

植調

第37巻第4号



センボンヤリの種子 (*Leibnitzia anandria* Turcz.) 長さ7mm

財団法人 日本植物調節剤研究協会編

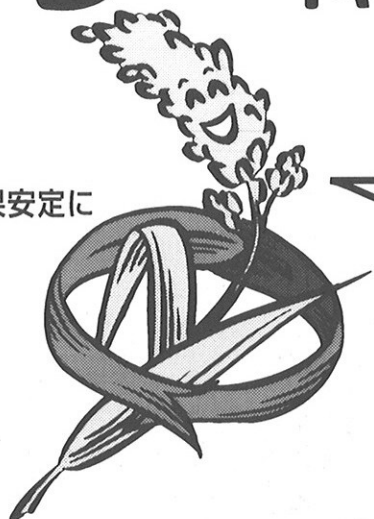
新規水田用初期除草剤

初ベクサー® フロアブル 1キロ粒剤

® 科研製薬(株) 商標登録

特長

- ◆すぐれた経済性
- ◆中期剤・一発処理剤の効果安定に
- ◆水稻に対して安心
- ◆環境に対して安心



低コスト
稲作に!



JAグループ

農協

全農

経済連

◎は登録商標です



三井東洋農業株式会社

東京都中央区日本橋1-12-8

安心と安全の バスタ

普通物。登録作物40種以上

(多くの作物に登録がある) (普通物で環境にやさしい) (作物にもやさしい)

茎葉処理除草剤の中で最も多くの作物
(40作物以上)に登録があります。

バスタは普通物なので、購入の際に印鑑は
必要ありません。魚毒性もA類(原体)です。

バスタは植物体内での移行が少なく根から
の吸収もないので、飛散した場合の被害は、
飛散した部分に止まります。

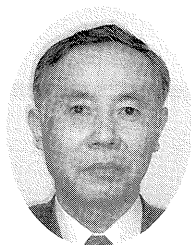
プロの除草力。

バスタ® 液剤



Bayer CropScience

バイエルクロップサイエンス株式会社
東京都港区高輪4-10-8 〒108-8572
www.bayercropscience.co.jp



巻 頭 言

プロの消費者を目指そう

財団法人 日本植物調節剤研究協会 理事
元農林水産省大阪営林局長

真板道夫

一昨年8月末、旧畜産局のある課のOB会に
来賓として招かれた部長が「E Uはわが国をB
S E（牛海綿状脳症）の発生の危険がある国に
類しているが、全国のと畜場でと殺した牛の脳
髄などの検体を集め、罹病の実態がない旨証明
する作業をしている。近くその結果がまとまり、
あらぬ嫌疑が晴れるのも間近い」と挨拶されま
した。ところが、2週間も経たないうちに病畜
第1号が発見されました。当局は全く予想外の
事態の発生に動転したのか、対応の遅れ、公表
内容のミス等がマスコミの嘲笑のターゲットに
なりましたが、多少の混乱はあっても病畜の肉、
内臓、脳髄等が流通し、国民の健康に被害はあ
りませんでした。

しかし、国民の牛肉に対する不信感から需要
が減退し、肉用牛飼養農家は大きな打撃を受け
ました。未だその後遺症にあえいでいますが、
それよりも深刻なことは、この事件をきっかけ
として、食品に対するさまざまな偽装表示が次
々と明らかにされ、消費者に食品の安全性は勿
論のこと食品関係企業や団体のモラルに対する
不信感が広まったことです。

もともと、食品は安全であることが大前提な
のですから、日本中が飢餓状態であった戦争直
後ならいざ知らず、飽食といわれる現在、その
安全性が改めて問題にされるのは、実に嘆かわ
しいことです。

その後、食品メーカーも農業団体も責任者を
更迭し、再発防止を誓い、刑事事件として告発
された裁判も着々と進行しています。官におい
ても、昨年「B S E」法に引き続き今国会では
食品安全基本法が可決され、食品の安全性が守

られるシステムが確立されました。

しかし、問題は、消費者が「これで安心」と
評価してくれるかどうかです。確かに法律では
主務官庁が流通諸段階にチェック機能を働かせ、
違反者には罰則が課せられるのですが、官庁の
人員、予算に限界があり、取引すべてに眼を光
らせることは不可能です。ですから、B S Eの
ような衛生問題は別として、原産地や内容など
の表示については、「企業のモラル」に期待せ
ざるを得ません。ところが、消費者は、企業に
モラルがあるとなかなか信じていません。最近
は、いやという程、わが国経済界のトップが何
人も「不徳のいたすところ」と頭を下げるテレ
ビのシーンを見せられています。

「企業のモラル」が信頼できないとすれば、
食品の安全性のシステムは「絵に描いた餅」に
なるのでしょうか。私はそうは思いません。ど
んな悪徳企業であっても、すぐれた消費者の目
や舌などの五感は欺けないと思います。

かつては、どこにでもプロの消費者たる「お
ばあちゃん」がいて、食生活を豊にし、また、
安全性について種々教えてくれたものですが、
世代が交代するにつれ、主婦が素人になり、マ
スコミなどを通ずる食材選択を行うようになって
しまったことが、企業につけこむ隙をつくっ
てしまったようです。

ですから、これからの食品の安全性の確保は、
役所頼みではなく、私たち消費者ごとが積極的
に知識を増やし、プロを目指すことによって始
めて達成されるのだと思います。それは、決し
て難しいことではありません。毎日、食事とい
うトレーニングの機会があるのでから。

目 次

(第 37 卷 第 4 号)

巻 頭 言

プロの消費者を目指そう……………1
 <財日本植物調節剤研究協会 理事
 元農林水産省大阪営林局長 真板道夫>

水田種子繁殖雑草の翌年発生数は
 水稻収穫期残草量から予測可能か……………3
 <独立行政法人 農業技術研究機構
 中央農業総合研究センター 耕地環境部 高柳 繁>

千葉県における早期栽培水稻の安定栽培法と
 生育調節剤の利用 ……………12
 <千葉県農業総合研究センター 渡部富男>

無農薬で農業・環境は救えるか……………20
 <宇都宮大学名誉教授 近内誠登>

新登録薬剤紹介……………24
 ピリフタリド (NOJ-100)
 <シンジェンタ ジャパン(株)開発本部
 森島靖雄>

うめくさー8……………31
 実生雑草と根殖雑草
 —中等教育 農学通論—

植調協会だより……………34

よりよい農業生産のために。三共の農薬



●時代先どり、ジャンボな省力
 投げ込むだけの一発処理除草剤

クサトリエース® Hジャンボ®
 Lジャンボ®

●効きめの長〜い
 初・中期一発処理除草剤

ラクダー®
 Hフロアブル・Lフロアブル

●プロにおまかせ…
 ホタルイ・アゼナ!!

ラクダー®プロ
 フロアブル

●三共の優れた製剤技術から生まれた
 グリホサート液剤

三共の草枯らし。

●移植前後に使える
 水稻用初期除草剤

シング® 乳剤

●どっしり安定、しっかり効くゾウ
 水稻用初・中期一発処理除草剤

ウィードレス® A1キロ粒剤36
 1キロ粒剤51

●ノビエ3.5葉期まで使える
 新しい水稻用中期除草剤

ザーベックス® DX 1キロ粒剤

●使いやすい
 水稻用初期一発処理除草剤

ミスラッシャ® 粒剤
 1キロ粒剤

●SU抵抗性の
 アゼナ・ホタルイに!

クサコント® フロアブル

●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。

三共アグロ株式会社
 東京都文京区本郷4-23-14

水田種子繁殖雑草の翌年発生数は 水稻収穫期残草量から予測可能か

独立行政法人 農業技術研究機構中央農業総合研究センター 耕地環境部 高柳 繁

1. はじめに

筆者はこれまで2度、雑草の発生予測の研究に携わってきた。1度目は1985～1989年度に実施された一般別枠研究「農業生産管理システム構築のための情報処理技術の開発」において、研究課題名「雑草発生生態情報の把握・推定法」を担当した5年間である。この課題の最終目標は、「畑地、水田などにおける雑草の発生、生長に係わる諸要因のモニタリングと解析、雑草害の予測」法の開発であったが、筆者は専ら一年生畑夏雑草の発生予測法の開発に重点を置いて研究を行った。2度目は1996年度～現在で、研究課題名は「雑草の発生予測法に基づく環境保全型制御技術の確立」である。主に経常研究費で実施している。再度、雑草発生予測をテーマに選んだのは、1度目の発生予測法開発研究が消化不良気味に終わってしまったことや、ライフワークとしていた「雑草害診断法の開発」が一段落したこともあるが、最も触発されたのは、千坂英雄氏（前日本植物調節剤研究協会会長）の言葉である。すなわち千坂氏は、関東雑草研究会報第5号(1994)の序に「巻頭言—自分で考える—三題」を寄せ、そのなかで「(前略)古くて新しくしかも緊要な具体的問題の一つは、雑草の発生実態・予測に基づいた除草剤利用を形にすることではないか。繁殖器官の土壤中の寿命・休眠・生育・競争・増殖・遷移といった

要素ごとに量的確定をしこれを組み立てシミュレートするという科学的方法もすこぶる大切だが、技術の形になるのは何時のことか分からない。これら科学的知見を最大限活用しつつ、宮原さん、佐合さんたちが提言しているように、経年の残草量と当年の発生量との疫学的関係式を求め、当たらずといえども遠くない予測を試みるべきではないか。(後略)」と述べている。さらに同氏は、第15回APWSS(1995)での基調講演および日本雑草学会第13回シンポジウム(1997)の講演においても、除草剤の環境に対する負荷軽減のためには、「雑草の発生予測に基づく除草剤利用」技術を緊急に確立すべきであると、とくにシンポジウム講演では、先に引用した「疫学的関係式」に関する試案を示した。

筆者は雑草発生予測に関する「疫学的関係式」についてのより詳細な知識を得るため、1997年の冬、植調会館に千坂氏を訪ねた。そして、手渡していただいたのが別紙である。別紙の千坂試案は具体的な雑草発生予測法というより、発生予測法開発を志す者が自分自身で考えるためのヒントのようなものである。そこで、別紙を研究室に持ち帰り種々検討し、試行錯誤を重ねながら策定したのが以下に述べる手法(モデル)である。

雑草発生予測の経験式

を作るための試験（試案）

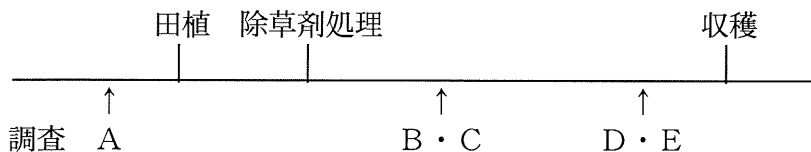
調査項目

- A 土壤中種子数：規格化された調査法で。
- B 除草剤処理 残草本数：残草はそのまま放置。
- C 除草剤無処理 雑草本数：小面積の無処理部，調査後除草。
- D 成熟期残草量：本数，乾重。
- E 成熟期生産種子数 M 気象要素 S 土壌要素

草種別に調査，ただし草種限定。

同一圃場で数年間継続。雑草発生量の異なる圃場で反復。

除草剤無処理部の簡便な水管理法の案出。



$A \cdot C \cdot (B/C) \cdot D$ の経年変化

A と C ; $A \cdot (C - B) \cdot E$ と次年 A ; D と E ; 次年 C

これらの関係から $\Rightarrow C = f(A)$ [実用性に問題]

$\Rightarrow$ 次年 $C = f(\text{前年の } A \cdot B \cdot C \cdot E)$

$\doteq f(\text{ " } C \cdot D)$

最終的に 1 枚の田で 次年 $C = f(\text{前年の } D)$

各地域・地帯で規格化された試験方法でデータ集積。

水稻成熟期にある程度の残草を許容することが前提。

2. 本研究の背景と目的

水稻作では効果的な除草剤の開発・普及とその適正な使用とによって，雑草の発生が極めて低い水準に抑えられている圃場が多数見受けられる。このような圃場では数年に一度，除草剤を使用しない年を設けることが可能で，また，そうすることが環境負荷軽減のために重要と考えられるが，生産者としては，雑草害を危惧してなかなか除草剤無使用には踏み切れないのが

現状である。そこで，個々の圃場において除草剤を使用しない場合の雑草の発生を事前に予測し，予測された雑草発生数が許容限界以上であれば除草剤を使用する，許容限界以下であれば使用しないとする手法の開発が急務である。圃場における雑草発生数を予測するには，その圃場の埋土雑草種子の種類と量を調べるのが最も確実とされている。しかしながら，埋土雑草種子の調査は時間と労力がかかり，とくに種子

あるいは幼植物の種類判別と計数は、専門家に頼らねばならないという制約がある。そこで、生産者自身が簡便に行える発生予測法を目指し、水稻収穫期の残草量(個体数と乾物重)から翌年の雑草発生数を予測する経験式を導こうとした。

3. 発生予測のための個体群動態モデル

図-1は除草剤を使用した水田圃場に一部、無除草剤区を設けた場合の雑草種子と個体数の年間動態モデルである。同図において長方形は状態変数を表し、具体的には埋土種子数、発生個体数、生産種子数であり、円は補助変数を表

し、具体的には埋土種子数や生産種子数に関する情報である。実線の矢印は物質(種子数や個体数)の流れ、破線の矢印は情報の流れ、矢印に添えたバルブ内の英小文字は変数の変化率を示すパラメータ(定数)である。なお、無除草剤区の雑草は定着個体数(CX)の調査後、結実前に全て除去することとしている。以下に述べるように、本モデルにおける11個のパラメータの値が全て求められれば、水稻収穫期残草量から翌年、除草剤を使用しなかった場合の雑草発生数が予測できる。

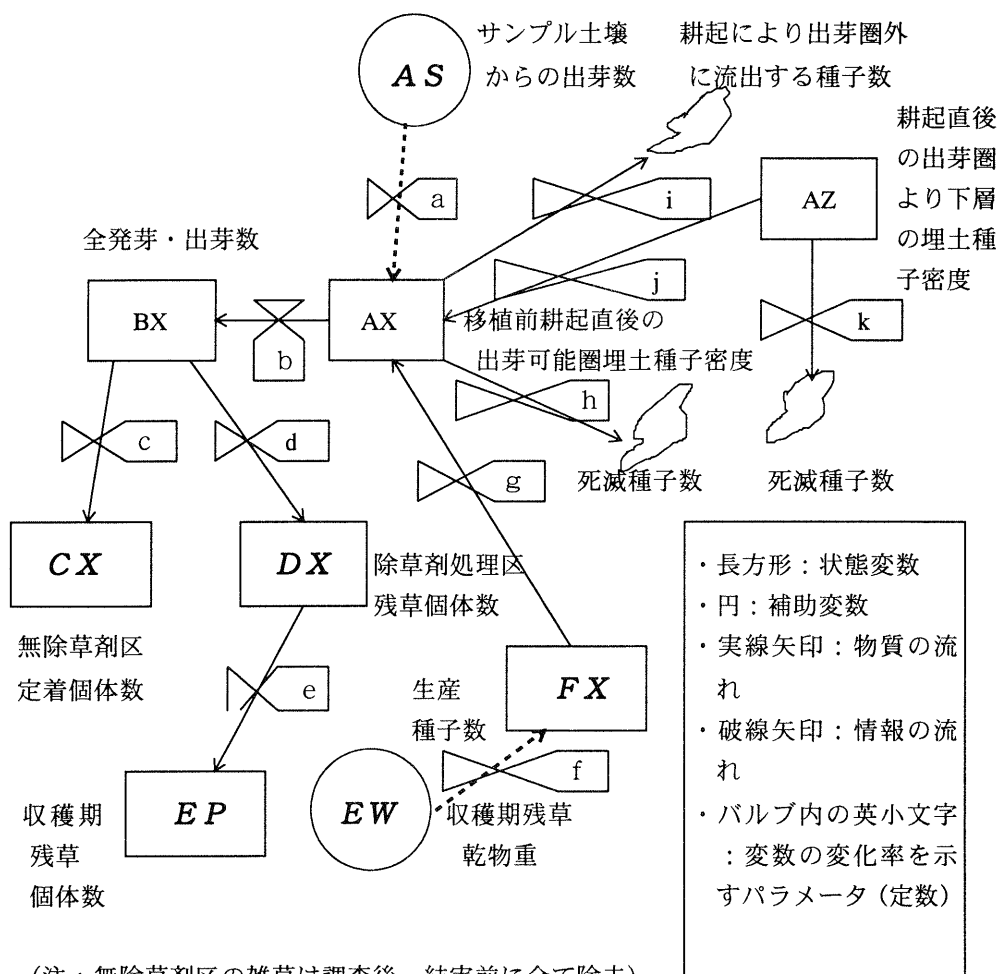


図-1 圃場における雑草の種子および発生個体の動態モデル

4. 図-1のパラメータ値を求めるための圃場試験

(1) 圃場試験の概要

試験は1998～2001年の4年間、中央農研谷和原水田圃場を2枚(Ⅳ圃場およびⅦ圃場)用いて行った。耕種概要は各年次、両圃場とも同じで、水稻(品種初星)の移植は5月上～中旬、収穫は9月上旬である。それぞれの圃場に除草剤処理区と小区画の無除草剤区を設け、除草剤処理区にはピラゾスルフロンエチル・メフェナセット1Kg粒剤0.25Kg/10a(基準量の1/4)を移植後1週間以内に散布し、無除草剤区は畦畔板で囲って除草剤の流入を防いだ。

(2) 埋土雑草種子数および発生雑草量の調査

対象雑草はコナギ、イヌホタルイ、ヒメタイヌビエに限定した。ただしⅣ圃場では、4年間ともヒメタイヌビエの発生はなかった。調査は図-1に斜体太字で示したAS, CX, DX, EP, EW, FXの6変数について行い、調査方法は4年間とも同一とした。すなわち、毎年4月下旬に、直径5.1cm、高さ5cmのコアで各圃場につき20点の土壌を採取し、ガラス室内でプラスチック容器に1.5cmの厚さに拡げ代掻き後、常時湛水状態を保ちながら各草種の出芽数を10月末日まで定期的に調べた。そして、各草種における発芽床m²当たりの出芽数をサンプル土壌からの出芽数(AS)とした。雑草量の調査は7月中旬と9

月上旬(水稻収穫直前)の2回行い、7月中旬調査は無除草剤区定着個体数(CX)と除草剤処理区残草個体数(DX)、9月上旬調査は、除草剤処理区における残草の個体数(EP)、乾物重g(EW)および生産種子数(FX)である。雑草抜き取り調査は50×50cmのコドラートによる4反復で行い、結果をm²当たりに換算して各変数の値とした。表1にコナギにおける6変数の2圃場、4年間の値を示す。

5. パラメータ値の求め方

図-1におけるa～kの11個のパラメータは、圃場および年次の違いに拘わらず、それぞれ同一の定数と仮定している。この点については議論の余地が残されているので後ほど考察することにして、ここでは仮定どおりに進める。すなわち、4.で実測した各変数間の関係をパラメータと組合せた式で表し、式の最適解が得られるようなパラメータ値をシンプレックス法を用いて決定する。シンプレックス法とは偏差の2乗和などをパラメータの目的関数と考え、目的関数の値を最大あるいは最小とするパラメータの値の組をコンピュータでいわば試行錯誤的に見つける方法である。以下では、コナギにおける実際の数値(表-1)を用い、パラメータ値を求める過程を説明する。

(1) パラメータc, dの値を求める

$$CX=c \times BX$$

従って

$$\ln(CX) = \ln(c) + \ln(BX) \quad ①$$

$$DX=d \times BX$$

従って

$$\ln(DX) = \ln(d) + \ln(BX) \quad ②$$

①式-②式を整理すると

$$\ln(CX) = \ln(c) - \ln(d) + \ln(DX) \quad ③$$

表-1 コナギにおける図-1に示す6変数の値

圃場	年次	AS	CX	DX	EP	EW(g)	FX
Ⅶ	1998	2775	1215	185	157	0.98	590
Ⅶ	1999	1590	682	93	81	2.04	1085
Ⅶ	2000	1700	590	115	97	1.51	799
Ⅶ	2001	570	489	36	30	2.55	1370
Ⅳ	1998	1005	515	67	55	1.32	860
Ⅳ	1999	500	351	30	27	1.89	1057
Ⅳ	2000	510	300	37	28	1.15	762
Ⅳ	2001	690	245	44	38	0.77	581

注) 変数の単位はいずれも1m²当たり

③式の関係に基づきシンプレックス法のプログラムでcとdの値を求める。筆者が利用しているのは、小林和彦博士（農業環境技術研究所）作成のパソコン用プログラムで、N88BASICで記述されたものである。このプログラムは大きく分けて三つの部分から構成されている。1番目の部分は“MAIN PROGRAM”で、ディメンジョン宣言やデータの読み込みなどを実行するプログラムである。2番目の部分は“シンプレックス法のSUBROUTIN”で、本プログラムの核である。3番目の部分は“FUNCTION SUBROUTIN”で、これにユーザがパラメータ値が未知の何らかの関数を与えると、“シンプレックス法のSUBROUTIN”によってシンプレックス操作を繰り返し、最適なパラメータ値を計算するプログラムである。文章による説明では分かりづらいので、以下にcおよびdの値を本シンプレックス法プログラムで求める際の“FUNCTION SUBROUTIN”を記述する。

```

5000 REM FUNCTION SUBROUTIN
5010 C=X(1) : D=X(2)
5020 SS=0
5030 FOR Z=1 TO TN0
5040     CX=D(Z,1)
5050     DX=D(Z,2)
5060     ESTY=LOG(C)-LOG(D)+LOG(DX)
5070     ESTV=ESTY
5080     REAL=LOG(CX)
5090     SS=SS+(REAL-ESTV)^2
5100 NEXT Z
5110 F=SS
5120 RETURN

```

プログラムでは予め、表-1に示した変数CXとDXの値の組（圃場2×年次4=8組）を読み込んで配列に納めてある。従って、5030行のTN0は8である。計算の結果、c=0.808、d=0.104と求

められた。

(2) パラメータa、bの値を求める

$$AX=a \times AS = CX \div c \div b$$

従って

$$\ln(a) + \ln(AS) = \ln(CX) - \ln(c) - \ln(b) \quad (4)$$

$$AX=a \times AS = DX \div d \div b$$

従って

$$\ln(a) + \ln(AS) = \ln(DX) - \ln(d) - \ln(b) \quad (5)$$

④式+⑤式を整理すると

$$\ln(AS) = 0.5 \times (\ln(CX) + \ln(DX) - \ln(c) - \ln(d)) - \ln(a) - \ln(b) \quad (6)$$

⑥式においてcとdの値は既知であるので、シンプレックス法での計算の際には、その数値を代入して実行する。計算の結果、a=0.854、b=0.739と求められた。

(3) パラメータe、fの値を求める。

$$EP=e \times DX \quad (7)$$

⑦式の関係を用いてシンプレックス法で計算して、e=0.848と求められた。

$$FX=f \times EW \quad (8)$$

⑧式を用いてシンプレックス法で計算して、f=565.5と求められた。

(4) 残りのパラメータg、h、i、j、kの値を求める

上記5個のパラメータ値の求め方はやや複雑である。図-1を参照しながら考え方を追って欲しい。まず、耕起操作が入らない場合の翌年のAXをAXp+1、当年のAXをAXn、同じくFXをFXnとする。すると図1から次の関係が得られる。

$$\begin{aligned} AX_{p+1} &= AX_n - (b \times AX_n) - (h \times AX_n) + (g \times FX_n) \\ &= (1-b-h) \times AX_n + (g \times FX_n) \end{aligned}$$

次に耕起操作が入った場合の翌年のAXをAXn+1、当年のAZをAZnとすると

$$\begin{aligned} AX_{n+1} &= AX_{p+1} - (i \times AX_{p+1}) + j \times (AZ_n - (k \times AZ_n)) \\ &= (1-i) \times ((1-b-h) \times AX_n + g \times FX_n) \end{aligned}$$

表-2 雑草の種子および発生個体の動態に関するパラメータ値

雑草名	パ ラ メ ー タ										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
コナギ	0.845	0.739	0.808	0.104	0.848	565.5	0.440	0.110	0.272	0.425	0.177
イヌホタルイ	0.596	0.526	0.889	0.286	0.458	160.7	0.688	0.387	0.408	0.018	0.132
ヒメタイヌビエ	0.599	0.610	0.976	0.059	0.056	106.9	0.505	0.228	0.708	0.866	0.258

注) 2圃場、連続4年間の試験結果から導いた。

$$+j \times (1-k) \times AZn \quad (9)$$

ここでAZnは、当年の耕起直後における出芽圏より下層の埋土種子密度を表す変数であるから、この値はAXnにほぼ等しいと考えられる。さらに、AXn=a×ASnである。そこで、これらの関係を⑨式に代入して整理すると

$$ASn+1 = (1-i) \times ((1-b-h) \times ASn + g \times FXn \div a) + j \times (1-k) \times ASn \quad (10)$$

ここで、aとbは既知であるのでシンプレックス法による計算の際にはそれらの数値を入れて実行する。計算の結果、g=0.440、h=0.110、i=0.272、j=0.425、k=0.177と求められた。

以上のコナギについて求めた11個のパラメータ値と、同様にして求めたイヌホタルイおよびヒメタイヌビエにおける各パラメータ値を表-2に示す。

6. 翌年の雑草発生数の予測

図-1に示した個体群動態モデルにおける11個のパラメータ値がすべて求まっていれば、無除草剤区を設けていない圃場でも、当年(n)の水稲収穫期残草量から、翌年(n+1)、除草剤を使用しなかった場合の雑草発生数(Y)が予測できる。引き続きコナギのケースで説明しよう。

すなわち、当年の出芽可能圏埋土種子密度(AXn)は、当年の収穫期残草個体数(EPn)から導かれる。

$$AXn = EPn \div (e \times d \times b) = EPn \div 0.065 \quad (11)$$

また、生産種子数(FXn)は、収穫期残草乾物重g(EWn)から導かれる。

$$FXn = f \times EWn = 565.5 \times EWn \quad (12)$$

すると、⑨、⑩式の関係から

$$AXn+1 = (1-i) \times ((1-b-h) \times AXn + g \times FXn) + j \times (1-k) \times AXn \quad (13)$$

$$= 0.460 \times AXn + 0.320 \times FXn \quad (14)$$

⑪、⑫式から

$$AXn+1 = 7.077 \times EPn + 180.96 \times EWn \quad (15)$$

最終目的である翌年(n+1)、除草剤を使用しなかった場合の雑草発生数(Y)は、図-1における翌年の無除草剤区定着個体数(CXn+1)に等しい。従って、次式から予測することができる。

$$Y = CXn+1 = b \times c \times AXn+1 \quad (16)$$

$$= 0.597 \times AXn+1$$

$$= 4.225 \times EPn + 108.03 \times EWn \quad (17)$$

例えばⅦ圃場において、1998年を当年(n)とすると、表-1からEPnは157/m²、EWnは0.98g/m²である。従って、対象としている翌年(n+1)、1999年におけるCXn+1の実測値は682/m²で、これに対し⑪式から計算した予測値は769/m²となる。

図-2には、コナギ、イヌホタルイ、ヒメタイヌビエの3草種について、⑪、⑫、⑬、⑯式に各パラメータの値(表-2)および当年の収穫期残草個体数(EPn)と残草乾物重g(EWn)の実測値を代入して予測した、翌年、除草剤を使用しなかった場合の発生数(Y=CXn+1)と、翌年

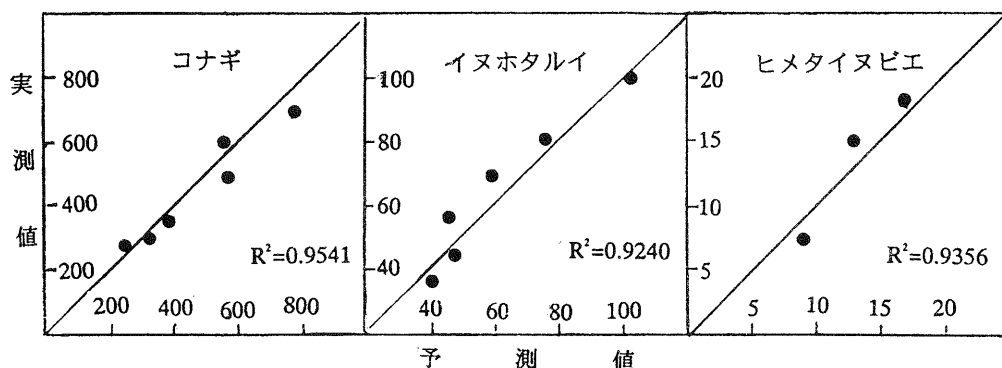


図-2 ⑪, ⑫, ⑬, ⑯式から予測した3種雑草の翌年発生数と実測値との比較 (本/m)

の無除草剤区定着個体数 (CX_{n+1}) の実測値とを対比して示した。

7. 本手法 (モデル) の妥当性

図-2における予測値と実測値との高い一致程度を見る限り、本手法 (モデル) の妥当性は検証されたかに思える。しかしながら、同図には大きな問題点がある。すなわち、1) 翌年発生数の予測式を導く過程では、上述のように11個のパラメータが必要であるが、これらパラメータの値は、2圃場、4年間における各6個の変数の実測値に基づき、それぞれの変数と変数との関係 (変化率) が、圃場、年次を通して一定であるとの仮定の下で、最適値をシンプレックス法によって求めたものである。2) 言い換えると、実測したそれぞれの変数と変数の関係を満足するようにパラメータの値を定めているので、このパラメータ値 (変化率) を用いて、ある変数の実測値から他の変数を予測した場合、予測値と実測値とがほとんど一致するのは当然である。3) 図-2では、実測した6個の変数から導いた11個のパラメータ値のうち、 a を除く10個のパラメータを n 年の変数 EP_n および EW_n の実測値と組合せ、翌年の雑草発生数 (CX_{n+1}) を予測し、変数 CX_{n+1} の実測値と比較している。

これまで述べてきたとおり、同図における実測値と予測値が良く一致することは、むしろ当たり前なのである。従って、この種のモデルの妥当性を検証するに当たっては、パラメータの値を導くために実施した試験とは切り離して、純粋にモデルの精度を検証するためだけの試験を組む必要があるが、ここではその種の試験は実施していない。

モデルによる予測値が実測値と合うか合わないかという議論は、いったんこの辺りで終わりとし、話を先に進めよう。次はモデルの構造や仮定の妥当性についてである。図-1に示すモデルの構造やそこでの仮定で最も問題となるのは、同図における $a \sim k$ の11個のパラメータを圃場や年次の違いを通して一定の定数と仮定している点である。なかでも特に、除草剤の効果を示すパラメータ d (全発芽・出芽数 BX から除草剤処理区残草個体数 DX への変化率) は、実際には土壌、気象、栽培管理などの諸条件によって大きく変動することが知られており、圃場、年次を通して一定と仮定することには無理があると、しばしば指摘されるところである。一方、筆者の試験では、圃場、年次を通して同一成分の除草剤を同一量 (基準量の1/4) 散布したこと、用いた2枚の圃場は同じ中央農研谷和原水

田圃場内にあり土壌条件や栽培管理条件がほぼ同じであったこと、試験を行った4年間の気象条件に大きな変動がなかったことなどから、結果はdを圃場、年次を通して一定とする仮定を概ね満足するものであった。なお、ここで除草剤の散布量を基準量の1/4としたのは、収穫期残草量がゼロとならないようにしたためである。しかしながら、本手法は当然、一般の生産圃場で適用されることを目指している。この場合、生産者が使用する除草剤の種類は、個人の違いや地帯・年次等の違いによって様々と想定される。また、散布量は剤の使用基準に則って決まってこよう。筆者の試験で求めたdの値は、あくまでもピラゾスルフロンエチル・メフェナセツト1Kg粒剤を散布量0.25Kg/10aで使用した場合の値である。従って現在の段階では、実際の生産現場に本手法をそのまま適用することは難しいのである。

8. むすびにかえて

長々と述べてきたあげくの結論が、「本手法は、現段階のままでは生産現場に適用するのは難しい」というのではあまりに申し訳ない。そこでここでは、本プロトタイプの手法を実用的な手法に発展させるための方策について考えてみたい。

本手法を現場に適用するに当たっては、まず、2つのステップを踏む必要がある。第1のステップは、図-1のモデルにおけるパラメータの値を求めるのに必要な変数を実測するための圃場試験である。この試験は各地域・地帯ごとに規格化された方法を用い、複数の圃場で2年以上連続して行う必要がある。試験を実施する主体は現場に近い研究機関か普及機関が適当であろう。ただし、得られたデータを基にシンプレ

ックス法によってパラメータの値を求める計算は、当面、筆者の研究室で実行することにする。第2のステップは、エンドユーザである生産者個々の圃場における本手法の適用である。この場合、生産者は通常管理条件で水稻を栽培すればよい。除草剤も任意に選択する。ただし、水稻収穫期にある程度の残草がないと翌年の雑草発生数が予測できないので、この点には留意が必要である。生産者は水稻収穫直前に、各圃場における草種別残草のm²当たり個体数と乾物重gを調べる。次に、これらの値をステップ1で導かれる⑩式に示すような単純に整理された式に代入し、翌年の各草種の発生数を予測する。そして、予測された雑草発生数が許容限界以上であれば翌年も除草剤を使用する、許容限界以下であれば使用しないとする意志決定をなす。

さて、本手法を実用的なものにする改良策であるが、二通りのやり方が考えられる。一つ目の方法はステップ2の改変である。ステップ2での問題は、パラメータdの値が使用する除草剤の種類や葉量で異なるため、収穫期残草個体数(EP)から出芽可能圏埋土種子密度(AX)が算出できないことである。そこで、パラメータdを用いなくてAXを算出する手段を講じればよい。すなわち図-1の関係から、1) $AX=a \times AS$ および 2) $AX=CX \div (c \times b)$ の2つの算出方法がある。しかしながら、1)は、「発芽法による埋土雑草種子密度の推定」という専門家にとっても面倒なテストを生産者自身に強いることになり、一方、2)では、生産圃場の中に「無除草剤区」を設けなくてはならない。これらはいずれも現実的な方法とは考えられない。従って、ステップ2の改変には今のところ無理がある。

二つ目の方法はステップ1の改良である。筆者の圃場試験では、パラメータdを圃場、年次

を通して一定の値とするため、除草剤は全ての試験において同一の剤を同一薬量で使用した。そして、このことが、剤や薬量が種々に異なるケースが想定される現場に対して、本手法を直ちに適用できない主要因となっている。そこで改良法では、まず、複数の圃場（5枚以上が望ましい）で2年間連続して、同一の剤を基準量で使用し、パラメータの値を求めるための試験をする。ただしこの場合、水稻収穫期にある程度の残草があることが前提である。この試験方法は、筆者の試験に準ずるものであるから、試験から求められるdも含めた11個のパラメータの値は、圃場、年次を通して一定と仮定できる。3年目は、剤の種類だけを変えるだけで、他の設計は前の2年と全く同一とした圃場試験を行う。除草剤は各地域、地帯で最も広く普及している剤をリストアップして、それぞれの試験圃場に割り当てる。すなわち、圃場を5反復（枚）で使用している場合は、5種類の剤が用いられることになる。散布薬量はそれぞれの剤の基準

量とするが、この場合にも収穫期に残草があるよう留意が必要である。この3年目の試験では、各圃場で無除草区定着個体数(CX)と除草剤処理区残草個体数(DX)だけを実測すればよい。それは、図-1におけるdを除く10個のパラメータの値は前の2年間の試験において決定しているからである。その結果、dの値は圃場ごとに、 $d=c \times DX \div CX$ から求められる。そして、ステップ2である現場での適用においては、生産者が使用した除草剤の種類と同一の剤か、あるいは非常に近い効果をもつ剤を使用した試験圃場で得られたdの値を用いて、翌年の雑草発生数を予測する。

以上のように本手法は現段階ではプロトタイプであり、直ちに現場に適用しうるものではないが、今後、改良を積み重ねることによって、実用性のある手法となるのもそう遠い将来のことではないと考えている。

この草はなんだろう? 手軽に調べたい。

三二雑草図鑑

—— 耕地雑草ハンドブック ——

A5判 本体2,200円(税別)

耕地には主要なものだけで150種を超える雑草が生えてきます。これら雑草の防除の第一歩は草を知ることです。本書は、農耕地や樹園地などによく見られる雑草397種を写真とともに紹介した、草を知るための野帳版雑草図鑑です。

原色図鑑 芽ばえとたね

浅野 貞夫／著

A4判 本体9,800円(税別)

芽ばえの姿はどうなんだろう。本書は、植物の芽ばえのようすを克明に表した精密図版と、種・成植物の写真による植物の一生図鑑です。成植物のみの図鑑と異なり、芽ばえのようすから紹介しているため、植生などの調査にたいへん役に立つとの声が寄せられています。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
Tel. 03-3833-1821 Fax. 03-3833-1665

千葉県における早期栽培水稻の 安定栽培法と生育調節剤の利用

千葉県農業総合研究センター 渡部富男

はじめに

千葉県での早期栽培は、長野県の荻原豊次氏が1940年代前半に考案した保温折衷苗代技術を契機に、1953年から導入が始まった。6年後の1958年には水稻作付け面積の55%, 55,000haに拡大した。その後、間もなく普通期栽培から早期栽培へほとんどが移行しているため、早期栽培への転換は約10年という極めて短期間に達成されたことになる。このように新しい技術が急速に普及した例は、千葉県の稲作では現在の機械移植栽培以外にはない^{2,5)}。

地球温暖化の影響や産地間競争の激化もあって、水稻の移植時期は全国的に早期化傾向にある。それに伴って、品質低下などの問題も指摘される例がみられ、それらの地域での生産安定に幾ばくかの参考になることを願って、千葉県での早期栽培水稻の生産安定と品質向上への取り組みを紹介する。

1. 千葉県における早期栽培水稻の作期

早期栽培導入当初は、5月中・下旬移植、9月上・中旬収穫で、それまでの普通期栽培より作期が約1か月早まった。また、後ほど詳述するが、移植時期の前進は、生育量の確保などで高い増収効果をもたらした。その結果、移植時期は年々早まり、現在では、4月中・下旬まで前進し、収穫が9月上旬で終了するような作期

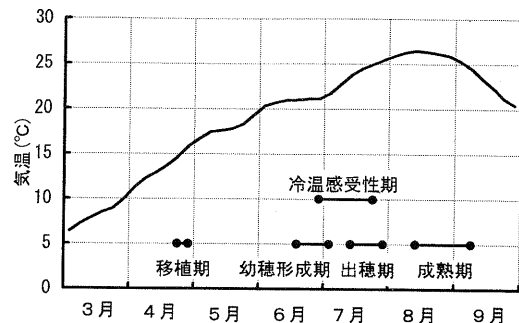


図-1 早期栽培水稻の生育ステージと日平均気温の推移

となっている^{5,6)} (図-1)。

このような作期の前進で千葉県の早期栽培の早生品種は、6月中旬～7月上旬が幼穂形成期、6月下旬～7月中旬が冷温感受性期に該当し、梅雨時の冷温で障害型冷害が発生するようになった^{3,15)}。

2. 早期栽培水稻導入のメリット

最大のメリットは収量・収益の増大であった。早期栽培が増加し始めた1954年から1958年までの5年間の県平均収量は、それまでの322kg/10aから385kg/10aとなり、約60kg/10aの向上になった。その後、早期栽培の普及拡大と多収の早生品種への転換に伴い、10年後の1964年には450kg/10aになって、早期栽培導入以前に比べて、130kg/10aの向上となった (図-2)。

当時は米不足時代で、1954年からの超早場米奨励金の制度導入と相俟って、収量増は農家経

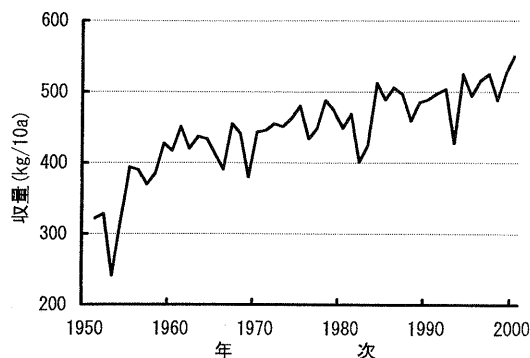


図-2 千葉県における10a当たり収量の推移

済に多大な恩恵をもたらした。これが短期間に技術導入された最大の要因である。

このような、増収をもたらした要因は、早植えによる生育量の確保、天水田での早害や台風や秋の長雨による風水害などの気象災害の回避、老朽化水田・湿田での秋落ちの回避、いもち病発生への減少、更には多収の早生品種導入などの相乗効果であった^{5,6)}。

3. 早期栽培水稻のデメリットと対応技術

最大のデメリットは早生品種での障害型冷害の発生であり、次いで、玄米千粒重及び品質の低下傾向があげられる。それらについて以下詳細を述べる。

(1) 障害型冷害

早生品種の冷温感受性期に該当する6月下旬

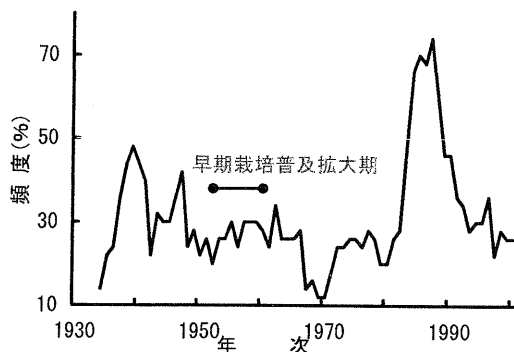


図-3 6月下旬の17℃以下の冷温出現頻度(5か年移動平均, 成東町)

の17℃以下の冷温出現頻度を5か年移動平均(図-3)でみると、早期栽培導入が進んだ1953年から1975年頃までは、気象的に非常に安定した時期で、早期栽培が短期間に普及した理由の一つでもある。ところが、1975年代後半に入ると気象は一転して変動が大きくなり、1976年、1980年、1982年、1983年、直近では1993年に早生品種を中心に障害型冷害が発生し、大きな被害を被っている^{3,15)}。

北海道、東北に深刻な冷害をもたらすのは、偏西風の蛇行等によって居座るオホーツク高気圧から吹き出す冷たい偏東風、いわゆるヤマセである。このヤマセの南端が時として千葉県にも到達し、障害型冷害の原因となっている。

千葉県の水稻早期栽培の宿命とも言える障害型冷害への対応は、温暖地であるが故に遅延型冷害の発生の心配が無く、しかも、穂いもちの発生する時期が梅雨明けに該当するため、いもち病大発生の懸念が少ないため、以下のような対応技術を採用している。

1) 耐冷性品種の導入

冷害対策は、耐冷性の強い品種の採用が基本である。千葉県では1976年以降に頻発した障害型冷害を契機に、耐冷性が極強と評価されている山形県育成の「はなの舞い」(採用年度1987年)、宮城県育成の「ひとめぼれ」(同1991年)、県単育成の「ふさおとめ」(同1997年)を奨励品種に採用し、耐冷性強のコシヒカリを加えると、ある程度の冷温には耐えうる品種構成になっている⁶⁾。

2) 植え付け早限の設定と生育診断による危険期の回避

冷害対策の実施に当たっては、冷害危険期の的確な把握が前提となる。そこで、県内のアメダス観測地点周辺に生育診断圃を設けて、各地

表-1 稚苗移植の品種・地域別播種・植え付け時期の早限

品種名	地 域			
	安房・東京湾岸南部		その他の地域	
	播種	植え付け	播種	植え付け
はなの舞い	3月20日	4月15日	3月25日	4月20日
ふさおとめ	"	"	"	"
ひとめぼれ	"	"	"	"
コシヒカリ	"	"	"	"
ツキミモチ	"	"	"	"
初 星	4月5日	4月25日	4月10日	5月1日
ヒメノモチ	"	"	"	"

域の農業改良普及員を中心に、定期的に生育調査を実施している。アメダスデータとその生育診断圃データから生育予測メッシュ図を作成し、冷害危険期を的確に把握している⁶⁾。

過去の冷害の実態調査から、6月25日～7月15日に冷温感受性期を迎えたイネに冷害の発生頻度が高い。そのため、この時期に冷温感受性期に達するような早植は避ける必要があるとの判断から、品種・地域毎に播種・植え付け時期の早限を定めている⁶⁾ (表-1)。

3) 基肥、穂肥の施用法

冷温襲来時の気象条件で、1982年は日照時間が平年に比べて30%も多い冷害年で、逆に1983年はそれが40%も少ない冷害年であった (表-2)。このように両極端な条件下で、基肥窒素施用量が障害不稔発生に及ぼす影響を調べた (図-4)。

その結果、基肥窒素施用量の増加に伴い、両

年とも不稔歩合が高くなる傾向がみられ、日照時間の多い冷害年で、その傾向が強いことが認められた。

基肥窒素施用量と精玄米収量との関係 (図-5) をみると、日照時間の多い冷害年では、基肥窒素施用量の増加に伴い、収量は一回帰直線で示されるような低

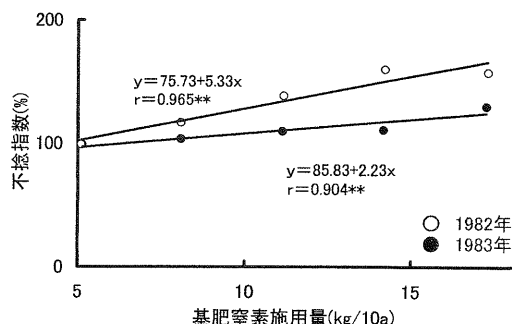


図-4 基肥窒素施用量と不稔指数の関係
不稔指数は基肥窒素施用量5kg/10aを100として求めた。

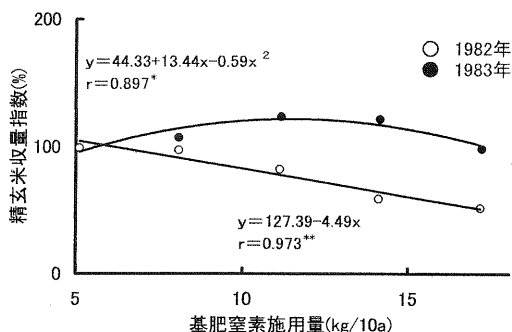


図-5 基肥窒素施用量と精玄米収量指数の関係
精玄米収量指数は基肥窒素施用量5kg/10aを100として求めた

表-2 冷温襲来時の気象条件

年度	幼穂形成期～出穂期 ¹⁾			冷温期間 ²⁾	
	積算日照時 (時間)	比率 (%)	冷却度 (℃・日)	日照時間 (時間/日)	冷却度 ³⁾ (℃・日)
平年値 ⁴⁾	108.9	100	0.0	...	...
1982	144.2	132	15.8	5.2	14.3
1983	88.9	81.6	22.9	3.1	16.4

注1) 幼穂形成期、出穂期：1982年は6月12日、7月6日、1983年は6月19日、7月13日。

2) 冷温期間：1982年は6月21日～7月3日、1983年は6月27日～7月1日と7月7日～13日。

3) 冷却度(Q) = $\sum (20 - T)$ 、T：日平均気温(℃)。

4) 1974～1983年の平均値。

下傾向を示した。これに対して、日照時間の少ない冷害年では、二次回帰曲線となり、基肥窒素施用量がある程度多い場合に、収量が高まることが認められた。このように、基肥窒素施用量と障害不稔の関係には、冷温襲来時の日照条件が大きく関与していることが明らかとなった。

この要因を明らかにするため、群落内の日射を検討した結果 (図-6)、

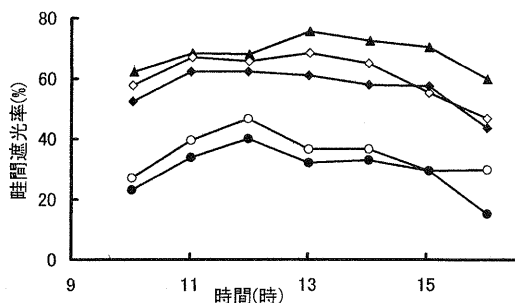


図-6 基肥窒素施用量と田面上15cmの畦間遮光率の関係
(1982年6月29日)

基肥窒素量 ●:5 ○:8 ◆:14 ▲:17kg/10a

田面上15cmの畦間遮光率は基肥窒素量が8kg/10aを境に、基肥窒素量が多くなると、受光態勢の悪化で遮光率が高くなった。これに伴い、幼穂が存在する近辺の温度上昇を妨げるだけでなく、水温、地温の上昇も妨げていることが確認され、障害不稔の増加が受光態勢の悪化によると判断された。

このような受光態勢と障害不稔の関係から穂肥施用について考えると、穂肥の施用時期は既に葉面積もほとんど確定した時期で、窒素成分量3kg/10aに同量の加里もしくはリン酸を加えて、冷温時でも出穂期前25~20日に施用することで、籾数が増加して収量が高まることを確かめた^{6,9,11,12,13,14}。

以上のことから、日照不足を伴う冷害が圧倒的に多い千葉県では、不稔歩合が多少増加することを懸念して施肥窒素量を減らすより、施肥基準どおり施用して、必要籾数を確保して、最終的な収量を高めるという現実的な施肥法を指導をしている。

4) 幼穂を覆う程度の深水灌漑

有効な応急対策である深水灌漑法で、水面上にある幼穂の保温効果を検討した結果、無風の場合を除いて期待できないことが明らかになった(データ省略)。したがって、深水灌漑を効果的に行うため

には、幼穂を覆う程度の水深とすることが必要である¹⁰⁾。

5) 生育調節剤の利用

① ヒドロキシソキサゾール液剤

障害不稔を軽減させるための生育調節剤利用の検討は、植物調節剤研究協会を通じて、1970年代後半に寒冷地を中心に精力的に検討された。その中で、軽減効果が認められた薬剤にヒドロキシソキサゾール液剤(商品名:タチガレン液剤)がある。

1978~1982年の5か年間、本剤の500倍液を出穂期前15日に、10a当たり100%処理を検討した結果、出穂期前10日より10~15℃、3~5日間の冷温処理した場合、不稔籾歩合と屑籾歩合が低下して、完全籾歩合が約10%向上して、6%の被害軽減が認められた¹⁵⁾(データ省略)。

② 倒伏軽減剤

深水灌漑での有効な湛水深は短稈品種のハヤヒカリでも20cm程度を必要とするため、深水灌漑を実施するには用水量の確保と畦畔の整備がネックとなっている。そのため冷温感受性期の幼穂の地上高をできるだけ低く抑える必要がある。そこで、倒伏軽減剤の処理を検討した。その結果、必要とする湛水深が最も低く抑えられたのはイナベンフィド粒剤(商品名:セリタード粒剤)で、無処理に対して6cm、パクロブトラゾール粒剤(商品名:スマレクト粒剤)は4cm、ウニコナゾール粒剤(商品名:ロミカ粒剤)は3cmであった(表-3)。ただし、出穂期に近い処理時期のパクロブトラゾール粒剤、ウニ

表-3 生育調節剤処理と深水灌漑法における必要な湛水深(cm)

試験区	冷温感受性期の穎花保温割合(%)					
	100	90	80	70	60	50
無処理	24.6	23.6	22.5	21.5	20.5	19.5
イナベンフィド	18.7	17.7	16.8	15.9	14.9	14.0
ウニコナゾール	21.6	20.7	19.7	18.8	17.8	16.9
パクロブトラゾール	20.2	19.2	18.2	17.3	16.3	15.3

コナゾール粒剤は玄米収量にマイナス作用がみられたため、実用的にはイナベンフィド粒剤の使用が望ましいと判断された。

(2) 玄米千粒重及び品質の低下傾向

早期栽培では、玄米千粒重が他の地域に比べて、同一品種で1~1.5g軽くなる傾向がみられる。その要因としては、幼穂形成期が日照時間の少ない梅雨の最中に当たり、低温寡照年には光合成産物の蓄積が少なく、また、籾殻のサイズが小さくなることが考えられる。更に、登熟期が高温多照に経過するので、登熟日数が33~40日と短いことも影響していると考えられる。

また、品種によって品質低下傾向が著しい場合があり、特に問題になっているのが「初星」である。「初星」は、良食味と玄米千粒重が大きく、早期栽培での玄米小粒化傾向に対応した品種としての期待が大きかった。しかし、気象条件によって未熟粒（主として乳白粒）が多くなり、品質が極端に低下する。その要因は、出穂期前の蓄積デンプン量に比べて籾数が多い場合に、出穂後の日照不足や極端な高温による登熟障害で発生することが明らかとなった⁴⁾。

玄米千粒重や品質の低下への対応として、次の2つの技術を開発・普及させている。

1) 大粒・高品質の品種育成と普及

耐冷性が強く、玄米千粒重が22g前後と大粒

で、しかも品質的にも安定した宮城県古川農業試験場育成の「ひとめぼれ」や千葉県農業総合研究センター育成の「ふさおとめ」の奨励品種採用は本県の早期栽培水稻の品質安定に著しく貢献した。

「ふさおとめ」は千葉県の早期栽培水稻が抱える二大問題点、早生品種の障害型冷害と小粒・品質低下の解決を目的に育成された品種である。

「ふさおとめ」は「東北143号」（後のひとめぼれ）を母、「越南146号」（後のハナエチゼン）を父として1990年に交配を行った。翌年、F1の葯培養を採用したことや、育種目標を明確にして選抜を行ったことで、水稻育種では異例のスピード、交配後僅か6年で品種登録申請にこぎつけた。

「ふさおとめ」は「はなの舞い」並の早生品種で、短稈・偏穂数型で、初期生育が確保し易く、耐冷性は「はなの舞い」や「ひとめぼれ」に匹敵する極強である。また、玄米千粒重は22~23gと「コシヒカリ」よりは1g~1.5g重い大粒で、高温下での登熟でも品質低下が少なく、食味も「はなの舞い」よりは明らかに向上しており、「コシヒカリ」並である^{16,17,18)}（表-4）。

2) 施肥及び水管理技術の開発と普及

千葉県の水田は標高差が小さく、土壌類型を

表-4 「ふさおとめ」の特性概要

施肥 条件	品種名	出穂期 (月・日)	成熟期 (月・日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	倒伏 程度	病害発生程度		精玄米重 (kg/10a) (同比率)	玄米 千粒重 (g)	玄米 外観 品質	食味	耐 冷 性
								穂い もち	紋枯 病					
少肥	ふさおとめ	7・23	8・25	77	18.4	453	2.3	0.8	1.5	582(102)	22.3	3.0	-	-
	はなの舞い	7・22	8・24	87	18.7	393	1.5	1.0	1.0	568(100)	20.8	4.0	-	-
	コシヒカリ	8・1	9・9	95	19.0	406	3.8	2.0	2.0	571(101)	21.1	4.5	-	-
多肥	ふさおとめ	8・23	9・25	79	18.0	501	2.8	0.8	2.5	591(99)	22.1	3.5	2.0	極強
	はなの舞い	7・22	8・25	91	18.1	417	1.8	0.3	2.0	594(100)	20.8	3.5	3.0	極強
	コシヒカリ	8・2	9・9	98	18.9	449	4.5	1.0	1.5	563(95)	20.7	4.0	2.0	強

播種期：4月11日、移植期：5月1日。平成6~7年の平均値。少肥：基肥窒素3kg/10a、多肥：基肥窒素6kg/10a。穂肥窒素はいずれも3kg/10a。病害発生程度、倒伏程度は0(無)~5(甚)で示した。

表－5 各地域における品種別目標収量及び目標穂数

品種	耐倒伏性	地域区分	目標収量 (kg/10a)	目標穂数 (本/m)
はなの舞い 初 星	強	I 利根東部 III北総東部 V九十九里	570～600	はなの舞い 450～480 初 星 480～580
		II利根西部 IV北総西部 VI内湾		
		VII房総南部	550～630	
		V九十九里	580～630	
ふさおとめ ひとめぼれ	中	I 利根東部 III北総東部 V九十九里	570～600	ふさおとめ 440～500 ひとめぼれ 410～440
		II利根西部 IV北総西部 VI内湾	550～580	
		VII房総南部		
		V九十九里	580～630	
コシヒカリ	弱	I 利根東部 III北総東部 V九十九里	530～580	コシヒカリ 400～450
		II利根西部 IV北総西部 VI内湾	520～560	
		VII房総南部		
		V九十九里	570～600	

表－6 コシヒカリの施肥基準（三要素） 抜粋(kg/10a)

乾湿別	土性	窒素				リン酸			
		基肥	穂肥	実肥	合計	基肥	基肥	穂肥	合計
湿田	砂質	3	3～4	0～1	6～8	7～9	7	3	10
	壤質	2～3	3	0	5～6	8～11	7	3	10
	粘質・房総南部	1～2	2	0	3～4	6～8	6	3	9
	その他	2～3	3	0	5～6	6～8	6～7	2～3	8～10
半湿田	砂質	3	3～4	0～1	6～8	7～9	7～9	3	10～11
	壤質	2～3	3	0	5～6	7～9	7～9	3	10～11
	粘質	2～3	2～3	0	4～6	6～8	6～7	2～3	8～10

基本に5タイプに集約整理できる。また、稲作期間の積算日平均気温の地域差は、県の南北で約120℃で、生育ステージに1週間程度の違いはあるが、生育相

の地域差は非常に小さい特徴がある。この特徴を捉えて、最適窒素保有量に基づく施肥基準策定法を開発した⁸⁾。

その基本は一定の（品質の）収量を得るには品種によって生育時期別に一定の生育相があり、それに応じて最適窒素保有量が存在する。施肥窒素量は最適窒素保有量から地力窒素供給量を差し引いた値となる。この手法で1980年に千葉県の水稲施肥基準が策定され、現在も一部改訂して普及現場で利用されている。

施肥基準の前提として、品種・地域毎に、目

表－7 初星の穂肥施用適期の診断基準

群落葉色値×m ² 当たり茎数	穂肥の施用適期
2100以下	出穂前25日頃（主稈幼穂長：1～2mm）
2200～2800	出穂前20～18日（主稈幼穂長：5～10mm）
2800以上	出穂前10日頃（止め葉幼耳間長：±0cm）

標収量、目標穂数を設定し（表－5）、それに対応した基肥及び穂肥施用量を指導している（表－6）。

これに基づいて栽培を行うことで、過剰籾数を防ぎ¹⁾、倒伏が少なく、玄米千粒重が大きく、品質の安定した米生産が可能となっている。

「初星」の品質低下対策として、m²当たり籾数を適正に保つため、穂肥施用適期の生育診断基準を策定・指導している（表－7）。また、コシヒカリについても倒伏防止を主体に同様の対応をしている^{4,6)}。

玄米千粒重、品質に与えるもう一つの大きな要因として、登熟期間の水管理がある。千葉県の場合、湿田・半湿田が多く、現場では収穫作業に備えて、早期落水の傾向があった。現在は、出穂後25日間は必ず間断灌漑を実施し、粒の肥大を促すように指導している。

3) 病害虫の適正防除

「初星」、「ふさおとめ」で発生の多い紋枯病や激発の危険は低いとはいえ、依然として主要病害であるいもち病などの病害や、斑点米に主要因となっているカメムシ類などの病害虫は防除基準に基づいて適正防除の励行を強く指導している。

4) 生育調節剤の利用

イナベンフィド粒剤処理と障害型冷害との関係を検討した中で、本剤処理は根の活力の向上、上位3葉の葉身長短縮による群落内受光量の増大が認められた。そのことによって、障害不稔が3～5%軽減されるとともに、玄米粒厚の厚い粒が多くなって、玄米千粒重が重くなった¹⁵⁾ (データ省略)。

なお、消費者から農薬削減を強く求められている現状では、玄米の大粒化を目的した使用は不向きであるが、充実の良い優良種子の生産場面での使用を奨励している。

4. 近年の収量・品質の安定

最近の平均反収及び検査等級比率の推移(図7～8)によると、平均反収は冷害年であった1993年を除くと、ほぼ500kg水準で安定している。また、玄米の一等米比率は、80%以下を記録したのは、1988, 1991, 1994年で、原因は高温、低温寡照、倒伏による品質低下であった。

異常高温等で全国的に品質低下が問題となった1999年は、千葉県では平均反収は過去最高で、

一等米比率も83%とほぼ平年並みを維持できた数少ない例である⁷⁾。

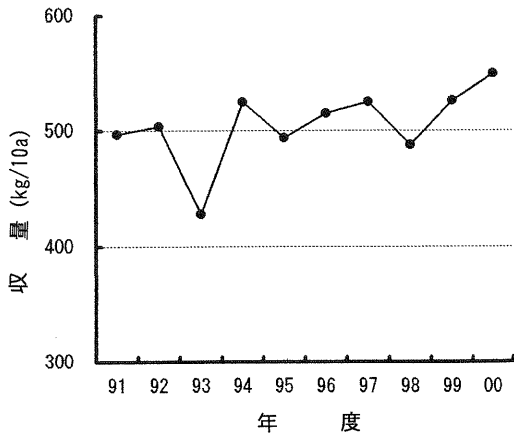


図-7 10a当り収量の推移

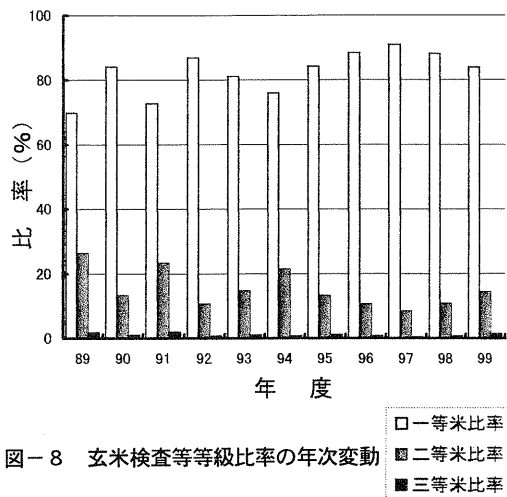


図-8 玄米検査等級比率の年次変動

おわりに

近年の温暖化現象で、千葉県での障害型冷害発生の危険は失せたような感がある。ところが、米過剰による産地間競争の激化で、今まで以上に早い出荷が望まれるようになってきている。それに応じて、一部地域では植え付け早限を超える4月上旬移植も散見されるようになってきて、障害型冷害への警戒を緩めることは出来ない。

また、関東以北の地域では移植時期の前進や温暖化の影響もあって、登熟期間の高温による

品質低下や思わぬ減収に直面する例も見られるようになってきた。千葉県における早期栽培での良質米安定生産への取り組みは、これら地域でも参考になる部分があるのではないかと、ここに紹介した次第である。

なお、本文中でもふれたが、減農薬・減化学肥料あるいは有機栽培などへの期待が大きい現状で、米の高品質・安定栽培に寄与できる生育調節剤の処理を声高にいえる状況にはない。しかし、いつ何時天候不順におそわれ、米の不安定生産を強いられる事態になるかも知れない。研究者は常に色々な状況に対処できる技術開発を怠ってはならない。生育調節剤にはまだまだ未知の力を秘めたものがあるかも知れない。今後の探索に期待したい。

参考文献

- 1) 川口祐男他(1995): 北陸作物学会報30: 53~54.
- 2) 林政衛(1961): 稲の早期栽培と早植栽培. 養賢堂, 東京. 18~71.
- 3) 武市義雄他(1978): 千葉農試研報 19: 169~179.
- 4) 千葉県(1984): 成果普及情報: 稲・栽培部門.
- 5) 千葉県(1986): 千葉県稲作誌, 226~236.
- 6) 千葉県(1996): 稲作標準技術体系. 1~327.
- 7) 寺島一男(2001): 日作紀 70: 449~458.
- 8) 深山政治(1988): 千葉農試特別研報 25: 1~92.
- 9) 渡部富男他(1979): 千葉農試研報 20: 133~137.
- 10) 渡部富男他(1980): 千葉農試研報 21: 85~91.
- 11) 渡部富男他(1981): 千葉農試研報 22: 71~77.
- 12) 渡部富男他(1991): 日作紀 60: 225~233.
- 13) 渡部富男他(1991): 日作紀 60: 355~364.
- 14) 渡部富男他(1993): 日作紀 62: 53~59.
- 15) 渡部富男(1994): 千葉農試特別研報 25: 1~90.
- 16) 渡部富男他(1996): 育雑 46 (別2): 300.
- 17) 渡部富男他(1998): 千葉農試研報 33: 15~25.
- 18) 渡部富男他(2000): 日作紀 69: 500~509.

日本帰化植物写真図鑑

清水矩宏・森田弘彦・廣田伸七／編著 B6判 548頁 本体価格4,300円

●帰化植物630余種を1,700余点のカラー写真で紹介。飼料作物畑の雑草害と対策も解説

全国農村教育協会
http://www.zennokyo.co.jp

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
TEL03-3833-1821 FAX03-3833-1665

無農薬で農業・環境は救えるか

宇都宮大学名誉教授 近内誠登

「無農薬の悲劇」と題して小稿を書いてから久しいが、食料の外国依存が高まるにつれて農薬の規制が一段と高まっている。国際競争力の名のもとに農産物の低価格化が余儀なくされるなか、後継者不足、労働力不足が深刻化している現状にもかかわらず、なぜ農業だけが非効率・低生産性であった前時代に戻らなければならないのか、なぜ農業は科学の恩恵から遠くに位置付けられなければならないのか、大きな矛盾を感じる。

一般に、問題が起これば、規制や蓋をすればといった逃避的政策ではなく、それに代わる手段を提供する術が為されるべきである。それが産業を守る任にある関係諸機関の仕事であって、代替手段を提示しないまま規制や中止勧告によって以前の姿に戻すだけの業務ならば、産業の低滞はさけられないであろう。

いまさら云うまでもないが、農業積年の難題を解決したはずの、また新たに解決すべく対応している農薬が、諸悪の根源としてとらえられる姿は、とりもなおさず我が国の満たされた潤沢な食糧事情にあるが、世界に眼を移して、8億を超える飢餓に苦しむ人々の目には、この状況はどのように映るだろうか、困ったことに、農薬は安全だといっても安心できないとする猜疑心は、物事をマイナス面のみで判断するもので、そうだとすれば全ての分野で科学の恩恵に

浴する資格はない。観念論が正当化され、現実論が否定される現象は、地についた生活ができなくなった民族の姿としか言いようがない。

自然再生と外来雑草

最近話題になっていることは、「生態系・生物多様性の保全」や「自然再生」で、自然環境を昔の姿に取り戻し、絶滅危惧種を救うことが主たる目標のようである。

2003年12月には「自然再生推進法」が制定され、本格的な運動が始まろうとしている。人間と自然の共生社会を形成しようという試みで、大いに結構なことである。

しかしながら、問題は自然というものが、そう簡単に人間の思うように変わるかどうかである。長い年月にわたって人為的・自然的に遷移してきた膨大な空間を、人間の思うように昔の植生空間に戻せるだろうか。極く一部を点として戻すことは可能であっても、面として広げることは至難の業であろう。

植生遷移の著しい分野は河川流域である。これは土木工学事業、ダム建設、法面への外来植生（牧草など）の導入が大きく係わっている。これら外来雑草がわが国固有の河畔植生を席卷してしまったのである。つまり、もとの姿に戻すには強害雑草の除去以外には方法はない。一部の団体により、これを人力をもって行おうと

する動きがあるが、果たして出来るものなのだろうか。極く小面積では可能であったとしても、広域にわたる回復は不可能であろう。土壌残留性のない優れた除草剤があり、土壌を攪乱せず根絶できる資材の利用なくして目的の達成は到底無理である。

植物生態学の専門家である鷺谷教授は自らの活動を通し、「草を抜く」仕事を作ることは重要な契機であるとして、除草ボランティアの活動による雇用創出と同時に、人力による自然修復を強調されている（雑草学会第42回大会特別講演）が、それもひとつの方法ではあると考え全てを否定するものではない。しかし自然の修復という掛け声は尊重できるとしても、論点となるのは、これに対応可能な「草取り労働」という行動を起こす人が何人いるか、この活動がどこまで持続性を有するかである。さらにもう一つの論点として、単に人力による方法でありさえすれば、化学的除草法に較べ自然界もしくは環境に対する負荷が小さいと判断できるのだろうか。少なくともこのことについて、今の日本の現状を背景とし、科学的な実証を通して、改めて考え直してみる必要があるのではないだろうか。

植生の遷移は、気象条件の変化によるばかりでなく、効率化を目的に自然環境に手を加えてきた国土交通省（旧建設省）、農林水産省が深くかかわっている。自然再生推進法を施行するに当たって、その仕事を民間だけに任せることなく、国としても具体的に取り組んで行くことを要望したい。そのなかで最も基本となる仕事は、侵入雑草の効率的な排除である。それは耕地における雑草防除と全く同じ手法に対処する以外に方法はない。つまり化学的除草法の応用なくして、広大な面積の修復は不可能である。

すなわち有害雑草へのスポット処理等の化学的な技術は、土壌を悪変することなく、人力除草では為し得ない雑草の伸長抑制、根絶、出穂防止等を可能にしようとしているからである。

外来雑草、アレチウリの猛威

さきに、栃木県那須地方の牧草地でキハマスゲ（シヨクヨウガヤツリ）が発生し、大きな問題となっていることを紹介した。10年経った今でも増え続け、毎年1 haあたり4万円の除草剤費を使っているが、増殖は止まらない。この雑草の侵入は北米からの輸入干草に混入する種子によるものであることがわかった。現地を観察して畔1本隔てた牧草地（飼料用トウモロコシ）には全く発生していない奇妙な光景を見た。つまり、播種後土壌処理剤を用いた畑ではキハマスゲの発生が全くみられないが、これを使わなかった農家では大発生し、茎葉処理剤を用いても絶えることなく増え続けているのである。この雑草は多年生で、いったん発生すると無数の塊茎をつくり、絶えることなく増殖を続けることになる。これが「無農薬の悲劇」を本誌に連載するきっかけとなった。

外来雑草の繁茂には目を覆うものがあるが、そのなかで最近の大きな問題となっているアレチウリについて紹介してみたい。

現地は、長野県東部の千曲川流域で、この地域は美しい河畔林とコムラサキ蝶の棲息地として親しまれてきた。ここでアレチウリが大発生して河畔林が枯死し続けているのである。その対策に国の出先機関や県が頭を痛めており、民間の応援を得たいとのことで、日産緑化㈱に随行して何回か現地を訪れた。

1994年には1 ha程度であったものが、2000年には163 haまで拡大してしまっていた。アレチ



写真 木に登りはじめたアレチウリ(千曲川河畔)

ウリは10数mに達するツル性の1年生植物で、各節から数本の巻きひげを出し、すべての植物に登攀し、覆いつくす独特の秘密兵器を持っている。その被害はアカシアをはじめ、コムラサキ蝶の生息植物まで危機にさらされている。植物が植物を枯らすというなんとも恐ろしい限りである。

アレチウリは北米原産で、わが国では1952年に清水港付近で確認され、全国に広まった。輸入ダイズに混入して持ち込まれたものである。千曲川流域に大発生した理由は、この地域が大陸的気候にきわめて似ていること、種子が流水で運ばれるためと思われる。

ツル性の植物には、クズ、カナムグラ、ヤブカラシなどがあるが、ツルの長さとの植物への登攀力でアレチウリに敵うものはない。それは在来のツル性植物にはない巻きつき秘密兵器のなせるわざである。

現地では、その防除対策に腐心しており、夏季最盛期にボランティアを募り、1日だけ抜き取りを行っているが、全くの焼け石に水である。

そこでわれわれは、管理区域関係者の立会のもと、グリホサート剤の散布を試み、部分処理で完全枯殺の効果をあげ、関係者からも高い評価をえた。そこで地元(国、県、大学)の関係者による適用性の検討を行った。しかし、残念

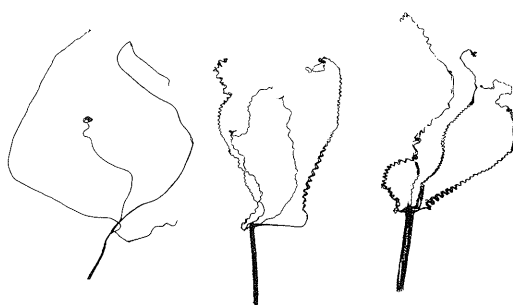


図 アレチウリの巻きひげ(左:初期, 右:中後期)

ながら農薬嫌いのごく一部の声で頓挫してしまった。病人を前にして、注射は絶対反対として見殺しにする姿に映った。

反対者の対策をうかがえば、外来雑草はいつかは消滅するはずだし、生態を十分に調査して生態的防除で対応すべきであるとの答が返ってきた。河畔林をどのように守るかは議論にのぼらず、生態的防除なるものが存在するのか、もしあったとして何年先になるのか、その間アレチウリは河畔林を席卷し続けることになるだろう。その姿を次世代に残してよいのだろうか。ある宗教信者の子供が、交通事故に遭い、医者への応急措置を拒みつづけて死亡したが、信心していたため即死しないですんだと満足した親の姿に似ている。

輸入農産物と農業

昨年は輸入農産物の農薬検出騒ぎが相次いだ。ホウレンソウ、ダイズのクロロピリホス、養殖エビの抗生物質オキシテトラサイクリンなど。日本政府は中国にたいして、輸入規制の通告をしたところ、日本の残留規制は厳しく不当であるとの反発を招いた。おおよそ一つの主権国家が定める基準について、自国にとって不利であるからこれを非難し、修正を求めることは主権侵害である。その後改善を表明しているが。

農産物を外国にたよる場合の懸念は、どのような農薬をどのような基準で使っているかが全く不明な点である。わが国では農薬残留について食品衛生法で厳しく規制されている。

作物に残らないようにするために、農林水産省、厚生労働省、環境省が係わって使用基準が策定されている。現代の科学の享受はすべて一定の基準の枠組みで進められているもので、これによってすべての製品の安全と安心が保障されているのである。農薬も論外ではない。

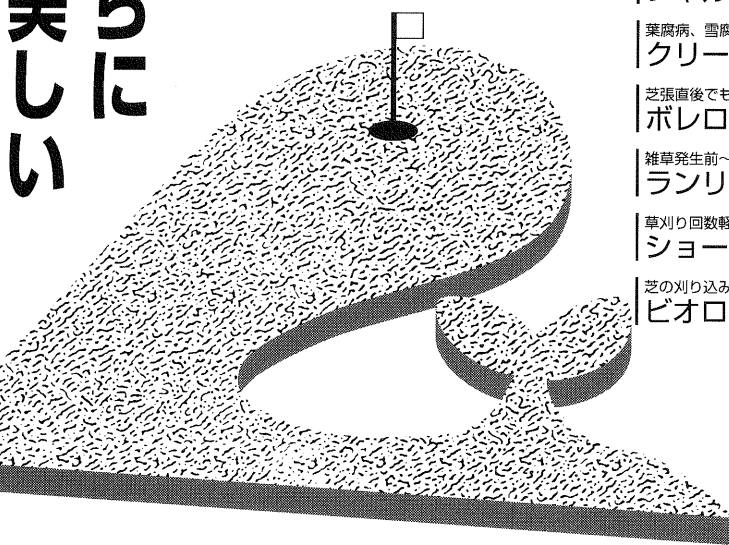
不思議なことに、わが国では農薬の安全使用や残留以前に、農薬そのものの使用を認めないとする風潮が強い。多くの科学技術には、いたって穏便なのに、植物保護剤だけを認めないとする陰には、それを必要とする人口5%未満の現場の農家にたいして、必要としない95%以上

の層に支えられているためかもしれない。しかし、生産現場の実情を理解する姿勢なくして、一国のバランスのとれた発展を期待することはむずかしいであろう。

農薬（表現が悪ければ植物保護剤とすればよい）は、農業生産の安定と過重労働力の軽減のために開発されたものである。いい換えれば日本の農業を守り、環境を守る資材にもつながっている。

いま、多くの産業が低労賃を求め開発途上国に移転しているが、そのベースを絶対外国に移せない産業がある。それは農業である。農業はその国の民族が発展してきた礎であり、生産者、消費者が協力して守っていかなければならない。その姿を世界の範として示す時期でもであろう。

さらに
美しい
コース造りのために。



広範囲の葉枯病、葉腐病他にバシッと効く
バシパッチ®水和剤

葉腐病、雪腐小粒菌核病他に
シャルマット®水和剤

葉腐病、雪腐小粒菌核病他に
クリーニングラス®水和剤

芝張直後でもメヒシバ、カタビラを防除
ボレロン90乳剤

雑草発生前～生育初期までしっかり防除
ランリード®C乳剤

草刈り回数軽減と刈り草量の減少
ショートキープ液剤

芝の刈り込み軽減剤で、省力的管理を実現
ピオロックフロアブル



株式会社 理研グリーン

東京都台東区上野2-12-20 TEL.03-3833-6321(代) クミアイ化学工業(株)・イハラケミカル工業(株)

新登録薬剤紹介

ピリフタリド (NOJ-100)

シンジェンタ ジャパン(株)開発本部 森島靖雄

1. はじめに

＜開発の経緯＞

ピリフタリド (pyriftalid, 委託試験コード : NOJ-100) は, Ciba Geigy社(スイス国, Novartis Crop Protection 社を経て現在はSyngenta Crop Protection社)によって創製されたイソベンゾフラン環を持つ新規化合物である。温室での化合物選抜試験で、ノビエをはじめとするイネ科雑草に対して、発生前から高葉齢の処理時期で高い効果を有することが見出されたことか

ら、稲作におけるイネ科雑草防除剤としての開発が、海外主要諸国において1996年から開始された。

我国での移植水稻用除草剤としての適用性試験は、プレチラクロール・スルホニルウレア系成分等との混合剤において、(財)日本植物調節剤研究協会を通じて1998年度以降実施され、2002年12月にピリフタリドを含む初・中期一発除草剤(アピロシリーズ混合剤*)として5剤が農薬登録を取得するに至っている(表-1)。

表-1 アピロシリーズ混合剤* (2002年12月に農薬登録取得した製剤)

試験コード	製剤	使用量	有効成分および含有率(%)	商品名
NOJ-101	1kg粒剤	1kg/10a	ピリフタリド(1.8)・プレチラクロール(1.8)・ピラザスルホンエチル(0.3)	アピロスター1kg粒剤
NOJ-102	顆粒水和剤	100g/10a	ピリフタリド(18)・プレチラクロール(18)・ピラザスルホンエチル(2.1)	アピロファイン顆粒
NOJ-103	1kg粒剤	1kg/10a	ピリフタリド(1.8)・プレチラクロール(1.8)・ベンスルフロメチル(0.3)・アジメスルホン(0.06)	アピロトップA1kg粒剤36
NOJ-104	1kg粒剤	1kg/10a	ピリフタリド(1.8)・プレチラクロール(1.8)・ベンスルフロメチル(0.51)	アピロトップ1kg粒剤51
TH-913NCS	フロアブル	500ml/10a	ピリフタリド(2.8)・カフェントロール(2.8)・イマザスルホン(1.7)・ダィムロン(18)	アピロイーグル フロアブル

*アピロの名の由来：商品名の最初にある「アピロ」は、ラテン語の「アピス(Apis)：蜜蜂の属名」を語源としています。水稻の雑草防除を、まさに勤勉で確実な働き蜂のようにお手伝いできる除草剤になれることを目指して、ピリフタリドを含有する初・中期一発処理除草剤に共通して名付けられました。

2. 構造・物理化学性・安全性

化学名：(RS)-7-(4,6-ジメチルピリジン-2-イルチオ)-3-メチル-2-ベンゾフラン-1(3H)-オン

一般名：ピリフタリド(pyriftalid)

化学式：C₁₅H₁₄N₂O₂S

分子量：318.35

融点：163.4℃

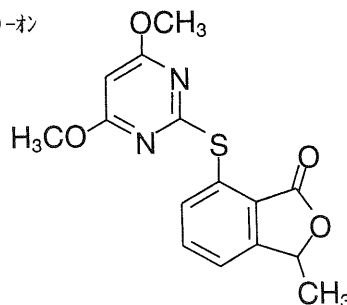
水溶解度：1.8mg/Lt (25℃)

蒸気圧：2.2×10⁻⁸ Pa (25℃)

急性経口毒性(ラットおよびマウスLD₅₀)：>5000mg/kg (普通物)

急性皮膚/目刺激性：無 皮膚感作性：無

変異原性：無 魚毒性：Aランク



3. 生物効果

<作用機構>

ピリフタリドは、雑草の根部から主に吸収され、バリン・イソロイシンといった分岐鎖アミノ酸生合成過程における主要酵素のALS(アセト乳酸合成酵素)を阻害する。その結果植物の生命維持に重要なタンパク合成が阻害されることで、生育抑制・黄化・新葉の展開異常などの症状をもたらす枯死させる。

<殺草スペクトル>

ピリフタリドは種々の水田雑草に除草作用を示すが、特にノビエに対して卓効を示す(表-2)。また海外における試験例から、ノビエ(*Echinochloa*属)以外の各種のイネ科雑草(*Leptochloa chinensis*, *Ischaemum* sp., *Bracharia platyphylla*, *Digitaria* sp.など)にも有効であることが明らかにされている¹⁾。

表-2 ピリフタリドの各種水田雑草に対する殺草スペクトル <社内温室試験結果>

処理時間	投下薬量 (g/10)	除草効果(％: 0=無影響~100=完全枯死)							
		タイヌビエ	タマガヤリ	コナギ	ミヅハコバ	イヌタリ	ミズガヤリ	マツバイ	ウリカワ
発生前 (播種3日 後)	18	100	96	43	91	60	83	92	23
	36	100	100	73	90	81	98	94	58
	72	100	100	98	100	90	99	98	76
タイヌビエ 2.7葉期	18	100	60	12	98	57	35	73	15
	36	100	94	60	98	86	54	84	30
	72	100	100	67	98	97	82	98	58

試験方法

試験年度2001
試験場所: シンジェタジャパン(株)中央研究所
容器サイズ: 29.5cm×17cm
反復: 3
製剤: フロアブル(25%)
土質: 埴壤土 (pH=6.4, OM=1.0%)

<ノビエに対する作用特性>

ピリフタリドは、実用薬量: 18g/10aで3葉期までのノビエに高い殺草効果を示す(図-1)。3葉期のノビエに対する効果発現・殺草スピー

ドも速く(写真-1)、また、一発除草剤に配合されるノビエ防除剤として十分な残効性を有している(図-2)。

図-1 タイヌビエに対する葉齢別の効果

<社内温室試験結果>

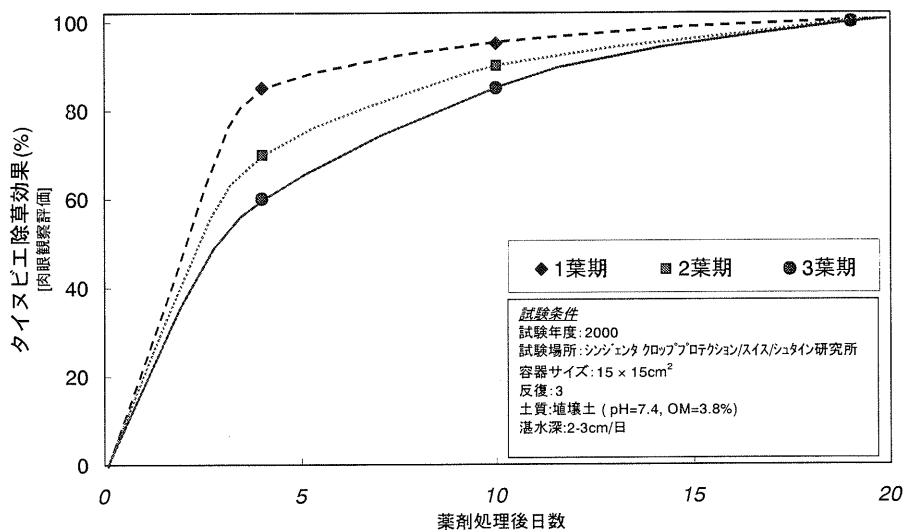
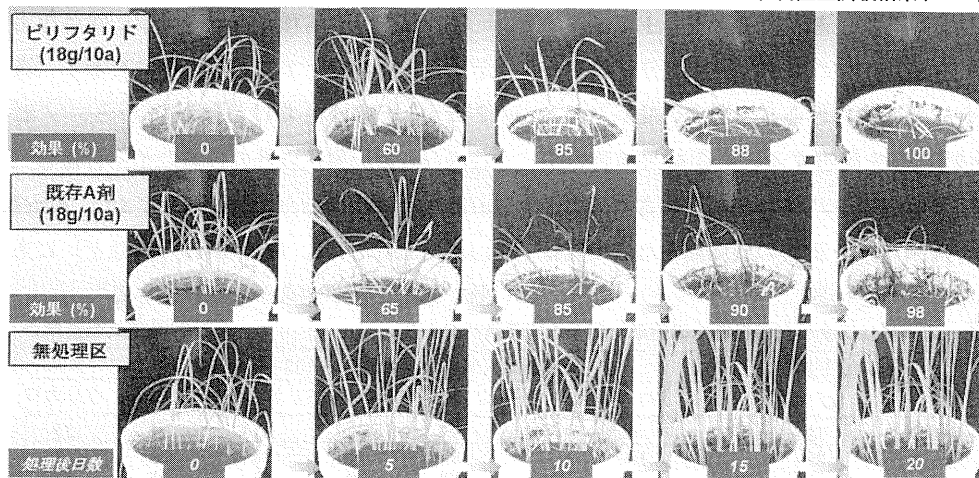


写真-1 ノビエに対する効果発現・殺草スピード

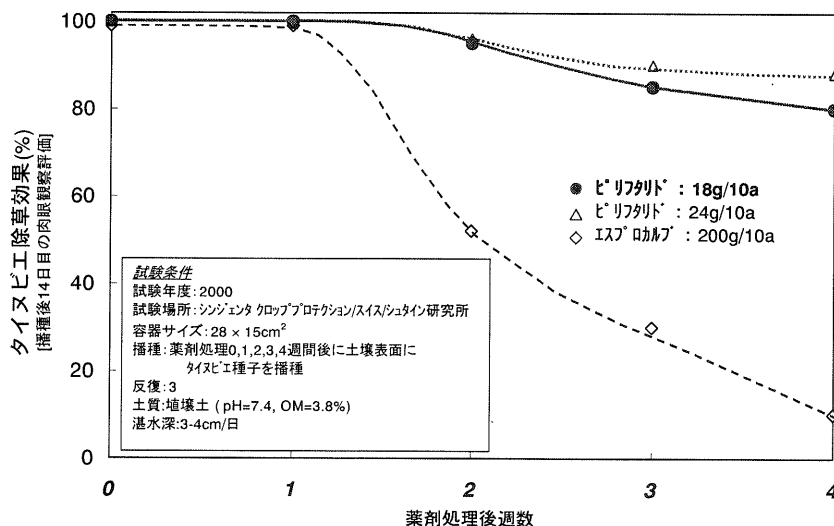
＜シンジェンタ ジャパン(株)
社内温室試験結果(2000年)＞



〔処理時のノビエの葉齢：3.0-3.3葉期，発生本数〔10-15本 /1/5000a[※] ヲット〕

図-2 タイヌビエに対する残効性

＜社内温室試験結果＞



＜移植水稻に対する安全性＞

ピリフタリドは、ノビエと移植水稻との間に高い選択性がある（図-3）。この移植水稻に対する安全性は主にノビエ根部との「位置選択性」により発揮されているが、水稻の根が露出

するような極端な浅植え条件でなければ、移植深度・漏水条件に影響されることは小さい²⁾。この性質は、ピリフタリドの水田条件下での土壌吸着性の高さに起因するものと推察される（図-4）。

図-3 移植水稻とノビエ(タイヌビエ)間の選択性

<社内温室試験結果>

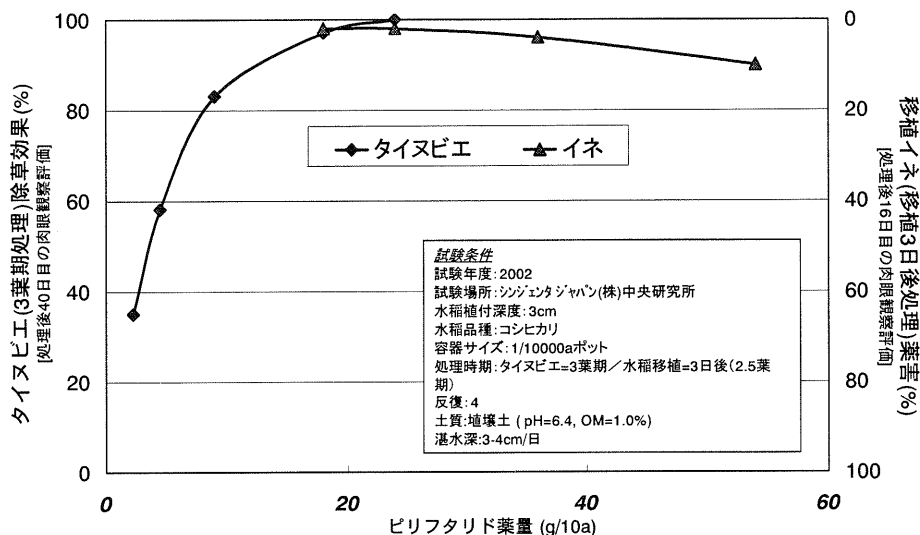
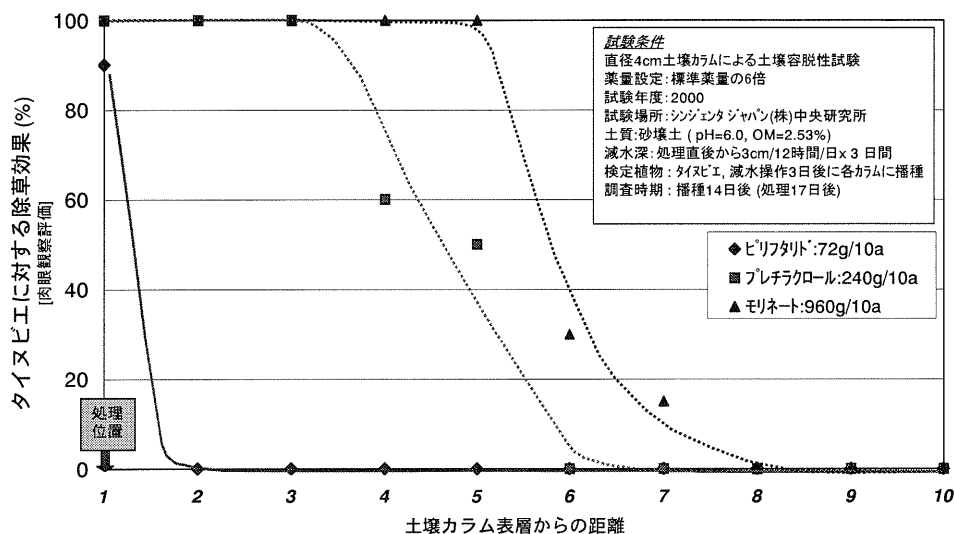


図-4 ビリフタリドの水田土壌溶脱性

<社内温室試験結果>



<プレチラクロールとの相互作用>

ビリフタリドは、すでに水田用除草剤として広く利用されているプレチラクロールと、それぞれ18g/10aずつ混用することにより高葉齢ノビエに対する活性が単用処理の場合よりも高くなり、より安定した効果が得られる(図-5)。この特性を活用して開発したビリフタリドにブ

レチラクロールおよびスルホニルウレア成分を配合した混合剤(表-1, アピロスター1和剤など)は、各種の要因下においてもノビエに対する効果変動が小さく(図-5)、様々な条件下で安定したノビエ防除効果を発現するものと考えられる。

図-5 ピリフタリドとプレチラクロールとのノビエに対する相互作用

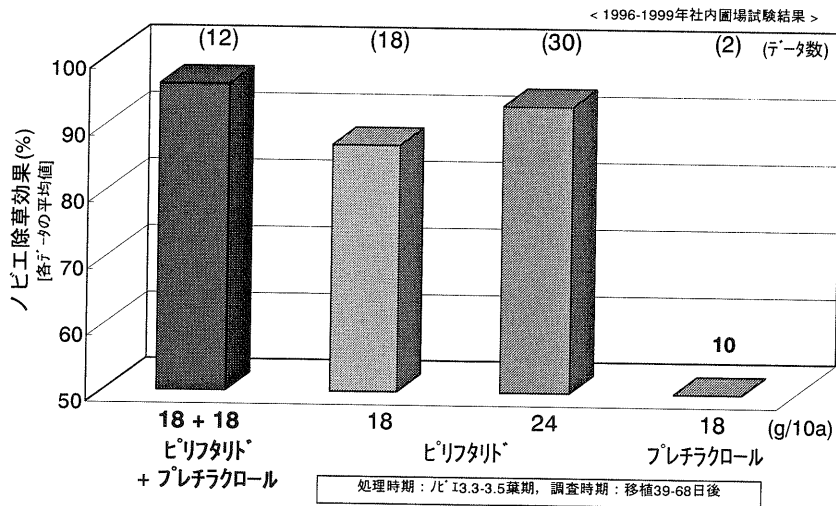
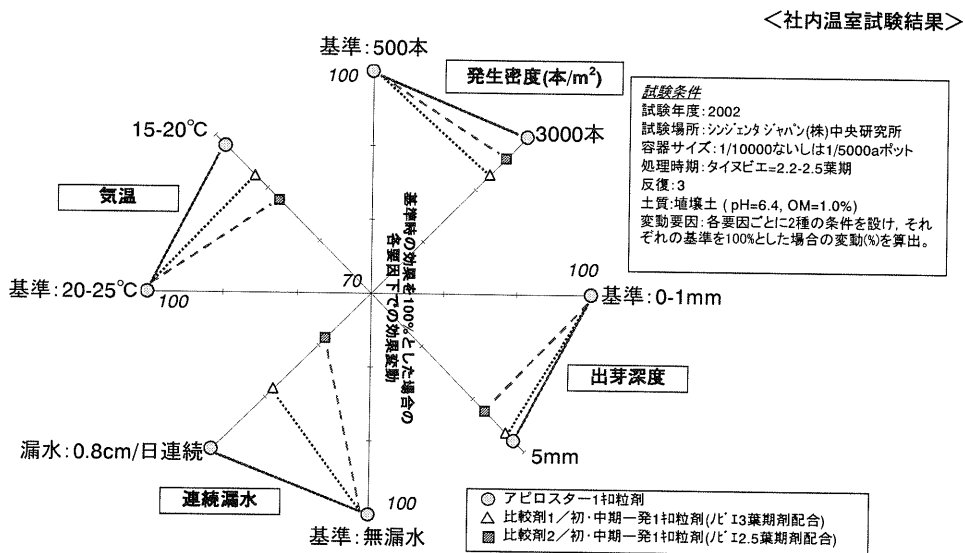


図-6 各種変動要因下でのアピロスター1キロ粒剤のノビエに対する効果



またこれら混合剤(アピロスター1キロ粒剤, アピロトップ AIキロ粒剤36/アピロトップ1キロ粒剤51)は, 近年問題化しているスルホニルウレア系除草剤抵抗性アゼナ類およびイヌホタレイについても, 発生始めまでの個体に対して効

果を示すことを確認しているが³⁾, この特性はプレチラクロールの18g/10aという低薬量だけでは説明できず, ピリフタリドの活性とも相補的に作用して発現している可能性が推察され, 現在検討中である。

4. おわりに

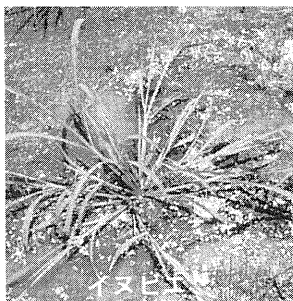
＜ノビエ防除の重要性とピリフタリドの役割＞

以上述べてきたようにピリフタリドは、特にノビエに対する防除性能に優れる水稻除草剤として位置づけられる。ノビエはイネ科のヒエ属の野生種[タイヌビエ (*Echinochloa oryzicola*

Vasing.), ヒメタイヌビエ (*E. crus-galli* Beauv. var. *formosensis* Ohwi), イヌビエ (*E. crus-galli* var. *crus-galli*)]の総称であり⁴⁾, 古くからノビエ防除は、水稻栽培の歴史の中で重要な要素となってきた。



タイヌビエ



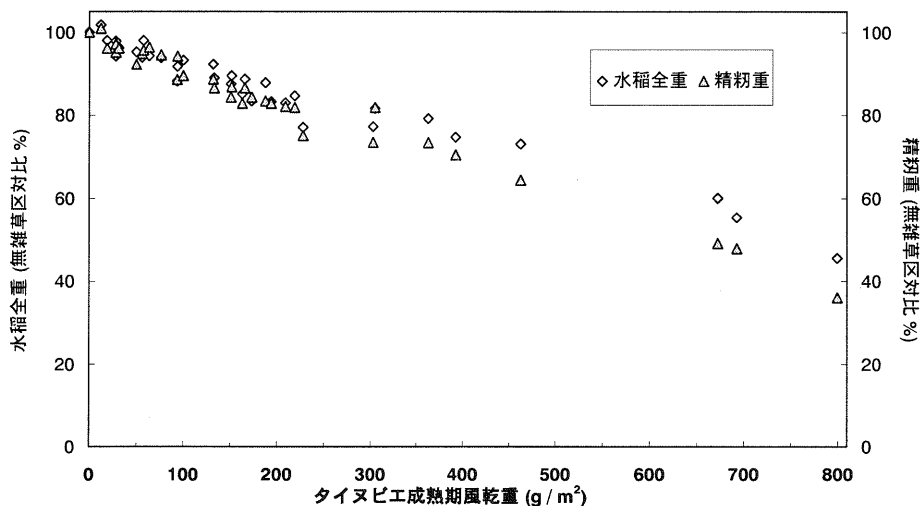
イヌビエ



ヒメタイヌビエ

雑草による作物の減収程度は、一般的に雑草の全生育量と正の相関があることが知られており、水稻収量（精籾重）とタイヌビエ風乾重との間に直線的な関係が報告されている⁵⁾（図－7）。またタイヌビエの風乾重として数十g/m²

以上で、水稻収量を減収させると言われている⁶⁾。その他ノビエの水稻に対する雑草害については古くから多くの研究例があり^{7), 8), 9), 10), 11), 12)}, 水稻栽培において最も防除が重要な雑草であるといえる。



図－7 成熟期におけるタイヌビエ重量と水稻全量および水稻精籾との関係 [干坂(1966) : 雑草研究5, p22より(書式一部改変)]

ノビエに有効な除草剤開発の歴史は長く、現在では数多くの水田除草剤にノビエに効果の高い成分が配合されている。しかし、雑草が持つ多様な発生長・生育型の違いや、天候・土壌・栽培型などの環境要因で除草剤の効果は変動を受けることが多く、特に一回の処理で雑草防除することを目的とする一発処理剤の場合には、より安定した性能が常に求められている。ピリフタリドが今後のノビエ防除の要となって活躍できることを期待している。



参考文献

- 1) J-L. Allard, K.F. Kon, J. Allen and C. Luethy (1999): CGA279233, a new grass herbicide in different rice production systems. Proc. of the 17th APWSS Conf.
- 2) 上原 史・山下 修・細田明弘・J. Allen・森島靖雄(2002): 新規除草剤ピリフタリド(N0J-100)に関する研究 第1報 水稻除草剤としての作用特性, 雑草研究 47(別), 22
- 3) 上原 史・山下 修・細田明弘・森島靖雄(2002): 新規除草剤ピリフタリド(N0J-100)に関する研究 第2報 プレチラクロール (CG-113) を含む混合剤の作用性, 雑草研究47(別), 24
- 4) 藪野友三郎 (1975): ヒエ属植物の分類と地理的分布, 雑草研究 20, 97-104
- 5) 千坂英雄 (1966): 水稻と雑草の競争, 雑草研究 5, 16-22
- 6) 宮原益次 (1992): 水田雑草の生態とその防除-水稻作の雑草と除草剤解説-, 全国農村教育協会, p120
- 7) 荒井正雄・川島良一 (1956): 水稻栽培に於ける雑草害の生態学的研究 I・II, 日作紀 25, 115-119
- 8) 笠原安夫 (1961): 作物と雑草との競争に関する実験的研究(2), 農学研究 49, 9-47
- 9) 野田健児・小沢啓男・茨木和典 (1968): 水稻の雑草害に関する研究 -水稻の生育, 収量並びに生態条件に及ぼすタイヌビエの影響-, 雑草研究 7, 49-54
- 10) 野田健児・小沢啓男・柴山秀次郎 (1971): 水稻の雑草害に関する研究 -水稻の生育時期とヒエによる雑草害-, 雑草研究 12, 28-32
- 11) 村山英之・山末祐二・村井勲・草薙得一 (1996): イネ・タイヌビエ間における競争要因の解析, 雑草研究 41(別), 140
- 12) 橘雅明・渡辺寛明 (2000): 草型の異なる水稻6品種とタイヌビエとの競合関係にみられる年次間差異, 雑草研究 45(別), 62

うめくさ-8

実生雑草と根殖雑草

— 中等教育 農學通論 —

雑草を一年生と多年生に区分することは、防除の観点からは誠に妥当である。宇田川榕菴氏はオランダ語の植物用語を翻訳して「植學啓原(1834)」を著し、「・・草灌木ハ其茎木硬ク高大灌木ノ如シ、然レドモ実ハ草本也。土當歸(オウゴン)、博落廻(タチノササキ)之輩ノ如シ草本ハ其茎津液多ク或ハ本茎ニ枝ヲ分ケ花実ヲ生ズ。但シ、球根諸草草前(オウゴン)ノ如キハ則本茎ナク地ヨリ葉花ヲ生ス。其根年々枯ルル者夏草ト名ツケ、宿根シテ明年枯ルル者越年草ト名ツク。・・(原漢文)」と書いた。この表現は明治期中頃の植物学教科書にも引き継がれているものの、松村任三氏纂訳の「植物小學 卷上(1886)」には、「・・牽牛(アサガオ)、稲、等ノ如ク生レテヨリ一年ヲ経スシテ死スルモノヲ夏草ト謂ヒ蘿蔔(カブ)、蕪菁(カブラ)等ノ如ク生レテヨリ第二年ニ死スルモノヲ越年草ト謂ヒ芍薬、白菖(ショウワブ)ノ如ク多年連綿生存スルモノヲ多年草ト謂フ・・」とあって、「草灌木」が「多年草」に変わっている。明治期後期の半澤洵氏の「雑草学(1910)」では、「生活期の長短による分類法」として「一年生雑草、二年生雑草、多年生雑草」と現在と同じ表現になっている。しかし、「繁殖器関による分類法」では「種子雑草、根生雑草」という用語が使われている。

ところで、明治24(1891)年に大内健氏が著した「中等教育 農學通論 博文館(1896年の第4版に基づく：図-1)」には、この時代の農業教科書や植物教科書には珍しく、雑草について詳細な記述がある。1冊の中が上下巻に分かれており、「下巻 第一章 作物 第五節 作物管理 四 除草(p.87-93)」では「実生雑

草、根殖雑草」の用語が使われている。「日本農業は外国の農業に比べて集約的で、雑草研究の必要性も少ない」という気になる文章から始まり、誠に含蓄に富んでいる。博文館を引き継ぐ博文館新社の許可を得たので、多分に長いが全体を転載させて頂く。

『我国ノ如キ精農法ヲ行フ處ニテハ、耕耘其他都ヘテ綿密ナルヲ以テ、田面雑草ノ繁茂ハ殆ト見ルコト少レナリ。故ニ外国ノ如キ粗農法ヲ行フ處ニ比スレバ、雑草ノ研究モ随テ必要少ク、又実ニ之ヲ研究セル者モ幾ト希ナリ。然レドモ、新開地、大農場等ニ於テハ、雑草ノタメニ害ヲ受クルコト決シテ之ナシト謂フベカラズ。防御駆除ノ事豈忽諸スベケンヤ。

雑草トハ如何ナルモノヲ謂フカ。独リ農場ニアリテ害ヲナスベキモノノミナラズ、其所ニアラズシテ生ジタルモノハ、皆是レ雑草ト称スベキナリ。圃場ニ在リテ益ナク害アルモノハ即チ皆雑草ナリ。サレドモ圃場ニ於テ雑草タルモノモ、他ノ圃場ニテ別ニ之ヲ収ムルノ目的ヲ以テ栽培スルトキハ雑草ト称スベカラズ。例ヘバ芻草モ移シテ之ヲ穀圃ニ栽ウレバ雑草ナリ。水田ノ雑草モ、取りテ之ヲ秣場ニ作レバ雑草ニアラズ。且諸般ノ植物ニツキ善ク其性質ヲ究メタランニハ、一トシテ利用厚生ノ効ナキモノニアラザラン。然ラバ則チ雑草トハ絶対的ニ害アルモノニアラズシテ、唯農家ノ目的ニ反シテ生ジタルモノト謂フベシ。

雑草ハ何レノ圃ニモアレトモ、殊ニ人ノ手ノ入ラサル土地ニ多シ。又其種類ニヨリテハ此地ニ生シ彼地ニ生セザルノ別アリ。然レトモ率ネ皆ナ天然頑健ノモノナルヲ以テ、之ヲ駆除スルハ勞少カラズ。其種類ハ一ニシテ足ラズ、其性質モ大ニ同シカラズ、或ハ一年茎、或ハ越年茎、或ハ宿根ノモノアリ。或ハ種子ヲ以、或ハ匍匐根ヲ以テ繁殖シ、或ハ二者ヲ兼ヌルモノアリ、深ク之ヲ埋伏シテ氣水溫ヲ適宜ナラシメサルトキハ、為ニ死スルモノアリ、或ハ永ク生活力ヲ有スルモノアリ、殊ニ脂肪質ヲ多ク含ム種子ハ、濕氣ニ抵抗シテ活カヲ存スルコト久シ。此ノ如キ理ニ由テ、久シク耕サザル土地ニ遽ニ耕ストキハ、茁然トシテ雑草ノ発生ス

ルコトアリ。

雑草ハ雑草ノ種子ヲ含メル屑、糞ヲ堆肥中ニ入レ、其全ク腐敗セザルウチニ之ヲ田圃ニ施シタル為ニ繁殖スルモノ多シ。或ハ薊、蒲公英ノ如ク空中ニ飛騰シ、遠方ニ致サレテ繁殖スルアリ、或ハ鳥類ノ糞等ヨリ繁殖スルアリ、或ハ家畜糞殊ニ豚ノ糞中ニ未消化ノ種子アリテ之ヲ肥料トナシタル為ニ繁殖スルアリ、或ハ播用ノ種子中ニ混シテ繁殖スルアリ、是レハ普通ノ原因トス。種子ノ精撰スベキコト亦以テ睹ルベシ。

洋諺ニ、一年雑草ノ種子ヲ混スレバ、七年間除草セザルベカラズト云フハ、蓋シ雑草ノ繁殖速ナルヲ謂フナリ。例ヘバ苦菜(ノゲシ)ノ一粒ヲ播キテ、些ノ妨ゲモナク成熟セシムルナラハ、四萬粒ノ種子ヲ生ズベシ。更ニ此四萬粒ヲ播キテ生スル所ノ種子ヲ播蒔スルコトトシ、此ノ如ク連続して七年間繁殖スルトキハ、一寸四方ニ一茎ヲ植ウルモ、凡ソ一千二百萬町余ノ土地ヲ要スルニ至ルノ理ナリ。

雑草ヲ分類スルニ或ハ植物ノ自然分科ヲ用ヒ、或ハ其繁殖ノ法ニ拠リテシ、或ハ其生活期ノ長短ニ拠リテシ、或ハ其適土ノ種類ニ拠リテシ、或ハ其特ニ喜ンテ悩マズ所ノ作物ノ種類ニヨリテ分類ス。サレド雑草ノ種類ハ土質、氣候、作物ノ如何ニ由リテ異ナルヲ以テ、先ツ其繁殖ノ方法ニ由テ區別スルヲ好シトス。繁殖ノ方法ヨリ區別スルトキハ、其種子ヲ以テ繁殖スル実生雑草(藜、薊ノ如キ)、根茎ヲ以テスル根生雑草(旋花(ヒルガオ)、門荆(ギナ)ノ如キ)及両方兼具ノ雑草アリ。

其何レヲ問ハズ、雑草ハ作物ノ害タルコト大ナリ。即チ一ハ地面及空間ヲ占領シテ、作物ノ妨害ヲナシ、一ハ作物ヲ養フベキ土中ノ養分ヲ奪ヒ、以テ作物ノ生長ヲ害シ、收穫ヲ減少ス。此他又或ル雑草ハ作物種実ノ品位ヲ下等ナラシム。是レ其生長シテ收穫ノ際作物ノ種子ト同様ナル種子ヲ混スルヲ以テナリ。即チ紫蘇ト荏、芸薹ト芥菜ノ如シ。又免糸子(サシガラ)ノツメクサニ於ケルカ如ク、作物体ニ寄生シテ、直接ニ養分ヲ吸取スルモノアリ。又牧場、堤上等ニ生シテ動物ニ害ヲ及ボスモノアリ。博落廻(クダマ)、毛茛(キボウ)ノ如キ即チ是レナリ。家畜ハ大抵之ヲ避ケテ食ハザルモノナレトモ、偶々之ヲ食ヘハ害アリ。

実生雑草ハ大抵一年生茎ナリ。除キ取りテ堆肥ニ製シ、又ハ埋没スルヲ善シトス。即チ水田ニ於ケル眼子菜(ヒルガオ)、稗、ミズタガラシノ如キ是ナリ。凡テ雑草ヲ抜キ又ハ埋ムルニハ、開花以前、其種子ノ未タ熟セサル時ニ於テスベシ。是レ其熟後ハ種子地上ニ落チテ、

他日発生スルモノ多カルベキヲ以テナリ。其拔除埋没ノ方法ハ、除草ノ條ニ於テ述ベタル如シ。作物ノ発生セシ後ハ、晴天ヲトシテ中耕ヲ怠ラズ、以テ種実ヲ結ブコトヲ妨クレバ、雑草ヲ去ルコト難カラザルナリ。或ハ鎌ニテ刈リ、緑礬溶液ヲ切株ニ澆キ置ヘハ、爾後繁蕪ノ虞ナシト稱ス。

根生雑草ハ此ノ如キ方法ノミニテハ殲スコトヲ得ズ。斟酌ナク除草器ヲ用フレバ、却テ其根ヲ寸断シテ、四方ニ分布シ、以テ大ニ繁殖セシムルコトアリ。故ニ耕勸ノ時、手ヲ以テ丁寧ニ其根ヲ拾ヒ上ケ、又ハ杈ヲ以テ之ヲ集メ、火ニ焼キ、又ハ生石灰ト混シテ朽敗セシメサルベカラズ。斯クスレバ好肥料トナルナリ。

牧場、秣場ニテハ屢々雑草ヲ切り、又ハ其根ヨリ引キ抜クヲ要ス。実生ノモノハ開花ノトキ、之ヲ切り去レバ、後害ナク、根生ノモノハ餘驟雨ノ後ナキヨニスベシ。或ハ石灰、填土ヲ施シテ雑草ヲ根絶スルコトアリトイフ。

雑草ノ駆除ハ斯ク煩勞ナルモノナレバ、開拓後雑草ニテ苦メラルル土地ノ如キハ、中耕ヲナシ得ヘキ作物ヲ植ヘ、又芻草、根菜、穀類ナドノ如キ蔭影多クシテ其下ニ雑草ノ生ゼザルモノヲ栽ウルヲ良シトス。又其農業ノ組織ニヨリ、其地ヲ暫ク休田セシメテ、頻次深耕耨ヲ行ヘバ、更ニ可ナリ。

又十分ノ排水ヲ行ヘバ水田ノ羊齒、菅、門荆、藺ノ如キ湿氣ヲ好ム雑草ヲ亡滅スベク、窒素質ノ肥料(硝酸塩、アムモニア塩類)等ヲ施セバ蘚苔等ヲ去リテ、良好ノ牧草ヲ発生スベク、骨粉及アルカリ塩ハ大ニ苜蓿ノ生長ヲ促シテ雑草衰フルニ至ルベシ。サレド耕地ニテハ耕耨ヲ屢次行フヲ以テ最モ効アリトス。但總テ此等ノ害物ハ、其発生シタル後ニ駆除スルヨリモ、播種前ニ善ク土地ヲ整理シ、種子ヲ撰ミテ雑草ヲ防クニ若クハナシ。是レ普通ノ定則タリ。』

「農學通論」の上巻には「除草器」の項もあって、「第三章 土質変革方 第二節 理学的変革方(p.164-168)」で次のように説かれている。

『作物成長後ハ雑草茂リ、害虫生シ、且光熱ノ到達ヲ防ケ、土地モ亦漸ク固結スルヲ以テ、此等ノ害ヲ除クニ除草器ヲ用フ。作物生長已前ハ大器ヲモ用フルコトヲ得レトモ、除草器ハ主ラ生長中ニ用フルモノナル

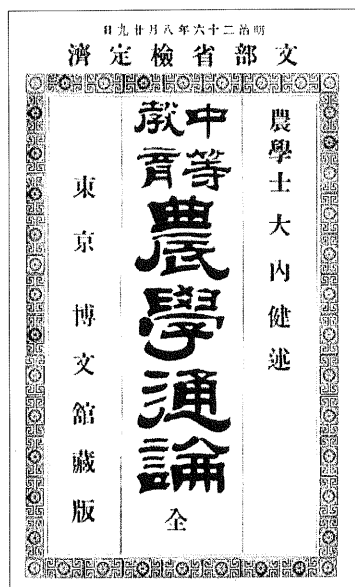


図-1 大内健著「中等教育農學通論」の扉
(博文館新社の協力による、以下同)

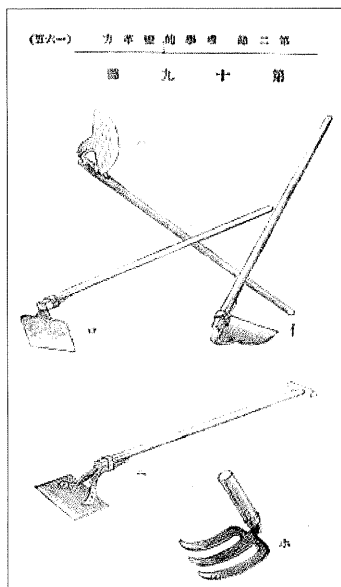


図-2 除草用具（農學通論より）

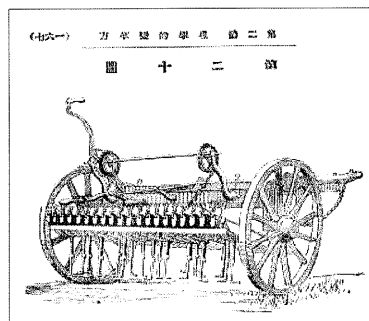


図-3 ガレット除草器（農學通論より）

此器ハ凡ソ百余年前、英国ニ於テ創メテ彼ノ高名ナルディスロー、タル氏ガ製造セシ處ニシテ、馬カヲ藉テ除草スルモノナリ。タルガ之ヲ創造セシ当初、自ラ或ハ其効用ヲ書ニ筆シ、或ハ之ヲ実用セシモ、他ニ之ヲ用フル者アラザリキ。爾後穀物ヲ播種スベキ器械顕ハレテヨリ、随意ノ幅ニ整然播種スルコトヲ得ルニ至リシカバ、此器モ漸ク実

用セラレ、現今ニテハ英国ハ勿論、歐洲大陸ニモ行ハルルニ至レリ。且改良ヲ加ヘテ、此器ノ業程モ旧時ヨリ倍スルニ至リ、普通萬能ニ勝ルコト凡ソ十数倍ナリト云フ。

改良器ノ中ニ就キテ、ガレットノ除草器（第二十圖：図-3）ヲ最上トス。此除草器ハ作物ノ畦幅ニ応シテ、両車輪ノ距離及各齒ノ距離ヲ碧シク伸縮シ得ベク、且齒ヲ取捨増減シ得ベク、又之ヲ自由ニ上下スルコトヲ得ルナリ。但シ馬用除草器ハ業程速且大ナリト雖、又決シテ手用器ノ如ク精密ナルコトヲ得ベカラズ。故ニ我国ノ如キ人口多クシテ精密ナル耕耘ヲナシ得ベキ處ニテハ、普ク之ヲ用フルコト難キニ似タリ。』

大内健氏は東京帝国大学農科大学の前身、駒場農学校の第一期生で明治13年の卒業後、作物学や土壌学で広く活躍された方である。「農學通論」の記事には現在の雑草科学に通じる事柄がたくさん書かれている。（も）

ヲ以テ、大抵小ナルモノトス。此器ハ雑草ヲ除クト同時ニ、多少、表層ノ土ヲ碎ク。

萬能ハ手用器ノ主要ナルモノニシテ、油揚萬能（第十九図イ）、角萬能（ロ）、銀杏萬能（ハ）等ノ種類アリ。銀杏萬能ハ壤土ニ用ヒ、角萬能ハ多ク埴土ニ用ヒ、油揚萬能ハ砂地ニ用フルニ宜シト云フ。又近時鐙狀ノモノアリ、多ク埴土ニ用フ。草削リ（ニ）、向フ突キ、ナドト称スル器モ萬能ト同様ノ用ヲ作ス。但此等ノ器ハ前方へ突キテ草ヲ削ルナリ。礫質ノ地ニ宜シト云フ。雁爪又蟹爪（第十九図ホ）ト称ス（図-2）。主トシテ水田ノ土ヲ碎キ、水田ノ草ヲ除クニ用フ。其齒數、齒ノ曲直、柄ノ長短同シカラザレトモ、熟レモ皆ナ土中ニ打チ込ミテ土壤ヲ引キ寄せ、雑草ヲ土中ニ埋藏スルナリ。此具ヲ用フルトキハ稲ノ横根ヲ截ルヲ以テ、稻根專ラ下方ニ伸長シ、為ニ稻ノ長茂ヲ促カスノ効アリ。雁爪ノ齒數ハ二、三、四、五ノ四種アリ。或ハ其齒曲リテ熊手狀ヲナスアリ、柄ハ殊ニ短シ。此他水田ノ草ヲ除クニ草取爪ト称セル竹幹蟹爪狀ノ具アリト云フ。今時ハ用ヒラザルガ如シ。

外国ニハ馬用除草器又馬耨器ト称スルモノアリ。

植調協会だより

◎ 人事異動

平成15年6月30日付

退職 北陸支部長

今 井 良 衛

平成15年7月1日付

委嘱 北陸支部長

成 保 俊 一

省力タイプの
高性能一発処理除草剤
シリーズ

問題雑草を一掃!!

投げ込み用 水稲用一発処理除草剤
マサカリ
ジャンボ

投げ込むだけ!!

水稲用初・中期一発除草剤
ダイナマン

フロアブル 1キロ粒剤75

ダイナマンにお任せ!!

少量拡散型 水稲用一発処理除草剤
ダジャングパワー
500グラム粒剤

容れ物を振らすに
歩くだけ!!

●施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ところには置かないでください。
●空容器は密閉に放置せず、燃焼に影響のないように適切に処理してください。

日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号
ホームページアドレス <http://www.nichino.co.jp/>

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)

編集人 日本植物調節剤研究協会 会長 小 林 仁
発行人 植 調 編 集 印 刷 事 務 所 広 田 伸 七

平成15年7月発行 定価525円(本体500円+消費税25円)
植調第37巻第4号 (送料 270円)

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 所 (有)

難防除雑草
対策の新製品

サラブレッド®
RXフロアブル

イッテツ®
フロアブル

期待の新製品

使いやすさの大本命

サラブレッド®フロアブル

ノビエ3葉期
まで使える

アピロイーグル®

フロアブル

ポーンと手軽に

クラッシュ®EXジャンボ

安定した効果の
初中期一発剤

ドニチ1®粒剤

大好評の既存剤

ザ・ワン®フロアブル
1kg粒剤

キックバイ1®キロ粒剤

アワード®フロアブル

ロンゲット®フロアブル

シェリフ1®粒剤

バトル1®粒剤

クラッシュ®1kg粒剤

リーディング®
ジャンボ



住化武田農業株式会社

〒103-0027 東京都中央区日本橋二丁目13番10号



The miracles of science™

デュポン株式会社 農業製品事業部

東京本社 〒153-0064 東京都目黒区下目黒1-8-1 アルコタワー TEL.03-5434-6117

大阪支社 〒550-0002 大阪市西区江戸堀2-1-1 江戸堀センタービル4階 TEL.06-6449-3961

名古屋支店 〒450-0003 名古屋市中村区名駅南1-24-30 名古屋三井ビル本館13階 TEL.052-571-7730

札幌事務所 〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-10-2 札幌HSビル11階 TEL.011-251-3752

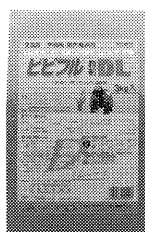
仙台事務所 〒980-0811 仙台市青葉区一番町2-7-17 朝日生命仙台一番町ビル2階 TEL.022-267-5326

福岡事務所 〒810-0001 福岡市中央区天神1-12-20 日之出東京海上ビルディング6階 TEL.092-761-7871

出穂まぎわに使える倒伏軽減剤「ビビフル」

ビビフル処理区

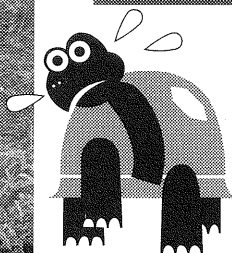
無処理区



【特長】

- ① 出穂まぎわに散布可能：倒伏が予測するのでムダがありません。
- ② 新タイプ：茎葉処理タイプの倒伏軽減剤です。
- ③ 安定した効果：土壌や水管理に関わらず安定した効果を示します。
- ④ 環境に配慮：まわりの作物や後作物に安全です。

※ 本剤は倒伏防止剤ではありません。基本的な倒伏防止対策（施肥管理等）を行なっても、倒伏が予測される場合に、倒伏を軽減させる目的で使用していただく薬剤です。



ビビフル[®]フロアブル

ビビフル[®]粉剤DL

- 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。

JAグループ

農協 | 全農[®] | 経済連

自然に学び 自然を守る

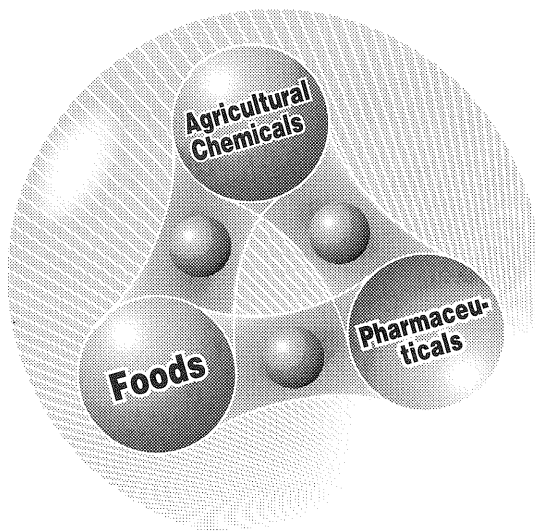
クミアイ化学工業株式会社

本社：〒110-8782 東京都台東区池之端1-4-26 TEL03(3822)5131

いのちの輝きを見つける

Meiji

私たちは、夢と楽しさ、いのちの輝きを大切にし、
世界の人々の心豊かなくらしに、貢献します。



天然物で確実除草

ハービー[®]液剤



明治製菓株式会社

104-8002 東京都中央区京橋2-4-16

<http://www.meiji.co.jp/nouyaku>