雑草防除研究の展望

——主として雑草生態の立場から——

岡山大学農業生物研究所 中 川 恭 二 郎

Kyojiro NAKAGAWA*: Ecological Aspects of the Future Problems of Weed Control

雑草防除研究は過去約20年間に長足の進歩をとげ、農業の発展に大きな役割を果たしてきた。今後の展望を行なうには、まず農業そのものの将来を考え、その中で雑草防除の問題を考えてゆくべきであろう。雑草防除技術の発達が発達しただけに、これまでの研究があまりにも当面する実際問題に追われ、基礎的な問題の追求がはなはだ不十分であったと考えられる。ここでは雑草とは何かということを考え直し、雑草の生態的立場から今後の研究方向を展望することとしたい。

これからの農業と雑草防除

キリスト生誕の頃約2億5千万人であった世界の人口は、18世紀後半(1776年)に8億5千万人になった。ところが、この頃から人口の増加が加速され、138年後の1914年には約倍の16億人、その後56年間でさらにその倍以上になって、現在世界には36億人が住んでいる。今後36年で現在の倍約70億の人口に達するものと推定されている。

このような急激な人口増加をもたらしたのは、医学の進歩、生活環境の改善によるところが大きいのであるが、農業技術の発達によって食糧の急速な増加がはかられたためでもある。この急激な人口の膨張とそれを支える近代科学の発達が人間の生活環境にどのような影響を及ぼしているか、今後も引続き増加するに違いない膨大な人口を、限られた地球上において安全に支え得るかどうかが現代および将来の大問題である。FAOの1970～1980年世界農産物需給予測では、この10年間に、人口は年2.1%、農業生産は年2.5%の割合で増加すると予測している。そして食糧問題よりも深刻になっているのが資源の枯渇と環境の汚染である。

化学肥料や殺菌剤・殺虫剤は面積当たりの収量の増加に役立ってきたし、開墾や灌漑などは広い山林・原野あるいは砂漠を次々と農地にかえて増産を促進してきた。除草剤は農業機械とともに労働生産性の向上を可能にし、単に農業だけではなく近代産業の発展にも貢献してきた。これらの農業資材の使用は今後も増加するであら

うが、それが環境汚染の一因となつてはならない。

雑草防除技術に除草剤が入ってきたのは、わずかに過去20年余のことである。それまで畜力や動力を利用する除草機の改良などは行なわれていたが、雑草防除としてまとまった研究はほとんどなかった。雑草とその防除についての研究が急速に発達したのは戦後のことである。近年の新しい雑草防除技術の中で、除草剤利用の発展が目立っているだけに、雑草防除即除草剤と考えている人が少なくない。確かに日本の水稲作における除草剤の普及は目ざましく、現在では水稲作農家の大部分が除草剤を使用している。しかし水稲以外ではそれほど使用されていない。昭和39年の除草剤使用農家数割合は、陸稲で25.7%、麦類で15.0%、桑と茶で7.6%、果樹で4.7%、野菜で2.7%、ジャガイモで0.8%である。また昭和44年の除草時間は10アール当たり陸稲で36.2時間、裸麦で23.8時間、水稲、サツマイモ、皮麦、ダイズなどで10～15時間である。これらの数字は各種作物の除草が除草剤に依存している場面が必ずしも多くはなく、機械除草や手取除草におお多大の労力が向けられていることを示している。

今後、除草の省力化の要求はいよいよ切実となり、雑草防除に関する研究がさらに重要になるであろう。そこで作物生産の障害になっている雑草とは何かということから考え直してみる必要がある。

雑草について

(1) 雑草の種類

耕地雑草とは「作物を栽培するために、耕起や施肥などの人為操作が加えられた土地に、人間の意志に反して発生・生育する植物」である。人為操作が加えられない土地に生育する野草とは共通でない種類が多く、放棄畑のように耕種操作が加えられなくなった土地には、植物群落の遷移によって、雑草群落の中にまず一年生の野草が入り、その次に多年生の野草が入り、さらに灌木から樹木へと群落構成種が交替していつて、雑草は駆逐される。

* Institute for Agricultural and Biological Sciences, Okayama University, Kurashiki, Okayama.

作物が栽培されている土地の環境は雑草にとっても最もよい環境であって、雑草が生存できない土地では作物の栽培も困難であり、作物が存在する限り雑草も消滅しないと考えるべきではない。「雑草の如くはびこる」という言葉があるが、雑草は必ずしもそれほど強いものではない。しかし人間が生活できる環境は雑草にも適しているので、人間は常に雑草につきまといわれるのである。

したがって、雑草防除の窮極の目標を雑草が生えない土地を作ることにおくのは間違いであり、作物とともに雑草もよく生育できる土地において、なお雑草の発生生育を抑制し、雑草害をできる限り少なくすることが雑草防除の真の目的でなければならない。

雑草の種類はきわめて多い。全世界には20~25万種の高等植物が分布し、そのうち雑草は3万種以上といわれているが、日本には約450種の耕地雑草が笠原によって認められている。畑地雑草が302種、水田雑草が191種で、そのうち畑・水田共通種が76種ある。さらに第2次大戦後に帰化した雑草が約30種あるとみて、合計約450種となる。明治時代以後の帰化雑草の中にはアレチノギク、ヒメジョオン、ブタクサ、セイダカアワダチソウ、キシウスズメノヒエなど急速に優占化する傾向を示しているものが多く、今後も海外との交流が盛んになるにしたがって、新しい帰化植物がさらに多くなると予想される。

雑草の種類は多く、雑草群落の構成種は環境条件や作物の栽培法の影響を受けて場所によって異なる。したがって、防除の対象としなければならない主要優占雑草の現在の種類と今後の動きについての調査と研究が各地で実施されなければならない。

日本の国土は北緯25度から45度まで細長くひろがり、地形が複雑であるため、地方によって雑草群落の構成種がかなり異なっている。とくに北海道には本州や四国・九州にない雑草があり、北関東以北と南関東以西とでもかなりの差異がある。これまでの雑草群落の調査は極めて不十分であり、雑草群落の実態と群落と環境との関係などを追求して、群落構造の量的・動的把握ができるようにしなければならない。

(2) 雑草の特性

耕地はたびたび耕され、除草される。そのため雑草群落はたえず二次遷移の初期の段階に戻される。したがって群落の構成種は比較的短期間に生育を全うして種子を残す一年生の草本か、または耕起で切断されても再生力を失わない根茎をもつ多年生草本が主である。耕地に優占群落をつくり易い種類の特性として沼田らは、一年生

草本であること、種子生産量が多いこと、種子集団を構成する一粒一粒の種子の生理状態に幅があって発芽が一斉に行なわれないものであることなどを指摘している。

このような特性をもつ草本には、さらに気温や土壌の乾湿によって左右される季節的発消長がある。作物の栽培時期や温度・降雨などの気象条件、さらには土壌の理化学的性質や乾湿によって特定の草種による群落が構成される。

作物の作付時期や耕起・中耕などが毎年同じ時期に行なわれていると、毎年同じ種類の雑草が優占するようになる。しかし近年は作物の栽培法がいちじるしく多様化し、除草法そのものが大きく変わってきている。このような条件下では毎年同じ種類の雑草が優占化するとは限らない。これまで長い年月の経験によって定着していた慣行除草法が適切な方法ではなくなってきた。機械化省力栽培法や休耕田においては全く新しい事態に対応することとなっている。きわめて多様であり、しかも変化しやすい相手に対応するとき、われわれにとって重要なのは個々の雑草の基本的な特性である。雑草の基本的な特性を解明する形態・生理・生態に関する研究はこれまではなだ不十分であり、今後の研究にまっところが多い。

(3) 雑草害

作物とともに雑草もよく生育する土地において、なお雑草の発生生育を抑制し、雑草害をできる限り少なくすることが雑草防除の目標である。雑草が生えたと作物の収量が低下するだけでなく、農作業の障害になったり、病原菌や害虫の宿主になったりする。わが国では少ないが、穀物に雑草種子が混入して品質の低下を招くこともある。このような作物そのものに対する、あるいは作物生産技術に対する雑草の害作用を少なくすることが雑草防除の主な目的である。

雑草害という言葉は、一般に雑草と作物との競争の結果として生じる作物の減収を示すものと理解されているが、雑草による損失を考えると雑草の農作業に対する障害、病虫害の増加なども忘れてはならない。これらの雑草による損失を防止するためには、雑草による損失の大きさが正確に診断され、事前に予測されなければならない。

水稻や2,3の畑作物の収量と雑草量との関係については、これまでも若干の研究が行なわれている。しかし雑草害を事前に予測できるまでには至っていないし、その他の作物については研究もほとんど行なわれていない。最近では水田の裏作が非常に少なくなり、秋冬耕も行なわれないため、春の雑草が耕起の障害になっているこ

とがある。またコンバインやバイダーなどによる収穫作業が雑草によって妨げられることもある。このような農作業に対する雑草の障害についてのデータはほとんどない。

日本では、雑草はすべて除去すべきものであるとの考え方が強かったため、雑草害の評価が重視されなかった。しかし農業労働力が不足している時でもあり、除草に過大な労力をかけることはない。農業上の損失がない範囲では雑草を生やしておいた方がよい場合もある。適切な雑草防除を行なうために、雑草によってもたらされる種々の損失について、損失が生じる要因と、損失の程度を明確にしておくことが重要である。

雑草防除法について

雑草防除法は生態的防除法、生物的防除法、機械的防除法、物理的防除法、化学的防除法に大別できるが、ここでは生態的防除法と機械的防除法をとり上げ、さらに総合防除にふれてみたい。

(1) 生態的防除法

生態的防除法とは、作付体系、耕起、湛水などによって、雑草の生育や繁殖を阻害する耕地の条件を作り出したり、作物の雑草に対する競争力を高めたりして、自然に雑草を抑制する防除法である。その多くが作物の慣行栽培法に組み込まれていて、他の栽培上の目的だけが重視されたために、雑草防除の役割が認識されていなかったことが多い。

2, 3の事例について考えてみたい。水稻栽培で一定の水深に湛水することは、水稻の活着やその後の生育に必要なであるが、これが雑草防除の有効な手段になっている。浅水ほど雑草の発生が多くなることは既に知られている。ところが、これからの省力栽培法として推進しようとしていっているのが機械移植栽培であり、直播栽培である。機械移植栽培での田植後の浅水、湛水直播栽培での播種後の一時的な落水や浅水、乾田直播栽培での播種後約1カ月の乾田期間、これらはいずれも雑草が多発する環境をそなえている。水稻の収量向上のため田植期が早くなってきた。田植期が早いと、雑草の発生期間が長くなり、耕起やしろかきで枯殺される割合も少なく、雑草が多くなる。水田の耕起を人力や畜力で行っていた時代には、土壌はよく反転されていた。ところが耕耘機やトラクターで作業能率が上げられるようになって、ロータリで浅く攪拌されるだけになったため反転耕による雑草抑制の効果がなくなってしまった。最近の水稻栽培法は雑草を多くする方向に変化しているといっても過言ではない。

筆者が東南アジア諸国で見た水田には意外に雑草が少なかった。また除草も田植後1~2回の人力除草で済ませていた。雑草が少ない原因として考えられたのは、乾季に雑草がほとんど全部枯死してしまうことと、雨季に入ってから田植まで1カ月ぐらゐの間に2~3回の耕起を反覆して発生雑草を殺してしまうことである。したがって、これまで除草剤はあまり使わなくてもよかった。しかし今後は雑草が多くなる可能性がある。フィリピン・マレーシア・インドネシアなどでは米を輸入している。輸出品が少ないこれら各国では、米を増産して輸入を減らさなければならない。米の増産技術として浅水をとまなう短稈品種の導入、化学肥料の施用を奨励している。機械による耕起も次第に普及しそうである。このように、今後は雑草が多くなる栽培法に移行すると考えられる。

畑においては、夏作には陸稲・大豆・サツマイモなど、冬作には麦類を組合せた作付体系がとられて、作物が雑草を抑制してきた。サツマイモや野菜のように幼植物期間は苗床で育成し、移植直前に本圃の整地を行なうことも雑草防除上きわめて有効であった。最近はや付作物の交替がはげしく、その組合せや栽培法も変化し、休閑されることも少なくないため、雑草が多くなる可能性がある。

これらの事例は、長い間の経験の積み重ねによって確立された慣行栽培法は雑草対策においてもすぐれた方法であったのに、増産や省力化のため、そのすぐれた面まで棄てられていることを示している。新しい栽培技術を雑草防除の面だけから慣行栽培法に戻すという見込みは少なく、別の新しい雑草防除法の確立を急がなくてはならない。慣行栽培法にとり入れられていた雑草防除に有効な方法を解明し、新しい栽培法にできるだけ盛り込むための研究が必要である。

生態的防除法は、機械除草や除草剤による防除と違って、雑草を直接的に殺すという方法でないため見落されがちであるが、環境を汚染するおそれがなく、特別の経費が必要なことも少ないのであるから、今後重視しなければならない研究分野である。

(2) 機械的防除法

機械的防除法とは、出芽あるいは生育中の雑草を人力・畜力・動力などを用いて殺す方法である。

かつて、中耕除草という作業は、中耕によって土壌が膨軟になり、土壌中の通気がよくなることによって作物に良い影響を与えとか、浅い根を切断して深根を多くする効果があると言われていたが、水稻や陸稲では、作物に対する効果は大きくなく、除草作業としての役割

が大きいことが明らかにされている。このことは除草剤によって除草の目的が達せられれば中耕除草は必要ではないという考え方の根拠になり、除草剤の普及につれて水稲作での中耕作業は急速に減少してきた。

しかし畑作では現在もお重要な除草手段である。欧米でも畦間の除草は除草機で行ない、作条内にだけ除草剤を散布するという方法がとられることが多い。畑作では除草剤の効果が不安定であり、薬害のおそれがある場合が少なくないというだけでなく、大型トラクターによる中耕が能率がよく、除草剤を使うより経済的に有利なためである。

野菜栽培では追肥のたびに培土を行なう慣行があり、培土で雑草を土中に埋没するので、改めて別の除草法をとることを必要としない場合が多い。野菜にとって、このような施肥法、培土が絶対に必要なのかどうか検討してみる必要があろう。培土が雑草防除としての役割が大きいのであれば別の除草手段も考えられる。

機械除草で雑草が殺される仕組みは、根の切断、土中埋没、乾燥に大別されるが、わが国のように降雨が多いところでは、乾燥の効果はしばしば不十分となる。中耕後に雨が降ると、根が少しでも土中にある雑草は活着してしまうことが多い。現在わが国で使用されている中耕爪はその目的が必ずしも明瞭でなく、除草の効果が不十分のように考えられる。出芽時の雑草は土壌を攪拌しただけで枯死するが、生育が進んでは根を切断する方が効果が大きい。外国の農機具にはカルチベーター、ロータリ・ホー、ウィダーなど種々のタイプの除草機がある。わが国でも除草の目的に叶った除草機の開発とその使用法、除草機を有効に使用できる栽培法についての研究を推進する必要がある。

(3) 総合防除

生態的防除、機械的防除、化学的防除あるいは生物的防除、いずれにしる単独で完全な除草効果をあげることは困難である。

生理生態的特性を異にする多くの雑草が混在する雑草群落に、単純な手段で立ち向ったのでは大きな成果はあ

げられない。「農業は雑草との戦いである」といわれている。そこには雑草を相手とした周到な作戦計画がなければならず、それが総合防除の体系であろう。

雑草種子の休眠を打破して一斉に発芽させることができれば、機械除草や除草剤の効果が大きくなる。生態的防除法で雑草の発生量を少なくしておけば、除草剤そのものの効果はそれほど小さくなくても雑草害が回避できる。種子が成熟する以前に雑草を除去すれば、翌年の雑草が少なくなる。

植物群落内の競争は、作物と雑草との間に存在するだけでなく、異種の雑草間でも起っている。除草剤で一年生雑草を少なくしたため、防除が困難な多年生雑草が多くなったという現象を経験している。その逆を考えた。防除が容易な雑草を一時的に多くし、その雑草によって他の防除が困難な雑草をおさえることができるはずである。そのためには雑草間の競争についての生態学的研究や除草剤の選択殺草性についての研究が進められなければならない。雑草防除の体系にこのような方策を組み込むことによって、われわれは強力な除草剤——すべての植物の発生を長期間抑制したり、人畜に有害であったりして自然生態系を破壊するおそれのある除草剤——を使用することなく、容易に雑草を制御することが可能になるであろう。

作物を栽培しない土地、たとえば道路の法面とか工場の敷地などを長期間放置しておいて、植物が生えない状態に維持したり、同じ植生を持続せしめたりすることはできない。人間の生活に深いかかわりがある昆虫や鳥獣のすみかともなるこのような土地を如何に管理するかは重要な問題である。そこに生える植物は有用植物というべきであるが、雑草と同じ種類が多いはずであり、その植生の管理には雑草防除の知識が大いに役立つはずである。雑草を枯殺するという考え方だけでなく、雑草と人類とのかかわり合いを自然生態系の中で考え、人類の生活に必要な植生を維持することに雑草防除の知識を役立てることが、今後の雑草防除研究者の重要な使命の一つであろう。