

- 14) V. G. Dethier (桐谷圭治訳): “生態系と人間”, 岩波書店 (1979).
- 15) D. Pimentel et al.: BioScience, 27, 178 (1977).
- 16) R. Dorfman: BioScience, 29, 498 (1979).
- 17) D. Pimentel et al.: BioScience, 29, 498 (1979).
- 18) LeR. Holm: Weed Sci. 25, 338 (1977).
- 19) E. F. Adler, G. C. Klingman, W. L. Wright: Weed Sci. 24, 99 (1976).
- 20) 永江祐治: ファイン ケミカル, 8 (20), 1 (1979. 10. 15).
- 21) J. D. Fryer: Weed Sci. 25, 338 (1977).
- 22) D. W. Robinson: “Proceeding 1978 Brit. Crop Protection Conf., Vol. 3, 800 (1978).
- 23) F. Hayashi et al.: “Rapid Biochemical Technique of Phytotoxicity Mode of Action of Herbicides”, Parts I, II, EPA (1978).
- 24) 松中昭一: 農薬誌, 4, 525 (1979).

雑草研究の新しい視点

東北大学農学研究所 菅 洋

雑草防除法を効果的に前進させるためには、常に新しい視点からの研究が不可欠であろう。現在、雑草防除は栽培法などに立脚した耕種的生態的防除と除草剤による化学的防除が主体をなしているが、一方では生物学的防除なども模索され、オーストラリアにおけるサボテンの昆虫による防除のような成功例が紹介されたり、わが国でもカブトエビなどによる水田の雑草防除について、基礎的な研究が行なわれている。ここでは、雑草研究の最近の新しい視点を紹介しておく。これらの基礎研究が、将来全く新しい防除技術をきりひらく可能性もあると思われる。

生物が異なる種間でなんらかの化学物質を排出することによっておたがいに影響される現象は、アレロパシイ (Allelopathy) とか他感作用とかよばれている。例えば、米国カリフォルニア州の砂漠に生えているある種の灌木性植物 (*Encelia farinosa*) の近くでは、1 年生植物が生えにくい、これは上記植物の葉に含まれる 3-acetyl-6-methoxy benzaldehyde が、落下した葉から雨などで溶出され、他の植物が発生するのを抑制していることがわかった (Gray ら, 1948)。クロクルミの葉も juglon と命名された物質を含み、落下した葉の周辺で他の植物の発生をおさえる (Bode, 1959)。

1. アレロパシイの視点から

最近、わが国の都市近郊の空地や鉄道沿線の

土手などで急激な勢いでひろがっているセイタカアワダチソウ (*Solidago altissima*) の地下茎には多量の 2-*cis*-dehydromatricaria ester (2-*cis* DME) が含まれており、この物質は低濃度でイネ苗の生育を著しく抑制するという (河津ら, 1969)。ヨモギ・アキノキリンソウ・ヒメジョオン・ハルジョオン・ヒメムカシヨモギ・アレチノギクなどにもこれと類似した物質が含まれている (小林ら, 1974)。これらの植物が耕地周辺で急激に繁茂する時には、作物になんらかの影響を上記のような物質を介して及ぼしている可能性が考えられる。

農業においては、このような多くのアレロパシイ現象は雑草の作物に対する影響あるいはある作物の他の作物に対する影響と考えられてきた。耐病性・耐虫性・各種環境ストレスに対する抵抗性などは、一般に野生種が栽培種よりもすぐれ、これらは遺伝的な性質なので、育種操作を通じて栽培品種に導入され利用されてきた。Putnam ら (1974) は、現在作物として栽培されている植物もそれが野生植物として生育していた祖先型の時代には何か他の植物の生育をうちまかすような物質を生産し、それによって旺盛な生育を示していた可能性があり、人類がそのような植物を栽培化し、雑草を除草によりとりのぞいて栽培するようになったために、次第にその能力が失なわれてしまったのではないかと考えたのである。

それで、もし沢山の品種や系統について、上記の視点から検討すれば、まだ現在でもそのような能力を保持しているものが発見される可能性は皆無とは言えない。Putnam ら (1974) は、このように考えて、アメリカ農務省の品種保存の中からキウリ 526 種とキウリの近縁種 8 種に属する系統を用いて実験をおこなった。270 g

の石英砂を入れたポットにキウリ 4 本と指標植物としてイネ科植物の *Panicum miliaceum* とアブラナ科の *Brassica hista* を植えて、人工気象室で一定日数生育させ、これら指標植物の状態をしらべた。多くは、指標植物の生育に何の効果も示さなかったが、あるキウリの 1 系統は指標植物の生長を 87% も抑制し、25 系統は 50% 抑制した。これらのキウリを植えた石英砂から溶出させた水には、指標植物の発芽を阻害する物質を含んでいたもので、これはアレロパシイ現象に由来すると判断された。

Lockerman と Putnam (1979) は、上記実験を受けて、温室内でもっと大きな規模の実験を行なうと共に圃場試験を実施した。圃場には、55 kg/ha の 10-10-10 の肥料を散布し、さらに 60 kg/ha の窒素肥料をキウリ発芽後 4 週目に追肥した。4 種の禾本科草種 (*Digitaria sanguinalis*, ミレット, ヒエ, *Setaria lutescense*) と 4 種の広葉雑草 (*Am-*

第 1 表 キウリ系統の存否が雑草数におよぼす効果

キウリ系統	ミレット		ヒエ		ブタクサ	
	播種後日数		播種後日数		播種後日数	
	10	48	10	48	10	48
キウリなし	25 a	28 a	31 a	38 a	58 a	54 a
Pioneer	21 a	20 a	26 a	21 b	39 ab	40 b
PI169391	4 c	3 c	7 c	7 c	23 b	21 c
PI285605	11 b	8 b	17 b	11 c	41 ab	39 b

同文字はダンカンの統計検定で有意差ないもの。
(Lockerman と Putnam; 1979)

第 2 表 キウリ系統の存否が雑草重におよぼす効果
(g/植物当り)

キウリ系統	ミレット	ヒエ	ブタクサ
キウリなし	77 a	77	33 ab
Pioneer	69 a	70 a	35 a
PI169391	32 c	43 d	22 c
PI285605	51 b	60 c	29 b

同文字はダンカンの統計検定で有意差ないもの。
(Lockerman と Putnam; 1979)

aranthus blitoides, *Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Chenopodium album*) をキウリ播種の前に散播した。1.3 cm² の中に25本のキウリを播き、この区の間隔は23 cm とした。比較区はキウリを植えなかった。また手で除草した区をつくり、除草しない場合の雑草のキウリの生育に及ぼす効果もしらべられた。これらの試験は2年にわたり4回反復乱塊法配列で行なわれた。これらの結果を、第1表と第2表に紹介した。

これらの表にあきらかなように、キウリのある特殊な系統は雑草の発生根数をおさえると共に、発生した雑草の生育(生体重)も著しくおさえていることがわかった。温室内での実験でもあるキウリ系統はミレットの発芽を60~68%、生育(生体重)を70~78%も阻害する(LockermanとPutnam, 1979)。

これらの結果は、これらアレロパシイ物質を分離・同定することにより新しい除草剤開発への可能性をひらくと共に、それ以上にこれらの性質を耐病性や耐虫性とないように、耐雑草性として育種操作により作物に導入する全く新しい雑草防除の視点をひらくものとして、きわめて興味深かつ示唆にとむものといえよう。

作物のアレロパシイ性の雑草に対する影響としては、他にPeters(1968)は牧草のケンタッキー-31フェスクの圃場にはしばしば雑草が生えないことから出発して実験し、この植物はテストに用いた *Brassica nigra* と *Lotus corniculatus* の生育をおさえる毒素を出していることを報告している。また、Dzubenko と Petrenko (1971) は、ルピナス・トウモロコシの根の排出物には、アカザやアマランサスの生長をおさえ、そのカタラーゼやペルオキシ

ターゼ活性を増加させることをみている。

Fay と Duke (1977) は、アメリカ農務省に保存されている。世界中の3,000のエンバクおよびその近縁種について、生長抑制作用をもつスコポレチン排出能力をスクリーニングした。25系統は、スコポレチンに特長的な青色蛍光を根から標準のエンバク栽培種より多く排出した。4系統は特に3倍も多く排出した。その1系統を野生のマスタードと10日間砂耕すると、その生長は標準のエンバク品種と共に育てたものより生長がおとった。この植物と近接して育てるとクロロシス、矮化、葉のねじれを示し、単純な競争効果でなく、アレロパシイ性であるという。

Panchuk ら(1973)、Grodzinsky ら(1974) は、これら毒素生成能を遺伝的に他植物に移せるかどうかをコムギと近縁種のカモジグサ(*Agropyron glaucum*) で実際にテストしている。

カモジグサの植物残渣の水抽出物は、ダイコン種子発芽や *Lepidium* の根の生長に対し、コムギ残渣より強い阻害活性を示す。この両者の雑種はカモジグサの性質を示し、高い阻害を示した。また、中間的なものもあらわれ、コムギに近い形態的特長をもつものは、この阻害活性も弱かった。カモジグサの形質を強くもった雑種は、この阻害成分をもっと多く含有している。

このように、かかる生物学的防除の新しい展開のための研究は、まだはじまったばかりであるが、今後発展をのぞまれる新しい視点として、きわめて注目し価値するものといえよう。

2. 化学的生態学の視点から

化学的生態学とは、一言でいえば生物の集団

としての生活現象すなわち環境と生物との働きあいを研究する生態学を化学の手法を用いて研究し、自然における生物の生活現象の理解をさらに深めようとするものといえよう。

そのような立場を雑草生態の研究にも応用することは、大変有効なことに思われる。ここでは、著者の水田多年生雑草の研究例をあげて、少し解説してみよう。

わが国では、一年生雑草の防除が効果的な除草剤の開発により解決にむかってくるにしたがって、多年生雑草の優勢繁茂が水田作の大きな問題としてクローズ・アップされてきた。多年生雑草の中でも、ウリカワ・ヒルムシロ・ミズガヤツリ・クログワイなどは、代表的なものである。例えば、ウリカワとオモダカを加えた *Sagittaria* 属雑草は、日本の約2割の水田に発生し、その合計面積は555,299 ha と報告されている。

さて、植物ホルモンのエチレンは、1970年までは植物の生長を抑制するホルモンとして知られていたが、1970年に著者らは、イネ芽ばえの子葉鞘などはエチレンにより著しく伸長が促進されることを見出した (Ku ら, 1970)。その後、イギリスなどでエチレンによりある種の水生植物の生長が促進されることが追加発見された。イネを含めて、エチレンで伸長が促進されるものが、水生植物または半水生植物であるのは興味深い。(陸上植物でも特殊な器官が一種の異常現象としてエチレンにより伸長が促進されることがあるにはある)。

著者ら (Suge ら, 1975) は、水田多年生雑草のウリカワ・ヒルムシロの初期伸長が、エチレンと炭酸ガスにより著しく促進されることを見出した。例えば、これら植物の塊茎を三角フラスコにとじこめ (暗黒下で

1週間)、いろいろのガス条件にして初期伸長をしらべた結果を第3表に示そう。

第3表 いろいろのガス状態におけるウリカワとヒルムシロの初期生長 (暗黒30℃, 1週間)

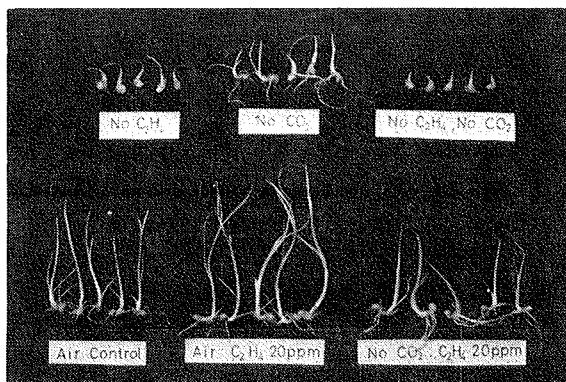
ガ ス 状 態	植物ののび (mm)	
	ウリカワ	ヒルムシロ
標 準	54.0	59.9
エチレンなし	19.2	9.3
エチレンと炭酸ガスなし	11.0	7.7
炭酸ガスなし	21.8	13.1
炭酸ガスなし・エチレン20ppm	52.6	101.9
エチレン20 ppm	87.6	112.2

(Suge と Kusanagi ; 1975)

(註) 標準区のエチレン濃度は0.3 ppm位であった。
エチレンは過塩素酸水銀、炭酸ガスはアルカリ溶液に吸収させて除去した。

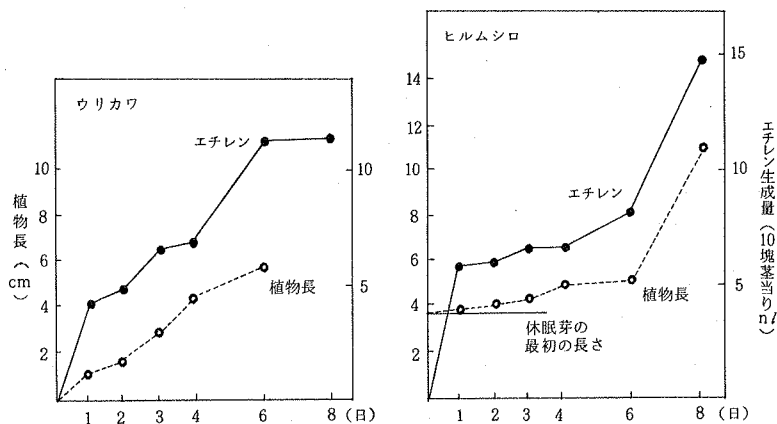
この時の標準区のエチレン濃度をガスクロマトグラフではかってみると、約0.3 ppm位であった。ウリカワの初期伸長が、エチレンと炭酸ガスに著しく依存している様子を写真で第1図に示した。また、ウリカワやヒルムシロの塊茎それ自体からも、高温に移すと芽の伸長に先行してエチレンが発生することがたしかめられた (第2図, Suge ら 1975)。

これらのことから、著者はエチレンのこれら雑草発生における役割を次のように考えている。わが国では、水田は普通秋に収穫のため落水されると、翌春代かきのため再び湛水されるまで



(Suge and Kusanagi, 1975)

第1図 異なったガス条件下におけるウリカワの初期生長



(Suge and Kusanagi; 1975)

第2図 ウリカワとヒルムシロ塊茎よりの伸長に先行するエチレン発生

は、水はぬかれたままである。ウリカワの塊茎には、休眠はないようであるが、秋から冬になり低温となり、田面も乾燥してくるため、発生してこない。春になり耕起され、さらに丁度温度も上昇してきて代かきのため灌水されると、土壌からのエチレン発生も多くなるであろう。嫌氣的な土壌からのエチレン発生はきわめて低いが、灌水されると、特に有機物の多い土壌からのエチレン発生は著しく増加し、土壌中濃度は10ppmにも達するという報告もある。

さらに塊茎自体からもエチレンが発生するであろうし、これらエチレンは灌水状態のため、塊茎周辺に保持されやすいであろう。このようにして発生したエチレンは、これら多年生雑草の発生になにか役割をはたしているのではないかと考えられる。

このような視点は、まさに化学的生態学のそれであろうと考えられる。もし晩秋になんらかの手段でこれら塊茎からの伸長発生を誘起できれば、冬の寒さのために雑草は死滅するであろう。このような考え方は、害虫防除においても示唆されている。

日高敏隆・正木進三両氏は、訳書「昆虫の光

周性」(1966)の訳者あとがきの中で、モンシロチョウの休眠は短日条件下で誘起され、長日は休眠を阻止するが、暗期の短時間の光中断は長日効果をもち休眠を阻止するので、圃場で閃光による光中断処理をして、越冬世代の休眠を阻止すれば、冬の寒さで殺すことができる

というようなことは想

像もされなかったような害虫防除のアイデアを紹介している。

このような視点からみると、自然生態系の中で雑草の生活環を制御している機構をより深く研究することが、今までは全く考えられなかったような新しい防除法の開発につながる可能性をもひめていることを示唆している。そのような制御機構をときあかすためには、生物の集団としての生活現象を研究する生態学においても、化学的手法を導入することが有効でありそうなことは、容認できることと思われる。

このようなことは、雑草防除というような、きわめて現実的な問題にも常に問題意識を念頭においた立場からの基礎研究の深化が必要であることを、同時に示しているともいえよう。

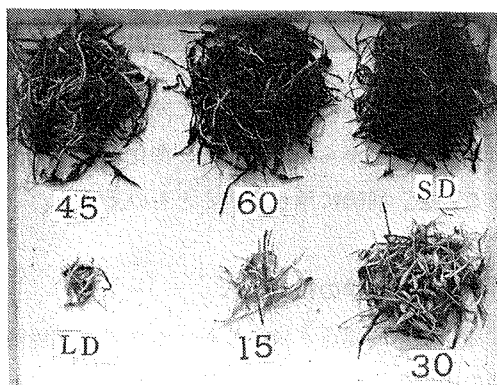
3. 種生態学の視点から

種生態学的視点とはとりもなおさず、環境条件の中で生活している種を動的なものとしてとらえる立場とすることができよう。このような視点は、南北に地理的に長く環境条件も多様な風土を基礎として農業がいとなまれているわが国においては、雑草研究のような具体的実践の

中でもきわめて重要なものであらうと思われる。イネやムギの品種の生態分化の研究においては、そのような視点から多くのすぐれた業績を生み出し、それが実際の風土に適應した品種を創生する上で重要な役割をはたしてきたことは、すでに広く知られた事実である。わが国の雑草研究においては、そのような立場からの研究が比較的少ないようで、今後の研究の発展に期待することがきわめて大きいように思われる。ここでは、著者等がとりあげたミズガヤツリの出穂と塊茎形成の日長反応の例を紹介しておきたい。これらは、まだ十分に解析されたものではなく、今後の発展が必要であらう。

われわれは、北は秋田から南は高知・宮崎の各県より採集した14のミズガヤツリの系統を用いて実験した。ミズガヤツリの塊茎形成が短日で促進されることは、堀(1965)が報告していたが、詳細は明らかでなかった。装置の関係で多くの日長について検討はできなかったが、20時間日長の如き長日下では、ほとんど塊茎形成がおこなわれなかった。

6月に植えつけ以後、長日下で生育せしめた



数字は短日処理日数を示し、SDとLDはそれぞれ連続短日処理と連続長日処理を示す。
(宮・草雄; 1975)

第3図 異なった日数の短日処理がミズガヤツリの塊茎形成におよぼす効果

ものを、8月23日より順次15日間隔に短日に移し、10月22日に一斉に掘りあげて、その塊茎形成の状態を調査したものを、写真で第3図に示した。連続長日下では、ほとんど塊茎は形成されなかった。また、15日間の短日処理も、形成された塊茎数はきわめて少なく、連続長日区と大差なかった。これに対して、30日間短日処理をほどこしたものは、形成された塊茎数は急激に増加した。また、60日短日処理区の形成塊茎数は、連続短日区よりわずかながら多かった。一塊茎平均乾物重の各区間の差は、形成塊茎数の差に比較して大きかった。短日処理15、30、45、60日各区を比較すると、短日処理期間が長くなるほど一塊茎平均乾物重は急激に増加している。さらに、60日間短日処理区では、連続短日区よりも一塊茎平均乾物重が大きかった。このように、ミズガヤツリの塊茎形成は明らかに短日性を示したが、塊茎肥大は炭水化物の供給量に支配されることは、連続短日区よりも、最初長日条件下で十分に栄養生長を行なった後に充分な短日処理を受けた区において、形成塊茎数が多いことや、形成された塊茎の平均乾物重が重いことから推定される。

さて、つぎに各地から集めたミズガヤツリの出穂の日長反応をみると、これも装置の関係からまだ詳しく解析されていないが、系統間で相当の変異がみとめられた。例えば、20時間日長のような長日下では、どの系統も出穂に到らず、塊茎形成と同様に出穂反応についても短日性を示した。9時間日長下においても、出穂迄日数が最短18.6日、最長31.5日の如き変異を示し、さらにその形態についても第4図に示すように著しい変異がみとめられた。また、同一地域内においても、出穂反応に著しい差異のある系統が存在している場合もあることが明らかとなっ



左から鴻巣・新潟・山形・秋田産
(菅、草薙、服部；1975)

第4図 9時間日長下におけるミズガヤツリの異なった系統
の出穂反応と形態の差異

た。しかし、産地の北から南にわたっての地理的傾斜 (Geographical cline) については、今回供試した系統内では明瞭でなく、さらに多数系統について検討する必要があることを示した。

これらの問題は、雑草の属する植物種における生態分化の問題としてばかりでなく、実際の

な雑草防除の面でも、例えば除草剤に対する耐性のようなものの系統間差といった面からも大変重要な問題点をはらんでいるといえよう。それは、ある意味では化学的生態学の問題ともつながってこよう。わが国のように南北に長い風土的条件の所でも、多くの雑草についてもっととりあげられてよい視点ではないかと思われるのである。

以上3つの視点について、著者が最近雑草研究にも有効であろうと思っている観点からのべてみた。この他にも雑草研究を深

化し、より有効な雑草防除技術の開発に資するような新しい視点があろうと思われるが、いずれにしても、雑草防除技術確立のようなきわめて実地的な課題においても生態学・生理学・遺伝学・発生学・生化学、ひいては文化人類学のような幅広い知識に立脚した新しい接近が有効であるし、また必要なことのように思われる。

水田利用再編対策の 実施状況と昭和55年度実施方針

農林水産省農蚕企画室 門谷廣茂

米の需給均衡化を図りつつ、農産物の総合的な自給力を強化するため、53年度からおおむね10年間の長期の事業として、水田利用再編対策は発足した。

1. 54年度の推進経過

(1) 53年度の実施状況等

本対策の初年度であった53年度は、地方公共団体をはじめ農業団体等関係機関の総力を挙げ

た取り組みと、農業者の理解と協力によって、目標面積 (391,000 ha) を12%上回る 438,000 ha の実施となった。

その内容をみると、転作の質的内容については、まだ必ずしも十分でないと考えられるものの、重点作物として推進している大豆・麦・飼料作物等の特定作物が、転作作目全体の65%を占め、また、計画転作の実施率が76%に達するなど、対策初年目の実施内容としてはかなりの