

# 農耕地雑草の系統分類と除草剤

宇都宮大学教授・雑草防除研究施設長 竹松哲夫

## 1. はじめに

元来雑草は、原野・路傍等のいわゆる雑草と農耕地雑草は明瞭に区別して考えることが大切である。単に雑草防除といえば、すべての雑草を駆除制禦するのかと間違えて理解されやすい。一般の雑草は雑木も含めて、地球陸地の表面を被覆し、光合成を通して膨大な有機物を固定し、酸素を生産して地球生物圏の環境を保全している。つまり、一般の雑草は、防除したり制禦しなければならない理由はほとんどない。むしろ、その繁茂増殖を助長するための心がけが大切である。外国から移住してくる一般雑草も、みだりにいみ嫌う非科学的態度も改めなくてはならない。日本の現有雑草のほとんど全部は、長い歴史をかけてこの国に渡ってきたものばかりである。セイタカアワダチソウもその一員であり、公害雑草でも何でもないとはいえなく、多くの雑誌で筆者等によりくり返し申し述べた通りである。ゼンソク等のアレルゲンにはならないし、人間が正常に管理している農耕地には入らないし、既成の雑草木群落にも侵入しない控えめな雑草にすぎない。背が高いから、アメリカから渡来したから、花の少ない時期に一度に目立つ花を開くからといって、悪者にされる理由はないのである。セイタカアワダチソウは、アラバマ州の州花であり、ゴールデンロッドと呼ばれて愛されている雑草である。理由のない濡れ衣をかぶせて、この草を非難したマスコミを

はじめ、これにおどらされた一般国民は反省をしなくてはなるまい。さて一方において農耕地雑草はどうか？、人類は農業を発明してから約2万年をかけて地球陸地面積の  $\frac{1}{10}$  を営々と開拓して今日に至っている。その開拓面積は約15億haである。人類にとり、この農耕地ほど偉大な遺産はない。私どもはこの不滅の遺産を受けつぎ、磨きをかけ、より一層すばらしいものにし、さらに拡大して後代に伝えなくてはならない。農耕地は、俗にいう農場である。40億の人類は、この15億haの農場からの生産物によってのみ生存が可能である。この意味において、人類の生存のために守らなくてはならない最も重要な環境は農耕地である。人類の生命の源泉である農耕地に侵入し、その環境を破滅させるものは虫や病気であり、さらに決定的なものは農耕地雑草である。この意味から、農耕地雑草は徹底的にわれわれがたたかわなくてはならない相手であり、人類の生存を脅す最大の環境破壊者である。こうして、一般の雑草や雑木と防除～制禦の対象としての農耕地雑草とは、明瞭に区別して考えることが極めて大切であり、かつまた一般国民にもこの区別を十分に理解させるべく努力しなくてはならない。

人類生存の環境破壊といえば、すぐ大気汚染、水の汚濁と考えやすい。それは確かに人間が密集して生活する場では、局所的に大きな問題である。しかし、それはそれなりに設備投資

により、法規により、さらには人間の科学的努力により解決されていく。しかしながら、地球圏全体からみると人類の生存を冒すほどのものではない。今日空気は人間一人当たり 100 万トン以上あるし、水は空気の 300 倍以上のトン数があるのであって、自然の強大な浄化力を思えば、大局的には何等心配することはない。問題は、食べ物の欠乏であり、農作物生産を破滅させる農耕地雑草の対策問題である。

## 2. 人類と雑草の相互関係

雑草といえば、人類の生存や人類歴史に何等関係のないことと考えやすい。ところが、そうではない。今日の人類文化は、雑草探求の歴史の上に成り立っているといえる。人類は、発生当時から長い年月雑草木の種実を採集捕食して生きながらえてきたし、やがて 300 科 20 万種といわれる地球上の雑草木の中から、人間生存に必須な「良い草、良い木」を選び出してそれを増殖する手段を開発した。これが、農業の起源である。イネ・コムギ・トウモロコシ・ダイズをはじめすべての食用作物や野菜・果樹は、いずれも「元雑草であり元雑木」である。今日でもさらにすぐれた植物資源を求めていくなれば、思いがけない「良い草、良い木」が見出されるであろう。この意味で、「雑草学」は農学の元祖であり、中核的存在であるべきものである。ところで、人類にとり「悪い草」とは何であるか？ それはいうまでもなく「農耕地雑草」である。農耕地雑草は、正しく歴史的存在であり、人類の農業の発明とともに発生した問題である。したがって、実に 2 万年くらいの歴史をもつものといえよう。

人類が大地を耕やし、一粒万倍の農法を開発するや、もともとその附近の自然の原野・山林

・海辺・湖沼・水辺等に棲んでいた雑草が農耕地に侵入して、いわゆる農耕地雑草となったものである。これが農耕地雑草の起源である。

## 3. 農耕地雑草化への条件

地球上には極めて多くの雑草があり、その数は 20 万種にも及ぶという。これらの雑草は、いずれもすぐれた機能のもとに巧妙な増殖方法をもっている。したがって、そのすべての草種が、人間が開発した裸地(農場)には入り得るのである。とすれば、すべての草種が農耕地雑草になるはずである。ところが、実際には極めて僅かな草種しか農耕地雑草化していない。この点が極めて重要である。農耕地は、極めて特異な環境をもっている。その最も大きいものは、自然の原野と異なり、農耕地は毎年何回も人間により「耕起」が行なわれることである。さらにその農耕地には、「肥培」という力が加わる。この耕起・肥培という自然にない人為的環境は、多くの雑草にとり物凄く厳しい環境といわなくてはならない。世界の農耕地 15 億 ha には、この恐るべき人および人の力(科学技術のすべてを含む)が加わっている。したがって、このいかめしい環境に適応し得ない一般雑草は、すべて農耕地では消滅してしまうわけである。こうして地球上の一般雑草のうち、極めて僅かな草種だけが農耕地雑草になれるだけである。現在世界の農耕地雑草は、筆者の調べた範囲では、1000 種程度しかない。そして、さらに普遍的なものはさらに少なくなり、300 種程度にすぎない。農耕地に人および人の力が加われば加わるほど、熟田、熟畑化し、そこに生存し得る農耕地雑草はいよいよ数が少なくなる。かつて 15 年以上前に調べたソ連邦農耕地雑草は、一国としては異常に多く 900 種に近かった。良く調べ

てみると、ソ連邦は農耕地が広く、その上熟畑化がはかっているために、原野草が数多く含まれ、熟畑化への進行がはかっていることが原因の一つであった。

しかし、ここで留意したいのは、農耕地雑草化できる雑草は、耕起・肥培等の人および人の力の加わる農耕地において、長い歴史のもとに適応化しており、いまでは逆に農耕地を最良の棲家とし、完全に農耕地にとけこんでいるものが多く、しかも世界的に共通種化していることであろう。私どもが徹底的に研究し、根絶に向けて努力すべきものは、このような定着した農耕地雑草である。

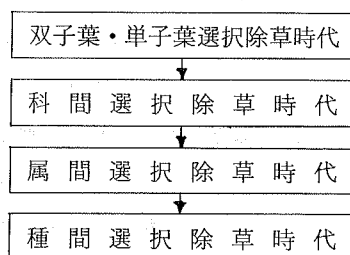
#### 4. 異なる環境での農耕地雑草

農耕地はいつも同じ環境ではない。その特に著しいものは、水田環境と畑地の相違である。水田は、僅か地球上には1.4億haで、畑作の1/10しかない。しかし、イネは極めて優れた元雑草であり、この程度の面積で世界人口の半数に近いものを養っている。水田というまでもなく、人間による湛水環境が最大の力を及ぼし、それがすべての環境を支配している。湛水化によって、水生雑草しか凶悪の雑草になれないばかりでなく、湛水によって草種は極端に少なくなり、その上水生雑草は一般に軟弱で、雑草体全体から物質を吸収し易く、除草剤で制禦されやすい特性をもっている。凡そ世界的に水田雑草は同じような性質をもつものが大部分である。これに反して畑作は、誠に多様であり、水田のように統一的に考えることはできない。さらに畑作環境も、永年生の果樹類や牧草地・芝生等になると、先住永年生植物の棲む群落の中に入りこんでくることは、一般雑草にとり極めて困難であって、これらの環境の中に侵入し、夫々の農

耕地雑草になるものはさらに草種が限られてくる。

#### 5. 農耕地雑草の分類

以上のように理解される農耕地雑草は、いままですら種固有の雑草名のみでまとめて示されたり、単子葉・双子葉に分けたり、あるいは科別に分類理解したのが、従来の雑草および雑草防除における取扱いであった。それでは物足りないというので、筆者等はいかねてから科別・属別・種別のつながりを強調して今日に至っている。その最も大きな理由は1940年以降における有機化合物除草剤時代の幕明けから既に40年になり、対農耕地雑草手段が選択性除草方法に移行し、かつその進展が著しいからである。いまや、その進展の方向は次のように示すことができる。



そして今日では、これらのものがそれぞれの国々で新しく次々に発見されつづけている。

農耕地雑草の制禦は選択性が生命であり、私どもの最大の願いは生理的な高度の選択性をもつ除草剤の開発である。世界の15億haの主要な作物(元雑草)を生かし、農耕地雑草を完全に近く防除することである。イネ・コムギ・トウモロコシをはじめ、すべての作物において属間選択性、さらにできれば種・亜種間の選択性に究極の目的がある。人類の栽培植物は必ず同一の科・属・種の農耕地雑草を随伴しており、選択性が高度化しなければ農耕地で最も有効に雑

草の制禦はできないからである。

除草剤が頭からかかっても、根から吸収されても、特定の作物（特定の科、特定の属、種）に無害で、同一科の他の属や種を含めて全草種を制圧できることが雑草防除学の目指す方向である。したがって、これからの雑草の分類はこの観点に立って分類し、理解されなくてはなるまい。

## 6. 農耕地雑草の系統類縁関係の理解

筆者は本年から農耕地雑草の系統進化類縁の関係を重視し、学会等で発表を重ねているその最も大きな理由は、上述の高度な生理的選択除草剤開発には必須の基礎知識と考えるからである。農耕地雑草は、農耕の歴史とともに問題が発生して2万年に達しているが、一般の原野雑草は、農耕地雑草に転化する以前、数億年の歴史を経てそれぞれの雑草雑木へ進化してきたわけである。つまり、農耕地雑草はすべて系統的に血のつながりがあるわけで、突如として何のつながりもなく、特定の雑草がこの地球上に生れたわけではない。農耕地雑草の系統というのは、色々の雑草の進化の道すじを明らかにし、相互のつながりを理解しようというものである。

雑草の進化は、遺伝的なDNAに関係するものであり、それは極めて微細な変化の積み重ねであろう。私どもの狙う生理的選択性の除草剤もまた、ほんの僅かな化学構造の変化で、これに対応しようとするものである。いままで調べてみると、除草剤の選択性と作物～雑草の系統進化類縁の関係は、ほとんど密接に関係していることを見出し、一驚するばかりである。ここに、農耕地雑草の系統類縁について、研究しなければならない問題が発生してくる。つまり、水田や畑地の雑草であるとして、馬鹿にしては

ならない。雑草も作物も同根であり、その進化の歴史はDNAの変化とともにすべて血液的(遺伝的)に連なっているのである。

## 7. 雑草進化の類縁について

一般に植物の進化はタンパク質の種特異性(タンパク質は極言すればDNAの相連であり、それが異なるから色々の種が存在する)、つまりタンパク質の類似度合を根拠にした抗原抗体反応や植物の生殖器官の類似性等を中心にして研究がつみ重ねられて、一応の系統進化の図式が示されている。しかし、未だ細部については勿論のこと植物進化が単元か多元かでも議論のある段階で、判然としていないのが現状である。しかし、学会で最も有力なものは単元説で、「キンポウゲ植物」を母体として進化したとする考え方である。

筆者はこのキンポウゲ学説を採用し、雑草の系統的分類を試みることにしている。いままでのところ、選択性除草剤を逆用して除草剤に対する反応からも系統進化を測定することも可能と思われる。除草剤の生理的選択性はいうまでもなく、基本的にはDNAにつながるものであるだけに極めて興味深い。しかし、これを用いるには、茎葉処理による除草剤の選択性や根系吸収による選択性を基準にしなければならないので、従来の除草剤土壌処理層理論に基づく選択性手段はさけなくてはならない。さて、キンポウゲ植物説であるが、この科の植物は最も原始的な被子植物と考えられている。被子植物は、今日地球上で最大に繁茂している植物の大部分を占め、胚が露出せずに子房の中につつまれている植物群で、およそ今を去る5千万年から1億年前に生まれ、進化をつづけている植物である。この被子植物は、キンポウゲ目の植物を祖

先型として、種子繁殖とともに変異をくり返したといわれている。キンポウゲ目は、今日でも全世界に40属 1500種を含む大植物群であり、その形態的变化も多彩を極めている。緯度的には、亜寒帯から熱帯にまで分布し、一年生・越年生・多年生・かん木・ツル性木本までみられ、水中から海浜さらに高山の頂きまでも広く認められる。私どもの身近なものでは、フクジュソウ・キツネノボタン・オダマキ・トリカブト・ルイヨウショウマ・テッセン・アネモネ等がある。ボタンもキンポウゲ目に極めて近いという。こうしてこの目を母体として、単子葉・双子葉植物に分化し、今日の植物相がこの地上に描き出されたと考えられている。キンポウゲ科の雑草で有名なものは、牧草地のハイキンポウゲであり、牧畜国の多くはこの雑草に悩まされている。

## 8. 農耕地雑草の系統類縁図

農耕地雑草を系統類縁図にまとめてみると、水田・畑作・樹園地・牧野・芝生等で、夫々に描くことができる。ここでは、水田雑草の系統分類について述べてみる。水田雑草で最も古い雑草は、アオミドロ等の藻類で、今から4～6億年前から生存をつづけている。ついで、イチョウモ(苔類)やデンジソウ、さらにこれから進化したサンショウモ・アカウキクサ等の胞子繁殖の植物で、これはおよそ2～4億年前の植物である。藻類はほとんど水中に生活していたが、胞子繁殖するシダ植物になってはじめて陸上に進出したといわれる。陸上は水中と異なり、乾燥に耐えなくてはならないし、水による緩衝能がないために低温に耐えることが必要となる。シダ植物といえば、畑地雑草ではスギナ・トクサ・イヌドクサが日常みることができる。しかし、2～4億年前のシダ植物時代(石炭紀～デ

ボン紀)には、この地球上はシダ植物の巨木が林立した大繁茂時代をもたらした。この時代に蓄積された太陽エネルギーは、今日石油・石炭として人類のエネルギー源となっている。今日農耕地雑草としては、スギナが最も困るものの一つであり、牧野ではワラビがある。林業地では、ウラジロ・コシダがある。これらは、いずれも土中深く生存の根源をもつためにその後の長い地質時代の激しい環境変動に耐えて生き残ったものであろう。昔の巨木スギナ・巨木トクサは、今日みられていないし、トクサ・スギナ類は大幅に葉が退化している。とくにトクサの葉はほとんど退化し、葉の代わりに茎が同化作用を営んでいる。植物に呼応して動物では、藻類時代の末期には原始魚類が発生し、シダ植物時代には両棲類が大繁殖したといわれている。やがてこれらの植物から、裸子植物が生まれてくる。これは胞子繁殖のシダ植物から種子植物への大変換であるが、胚は露出して保護されていない。白亜期には、地球上の陸地の大半を被って増殖していたといわれる。今日身近なものでは、有名なイチョウモをはじめ、マツ・スギ・ヒノキ等の林業生産上の重要樹種を含んでいる。中生代に繁茂した裸子植物はほとんど絶えて石炭化しており、今日では600種が残存している。北半球に多く松柏類が中心である。やがて裸子植物から被子植物が進化してくるが、これは5千万～1億年前のことである。因みに、裸子植物時代は爬虫類の全盛時代で、被子植物時代は人類をはじめとする哺乳動物の時代である。一般に裸子植物には農耕地雑草は皆無で、防除しなくてはならない雑木もない。さて被子植物は今日地球上の植生の大半を占めて多彩な分化を示している。そのうち、水田雑草の系統分類を示すと、添附図の通りである(図参照)。これに



多い。双子葉水田雑草は、いわゆる広葉雑草の大半を占め、離弁花類ではミズハコベ・スギナモ等のアリノトウグサ目とタデ目のヤナギタデがある。一方、マンサク目から分化したキカシグサ・ヒメミソハギ・チョウジタデを含むフトモモ目、マンサク目からバラ目等を経てセリ目のセリ等がみられる。合弁花類では、フトモモ目から進化したナス目のゴマノハグサ科（アゼナ・アブノメ・アゼトウガラシ）や、セリ目またはリンドウ目から進化したキキョウ科アゼムシロがある。キク科は、双子葉植物中最高に進化した科といわれ、世界的には 1000 属 20000 種を含んでいるが、水田雑草は少なく、僅かにタウコギとアメリカセンダングサ位のものにすぎない。

#### 9. 水田雑草の系統分類と除草剤の選択性

将来最も水田除草剤として期待されるものは、生理学的な高度（属間～種間）選択性除草剤である。しかし、高度な選択性のものになればなるほど、水田雑草の系統分類からみれば、片よった部門の雑草にしか作用しないものが多くなることはさけられない。水田雑草の種は、一つの調和のとれた遺伝子系集団とみられており、分子進化学からみれば蛋白質のアミノ酸配列がほとんど同じであるという。そして、近縁のものほど同じような配列を示し、遠縁のものほどちがいが大きくなるといわれている。要するに、種固有の DNA の差によって引き起こされる生化学的変化の態様が、さまざまに異なっていると考えることができる。一方、除草剤はそのさまざまに異なる基質と結合し反応することで、一つの除草作用を起こすものであろう。だとすれば、水田雑草の系統分類からみて、ある範囲内の雑草にしか有効でないのは当然なことであ

る。しかもその上に、イネに無害ということが要求される。そこで、今回は実例としてベンチオカーブをみてみよう。ベンチオカーブは、明らかに単子葉系の水田雑草に有効で、双子葉系にはほとんど作用しないし、藻類・苔類・水生シダ植物にも作用しない。ところで、単子葉系ではどうか。単子葉の中で、ユリ目から分れたオモダカ目（オモダカ・ウリカワ・アギナシ・ヘラオモダカ・ヒルムシロ等）には、これまでほとんど作用がみられない。またユリ目から進化または退化したガマやウキクサ科（ウキクサ・ヒンジモ・アオウキクサ）にも同様に作用しない。ツユクサ目のホシクサ・イヌノヒゲ・コナギも生育期ではほとんど有効でないが、かなり感受性が高まってくる。とくにホシクサは、一年生のカヤツリグサと類似してくる。そして、最大に感受性の高まるのは、ツユクサ目から分かれたイネ科とカヤツリグサ科である。しかし、カヤツリグサ科では、一年生（タマガヤツリ・カワラスガナ・ミズハナビ・ヒナガヤツリ）で、極端に高い防除力を示す。一方、多年生では、ミズガヤツリ・クログワイ・コウキヤガラの耐性が著しく大きい。ホタルイも耐性があるが、マツバイだけはベンチオカーブの処理層中に生存の根源があるため、防除力は大きい。イネ科では、生育期のイネがケタ外れに耐性が大きく、イヌビエ・ヒメイヌビエ・タイヌビエ・ケイヌビエ・ヌメリグサ等の一年生イネ科雑草が極めて良く防除される。反面、多年生のクサヨシ・サヤヌカグサ・キシウスズメノヒエ等は、耐性である。以上、要するにベンチオカーブを水田雑草系統分類図にあてはめると、(イ)ベンチオカーブは 1 年生イネ科雑草（イネ属を除く他属のもの）と一年生カヤツリグサ科雑草に対して高い防除力がある。その他の水田雑草にはほとん

ど作用しない。(ロ)イネ科ではイネ属の生育期に著しい耐性を示す生育期イネ科属間選択除草剤である。(ハ)イネ属を除くイネ科諸雑草とカヤツリグサ科に効果が大きく、系統進化からみてこれより遠縁になるほど生理作用がみられなくな

る。このように解析することができる。このように多くの水田除草剤をあてはめると、そのほとんどは系統分類と密接な関係を持ち、選択性をよく説明することができる。

## 昭和54年度秋冬作野菜花き関係 除草剤・生育調節剤試験成績概要

財団法人 日本植物調節剤研究協会技術部

昭和54年度秋冬作野菜花き関係除草剤・生育調節剤委託試験成績検討会は、昭和55年6月26日～27日の両日、山形県天童市滝ノ湯ホテル会議室において試験場関係者および委託関係者等70名参集のもとに開催された。

検討会では除草剤30試験115点、生育調節剤10試験24点について、試験担当者から報告がなされ、活発な討議の後に慎重に審議された。判定結果は次表の通りである。

昭和54年度 秋冬作野菜花き関係除草剤・生育調節剤試験薬剤一覧ならびに判定表

### Ⅰ. 除 草 剤 (含 資 材)

| 対象作物名<br>(作型・栽培法)                   | 薬剤名・剤型<br>○ 種類名<br>● 商品名               | 有効成分<br>および含有率                                 | 委託者名  | 試験実施場所                  | 試験の種類<br>およびねらい<br>(対象雑草々種)                                                     | 処理方法; 処理時期;<br>散布葉量(製品/a)                                                        | 新継<br>の別<br>今回<br>判定 | 判定理由<br>または内容<br>(前回判定) |
|-------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|-------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|
| 1. 野菜一般<br>〔露地直は〕<br>〔んまたは〕<br>〔移植〕 | (1)MW-801<br>液剤<br>○ _____<br>● _____  | (2-アミノ-4-メチルホスフィノープチル)-アラニルアラニン・ナトリウム<br>30.0% | 明治製菓  | 野菜試験岡支場, 同久留米支場.<br>(2) | 基礎試験<br>適用作物・<br>処理時期・<br>葉害の検<br>討および<br>除草効果<br>の確認.<br>〔畑地一年〕<br>〔生雑草全<br>般〕 | (1)雑草茎葉処理; は種前・定植前・雑草生育期; 30, 60 ml.<br>(2)うね間・株間雑草茎葉処理; 作物生育期・雑草生育期; 30, 60 ml. | 新<br>継               | 試験年次不足.                 |
| 〔露地移植〕                              | (2)SSH-60<br>水和剤<br>○ _____<br>● _____ | 成分未公開<br>50%                                   | 塩野義製薬 | 野菜試験岡支場, 同久留米支場.<br>(2) | 基礎試験<br>移植野菜<br>に対する<br>安全性と<br>除草効果<br>の確認.                                    | 全面土壌処理; 定植直後・雑草発生前; 15, 30, 60g.                                                 | 新<br>継               | 試験年次不足.                 |