

植調

第29巻第9号



イチビの種子・長さ4mm (*Abutilon theophrasti* Medic.)

財団法人 日本植物調節剤研究協会編

ひと足伸びた
馬力の一発。



シンザン粒剤は、処理適期幅が広く、農作業上極めて便利です。省力化の時代に応じて、今ここに新しいタイプの初中期一発処理除草剤の誕生です。

水田初中期一発処理除草剤
シンザン® 粒剤

®：住友化学工業株式会社・日本バイエルアグロケム株式会社・三井東圧化学株式会社の共有登録商標

〈シンザン普及会〉

塩野義製薬／八洲化学工業／アグロス／
日本バイエルアグロケム／住友化学工業
三井東圧化学／三井東圧農業

(事務局)

三井東圧農業株式会社
東京都中央区日本橋室町2-1-1

軽くて良く効く！ バイエルの1キロ粒剤

水田初・中期一発処理1キロ除草剤

バイエルの1キロ除草剤は軽量・小型・まきやすい粒剤で、なんといっても楽。効果は高く、機械散布に対応しているおなじみの粒剤から生まれたミニ袋。はるかに省力化された除草剤で、これからの時代にあった雑草防除のための傑作。



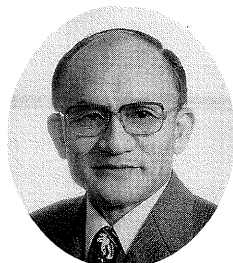
- ノビエから水田一年生雑草・多年生雑草に優れた効果を示します。
- クロクワイやセリなど難防除雑草に高い効果が期待できます。
- 最近とくに問題のアオミドロや表層剥離の発生も抑えます。
- 処理適期幅が広く、実用的な除草効果があります。

—— バイエル ——
ザーフ1キロ粒剤
ザーフD1キロ粒剤
アクト1キロ粒剤
バトル1キロ粒剤

* 地域に合わせてお選びください。

Bayer 

日本バイエルアグロケム株式会社
東京都港区高輪4-10-8 〒108



巻 頭 言

急がれる苗保存用生調剤の開発

財団法人 日本植物調節剤研究協会 理事 栗山 尚志

野菜・花き園芸において、最近実用化が進んでいる画期的栽培技術の一つとして、連結した小型の容器を用いて、高密度の育苗を行い、機械で移（定）植する「セル成型苗」と呼ばれる小型苗の利用がある。

集約栽培による高収益確保を特徴としてきた園芸分野にあっても、高度成長期以前から、生産効率を高めるためには、可能な限り省力・機械化を進めることが必要であるとの認識があったが、当時はそれほどの緊迫感はなかった。

その後、農業従事者の著しい減少・高齢化に起因する野菜・花き生産現場の構造的変化に伴い、栽培管理作業の変革が急務となってきた。

セル成型苗は育苗用培土の作成から育苗トレー（セルトレー）への培土詰め、は種をはじめ育苗中のかん水、施肥などの育苗管理全般を最少限の人力で、極めて効率的に生産が可能である。さらに、育苗トレーのままコンパクトな荷姿で輸送できることから、苗生産を専門とするビジネスが成り立ち、栽培者は育苗労力から解放されるというメリットがある。

農林水産省種苗課の調査によれば、セル成型苗は1990年代に入り本格的普及が始まり、1992年に早くも野菜、花きそれぞれ4億4千万本及び9千万本が生産され、1990年対比で野菜、花きそれぞれ7.7倍及び2.2倍と驚異的伸びを示している。一方、種類別普及面積率は最も高いレタスでも10%程度に過ぎず、将来年間生産量が30億本に達するのも夢ではないと思われる。

かように急増中のセル成型苗ではあるが、なおいくつかの問題点の解決が必要とされ、とりわけ苗生産の分業化、苗の円滑な流通に欠くことの出来ない技術として、移（定）植適期苗の保存技術の開発が極めて重要である。

すなわち、苗生産者は育成苗の出荷・調整のために、栽培者は天候その他による植付け時期の変更を余儀なくされたときなどに、ともに移（定）植適期苗の保存が必要となる。

苗の保存に対して、種類によっては低温貯蔵の効果が知られているが、苗質の低下を免れないし、大量の苗の貯蔵はコスト的にみて難点があるところから、セル成型苗保存に効果のある生育調節剤開発への期待が高まっている。

現在までに除草剤開発と並行して生育抑制剤も相当数登場し、それらの植物への作用機作がほぼ明らかにされている。しかし、除草剤は殺草又は持続的生育停止を、生育抑制剤は主として徒長防止（わい化効果）を目的とするものであり、苗の一時的保存に着目した検討はほとんどされていないように思われる。

最近になって気孔の閉孔による蒸散抑制効果のあるアブシジン酸並びにジベレリン生合成を阻害する作用のあるウニコナゾールが、特定の種類に対して苗保存へ適用の可能性のあることが示された（本誌27巻5号・28巻3号）ことに注目したい。

過去除草剤・生育調節剤開発途上のスクリーニングで棄却された膨大な数の合成物質について、改めて類似の作用に着目したスクリーニングを実施すれば、あるいは埋もれていた有用な苗保存剤の早期発掘が可能ではなからうか。

もちろん、関係分野の地道な基礎研究を駆使し、未知の作用機作により生育抑制効果を示す新規物質の開発を目指すことが、中長期的課題として重要であることはいうまでもない。

前途洋々のセル成型苗ゆえに、保存用生育調節剤が委託試験に続々登場し、その実用化の日が一刻も早く訪れることを期待したい。

目 次

(第 29 卷 第 9 号)

巻 頭 言	フロアブル剤の省力散布法…………… 18
急がれる苗保存用生調剤の開発…………… 1	＜宮城県農業センター農産部 高生産水田科 田中 良＞
＜財）日本植物調節剤研究協会 理事 栗山尚志＞	
水田雑草の後次発生が水稻の収量に及ぼす影 響…………… 3	植物ホルモンによる長日・低温要求性植物の 抽台・花成制御…………… 23
＜富山県農業技術センター 川口祐男＞	＜野菜・茶業試験場 生理生態部生殖生理 研究室 西島隆明＞
水田雑草コナギの生理・生態に関する研究の 現状…………… 10	緑陰環境装置の試作とその適用…………… 32
＜農業研究センター 水田雑草研究室 小荒井 晃＞	＜農業環境技術研究所 植生管理科植生 研究室 松尾和人＞
	植調協会だより…………… 39

使って安心、三共の農薬。



三共株式会社

- 畦畔から手軽にまける
(新しい)水田初期一発処理剤

カルショット® フロアブル
Lフロアブル

- 水田初期一発処理剤

スラッシャ® 粒剤

- 移植前・水田初期除草剤

シング® 乳剤

- 水田初期除草剤

サンバード® 粒剤

- 新しい水田中期除草剤

ザーベックス® SM粒剤

水田雑草の後次発生が 水稻の収量に及ぼす影響

富山県農業技術センター 川口 祐男

1. はじめに

近年ノビエを中心とした一年生雑草とホタルイ類やウリカワ等の多年生雑草を同時に防除できる一発処理剤が開発され、広く普及している。ところが、富山県の水田の半数を占める沖積砂壤土では、一般的に減水深が大きく除草剤の除草期間が短いため、一度の除草剤処理だけでは後次発生した雑草に対し十分効果が期待できない場合が多い。このような状況に対処するため、あらかじめ移植前に初期剤を散布し、一発処理剤を通常よりもやや遅めに処理して除草効果を少しでも長く保つような方法がしばしば取られている。しかし、最近では移植時の落水にともなう除草剤の水系流出を防止する目的で移植前の除草剤処理が規制される方向にあることから、雑草の後次発生は今後ますます深刻な問題になるものと思われる。

一方、これまで水稻の雑草害に関する研究としては、タイヌビエ^{3, 6)}、ホタルイ類⁴⁾を対象としたものをはじめ多数みられる。しかし、そのほとんどが単一の雑草と収量との関係を報告したものであり、複数の雑草を対象にしたものは比較的少ない。この主な原因として雑草が収量に影響を及ぼす要因には養分競合と光競合とが存在¹⁾し、草種により2つの競合の重みが違うため、同様に扱うことができなかったことがあげられる。しかし、現在使用されている主

な除草剤は殺草スペクトラムが広いため、優占化する雑草はノビエを中心とした数種に限られ、以前の発生状況とはかなり異なるものと思われる。

そこで、本試験では富山県内における主要な水田雑草の後次発生について、その雑草量と収量との関係を解明し、雑草防除の要否を推定しようとした。

2. 試験方法

1989年と1990年に水稻早生品種「とやまにしき」を移植した農業試験場内の圃場で試験を実施した。供試圃場の土壌条件は沖積砂壤土で、日減水深は2 cmであった。後次発生する雑草量を変えるため、水稻に対する薬害の極めて小さいベンスルフロンメチル・メフェナセット・ダイムロン粒剤、ジメピペレート・ベンスルフロンメチル粒剤、クロメトキシニル粒剤、ピラゾレート粒剤を10 a当たり1, 2および3 kg処理した。また、完全除草区はクロメトキシニル粒剤とベンチオカーブ・シメトリン・MCP B粒剤をそれぞれ10 a当たり3 kgずつ体系処理した。

雑草調査は、除草剤による防除が可能な時期を6月3半旬、雑草との競合により水稻の生育に影響が認められる時期を6月6半旬と考え、1989年は6月14日と6月29日に、1990年は6月

13日と6月27日に実施した。なお、収量は完全除草区を100とした収量の比率で表したが、本試験における完全除草区の収量は1989年が62.6 kg/a, 1990年が63.1 kg/aであった。

3. 試験結果および考察

(1) 6月における各雑草の発生量

6月3半旬の雑草量を表-1に示した。両年ともノビエの発生が最も多く、特に1990年は全体の雑草の80%以上となった。そのため、後述する水稻の収量に対する影響は大部分がノビエによるものと考えられた。この他にはホタルイ類と一年生広葉雑草、ミズガヤツリが多かったが、ホタルイ類と一年生広葉雑草はほとんどの区で残草が認められたのに対し、ミズガヤツリはほぼ半数の試験区で発生が見られず、かなり部分的であった。一年生広葉雑草は、主にアゼナ、ヤナギタデ、タウコギが中心であり、ノビエ、ホタルイ類、一年生広葉雑草で全体の乾物重の85~95%を占めた。6月6半旬の雑草発生状況もほぼ同様な結果となったが、これらの傾向は1991年に調査した県下の雑草発生動向ともよく一致した。したがって、雑草発生量を変え

なるものの、本試験は富山県内の雑草発生傾向に近い状態で実施されたものと判断された。

(2) 雑草発生量との関係

雑草量と収量との関係を見ると、6月6半旬の雑草乾物重が増加するほど収量は低下した(図-1)。雑草と収量との関係は、しばしば指数関数で表されるが、雑草の発生と同時に収量が低下するのではなく、雑草の発生量が少ないときは減収程度も小さく、その後雑草量が増加すると収量低下は急となり、更に雑草量が増すと雑草同士の競合により、再び低下程度は穏やかとなるといった関係を想定し、雑草量の範囲を限定し、3次式の当てはめを試みた。その

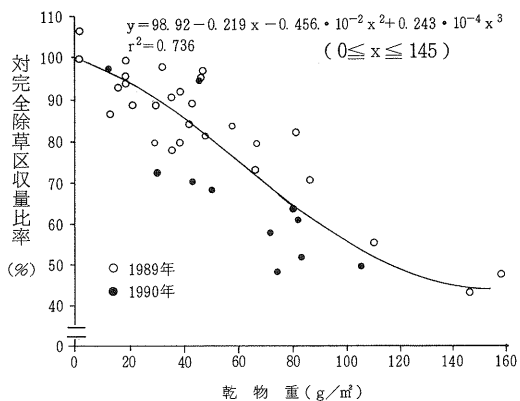


図-1 6月6半旬の雑草量と収量との関係

表-1 6月3半旬における雑草の乾物重

年次		ノビエ	1年生 広葉	マツバイ	ホタルイ	ミズ ガヤツリ	ウリカワ	ヒル ムシロ	合計
1989 (n=28)	平均 (g/m²)	3.93	0.52	0.12	0.47	0.50	0.09	0.05	5.68
	比率 (%)	69.1	9.2	2.1	8.3	8.8	1.6	0.9	100.0
	変動係数 (%)	193.1	65.8	140.5	173.3	170.2	173.5	329.0	164.6
1992 (n=11)	平均 (g/m²)	14.55	0.56	0.05	0.49	1.28	0.03	0.33	17.29
	比率 (%)	84.2	3.2	0.3	2.8	7.4	0.2	1.9	100.0
	変動係数 (%)	78.2	143.5	101.5	89.5	270.7	273.6	331.7	65.7

注1) 1989年は6月14日, 1990年は6月13日。

注2) nは試験区数。

注3) 比率は平均乾物重の合計値に対する各雑草の割合。

結果、発生した全ての雑草の乾物重と収量との関係は次式で表すことができた。

$$Y = 98.92 - 0.219 X - 0.456 \cdot 10^{-2} X^2 + 0.243 \cdot 10^{-4} X^3$$

$$(0 \leq X \leq 145, r^2 = 0.736) \cdots (A)$$

X: 6月6半旬の雑草乾物重 (g/m²)

Y: 完全除草区の収量を100とした場合の指数

先述したように、これまで雑草害の推定を困難にしてきた原因として、養分競合と光競合が存在することがあげられていたが、一方では光競合は窒素競合ほど収量には大きな影響を及ぼさない²⁾という報告もある。そこで、草高の高いノビエの乾物重が全体の50%以上を占める区と草高の低い一年生広葉雑草やホタルイ等が50%以上を占める区に分けて雑草乾物重と収量との関係を図-2に示した。草高にかかわらず雑草乾物重と収量との間には有意な負の相関が認められ、収量は雑草の乾物重に大きく影響を受けると判断された。また、ノビエが50%以下の試験区が全体の回帰直線の上方に、50%以上の試験区が下方に多く分布したことは光競合に

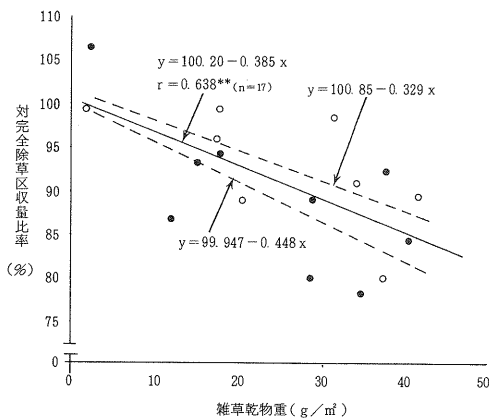


図-2 雑草量と収量との関係 (1989年)

注1) 6月6半旬の乾物重が45g/m²以下のものを示した。

注2) ○: ノビエが50%以下, ●: ノビエが50%以上。

よると考えられたが、両者の回帰式に有意な差がないことから、乾物重に比べると影響は小さいと判断された。なお本試験で発生の認められた雑草は、いずれの草種も植物体の窒素濃度がほぼ等しい⁵⁾ことを考慮すると、全ての雑草を同様に取り扱い、雑草全体の乾物重から収量を推定することは可能と思われた。

(3) 雑草発生量と分けつ、穂数および収量との関係

雑草乾物重と水稻の茎数との関係をみたところ6月3半旬では明確な傾向は認められなかったが、6半旬では両者の間で有意な負の相関が認められ、雑草量が多いほど茎数は少なくなった(図-3)。一方、水稻の茎数と収量との関係をみたところ、3半旬では明らかではなかったが、6半旬では有意な正の相関が認められた。

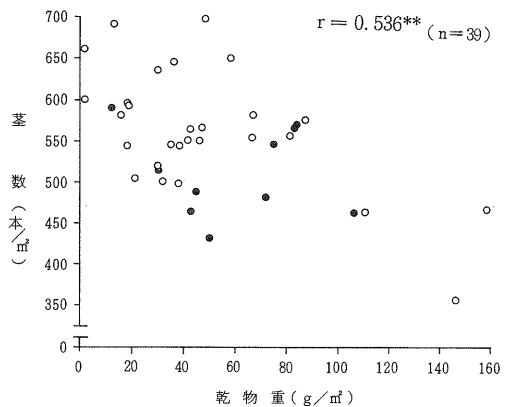


図-3 6月6半旬の雑草量と水稻の茎数との関係

注) 凡例は図-1と同じ。

また、穂数と収量には、より高い相関が認められたことから、穂数の減少が雑草害の大きな要因と考えられ、これは今までの報告^{1, 2, 7)}と一致した(図-4, 5)。以上より水稻と後次発生した雑草の競合は6月3半旬以降に始まり、雑草防除はそれ以前に行うことが望ましいと考えられた。

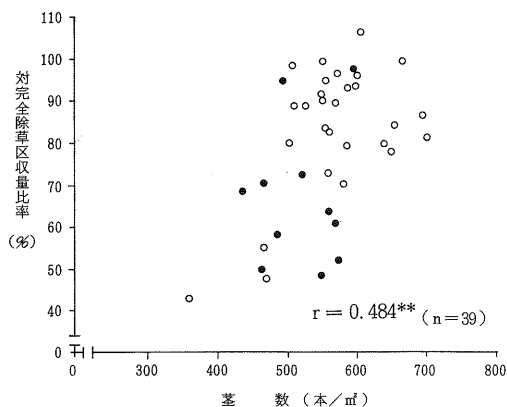


図-4 6月6半旬の茎数と収量との関係

注) 凡例は図-1と同じ。

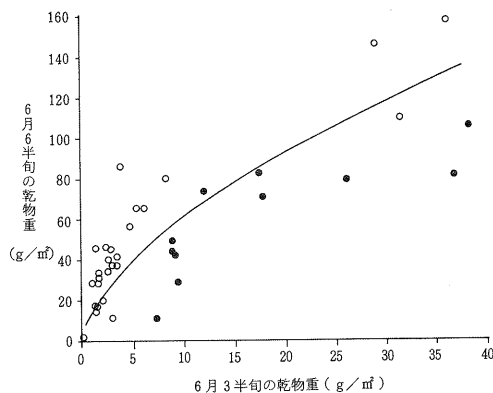


図-6 6月3半旬と6半旬における雑草量の関係

注) 凡例は図-1と同じ。

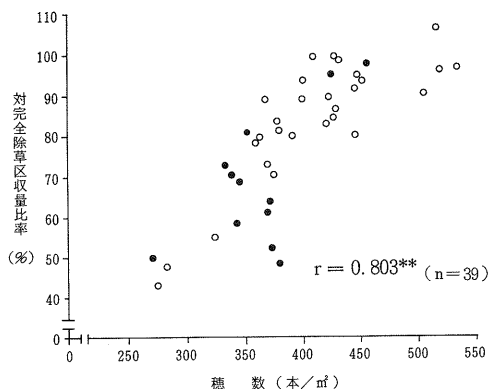


図-5 穂数と収量との関係

注) 凡例は図-1と同じ。

(4) 6月3半旬と6半旬の雑草発生量の関係

6月3半旬の乾物重が大きいほど6半旬の雑草量も大きくなり(図-6), 両者の関係は次式で表すことができた。

$$Y = 15.93 \times 0.590 (r^2 = 0.711) \dots\dots (B)$$

X: 6月3半旬の雑草乾物重 (g/m²)

Y: 6月6半旬の雑草乾物重 (g/m²)

A式とB式より, 6月3半旬, 6半旬の雑草量と減収率の関係は表-2のようになった。ここで, 雑草害による減収の許容限界を仮に3%とすると, 6月3半旬において, 全体の雑草乾

表-2 減収率と雑草量との関係

減収率 (%)	6月3半旬の 雑草乾物重 (g/m ²)	6月6半旬の 雑草乾物重 (g/m ²)
3	0.25	7.6
5	0.81	14.1
10	2.51	27.4

物重が0.25 g/m²を越える場合には, 雑草の葉齢や発生草種あるいは土壌条件や処理時の気温等の環境条件に応じて除草剤を処理する必要があると判断された。この時期における雑草1本当たりの乾物重を表-3に示したが, これより, 1 m²にノビエが4本以上発生すると3%以上の減収になると考えられた。

表-3 6月3半旬における雑草1本当たりの乾物重

ノ	ビ	エ	0.076 g
ホ	タ	ル	0.0067
イ	類		
一年生	広葉	雑草	0.0084

注) 一年生広葉雑草はヤナギタデ, アゼナ, タウコギ等の平均値。

なお, 雑草の発生は気温により変動することから, 雑草量を調査して防除要否を判断する場合, 積算気温等により生育段階を正確に把握し

たうえで行うことが重要と思われた。また、本試験で雑草の後次発生量を変えるため4種類の除草剤を処理したが、除草剤によっては処理時期が遅れたため、雑草が最初から枯死しない場合もあった。これらと後半に再生した雑草との区別が困難であったため、全て後次発生として検討を行ったが、全体の結論に大きな影響を与えないものと考えられた。

謝 辞

本試験の取りまとめに際し、適切な指導・助言をいただいた農業研究センター水田雑草研究室の中山壮一主任研究官に感謝の意を表します。

引 用 文 献

- 1) 荒井正雄・川島良一. 1956. 日作紀. 25 (2): 115-119.
- 2) 千坂英雄. 1966. 雑草研究. 5: 16-22.
- 3) 千坂英雄・片岡孝義. 1971. 日本雑草防除研究会第10回講演会講演要旨. 16-19.
- 4) 岩崎桂三・萩本 宏. 1980. 雑草研究. 25 (別): 11-12.
- 5) 梶木信幸・中村 拓. 1984. 雑草研究. 29: 53-58.
- 6) 野田健児・小沢啓男・茨木和典. 1968. 雑草研究. 7: 49-54.
- 7) 野田健児・小沢啓男・芝山秀次郎. 1971. 雑草研究. 12: 28-32.



こりゃい〜や、軽くて楽だ!

省カタイプ・10アール当り

1キロ散布

初・中期一発処理除草剤

フジグラス® 1キロ粒剤



少量化で省力化。

フジグラス普及会
デュボン株式会社
ゼネカ株式会社
事務局
日本農業株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号

ciba

1キロ革命

1反=1キロ=1袋!! ラクラク散布で優れた効果



ソルネットだから、**優れた特長** ●「10アールあたり1キロの散布」で、ノビエやホタルイに安定効果。
1キロ粒剤だからの ●軽量・小型だから「散布効率が大幅アップ」「持運び・保管が容易」。
●省資源化をめざした「新製剤技術」で、優れた拡散性とムラのない効果。

効きめと能率性で一発剤とベストマッチング

ソルネット® 1キロ粒剤

ソルネット普及会：クミアイ化学工業株式会社・武田薬品工業株式会社

事務局：日本チバガイギー株式会社

東京都港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル34F 〒105 TEL.03-3435-5252

® = スイス国、チバガイギー・リミテッド登録商標

除草剤の
パワーが生きる  水管理。

- ①水尻止めて漏水防ぐ畦チェック
- ②落水・かけ流し禁止、散布後4日間
- ③まめに水足し、水深保つ心がけ

ciba

水田の初期除草

乳剤ならエリジャン。



使ってカンタン、効果に感嘆 !!

均平作業後に手振り散布で！

エリジャン乳剤の優れた特長

■水田の初期剤としてノエビ・ホタルイ等に安定した効果。■手振り散布でラクにムラなく散布OK。■散布後は素早く拡散、速やかに土壌吸着。(澄水時もOK。)■持ちやすい、まきやすい独特の形状と材質のボトル。■低コストの新乳剤。

水田初期除草剤

エリジャン® 乳剤

® スイス国、チバガイギー・リミテッド登録商標 (プレチラクロール12%)

エリジャン普及会

販売：クミアイ化学工業株式会社・武田薬品工業株式会社・株式会社トモノアグリカ
事務局：日本チバガイギー株式会社
東京都港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル34F 〒105
TEL 03-3435-5252

除草剤の
パワーが生きる 水管理。



- ① 水尻止めて漏水防ぐ畦チェック
- ② 落水・かけ流し禁止、散布後4日間
- ③ まめに水足し、水深保つ心がけ

水田雑草コナギの生理・生態に関する 研究の現状

農業研究センター 水田雑草研究室 小荒井 晃

1. はじめに

ミズアオイ科 (Pontederiaceae) の植物は、現在日本には3属4種存在し、そのうちの池や水路の雑草として知られるホテイアオイ (*Eichhornia crassipes*) を除くミズアオイ属2種、ミズアオイ (*Monochoria korsakowii*)、コナギ (*Monochoria vaginalis*) およびそして近年外国から帰化したアメリカコナギ (*Heteranthera limosa*) の3種が水田の一年生雑草である。

ミズアオイ属の2種は、古い時代からの水田雑草で特にコナギは東南アジアを原産とし水稻に随伴して渡来した史前帰化植物の一つとされている⁹⁾。またコナギは、ミズナギ、ササナギの別名がある。「ナギ」はミズアオイおよびコナギの古名で、昔は両者の区別は明確ではなかった。万葉集等の古歌にもよく歌われている³⁰⁾。

ひしはす ひるつ か たいねが
醬酢に蒜搗き合てて 鯛願ふ

われにな見せそ 水葱の羹

(万葉集 3829)

このように長い稲作の歴史の中でミズアオイ属雑草、特にコナギは、常に身近なそして強害雑草の一つとして存在し続けていた。このことは除草剤が普及して雑草防除が容易になった現在でも変わっていない。戦後の除草剤の普及によってコナギは容易に防除が出来るようになっ

たとえられているが、1982年の調査で33%の水田で発生し³⁶⁾、また発消生長が長く、除草管理をおろそかにすると水田一面に広がるほど繁殖力が強い。本文では現在までのコナギを中心にしたミズアオイ科水田雑草の生理・生態に関する研究について整理して紹介してみたい。

2. 学名と国内の分布

わが国の文献では、コナギに対して2種類の学名 (*M. vaginalis* Presl と *M. vaginalis* Presl var. *plantaginea* Solms-Laub.) が混同して使用されている。コナギの分類については、SolmsとKunthの体系が代表的なものとして使われている²⁷⁾。これらの学名は、明治期に一般的に使われるようになった。しかし、その後、かなりの見解の変更が見られた。

たとえば松村は、ミズアオイに *M. vaginalis* Presl を、ササナギに *M. plantaginea* Kunth をあてて、コナギをササナギの変種として扱い、*M. plantaginea* Kunth var. *cordifolia* Fr. et Sav. とした²⁰⁾。その後、ミズアオイを *M. vaginalis* Presl var. *korsakowii* Solms に、コナギ、ササナギ、ミズナギをすべて *M. vaginalis* Presl var. *plantaginea* Solms に変更した²¹⁾。さら

に、この後、ミズアオイを *M. korsakowii* Regel et Maack に、コナギを *M. vaginalis* Presl に、ミズナギをコナギの変種として扱い、*M. vaginalis* Presl var. *plantaginea* Solms-Laub. に変更した²²⁾。

矢田部は、松村と同様にコナギに *M. vaginalis* Presl をあてて、ミズナギをコナギの変種として扱い、*M. vaginalis* Presl var. *plantaginea* Solms-Laub. とした⁴⁰⁾。その後、牧野も、ミズナギもコナギとし、学名には矢田部のミズナギの学名を採用した¹⁹⁾。その後、日本産のコナギは変種として扱われ、変種名をつけた学名が採用されてきた。牧野新日本植物図鑑や雑草学用語集を始め主要な文献のほとんどは変種の見解を採用している。しかし、日本産のコナギは母種に含め *M. vaginalis* Presl を採用するのが適当と考える意見が、最近でも提起されている^{27, 38)}。

コナギは、前述のように東南アジア原産で、南方より日本に帰化し、北上を続け、現在では北海道南部から本州、四国、九州および沖縄に分布している^{24, 38)}。ミズアオイは、北海道および本州・四国・九州に分布しているが、産地は限られている^{24, 32, 38)}。またアメリカコナギは、今のところ岡山市および倉敷市周辺のみに分布している²⁸⁾。

3. 種子の休眠性と発芽

雑草は、それぞれの種特有の生活様式を持ち、それに適応した種子の休眠性を持っている。この休眠覚醒過程の解明は、雑草の不斉一な発生や自然条件下での生存状態を解明する上で重要である。

コナギ種子の貯蔵条件の違いによる休眠覚醒

表-1 コナギ種子貯蔵後の発芽率(%)の推移¹⁰⁾

貯蔵条件	発芽試験開始時期				
	1976年		1977年		
	10月 21日	11月 19日	12月 21日	1月 24日	2月 24日
5℃湛水土中	43	97	100	100	100
5℃畑土中	71	97	93	100	99
30℃湛水土中	51	73	41	90	92
30℃畑土中	28	85	66	100	97
戸外湛水土中	10	68	—	99	99
戸外畑土中	37	80	92	100	95
戸外畑地表	0	58	68	90	99
室内風乾	—	16	19	95	98

注) —は未調査。

の差異について、いくつかの報告がある。すなわち、コナギは、他の草種の種子に比べて休眠が浅く、9月下旬採種の種子は、室内風乾貯蔵でも翌年1月には発芽率が高まり、特に5℃湛水土中・畑土中貯蔵では休眠覚醒の進行が最も速やかである(表-1)¹⁰⁾。

また片岡らが発芽試験で用いた¹⁰⁾井水を満たして密栓したチューブ中だけでなく、井水を満たしたシャーレ中でも翌春には貯蔵条件によっては、発芽する¹⁸⁾。すなわち、好氣的条件での発芽率は、種子の貯蔵条件の違いによって変動する。また、発芽時には低酸素条件を要求し、酸素分圧が低いほど発芽率が高くなり、窒素ガスでは最も発芽率が高くなるが、酸素0.5%以下では、発根が見られない¹¹⁾。

エチレンガス(C_2H_4)や炭酸ガス(CO_2)の添加によって、コナギ種子の発芽率は促進される²³⁾。そして、コナギ種子の発芽は、 CO_2 より C_2H_4 で強く促進される。また、外生的に与えた CO_2 濃度の刺激で生成される内生的 C_2H_4 により発芽が増加することが示唆されている。

コナギは古くから水稻との共生植物と考えら

れ、水稻があると、水稻がない所よりも多く生えると言われている¹⁾。実際にイネの幼植物には、コナギ種子の発芽を促進する効果がある³⁶⁾。催芽イネ種子の存在下では湛水・湿潤両条件下でコナギ種子の発芽を促進し、特に暗条件や低温や高温などの発芽に不適な条件で著しい促進効果を示す¹⁴⁾。しかし、既存の植物ホルモ種類によるコナギ種子の発芽促進効果は、明条件のみで、暗条件では効果はなく³⁷⁾、イネ種子およびイネ籾殻中にコナギ種子の発芽を顕著に促進する生理活性物質が存在することが明らかになった¹⁵⁾。この活性物質の構造式はまだ未決定ではあるが、親水性が高く、分子量が150～300前後の低分子化合物のようである。

ミズアオイ種子の休眠は、約30日間密栓脱気水中5℃貯蔵によって覚醒する²⁵⁾。しかし、これ以外の休眠、発芽に関する報告はほとんどない。

アメリカコナギは、コナギとは異なり湛水条件だけでなく土壤水分50%以下で高い発芽率を示したが²⁹⁾、湿潤濾紙上ではコナギと同様に発芽しなかった³⁰⁾。また発芽温度はコナギとは異なり、35℃でも発芽率は良好だった³⁰⁾。

4. 出芽深度と発生長

雑草種子が休眠覚醒して発芽可能な内的変化を行っても、その種子が発芽可能な深度にあることが次の重要な問題である。一般に大きな種子は、より深い位置からの出芽が可能であるが、コナギでは、出芽深度はどのくらいだろうか。前述のようにコナギは空気中では発芽せず、酸素分圧が低下しないと発芽しない。すなわち湛水条件でないと発芽は起こらない。

湛水条件でコナギ種子は、0.5～2.0 cmの土層中でも発芽するが、出芽はほとんど地表に

限られ、0.2 cmでもほとんど出芽しない¹²⁾。

また、5～10 mmからは発芽可能種子の25%が出芽し、10～15 mmからは発芽可能種子数の7%が出芽した報告もある⁴⁾。これらの2つの異なる結果の要因として、それぞれの供試種子の休眠覚醒程度の違いによる可能性を指摘している¹²⁾。

これらの報告はいずれも無代かきの状態、もしくはそれに近い状態での試験である。それに対して、代かきを行った水田土壌でのコナギの出芽深度の調査では、ごく表層の2.0 mmを中心とする深さからの出芽に局限され、わずかに2.0～5.0 mmで出芽が認められたが5.0 mm以上では出芽は認められない¹⁷⁾。

種子発生する雑草の長い発生長および発生の不斉一性は、防除における最大の問題点の一つである。コナギについてもこの点は重要な問題である。

温度も出芽との関係について寒冷地で検討された結果、コナギの発芽始期温度はミゾハコベ、タイヌビエ、アゼナなど他の一年生雑草に比べて高く、気温で15～16℃で、そして出芽までの日数(y)と平均気温(x)の間に $y = 1596x^{-1.86}$ の曲線回帰式が得られている³²⁾。また出芽期間は、他の草種と同様に播種時の気温が高いほど短縮する傾向にある³³⁾が、他の草種に比べてコナギは遅くまで発生する³⁴⁾。

また代かきの有無は、コナギの出芽率に大きな影響を与え、代かきを行うことで出芽率は増加する⁶⁾。

前項で述べたように、イネ種子中にコナギ種子の発芽を促進する物質が存在することが明らかになったが、実際に水稻があると、水稻がない所よりも多く生えるのだろうか。

様々な葉齢の水稻苗を移植して、コナギの発

生量の変動を調査した結果によると、コナギの発生は、催芽イネ種子および10日苗で増加したが、20日苗および30日苗は効果がなかった¹⁶⁾。すなわち稚苗移植程度では實際上大きな問題にはならないが、乳苗移植栽培もしくは湛水直播栽培では、コナギの発生数が増加する可能性が示唆された。

不耕起直播栽培においては、湛水後のコナギの発生量は不耕起で多発し、耕起に比べて約4倍になることが報告されている⁵⁾。これは前年生産された種子が耕起されないことで出芽可能な表層のみに分布したためと考えられる。

5. 生育と種子生産

水田の主要雑草であるコナギについてその生育と種子生産についての報告はきわめて少ない。

コナギの生育量、種子生産量とも、コナギの発生時期が移植後遅くなるほど減少し、そして早期移植で代かき後約30日、普通期移植で代かき後約20日を過ぎた後に発生したコナギは、種子生産をしない¹³⁾。さらに、種子生産量の構成要素の中で個体の生育の良否によって花基数が最も大きく変動し、これが種子生産量の変動に大きく関与する¹³⁾。また成熟さく果数によって種子生産量を推定できる¹³⁾。

種子生産量は、コナギで約1,300～1,500粒、ミズアオイで約330粒であり、ミズアオイは、コナギとは異なり、花基数以外にさく果数およびさく果あたり種子数の変動が大きく、種子生産量に相当の幅がある^{25, 26)}。

ミズアオイの花は、5個の小さな雄しべ（小雄蕊）と1個の大きな雄しべ（大雄蕊）を持っている。そしてその花には鏡像二型性が見られる。すなわち、大雄蕊が右側、柱頭が左側にあるものと、反対に大雄蕊が左側、柱頭が右側に

あるものである。これらの花は花序の各分枝上に交互につく。これは虫媒によって、より有効に他殖を促進するためと考えられる³⁹⁾。

コナギは、1個の中形の雄しべと5個の小形の雄しべを持っている。しかし、ミズアオイとは違い、他殖の機構は未発達で、かつ訪花昆虫もない。

6. コナギの雑草害

コナギは草高の低い雑草で、水稻への雑草害の要因は主に養分競合によるものと考えられている。また雑草害には草種間差があることが知られている。

タイヌビエとコナギの雑草害について、雑草乾物重が同一なら雑草害の程度はコナギの方が大きい、窒素吸収量に換算すると両雑草の雑草害の程度は同じである³⁾。また雑草風乾重100 g/m²による水稻玄米重の減少はコナギ12%・タイヌビエ8%である³⁾。

柁木らは、雑草の窒素吸収力の評価を行っている⁷⁾。2種類の雑草を混植すると単植に比べて窒素吸収量は減少する。ここで、平均Ⅰは混植によって供試雑草の窒素吸収量がどのくらい減少したかを示している。また平均Ⅱは、混植によって供試雑草が、他の草種の窒素吸収量をどのくらい減少させたかを示している。すなわち平均Ⅰの値が大きいほど混植による他種から受ける影響が小さく、平均Ⅱの値が、小さいほど混植による他種に及ぼす影響が大きいことを示している（表-2）。その結果、コナギが供試雑草のうちで最も他種から受ける影響が小さく、かつ他種に及ぼす影響が大きいこと、すなわち最も窒素吸収力が大きいことが明らかになった。雑草が水稻に及ぼす乾物重の影響については、コナギは少肥区、多肥区ともに雑草害の

表-2 雑草の混植による窒素吸収量変動の種間差⁷⁾

A \ B	タマガ ヤツリ	タイヌ ビエ	イヌホ タルイ	コナギ	オモダカ	ヘラオ モダカ	グログ ワイ	ミズガ ヤツリ	平 均 (I)
タマガヤツリ	(100)	28	46	23	57	56	57	36	43.3
タイヌビエ	79	(100)	70	59	80	62	93	60	71.9
イヌホタルイ	64	31	(100)	38	36	71	73	31	49.1
コナギ	86	53	95	(100)	73	87	102	57	49.0
オモダカ	42	21	50	30	(100)	22	51	25	34.4
ヘラオモダカ	52	44	41	36	72	(100)	51	47	49.0
グログワイ	100	39	59	30	65	67	(100)	47	58.1
ミズガヤツリ	69	50	71	52	61	59	66	(100)	61.1
平 均 (II)	70.3	38.0	61.7	38.3	63.4	60.6	70.4	43.3	

注) 数値は、Bと混植した場合のAの窒素吸収量のA単植区に対する比率(%)。

表-3 雑草との混植によるイネの乾物増加量の変動⁷⁾

	少肥区 (N, P, K成分 1.3 kg/10 a)			多肥区 (N, P, K成分 13 kg/10 a)		
	雑 草	イ ネ	同左対 単植区	雑 草	イ ネ	同左対 単植区
タマガヤツリ	24.6	68.8	79	4.5	256.4	96
タイヌビエ	32.0	71.3	82	162.7	196.7	74
イヌホタルイ	21.3	90.8	105	8.1	283.5	107
コナギ	48.2	32.6	38	76.8	200.4	75
オモダカ	6.8	91.9	106	12.8	264.0	99
ヘラオモダカ	17.4	68.8	79	21.2	240.0	90
グログワイ	38.4	60.6	70	55.7	245.3	92
ミズガヤツリ	43.2	60.6	70	134.8	231.7	87
イネ(単植)		86.8	(100)		266.0	(100)

注) 乾物増加量は、雑草、イネともにg/ポット、イネ乾物増加量対単植比は%で表示した。

程度は大きく、特に少肥条件下では、最も雑草害が大きかった(表-3)。

金森らは、このコナギの他の植物に及ぼす影響力を利用して、他の雑草の生物的防除に利用できないか検討を行っている⁸⁾。

またBREENらは、従来コナギでは重要視されていなかった光競合についても、コナギによるイネの分げつ芽に対する遮光の影響を提起している²⁾。

7. お わ り に

以上、ミズアオイ科水田雑草、特にコナギを中心に今までの研究について紹介してきた。

前文でも述べたが、コナギは除草剤が普及する以前の難防除雑草で、近年はそれほど大きく取り上げられることはなく、多年生雑草や帰化雑草などが多く取り上げられてきた。しかし、一発処理除草剤が普及している今でもほとんどの水田でコナギが発生しており、再び問題雑草として取り上げられ始めている。今回本文で紹介した文献は、70年代と90年代の文献が中心である。このうち70年代の文献は、数種水田雑草の一つとして取り上げられたものがほとんどであるのに対して、90年代の文献は、コナギそのものの生理・生態を中心に取り上げられている。ここに近年コナギが問題雑草として再浮上して、

顕在化してきていることがうかがえる。また、北海道を中心に分布しているミズアオイについてはコナギと比較してほとんど研究されていない。コナギを中心としてミズアオイ科水田雑草のさらなる研究が望まれる。

引用文献

- 1) 浅野貞夫 (1995): 原色図鑑 芽ばえとたね. 全国農村教育協会, pp. 190.
- 2) BREEN, JOHN・草薙得一・HILL, JAMES (1994): 湛水直播水稻におけるコナギの雑草害—とくに草冠の生育と水稻の分けつ数の減少について. 雑草研究, 39 (別I): 104-105.
- 3) 千坂英雄 (1966): 水稻と雑草の競争. 雑草研究, 5: 16-22.
- 4) 千坂英雄・片岡孝義 (1977): 水田一年生雑草種子の休眠・発芽・出芽の特性. 雑草研究, 22 (別): 94-96.
- 5) 千坂英雄・草薙得一 (1978): 水稻不耕起直播栽培における雑草の発消長と防除 第1報 雑草の発消長. 雑草研究, 23 (4): 185-190.
- 6) 古谷勝司・千坂英雄・片岡孝義 (1975): 水田一年生雑草の出芽の消長と出芽率. 日本雑草学会第14回講演会講演要旨, 59-61.
- 7) 梶木信幸・中村 拓 (1984): 水田雑草の養分吸収特性の草種間差 第1報 混植による窒素吸収力の推定. 雑草研究, 29 (2): 147-152.
- 8) 金森明美・清水正治 (1977): 水田雑草コナギ (*Monochoria vaginalis*) の生態的研究. 日作東海支部研究梗概, 78: 45-49.
- 9) 笠原安夫 (1968): 日本雑草図説. 養賢堂, pp. 358-359.
- 10) 片岡孝義・金 昭年 (1977): 数種雑草種子の休眠覚醒の貯蔵条件による差異. 雑草研究, 22 (3): 156-158.
- 11) 片岡孝義・金 昭年 (1978): 数種雑草種子の発芽時の酸素要求度. 雑草研究, 23 (1): 9-12.
- 12) 片岡孝義・金 昭年 (1978): 数種雑草種子の出芽深度. 雑草研究, 23 (1): 13-19.
- 13) 片岡孝義・児嶋 清・古谷勝司 (1979): コナギの生育と種子生産. 雑草研究, 24 (2): 86-91.
- 14) 川口 俊・竹内安智・小笠原 勝・近内誠登・竹松哲夫 (1994): コナギ種子の発芽と生長に対するイネの影響. 雑草研究, 39 (別I): 102-103.
- 15) 川口 俊・横田孝雄・竹内安智・米山弘一・小笠原 勝・前田忠信・近内誠登 (1995): イネ種子に含まれるコナギ種子発芽誘導物質. 雑草研究, 40 (別I): 192-193.
- 16) 川口 俊・竹内安智・前田忠信・小笠原 勝・米山弘一・近内誠登 (1995): コナギの発消長におよぼすイネ幼植物の影響. 雑草研究, 40 (別I): 194-195.
- 17) 小荒井 晃・芝山秀次郎 (1991): 水稻移植田における一年生雑草の発消本数と出芽深度. 雑草研究, 36 (別I): 36-37.
- 18) 小荒井 晃・芝山秀次郎 (1991): 異なる条件で貯蔵したコナギ種子の発芽率の推移. 雑草研究, 36 (別I): 38-39.
- 19) 牧野富太郎 (1925): 日本植物図鑑. 北隆館, pp. 718.
- 20) 松村任三 (1884): 日本植物名彙. 丸善, pp. 124.
- 21) 松村任三 (1895): 改正増補 植物名彙. 丸善, pp. 190.
- 22) 松村任三 (1905): 帝国 植物名鑑 下巻 顕花部 前編. 丸善, pp. 181-182.
- 23) MOMONOKI, Y (1994): Effect of Ethylene and Carbon Dioxide on Seed Germination of *Monochoria vaginalis* var. *plantaginea*. Weed Research, Japan, 37 (2): 121-128.
- 24) 森田弘彦・土井康生 (1980): ミズアオイとコナギの分類と北海道における分布について. 雑

- 草研究, 25 (4): 297-299.
- 25) 森田弘彦(1982): 水田雑草ミズアオイの幼植物形態および開花, 種子生産の特性について—コナギとの比較. 雑草研究, 27 (1): 16-21.
- 26) 森田弘彦(1992): 水田雑草ミズアオイの発生分布と形態の特徴. 植調, 26 (5): 222-226.
- 27) 中山治彦: 日本産コナギ学名考. 農業技術, 49 (12): 556-559.
- 28) 岡武三郎・富久保男・中野幸彦(1979): 水田の新しい帰化雑草 *Heteranthera limosa* について. 雑草研究, 24 (2): 113-116.
- 29) 岡武三郎・富久保男・中野幸彦(1979): 水田雑草 *Heteranthera limosa* の種子発芽について(1). 雑草研究, 24 (別): 103-104.
- 30) 岡武三郎・植木邦和(1982): 水田一年生数種雑草の発芽に及ぼす諸要因について. 雑草研究, 27 (別): 33-34.
- 31) 芝山秀次郎・森田弘彦(1994): 雑草の博物誌. 全国農業改良普及協会, pp. 8.
- 32) 鈴木光喜・須藤孝久(1975): 水田雑草の発生生態 第1報 温度と出芽の関係. 雑草研究, 20 (3): 105-109.
- 33) 鈴木光喜・須藤孝久(1975): 水田雑草の発生生態 第2報 出芽期間と出芽率. 雑草研究, 20 (3): 109-113.
- 34) 鈴木光喜・須藤孝久(1975): 水田雑草の発生生態 第3報 水稻稚苗移植における雑草の発生消長と雑草害. 雑草研究, 20 (3): 114-117.
- 35) 日本植物調節剤研究協会編(1983): 農作物の除草に関する実態調査報告書 水稻編 別刷 農作物の除草に関する実態調査結果のまとめ. pp. 14.
- 36) 竹内安智・米山弘一・横田孝雄・斎藤清美・小笠原 勝・近内誠登・竹松哲夫(1991): コナギ種子の発芽に対するイネ幼植物の促進作用. 雑草研究, 36 (別I): 132-133.
- 37) 竹内安智・斎藤清美・小笠原 勝・近藤誠登・竹松哲夫(1992): コナギ種子の発芽に対するイネ種子と植物ホルモンの影響. 雑草研究, 36 (別I): 174-175.
- 38) 汪 光熙・草薙得一(1994): 日本産ミズアオイとコナギの分布及びコナギの学名について. 雑草研究, 39 (別I): 226-227.
- 39) WANG, GUANGXI, R. MIURA AND T. KUSANAGI (1995): The Enantiostyly and the Pollination Biology of *Monochoria korsakowii* (Pontederiaceae). Acta Phytotax. Geobot, 46 (1): 55-65.
- 40) 矢田部良吉(1902): 日本植物図解.

水田雑草の生態と防除 — 水稻作の雑草と除草剤解説 —

宮原益次／著

A5判 定価3,090円(税込)

水田雑草の発生特性、雑草害について著者40年の知見を網羅。さらに水田における合理的で省力的・低コストの雑草防除について解説。

全国農村教育協会

〒110 東京都台東区台東1-26-6(植調会館)
Tel.03-3833-1821 Fax.03-3833-1665

いのちの輝きを見つめる
Meiji



非選択性茅葉処理型除草剤
(ピアラホス除草剤群)

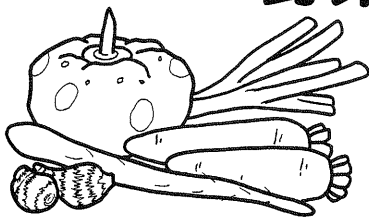
ハービー液剤
サポート水和剤
インパルス水溶剤



明治製菓株式会社
104 東京都中央区京橋2-4-16

新発売

粒剤タイプの 野菜・畑作用除草剤



- 1年生イネ科雑草から1年生広葉雑草まで広範囲の畑地1年生雑草に優れた除草効果を示します。
- 除草効果の持続期間が長い除草剤です。
- こんにゃく、にんじん、さといもなど幅広い畑作物、野菜類に使用できます。
- 粒剤タイプなので、使い易く、手撒きもできます。

コンボラル®



シオノギ製薬

大阪市中央区道修町3-1-8 〒541

'95.3作成 B52

フロアブル剤の省力散布法

宮城県農業センター 農産部高生産水田科 田中 良

はじめに

近年、水稻の生産コストの低減のため、大規模営農を目指した基盤整備によって大区画水田が急ピッチで造成されている。しかし、除草剤や肥料の散布は圃場の短辺が30mを超えると動力散粒機による畦畔からの粒剤散布では圃場中央部への均一散布が困難となり、圃場内を重い機材を背負って歩き回らねばならない点が非常に負担になっている。このように区画の大きい圃場における除草剤の省力的な均一散布方法の実用化が求められてきた。

一方、フロアブル剤は初め畦畔からの散布により比較的小さい区画の水田において省力化が図られると考えられていた。ところが水中拡散性が非常に優れており、むしろ区画の大きな圃場においてその真価が発揮されることが明らかとなった。

筆者らはこの斬新なフロアブル除草剤の省力処理法の実用化に積極的に取り組み、平成5年度(1993)に普及に移す技術として提案した。ここでは、フロアブル除草剤の特徴を生かした水口処理法を中心にして農業試験場側からみた開発の経緯と処理方法について紹介する。

農業試験場での開発

除草剤のフロアブルなる剤を初めて見たのは平成元年(1989)になって、古川農業試験場栽

培部に赴任した年の初夏であった。古川農試は当時から植調試験地と共同で数多くの剤について適Ⅱ試験を実施しており、高橋周寿先生をはじめ除草剤試験研究で名高い先輩らが活躍された農業試験場の一つである。前植調古川試験地主任の紺野亨先生から、植調研究所の鴨居道明氏がわざわざ来られて新しい剤型の試験を直接処理するとお聞きしたので、さっそく試験場近くの圃場に見に行った。

田圃を波板で1a程の正方形に区切った圃場の中央部、あるいは細長い長方形に区切った一端に、小瓶に入ったフロアブル剤を注射器でポタポタと滴下して剤の拡散性を観察した。水面をサーッと広がる成分と水中を白濁して足跡などの凸凹を乗り越えてゆっくり広がる成分が見られたが、はたして均一な除草効果を得られるかどうか半信半疑であった。ストップウォッチを片手にした鴨居氏と圃場全体に均一に広がるかどうか、水稻への影響はどうか、灌漑水に流入する処理は可能かなど意見を交換し、当初からフロアブル剤の将来性に注目していた。

一方、現地から圃場の大規模化に伴って水管理や雑草防除がかえって労力的に問題となるという声があり、平成2年(1990)から圃場の自動水管理装置の開発に取り組むことになり、フロアブル剤の水口処理を組み合わせることで省力化を目指す事に思い当たった。

まず、フロアブル剤は灌漑水に均等に滴下すればその成分はほぼ均一に圃場全体に行き渡るのではないかと考え、灌漑水とフロアブルの流量をパソコンで制御していかにして均等に滴下するかと実験を始めた。供試した剤は当時、実用化段階まで開発の進んでいたシーゼットフロアブル(TSM-612)のみであった。三菱油化㈱の小沢雄二氏には滴下装置の開発に便宜を図っていただき、住友化学工業㈱の松本啓志氏には田面水や土壌中の殺草成分の分析をお願いしたい。東ソー㈱の宮村直樹氏はプロモーションビデオを作成して新剤のいろいろな使い方の普及に努められた。県植物防疫協会の小野寺仁氏には装置の組み立て等に終始お世話になった。

その頃の日本植物調節剤研究協会はジャンボ剤の開発に躍起になっていたが、他県の農業試験場でもフロアブル剤への関心は高かった。より円滑な登録と普及を図るため東北農業試験場の原田二郎雑草制御研究室長の賛同を得て、平成3年(1991)から日植調協会、古川農試、岩手農試、山形農試並びにシーゼットフロアブル普及会関係会社が散布方法研究会を創って連絡試験を始めた。

フロアブル剤の使い方に対する考えは所属によって各人多少の思わくの違いはあったが、必ずや新しい時代の幕開けになると確信して、場内の冷ややかな目線にめげず試験に取り組んだ。

始めは均一滴下にこだわって、滴下装置をいろいろ考案してみたがプラスチック形成に費用が高くつくというので試作は容易にできなかった。そこで、既製品の電池駆動式の滴下装置であるロンフレンドが倉庫に眠ってるというので日本モンサント㈱の西原武彦氏から譲ってもらって実験していた。ところが、自然落下方式でも吐出チューブを長くすると流速がほぼ一定に

なることがわかり、出口がしだいに細くなるチューブを適当な位置で切断することによって、目的の滴下速度が実用的な精度の範囲内で簡便に得られることが可能になった。

県内の農業改良普及所の協力を得て現地の50～140a 大区画圃場で実証試験してみると、滴下時間と灌水時間を一完に一致させることは用水量が途中で変動したり、滴下速度を遅くすると詰まったりして調整が案外難しく、滴下速度を速めて滴下が終了した後も所定の水位になるまで灌水を続ける方法が現実的であった。

さらに簡便な方法として、圃場当たりの全使用量を水口に一括処理しても水稻への影響はみられず極大の除草効果が得られたとの情報が現地から入り、フロアブル剤の拡散性の良さに驚愕しながらも、次年度から一括処理法も現地試験に組み入れた。ただし、滴下処理と一括処理の選択は現地の判断にお任せした。

結果は明らかに簡便性の点において一括処理に軍配が上がった。除草効果の優劣は処理法の違いではなく田面の凸凹や水持ちの良さに左右された。水稻への影響は両処理法とも水口からの遠近ではなく田面水の深い地点に現れる傾向がみられた。

平成5年度も終わり近くなってようやくフロアブル剤の水口処理が農業登録され、これを持って宮城県としてフロアブル除草剤の水口処理法を普及に移す技術に取り入れた。フロアブル剤を落水又は浅水状態の圃場で水口に設置した滴下装置から灌漑水流上に滴下又は一括処理すると、灌水を止める時刻まで圃場を離れて他の作業を行ってもかまわず、戻ってきた時には灌水と処理が完了しているので、非常に簡便で省力的でしかも処理精度が高い方法である。滴下処理法は装置に多少経費が掛かるが灌水に多

少時間が掛かる場合にも対応でき、自動灌漑装置と組み合わせてF A（フィールドオートメーション）化できる利点がある。一括処理は非常に簡便であるが、豊富な灌漑水で一気に圃場全体に拡散できることが条件となる。

その後、他のメーカーから続々と新しいフロアブル剤が開発され、水口処理の登録も増え、その実用性が広く認められつつある。

水口処理の考え方

初めて水口処理を体験する人にとって、散布精度が最も気になる点である。処理後の殺草成分の圃場内分布を測定すると、湛水が浅い地点で低くなるなど若干の圃場ムラがみられる。しかし、均平度が良好な圃場ではこの程度の成分ムラに関わらず除草効果は圃場全体にわたって極大であり、残草ムラも見られず従来の処理法と同等の除草効果を示す。水稻への影響は苗が水没するほど水位の深い地点では一時的に生育抑制がみられることがあるが、水稻の生育に従って回復しその後の収量等へ影響はほとんど及ばない。つまり、圃場全体の除草に十分な成分量が処理されれば、稲体や環境に影響が及ばない限り、多少の処理ムラがあっても実用上の問題とならない。

それ以上に散布作業の簡便性の方が勝るのである。まず、処理量は3キロ粒剤に比べて3分の1から6分の1である。しかも、重い散布機を背負ったり圃場を歩き回る必要がないので高齢者や婦人でも楽に作業できる。実際の処理時間は滴下装置をセットしたり、薬剤を容器から流し出す数分程である。滴下開始後又は一括処理後は灌水終了時刻に見回るだけで済む。つまり、除草作業時間は水管理時間内にほぼ包括されてしまい、労働時間が大いに短縮される。

また、フロアブル剤は多年生にも有効な成分を含有し、いわゆる一発処理が水口処理でも可能であり、画期的な省力化が図られる。しかも、この水口処理は区画の大きな水田ほど適応性が高く、漏水や溢水がない限り薬剤が周囲へ飛散することもない。

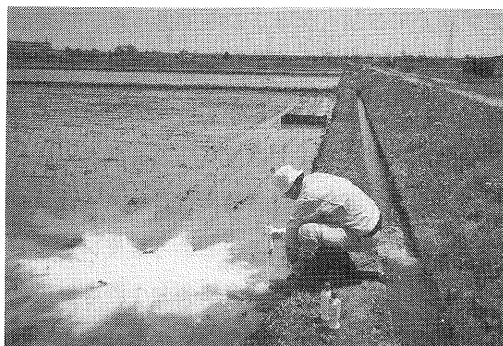


写真 フロアブル除草剤の水口処理

上手な水口処理の方法

- 1) 圃場当たりの全使用量（10 a 当たり 0.5 ～ 1 l）を数箇所の水口付近に分けて「一括処理」し、直ちに灌漑水で圃場全体に一気に拡散させる。又は灌漑水上に滴下して灌漑水と共に圃場全体に行きわたらせる「滴下処理」も可能である。滴下速度は通常の灌水時間内（2～6時間）に滴下が終了するように滴下口の太さや滴下チューブの長さを調節する。
- 2) 灌水量は両方法とも湛水深が通常の5 cmに達するまでとし灌水終了後に必ず止水する。
- 3) 灌漑水が圃場全体に行き渡るように処理前に落水又は浅水状態（2～3 cm 以下）とすることが望ましいが、田植え直後の最初の灌水時や自然減水後の灌水時に合わせて処理すれば強制排水の必要はない。
- 4) 灌水時間は概ね半日以内に終了するように豊富な水量で短時間に圃場全体へ行き渡るように行う。なお、本処理法は多少の風雨時に

も処理できるが、風向きによっては剤が畦畔沿いに停滞することがあるので、薬剤がスムーズに圃場全体に拡散できる水量が必要である。

- 5) 灌水終了後に容器内に残量した剤を水口付近に補正散布するとよい。

処理後の田面水は苗が水没しない程度に従来法の基準内で深めとし、保水日数はやや長めとして除草効果を安定させる。

- 6) 処理時期は手振りの従来法の適用範囲内（田植え後0～10日、ノビエ1.5葉期以内）で圃場への灌水時に合わせて行う。田植え直後の処理が最も簡便性に勝るが、抑草期間が前倒しになるので、雑草の発生期間が長期にわたる寒冷地などでは田植え後5日以降の灌水時に合わせた方が効果的である。

- 7) なお、水口処理が適用できる大区画圃場は140 a（120 × 120 m，3水口）でも可能である。しかし、従来法での適用可能圃場でかつ圃场均平度が良好で保水管理も良好な圃場に限られる。従来の散布法でも効果のない草種が発生したり、発生量が多い圃場及び田面の均平度が劣り湛水時にも田面が露出したり、水持ちが悪く掛け流しとなる圃場などには不向きである。

その他の使用方法

フロアブル剤は畦畔からの手振り散布が基本となっているが、散布者への飛瀑が避けられずあまりお勧めできない。

水口処理以外の使用方法として、ラジコンヘリコプターや田植え同時滴下装置の利用などが注目される。

ラジコンヘリは作業時間の短縮に非常な効果があり、有人機に比べて小回りが効き大区画圃

場にも対応できるので、若い人が非常に強い興味を持っている。作業が風速などの天候に左右されやすく、装置の価格が高いなどの難点もあるが、液剤の噴霧と違ってフロアブルの滴下処理は場外への飛散が少なく、作業の受委託を取り入れて処理面積の拡大を図れば大いに有望である。

田植え同時滴下は乗用田植機の植付装置の後ろに滴下装置を取り付けて田植えしながら均一散布する方法である。10 a 当たり 0.5 l と 1 キロ剤よりも軽量であり、1区画の大きい圃場で除草剤散布のために後日田圃に入る作業が省力できるメリットがあり、より安価な装置の開発が待たれる。

ま と め

フロアブル除草剤の水口処理法は究極的な省力処理法として、雑草防除に苦勞してきた生産者に恩恵をもたらした。

しかし、全ての圃場に適用できるオールマイティーな処理法ではない。圃場の均平性と水持ちの良さが不可欠の条件である。安易に適用圃場を拡大することは自ら首を絞める結果になりかねないと危惧している。あくまでも、レーザー光線を利用した均平機などによる精密な田面の均平と用排水施設が整備された圃場にのみ適用される方法である。

将来は、除草剤のみならず、殺菌殺虫剤、生育調節剤、追肥などをフロアブル化して共通に処理する流入施用体系の確立を目指し、さらに環境への影響を慎重に確かめながら低コスト化と省力化を求めて試験研究に取り組んでいくつもりである。

なお、本試験の実施に際しては試験場、普及所、担当農家並びにメーカー等の多くの方々か

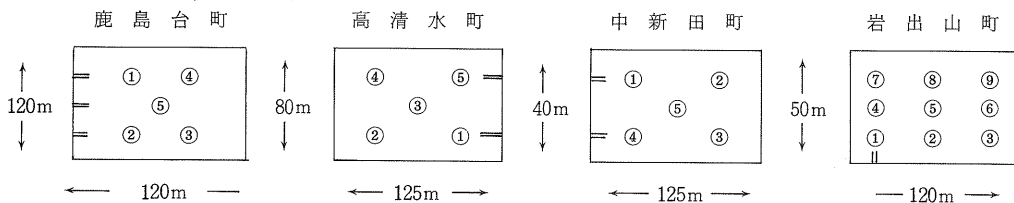
らご協力をいただき深く感謝いたします。関係 いただいたが、記憶違い等についてはお知らせ者の所属・役職は開発当時のものを使用させて頂 願います。

表 大区画水田におけるフロアブル除草剤の水口一括処理

(古川農試, 1993年)

実施場所 処理面積 供試剤	鹿島台町 140 a シーゼット	高清水町 100 a アワード	中新田町 50 a カルシヨット	中新田町 50 a ワンベスト	岩出山町 60 a アワード
処理時期	5月19日 (+5日)	5月15日 (+0日)	5月19日 (+5日)	5月19日 (+5日)	5月11日 (+5日)
処理量	1.0 l/10 a 計 15 l	0.5 l/10 a 計 5 l	0.5 l/10 a 計 2.5 l	1.0 l/10 a 計 5 l	0.4 l/10 a 計 2.5 l
水口数	3箇所	2箇所	2箇所	2箇所	1箇所
一括処理	15分	5分	数分	数分	5分
灌水時間	4時間	3時間	3時間	4時間	2.5時間
灌水深度	水深 4 cm	水深 4~5 cm	水深 5 cm	水深 5 cm	水深 5 cm
圃場均平 水持良否 (日減水深)	やや均一 良 (-1.0 cm)	均一 良 (-1.5 cm)	均一 良 良	均一 良 良	やや不良 良 -2.0 cm
植え代 田植期	5月10日 5月14日	5月3日 5月15日	5月6日 5月14日	5月6日 5月14日	5月1日 5月6日
散布精度 除草効果 残草 生育障害	良 極大 ①~⑤無 無	良 極大 ①, ⑤ノビエ残 無	良 極大 ①~⑤無 無	良 極大 ①~⑤無 無	良 極大 凸部⑨残草 無

試験地圃場配置(≡: 水口)



参考文献

- 1) 田中 良・神名川真三郎・猪野 亮, 1991, 水田の自動水口管理システムを利用した農薬・肥料の省力施肥法, 東北農業研究 44.
- 2) 田中 良, 1992, 水口の自動水口を利用した
- 3) 田中 良・高橋浩明・佐野幸一・猪野 亮, 1994, 水田の自動水口管理システムを利用した農薬・肥料の省力施肥法, 第3報フロアブル除草剤の水口一括処理法の大区画圃場への適用, 東北農業研究 46.

植物ホルモンによる長日・低温要求性 植物の抽台・花成制御

野菜・茶業試験場 生理生態部生殖生理研究室 西島 隆明

植物ホルモンの農業への利用は、オーキシン（IAA）が最初に構造決定された後、第2次世界大戦後に開始された。それ以来、農業生産への利用法の探索と、より効果的な合成植物ホルモンの開発とが急速に進み、現在では、農業生産の様々な場面において、植物ホルモン作用に関連した生長調節物質が使われている。花成に関しても、開花特性の異なる幅広い種において外生の、あるいは内生の植物ホルモンが影響を及ぼす例が数多く知られており^{1)~4)}、生長調節物質による花成制御の可能性は潜在的には大きい。ところが実用化されている利用場面は意外と少なく、エスレルによるパイナップル及びアナナス類花きの開花促進、ジベレリン生合成阻害剤によるリンゴ及びツツジの着花数増加、ジベレリンによる花き類及び林木の開花促進などに限られる^{5), 6)}。植物ホルモンがどのような生理的機作で花成へ関与しているかは依然として不明である。このため、生長調節物質の花成調節への応用研究は、十分な理論的裏付けを欠く試行錯誤の段階に留まっており、結果として応用場面も限られるのが現状である。

花成は、秩序だったいくつかの段階を経て行われる時間軸上の変化であり、また同時に、茎頂部という微小な空間に分布する細胞の生理的変化が出発点となっている。植物ホルモンの花成への関与の機作を解明するためには、まず、

茎頂細胞における植物ホルモンの生合成と空間的分布、そして、その時間的変化を明らかにし、同時に、植物ホルモンを茎頂部に特異的に作用させるような実験手段を講じなければならない。しかし、茎頂部のような微小な部位における植物ホルモンの分布を調べる方法は未確立であり、また、器官特異的に植物ホルモンを作用させることも難しい。さらに、植物ホルモンの生合成調節機構、ならびに、レセプターから遺伝子発現の調節、形態の変化に至る情報伝達の機構がほとんど解明されていないことが、この分野での研究を困難なものとしている。

園芸生産の現場では、花成の制御は主に品種の分化（日長感应性、温度感应性）と環境制御（栽培地の選定、被覆資材、加温、電照）によって行われ、作型の拡大に貢献してきた。しかし、一方で、加温、電照、被覆資材等を用いた多投入型生産体系への批判の声もある⁷⁾。また、異常気象による開花期の乱れに対処する方法も未確立である⁸⁾。今後、省エネルギー、環境調和型の園芸生産を目指し、同時に異常気象へのフェールセーフを確立するには、化学的、あるいは分子生物学的な花成制御法を、実用可能なものとして選択肢に加えておくことが必要であろう。

筆者らは、主にダイコンを材料として、植物ホルモンのひとつジベレリンが抽台・花成に関

与する機作を調べ、その制御方法についても併せて検討してきた。本講演では、その研究を紹介するとともに、ジベレリンが花成に関与するとされている長日植物及び低温要求性植物における花成研究の動向についても述べたい。

1. 長日植物・低温要求性植物の抽台・花成

長日植物及び低温要求性植物には、栄養成長時には短縮した茎と根出葉を持つ、いわゆるロゼット型の草姿を示すが、生殖成長への移行によって著しい茎伸長（抽台）の起こるものが多い。花成誘導条件は、長日植物では長日（実際には短い暗期）であり、その感応部位は葉である⁹⁾。一方、低温要求性植物の花成には、ある一定期間の低温遭遇とその後の長日条件が必要であり、低温の感応部位は茎頂分裂細胞、長日の感応部位は葉である⁹⁾。低温による花成誘導刺激は、低温遭遇した茎頂細胞から分裂して生じた細胞のみに伝達される。つまり、細胞間を移動しないが、長日刺激は葉で感受された後茎頂部に伝達されて花成を引き起こすと考えられている¹⁰⁾。また、低温遭遇には蓄積効果があり、分割して与えた低温が相加的に作用する¹⁰⁾。

長日性及び低温要求性の遺伝は、コムギ、エンドウ、アラビドプシス、アブラナ科野菜等において解析されている¹¹⁾。これらの植物においては、概ね低温要求性が長日性に対して劣性であり、低温要求性植物が長日植物から突然変異によって進化したと一般的には考えられている。しかし、優性の低温要求性遺伝子もあり、また、細胞質遺伝が関与している例もあるなど、複雑である。

日長、温度等の環境条件以外に、長日植物及び低温要求性植物の花成を促進または阻害する要因として、これまでに表-1にあげるような

多くのものが発見されている¹²⁾⁻³¹⁾これらのうち、単独処理で再現性を持って花成を誘導できるのは、ジベレリンのみである²⁶⁾⁻³¹⁾。しかし、ジベレリンの花成誘導効果は植物によってまちまちであり、花成誘導に多量のジベレリンの連続処理が必要な例、また、茎伸長のみが誘導され花成が誘導されない例もみられる³²⁾⁻³³⁾。

表-1 日長及び温度以外に、長日植物及び低温要求性植物の花成を促進または阻害する要因

促進するもの	促進または阻害するもの	阻害するもの
糖 ¹²⁾⁻¹⁵⁾ a	オーキシシン ²²⁾⁻²⁵⁾	無酸素条件 ¹⁵⁾⁻¹⁷⁾
核酸 ²⁰⁾⁻²¹⁾		呼吸阻害剤 ^{18), 19)}
ジベレリン ²⁶⁾⁻³⁰⁾		
DNAのメチル化阻害剤 ³¹⁾		

a 引用文献

2. ダイコンにおける抽台・花成と内生ジベレリン

日本人の食生活に重要な位置を占め、日本における最も生産量の多い野菜であるダイコンには、古くから秋ダイコン品種群、春ダイコン品種群、夏ダイコン品種群といった抽台・花成特性の異なる品種群が成立し、それぞれの地域・作型に適応して栽培されてきた。以下に、ジベレリンと抽台・花成との関係についての筆者らの研究³⁴⁾⁻³⁹⁾を紹介したい。

(1) 内生ジベレリンのレベルを人為的に変えた場合の抽台

ジベレリンと抽台との関係については、1950年代から60年代にかけていわゆる「ぶっかけ試験」および生物検定による内生ジベレリンの分析が数多くなされたが、それ以後、研究が停止してしまった¹⁰⁾。当時は、多くの種類が存在す

るジベレリンを種類別に分けて感度よく分析する技術が未発達であったこと、また、内生ジベレリンのレベルを十分下げることのできる強いジベレリン生合成阻害剤がなかったことなどが、研究の行き詰まりを招いた原因であると考えられた。そこで筆者らはまず、効果の高い新しい阻害剤を用いて内生ジベレリンのレベルを人為的に変えた場合、抽台・花成がどのように影響を受けるかを観察することから始めた。

低温によって花成誘導されたダイコン（品種‘耐病総太り’）に、強いジベレリン生合成阻害作用を持つウニコナゾール（スミセブン）を処理して内生ジベレリンのレベルを下げると、抽台がほぼ完全に押さえられるのみでなく、花成も著しく遅れた（表-2）。さらに、ジベレリン（ GA_3 ）の投与によって、この抽台抑制・花成遅延は完全に回復した。これらの結果から、ダイコンの抽台・花成にはジベレリンが必要であることが明らかとなった。かつて、効果の弱いジベレリン生合成阻害剤であるCCC（クロルメコート）を用いた報告では、抽台は抑制できたものの、花成は抑制されなかった⁴⁰⁾。これに対して、我々の実験結果は、抽台だけでなく

花成にもジベレリンが必要であることを新たに示唆したことになる。

では、栄養成長している個体に外からジベレリンを与えれば、抽台・花成を誘導できるであろうか？ GA_3 を栄養成長している個体に与え続けると、著しい茎伸長が起こり、すべての個体に花芽分化が認められた（表-2）。この結果から、ダイコンの抽台のみならず花成も、ジベレリンレベルを高めることによって誘導できることが明らかとなった。しかし、低温遭遇によって抽台する際には、花芽分化と節間伸長はほぼ同時に始まるのに対して、ジベレリンによって誘導された抽台ではまず節間伸長が起こり、その後に花芽分化する点が異なっている。この点については今後の検討が必要である。

(2) ダイコンにおける内生ジベレリンの同定と定量

次に問題になるのは、ダイコンにおける内生ジベレリンが、どのように抽台・花成に関与しているかである。そこで、内生ジベレリンの分析を行った。

抽台にともなって実際に著しく形態変化（伸長および花芽分化）を起こすのは茎であり、そ

表-2 ダイコンの抽台・花成に及ぼすウニコナゾール（S-327D）及びジベレリン（ GA_3 ）投与の影響

処 理			花芽分化率 (%)	開 花 率 (%)	到花日数	花 茎 長 (cm)	葉 数
低温処理 日 数	S - 327 D ($\mu\text{mol}/\text{pot}$)	G A ₃ (M)					
20	0	0	100	100	26.1d	55.6b	21.7d
20	2	0	100	100	59.0c	7.4c	47.7b
20	4	0	100	92	64.3bc	7.2c	51.9a
20	8	0	100	92	67.7b	6.4c	50.5ab
30	4	0	100	92	52.3c	5.5c	40.4c
40	4	0	100	100	53.1c	6.8c	37.5c
0	4	10 ⁻³	100	33	76.3a	105.3a	49.5ab

注) 同じ列中の同じアルファベットのついた平均値は、Tukeyの方法で分散分析した結果5%水準で有意差がないことを示す。

れ以外の部分には著しい変化は認められない。そこで、ジベレリンの分析は茎と葉に分けて行うこととした。茎葉部の抽出液を高速液体クロマトグラフィーで分画し、それぞれの分画を生物検定（改良点滴法⁴¹⁾）した結果、5つの部分に活性が認められたので（図-1）、その分画をさらにGC-MSで分析し、ジベレリンの種類を同定した。その結果、ジベレリンの生合成経路のひとつである早期C-13位水酸化経路と、もうひとつの経路である早期非水酸化経路に属するジベレリンがそれぞれ数種類ずつ同定され、

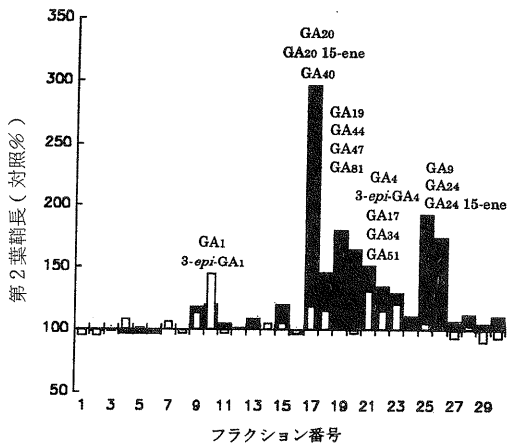


図-1 ダイコン茎葉部におけるジベレリン活性（0.5g FW/plant）とGC/MSによって同定された内生ジベレリン

■: 短銀坊主 □: 矮稲-C

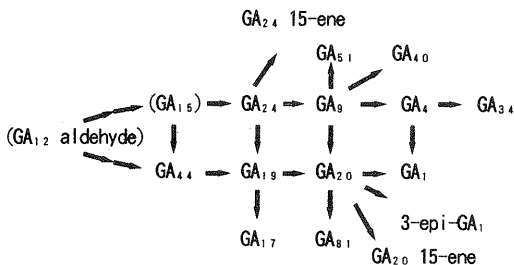


図-2 ダイコン茎葉部に含まれる内生ジベレリンと推定される生合成経路

() 内は、GC/MSによって同定されなかったが存在が予測されるジベレリン

ダイコンの茎葉部ではこの2つの生合成経路が機能していることが推定された（図-2）。同定されたジベレリンのうち、GA₁は早期C-13位水酸化経路の、GA₄は非水酸化経路の活性型ジベレリンであることが他のいくつかの植物（イネ⁴²⁾、トウモロコシ⁴³⁾、カボチャ⁴⁴⁾など）で示唆されている。そこで、確認のためGA₁、GA₄およびそれらの前駆体であるGA₂₀、GA₉をダイコンに与えてみた。ただし、植物体内のジベレリン代謝機構により、与えたGA₂₀はGA₁に、GA₉はGA₄に変換されて活性を現す可能性があるため、これらの変換を阻害するプロヘキサジオンカルシウム⁴⁵⁾も同時に与えた。すると、前駆体はほとんど抽台・花成を誘導しないのに対してGA₁およびGA₄は誘導することが観察され（写真-1）、GA₁およびGA₄がダイコンにおいても活性型のジベレリンであることが示唆された。

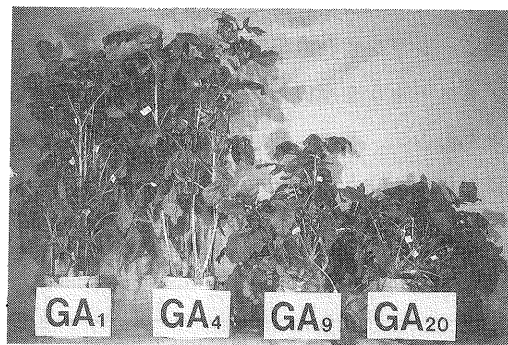


写真-1 ダイコンの花成に及ぼすGA₁、GA₄、GA₉、GA₂₀（1mM）投与の影響

つぎに、これら活性型の2つのジベレリンの抽台・花成の過程における濃度の変動を調べた。すると、葉には栄養成長、生殖成長を通じて高いレベルで存在するが、茎には栄養成長時には低いレベルでしか存在せず、生殖成長に入るとレベルが上がることを確認された（図-3）。このレベルの上昇は抽台・花成に先だって起こ

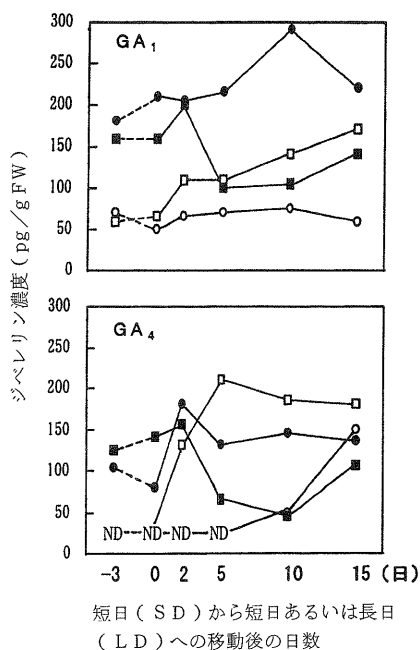


図-3 ダイコンの抽台・花成に白う内生 GA_1 , GA_4 濃度の変動

- : 茎, 低温無処理
- : 茎, 低温処理 (5℃, 20日間)
- : 葉, 低温無処理
- : 葉, 低温処理 (5℃, 20日間)
-: 短日 (20℃, 8時間日長)
- : 長日 (20℃, 16時間日長)
- ND: 検出されず

るため、単に抽台・花成に付随するものではなく、抽台・花成を促進していると考えられた。

以上のような茎葉部における内生ジベレリンの種類及び抽台・花成の際のレベルの変化は、低温要求性の異なるダイコンの品種間で基本的に同じであった(データ略)。

抽台・花成の際の GA_1 および GA_4 の茎でのレベル上昇が、生合成経路のどの段階の活性化によって起こるのかを調べるため、生合成経路の主流上に位置するジベレリンの茎でのレベルを、花芽分化初期と栄養成長期とで比べてみた。その結果(図-4), GA_1 および GA_4

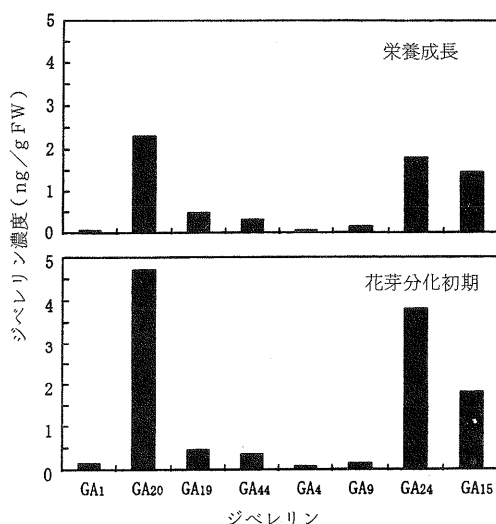


図-4 ダイコンの抽台・花成に伴う主要な内生ジベレリンの濃度の茎での変化

より上流に位置するいくつかのジベレリンで、レベルが栄養成長期よりも花芽分化初期で高まっており、 GA_1 および GA_4 より上流の複数の生合成経過が活性化されて活性型ジベレリンのレベルの上昇が引き起こされていることが示唆された。

(3) ジベレリンの関与している花成の段階

では、ジベレリンは花成のどの段階を促進するのであろうか? 低温要求性植物の花成は3つの段階を経て起こる¹⁾。第1の段階は、低温による花成誘導(cold induction)である。この段階では、低温によって茎頂部の細胞が生殖成長へと「方向付け」されるが、形態的变化は起こらない。第2の段階は、花成の誘起(floral evocation)である。この段階では、茎頂部の細胞に、RNAやタンパク質合成の増加、細胞分裂の同調等の生理的变化が起こり、形態的には、成長点の膨大、葉序の変化、側芽の分化促進等の現象がみられるが、花芽分化はまだ起こらない。この段階にある成長点はある一定の条件下で栄養成長へと逆戻りするこ

ともある。第3の段階は、花芽の分化および発育である。この段階に達すると、もはや栄養成長への逆戻りは起こらない。なお、ダイコンでは、低温誘導は低温下で、花成の誘起と花芽分化はその後の長日温暖条件下で起こる。内生活性型はジベレリンのレベルは低温処理後長日条件下で上昇するので、低温による花成誘導そのものよりはその後の過程、つまり、花成の誘起または花芽の発育にジベレリンが関与することが予測された。

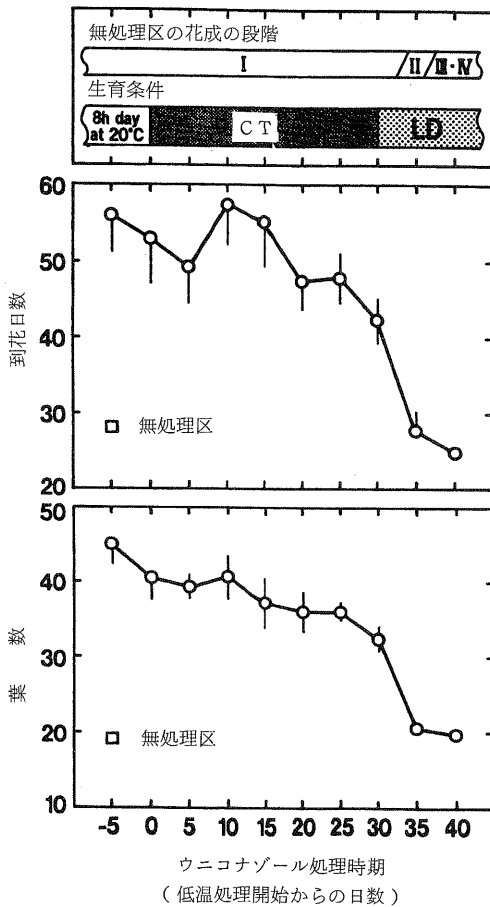


図-5 ウニコナゾール ($4 \mu\text{mol/pot}$) 処理時期とダイコンの抽台・花成との関係

花成の段階 I: 栄養成長 II: 成長点膨大
III: 花房分化期 IV: がく片形成期
生育条件 CT: 低温処理 (5°C)
LD: 長日 (20°C , 16時間日長)

これを検証するためには、最初に述べた、ウニコナゾールによる花成の著しい遅延という現象が利用できる。ウニコナゾールによる内生ジベレリンレベルの低下が花成のどの段階を遅延させるかを調べれば、ジベレリンによって促進される花成の段階を特定できるだろう。そこで、低温処理からその後の長日温暖条件下までの様々な時期にウニコナゾールを土壌灌注によって処理し、(この場合、与えたときから実験終了までの長期間ウニコナゾールは効き続ける)、花成がどの程度遅延されるかを調べた。その結果、花成を遅延させるためには、ウニコナゾールは低温処理終了時まで処理される必要があり、花芽分化が始まる低温処理後8日目以降に処理しても花成を遅延しなかった(図-5)。従って、ジベレリンは花芽分化以前の段階に関与すると考えられた。さらに、低温処理前にウニコナゾールを与え、低温処理期間中ジベレリンレベルが低く維持された個体に、低温処理後ジベレリンを与えると正常に抽台・開花したことから、低温誘導にはジベレリンは関与しないと考えられた。これらの結果から、ジベレリンは花成の誘起に関与することが示唆された。これらの結果は、花成の誘起以前にジベレリンのレベルを下げれば、抽台・花成を抑制できることを示している(図-6)。ジベレリンレベルを下げる方法としては、ジベレリン生合成阻害剤や、将来的には遺伝子組換えの利用が考えられる。実際のところ、抽台をジベレリン生合成阻害剤で抑制しようとする試みは以前にも行われたが、効果が安定しなかった⁴⁶⁾。「花成の誘起以前にジベレリンレベルを下げなければ抽台・花成を抑制できない。」という事実が、効果が不安定であった原因かもしれない。現在、筆者らは、ジベレリン生合成阻害剤の投与によ

温度・日長

温 暖	低 温	温暖長日
-----	-----	------

生育段階

栄養成長	低温誘導	花成誘起	花芽の分化・発達
------	------	------	----------

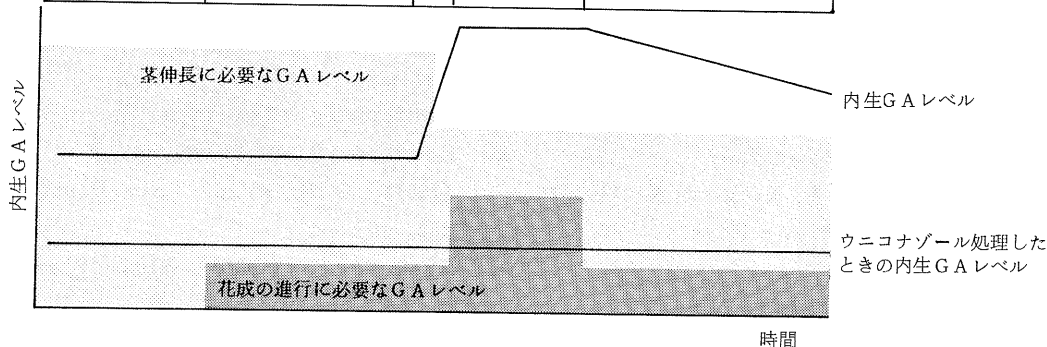


図-6 ダイコンの茎伸長・花成とジベレリンとの関係

て圃場レベルで抽台・花成を抑制する実用的な方法について可能性を探っている。

3. 植物ホルモンと花成の研究における今後の展望

現在、植物ホルモンの生合成酵素や低温要求性に関する分子生物学的解析が進行しつつある。複雑な生合成反応を経て作られるジベレリンにおいても、数種類の酵素（カウレン合成酵素A・B、カウレン酸化酵素、C-20酸化酵素およびC-3水酸化酵素）において、精製・単離及びそれらをコードするDNAの塩基配列の解析が進んでいる^{47) - 50)}。しかし、植物ホルモンの生合成およびその調節機構、さらに、レセプターから形態変化に至るまでの情報伝達の機構の全容の解明までにはまだ相当長い時間がかかるだろう。しかし、これらの研究の進展により、花成制御技術が精密化し、かつ選択可能なバリエーションが増えてくることは確実であると思われる。また、低温誘導の機構に関しても、低温誘導から花成に至るまでの一連の反応の相互関係については依然として不明である。しかし、

低温要求性に関する t-DNA 挿入突然変異体がアラビドプシスで多数得られており、分子生物学的解析の基盤が整いつつある⁵¹⁾。また、最近、低温誘導の機構に関して注目すべき報告が現れた。つまり、DNAのメチル化阻害剤である 5-azacytidin が、低温要求性のアラビドプシスおよび *Thraspi arvense* の花成を誘導したというものである³¹⁾。この報告によれば、低温遭遇によってもDNAのメチル化の度合いが下がっており、低温誘導にDNAのメチル化が密接に関連することを示唆している。さらに、*Thraspi arvense* では、低温誘導によってジベレリン生合成酵素のひとつカウレン酸化酵素が茎で特異的に生産されることがわかっており^{52) - 53)}、この酵素をコードしている遺伝子の発現調節にDNAのメチル化が関わっている可能性が指摘されている。

今後、以上のような研究によって花成調節機構の解析が進み、それが実際の園芸生産における花成調節技術の開発につながることを期待している。

（本稿は1995年10月に開催された野菜・茶業

試験場課題別研究会『植物ホルモンの代謝調節による野菜の生育制御の展開』において発表されたものである)。

引用文献

- 1) Bernier, G. (1981): *The Physiology of Flowering* Vol. II, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- 2) Pharis, R. P. & King, R. W. (1985): *Ann. Rev. Plant Physiol.* 36, 514.
- 3) Evans, L. T. (1971): *Ann. Rev. Plant Physiol.* 22, 365.
- 4) Zeevaart, J. A. D. (1983): *The Biochemistry and Physiology of Gibberellins*, Vol. II. Elsevier/North-Holland, Amsterdam.
- 5) 高橋信孝ほか (1973): 植物調整物質の園芸的利用, 誠文堂新光社, 東京.
- 6) 太田保夫 (1987): 植物ホルモンの生かす, 農山漁村文化協会, 東京.
- 7) 農林水産省野菜・茶業試験場 (1991): 平成3年度課題別研究会資料 生態系活用型農業における野菜生産の現状と今後の方向.
- 8) 農林水産省野菜・茶業試験場 (1994): 平成6年度課題別研究会資料 野菜の気象災害発生機構と対策技術.
- 9) Wareing, P. F., 古谷雅樹監訳 (1983): 植物の成長と分化, 学会出版センター, 東京.
- 10) 田口亮平 (1971): 農業および園芸, 46, 1371.
- 11) Napp-Zinn, K. (1987): *Manipulation of Flowering*, Butterworths, London.
- 12) Purvis, O. N. (1944): *Ann. Bot.*, N. S. 8, 285.
- 13) Purvis, O. N. (1947): *Ann. Bot.*, N. S. 11, 269.
- 14) Kojima, H. et al. (1954): *Bot. Mag. Tokyo*, 67, 112.
- 15) Tashima, Y. (1957): *Mem. Fac. Agr. Kagoshima Univ.* 3, 25.
- 16) Gregory, F. G. & Purvis, O. N. (1938): *Ann. Bot.*, N. S. 2, 753.
- 17) Lang, A. (1965): *Encyclopedia of Plant Physiology* Vol. 15/1, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- 18) Chouard, P. & Poignant, P. (1951): *C. R. Acad. Sci. Paris* 232, 103.
- 19) Krekule, J. (1961): *Biol. Plant.* 3, 107.
- 20) Tomita, T. (1964): *Tohoku J. Agr. Res.* 14, 217-225.
- 21) Suge, H. & Yamada, N. (1963): *Proc. Crop Sci. Soc. Japan* 32, 77.
- 22) Leopold, A. C. & Guernsey, F. S. (1953): *Amer. J. Bot.* 40, 46.
- 23) Leopold, A. C. & Guernsey, F. S. (1953): *Amer. J. Bot.* 40, 603.
- 24) 香川 彰 (1956): 園学雑, 25, 173.
- 25) 香川 彰 (1959): 園学雑, 28, 277.
- 26) Lang, A. (1957): *Proc. Natl. Sci. Wach.* 43, 709.
- 27) Okuda, M. (1958): *Bot. Mag. Tokyo*, 71, 125.
- 28) Harrington, J. F. et al. (1957): *Science* 125, 601.
- 29) Tsukamoto, Y. & Asahira, T. (1959): *Mem. Res. Inst. Food. Sci. Kyoto Univ.* 14, 1.
- 30) Wittwer, S. H. & Bukovac, M. J. (1957): *Science* 126, 30.
- 31) Burn, J. E. et al. (1993): *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 90, 287.
- 32) 中村英司・服部安一 (1961): 園学雑, 30, 167.
- 33) 香川 彰 (1958): 岐阜大農研報, 16, 33.
- 34) 西島隆明ほか (1989): 園学雑, 58 (別2);

- 266.
- 35) 西島隆明ほか (1990): 園学雑, 59 (別1), 382.
- 36) 西島隆明ほか (1990): 園学雑, 59 (別2), 424.
- 37) 西島隆明ほか (1991): 園学雑, 60 (別1), 320.
- 38) 西島隆明ほか (1992): 園学雑, 61 (別1), 300.
- 39) Nishijima, T. et al. (1994): Acta Hort. (in press)
- 40) Suge, H. & Rappaport L. (1968): Plant Physiol. 43, 1208.
- 41) Nishijima, T. & Katsura, N. (1989): Plant Cell Physiol. 30, 623.
- 42) Murakami, Y. (1972): Plant Growth Substances 1970, Springer-verlag, Berlin.
- 43) Phinney B. O. & Spray, C. (1982): Plant Growth Substances 1982, Academic Press, New York.
- 44) Nakayama, M. et al. (1989): J. Plant Growth Regul. 8, 237.
- 45) Nakayama, I. et al. (1990): Plant Cell Physiol. 31, 1183.
- 46) 農林水産技術会議事務局 (1988): 露地野菜・花きの収穫期調整技術の開発, 研究成果 199.
- 47) Sun, T.-P. et al. (1994): The Plant Cell 6, 1509.
- 48) Saito, T. et al. (1993): Abstracts of Frontiers of Gibberellin Research, 24.
- 49) Lange, T. & Graebe, J. E. (1989): Planta 179, 211.
- 50) 安部 弘ほか (1994): 植物化学調節学会第29回大会研究発表記録集, 87.
- 51) Arabidopsis Biological Research Center at Ohio State (1992): Seed and DNA Stock List.
- 52) Hazebroek, J. P. & Metzger, J. D. (1990): Plant Physiol. 94, 157.
- 53) Hazebroek, J. P. & Metzger, J. D. (1990): Plant Physiol. 96, Suppl. 1, 75.

新刊

SHIBUYA INDEX

—Index of Pesticides—

1993年版

(英語版)

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、簡便に使える農薬リストとして知られていた本書の第6版。世界の農薬すべてを網羅し、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/03-3833-1685

緑陰環境装置の試作とその適用

農業環境技術研究所 植生管理科保全植生研究室 松尾 和人

はじめに

林床植物や草地内に生育する植物にとって、太陽から放射される光の季節変化ならびに日変化は、周辺群落の特徴と相まって光環境形成に大きな影響を及ぼしている。また、葉層を通過した光は、その量と質が大きく変わるため、葉層下では、複雑な光環境が形成されている。このような葉層を通過した光はその到達の過程により以下のように区別されている。すなわち、①葉層に遮断されない直達光（光斑）、②葉層に遮断されずに到達している散乱光、③葉層を透過した光（透過光）、④葉層で吸収されずに反射した光（反射光）の4つの場合である。

このうち、透過光と反射光は葉層において特定波長の光が吸収されているため上述の「光斑」や「散乱光」など葉層に遮断されない光とは質的に異なるものとなっている。特に、葉層を透過した光はその強度が低下するばかりでなく可視領域の光の多くが吸収されるため、そのスペクトルの特徴を見ると、光合成有効放射量の減少と長波長域での光の透過性の増加、そしてそれに伴うR:F R比（赤色光：遠赤色光比）の低下などの点で、著しく異なっている。

そのため、光資源をめぐる雑草と作物の競合や植物の耐陰性、あるいは光環境の変化に対する可塑性について、人工環境下で実験的研究を行う際には、光強度と光質の変化を考慮にいれ

た研究手法の必要性が多くの研究者から指摘されている。また、同時に葉層下の光環境（緑陰環境）を人工的に模した実験装置も数多く報告されているが、基本的には(i)フィルターを使用する場合と(ii)人工光源（ランプなど）を使用する場合、両者を併用する場合に分けられる。(i)では植物の生葉を使用したり、光合成有効波長域内の特定波長を遮断する人工フィルターが使用されている。また、(ii)では、例えば自然光と特定波長域の光（特に遠赤色光）を発するランプを併用し、照射された光の中に含まれる遠赤色光の割合を増す試みがなされている。

ここでは、フィルターを用いた場合について、市販のメタクリル樹脂フィルター（三菱レイヨン製アクリルフィルター I R・L X 901）と寒冷紗を用いて試作した緑陰環境装置の有効性と野外研究に適用する場合の問題点について述べてみたい。

また、以下に紹介する調査・研究結果は農業環境技術研究所・植生管理科・保全植生研究室の根本正之室長と共同で行ったものの一部である。

(1) 緑陰環境装置の試作

ガラス温室内に緑陰環境装置としてのフィルター区とそれと比較するために対照区と寒冷紗区の3つの処理区を設置した。各処理の概要は以下の通りである。1) フィルター区（緑陰環

境装置)：木枠(縦 59 cm, 横 190 cm, 高さ 75 cm)の側面を黒色寒冷紗(クレモナ #600)3枚を重ねて覆い, 1枚で天井部分を覆う。そして, その中にアルミ製枠(縦 41 cm, 横 165 cm, 高さ 41 cm)を入れ, その天井部のみを厚さ 2 mm のメタクリル樹脂フィルターで覆った処理区(図-1)。2) 対照区：遮光処理を

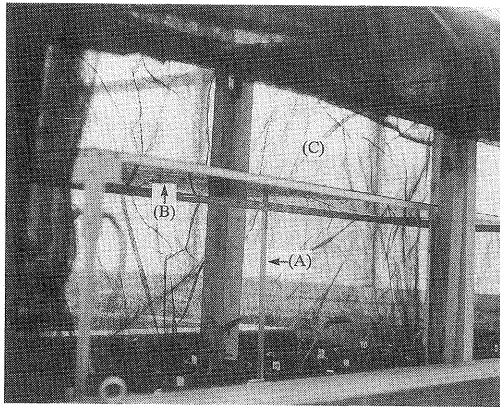


図-1 フィルター区(緑陰環境装置)の概要

(A)フィルターをのせるアルミの枠, (B)メタクリル樹脂フィルター, (C)木枠を覆った寒冷紗.

行わない処理区, 3) 寒冷紗区：木枠(縦 59 cm, 横 190 cm, 高さ 75 cm)の側面並びに天井部分を黒色寒冷紗(クレモナ #600)3枚を重ねて覆った処理区, ここで使用したフィル

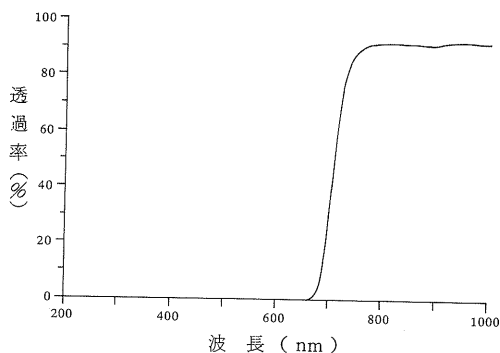


図-2 フィルター区(緑陰環境装置)に用いたメタクリル樹脂フィルターの透過率曲線

フィルターの説明書より作成.

ターの光特性は, 683 nm 及び 721 nm において, それぞれ 5%, 72%の透過率を示し, 700 nm 以下の光線のほとんどを遮断する性質を有している(図-2)。

(2) 光環境の測定

野外群落及び各処理区内の光質特性を明らかにするため, スペクトロラジオメーター(オプティカルサイエンス社製 MSR-7000-3)を用いて 300 ~ 800 nm における放射エネルギー量($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)の分布を 1 nm ごとに測定した。各測定ごとに, 最大放射量に対する波長ごとの放射量を相対光エネルギー(%)とし, 放射エネルギーの分布パターンの比較を行った。

さらに, 655 ~ 665 nm における放射エネルギー量の積算値($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)と 725 ~ 735 nm における放射エネルギー量の積算値($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)との比を R:F R 比とし, 野外群落及び緑陰環境装置の光質環境の指標として比較を行った。

野外における放射エネルギー量の測定は, 茨城県つくば市の農業環境技術研究所内において行った。直達光の R:F R 比は, 圃場地表面(裸地)での測定値より算出し, 葉層を通過した光(緑陰光)の R:F R 比は, 所内に植栽されているヒマラヤスギ林(樹高約 7 m)の樹冠内と林縁での測定結果より算出した。また, 密な草本群落内での R:F R 比は, 圃場内のリードカナリーグラス(*Phalaris arundinacea* L.; 群落高約 110 cm)及びオーチャードグラス(*Dactylis glomerata* L.; 群落高約 80 cm)群落内のギャップ(直径約 15 cm)の地表面で測定した値より算出した。

(3) 野外群落における光環境

図-3 は野外の群落地表面において測定した

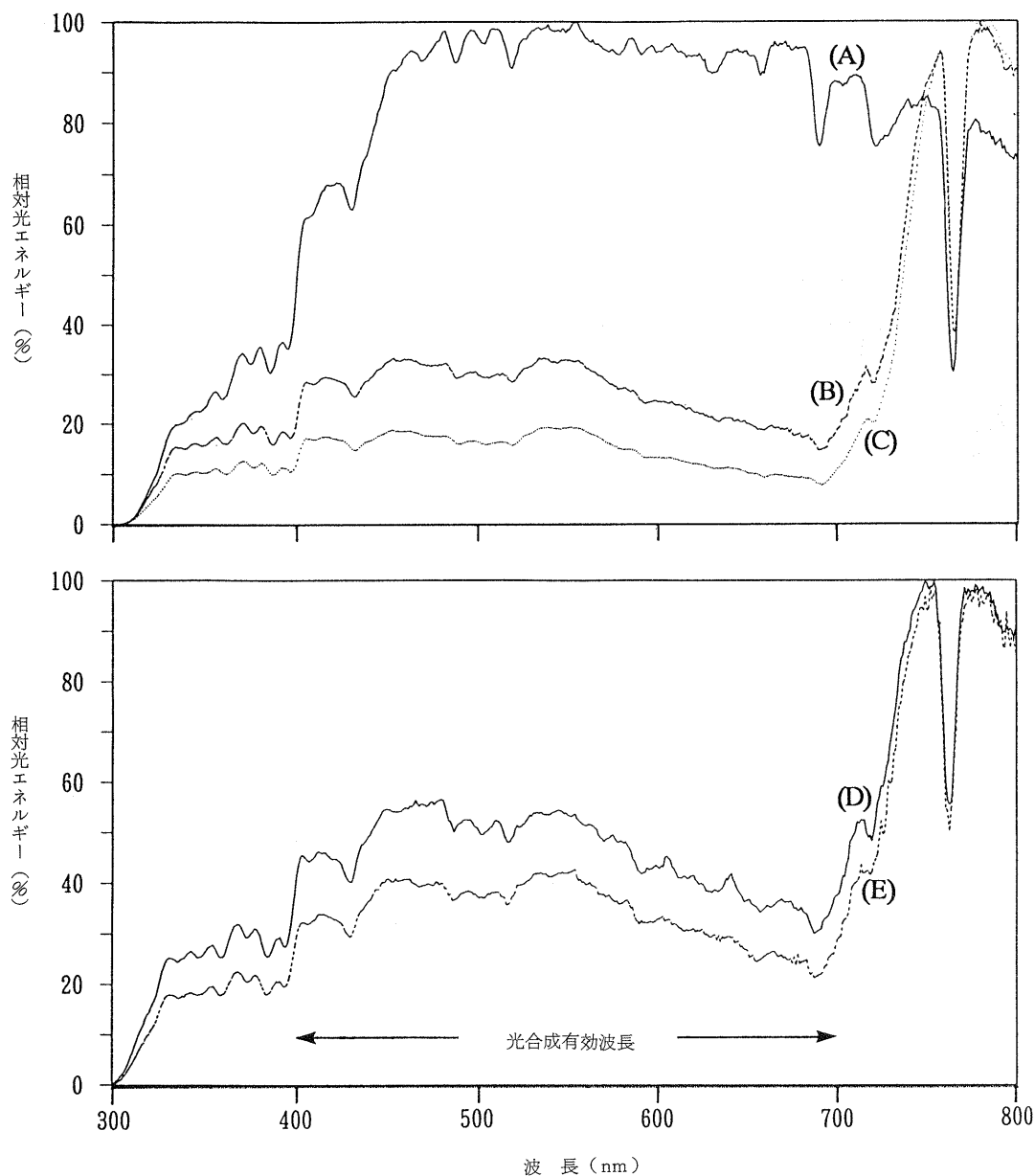


図-3 野外における群落地表面で測定した放射エネルギー量の分布（相対光エネルギーで示した）
パターンの比較

(A) 圃場地表面, (B) リードカナリーガラス群落, (C) オーチャードグラス, (D) ヒマラヤスギ林縁,
(E) ヒマラヤスギ林内.

放射エネルギーの分布パターンを比較したものである。圃場地表面には植被が無い

ため、測定された放射エネルギーの分布（図-3, A）は、直達光の特性を示している。一方、群落地表面

では多くの光が葉層で遮られるため、光合成有効波長域（400～700 nm）において著しく減少する。しかし700 nm以上の長波長域では光の透過性が急激に増加するため、R:F R比は圃場地表面での値と比べて非常に低くなる（表

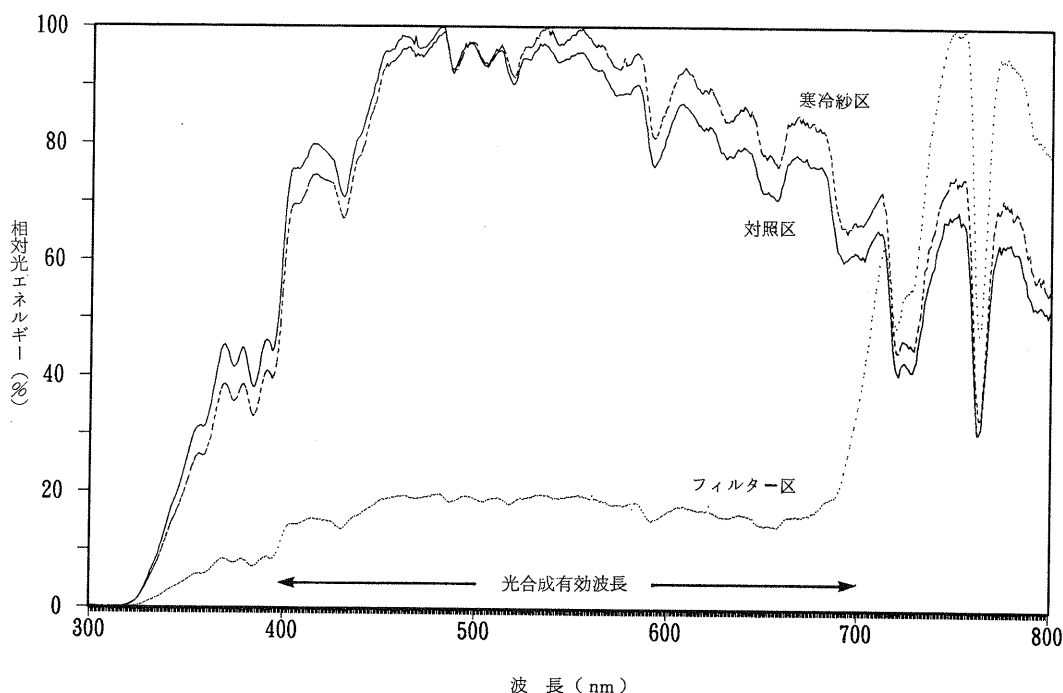
表－1 野外の群落におけるR:F R比

測定群落	R:F R 比	測定 時刻	測定日	備考
圃場地表面	1.27	14:08	1994年5月9日	図－1(A)
リードカナ リーグラス 群落地表面	0.49	14:25	1992年11月5日	図－1(B)
オーチャード グラス 群落地表面	0.31	14:14	1992年11月5日	図－1(C)
ヒマラヤスギ 林縁地表面	0.52	11:38	1993年6月4日	図－1(D)
ヒマラヤスギ 林内地表面	0.42	11:28	1993年6月4日	図－1(E)

－1)。

(4) 実験装置内の光環境

図－4はガラス温室内に設置した3処理区における放射エネルギーの分布パターンを比較したものである。これからわかるように、対照区と寒冷紗区の放射エネルギーの分布パターンは非常に良く類似している。また、両処理におけるR:F R比(表－2)は野外での測定で得られたR:F R比(1.27, 表－1)に近似し、また処理間においても有意な差が認められなかった。従って、放射エネルギーの分布パターンとR:F R比からみた光質環境は対照区と寒冷紗区間において非常に類似した条件に設定されたものと考えられるが、波長400～700 nmの光合成有効放射量は、両処理間で有意に異なるため($P<0.01$),



図－4 ガラス温室内に設置したフィルター区（緑陰環境装置）対照区および寒冷紗区で測定した放射エネルギー量の分布（相対光エネルギーで示した）パターンの比較。

表-2 ガラス温室内に設置した3処理区の光環境条件

(松尾・根本, 1995より作成)

処 理 区	光合成有効放射量* ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	R:F R比**	測 定 時 刻	測 定 日
対 照 区	14 923.1 ^a *** $\pm$ 7 390.6 (6)	1.36 ^a $\pm$ 0.09 (6)	13:50 ~ 15:03	1994年5月9日
寒 冷 紗 区	423.2 ^b $\pm$ 87.7 (6)	1.40 ^a $\pm$ 0.06 (6)	14:39 ~ 14:49	1994年5月9日
フィルター区 (緑陰環境装置)	326.2 ^b $\pm$ 151.1 (7)	0.22 ^b $\pm$ 0.23 (7)	14:09 ~ 14:36	1994年5月9日

測定値を平均値と標準偏差で示した。また、括弧内の数値は測定回数である。

* : 光合成有効波長域(400~700 nm)における放射エネルギーの積算値。

** : 655~665 nmにおける放射エネルギー積算値と725~735 nmにおける放射エネルギー積算値の比。

***: 平均値右上の記号が同じ時は有意水準1%で両平均値間に有意な差がないことを示し、異なる時は両平均値間に有意な差があることを示す(シェフェの検定)。

光強度に差が生じていたと考えられる(表-2)。次に、フィルター区では、上方からの光は寒冷紗とフィルターを透過し、側方からの光は寒冷紗によって遮光された光であるため、放射エネルギー分布のパターンは前述の対照区や寒冷紗区の分布パターン及び圃場地表面での分布パターンとは明らかに異なっている。むしろ、その分布パターンは、リードカナリーグラス(図-3, B)及びオーチャードグラス(図-3, C)群落内で測定された結果に類似している。特に、光合成有効波長域(400~700 nm)における分布は両野外群落におけるパターンに極めて良く類似している。また、フィルター区におけるR:F R比(0.22, 表-2)は、野外のリードカナリーグラス群落のR:F R比(0.49)及びオーチャードグラス群落のR:F R比(0.31)に比べると低く設定された。

フィルター区と寒冷紗区におけるR:F R比には有意な差があり($P < 0.01$)、両処理間の光質には明らかな違いが認められた。しかし、光合成有効放射量については有意な差はなく、両処理間に光強度の違いは認められなかった(表-2)。

(4) 緑陰環境装置の適用

図-4で比較した対照区と寒冷紗区との相対光エネルギーの分布からわかるように、一般に行われている寒冷紗のみを用いた遮光実験での植物の反応は光強度変化に対する反応である。そのため、これらの結果を用いて野外群落における植物の特徴(特に外部形態)を説明する際には、光強度変化に対する特性と光質変化に対する特性とを区別して考察する必要があると考えられる。

また、群落の庇蔭による光強度と光質(R:F R比)の変化が関与した種子発芽や形態形成に関する生理・生態的現象については、多くの事実が明らかにされているが、Grime (1965)は、庇蔭に対して草本植物がしめす順化的反応の一つに避陰性(shade avoidance)をあげ、各々の形態的特徴と関連づけて論議している。Smith (1994)は、これをもとに、植物の避陰性を示す諸特性(Shade avoidance syndrome)をまとめたが表-3はそれらのうち外部形態を特徴づける諸形質の特性を抜きだしたものである。これらの諸特性は群落内に生育する植物の形態的特徴として経験的にすでに知られていることではあるが、その適応的意義について、定量的な研究例は少ない。Schmittと

表-3 避陰性を特徴づける形態的諸特性
(shade avoidance syndrome)

緒 特 性	庇蔭に対する反応の傾向
伸長成長	促 進 的
節間の伸長	急速に増加する
比 茎 重 (茎実: 茎長比)	減少する
葉柄の伸長	急速に増加する
葉の展開と成長	抑 制 的
葉 面 積	減少する
葉の厚さ	減少する
頂芽優勢	強 ま る
分 枝	抑制される
分 げ つ (イネ科)	抑制される

(Smith; 1992より作成)

Wulff (1993) は、光質変化、特に R:F R 比の違いに起因する植物の反応に関するレビューの中で、フィトクロームが関与した競合能力の遺伝的分化や可塑性などを解析する重要性を指摘し、光質変化に対する“適応的可塑性 (adaptive plasticity)”について研究の方向性を示唆している。根本・笹木 (1993) は、雑草防除の視点から、農耕地内に侵入する雑草の可塑性に基づく生育型戦略に関する研究のなかで、これら侵入雑草に見られる多様な形態変化と作物の生育との関係を解析する上で野外の光環境を十分に反映するような実験装置の必要性を指摘している。

ここで使用したメタクリル樹脂フィルターは材質が安定し、厚さが均一であるため透過率にむらが少ないことなどから、高い再現性を得ることができる。従って、上述した設定条件を基に、フィルターの厚さ、寒冷紗の枚数、フィルター設置の位置 (高さ) などを調節し、野外群落下の様々な光環境に近似した光強度並びに R:F R 比を設定することが可能である。このようにして、作物群落内の緑陰下に類似した光環境を人工的に作りだし、雑草の発生や生育特性

を解明することができると考えられる。

しかし、これらの有効性に対し、以下の点について今後の改良ならびに検討が必要と考えられる。

ひとつは、野外群落では、周辺植物の成長にもなって光強度と光質が関連性をもって変化するため、動的な光環境が形成されている。これらをほぼ完全にシュミレートすることは不可能であるが、群落内における光強度と光質の変化を経時的に測定することにより、試作した装置によって得られた光環境が野外群落の、どのような状況に近似しているのかを推定することができると考えられる。

次に、近年、表-3 で示されたような植物の形態形成とその適応的な意義を考察する際、植物が光質変化、特に周辺植物から反射される低 R:F R 比光をシグナルとして利用し、微環境変化を察知していると考えられている。

従って、例えば、今後草地内に侵入する雑草種の形態的特徴と生育地の光環境との関連性を解析する場合、光の強度や質ばかりでなく、照射する方向性も加味した調査・研究手法や実験装置の開発が必要であると考えられる。

参 考 文 献

- 1) Fitter, A. H. and Hay, R. K. 1987. Environmental physiology of plants-2nd Edition. Academic Press.
- 2) Grime, J. P. and Jeffrey, D. W. 1965. Seedling establishment in vertical gradients of sunlight. *Journal of Ecology*, **53**, 621-642.
- 3) 原田二郎・伊藤十四英・小山懸雄・田中孝幸 1981. 水田多年生雑草の生育に及ぼす遮光処理の影響. *北陸農試報* **23**, 81-86.

- 4) Inada, K. and Nishiyama F. 1987. Growth responses of sun and shade plants in simulated vegetation shade and neutral shade. Japan Jour. Crop Sci. **56** (1), 99-108.
- 5) 松尾和人・根本正之 1995. メタクリル樹脂フィルターを用いた緑陰環境装置の試作. 雑草研究 **40** (2), 110-113.
- 6) 根本正之・笹木義雄 1993. 異なる光環境下におけるツクサの生育型戦略. 雑草研究 **38** (1), 20-29.
- 7) 野口勝可・中山兼徳 1978. 畑作物と雑草の競合に関する研究. 第3報 遮光処理が雑草の生育に及ぼす影響. 日作記 **47** (1), 56-62.
- 8) Novoplansky, A., Cohen, D. and Sachs, T. 1990. How portulaca seedlings avoid their neighbours. Oecologia **82**, 490-493.
- 9) Schmitt, J. and R. D. Wulff 1993. Light spectral quality, phytochrome and plant competition. Tree **8** (2), 47-51.
- 10) Smith, H. 1994. Sensing the light environment: the functions of the phytochrome family. In: Photomorphogenesis in Plants -2nd Edition, pp. 337-416, Kendrick R. E. and Kronenberg G. H. M (eds.) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

芝生の造成と管理 — 芝草管理者のために —

眞木芳助／編集

B5判 定価20,000円(税込)

環境保全のための資源として芝生の需要が増している。本書は芝生の造成から管理にいたる芝生づくりのすべてをゴルフ場の例を中心に分かりやすく解説。

全国農村教育協会

〒110 東京都台東区台東1-26-6(植調会館)
Tel.03-3833-1821 Fax.03-3833-1665

作物ウイルス病事典

土崎常男・栃原比呂志・亀谷満朗・柳瀬春夫／編集

A5判 定価12,500円(税込)

作物ごとにすべてのウイルス病を取り上げた病害事典。病徴、被害、ウイルスの性質、伝染方法、防除法などを解説。口絵にはウイルス病徴写真を掲載。

全国農村教育協会

〒110 東京都台東区台東1-26-6(植調会館)
Tel.03-3833-1821 Fax.03-3833-1665

植 調 協 会 だ よ り

◎ 第68回役員会開催

平成7年12月8日(金), 植調会館3階会議室において第68回役員会が開催され, 次のとおり任期満了に伴う役員改選が行われた。

退任理事 相賀 幸雄

“ 今村 昌輔(保土谷化学工業(株))

“ 石田 三雄(三共(株))

“ 木村 慶男(社)全国農業改良普及協会)

“ 辻 醇一(石原産業(株))

“ 仁戸田淑彦(三井東圧化学(株))

新任理事 真板 道夫(農業共済基金)

“ 鈴木 博和(保土谷化学工業(株))

“ 奥平 洋已(三共(株))

“ 田口 俊郎(社)全国農業改良普及協会)

“ 及川 道彦(石原産業(株))

“ 鬼形 秀樹(三井東圧化学(株))

“ 上垣 隆夫(財)日本植物調節剤研究協会)

再任理事 石田良晴, 今井良衛, 小澤啓男,

梶原敏宏, 片岡一男, 栗田年代,

栗山尚志, 渋谷正弘, 高橋昌一,

高橋莊二, 高柳 淳, 田林 聰,

千坂英雄, 徳島秀一, 仲野博之,

西尾隆雄, 西山保直, 則武晃二,

萩本 宏, 宮本 聡, 若森堇熙,

再任監事 木下 傳, 堂本勝已

次いで, 会長理事, 専務理事の互選が行われ以下のとおり選出された。

会長理事 千坂 英雄(再任)

専務理事 小澤 啓男(再任)

◎ 会議開催日程のお知らせ

・平成7年度リンゴ関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時: 平成8年1月23日(火), 10:00~17:00

場所: 土浦第一ホテル会議室

茨城県土浦市港町1-8-26

☎ 0298-22-4111(代)

・平成7年度落葉果樹関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時: 平成8年1月24日(水), 10:00~17:00

場所: 土浦第一ホルテ会議室

・平成7年度非農耕地関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時: 平成8年1月25日(木), 10:00~17:00

場所: 植調会館3階会議室

台東区台東1-26-6

☎ 03-3832-4188(代)

・平成8年度常緑果樹関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時: 平成8年1月31日(水), 10:00~16:00

場所: クーポール会館会議室

静岡県静岡市紺屋町2-2

☎ 054-254-0251(代)



便利さと使いやすさを
追求しました——!



楽らく快適!

水稻用一発処理除草剤



■水口施用

■手振り散布

■田植同時施用

●農薬は正しく使いましょう!

武田薬品工業株式会社
アグロ事業部
東京都中央区日本橋2丁目12番10号

- 使用前にはラベルをよく読んでください。
- ラベルの記載以外には使用しないでください。
- 本剤は小児の手の届く所には置かないでください。

改訂 雑草学用語集

日本雑草学会／編集・発行
B5判 234頁 定価7,210円(税込)

雑草を研究する上で必須の文献として高い評価を受けてきた旧版を大幅に改訂。雑草学研究に必要な用語はこれ1冊でこと足りるという編集方針のもとに、第I編 学術用語編では現時点で必要な用語、解説用語を新たに選び直した。さらに第II編 雑草名編では新たに100種を追加し、第III編 除草剤名編では新たな薬剤も加え、わが国で登録されたことのある薬剤すべてを網羅した。

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/03-3833-1885

財団法人 日本植物調節剤研究協会
東京都台東区台東1丁目26番6号
電話 東京(03)3832-4188(代)

平成7年12月発行

定価412円(送料250円)

植調第29巻第9号

(本体400円, 消費税12円)

編集人 日本植物調節剤研究協会 会長 千坂英雄
発行人 植調編集印刷事務所 広田伸七

東京都台東区台東1-26-6 全国農村教育協会
発行所 植調編集印刷事務所
電話 東京(03)3833-1821番(代)
印刷所 新成印刷株式会社

**桑園の越年生雑草の秋冬防除は、
春先の作業をラクにする。**



除草効果を高める特殊製剤



© 米国モンサント社登録商標

詳しい資料ご希望の方は資料請求券貼付の上、下記へ。

お問合わせは最寄の農協(JA)、または農薬販売店へ。

日本モンサント株式会社 〒107 東京都港区赤坂1-12-32 アーク森ビル31階

自信の選択。



水田除草、新時代。

水田除草に新しい時代をひらいたDPX-84^{*}剤

**ウルブエース ザーク フジクラス[®]
プッシュ[®] ゴルボ[®] レインジャー[®]
カルショット[®] クサメッツ[®]**

※ DPX-84の一般名はベンシルフロンメチル



デュポン株式会社 農薬事業部

〒153 東京都目黒区下目黒1-8-1 アルコ・タワー TEL.(03)5434-6116



少量化で省力化。

新しい流れ、 時代は1キロ、軽量化!!

10アール当り
1kgの散布

1キロ粒剤
の特長

- ①10アール(1反)当たり1kgの散布で安定した除草効果
- ②軽量なので作業が楽
- ③散布効率が向上
- ④軽量、小型なので持ち運びが楽
- ⑤最新技術で工夫した製剤
- ⑥省資源を目指した製剤



1
き

水稲用一発処理除草剤
ウルブエース1キロ粒剤51.75



JAグループ
農 協 | **全農** | 経済連

◎は登録商標です

自然に学び 自然を守る

クミアイ化学工業株式会社

本社：東京都台東区池之端1-4-26 ☎110-91

効きめ、あざやか。

3.5葉期までのノビエを確実に防除
残効性が長く、経済的な――

水田中期除草剤

マメットSM 粒剤

クログワイなどの難防除雑草に
体系防除の中期剤としても使える――

初中期一発除草剤

ベールーフ 粒剤

①使用前にはラベルをよく読んでください。
②ラベルの記載以外には使用しないでください。
③本剤は小児の手の届く所には置かないでください。



JAグループ

農 協 | **全農** | 経済連

全農 は登録商標 第1902445号

〔モリネット普及会〕

ゼネカ株式会社
株式会社トーマン
三笠化学工業株式会社

事務局：
八洲化学工業株式会社
〒213 神奈川県川崎市高津区二子757-1