acephale*) とタデ類の雑草3種を播種密度 (それぞれポット当り0・4・8の3段階) をかえて径25cmの

ポットに混播し、キャベツと雑草の葉面積・乾物重を測定した。タデはニワヤナギ (*Polygonum aviculare*)、サナエタデ (*P. lapathiifolium*)、ハルタデ (*P. persicaria*) の3種である。ポットはできるだけ圃場の環境に近くなるように設置されている。

タデがキャベツの生育に影響するのは、キャベツの密度がポット当り4株のときだけで、8株になるとタデの生育が減少して、キャベツに大きくは影響しなくなる。3種のタデ類の中では、サナエタデが最も大きくキャベツの葉面積・個体重を減少させ、次いでハルタデでやや小さく、ニワヤナギはほとんど影響しなかつた。ニワヤナギの生育量は他の2種にくらべて著しく小さかつた。このように、草種によつてキャベツに対する作用力が異なるのは、草種の草型の違いによるものである。すなわち、サナエタデ・ハルタデが直立分枝して葉が大きいのに對し、ニワヤナギは横に拡がつて葉も小さいので、この試験のような条件ではニワヤナギは受光に不利になるとみられる。

2. 除草剤関係

まず、除草剤の構造と殺草力との関係について G. SCHEUERER ら¹¹⁾の報文がある。筆者らは、*N*-cycloalkyl-urea (脂環式化合物) のアルキル環の大きさ (環を構成するアルキル基の数) をかえ、また各種の置換体を作つて殺草力を比較した。アルキル環の大きさでは8個のアルキル基すなわち cyclooctyl-dimethyl urea ($(CH_2)_7CH-NH-CO-N(CH_3)_2$) の形のものが最も殺草力が強い。また置換基の性質とその位置、環の立体配置によつても殺草力は左右された。このグループの除草剤は根菜類などにおける雑草の防除に適している。

次に除草剤の作用性のうち、除草剤の体内移行に関して G. I. MCINTYRE¹⁴⁾の2報文と J. D. QUINLAN²⁰⁾の報文がある。いずれも¹⁴Cをラベルしてオートラジオグラフの方法を用いたもので、MCINTYRE はワラビ (*Pteridium aquilinum*) における2,4-D・4-CPA (4-chlorophenoxyacetic acid)・DPA の移行およびカモジグサ (*Agropyron repens*) におけるDPA の移行について調べ、QUINLAN は小麦の同化物の移行を追跡して除草剤の移行との関連を論じている。

MCINTYRE のワラビについての試験は、第一に、ワラビの生育ステージと処理部位を変えたときの2,4-Dの移行程度のちがい、第二に、2,4-D・4-CPA・DPA の移行程度の比較とからなつている。まず実験方法についてこまかく記述されている。いずれの場合も葉状態の一つの羽片 (pinna) に処理し、1ないし数日間の処理期

間において葉状体と根茎の一部を掘りとり、各部分からのサンプルを 1mm 程度の厚さに割いて並べて X 線フィルムに感光させた。第二の実験の 3 除草剤はいずれも 1 mc/mM の specific activity をもち、同一モル濃度の溶液の等量を処理した。

下から 1 あるいは 2 番目の羽片が展開した程度の若いワラビでは、2,4-D はかなりの高濃度で葉状体の葉柄・葉軸・根茎に移行するが、生育段階が進むにつれて移行の量は減少し、ことに根茎へは少なくなる。しかし生育が進んだワラビでも、葉状体上部の未成熟の羽片に処理すれば、移行程度は大きく、このことから 2,4-D の移行は処理した羽片の成熟度と関係していることが判る。このことは成熟にともなつて羽片のクチクラ層が厚くなることや、非導組織に薬剤が蓄積されることなどの原因が考えられる。2,4-D の移行の方向は主として求基的(basipetal)であつて、とくに生育の進んだ葉状体では上への動きはほとんど認められない。根茎内部における移行の方向は、処理した羽片の向軸・背軸の側によつて違つており、葉状体から根茎につながる維管束の連絡のしかたと関係がありそうである。

2,4-D・4-CPA・DPA の間には処理後 1 日では移行程度に差はないが、4 日後になると 4-CPA で移行の量が他よりも多く、根茎にもかなりの高濃度で存在している。4-CPA はワラビの防除に他のフェノキシ系除草剤よりも効果が高いが、これは毒性が強いからではなく、移行性が高いことによるのかもしれない。

カモジグサにおける DPA の移行は、蒸散の割合に関係していることがすでに SAGAR によつて示されている。McINTYRE は、このことを、処理条件をいろいろに変えて追試している。カモジグサは砂耕によつて育て、分げつが 2~3 本出た 5 葉程度のものを実験に用いた。

DPA を完全に展開した葉のうち 2 番目に若い葉に与え、処理した植物体を暗所におくと(暗処理)、ほかの若い葉の上部へ向つての移行は明所の場合にくらべて少なかったが、根・分げつへの移行は増大した。暗処理では根重は半減しており、根における ^{14}C の増加は定量的に確かめられた。暗処理では、蒸散の割合は約 90% 減少した。しかし、50% の遮光では、移行のしかたや程度には変化が生じない。次に、蒸散量の大きさをいろいろに変えて移行を比較するために、葉の両面に石油ゼリーを塗布する処理(カモジグサの代りに大麦を用いている)、明所での高湿処理(相対湿度約 80%)を行なつた。蒸散量の減少は石油ゼリー塗布処理で約 80%、高湿処理で約 60% であつたが、どの処理でも根への移行は増加しなかった。

暗処理で起こる DPA 移行の変化が同化生成物の動きと関連があるのではないかと考え、古い葉を剪除したり、また古い葉に DPA を与えたり、種々実験したが、この考えを裏づけるデータは得られなかつた。さらに DPA を与えた葉から上方の若い茎葉のみに暗処理した場合、根・分げつへの移行は増大せずに若い葉への移行が減少するし、また全体を暗処理して DPA 処理葉のみに光をあてた場合、完全な暗処理にくらべて根・分げつへの移行増加の程度はごく小さい。したがつて暗処理の効果は、DPA 処理葉自体が暗処理されたためであると考えられる。

以上のような結果から、蒸散が DPA の根と分げつへの移行を増加させるには、蒸散が 80~90% 程度減少することが必要であつて、またその場合植物全体の蒸散より処理葉の蒸散量の方が影響が大きいと想像される。

QUINLAN らの行なつた実験は除草剤の直接の移行を扱つたものではなく、同化物の移行を調べることによつて除草剤の移行を論ずる一つの資料を得ようとしたものである。

小麦の 5 つの生育時期に、主稈と最初の分げつの最上葉またはその下の葉に $^{14}\text{CO}_2$ を吸収させて同化物の移行を調べ、次のような結果を得た。 ^{14}C の体内の移動は生育初期に大きく、生育が進むにつれて偏在化し、出穂後の処理になると 1 日以内には分げつ間の移動はほとんど起こらない。生育初期には ^{14}C は主稈葉から植物全体にひろまるが、とくに分裂組織に多く集積される。新しい分げつの葉による同化物は、多くの場合、主にその分げつの分裂組織に存在する。分げつの生育が進むと、同化物の移動はその分げつおよびそれに結びついている若い分げつに限られる。出穂後は、止葉(flag leaf)からは主として穂に、その下の葉からは主として根系に向つて移動する。注目すべきことに、成熟した葉でも ^{14}C の蓄積が多少みられた。それで同化物が篩部から木部へ移り蒸散流によつて移動する可能性について調べたが、はっきりした裏づけは得られなかつた。しかし、同化物の移行と除草剤の移行とは関連している場合もあると思われるので、もし同化物が成熟した古い葉へも移行するのなら、除草剤が同様に古い葉へ移行しても別に特別な仮定を設けなくとも説明できると考えられる。

ホルモン型の選択性除草剤が広く使われるようになって、近隣の抵抗性の低い作物に飛散その他の原因でしばしば葉害が発生する。J. M. WATSON¹⁸⁾ はレタス(summer cabbage lettuce)のいくつかの生育時期に、MCP ソーダ塩をレタスが枯死しない程度の薬量で散布し、葉害の状況や収量・商品価値などを調査した。処理した薬量は

生育時期で異なるが、だいたい 0.02~1.7g/a 酸量の範囲の数段階で水量は 1.1l/a である。

MCP の処理でレタスはまもなく葉に上偏生長 (epinasty) が起こり、その後形成作用の効果が葉やその他の器官に現われる。上偏生長は 0.02g/a 程度の低い薬量でもその徴候が見られ、0.1g/a 以上の薬量では生育時期にかかわらず 1 日以内に現われて形成作用が起こるまで続く。上偏生長を起こした植物体は中心が開き、色があせ、扁平になる。

形成作用には、生育中期までの処理で薬量により 2 種類の型があつた。0.03~0.3g/a の薬量では、葉身が強く曲つてしわやいぼ状の突起ができ、青味がかつた色になる。また筒状葉が発生することもある。収穫期の重量は減少しないが、商品価値は低下し、熟期が遅れる。これに対して、0.6g/a 以上の薬量ではこのような畸型葉はつきりせず、生長が抑制されて植物全体がねじれ、茎がふくれて割け目を生じ、また茎や葉柄に不定根を生ずる。商品価値のあるものはほとんどとれない。結球期の処理では重量・熟期には影響しないが、0.1g/a 以上の薬量で商品価値は低下した。なおこのほか、他のレタスの種類 (cos lettuce, curley crisp lettuce) について MCP の影響を cabbage lettuce と比較している。

次に、ATA の土壌中の分解について P. RIEPMA³⁾ が報告している。ATA は土壌中で主に微生物によつて分解され消失すると推定されているが、筆者はこのことをさらにくわしく追求するため、ATA の濃度、土壌 pH、温度、土の滅菌、殺菌剤の添加、土壌の有機物含量などの条件と ATA の分解速度との関係を調べた。

ATA の定量にはベックマンの分光光度計を用いた。実験に先だち、土に吸着されて回収できない ATA の量は、LANGMIRE の法則に従つており、薬の濃度と土の量との函数であつて、30 分以上たてば時間には無関係であることを確かめた。実験は、フラスコ中の規定重量の土に対し、規定の濃度になるように ATA を加え、水を 0.5cm たたえた状態にして行ない、ときどきフラスコを振盪した。

ATA の分解は、はじめ遅い速度で進行し (lag period)、そのあとは一次反応的に進む。温度 30°C では 20°C より分解が早く、また土を滅菌したり殺菌剤を加えると分解が抑えられることが判つた。また土性のちがいで、ATA の分解は粘土含量とはあまり関係がなく、有機物含量によつて左右され、これが多いと速い。これらのことから、ATA が土壌中で微生物によつて分解されることは明らかである。また、CaCO₃ を加えることによつて土壌 pH を変えたとき、pH が高くなるにつれ

て lag period と半減期は長くなり、分解は遅くなるが、これは微生物が pH が高くなつた状態に適合していくのに時間がかかるからであろうと推論している。

最後に、秋まきライ麦に対する DNOC 処理の増収効果についての J. BRUINSMA⁶⁾ の報告を紹介したい。すでに、秋まきのライ麦・小麦において DNOC の増収効果が知られているが、筆者は冬の DNOC 処理が夏の収量にどういう経過で影響しているのか、雑草のない圃場でライ麦の生育・収量を詳細に追跡している。ライ麦 11 月 10 日播種、DNOC 処理翌年 2 月末日 (4 葉展開期)、薬量は 40g/a である。

DNOC 処理の結果、麦の初期の栄養生長は減退し、処理 20 日後の分けつ数は対照区よりも約 1 割少なかつた。しかし、その後回復が進み、生体重・乾物重は出穂期以降において対照区よりも 10% 前後多くなつた。生育が進むにつれて乾物率は高くなり、窒素含量は低くなるが、処理区では対照区にくらべてどの時期にも乾物率が低く、窒素含量は高かつた。つまり植物体が約 1/2 週間ほど若いということで、確かに生育は若々しく旺盛であつた。そのうえ葉面積・葉数が多く、葉や稈のクロロフィル含量も高く成熟期に緑色を保っている期間が長かつた。処理区では、幼穂の初期の発育は変りがないが、旺盛な栄養生長のために穂の発育期間が 1~2 日のびて出穂・開花・成熟は 1 日程度遅れた。

処理区でわら重は 9.5%、穀重は 10% それぞれ増加した。収量の分解調査の結果、この増収は個体当り穂数 3% 増、1 穂当り稈実粒数 5% 増、平均粒重無変化によるものであり、また稈実粒数の増加は穎花数 2% 増、稈実率 2% 増によるものであつた。穂数の増加は栄養生長が旺盛であつたためであるし、1 穂当り粒数の増加は稈の窒素含量が多いことと高い相関をもっている。結局、DNOC による増収は、栄養生長が旺盛になつたことと生殖生長の期間が長くなつたことに基づくものと結論している。

3. 防除法関係

雑草の防除法に関する論文は、化学的防除法を扱つたもののみで、作物別に分けるとジャガイモ 1、甜菜 2、麦類 2 で、そのほかブキ類の防除、キャリアーとして肥料を使つた粒状除草剤の土壌処理の効果、それに英国で除草剤の普及状態を調べたものそれぞれ 1、計 8 論文である。

まず、ジャガイモ畑の植付後処理除草剤について、R. J. STEPHENS¹⁰⁾ が報告している。ジャガイモは植付けと萌芽との間が長く、萌芽前の機械除草が可能であ

り、また繁茂によつて後半の雑草を抑えるので、除草剤はあまり有用でないといわれている。しかし機械除草の回数が多くなるといもの商品価値がさがることがあり、また作業上の問題もあるので、除草剤の利用をはかる必要がある。

試験は1959年から3年間行ない、SES (2,4-DES)+IPC(propham), SES+fenuron (*N*-phenyl-*N,N'*-dimethylurea), CAT, DNBP, DNBP+DPA, trietazine, atrazine などの植付後処理の除草効果・収量を人力ホー・機械除草の場合と比較した。1960年の試験には除草剤処理の前に機械除草を2回行なつた。SES・CATなどは植付け後数日のうちに処理し、DNBP・atrazineなどはジャガイモの萌芽直前の時期に処理した。年によつて土の水分条件が異なるので、雑草の発生状況は違つていたが、主な雑草はアカザ・ホトケノザなどである。

結局、DNBP+DPA の萌芽直前の処理 (67g+30~56g/a) で高い除草効果が得られた。DNBP は雑草処理の効果のみでなく、残効による効果をもち、ジャガイモが十分繁茂するまで雑草を抑えた。収量は機械除草の場合と差がなかつた。植付直後処理の除草剤は土壌が乾燥していると除草効果が低下し、CAT・SESを含む処理では明らかに減収した。除草剤によるジャガイモ塊茎の汚染はほとんどみられず、またどの除草剤も塊茎の翌年の出芽には影響しなかつた。

除草剤で雑草を防除するとき、この試験では碎土・浅耕・土寄せなどの耕耘作業は収量上効果がなかつたが、ジャガイモ栽培上この耕耘作業が必要であるかどうかは土壌の種類などの点でさらに検討を要する問題である。

甜菜畑の除草剤として J. J. B. CALDICOTT⁸⁾ が endothal+IPC 混合剤, A. FISCHER¹⁵⁾ が PCA について試験している。

CALDICOTT は endothal (3,6-endoxohexa-hydro-phthalic acid)+IPC 混合剤 (混合比は酸量または有効成分量で 4:3) を播種後処理に使用する場合、最も適当な薬量を土性との関連において求め、また処理後の降雨と除草効果との関係などを調べた。粗砂・粘土含量の異なる多数の土性の地点で薬量を6段階 (17g+13g/a~67g+50g/a) に変えて散布し、除草効果・薬害を比較した。そして適当な薬量段階を、甜菜の発芽歩合 100~85%, 雑草発生本数 0~20% を基準とし、降雨・雑草草種などの条件を勘案して決定した。

その結果、薬剤の適量は粗砂含量と粘土含量の2要因によつて変り、一般に粗砂含量が多いほど、また粘土含量が少ないほど適量は少ない。この2要因の組合せで土壌は5つのグループに分けられ、それぞれ適量が異

なる。次に降雨との関係では、どの土性においても処理から雑草発生までの間に適当な降雨があれば効果が高まるが、その必要最低の雨量は処理時期によつて変わる。すなわち、3月の処理では処理後3週間の13mmの降雨で十分であるのに対し、それ以降の処理では短期間にもつと多い雨量が必要であつた。これは、処理時期が遅くなると、土の乾きが早いために雑草種子が存在する層までしめらせるのにより多くの雨量を要し、しかも気温が高く雑草・作物が発生するまでの期間が短くなるためであろう。

土が乾燥していても薬が下の方へ動くように、散布機に各種の土の攪拌装置をつけてみたが、効果ははつきりせず、かえつて甜菜に害を与える危険が大きかつた。この混合剤処理によつて甜菜畑の大部分の雑草は、多年生などいくつかの抵抗性の強い草種を除いて防除でき、しかも残効期間は8~14週間あつて、すこぶる有用である。

新除草剤開発研究から、甜菜用除草剤として phenyl-pyridazone 類が有望であることが判つた。500以上のピリダゾン誘導体を調べた結果、PCA (5-amino-4-chloro-2,3-dihydro-3-oxo-1-phenyl pyridazone) が最も適した殺草性をもつていた。FISCHER はこのPCAの種々の性質を調べ、具体的な使用法について述べている。

PCA は、甜菜畑に発生する大部分の雑草に除草効果がある (たとえばアカザ・タデ類・ハコベ・スズメノカタビラ) が、カラスムギ・ヤエムグラなど多年生雑草には効果がない。甜菜 (sugar- および fodder- beet) に対しては、10~30g/a の播種後処理および生育期処理で害がなく、都合のよい選択性をもっている。砂壤土でPCAの残効期間はCMU・CATよりも短く、薬量20g/aでは8~10週間程度である。

PCA は甜菜のどの生育時期にも使用できるが、効果の点からいつて雑草幼苗期が処理適期である。散布時の気象条件、たとえば気温25℃以上の晴天であつたり高湿度のときなどでは薬害が起こることがあり、最良の条件は気温が22℃程度で相対湿度40~70%の風のない曇つた天気のとときである。また、播種後処理にPCAを使うとき、少量のOMU (*N*-cyclooctyl-*N',N'*-dimethylurea) を加えると効力が増し、生育期処理のときはNaNO₃ を1.5~2kg/a 加えるとPCA 10~30g/aで2~4葉期の大きい雑草も防除できる。

麦類においては、H. M. HOLMES ら⁹⁾ が秋まき小麦中のカラスムギ (*Avena fatua*) に対する CBN (barban) の処理時期を扱つたものおよび H. SUOMELA ら⁷⁾ が春まき麦類で耕種条件を変えたときの MCP の効果につい

て扱ったものがある。

HOLMES らは、春まき麦類の場合にくらべて秋まき麦類における CBN 処理は、次のような理由から使い方が難かしいと述べている。すなわち、麦の生育期間が長いこと、カラスムギの発生期が秋・春2回あること、秋発生のカラスムギは冬が穏やかであると生き残つて大きな害を与えること、さらに秋まき小麦はある期間とくに初春に除草剤に対する抵抗力が弱まることなどである。このように秋まき小麦では、秋発生のカラスムギの防除が重要であるので、処理時期はこの種の雑草を対象として選ばなくてはならない。つまり晩秋から冬の初めにかけて、まだカラスムギの抵抗力が弱い生育時期に散布すべきで、3月以降になると除草効果は低下する。

次に、秋まき小麦（6品種）およびこれに燕麦（カラスムギの代りに用いた）を混合した2種類の群落をつくり、CBN 35g/a を11月・2月末・3月末の3時期にそれぞれ散布し、小麦と燕麦間の競争関係や小麦収量に与える影響について調べた。11月の処理では、混合群落の合計収量は無処理と変わらないで、カラスムギの収量が70%減少しその分だけ小麦が増収した。その他の散布時期でも、程度はずつと小さいが、同じくカラスムギの減収・小麦増収の傾向がみられる。小麦だけの群落では、11月処理で収量は平均12%増加した。2・3月の散布では生育が遅延したが、その後完全に回復し、減収はしない。この3月散布においてみられる生育遅延、つまり小麦の CBN に対する感受性の増加と、小麦の生育段階・品種・気温との間には明瞭な相関は認められなかった。

SUOMELA らは MCP 処理と灌水・施肥・手取り除草の処理の有無をたがいに組み合わせて、春まきの燕麦・小麦・大麦を栽培し、雑草量・収量などを調査した。試験の設計は麦と雑草との競争という観点から組まれており、各処理条件下で麦を作らない休閑区が対照として設けられている。5月中旬麦類播種、灌水は5月末～6月上旬にかけて 30mm、施肥は麦の生育に最も好適と思われる量を施した。MCP は6月下旬、13g/a を 4l/a の水で散布した。

作物栽培区の雑草風乾重は全区を平均して 7.4kg/a であり、休閑区の 1/4 であった。MCP を処理すると、雑草量は休閑区で平均36%、作物区では平均26%にまで減少した。作物区で効果が高いのは明らかに競争の結果と思われる。施肥によつて雑草の発生本数・平均重量は増加するが、MCP の効果は無肥区よりも施肥区で高かった。灌水の有無はあまり関係がない。カモジグサなど MCP に抵抗力の強い雑草は、MCP の処理でかえつて本数が増加する。

手取り除草をした区としない区で麦の収量を比較した場合、大麦・小麦は除草によつて増収する率が高い。また各麦類で平均の残存雑草本数をみると、燕麦で16本、大麦・小麦で 27～28本/m² である。これらのことは燕麦が大麦・小麦よりも雑草に対する競争力が強いことを示しているもので、これはおそらく燕麦の草高が高く、茎数が多いことに基づいているのであろう。

無肥・無灌水区で MCP を処理すると、手取り除草で完全に除草した場合にも大麦の収量は顕著に減収する。燕麦・小麦でも減収の傾向にあつた。しかし施肥区では灌水の有無や手取り除草の有無にかかわらず、MCP 処理によつて大麦・燕麦の収量は顕著に増加した。

F. LEUCHS²²⁾ は前報 (Weed Res., Vol. 1) でフキの類 (*Tussilago farfara*) が作物による被覆と作物収穫後の耕起によつて防除されることを述べているが、それにひきつづき除草剤による防除について報告している。試験した除草剤は、麦類の生育期に各種のフェノキシ系除草剤、刈取後に ATA および ATA とフェノキシ系除草剤などとの混用で、刈取後の耕起を組み合わせた場合についても調べている。

まず、生育期処理のフェノキシ系除草剤では 4-CPA が最も除草効果が高いが、薬害の点で実用性はない。草地のフキの防除には有望であろう。Fenoprop (2,4,5-TP, 2-(2,4,5-trichlorophenoxy) propionic acid) は効果はやや落ちるけれども麦類の方の抵抗性が大きく、薬害は僅かである。その他の 2,4-D・MCP・2,4,5-T・mecoprop (CMPP, dl 2-(4-chloro-2-methylphenoxy) propionic acid) などのフェノキシ系除草剤の除草効果は不十分であつた。

麦類の収穫後の防除では、ATA の 75～100g/a 1回散布、もしくは 3～4 日以内に 40g および 60g/a の2回散布で最も高い効果が得られた。ATA に NaCl を 100～200g/a 添加したり、また処理後 4～6週間に浅い耕起をすると効果が高まる。ATA の効果は、処理時にフキが旺盛に生育していて健康で大きな葉をもっている場合に大きい。また処理前 2～3 日の間に雨がなかったことが必要である。翌春の再生は少なく、作物と競合することはあまりないが、処理後根菜類を栽培すれば、そのときとられる普通の耕耘操作で再生したフキはほぼ完全に防除しうる。ATA の土壌中の残効期間はまちまちであるが、ドイツのライン地方の条件では、ATA は微生物による分解や秋・冬季の溶脱などで翌年夏の作物には危険がなかった。

M. R. SCOTT ら¹⁹⁾ は、今まで液剤で用いられている土壌処理の除草剤を、肥料をキャリアーとして粒状化し、

この除草効果・葉害を液剤のものと比較した。扱った作物は大麦・甜菜・ニンジン、それに草地で、粒状複合肥料に除草剤をふきつけたものをういた。草地以外では除草剤は播種前に散布し、散布後土壌をハローによつて攪拌した。主な発生雑草は草地でウマノアシガタ・キバナレンリソウ・ヘラオオバコなどの多年生雑草、大麦ではアカザ・タデ類・オオツメクサなど、甜菜・ニンジンではカラスムギ・イラクサ・ハコベなどであつた。

草地では 2,4-D・MCP を用いたが、効果はかなり落ち、葉量を液剤の 2~3 倍に増す必要があつた。大麦では、MCP 肥料混合剤の播種前処理は、MCP の生育初期処理にくらべて除草効果がかなり低下し、葉量を増せば葉害の危険が生じた。

甜菜・ニンジンでは TCA・IPC (propham)・Cl-IPC・CDEC・CDAA・DCMU(diuron)・DPA などの単用・混用を検討した。その結果、TCA・IPC・DCMU のような残効性をもつ除草剤は肥料に添加した場合にも効力が認められた。このうち最も効果の高かつたのは TCA と IPC で、この 2 つは甜菜畑のカラスムギの防除に有効であつた。また Cl-IPC と DCMU の混用はニンジン畑の除草に有望である。結局、播種前に除草剤と肥料をまく必要のあるこれら根菜類では、粒状肥料に添加した形の除草剤散布は、従来の水溶液散布や粘土・樹脂をキャリアーとした粒剤よりも、輸送費・散布費を軽減する意味から有利であると考えられた。

B. M. CHURCH ら¹³⁾ は東イングランドの 4 つの農耕地地区で、1959~60 年度における除草剤の使用状況を調査した。4 地区とも草地を含めた全耕地の半分は禾穀類で占められ、そのほか甜菜・豆類などを作付けている。層別抽出法で農家を選び出し、除草剤使用の有無・使用量・時期・対象雑草・除草効果・葉害などについてききとつた。

除草剤の使用面積は、4 地区とも耕地の 40 ないし 50% で、作物別にみると禾穀類で約 80~90%、その他作物 10~20%、草地約 10% であつた。除草剤の中では MCP の使用面積が最も多く、次いで mecoprop であつた。経営面積の小さい農家では除草剤使用面積の割合が小さいようであつたが、地区によつて異なり、明確ではない。また小さい農家では自分で散布機をもたず、契約散布によつている場合が多かつた。

禾穀類では、どの地区でも MCP が広く使われており、2,4-D は少ない。混作しない禾穀類では MCP に次いで mecoprop が多く、またヤエムグラ・ハコベを防除する目的で MCP+TBA もしばしば使われている。MCPB は混作した禾穀類にのみ広く使われている。混

作しない禾穀類の場合、MCP の使用量は基準量 (約 14 g/a) に近かつたが、混作した禾穀類においてはマメ科牧草に危険であるにもかかわらず、使用量は少なくなつていない場合が多い。MCPB・mecoprop の使用量は基準量よりも少なかつた。大部分の農家は作物・雑草の生育段階でなく、草丈や月日を目安にして使用時期を決めていた。

ほかに除草剤が多く使われていた作物は豆類で、これには DNBP が広く用いられている。草地には主に MCP が入っている。

よく発生する雑草は、アザミ類 (*Cirsium* spp.), *Sinapis arvensis* (アブラナ科、シロガラシ属の一種)、ヤエムグラ・ハコベ・アカザ・ギシギシの類 (*Rumex* spp.) などであり、また防除しにくい雑草としてカラスムギ・ハルタデ・フキの類 (*Tussilago farfara*)・ハコベなどがあげられている。除草剤の選定が適当であつたので、大部分の農家は除草効果に満足しており、葉害の発生した例もほとんどなかつた。

4. 実験方法

これについては、H. A. ROBERTS ら⁵⁾ が土壌中の Cl-IPC の bioassay の方法について述べている。Cl-IPC の bioassay にはいままでいろいろな植物が用いられてきているが、そのうちソバ (*buckwheat*, *Fagopyrum esculentum*) は Cl-IPC に対する反応が強く、0.011ppm の濃度で 20°C 4 日間の第 1 芽生根 (primary root) の生長が 50% 抑制される。筆者はこのソバを検定植物に用いて次のような bioassay の方法を考えた。

Cl-IPC を処理した土壌を 0~5cm の深さに採取し、これに無処理土壌を混合して稀釈する。その稀釈比は処理土壌/無処理土壌で $1 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdots \frac{1}{32} \cdot \frac{1}{64}$ とする。浸種して幼根が出かかつた種子をまき、22°C において、3 日後第 1 芽生根の長さを測定する。土の水分はソバの根の生長に好適な範囲を保つように処置する。

Cl-IPC の 11g および 22g/a を圃場に散布し、1 日以内に土を採取して上述の方法で第 1 芽生根の長さを測定したとき、根長と土壌中の葉量 (すなわち稀釈比) の対数との関係は S 字曲線で示された。この曲線は処理した葉量が違つてもよく一致する。この曲線 (初期曲線) から、この土壌では根長の 50% 抑制が深さ 5cm の土と混合した 0.9g/a の葉量、土の重量に対し約 0.13ppm の濃度で起こることがわかる。処理後日数と残存量の関係を知るためには、処理土壌を 1 週間おきに採取して同法で試験し、各時期ごとに根長 50% 抑制の稀釈比を知り、初期曲線を参考にして残存する Cl-IPC 量を決定

する。

この bioassay の方法には、方法が単純であること、ソバの根の伸びが早くしかも測定しやすいこと、根の伸長に適する土壌水分の調節が難かしくないことなど、いくつかの利点がある。

この検定方法を用いて、年間を通じていろいろな時期に散布した CI-IPC の残存期間 (90% が消失するまでの期間) を調べた結果、高温多湿期で3週間、低温期では約14週間であった。また多雨条件でも CI-IPC は 5~10cm の土壌下層には移動していなかった。

登 載 論 文 (Vol. 2, 1962)

No. 1

- 1) ROCHECOUSTE, E.: Studies on the biotypes of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. I. Botanical investigation, 1~23.
- 2) YEMM, E. W. & WILLIS, A. J.: The effects of maleic hydrazide and 2,4-dichloro-phenoxyacetic acid on roadside vegetation, 24~40.
- 3) RIEPMA P.: Preliminary observations on the breakdown of 3-amino-1,2,4-triazole in soil, 41~50.
- 4) MCINTYRE, G. I.: Preliminary studies on the translocation of ¹⁴C-labelled herbicides in bracken (*Pteridium aquilinum*), 51~59.
- 5) ROBERTS, H. A. & WILSON, B. J.: Note on the bioassay of chlorpropham in soil, 60~65.

No. 2

- 6) BRUINSMA, J.: The effect of 4,6-dinitro-*o*-cresol (DNOC) on growth, development and yield of winter rye (*Secale cereale* L.), 73~89.
- 7) SUOMELA, H. & PAATELA, J.: The influence of irrigation, fertilizing and MCPA on the competition between spring cereals and weeds, 90~99.
- 8) CALDICOTT, J. J. B.: Further investigations into the field use of a mixture of endothal and propham for pre-emergence application to sugar beet, 100~109.
- 9) HOLMES, H. M. & PREIFFER, R. K.: Some aspects of the use of barban for wild oat control in winter wheat, 110~121.
- 10) THURSTON, J. M.: An international experiment on the

effect of age and storage conditions on viability and dormancy of *Avena fatua* seeds, 122~129.

- 11) SCHEUERER, G. & FISCHER, A.: Über den Zusammenhang zwischen Konstitution und herbizider Wirksamkeit bei cycloaliphatischen Harnstoffverbindungen (Relationship between the structure and herbicidal properties of *N*-cyclo-alkyl-urea), 130~135.
- 12) ROCHECOUSTE, E.: Studies on the biotypes of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. II. Growth response to trichloroacetic and 2,2-dichloropropionic acids, 136~145.

No. 3

- 13) CHURCH, B. M., DADD, C. V. T., MILLER, T. E. & PAGE, J. B.: Herbicide practice in arable farming districts of eastern England, 1959~60, 153~164.
- 14) MCINTYRE, G. I.: Studies on the translocation in *Agropyron repens* of ¹⁴C-labelled 2,2-dichloropropionic acid, 165~176.
- 15) FISCHER, A.: 1-Phenyl-4-amino-5-chlor-pyridazon-6 (PC A) als ein neues Rübenherbizid (5-amino-4-chloro-2,3-dihydro-3-*oxo*-1-phenylpyridazon as a new herbicide for sugar beet), 177~184.
- 16) STEPHENS, R. J.: The control of weeds in potatoes by pre-emergence application of herbicides, 185~191.
- 17) THURSTON, J. M.: The effect of competition from cereal crops on the germination and growth of *Avena fatua* L. in a naturally-infested field, 192~207.

No. 4

- 18) WAX, J. M.: The effects of sub-lethal doses of MCPA on the morphology and yield of vegetable crops. I. Lettuce, 233~246.
- 19) SCOTT, M. R. & SCOTT, E. M.: Herbicides as fertilizer additives, 247~263.
- 20) QUINLAN, J. D. & SAGAR G. R.: An autoradiographic study of the movement of ¹⁴C-labelled assimilates in the developing wheat plant, 264~273.
- 21) HAMMERTON, J. L.: A preliminary study of the competition between kale and three weed species of the genus *Polygonum*, 274~282.
- 22) LEUCHS, F.: Untersuchungen über Ökologie und Bekämpfungsmöglichkeiten des Huflattichs (*Tussilago farfara* L.), II. Teil: Die Bekämpfung des Huflattichs mit Herbiziden (Studies on the ecology and control of coltsfoot. Part II: The control of coltsfoot with herbicides), 283~305.