

我が国における雑草防除研究の歩みと 今後の進展に対する期待

財団法人 日本植物調節剤研究協会 片岡孝義

はじめに

我が国で雑草防除の研究が本格的に行われるようになったのは第二次世界大戦後間もないころのことであり、その後40年余の日進月歩の進展を経て今日の高い水準に到達しており、今後の研究の進展に大きな期待が寄せられている。

しかし、本稿ではこの進展の歩みを丹念に概観して今後の展望に言及しようとは考えておらず、筆者が日ごろ強い関心を持っている二三の研究問題に限り研究の流れと今後の研究の進展に対する期待を述べる機会を与えていただきたいと考えている。大方の御批判をいただければ幸いである。

1. 水稲作における除草剤の普及と除草法の変遷

我が国では1947年ころまでは財団法人大原農業研究所（現在の岡山大学農業生物研究所）の近藤萬太郎・笠原安夫両氏の研究を除いて雑草とその防除について本格的研究はほとんど行われていなかった。第二次世界大戦後に労働生産性の向上が大きな問題となるに及んで雑草防除研究の必要性が広く認められるようになったが、これは、1947年に野口弥吉氏によって合成植物ホルモン 2,4-D が我が国に紹介されたことに触発された面もあったと思われる。

水稲作に対する 2,4-D の利用は、大学・農

林省農事試験場・都道府県農業試験場などが緊密に連携して進めた試験研究によって、1950年には西日本で早くも実用化に移された。薬害の面から、処理時期は水稲移植の25～35日後ころで、晩限は出穂の25日前ころとされた。したがって処理前に1～2回の中耕除草が必要であったが、2,4-D 処理の除草効果は極めて高かった。その理由は、当時の水田雑草の多くは2,4-D 抵抗性の弱いものであり、主要な雑草で2,4-D 抵抗性の強いものは野生ヒエだけであったことである。このことは表1によく示されている。この表は、全国の農業試験場の調査結果によって明らかになった主要雑草31種類を全国的な分布と生態的特性によって区分し、種類別に2,4-D 抵抗性を示したものである²⁾。ただし、この表は、ヒエ類にはケイヌビエ・タイヌビエを含み、カヤツリ類にはヒンジガヤツリ・カヤツリグサ・コゴメガヤツリ・ミズガヤツリ等を含むというような形でまとめられており、種数は31よりも多い。なおこの調査結果では、これら31種類の外に、全国的に分布も発生量も極めて少なく、稀生雑草に類別されたものが40種類ほどあった。

この2,4-D の実用化の後、1959年にはPCPが土壌処理剤として一部で普及に移され、このころには企業の除草剤研究も活発に行われるようになった。やがて、1963、'64年にはPC

表 1. 主要水田雑草の 2, 4-D 抵抗性

(荒井・川島, 1952)

分 布	生 態 的 特 性				
	水 生 雑 草		湿 生 雑 草		乾 生 雑 草
	一 年 生	多 年 生	一 年 生	多 年 生	一 年 生
優 生 雑 草	○コ ナ ギ				
次優生雑草	●キカシグサ ●タマガヤツリ ●アブノメ	●マツバイ	△ヒエ類 ▲カヤツリ類		
広 生 雑 草	○アゼナ ●ミゾハコベ	●ミズハコベ ●ウリカワ ●オモダカ	●イボクサ ●ヒデリコ ●テンツキ類	●アゼムシロ	
散 生 雑 草	●スブタ ●ミズキカシグサ ▲ハリイ ▲ホシクサ	▲クログワイ ▲ヒルムシロ ▲デンジソウ △ウキクサ類 △モ 類 △アオミドロ類	●チョウジタデ ●アゼトウガラシ ●イヌノヒゲ類	●セ リ	●タデ類

注) 雑草の 2, 4-D 抵抗性: ○「甚弱」, ●「弱」, ●「やや弱」, ▲「やや強」, ▲「強」, △「甚強」

P に代わる低魚毒性の土壤処理剤の NIP 粒剤, DBN 粒剤, プロメトリン粒剤などが普及に移され, 次いで 1969~'71 年には茎葉兼土壤処理剤の MCC・MCP 粒剤, ベンチオカーブ・シメトリン粒剤, シメトリン・フェノチオール粒剤, シメトリン・MCPB 粒剤が普及に移された。その後も新除草剤の開発が進み, 水田雑草の防除は次第に除草剤の利用に負うところが大きくなった。

これより先, 1950 年に 2, 4-D が普及され始めると, 水稻作における除草法について農家から一つの問題が提起された。それは, この時代には, 中耕除草には除草の外に水稻と土壤に与える土壤かく拌の好影響があるとする中耕効果説が広く農家にも浸透していたため, 2, 4-D で除草ができる場合にもなお中耕が必要ではないかという問題であった。この考え方は江戸時代の農書に現れ, 明治時代以降の農学者・栽培技術者の検討を経て広まり, さらに昭和時代に

入って土壤肥料の面からも検討されて理論的な説明もなされるようになった。そこで, 農林省関東東山農業試験場(鴻巣)の野島数馬氏らは, 1951 年から, 中耕効果説に含まれている脱窒防止, 土壤肥料面での土壤か

く拌効果, 地温上昇効果, 土壤中への酸素の供給, 根への影響について詳細な解明を進めた。また, 明治時代以降に農商務省農事試験場と道府県農事試験場で行われた中耕に関する多数の試験結果を検討した。野島氏はその研究結果を 1960 年に公表し¹²⁾, 端的に言えば, 中耕には除草以外の効果のないことを明確に示した。この結論は PCP が普及し始めた農業の現場に急速に行きわたった。この論文で中耕除草機について次のような指摘がなされていることを紹介しておきたい。「……雑草の抑制が不充分である段階において, なお, 機械的除草が必要であるならば, その時の除草機は中耕除草機である必要はなく, 除草専門の機械であればよく, したがってより軽く, 安価で能率の高いものが要望されるであろう。現在, 既にそうした目的に沿ったある種の除草機が出現し, 普及しつつあるようである。」このころ, 株間取除草器という, 土壤かく拌の深さが浅く, 水稻の株際までかく

拌できる人力除草機が市販されていたが、上記の引用文はこの点に触れたものである。

前記のように除草剤の開発と利用が進むとともに除草法も変化していった。その変化の様相を簡単にみてみよう。水稻作付面積に対する除草剤の使用面積の比率は図1のように推移し、

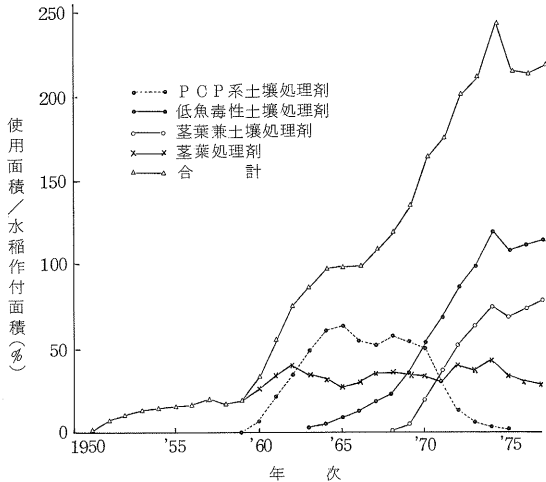


図1. 水稻作除草剤使用面積割合

(日本植物調節剤研究協会)

注) 植調第10巻第8号(1976)などによる。

PCP系土壌処理剤が過半の水田で利用されるようになった1964年にはこの比率はほぼ100%に達し、それからわずか8年後の1972年には低魚毒性除草剤が普及するとともに茎葉兼土壌処理剤も普及し始めてこの比率は200%を超えるに至った。除草剤導入前の慣行除草法は平均的には手取除草1～2回、人力回転除草機を主体とした機械除草1～2回の組み合わせであったが、除草回数の多い事例としては手取除草2～3回、中耕除草2～3回、合わせて5回というようなものがあった。除草剤導入後の除草法の変化は表2のようである¹⁰⁾。1962年には、2,4-Dなどの茎葉処理剤の普及が進むとともにPCP粒剤などの普及がかなり進んだが、除草剤は79%の水田で利用され、機械除草は71%の水田で行われていた。その3年後の1965年には、

表2. 除草剤の普及と除草法の変化

(日本植物調節剤研究協会, 1968)

1962 年		1965 年		1968 年	
除草法	利用率	除草法	利用率	除草法	利用率
機+手	21 %	手	6 %	機+手	3 %
除	29	機	2	除	1
除+機	30	機+手	15	除+手	6
除+機+手	20	除	17	機+除+手	11
		除+手	26	除+機+手	7
		除+機	10	除+除+手	40
		除+機+手	24	除+機+除	6
				機+除+除	63
				+手	8
				除+機+除	9
				+手	1
				除+除+除	1
				除+除+除	1
				+手	9
				除+機+除	7
				+除+手	7

注) 手: 手取除草, 機: 中耕除草機, 除: 除草剤。

除草剤は77%, 機械除草は51%の水田で行われており, 機械除草を組み合わせた除草法の利用率が低下してきた。以上2回の調査結果は雑草防除手段の手取除草・中耕除草・除草剤処理のうちいずれを利用したかを示したもので, 具体的な組み合わせ方については省略してあるが, 1968年の調査結果は雑草防除手段の具体的な組み合わせ方まで示したものである。1968年は茎葉兼土壌処理剤の普及し始める直前の年であったが, 除草剤処理の回数別にみると, 利用しないもの3%, 1回25%, 2回63%, 3回9%であり, すでに3回処理の除草法まで出現していた。一方, 1968年には機械除草は51%で3年前の調査と変わりがなかった。ここで注目しなければならないのは手取除草の有無であり, 手取除草は1962年には41%, 1965年には71%, 1968年には92%の水田で行われていた。これら3回の調査が行われた時期は経済の高度成長期であって農村でも労力不足に悩んでおり, 特別な事情がなければ一度やめられた手取除草が再び行

われるはずはなかった。この要因は多年生雑草の発生の増加であったとみてよい。農林省農事試験場の雑草防除研究室が2研究室に分かれて、雑草防除第2研究室が多年生雑草の研究を専門に担当することになったのは1965年のことで、このころの状況をよく反映した研究体制の強化であった。このころの多年生雑草はミズガヤツリやウリカワが主体であったが、これらの発生が一たび増加してしまうと中耕除草もあまり効果がなく、その結果再び手取除草が広く行われるようになったものであろう。このような事情の下で、その後中耕除草の実施は急速に少

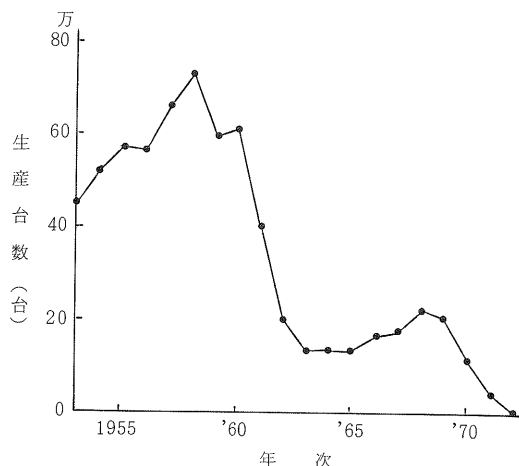


図2. 水田中耕除草機の生産台数

注) 通商産業省調査統計部「機械統計年報」による。

なくなっていくが、このことは、通産省の「機械統計年報」で扱われていた中耕除草機の生産台数の調査が1972年で終わっていることに如実に示されている(図2)。

以上のような除草法の変化からみて明らかなように、2, 4-DやP C Pの普及によって除草法が簡略化されるかにみえたのもつかの間のことで、手取除草

や中耕除草の削減が進むにつれて多年生雑草が増加し、再び手取除草が広く行われるようになったのである。もっとも、この手取除草は多年生雑草を対象としたものばかりでなく、水稻の生育が進んでからのヒエ抜きも含まれていたとみられ、除草剤の開発と普及が進んだ1970年ころにも雑草害の大きい野生ヒエの防除は依然として大きい課題であった。もちろん、除草労働時間は年々削減されており、10a当たりで1948年の52時間から1971年の10時間までほぼ直線的に削減され、しかも総労働時間に対する除草労働時間の比率も、この間に25%から7%に低下したことは注目に値する。

2. 水田における多年生雑草の増殖要因

前記のように、近年、水田では多年生雑草の発生が多くなったが、このことは、笠原(1951)⁶⁾の調査結果と日本植物調節剤研究協会・全国農業改良普及協会¹¹⁾の1982年の調査結果を比較すると推察することができる(表3, 4)。これら二つの調査結果は、調査方法も取りまとめ方も異なるので直接比較することはできないが、おおよそ次のように理解することができよう。

1982年には、ホタルイ(主としてイヌホタルイ

表3. 主要多年生雑草の発生面積割合

(日本植物調節剤研究協会・全国農業改良普及協会, 1983)

雑草名	北海道	東北	関東	北陸	東海	近畿	中国	四国	九州	沖縄	計
マツバイ	42	30	30	45	42	41	33	33	24	34	34
ホタルイ	84	60	43	27	23	38	32	20	14	33	41
ウリカワ	11	22	35	43	47	55	40	55	57		37
ヘラオモダカ	72	24	12	2	5	11	8	5	4		16
オモダカ	11	44	22	15	9	10	7	10	5		20
ミズガヤツリ	4	36	28	32	16	17	18	17	15	33	24
クログワイ	0.1	20	12	5	5	7	6	7	2	7	10
ヒルムシロ	9	12	6	1	3	6	3	5	4	11	6
セリ	2	12	11	5	19	23	21	6	10	0.3	12

注1) 調査時期: 1982年6～9月。

2) 発生面積割合: 水稻栽培面積に対する発生面積の割合(%)。

表 4. 多年生雑草 9 種の 1951 年における分布

(笠原, 1951)

雑 草 名	害 草 度		北 海 道	三 陸	両 羽	北 陸	東 山	東 海	山 陰	瀬 戸 内	北 九 州	南 海	平 均
	P	U											
マ ツ バ イ	◎		5	4	5	5	4	4	4	5	4	4	4.4
ホ タ ル イ	○		4	4	3	3	3	3	2	3	3	3	3.1
ウ リ カ ワ	◎		0	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2.5
ヘ ラ オ モ ダ カ	○		4	4	2	3	2	3	2	2	2	2	2.6
オ モ ダ カ	◎		3	3	3	4	3	3	3	2	1	2	2.7
ミ ズ ガ ヤ ツ リ	◎		+	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2.6
ク ロ グ ワ イ	○		0	4	2	3	3	2	2	2	1	2	2.1
ヒ ル ム シ ロ	◎		5	5	4	4	3	4	3	3	3	3	3.7
セ リ	◎		5	5	3	5	4	4	4	4	4	5	4.3

注) 害草度……P: 水田, U: 畑, ◎: 全国強害草, ①: 北部強害草, ○: 全国害草。
5: 地域内に多数発生する, 4: やや多く発生する, 3: 少数だが広く認められる, 2: 点々と少数発生する, 1: 稀に発生する, 0: 発生しない, +: 発生量の不明のもの。

であると思われる。以下同様)は北海道・東北を中心に全国的に発生が多く、ウリカワは東北以南、特に暖地で発生が多かった。また、ヘラオモダカは北海道・東北、オモダカは東北・関東、ミズガヤツリは東北以南、クログワイは東北・関東、ヒルムシロは東北・北海道、セリは東海・近畿・中国でそれぞれ発生が多かった。これらの多年生雑草について約 30 年前の笠原(1951)の調査結果をみると、マツバイは全国的に発生が多く、最近の状況とあまり変わっていないとみられる外、ヘラオモダカ・ヒルムシロ・セリは当時も地域によっては発生が多かった点で大きく変わったとはいえない。しかし、1951年当時は、ホタルイは北海道・東北、オモダカは北陸、クログワイは東北で発生がやや多かった外は発生が少なく、またウリカワ・ミズガヤツリは発生の多い地域はなく、これらの草種はいずれも最近の状況と比べて著しく発生が少なかったとみられる。

水田多年生雑草の中には近年前記のように発生が多くなったものが二三にとどまらないが、それらの増殖要因は何であったであろうか。主要な要因としては、まず普及している除草剤に

抵抗性があることが挙げられる。その一例はヒルムシロで、1965年ころには寒地・寒冷地に広く発生するようになり、北海道では水田面積の13%前後に発生がみられるという調査結果があった。推測によると、除草法が除草剤処理を主体としたものに变化し、使用され

る除草剤がヒルムシロに効果のないものであったことが主な増殖要因ではないかとみられた。その後、プロメトリンなど、ヒルムシロに効果の高い除草剤が普及すると、数年で発生面積が激減した。主要な増殖要因としてもう一つ、手取除草や中耕除草が削減されたことが挙げられる。例えば、ヘラオモダカやオモダカなどの塊茎から生じた個体は種子から生じた個体に比べて生育がおう盛であり、目立つので、手取除草によって容易に除去される。またクログワイは塊茎が繁殖源であるが、形成の翌年には休眠性が強く、また大きな塊茎は発生深度が極めて深いので、発生期間が長く、発生は秋まで続く。したがって、生育中期の中耕除草は効果が大きいとみられ、これを削減すると増殖を許すことになるはずである。

水田の作付体系や作付作物の栽培法の変化に伴って多年生雑草が増殖する場面もみられる。ミズガヤツリは秋耕によって塊茎生存率が低下し、その程度はロータリ耕よりも犁耕の場合に大きいという調査結果がある(堀, 1965)³⁾。これは、塊茎が地表近くに動かされ、乾燥に遭うことによって枯死率が高まることによるもの

であり、このような現象はウリカワ・クログワイでも認められた⁹⁾。したがって、水田麦作、特に全耕栽培の麦作を行えば、これらの多年生雑草の増殖が抑えられることになる。また、ミズガヤツリは水稻の早期栽培や乾田直播栽培で増殖しやすいが、これには、発生時期が比較的早いこと、湛水下では出芽しないが、土壤水分が低いと出芽深度が深いこと、早く発生した個体ほど秋までに分枝して大きな株になり、塊茎の形成量が多いこと、早期栽培では水稻刈取後の光競合のない条件で生育し、塊茎を形成することなど、多くの要因が関与している¹⁶⁾。さらに、イヌホタルイの増殖要因を巡って、大型機械の導入によって水田の水持ちが良くなったことが関与しているとする推測や、コンバインなどによる切りわらの下でイヌホタルイの株が越冬し、これには除草剤の効果が劣るという観察もある。イヌホタルイの種子は湛水下の嫌氣的な条件で好氣的な条件よりもむしろ出芽がよいという水生植物特有の出芽特性を備えている⁸⁾ことからみて、水田の水持ちの変化が増殖要因となっている可能性も大いにある。イヌホタルイの株基部にある越冬芽は湛水下では覆土深が深いと出芽しないが、1~2 cmであれば出芽が良いから、耕起や代かきのやり方によって出芽が左右されることが考えられる⁵⁾。さらに農薬による多年生雑草の天敵生物の密度低下も問題である。

近年、水田利用率が低下し、水稻単作地帯が広がり、あるいは休耕田が増え、さらに水田畦畔や用水路の管理が粗略になされるようになるなど、農用地の管理を巡って種々の変化が起きているが、これらも多年生雑草を増殖させる要因となっている面も多いと思われる。ここ20年余りの研究の進展によって、多年生雑草の多くの草種について増殖要因がかなり解明されたが、

表 5. 日本の水田多年生雑草 (笠原, 1951)

害 草 度 (水 田)	種 名
全国強害草	セリ・ミズハコベ・アオウキクサ・ウキクサ・マツバイ・ミズガヤツリ・ウリカワ・ヒルムシロ・アオミドロ
北部強害草	オモダカ
全 国 害 草	アゼムシロ・キクモ・アゼオトギリ・ミズタガラシ・イ・コウガイゼキショウ・アオスゲ・アゼガヤツリ・クログワイ・ホタルイ・フトイ・ウキヤガラ・サンカクイ・チゴザサ・サヤヌカグサ・チヂミザサ・トチカガミ・ミズオオバコ・ヘラオモダカ・アギナシ・オオアカウキクサ・デンジソウ
北 部 害 草	ヒメヘビイチゴ・ヒンジモ・ヌマハリイ・サジョモダカ・ミズヒキモ
南 部 害 草	ヒナギキョウ・カワジシャ

まだ不明確の面も多い。笠原(1951)⁶⁾の調査研究によると、表5のような水田多年生雑草が強害草・害草として分布しており、今後何らかの要因によって水田で増殖するものがあるかも知れない。この点に十分留意する必要がある。

3. 水稻直播栽培と除草法

古くから稲栽培技術の進展は干ばつ害の回避、地力の維持向上、雑草害の回避などを主な柱として図られてきたとみられている。水稻作が行われるようになってからは、湛水直播-移植栽培-正条植え移植栽培へと進み、雑草防除の面からみると、湛水による雑草の発生抑制、移植による雑草害の軽減、正条植えによる中耕除草の導入などが図られたとみることができよう。第二次世界大戦後、労働生産性の向上が重要視されるとともに、水稻作では直播栽培の技術開発に多大な努力が傾注され、裸地または冬作跡の耕起直播、裸地不耕起直播、麦間直播などの各種の乾田直播栽培と、湛水直播栽培の研究が

進められた。前述の稲栽培技術の進展の歴史からみれば、太古にさかのぼる方向に向いているわけであるから、干ばつ・地力・雑草害などの問題点を解決しなければならない。それぞれの地帯の気象・土壌・水利・カモ害・作付体系などの各種の条件によって直播栽培の方式がいろいろ工夫されなければならなかったが、雑草防除が大きい問題であることはいずれの栽培方式でも変わりがなかった。

雑草防除手段としては、各種の生態的防除手段・機械的防除手段の検討とともに、1960年前後からPCP水溶剤やDCPA乳剤を初めとする除草剤の開発に呼応して化学的防除手段の検討が進められた。その結果、直播方式別に各種の除草剤が実用化されて雑草防除技術が急速に進展した⁷⁾。病虫害防除技術など他の分野の技術開発の進展と合わせて直播栽培技術が向上し、各地で普及が図られた。

しかし、直播栽培の普及とともに、新たにいろいろな問題も出てきた。雑草防除の面では、例えば乾田直播栽培では多年生のミズガヤツリの増殖が大きい問題となり、湛水直播栽培ではNIPやCNPなどの播種前処理では薬害の外に表土剥離の発生の激化が問題となった。直播栽培の普及の大きな障害の一つはやはり雑草であって、気象条件などによって除草剤処理の除草効果が劣り、野生ヒエなどが繁茂すると、雑草害が発生するとともに、直播栽培それ自体の失敗ととらえられてしまう場面が多かった。そのため、例えば乾田直播栽培を実施する農家の中には、湛水直後に追肥の土壌混和を兼ねて中耕除草の工程を用意しておき、乾田期間の雑草の発生状況に応じて中耕除草を実施するというやり方で好結果を得た人達もあった。

1970年代に入って全国的に稚苗移植栽培が普

及すると、多くの地帯では直播栽培が徐々に稚苗移植栽培に変わった。これは、直播栽培が生育収量面で稚苗移植栽培に比べて不安定であったことに主因があるが、雑草面で不安定であったことも否定できない。しかし、立地条件によってはそれまで続けてきた直播栽培が稚苗移植栽培に勝る場合もあり、また直播栽培による農作業のピークの切り崩しや低コスト生産の追求を重要視する場合もあって、地帯により農家によっては直播栽培が継続されている。

このような直播栽培の推移からみると、決して明るい展望が持てるとは言えない。しかし、一方では将来の水稻栽培は直播栽培を志向しなければならないとも言われる。確かに、低コスト生産を追求するとすれば直播栽培技術の進展に大きな期待が寄せられよう。その場合、前述のように立地条件・経営条件など条件によって直播栽培の方式を選ぶ必要があることは言うまでもない。例えば寒地では播種後の低温対策として湛水直播方式を選び、温暖地や暖地のカモのいる地帯ではカモ対策に有利な方式を選ばなければならない。漏水が問題となる地帯では漏水防止に有利な方式を開発する必要がある。また、湛水直播栽培では発芽・苗立ちの安定化と耐倒伏性の強化という、一般的には相いれないとみられる要求を同時に解決する必要がある¹⁵⁾。

同時に、前述のように直播栽培では雑草防除技術が移植栽培の場合に比べて数段進歩していることが要求される。そのために、雑草防除研究は今後どうあるべきかという問い掛けに対しては、初心を忘れずに基盤的な研究を広く進めることが重要だと答える外はないであろう。

4. 今後の進展が期待される研究問題

以上、水稻作における雑草防除技術の進展の

跡をごく簡単にたどったが、雑草防除技術で今後の進展が期待される面は畑作でも草地飼料作でも、果樹・桑・茶などの栽培でも共通していると思われる。そこで、共通する二三の面について期待を述べてみたい。その前に繰り返になるが、作物の栽培法を大きく改善できるほどに雑草防除技術を進展させるみちは、基盤的研究を広く積み重ねる以外にはない。

一つの問題は、総合防除の観点からみて機械的防除手段の開発が遅れている面があることである。第二次世界大戦後、雑草防除研究が活発に行われるようになり、日本雑草学会の前身の日本雑草防除研究会が設立されたのは1962年のことであるが、機関誌「雑草研究」の第1号では今後の研究への期待が各氏によって述べられている。それらの論調に共通しているのは総合的な雑草防除技術をいかにして組み立てるかという問題意識があることである。この点に関連して荒井正雄氏の論説¹⁾をここに引用しておく。「このように除草剤は有益無害な万能薬ではないので、除草剤を有効かつ経済的に利用するためには、耕種操作によって雑草の種類を調節し発生を防止して、必要であれば機械除草を積極的に導入することが大切である。」この考え方は、生態的防除手段を基盤とし、化学的防除手段と機械的防除手段を車の両輪とした総合的な雑草防除技術を組み立てることを重要視したものである。その後の研究の推移をみると、1964年に財団法人日本植物調節剤研究協会が設立されて除草剤の開発が大いに進み、また大学農学部や国公立試験研究機関を中心に雑草の生態的特性の解明が進展した。さらに、畑作などでは除草機の開発も一部に進められたが、除草機の開発研究は全般に低調であり、特に水稻作用の除草機の開発は全くなされなかった。ただし、

農機具メーカーによる動力用水田中耕機の生産は1970年ころから行われるようになり、かなり普及しているが、除草機能には重点が置かれず、生わら施用田における土壌かく拌による水稻生育の促進や落水後の地耐力向上のための溝切りを主眼に開発されている。樹園地の管理用の除草機についても傾斜地で使いやすいものなどを開発する必要があると考えられる。除草剤や生育わい化剤の開発が進めば除草機の必要性が少なくなると考えられ勝ちであるが、機能の高い除草機の開発は高水準の総合防除技術の確立に欠かせないものであることを、反省を込めて強調しておきたい。言うまでもなく、この面の開発に当たっては雑草の生態的特性に基礎を置く必要がある。

次の問題は、雑草群落の遷移の解明である。この点についてはこれまでも研究が進められてきたが、遷移には雑草の生活過程のそれぞれの過程が関与し、しかもそれらの過程に関与する環境条件も多岐にわたるため、雑草防除体系の策定に取り入れられるまでには研究が進捗しにくい。この面では果樹園での研究⁴⁾が一步先んじていると思われる。現実の耕地では雑草群落が年々遷移しているのであり、この点を考えると、遷移の実態を解明する手法にさらに工夫を凝らす必要があるのではないかと反省させられる。この点では先進分野である病害虫研究に学ぶべき点も多いものと思われる。この面に関連して、雑草の発生予測に関心が持たれ始めている^{13, 14)}。この点については、遷移に関する知見を土台にして前年までの発生状況から予測する方法、雑草発生前に土壌を採取して増殖源を調べて予測する方法などいろいろ検討されている。このような研究は地味ではあるが、雑草害の解明と同様に、計画的な雑草防除を行う上で不可

欠であり、研究の進展が大いに期待される。

一方、除草剤については除草効果・葉害の改善、処理の省力化などの面で画期的な進展を図ることが重要である。

お わ り に

ここでは、水稻作を中心に、作物栽培法の画期的な改善を可能とする高い水準にまで雑草防

除技術を進展させるためには、今後どのような面で特に研究を推進する必要があるか考えてみた。常識的なことではあるが、除草剤の開発が大いに進む状況の下では生態的防除手段や機械的防除手段の開発に力が入りにくかったことが改めて反省させられる。同時に、これらの防除手段の開発には雑草生態・作物栽培・農業機械などの関連分野の連携が大切であると考える。

引 用 文 献

- 1) 荒井正雄：水田雑草の生態とその防除法．雑草研究 1, 15～20 (1962)．
- 2) 荒井正雄・川島良一：2,4-Dによる水稻作雑草防除に関する研究 (1) 2,4-D抵抗性による水田雑草の分類とその分布，並びに2,4-Dの除草効果について．関東東山農試研報 3, 8～22 (1952)．
- 3) 堀 親郎：ミズガヤツリの生態と冬期における防除．雑草研究 4, 49～53 (1965)．
- 4) 伊藤操子：果樹園の雑草管理に関する基礎研究．雑草研究 33 (2), 82～88 (1988)．
- 5) 岩崎桂三：ホタルイ類水田雑草の防除に関する生理生態学的研究．雑草研究 30 (2), 93～106 (1985)．
- 6) 笠原安夫：本邦雑草の種類及び地理的分布 (4) 水田雑草の地理的分布と発生日．農学研究 39, 143～154 (1951)．
- 7) 片岡孝義：水稻直播栽培における雑草防除．雑草研究 16, 7～11 (1973)．
- 8) 片岡孝義・金昭年：数種雑草種子の発芽時の酸素要求度．雑草研究 23 (1), 9～12 (1978)．
- 9) 草薙得一：水田多年生雑草の繁殖特性の解明と防除に関する研究．雑草研究 29 (4), 255～267 (1984)．
- 10) 日本植物調節剤研究協会：除草剤20年のあゆみ．財団法人日本植物調節剤研究協会 (1968), pp. 153．
- 11) 日本植物調節剤研究協会・全国農業改良普及協会：農作物の除草に関する実態調査報告書・水稻編．財団法人日本植物調節剤研究協会 (1983)．
- 12) 野島数馬：水田の中耕に関する研究 — 中耕説の歴史的変遷及びその実証的検討 —．関東東山農試研報 17, 1～114 (1960)．
- 13) 高柳 繁：畑雑草の発生予測．植調 21 (6), 2～11 (1987)．
- 14) 田中 良：水田雑草防除診断予測システムの概要．植調 22 (1), 2～7 (1988)．
- 15) 戸荻義次：直播稲作の実学 (西ヶ原雑記 71)．農業技術 44 (1), 45 (1989)．
- 16) 山岸 淳：ミズガヤツリの生活過程の解析と防除に関する研究．雑草研究 28 (2), 71～78 (1983)．