

環境保全型農業における雑草管理

— 田畑輪換を中心として —

農業研究センター畑雑草研究室 野口 勝可

はじめに

近年、安全性や環境への影響等に対する危惧から、農薬の規制が厳しくなっている。除草剤に関しても最近のCNPにみられるように、これまで広く使われてきた剤が使用を自粛せざるをえないような事例もみられる。現在の農業において、農薬の使用は不可欠であり、安全性が高く、環境への影響が少ない除草剤の開発、改良が求められている。一方、環境保全型農業における雑草管理の推進にあたっては、耕種的、生態的雑草制御技術を基礎に農薬に過度に依存しない技術体系の確立が要請されている。

1. 環境保全型農業について

国連環境計画（UNEP）の1992年の報告で「地球環境を守るためにさまざまな取り組みが行われてきたが、世界的にみて全ての環境分野で深刻な状態になった」とし、具体的に地球温暖化、熱帯林の破壊、砂漠化の進行、土壌流亡、河川・海水の汚染、酸性雨、オゾン層破壊、野生生物の減少などをあげている。そして、これらの問題と農業との関係が論議されている。

ECでは化学資材、家畜の糞尿やきゅう肥による地下水の汚染、特に硝酸態窒素による汚染が深刻になり、生産を刺激しないで環境保全に配慮した農業政策が打ち出された。

アメリカでは1985年の食料安全法（Food

Security Act）でLISA（Low-Input Sustainable Agriculture）プログラムを導入したが、これは1990年の食料・農業・保全・貿易法（Food, Agriculture, Conservation and Trade Act）でSARE（Sustainable Agriculture Research and Education）に変更された。この持続農業とは、長期的に、人間の食料や繊維に対する需要を満たし、農業経済を支える環境品質および自然資源を向上させ、再生不可能な資源および農場資源を最も効率的に利用し、適切な場合、自然の生物学的循環とその管理をも総合化し、農場経営の経済的活性を維持し、農業従事者の生活および地域社会全体の質的向上を図る、立地条件に適して応用される植物および動物生産方策の総合システムである。

日本において、環境保全型農業、環境調和型農業、持続型農業、生態系調和型農業、生態系活用型農業などと表現されるが、「農業に伴う環境への負荷などのマイナス面を減らしつつ、農業の持つ環境保全機能などのプラス面を増進するもので、環境保全に配慮した農業」であるとされている。しかし、日本において、これらは、政策理念として作られた言葉であり、明確な実態を持つに至っていないのが現状であろう。なお、「環境保全型農業とその技術的課題」について本誌上に鳥山（1992）の総説があるので

参照してほしい。

2. 環境保全型農業における雑草管理の課題

環境保全型雑草制御技術の内容について、日本ではあまり明確な定義はなく、主として生態的・耕種的あるいは生物的方法等を用い、除草剤に過度の依存をしないように雑草を制御する技術と考えられる場合が多いようである。

具体的には以下のような技術が検討されている。

1) 生態的・耕種的雑草防除技術

- ① 田畑輪換を含めた土地利用の導入
- ② 作物の輪作による雑草制御型作付体系の導入
- ③ 雑草との競合性の大きい品種の開発と作物の導入
- ④ 雑草発生予測技術の開発
- ⑤ 雑草害の早期診断予測技術の開発

2) 物理的・機械的雑草防除技術

- ① 深水灌漑による雑草防除に耐える品種の開発
- ② 汎用管理トラクターを利用した高能率中耕・培土による雑草防除技術の開発
- ③ コンピュータを組み込んだ防除ロボットの開発
- ④ 太陽熱の利用

3) 生物的雑草防除技術

- ① 雑草の病原微生物の利用 (Bioherbicide)
- ② 昆虫などによる雑草制御技術の開発
- ③ 草魚、合鴨、カブトエビなどの利用
- ④ アレロパシー物質による雑草制御技術の開発

4) 除草剤の適正使用による化学的雑草防除技術

- ① 少量で一層効果が高く、環境中で分解されやすい除草剤の開発
- ② 生育抑制剤の開発
- ③ 除草剤に抵抗性のある作物の開発

3. 環境保全型農業における生態的・耕種的な雑草管理技術

雑草防除技術はこれから作付するか、あるいは現在作付されている当該作物に対して実施される様々な手段、すなわち、耕起、除草剤処理、中耕・培土、捨い草などを指すことが一般的である。しかし、作物の栽培はその1作で終わるものでなく、永続的に行われるものであり、雑草管理も長期的な観点から評価する必要がある。雑草管理の目的は農耕地における雑草の量を減らし、あるいは種類を害の少ないものに変え、雑草害の生じないように制御していくことである。これは各作物の雑草防除を徹底して行うことによって達成できると考えがちであるが、そのためには多大な労力と資材を必要とし、著しくコストが上昇するおそれがある。耕種的・生態的防除法としての田畑輪換を含む輪作や作期の変更などを基礎として、長期的な視点から雑草防除を組み立てていくことが、結局は当該作物に対する省力・低コストな技術の確立につながるものであることを理解する必要がある。

環境保全型農業における雑草防除に関しては、前述したように多くの課題があるが、ここでは生態的・耕種的方法、特に、田畑輪換を中心にいくつかの問題点について述べる。

1) 作物の持つ雑草抑圧力

作物と雑草の直接的な競合の要因は水分、養分、光であるが、雑草抑圧力の観点からみると光要因が最も重要であり、これは作物の生育特性が関与している。普通夏作物の作付を2年間

続け、作物の違いが雑草の発生・生育にどのような影響を及ぼすかについて検討した(野口, 1983)。その結果、雑草の繁茂は作物の作付期間を通して、トウモロコシと大豆作付区で少なく、らっかせい作付区で多かった。陸稲作付区は生育の優れた初年目では少なかったが、生育の劣った2年目では著しい雑草の繁茂を許した。このような雑草の繁茂量の差異は、作物の持つ雑草抑圧力の差異を反映している。畑雑草の多くは相対照度20~10%以下の条件ではその生育が著しく抑制される。作物の播種後いつ頃20~10%以下に低下するかをみると、陸稲、らっかせい、大豆、トウモロコシそれぞれ播種後76, 78, 63, 71日には20%以下に、さらに前3作物は89, 87, 73日には10%以下に低下した。トウモロコシは10%以下には低下しなかった。さら

に、畦間の相対照度を低く保持する地表面からの高さが作物によって異なる。すなわち、トウモロコシが最も高く100 cm 前後、大豆は40~50 cm であるのに対して、陸稲は20~30 cm、らっかせいは10~15 cm に過ぎなかった。すなわち、トウモロコシと大豆は畦間を遮光する速度が速く、かつ、相対照度を低く保持している空間も高いのに対し、陸稲とらっかせいは遮光速度が遅く、さらに相対照度を低く保持する空間も低いことがわかった。このように、作物の種類によってその生育速度、そして遮光特性が異なるため、雑草に対する抑圧力が違ってくるのである。このことは、作物の持つ雑草抑圧力に関する基礎的知見として重要である。

2) 作物の作付体系と雑草の発生

作物の種類により雑草に対する抑圧力や作期

第1表 作付および除草期間の差異が雑草発生に及ぼす影響

(野口ら, 1989) 7)

作 付	除 草 期 間	雑草発生本数(1985) *					作 付	除 草 期 間	雑草発生本数(1985) *				
		メヒシバ	ヒメイヌビエ	シロザ	オオイヌタデ	合 計			メヒシバ	ヒメイヌビエ	シロザ	オオイヌタデ	合 計
小麦連作	0	1	0	6	9	16	ソバ連作	0	0	2	9	6	17
	30	0	2	5	7	14		10	4	1	8	6	19
	210	0	0	4	3	7		20	0	0	7	3	10
	全期間	0	0	1	10	11		全期間	3	0	5	8	16
バレイショ連作	0	1	0	3	1	5	大豆-トウモロコシ	0	10	17	698	194	919
	30	1	0	9	4	14		20	26	13	416	53	508
	40	0	0	7	9	16		30	28	5	87	16	136
	全期間	1	2	5	11	19		全期間	6	2	8	7	23
大豆連作	0	9	15	839	152	1,016	バレイショ-小麦-ソバ	0	0	1	3	4	8
	30	36	15	655	35	741		10	1	1	3	9	14
	40	40	4	131	15	190		20	1	1	1	7	10
	全期間	4	3	11	10	28		全期間	0	1	1	9	11
トウモロコシ連作	0	14	24	566	48	652	バレイショ-ダイコン	0	0	2	13	5	20
	20	47	12	426	54	539		10	0	3	3	9	15
	30	26	2	242	21	291		20	2	1	1	9	13
	全期間	2	1	11	2	16		全期間	1	0	1	1	3

*: ㎡当り, 1985年6月5日調査。

各作物は慣行により栽培した。播種期と収穫期は1983, 4年の2カ年を通して小麦: 9月下旬, 7月中旬, バレイショ: 4月下旬, 8月上旬, 大豆: 5月中旬, 10月上~中旬, トウモロコシ: 5月中旬, 10月上旬, ソバ: 8月上旬, 10月上旬, ダイコン: 8月下旬, 11月上旬である。

が異なるので、作物の組み合わせ、すなわち、作付体系によって雑草のフロラが変化する。第1表は寒冷地（盛岡市）において、作付体系の差異が雑草の発生に及ぼす影響について試験した研究の一部である（野口他，1989）。2年間作付を続け、3年目を裸地条件にして雑草の発生を調査したものである。1年1作の小麦、バレイショ、ソバ、2年3作のバレイショ-小麦-ソバ、1年2作のバレイショ-ダイコンの各作付区は雑草の発生本数が非常に少なく、無除草区においてもメヒシバ、ヒメイヌビエ、オオイヌタデ、シロザ4草種の合計が20本/㎡以下であった。これに対して1年1作の大豆、トウモロコシ、大豆-トウモロコシの各作付区では非常に多く、無除草区と大豆の30日、トウモロコシの20日間除草区では500～1,000本/㎡、大豆の40日、トウモロコシの30日間除草区でも140～290本/㎡を示した。これら作付区でも全期間除草区では20～30本/㎡と少なくなった。このように、トウモロコシや大豆の作付では、除草必要期間にあたるそれぞれ播種後の30、40日間除草区でも、かなりの雑草種子が生産され、翌春発生するが、夏期に耕起作業の入るような作物、すなわち、小麦、バレイショ、ソバ、ダイコンを含む作付体系においては、無除草区においても、その作付では雑草害を受けるが、雑草は種子生産ができないため、作付後の雑草の発生量は少なく、雑草の増殖を生態的に抑制することができる。

最近、温暖地の畑作においては普通作物の作付が減少し、野菜の作付が増加している。野菜作においてはメヒシバ、ノビエ、シロザといった代表的な畑雑草の発生が少なく、スベリヒユ、カヤツリグサ、ニワホコリ、ウリクサといった草種の発生が多く、普通作と異なる雑草フロラ

を示す。この点についてみると、普通作と野菜作では作期が異なる。すなわち、普通作物は冬作が10月末～6月、夏作が5月～10月となっているのに対し、野菜作ではスイカ（メロン）-ハクサイ体系のように、春作：2～3月-5～6月、秋冬作：8～9月-12月といった作期がとられ、夏期の7～8月にロータリによる耕起作業の入ることが特徴である。こうした野菜作の作期では春先に発生したメヒシバやノビエ、シロザなどは野菜の収穫前に成熟し、圃場に種子を落とすことができない。また、秋冬作において、8～9月に発生した雑草の種子生産は可能であるが、その生育量は非常に小さくなる。また、ダイコン、コカブ、ハウレンソウなどのように1作の作付期間の短いことも雑草の生活環の完結をしにくくしている。

以上のように、普通作と野菜作を組み合わせた輪作体系をとれば、作期の違いを利用して雑草の増殖を生態的に防ぐことが期待できる。

3) 田 畑 輪 換

田畑輪換は水田において数年を単位として水田状態と畑状態を交互にくり返して行う土地利用方式である。田畑輪換栽培はこの土地利用方式における作物栽培を指し、水稻と畑作物を数年単位に交互に作付する輪作体系といえる。それは、水分環境の全く異なる水田状態と畑状態を輪換するところに大きな特徴をもつ輪作である。田畑輪換によって土壌の理化学性、病虫害、そして雑草群落が著しく変化する（高橋，1982）。

(1) 転換畑における雑草

水田を畑地に転換した畑圃場における雑草発生についてみると、転換初年目の圃場では一般に土壌水分の高いことが多いのでタイヌビエ、イヌビエ、コゴメガヤツリ、タカサブロウ、ア

ゼガヤなど湿生雑草の発生が主体となるが、排水が不良の場合には、タマガヤツリ、ヒデリコ、アゼナ、アゼトウガラシ、チョウジタデ、キカシグサなど一部水生雑草も発生する。さらに、水田多年生雑草のミズガヤツリ、クログワイ、ホタルイ、セリ、暖地ではキシュウスズメノヒエなどが発生することがある。ミズガヤツリは水田雑草でありながら、特異的に湛水した土壌中からは発生しない。これは出芽に対して酸素を必要とするためであるが、排水の悪い転換畑はミズガヤツリの発生に好適な条件となる。また、クログワイは湛水条件から畑条件まで幅広い適応性を示し、地下水位の低い条件でも増殖する可能性がある。一方、排水の良い圃場では代表的な畑雑草であるメヒシバ、シロザ、イヌタデなどが発生し、しかも初年目から優占することもある。また、キク科雑草で種子が風で飛散するノボロギクも転換初年目から発生することが多い草種である。

転換2年目になると乾生雑草のメヒシバ、ヒメミスビエ、スベリヒユ、シロザ、タデ類などが増えて、湿生雑草は減少してくる。

このように、水田から畑地に転換された時点で雑草群落は水生雑草主体のものから湿生あるいは乾生雑草主体のものに急激に変化し、3年目程度で普通畑に類似した群落となる。しかし、排水が不良の場合にはこうした草種の交代がかなり遅れ、転換3年目でも水生雑草の発生することがある。

転換畑における雑草の発生量について見ると、一般に転換直後は前述したように草種が交代するので発生量は少なくなるものと考えられ、そうした報告も多い。しかし、雑草の発生量は土壌水分との関連が深く、一概に転換直後でも少なくなるとはいえない。湿潤な条件は雑草の発

生に最も適した環境であり、また、排水不良の場合は湿生雑草と乾生雑草に加えて水生雑草も発生するので、全体的な雑草の発生量は非常に多くなる。しかし、乾いた転換畑では確実に発生量が少なくなるので、しっかりした排水対策を立てることが重要である。

また、転換畑においては雑草の発生生態も変化することが知られている。転換畑で最も優占することの多いノビエはメヒシバやカヤツリグサに比べて発生深度が深い。転換畑で特に碎土、整地が不十分な場合は、さらにこの傾向が著しく、4～8 cm 層から30%も発生したという報告もある(長谷川, 1978)。さらに、湿潤条件では発生が斉一でなく、長期間にわたる傾向がある。こうした条件は雑草防除を困難にする要因となっている。

(2) 輪換田における雑草

前項では水田を畑に転換した場合についてであったが、ここではその畑を水田に還元した輪換田の雑草について述べる。畑地を水田に還元した場合、これまで乾生雑草主体であった雑草フロアは水生あるいは湿生雑草に変わる。転換畑を水田に還元した初年目の雑草として、コナギ、ウキクサ、アゼナ、ミズガヤツリ、アゼムシロ、ノビエ、カヤツリグサ類、ヒメミソハギ、イヌホタルイ、ウリカワ(高橋ら, 1955, 松下ら, 1991)などが発生し、これらはいずれも水生あるいは湿生雑草である。

雑草の発生量についてみると、還元水田の雑草は一般に発生が少ないが、初年目が最も少なく、2、3年目と経時的に増加していき、3年目には連作水田に近くなる。たとえば、岩手県の例であるが、開田後3年間牧草を栽培した後水田に還元したところ、初年目の発生は極めて少なく、連作水田のわずか1%、2年目では26

%であったが、3年目では91%になり、連作水田と同程度になった(佐々木他, 1969)。転換畑の場合、土壤水分条件により雑草の発生量に変化し、必ずしも転換初年目の雑草が少ないとは限らないが、還元田の場合は湛水されるため水分条件は非常に均一であり、乾生雑草は発生しないので、ほとんど例外なく雑草の発生量は少なくなる。転換畑の畑作付期間が長くなればなるほど乾生雑草の発生比率が高くなるので、この効果はより顕著になる。

(3) 田畑輪換の雑草抑制効果

水田を畑地に転換した場合も、その逆に畑地を水田に還元した場合も、条件による変動はあるが、どちらも雑草の発生量は減少する傾向にあるので、田畑輪換を行えば雑草の発生量は少なくなる。1～2年周期の短期輪換によってもコナギ、メヒシバ、スベリヒユ、スズメノテッポウ、ナズナが減少したとする報告もある(大賀ら, 1990)。

田畑輪換による雑草防除効果は多年生雑草に対してより顕著である。第2表はその事例であるが、ウリカワ、ヒルムシロ、オモダカ、ミズガヤツリの栄養繁殖器官は畑地に転換後2～3年で死滅し、水田に還元してもほとんど再生しない。同じ多年生でもクログワイはかなり発生

し、種子発生のイヌホタルイも乾物重は少ないが、発生株数はほとんど減少しなかった(草薙, 1988)。

田畑輪換により雑草の発生量の減少傾向は明らかであるが、草種によって差異が認められ、これは雑草種子あるいは栄養繁殖器官の土壤中における生存年限が関与している。

水田雑草種子について関東地方における例(千坂ら, 1985)をみると、タイヌビエは土壤中に埋土して10年目においても畑状態で40%、乾田状態では80%も生存し、タマガヤツリ、コナギ、オモダカは10年程度ではほとんど死滅しなかった。キカシグサ、アゼナも湿田条件では死滅が早い、逆に畑条件では生存期間が長くなった。イヌホタルイは変動が大きかったが、10年目でも多数の発芽可能種子が生存していた。このように試験条件によって若干の変動はみられるが、水田雑草種子の土壤中での生存年限は非常に長く、さらに畑条件にしても必ずしも短くならない。

これに対して、水田多年生雑草の栄養繁殖器官の生存年限はそれほど長くない。第2表で残存したクログワイは5～6年、ヒルムシロ3年、ウリカワ2～3年、ミズガヤツリとオモダカは1～2年である(草薙, 1988)。

次に、畑雑草についてみると、試験条件により変動が大きい、シロザ、カヤツリグサ、コゴメガヤツリなどは長寿種子であり、4～5年間の埋土ではほとんど死滅しない。イネ科雑草のメヒシバ、ヒメイヌビエ、オヒシバはいずれも生存年限が短く、2～3年とされているが、5年半埋土しても20%程度生存したという報告もある(山本, 1987)。以上はいずれも畑条件におけるデータであり、湛水条件に長期間いた場合のデータはほとんどみられない。ある事

第2表 田畑輪換による水田多年生雑草の防除効果

(草薙, 1988) 4)

草 種 名	転 換 前		復 元 後	
	発生株数	乾物重	発生株数	乾物重
	株/㎡	g/㎡	株/㎡	g/㎡
ウ リ カ ワ	834	38.5	0	0
ク ロ グ ワ イ	728	441.2	384	118.6
ミ ズ ガ ヤ ツ リ	1,072	437.3	0	0
オ モ ダ カ	52	129.2	0	0
ヒ ル ム シ ロ		162.6	0	0

イヌホタルイ (種子発生)	42	48.2	44	6.4

例として、40℃の湛水では1～2か月ですべての畑雑草種子が死滅したが、25℃では7か月を経過しても大部分の種子が生存していた(山本, 1983)。

畑地の多年生雑草についてみると、スギナを除いてその栄養繁殖器官の湛水土壤中における生存期間は非常に短い。すなわち、ギシギシ、ヨモギ、ヒメスイバの地下茎は2～3週間の湛水によりほぼ完全に死滅する(神山, 1991)。しかし、スギナの地下茎は耐性が強く、50日間の湛水では全く死滅しない(農研センター, 1992)。

以上のように、水田および畑地の多年生雑草は田畑輪換により比較的容易に防除することが可能であるが、これら雑草の種子は短期間の田畑輪換で根絶させることは期待できない。

(4) 田畑輪換の雑草防除上の意義

田畑輪換は単に水田に畑作物を作付する技術だけでなく、畑作物および水稻を含む作物生産力向上技術としての意義付けが可能である。すなわち、田畑輪換は雑草の発存量や病害虫の発生が減少するだけでなく、土壤の理化学性の変化をもたらし、これが作物の生育、収量に好結果を及ぼすことが多い。水田を畑地化した場合、3～4年目に地力が低下しはじめ、水田にもどした場合でも3～4年で連作水田の生育に近づき、それぞれ輪換による有利性が消失する。すなわち、多くの要因を考慮した田畑輪換の年数は3年3年の6年サイクルが適当とされる(高橋, 1982)が、雑草群落の動向からみてもかなり妥当性が高い。クログワイを除く水田多年生雑草の栄養繁殖器官はこの輪換で十分防除可能である。雑草種子の死滅は一部を除き、水田、畑ともあまり期待できないが、何よりも水田条件では畑雑草が、畑条件では水田雑草がほとん

ど生育できないので、これだけでも非常に有効な雑草の増殖防止技術となる。結論として、田畑輪換は耕種的雑草制御技術として有効かつ効果の高い技術といえる。

4. ま と め

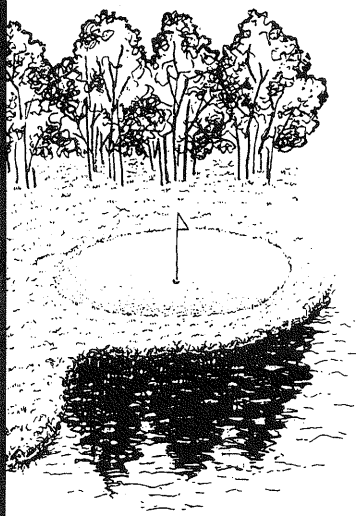
今後の環境保全型農業における雑草管理は省力・低コストであるとともに、環境との調和をはかりながら、生態的耕種的防除法を基本に、除草剤を含む各種防除手段を組み合わせた総合的なものになるであろう。個々の雑草の生理生態的特性の解明を基に、雑草の発生予測法、雑草害の早期診断予測技術を開発し、除草剤や機械的防除法を含む各種防除技術の適用とその効果を提示し、その経済的評価や環境に対する影響などを含め、現時点で雑草に対してどのような対処をすればよいかの判断基準を示す必要がある。そして、将来の雑草の発生動向を含んだ総合的な雑草管理技術を確立することが当面の課題である。

引 用 文 献

- 1) 千坂英雄他. 1985. 雑草研究. 30 (別), 133～134.
- 2) 長谷川英世. 1978. 植調. 12 (3), 11～16.
- 3) 神山芳典. 1991. 日植調東北支部会報, 26, 42～50.
- 4) 草薙得一. 1988. 研究ジャーナル. 11 (12), 19～23.
- 5) 松下美郎・西垣誠二. 1991. 植調. 25 (3), 108～112.
- 6) 野口勝可. 1983. 農研センター研報, 1, 37～103.
- 7) 野口勝可他. 1989. 雑草研究. 34 (別), 179～180.
- 8) 佐々木信夫他. 1969. 岩手農試研報. 13,

- 65～158.
- 9) 高橋浩之・飯田克美. 1955. 関東東山農試研報. **8**, 14～46.
- 10) 高橋 均. 1982. 農林水産技術会議事務局編. 農林水産文献解題. **9**, 49～63.
- 11) 鳥山和伸. 1992. 植調: **26** (2), 43～48.
- 12) 山本泰由・岩田岩保. 1983. 雑草研究. **28** (別), 121～122.
- 13) 山本泰由. 1987. 農業技術. **42** (4), 145～147.

さらに、美しいコースのために。



■バシッとパッチをコントロールノ
ラージパッチ、ブラウンパッチ、葉枯病に卓効

バシパッチ®水和剤

■カヤツリグサ科及び一年生雑草をシャットアウトノ
ヒメクグ、ハマスゲ他に優れた効果

トーンナップ*液剤

■広い殺草スペクトラム、高い安全性ノ
長い残効性が期待できる、土壌処理除草剤

ウェイアップ*フロアブル

緑をつくり、育て、緑を守る。



株式会社 理研グリーン

本社 〒110 東京都台東区上野2-12-20 NDKロータスビル

TEL 03(3833)6321 FAX 03(3833)6325

支店 仙台・東京・静岡・名古屋・大阪・福岡

新刊

SHIBUYA INDEX (英語版)

—Index of Pesticides— 1993年版

渋谷成美・ほか／編集 A4判 850頁 定価30,000円(税込)

1978年に第1版を発行して以来、簡便に使える農業リストとして知られていた本書の第6版。世界の農業すべてを網羅し、一般名、商品名、コードナンバー、メーカー名、構造式、適用場面、特性を記載。単剤3,300余種を構造別に整理し、関連化合物の検索も容易にできる。また、混合剤で4,100余種も掲載。

呈内容見本

全国農村教育協会

〒110 東京都台東区台東1-26-6(植調会館) 電話/03-3833-1821 FAX/03-3833-1665