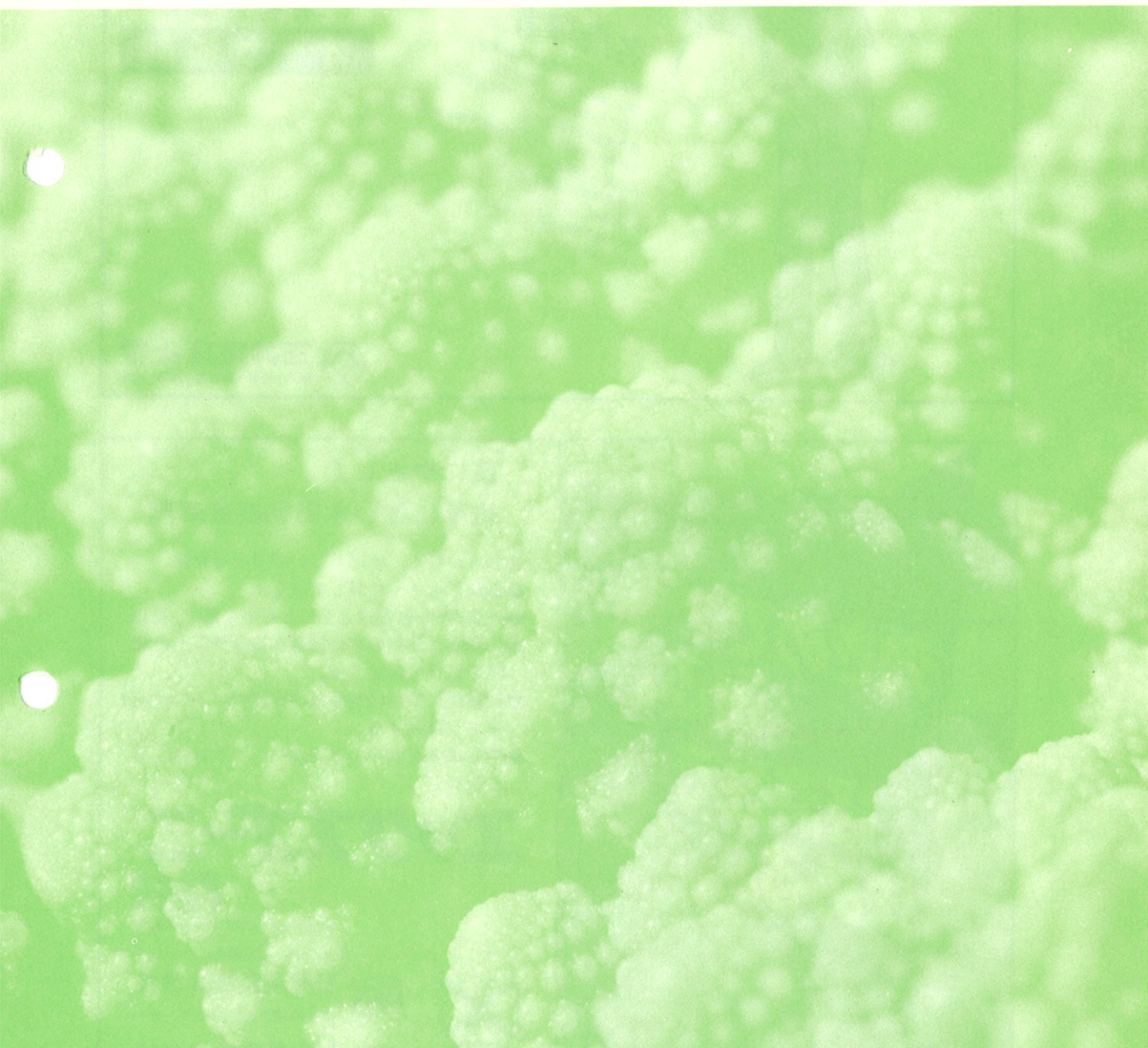


植調

第23巻第9号



財団法人 日本植物調節剤研究協会編



名指揮者

数多くの音楽を演出する指揮者。
激しく、または柔らかにタクトを振り、
それぞれの音楽を上手に創り上げます。
農作業場面も多種多彩。
それぞれの場面に応じられる指揮者が必要です。
三井東圧化学は、
農作業場面の指揮者として、
除草、殺虫、殺菌など、
それぞれの場面にあった農作業を
上手に演出します。

経済的な初期除草剤

MO粒剤-9

ホタルイ等に卓効を示す初期除草剤

ショウロンM粒剤

水田初・中期一発処理剤

シンザン粒剤

水田初期一発処理剤

オーザ粒剤



三井東圧化学
東京・大阪・名古屋・福岡・札幌

**効きめで
選ぶ。
経済性で
決める。**

苗にやさしく

雑草に強い水田初期除草剤

- 効めが長く、すばらしい殺草力を発揮。
- 低温でもイネに対して安全。
- 人畜毒性、魚毒性ともにきわめて低く、安心。
- 田植前に使用の場合は散布後3日以上の間隔をあけて田植する。
- 田植後に使用の場合は田植後8日(ノビエ1葉)までに散布する。
- 散布後3日間以上は止水にし、かけ流しはしない。

**エックスゴーニ[®]
粒剤**

®は日本農薬と石原産業の共有登録商標

エックスゴーニ協議会



ISK

石原産業株式会社

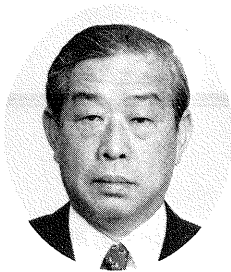
〒102 東京都千代田区富士見2-10-30



日本農薬株式会社

〒103 東京都中央区日本橋1-2-5

○本剤のシンボルマークです



巻 頭 言

創造性豊かな基礎的研究の充実

(社)大日本農会理事 福田 紀文

1958年、私は日本政府派遣の留学生として、ベルギーのリュージュ大学に昆虫生化学を学ぶため、1か年滞在した。在欧の間オランダではフィリップロッサヌ社やスイスではガイギー社の研究所を見学する機会にも恵まれた。両研究所で研究陣の豊富さと設備の立派なのに驚きを感じた。帰国直後聞いた話であるが、新しい農薬を開発するには膨大な費用（人件費および設備費）が必要であり、今の日本では研究を開始するよりむしろ欧米から効力のある農薬を購入し販売した方が利潤が大きいという話であった。その当時日本では丁度科学の分野においても欧米に追いつけの旗印の下で研究が進められていたが、その水準は欧米のそれに比較してはるかに下廻っていたようである。

それから30年、わが国においても除草剤や植物生長調節剤を含む開発研究が進み今日の隆盛をみるに至った。全く昔日の感がある。そして今日わが国では科学の分野において欧米に追いつき追い越したともいわれている。しかしそれは専ら生産技術の分野においてである。欧米諸国からは自国が苦心して創製した基礎的研究の成果を日本で生産技術化され、高品質の製品として輸出されたのではかなわない。これからは革新的な基礎的研究の成果は日本に知らせないようにすべきであるという話すら聞いた。そう言えばこれまでも日本文化のオリジナルのものはほとんど渡来したものともしられている。

また資源の少ない日本の今日の繁栄は輸入石油の

お蔭であり、マッチ1本することによってうたかたの如く崩壊する砂上の楼閣に過ぎないと酷評した外国人もいた。

これからは日本でも創造性豊かな基礎的研究をより積極的に遂行し、新しい技術を自から開発することが必要であるが、それは不可能なことではない。

私の専門分野である蚕糸においてもここ100年の蚕糸業を支えた蚕糸科学と技術を今取纏めているが、それをみるにつけても創造性豊かな基礎的研究をもとにした革新的技術のほとんどすべてが日本の研究者によって作り出されたもので、その水準は世界のそれよりもはるかに越えているものである。1例を示すと、蚕は数千年来桑の生葉のみ食べ継代されてきたので、蚕は単食性昆虫の代表ともいわれ、蚕を含む食葉性昆虫の人工飼料は不可能視されていたが、これも1960年世界に魅けて日本ではじめて創製され、その後改善につぐ改善によって生産技術化され、今日日本で飼育されている稚蚕の約40%はこの人工飼料によって育てられている。この手法はまた野蚕である日本古来のテン蚕、中国原産のサク蚕およびインド原産のERI蚕にも応用され、さらに食葉性害虫の人工飼料育に農薬の開発との関連においても応用されている。

多くの基礎的研究の蓄積があつてはじめて革新的技術が生れるのであって、基礎的研究の蓄積のないところからは革新的技術は生れないと確信している。

目 次

(第 23 卷 第 9 号)

巻 頭 言

創造性豊かな基礎的研究の充実…………… 1
 <社>大日本農会理事 福田紀文>

非農耕地（環境緑地）における雑草と
 防除（剤）事情…………… 29
 <株>ニチノ緑化開発担当部長 春山 泰>

植物生長調節剤 inabenfide の開発…………… 3
 <中外製薬株>化成成品研究所 中村一年>

もう一つの '89 APWSS 韓国会議紀行 …… 36
 <農業生物資源研究所 坂 齊>

イネ科雑草専用剤 Sethoxydim の作用機
 作について…………… 15
 <日本曹達株>小田原研究所
 保坂秀夫・高木眞佐江>

研究所・試験場めぐり…………… 40
 <東北農業試験場水田利用部>
 植調協会だより…………… 42

豊かな収穫が見えてくる。



三 共 の 農 薬



●水田初期除草剤

サンバード® 粒剤

●水田初期一発処理剤

クサカリン® 粒剤25

●水田初期一発処理剤

クサホープ®D 粒剤

●水田用除草剤

サリオ® 粒剤

●水田初中期一発処理剤

リードゾン® 粒剤



三共株式会社 北海三共株式会社
 九州三共株式会社

植物生長調節剤inabenfideの開発

水稻倒伏軽減剤としての利用と環境科学的安全性評価

中外製薬株式会社化成品研究所 中村一年

I はじめに

近年、我国農業における水稻栽培は、輸入自由化の外圧や消費の冷え込みを背景にして、生産調整、生産コスト削減、流通合理化など解決が急がれる幾多の政治的・経済的問題点を抱え、事態は極めて流動的な状況にある中で、自由流通といった市場原理導入のうねりが徐々にではあるが、しかし確実に押し寄せてきているように見受けられる。

このような動きの中にあつて、多くの関係研究機関が、こぞって消費者嗜好に沿った独自性の高い水稻品種の開発を進めており、既に実用化されたものとしては、あきたこまち（秋田）はなの舞（山形）、きらら397号（北海道）などがよく知られ、その作付面積は、ここ数年急伸長している（表1）。これらの新品種は従来より良質米として評価され、作付面積で圧倒的なシェアを誇り、尚且つ今だに上昇傾向を維持しているコシヒカリ、ササニシキな

どと同様に、程度の差こそあれ、形質的に耐倒伏性に難点を有している。

水稻の栽培において、倒伏防止対策は、従来より重要な技術課題のひとつとして取り上げられてきたが、品種更新の傾向から見た限りでは、当分の間倒伏防止のための気配りの解消は期待できないようである。

表 1. 水稻栽培面積推移

（農林水産省）

元年 順位	品 種 名	元 年 作付面積 (千ha)	シェア (%)	対前年 比	63年 順位	62年 順位	61年 順位	60年 順位
1	コシヒカリ	472.3	25.4	113	1	1	1	1
2	ササニシキ	202.0	10.9	108	2	2	2	2
3	日 本 晴	142.3	7.7	95	3	3	3	3
4	ゆきひかり	70.7	3.8	110	5	8	24	33
5	あきたこまち	55.6	3.0	138	9	22	43	74
6	初 星	51.1	2.8	98	8	7	7	10
7	黄 金 晴	44.6	2.4	81	6	6	6	6
8	むつほまれ	43.7	2.4	644	45	63	100	—
9	キヨニシキ	39.8	2.1	74	7	5	5	5
10	中生新千本	30.8	1.7	103	11	12	15	15
上位10品種計		1,153.0	62.1	101				
11	コガネマサリ	29.3	1.6	93	10	10	14	12
12	きらら397号	26.8	1.4	1,742	88	—	—	—
13	月 の 光	24.7	1.3	102	13	27	79	148
14	アキヒカリ	23.3	1.3	26	4	4	4	4
15	ヤマヒカリ	21.4	1.2	101	16	19	19	21
16	ゆきひかり125号	19.1	1.0	90	15	102	—	—
17	トドロキワセ	19.1	1.0	82	14	13	13	9
18	シンレイ	18.0	1.0	171	33	34	40	37
19	レイホウ	17.6	0.9	124	26	32	33	34
20	フクヒカリ	16.8	0.9	118	24	25	29	27
上位20品種計		1,369.1	73.7	101				
32	は な の 舞	10.0	0.5	456	78	—	—	—
合 計		1,857.1	100	99				

昨今、水稻の倒伏防止に対する支援技術として、化学薬品を用いた倒伏関連形質の改善に関する研究に進展が見られ、現在では、それらのいくつかのものが実用に供せられるに至っている。

幸い筆者らが開発研究を進めてきた inabenfide は、水稻に対する関連形質の改善による倒伏軽減作用を主たる効果とする最初の植物生長調節剤として登録され、実用化することができた。本剤の薬効・作用特性に関しては、既に成書があるので^{9,10,18}簡潔に述べるに留め、主に開発の経緯と、特にその評価に留意した環境科学面からの安全性検討の概要を述べる。

II 開発の経緯

筆者らは1975年来、農業用殺菌剤の開発を目的として、イソニコチン酸を基本骨格とする化合物群の研究を進めると共に、1977年には水稻用植物生長調節剤の創製研究を企画・実行してきたが、1978年にそのアニライド誘導体のスクリーニング途上で、一部の化合物が水稻苗を、外観上特に障害となるような損傷を伴うことなく矮化することを発見した¹⁾。この作用に着目して、新たに植物生長調節剤の開発を目的として、イソニコチン酸のアニライド誘導体の構造修飾による特性強化に努め、植物生長調節剤としての特殊性、即ち薬剤の反応性が鋭い程、効果が障害に転じる危険性が高まることから、比較的作用の緩やかな化合物を選択することが重要であることを配慮し、更に哺乳類に対する安全性、経済性を加味して、最終的に inabenfide: 4'-chloro-2'-(α -hydroxybenzyl)isonicotinanilide (図1)を選抜した。この間、これら一連の化合物の植物に対する矮化作用がいね科植物に選択性を有するこ

と¹⁾、主として節間伸長を抑制すること²⁾、特に根部吸収^{1,12)}によって植物の下位節間の短縮に効果が著しいこと⁴⁾、多量の施用においても枯死等の障害が発現しないこと^{1,3)}、更には魚類に対する安全性が高いことなどの諸点から、その応用分野として水稻育苗期の徒長防止、長稈型水稻の短稈化、秋播麦類の春期徒長防止、長稈型麦類の短稈化等を念頭において、1979年より1981年に亘って全国的な市場調査を実施し、新たな市場創造の可能性を確信した。

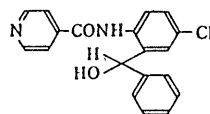
一般名: イナベンフィド inabenfide (ISO)

商品名: セリタード (SERITARD)

開発略号: CGR-811

化学名: 4'-chloro-2'-(α -hydroxybenzyl)isonicotinanilide

構造式:



分子式: $C_{19}H_{15}ClN_2O_2$

分子量: 338.79

性状: 無色～淡黄褐色結晶、無臭

融点: $210\sim 212^{\circ}C$

溶解度 (g/l, $30^{\circ}C$): 水 0.001, メタノール 2.35, エタノール 1.61, 酢酸エチル 1.43, アセトン 3.60, DMF 6.72

分配係数: 約 1345 (*n*-オクタノール/水)

図1. inabenfide の構造と物理・化学的性状

inabenfide は水溶解性が低く (図1)、土壌吸着性が高いことから、原体粒度、水中拡散性、土壌透過性などの点に留意して製剤検討を実施し、適正製剤を得て1979年より作用特性に関する検討を開始し、また1981年より財団法人日本植物調節剤研究協会を通じての公的実用化試験を実施して、1984年に実用可の評価を得た。

これらの実用化試験と並行して、使用時の安全性、食品残留面からの安全性、更には環境中での挙動並びに環境生物に対する安全性などの視点に立った安全性評価を実施し、inabenfide が毒性面はもとより、環境中においても秀れた

安全性を有することを明らかにした。この間、1981年より着手した工業化研究は1985年に完成し、1986年には工業レベルの試験稼働を実施し、1986年10月に得られた農薬登録により、翌1987年には「セリタード®」の商品名で市販を開始した。現在では、引続いて普及のための育成研究を推進する一方で、IRRIにおける1988年来の実用性評価試験を背景として、韓国、台湾、タイなどでの開発を進めており、特に韓国では現在申請試験段階にある。

III 水稻に対する作用と倒伏軽減効果

III-1. 水稻に対する作用

inabenfideは水稻の根部より吸収され、稈基部に集積して薬効を発現する(図2)が、その作用は緩効的である。

吸収されたinabenfideは、水稻の節間細胞数を減ずることなく、それぞれの細胞の縦方向への伸長を抑制し^{5, 9, 10)}、緩効的であるがために早期の処理により、主として下位節間長及び同伸関係にある葉身長を短縮する^{9, 10, 18)}が、品種間変動は小さい¹⁰⁾。短縮した節間表面構造は、乳頭突起の大型化と分布密度の著しい高まりが

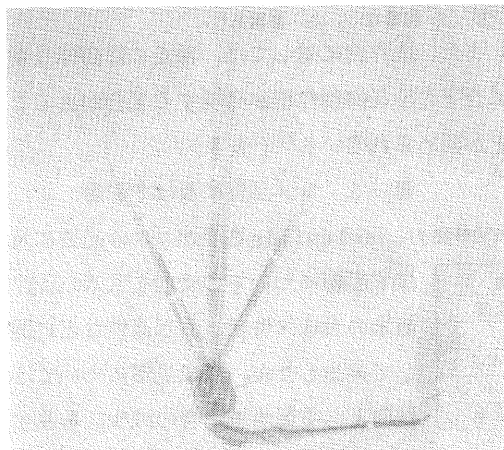


図2. ¹⁴C-inabenfide処理水稻のオートラジオグラフ

認められる⁸⁾。

また、inabenfideにより根の α -naphthylamin酸化力が向上し、根部の發育を旺盛にする^{9, 10, 21)}。

III-2. 作用機構

西洋かぼちゃ、いんげん、えんどうの未熟胚由来のセフリン系を用いたgibberellin 合成系に対するinabenfideの阻害作用を検討した結果、本剤はkaureneからkaurenoic acidに至る酸化反応を阻害¹⁵⁾(図3)することが明らかとなった。

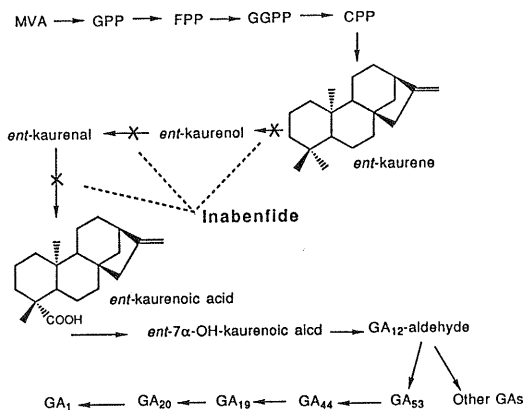


図3. ジベレリン合成経路とinabenfideの阻害部位

III-3. 倒伏軽減効果と収量構成要素に及ぼす影響

inabenfideは、水稻の節間伸長始期以前(出穂前30~60日)の処理により、下位節間長及び上位葉身長を適度に短縮し、短縮した節間表面構造を強化することにより倒伏につながる諸形質を改善して、水稻の耐倒伏性を向上させると共に、水稻の受光態勢を改善する(図4)。

本剤の処理は、収量構成要素に対して一穂粒数のわずかな減少、登熟歩合の向上、千粒重、穂数の増加などの影響を及ぼし、概ね収量水準はやや上向きとなる^{9, 10, 18)}。

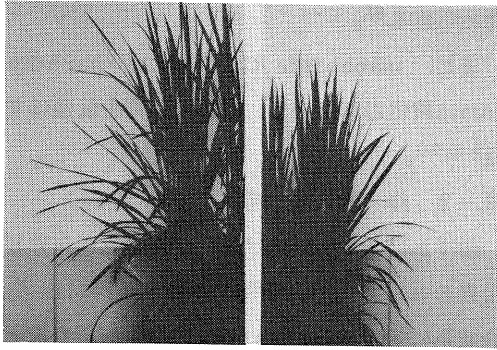


図4. inabenfide 処理による受光体勢の改善
(左: 無処理, 右: 処理)

III-4. 薬効変動要因と後作物に及ぼす影響

inabenfide の植物生長調節作用は、温度依存性である¹⁰⁾。また、本剤は土壌の種類によって吸着度(土壌吸着係数: K_d 値で表す)が異なるため、土質が薬効変動要因となる²³⁾(図5)。栃木県経済連による栃木県下全域に亘る黒ボク土水田における薬効と土壌分析調査から、本剤は K_d 値が50以上の黒ボク土で、概ね効果の発現が乏しくなることが明らかとなった²⁰⁾。尚、水稻栽培で汎用される他の農薬が、本剤の薬効を変動させることはない。

inabenfide はいね科植物、特に稲、稗麦に対して鋭敏な作用を発揮するが、かやつりぐさ科、すべりひゆ科、ひゆ科、たで科、あぶらな科、なす科、うり科、まめ科、あかざ科、せり科、ばら科、きく科、ゆり科植物に対する作用は乏しく、選択的である(表2)。

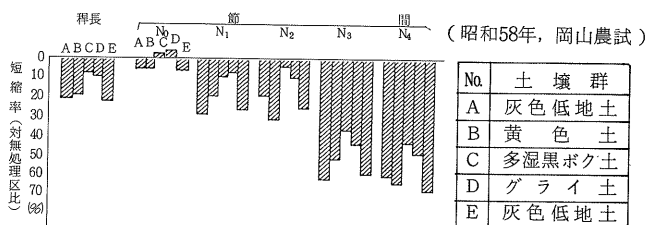


図5. 土壌による薬効変動

表2. 各種作物に対する作用

供試作物	発芽におよぼす影響	生育におよぼす影響	連年処理水田土壌での次年作物生育におよぼす影響
大 麦	○	○	
小 麦	○	○	
は だ か 麦	○	△(初期)	
とうもろこし	○	○	○
は く さ い		○	
野 沢 菜		○	
小 松 菜		○	
キ ャ ベ ツ		○	○
か ぶ		○	
大 根	○	○	○
え ん ど う	○	○	○
そ ら ま め		○	
い ん げ ん	○	○	○
き ゅ う り	○	○	○
か ぼ ち ゃ	○	○	○
な す		○	○
ト マ ト		○	○
し ゅ ん ぎ く		○	
ご ぼ う		○	
ほうれんそう		○	
レ タ ス		○	
に ん じ ん		○	○
み つ ば		○	
た ま ね ぎ		○	○
え ん ば く			○
ピーマン			○
大 豆		○	

注) ○: 影響なし, △: 影響あり。

また、後作物に対しては、稗麦の節間伸長期に若干の伸長抑制作用が発現する場合があることが認められている⁷⁾(表3)。

III-5. コメ品質に及ぼす影響

inabenfide 処理がコメの品質に及ぼす影響についての検討を玄米の品質、飯米の食味・性状、酒米適性などに関して実施したが、玄米品質については、傾向として屑米重歩合の減少、もみすり歩合の増加、大粒歩合の増加が認められ、概ね玄米品質は向上した。

表 3. 後作裸麦に対する影響

(昭和58~59年, 愛媛農試)

種類	品 種	区 別	草 丈 (cm) 4月6日	出穂期 (月日)	穂 長 (cm)	稈 長 (cm)	節 間 長 (cm)						穂 数 (本/m ²)	子実重 (kg/a)	千粒重 (g)
							1	2	3	4	5	6			
裸 麦	ヒノデ ハダカ	処 理 区 (%)	19 (63)	4.20	4.6 (102)	79 (96)	27.6 (97)	18.1 (110)	15.3 (121)	9.7 (84)	5.4 (64)	0.7 (32)	418 (98)	77.5 (114)	28.4 (99)
		無処理区	30	4.18	4.5	82	28.5	16.5	12.6	11.6	8.5	2.2	425	68.2	28.8
	ビワイロ ハダカ	処 理 区 (%)	22 (71)	4.23	5.3 (95)	83 (94)	29.1 (99)	20.0 (104)	14.4 (104)	10.4 (92)	5.2 (66)	0.7 (25)	299 (78)	81.8 (103)	31.1 (97)
		無処理区	31	4.21	5.6	88	29.3	19.2	13.6	11.3	7.9	2.8	385	79.8	32.1
麦	シラタマ ハダカ	処 理 区 (%)	22 (73)	4.23	5.2 (104)	88 (99)	31.1 (104)	20.1 (101)	14.8 (110)	11.2 (98)	6.6 (67)	1.8 (47)	305 (85)	89.4 (102)	30.6 (97)
		無処理区	30	4.21	5.0	89	30.0	19.9	13.4	11.4	9.8	3.8	360	87.8	31.5

注) 区別の(%)は無処理区を100とした指数。

inabenfide粒剤処理: 昭和58年7月22日,

36 g, a. i./a

麦播種: 昭和58年11月29日

表 4. 食味に及ぼす影響

生産地 項目	A		B		C		D	
	処 理 区	無処理区	処 理 区	無処理区	処 理 区	無処理区	処 理 区	無処理区
外 観	-0.35 ~ -0.05	基 準	-0.61 ~ 0.01	基 準	-0.15 ~ 0.15	基 準	-0.48 ~ 0.28	基 準
香 り	-0.68 ~ 0.08	"	-0.35 ~ -0.05	"	-0.49 ~ 0.29	"	0.04 ~ 0.96	"
味	-0.84 ~ 0.24	"	-0.53 ~ -0.07	"	-0.24 ~ 0.84	"	0.32 ~ 1.08	"
粘 り	-0.92 ~ 0.32	"	0.45 ~ 0.75	"	-0.24 ~ 0.84	"	-0.36 ~ 0.56	"
硬 さ	-0.88 ~ -0.12	"	-0.58 ~ 0.18	"	0.26 ~ 1.34	"	-0.56 ~ 0.36	"
総 合	-0.84 ~ 0.24	"	-0.21 ~ 0.41	"	-0.24 ~ 0.84	"	-0.16 ~ 0.76	"

注: 1) 試 料: (A, B) 昭和61年度, ササニシキ

(C, D) 昭和61年度, コシヒカリ

処理区は inabenfide 粒剤 4 kg/10 a を出穂前60~40日前に均一に散布した。

上記試料を各区分毎に同一歩留にとう精して供試料とした。

2) 試験方法: 食糧庁が実施している米の食味試験実施要領により, 無処理区を基準として相対的評価で実施した。

	- 3	~	0	~	+ 3
外観・香り・味	かなり不良		基準と同じ		かなり良い
粘 り	かなり弱い		"		かなり強い
硬 さ	かなり軟らかい		"		かなり硬い

3) 考 察: 食味官能試験結果は表のとおりである。AとBの区分で(一)が見られるが、総合では(±)の範囲内におさまっており有意差は認められない。またC, Dの区分についても双方ともに処理区, 無処理区についての有意差は認められない。

4) 試験機関: (財)日本穀物検定協会(昭和61年12月了)

飯米の食味・性状については、無影響であった(表4)。また、酒米の品質に対しても無影響であった。

IV 安全性評価の概要

今日、農薬として用いることのできる化学物質の資質要件は、とりわけ安全性関係の点では、社会倫理と技術水準に対応した最善のものが求められ、それは最早経済性に優先する。

筆者らは inabenfide について農薬使用者に対する安全性担保、農産物消費者に対する安全性担保、そして自然環境に対する安全性担保の観点から、安全性評価を実施した。

IV-1. 農薬使用者に対する安全性

inabenfide の使用者に対する安全性は、原体の急性毒性(表5)、亜急性毒性、慢性毒性、発癌性、繁殖性、催奇形性、変異原性、一般薬理作用、皮膚感作性、皮膚刺激性、眼粘膜刺激性¹⁹⁾、

および動物体内における挙動^{16,17)}(図6)、製剤の急性毒性(表5)、皮膚刺激性、皮膚感作性、眼粘膜刺激性などについて評価して判断した。

即ち、inabenfide は表に示したような急性毒性を示すと共に、発癌性、催奇形性、変異原性、皮膚感作性、皮膚刺激性、眼粘膜刺激性等を認めず、また次世代に及ぼす影響も認められ

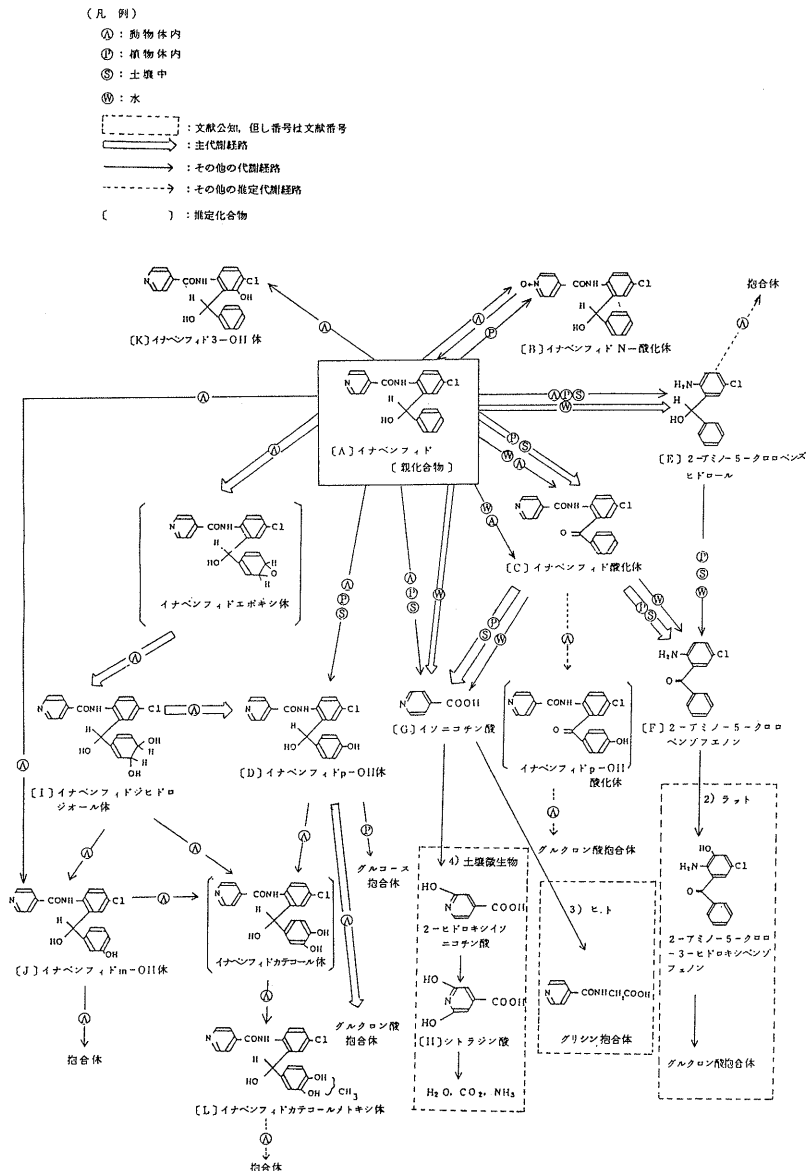


図6. inabenfide の動植物等における推定代謝分解経路図

ず、慢性毒性試験から得られたNOELはラット(♂)の13.8mg/kg/dayが最低値であった。またラットに投与されたinabenfideは、主として加水分解による代謝を受け、特定組織・臓器に蓄積することなく、投与48時間後には、ほとんどすべてが遊離型で糞中に、またグルクロン酸抱合体として尿中に排泄された(表6)。

これらの結果に使用方法を勘案したうえで、inabenfideは通常の使用はもとより、誤飲、

表5. 哺乳動物に対する急性毒性

検 体	動 物	投与経路	性別	LD ₅₀ (mg/kg)
	ラット	経口	♂♀	> 15,000
		経皮	♂♀	> 5,000
		皮下	♂♀	> 5,000
		腹腔内	♂♀	> 5,000
inabenfide (tech)	マウス	経口	♂♀	> 15,000
		経皮	♂♀	> 5,000
		皮下	♂♀	> 5,000
		腹腔内	♂♀	> 5,000
	ラット	吸入 (4時間)	♂♀	LD ₅₀ (mg/m ³) > 457
		経口	♂♀	> 5,000
		経皮	♂♀	> 2,000
		マウス 経口	♂♀	> 5,000

表6. ラットに投与された inabenfide の排泄

投 与 量	検査組織	単 位	投 与 後 時 間														
静 脈 内 投 1 mg / 12.7μCi /2 ml / kg 1 回 投 与	血液	濃 度 (ng/ml)	2分	5分	10分	15分	30分	1時間	1.5時間	2時間	4時間	6時間	8時間	12時間	24時間	48時間	
	尿	排 泄 率 (投与量%)	0～6時間			0～12時間			0～24時間			0～48時間					
			9. 18			14. 19			22. 26			28. 31					
	糞	排 泄 率 (投与量%)	0 ～ 24 時 間 38. 19												0～48時間 63. 17		

誤食、吸入あるいは多年次にわたる繰り返し使用によっても、使用者に危害が発生する恐れはないものと判断した。

尚、製剤を粉碎した粉末に皮膚及び眼粘膜に対する軽度の刺激性を認めたが、このことについては水洗効果が高いことから、使用者には製剤に直接手を触れたり、眼の中に入れないよう注意を促し、万一触れたり、眼に入れたりした場合には直ちに水洗を行なうことを奨励することで危害を未然に防止することができるものと判断した。

IV-2. 農産物消費者に対する安全性

inabenfideを処理した水稻から得られるコメの消費者に対する安全性は、慢性毒性、発癌性、次世代に及ぼす影響、動物体内での挙動、植物体内における挙動^{12, 14)}(図6)、植物体の主要代謝・分解物の毒性、米粒中の残留量(表7)

表7. 玄米中の inabenfide の残留

使用薬量 (g. a.i. / 10a)	残 留 量 (ppm)
240	< 0.005
480	< 0.005
720	< 0.005
900	< 0.005

注) 供試品種: コシヒカリ.

標準使用量: 150 g. a.i. / 10 a.

薬剤散布: 1989. 7. 1. 収穫: 1989. 10. 3.

場所: 藤枝市.

などを評価して判断した。

即ち、本剤のNOELの最低値がラット(♂)の13.8 mg/kg/dayで催腫瘍性、催奇形性、次世代に及ぼす影響も認められないこと、植物中の代謝・分解物のほとんどは動物の体内での代謝過程で認められており、植物体中のみ認められる代謝・分解物についても、既に医薬品の中間代謝物としてヒトにおける体内挙動及び安全性が確かめられていること²²⁾などから、100ないし200の安全係数をもってヒトに外挿することができるものと判断した。一方、米粒中の残留量は、通常の使用量の4～5倍量でもほとんど検出されないことから、本剤を処理して生産されたコメの消費者に対する安全性の担保に懸念はないと判断した。

尚、inabenfideを直接牛に経口投与した場合の乳汁・組織・臓器中の残留量を調査したところ、肝臓で投与終了後1日目迄わずかに検出されたが、牛乳を含む主要可食部への残留は認められなかった(表8)。

表8. 牛の乳汁・組織・臓器の残留

投与前	① 乳 汁				
	投与開始後		投与終了後		
	5日目	10日目	1日目	3日目	5日目
	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005

試料対照	② 組織・臓器				
	(単位: ppm)				
	投与後経過日数				
	0	1	3	5	
肝 臓	<0.005	0.012	0.009	<0.005	<0.005
腎 臓	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
脂 肪	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
小 腸	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
筋 肉	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
血 清	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005

注) inabenfide10日間連続経口投与後の測定値。

IV-3. 自然環境に対する安全性

inabenfideは土壤中¹¹⁾及び水中で、図6に示した経路を辿って生物活性を失なうが、そこに至る代謝・分解物はすべて、動物における代謝経路に存在するか、あるいは既に安全性が明らかにされている。

inabenfideの土壤中の推定半減期が114～144日であること及び土壤透過性が低い(図7)ことから、連続使用による土壤蓄積性を検討したが、残留値に累積的な傾向は認められなかった(図8)。土壤中のinabenfideは主として土壤微生物により分解される¹³⁾(表9)。

水田に処理されたinabenfideは、主として水中に溶出して自然環境中に流出する(図9)。本剤を処理した田面水中の濃度消長を調査した結果(図10)と本剤の水生動物に対する毒性値(表10)及び魚類に対する蓄積性(図11)から、本剤の環境水中に生息するタナゴ、カワニナ、

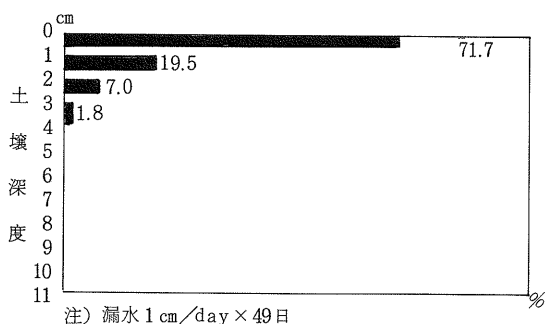


図7. inabenfideの土壤透過性

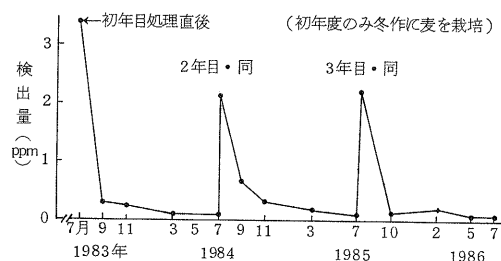


図8. 3年連用による土壤中の消長

表 9. 土壌微生物による分解

		(残存率%)				
Incubate days		2	4	6	8	10
bacteria	<i>Bacillus subtilis</i>	81.8	66.0	51.6	49.5	55.7
	<i>Bacillus Polymyxa</i>	92.2	78.7	81.9	64.3	62.5
	<i>Pseudomonas denitrificans</i>	81.8	69.1	57.1	51.6	52.3
	<i>Pseudomonas desmolytica</i>	92.2	89.4	79.1	70.3	65.9
	<i>Xanthomonas campestris</i>	96.1	87.2	81.3	72.5	64.8
	<i>Coriolum hirsutum</i>	96.4	86.5	54.6	28.6	8.3
fungi	<i>Coriolum varicolor</i>	87.8	64.6	33.9	16.7	5.2
	<i>Cordyceps militaris</i>	103.1	55.1	27.3	17.7	10.4
	<i>Daedaleopsis tricolor</i>	107.1	30.9	3.8	3.0	0.0
	<i>Cephalophora irregularis</i>	100.0	87.1	59.0	53.1	42.7
	<i>Keratinomyces ajelloi</i>	100.0	53.4	37.2	33.3	28.1

表10. 水生動物に対する急性毒性

動 物 種	TLM (ppm, 48 hrs)
甲 殻 類	
タマシジコ	> 20 (3 hrs)
クルマエビ (稚)	> 35
貝 類	
アサリ	5.2 (96 hrs)
カニ	> 20
サカマキガイ	> 10
タニシ	> 20
魚 類	
ウグイ	26
コイ	> 20
ヒメダカ	> 20
タナゴ	> 20
ボラ	11
マダイ (稚)	> 10
両 生 類	
オタマジャクシ (トノサマガエル)	> 20

オタマジャクシなどをはじめとする動物相に対する影響はないものと判断した。尚、本剤にはモンシロチョウやミツバチなどの昆虫に対する作用はない²⁴⁾。

このように inabenfide は環境にやさ

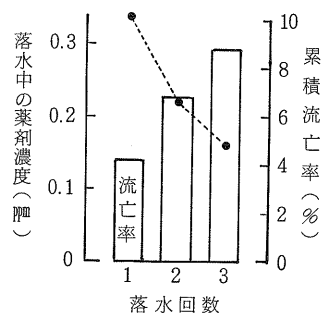


図 9. 落水による inabenfide の流出

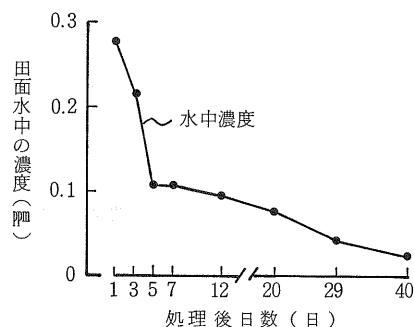


図10. 田面水中の inabenfide の消長

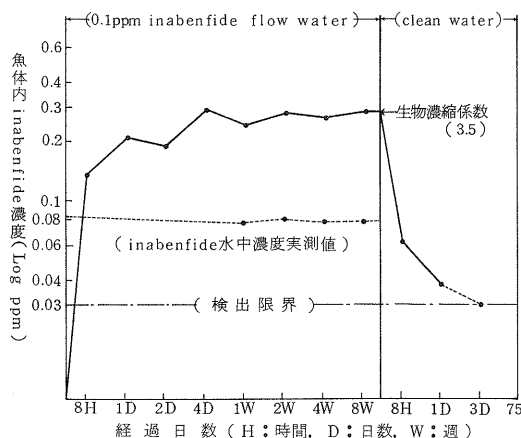


図11. コイに対する蓄積性

しい農薬であり、自然環境に対する安全性は十分に確保できるものと判断した。

V お わ り に

社会通念は社会の置かれた状況によって形造られ、社会倫理は時代の変化にともなって変遷するもののようである。

絶対的に食糧が欠乏した状況にあっては、食糧増産のためには如何なる手段を用いることも肯定された。農薬として用いる化学物質に要求される資質についても、例外ではなかった。

今日我国の食糧事情は、農薬のもつ機能の転換を求めるにまで飽和した状況にある一方で、世界的には厳然として食糧不足の事実が横たわっている。

このような矛盾の中にあって、農業資材のひとつである農薬に、今如何なる役割と資質が求められているのかが問われている。この問いに対する答えこそ、次なる新農薬開発に対する研

究コンセプトとなるものと考えられる。

inabenfide は、今日27の県で水稻の栽培基準に採用され、既に10万 ha 以上の水田で使用された。本剤が、将来に亘って農薬として用いることを許容され続けるためには、社会から求められる要件を満たす研究努力を、一時たりとも欠かすことはできない。現在引続き進行中の環境中における動態モニタリングや、長期連続使用が水田環境に及ぼす影響に関する調査、より新しい哺乳動物に対する安全性評価などについても、機会を待って報告する予定である。

最後に、inabenfide の開発から上市まで、多方面に亘る数多くの方々に御指導、御協力そして御激励を頂いた。特に財団法人日本植物調節剤研究協会、大学、国・地方自治体の農業研究機関、全国農業協同組合連合会などの関係各位には、格別の御指導と御支援を賜ったことをここに記して衷心より謝意を表す。

引 用 文 献

- 1) 白川憲夫・富岡博実・小泉益男・竹内正毅. イソニコチン酸アニリド系化合物の植物生長調節作用: 第1報 各種植物に対する基礎作用特性. 日本農薬学会第6回大会講演要旨集 113 (1981).
- 2) 富岡博実・白川憲夫・神崎 充・富樫邦彦. イソニコチン酸アニリド系化合物の植物生長調節作用: 第2報 移植水稻に対する倒伏防止効果. 日本農薬学会第6回大会講演要旨集 114 (1981).
- 3) 白川憲夫・富岡博実・竹内正毅. イソニコチン酸アニリド系化合物の植物生長調節作用: 第3報 CR-350関連化合物の効果ならびにCR-350のイネ生長調節作用について. 日本農薬学会第7回大会講演要旨集 106 (1982).
- 4) 富岡博実・白川憲夫・神崎 充・富樫邦彦. イソニコチン酸アニリド系化合物の植物生長調節作用: 第4報 CR-350のイネ生育調節および倒伏防止効果. 日本農薬学会第7回大会講演要旨集 107 (1982).
- 5) 星川清親・白川憲夫・富岡博実・竹内正毅. 植物生長調節剤CGR-811に関する研究(1)とくにイネの箱育苗への適用性について. 日本作物学会紀事, 51(別号1) 207~208 (1982).
- 6) 杉山 宏・白川憲夫・富岡博実・竹内正毅・岡田政憲・岩根吉孝・村上 泰. イソニコチン酸アニリド系化合物の植物生長調節作用に関する研究: 第5報 2-(α -hydroxy benzyl) isonicotinilides の合成とその生物活性. 日本農薬学会第8回大会講演要旨集 234 (1983).
- 7) 富岡博実・深澤正徳・竹内正毅・白川憲夫. 植物生長調節剤CGR-811に関する研究(6)CGR-811処理水田土壌中での残効性. 日本作物学会紀事 55(別号1) 188~189 (1986).

- 8) 松田智明・白川憲夫・富岡博実・長南信雄. 倒伏軽減剤 C G R - 811 を施用した水稻の下位節間の構造. 日本作物学会紀事 56 (別号1) 156~157 (1987).
- 9) 白川憲夫・富岡博実・深澤正徳・竹内正毅・岡田政憲・岩根吉孝. 4-chloro-2-(α -hydroxybenzyl) isonicotinilide (inabenfide) のイネ 苗生長調節作用と倒伏軽減効果. 日本農薬学会誌 12, 599~607 (1987).
- 10) 白川憲夫・富岡博実・深澤正徳・竹内正毅・岡田政憲・岩根吉孝. 新植物生長調節剤イナベンフィド (C G R - 811) のイネ 生長調節作用. 植物の化学調節 22, 142~152 (1987).
- 11) 三木卓磨・市川 正・原真智子・大水博志・岩根吉孝. 植物生長調節剤イソニコチン酸アニリド系化合物の代謝研究 (第4報) イナベンフィド (C G R - 811) の土壌中における代謝. 日本農薬学会第11回大会講演要旨集 84 (1986).
- 12) 市川 正・原真智子・三木卓磨・岩根吉孝. 植物生長調節剤イソニコチン酸アニリド系化合物の代謝研究 (第5報) イナベンフィドのイネにおける代謝. 日本農薬学会第11回大会講演要旨集 105 (1986).
- 13) 三木卓磨・市川 正・原真智子・岩根吉孝. 植物生長調節剤イソニコチン酸アニリド系化合物の代謝研究 (第6報) イナベンフィド (C G R - 811) の微生物による分解. 日本農薬学会第12回大会講演要旨集 142 (1987).
- 14) 市川 正・杉山 宏・岩根吉孝. イネ 苗におけるイナベンフィドの代謝. 日本農薬学会誌 12, 509 (1987).
- 15) MIKI T., Studies on sites of action of plant growth retardant, 4'-chloro-2'-(α -hydroxybenzyl)-isonicotinilide (inabenfide) in gibberellin biosynthesis, Gibberellin Symposium Tokyo 1989, 31-30 (1989).
- 16) KINOSHITA H., Y. TOHIRA, H. SUGIYAMA and M. SAWADA, Studies on the metabolism of Inabenfide (a new plant growth regulator) in rats-I, Xenobiotica Vol. 17, No. 8, 925~939 (1987).
- 17) KINOSHITA H., Y. TOHIRA, H. SUGIYAMA and M. SAWADA, Use of ^{13}C -NMR Spectroscopy for Detection and Identification of Labile Metabolites of ^{13}C -labeled Inabenfide. 日本農薬学会誌 12, 261~263 (1987).
- 18) NAKAMURA K. Newly Developed PGR, SERITARD (inabenfide), An anti-lodging agent for paddy rice, Japan Pesticide Information No. 51, 23~26 (1987).
- 19) 中外製薬(株)農薬開発部. イナベンフィドの毒性試験の概要. 日本農薬学会誌 13, 391~394 (1988).
- 20) 栃木県経済農業協同組合連合会. セリタード粒剤の黒ボク土水田における効果確認成績書 (1989).
- 21) MAWAKI H., T. OIDA, I. IWATA, Effects of Inabenfide on root system morphology of rice plants in paddy field, Abstract of the 12th ASPAC conference 127 (1989).
- 22) YASUMURA A., H. MURATA, K. HATTORI and K. MATSUDA, Studies on the metabolism of Oxazolam II., Chem. Pharm. Bull., 19, 1929 (1971).
- 23) 岡武三郎・富久保男・大森信章. 水稻に対する矮化剤の利用に関する研究 (1) 日本作物学会紀事 (別号1) 194~195 (1985).
- 24) 羽生 健・鍋岡勇造・杉山寿美子・佐川隆夫. イナベンフィドの環境生物に及ぼす影響 (I). 未発表.



自然には、
自然から生まれたバイオ除草剤

- 確かな効きめです。
- 効きめが速く、長続きします。
- 土壌を汚染しません。
- 果樹等の根元まで除草できます。
- より高い安全性を追求しました。
- 新製剤——顆粒状水溶剤です。

明治ハービエース水溶剤

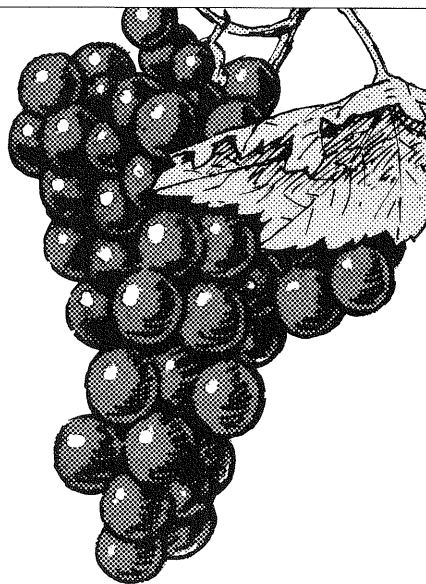
果樹園、野菜畑、桑園、非農耕地に /

明治製薬株式会社

植物化学調節実験法

植物化学調節学会 高橋 信孝・編
A5判・468頁・定価5,000円(税別)

植物の化学調節研究はいわゆるモノトリ屋、ブッカケ屋の連携によって初めて可能となるもので、両者の相互理解が必要です。本書はこの研究に役立つよう編集されています。つまり、作物の研究者、技術者が生理活性物質の分離・同定や生物検定法を、化学、薬学の研究者が除草剤、植物調節剤の生物実験法を理解し、実験できるよう平易かつ具体的に解説してあります。



発行 植物化学調節学会

発売 全国農村教育協会

東京都台東区台東1-26-6(植調会館)
〒213 TEL.03(833)1821 FAX.03(833)1665

イネ科雑草専用剤 Sethoxydim の 作用機作について

日本曹達(株)小田原研究所 保坂秀夫・高木真佐江

1. はじめに

Sethoxydim (以後STMと略す)はイネ科植物に高い殺草活性を示し、イネ科以外の単子葉植物および双子葉植物には活性が極めて低い茎葉処理型の除草剤である。このようなイネ科専用除草剤として、cyclohexanedione 骨格を有する最初の化合物 alloxym-sodium (図

1) が日本曹達(株)において1978年に開発された。さらにその後の研究の結果、1982年にSTMが開発された。また、同時期に cyclohexanedione とは全く異なる aryloxyphenoxypropionic acid 骨格を有する fluazifop-butyl が石原産業(株)により開発された。その後も、各社によ

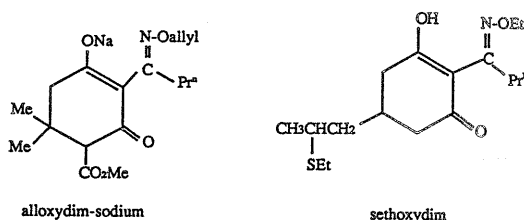


図1. Alloxym-sodium と sethoxydim の化学構造

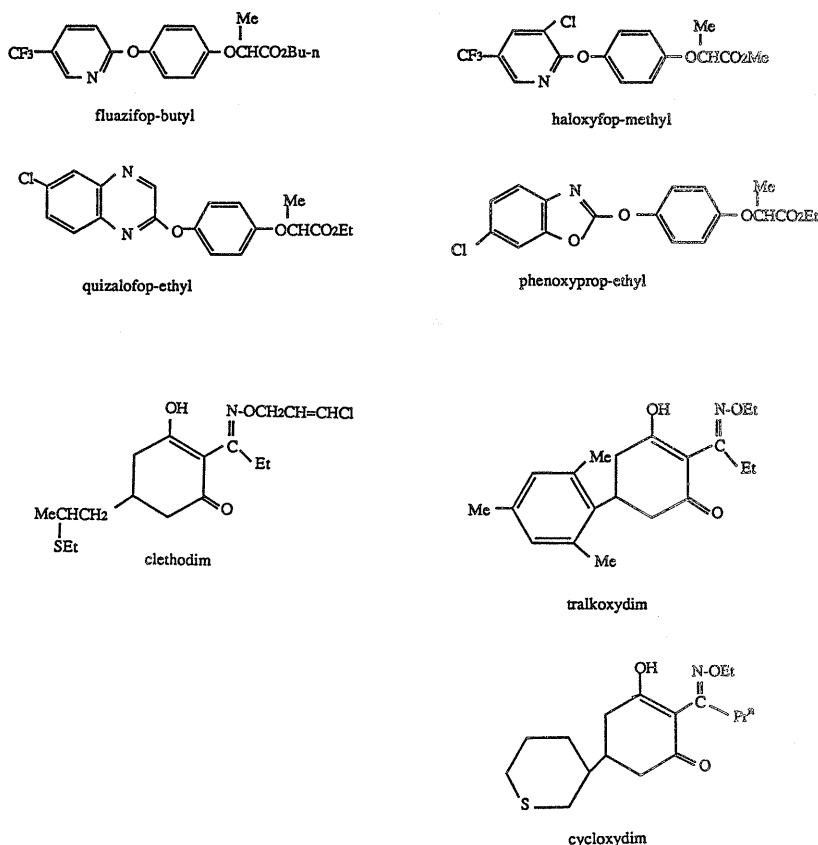


図2. 主な aryloxyphenoxypropionic acid 系および cyclohexanedione 系除草剤

って両系統の化合物の研究開発が精力的に進められている(図2)。STMおよび fluazifop-butyl の研究開発経緯等については成書^{1,2)}を参照されたい。

STMは、ダイズ、そ菜等の双子葉作物中に繁茂するジョンソングラス等の多年生雑草を含め、イネ科雑草を全面茎葉処理で防除できる選択性除草剤である³⁻¹³⁾。このような特徴から、本薬剤は現在世界の主要農業地域を含む数十カ国で登録され、世界的に重要な作物であるダイズ、ワタ、ビート、ナタネ等を対象として、生育期茎葉処理型イネ科雑草防除剤として広く使用されている。さらに、STMはアメリカ合衆国等でますます増加しつつある conservation tillage の雑草防除体系の中の茎葉処理型イネ科専用除草剤として有用であり¹⁴⁻¹⁶⁾、農業生産性の向上にも大きな貢献をしている。

STMがイネ科専用除草剤として紹介されて以来、本薬剤に関する作用機作研究は多くの研究者によって行われ、その結果は多数報告されている。本稿では、筆者らの行った研究の成果を中心に、STMの作用機作研究の概略について紹介する。

2. STMの作用特性

(1) 除草活性

STMは、1年生および多年生イネ科植物に対して強い殺草作用を示すが、イネ科以外の植物に対してはその作用が極めて弱く、両者間の感受性差は顕著である。ただし、イネ科植物に属するスズメノカタビラ (*Poa annua*) は本薬剤に対して感受性が低い。さらに、筆者ら¹⁷⁾は各種のイネ科植物について検討し、*Festuca rubra*, *Festuca longifolia* および *Festuca myuros* はスズメノカタビラより感受

性が低いことを報告している。STMに耐性を示すイネ科植物がいずれも *Festuceae* に属していることは興味深い。また、STMの除草活性については、石川ら⁵⁾、川名ら¹⁸⁾の報文を参照されたい。

(2) 殺草徴候¹⁹⁻²¹⁾

0.2 kg ai/ha の STM をトウモロコシの実生(7日齢: 2.2葉期)に茎葉処理した場合には、処理時に展開中の葉の伸長は処理後1日以内に停止する。処理5日後においては、成熟葉(第一および二葉)には外見上何ら殺草徴候は認められないが、新葉(第四葉)は抽出せず、展開中の葉(第三葉)の基部には褐変症状が観察される。これらの結果は、STMが特に未熟葉に強く作用することを示している。また、0.05 kg ai/ha の STM の処理では、新しく展開してくる葉にのみ筒状葉やクロロシス症状が認められるが、多くの場合、枯死しない。

トウモロコシの発芽前に0.8, 1.2, および1.6 kg ai/ha の STM を土壌表面処理した場合、いずれの薬量においても発芽は阻害されない(子葉鞘と種子根は出現する)。しかし、1.6 kg ai/ha 処理区においては葉が子葉鞘から抽出せず、また、1.2 kg ai/ha 処理区ではクロロシス症状を帯びた葉が子葉鞘から抽出する。その後、それらの処理区の実生は褐変し、枯死に至る。0.8 kg ai/ha 処理区では、葉はその葉身基部にクロロシス症状が認められるものの、子葉鞘から抽出し、その後は生育が抑制されるのみで枯死には至らない。

トウモロコシの実生に STM を水耕処理した場合、処理後24時間以内では、 3×10^{-5} M 以下のいずれの濃度においてもトウモロコシの種子根の伸長に対する阻害効果は弱い。しかし、処

理48時間後においては、 1×10^{-6} M以上の濃度の処理により根の伸長は著しく抑制される。

(3) 組織学的研究¹⁹⁻²¹⁾

0.2 kg ai/haのSTMを前述と同様に茎葉処理した3日後のトウモロコシ実生の縦断切片においては、葉原基は未展開であり、分裂増殖能も低下し、茎頂部が凝縮しているようであった。茎頂に最も近接する葉における前形成層の発達は阻害され、また、側根原基の細胞は凝縮していた。葉の基部の細胞の正常な発達は阻害され、狭葉化していた。STM処理で影響された部位の細胞では、その核は濃染、凝縮し、また、細胞配列は不規則であった。処理5日後では、STMの効果はさらに進み、分裂組織部における細胞配列は著しく不規則になり、発達が阻害されていた。0.05 kg ai/haのSTM処理5日後の実生では、前述のごとく生育阻害が認められたものの、その縦断切片においては、茎頂、維管束組織および側根原基が発達しているのが観察された。

水耕処理においては、 3×10^{-6} MのSTM処理24時間後の根端では、有糸分裂中の細胞は非常に少なく、特に分裂の前、中期の像はほとんど見られなかった。さらに、核は部分的に濃染され、核膜の異常や細胞質の凝縮が観察された。48時間後では分裂像は全く認められず、細胞は極端に液胞化し、また、二核細胞が観察された。

これらの組織学的観察の結果は、STMの処理後にトウモロコシに現れる殺草徴候、すなわち生育阻害、クロロシスおよび褐変が分裂組織部の損傷に起因していることを示唆している。すなわち、STMは感受性植物の分裂組織に影響を及ぼし、その組織の正常な発達を阻害することにより殺草活性を発現すると考えられる。

3. STMによる成長阻害の特徴

細胞分裂と細胞伸長からなる植物の増殖成長は、多くの除草剤により影響されることが報告されている²²⁾。その植物の増殖成長に対する効果を解析する場合、増殖の制御が可能な培養系は有用な実験系といえる。根端の分裂組織部における多くの細胞は活発に分裂しており、その細胞分裂周期は G_1 (間期1)、 S (DNA合成期)、 G_2 (間期2)および M (有糸分裂期)の各期からなり、連続的に進行している²³⁾。この根の先端部分を切り取って育てる培養を根端培養と呼ぶ。高等植物の根端は代謝活動が盛んなことから、組織レベルにおける種々の生理学的過程を研究するための実験系として利用されている²⁴⁾。筆者ら²⁵⁾は、この根端培養実験系がSTMのような増殖成長および細胞分裂阻害剤の作用特性を把握するために適した実験系であると考え、感受性植物であるトウモロコシと非感受性植物であるエンドウの培養根端を用いて検討を行った。

(1) 根の増殖成長に対する効果

エンドウ根端の増殖成長は 1×10^{-4} M以下の濃度のSTMでは全く阻害されないのに対し、トウモロコシの根端の増殖成長は本薬剤により濃度依存的に著しく阻害される(図3)。この阻害効果は 1×10^{-8} Mでも認められ、 3×10^{-7} Mでは最大の活性を示す。しかしながら、 1×10^{-4} MのSTM処理48時間後においても、トウモロコシ根端には褐変や壊死のような外見上の害徴は認められない。

STMの 1×10^{-7} M処理区において、トウモロコシ根端の増殖成長は処理開始後4時間以内に阻害が認められる。 1×10^{-6} Mで処理された根端の成長は処理後4時間以内にはほぼ停止し、それ以後の根端の成長は認められない。

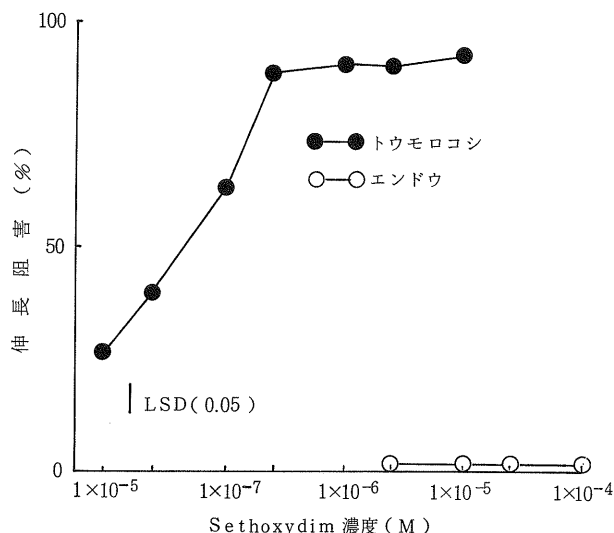


図3. トウモロコシおよびエンドウの培養根端の伸長に対する sethoxydim の効果 (処理48時間後)

この根端培養系におけるトウモロコシとエンドウ間の選択性は無傷植物において観察されたものに類似しており、また、水耕処理の種子根に対する効果と比べ、より短時間に、かつより低濃度で発現する。

(2) 伸長生長に対する効果

3 ppm の indoleacetic acid (IAA) に依存したトウモロコシの子葉鞘とエンドウの上胚軸のどちらの伸長生長も、 1×10^{-5} M の STM によって阻害されない。 1×10^{-4} M 処理区では、トウモロコシの子葉鞘で37%、エンドウの上胚軸で12%伸長阻害が認められる。すなわち、トウモロコシの伸長生長は、STM に対して感受性が極めて低く、また、トウモロコシとエンドウの間の感受性差は非常に小さいものである。

(3) 有糸分裂に及ぼす影響

1×10^{-5} M の STM 処理24時間後におけるエンドウ根端の有糸分裂の状態は無処理のものと同様に観察され、処理区と無処理区における有糸分裂指数に有意な差はない。これに対してトウモロコシ培養根端においては、有糸分裂期に

ある細胞数は 1×10^{-6} M の STM 処理により、24時間後まで経時的に減少する (図4)。有糸分裂前期の細胞数は、処理後16時間までは徐々に減少し、24時間後には急減する。また、有糸分裂の中～終期の細胞数は、処理後16時間以内ではほとんど減少しないが、処理24時間後では著しく減少する。二核細胞は、STM 処理後経時的に徐々に増加するが、その頻度としては少ない。また、それ以前に細胞学的害徴が細胞質に明らかに認められていることから、副次的に二核細胞が生じている可能性が示唆される。

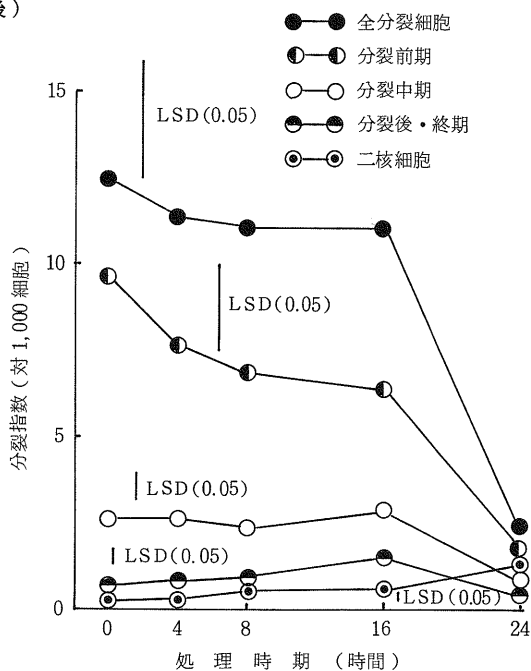


図4. トウモロコシ培養根端の分裂指数に及ぼす sethoxydim (1×10^{-6} M) の効果

(4) DNA合成に対する効果

トウモロコシ培養根端への 14 C-チミジンの取り込みは、STM 処理後24時間以内では阻害が認められないが、48時間後においては 1×10^{-7} M で30%、 1×10^{-6} M では55%阻害される。一

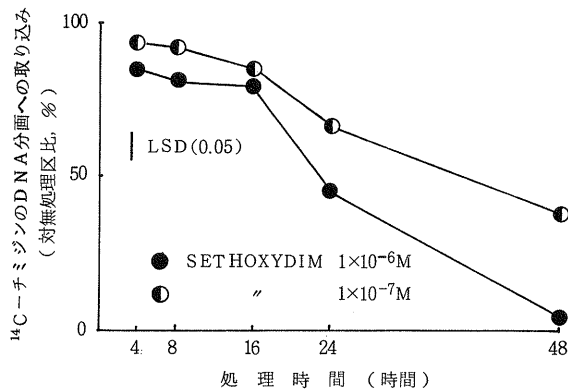


図5. トウモロコシ培養根端のDNA合成に及ぼす sethoxydim の効果

方, DNA合成は, 1×10^{-7} と 1×10^{-6} M の STM 処理後 4 から 48 時間にわたって, 各々経時的に 7% から 64% および 14% から 94% 阻害される (図 5)。しかし, 後述するように, この根端の DNA 合成阻害は, これらの濃度の STM の処理 2 時間後では弱く, また, 1 時間以内では認められない²⁶⁾ ことから, STM がトウモロコシの培養根端の DNA 合成を直接には阻害しないことが示唆される。

(5) 呼吸に対する効果

トウモロコシ根端の酸素の吸収を Warburg 検圧法により測定した場合, 1×10^{-6} M の STM 処理 48 時間後においても呼吸阻害は認められない。また, triphenyl tetrazolium chloride (TTC) 試験法においては, 1×10^{-6} M の薬剤処理後 24 時間以内では阻害が認められず, 48 時間後においては 75% 阻害されたが, この阻害は二次的なものと考えられる。すなわち, トウモロコシ培養根端の呼吸は, STM により直接影響されないとと言える。

Hess²⁷⁾ は植物の生育を阻害する除草剤の作用について, 有糸分裂そのものに作用して細胞分裂を止めるものを cell division disruption (細胞分裂の阻止) と, 直接それに作用し

ないで細胞分裂に影響を及ぼすものを cell division inhibition (細胞分裂の阻害) としている。前述のように, トウモロコシの根の増殖成長は子葉鞘の伸長生長よりも STM に対する感受性が著しく高く, さらにトウモロコシとエンドウとの間の感受性差も明確である。すなわち, STM はトウモロコシ根端の分裂増殖に影響し, その生育を阻害すると考えられる。また, 異常な有糸分裂像や分裂指数の増加が

認められないことから, STM が細胞分裂を阻止しないことも明らかである。

STM は処理後 4 時間後から経時的にトウモロコシ培養根端の増殖伸長, 有糸分裂および DNA 合成の阻害を引き起こす。しかしながら, 本薬剤はトウモロコシ根端の DNA 合成, 有糸分裂および呼吸を直接, かつ直ちには阻害しない。すなわち, STM による細胞分裂の阻害機構は DNA 合成や有糸分裂に対する直接的な作用によるものではないと考えられる。さらに, この細胞分裂の阻害は細胞分裂周期の M 期以外の G_1 , S (DNA 合成過程は除く), G_2 期, または各期間の遷移の過程に起こることが示唆される。

4. 選択性機構

種々の除草剤において, 感受性と耐性植物間の選択性機構は, 薬剤の植物体内への取り込みや分布の相違によって, あるいは代謝や解毒の違いによって説明されている²⁸⁾。Swisher と Corbin²⁹⁾ は STM に感受性のジョンソングラスと耐性のダイズとの間の選択性が薬剤の取り込みと移行の差では説明され得ないことを報告している。さらに, Cambell と Penner³⁰⁾ は

種々の単子葉および双子葉植物間での選択性の差が処理された葉における薬剤の代謝の量的および質的差のいずれでも説明され得ないことを報告している。また、筆者ら³¹⁾は、イネ科の同属植物の選択性についても、根部処理された耐性の *Festuca rubra* と感受性の *Festuca arundinacea* において、薬剤の取り込み、移行および代謝の違いでは、その両植物間の選択性は説明され得ないことを報告している。

前述したように、STMは細胞分裂に影響することによって感受性イネ科植物の根端の増殖成長を選択的に阻害する。このことから、筆者らはSTMの作用部位は感受性植物の分裂組織部位にあると考え、感受性トウモロコシと非感受性エンドウの培養根端を用いて、増殖部位と非増殖部位の¹⁴C-STMの吸収量について検討した³²⁾。

トウモロコシ根端の増殖部位は¹⁴C-STMを 1×10^{-6} と 5×10^{-6} Mの両濃度で、エンドウ

の根の増殖部位よりも4～8倍多く吸収する(図6)。また、トウモロコシ根端の増殖部位は、¹⁴C-STMをその非増殖部位よりも約5倍多く吸収する。これに反して、エンドウの根の¹⁴C-STMの吸収はその部位間で有意な差は認められない。

¹⁴C-STMの増殖部位での高濃度の吸収は、実生の水耕処理においても同様な結果が得られる。また、他の非増殖組織切片であるトウモロコシ子葉鞘、エンドウ上胚軸および両種の葉片においては、¹⁴C-STMの高濃度の吸収は認められず、根端の非増殖組織部位と同様に処理溶液の濃度とほぼ等しい量のみ吸収される。トウモロコシの増殖部位の¹⁴C-STMの高濃度の吸収は、能動輸送阻害剤である2,4-dinitrophenol (1×10^{-4} M)によって影響されないため、受動輸送によっていると考えられる。

感受性および非感受性植物に対するSTMの活性の差異は、確かに両植物の増殖部へのSTMの取り込み量の差では説明し得ない。しかしながら、STMの感受性植物の分裂組織部位への特異的な高濃度の吸収は、作用機作を含めた選択的除草活性発現において重要な意味を示すと考えられる。

5. 生化学的研究

(1) 生体成分生合成に対する効果

前述のように、STMはトウモロコシ培養根端の細胞分裂に影響することによってその増殖成長を選択的に阻害する。その細胞分裂と最も一般的に関連している代謝の変化は、DNA、RNAおよび蛋白質の生合成の阻害、並びにエネルギー代謝に対する効果であると言われている。

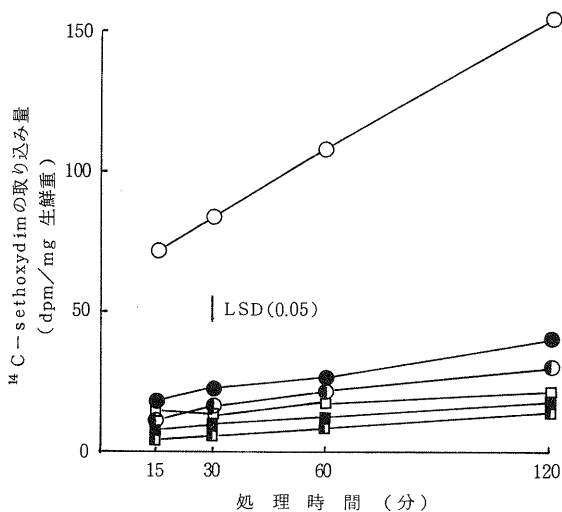


図6. トウモロコシおよびエンドウの培養根端への¹⁴C-sethoxydim (1×10^{-6} M)の取り込み

トウモロコシ根端全体: ●, トウモロコシ根端増殖部位: ○,
トウモロコシ根端非増殖部位: ◐, エンドウ根端全体: □,
エンドウ根端増殖部位: ■, エンドウ根端非増殖部位: ◑.

る²²⁾。そこで、それらの代謝過程に及ぼすSTMの効果について、本薬剤に高い感受性を示すトウモロコシ根端培養系を用いて検討した。検討に用いた薬剤濃度は 1×10^{-7} M (約50%阻害) および 1×10^{-6} M (最大阻害) である。

トウモロコシ培養根端の呼吸に対しては、両濃度のSTMで処理5時間後においても影響は認められない。また、各種 14 C標識前駆体の取り込みは、両濃度のSTMで処理後2時間以内では阻害されない。

根端におけるRNA合成(14 C-ウリジンのRNAへの取り込み)および蛋白質合成(14 C-ロイシンの蛋白質への取り込み)は、STMの処理によって影響されない。一方、DNA合成(14 C-チミジンのDNAへの取り込み)および細胞壁合成(14 C-グルコースの細胞壁への取り込み)は、STMの処理2時間後において初めて阻害が認められる。

さらに、 14 C-酢酸の脂質画分への取り込みについては顕著な阻害が認められる(図7)。この阻害は濃度および時間依存的であり、他の

14 C標識前駆体と比較してより短時間で観察される。ただし、この脂質画分への取り込みは、増殖組織部位においては 1×10^{-7} Mで減少が認められるが、非増殖組織部位においては 1×10^{-5} Mでも影響されない(表1)。一方、脂肪酸合成阻害剤のcerulenin^{33,34)}は、根端の増殖のIC₅₀である 3×10^{-5} Mの濃度で 14 C-酢酸の両部位における脂質画分への取り込みを阻害する。ところで、 14 C-STMの高濃度の吸収は感受性植物の増殖組織部位のみで認められるものの、非増殖組織部位

においても培地中の処理濃度に相当する量のSTMは存在していることは前述した通りである。

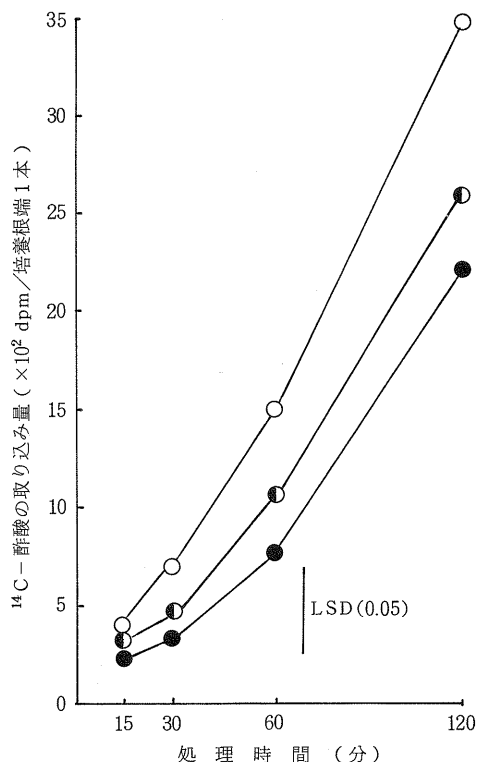


図7. トウモロコシ培養根端の脂質画分への 14 C-酢酸の取り込みに対するsethoxydimの効果

Sethoxydim 処理濃度: OM=○,

1×10^{-7} M=●, 1×10^{-6} M=●

表1. トウモロコシ培養根端の 14 C-酢酸の取り込みに対するsethoxydimの効果(60分処理)

薬 剤	濃 度	根端への取り込み		脂質画分への取り込み	
		P ^a	N	P	N
	(M)	(dpm/root)			
(None)	0	10,481	5,287	1,862	259
Sethoxydim	1×10^{-8}	9,721	4,645	1,746	266
Sethoxydim	1×10^{-7}	10,603	5,284	1,331	267
Sethoxydim	1×10^{-6}	9,758	5,577	950	271
Sethoxydim	1×10^{-5}	10,969	5,843	711	250
Cerulenin	3×10^{-5}	9,669	4,750	874	204
LSD(P≤0.05) ^b		2,008	1,184	178	34

^aP: 増殖部位 N: 非増殖部位

^bLSD for comparison between means within a column.

したがって、STMの ^{14}C -酢酸の脂質画分への取り込みに及ぼす両部位間の100倍以上の感受性差は、薬剤の吸収量の差では説明し得ない。これらの結果は、 ^{14}C -酢酸の脂質画分への取り込みのSTM処理による減少も、感受性植物の増殖状態と密接に関連していることを示唆している。

STMによる細胞分裂の阻害機構はDNA、RNAおよび蛋白質の生合成、並びに呼吸の阻害によらないことは明らかである。また、本薬剤の活性が、脂質代謝に対する効果も含め、感受性イネ科植物の増殖状態と深く関連していることが示唆される。

(2) Acetyl-CoA carboxylase 阻害活性

STMの脂質代謝に対する効果については、数例報告されている。Hatzios³⁵⁾は、STMに非感受性植物のダイズの葉の単離細胞の系において、各種生体構成成分の生合成のうち、脂質合成が最も低濃度で、かつ最も早く阻害が認められることを報告している。BurgstahlerとLichtenthaler³⁶⁾は、トウモロコシ実生の糖脂質およびリン脂質の生合成はSTMの茎葉処理後3日以内に阻害されることを報告している。さらに、Burgstahlerら³⁷⁾は、トウモロコシの幼植物(2~3葉期)の脂質生合成に対

するSTMの効果がその茎葉処理1時間後に観察されることを報告している。Ishiharaら³⁸⁾も、STMを処理したトウモロコシ根端において、極性脂質(リン脂質)が処理後15分以内に減少することを報告している。これらの研究結果から、脂質の生合成阻害がSTMの作用機作である可能性が示唆されていた。

最近になり、STMの脂肪酸生合成(図8)に及ぼす影響に関する論文が報告されている。Burgstahlerら³⁷⁾はトウモロコシ単離葉緑体においてSTMが脂肪酸の de novo 生合成を阻害することを¹⁴C-酢酸を用いて明らかにしている。Burtonら³⁹⁾は、STM処理により、トウモロコシ単離葉緑体における¹⁴C-酢酸お

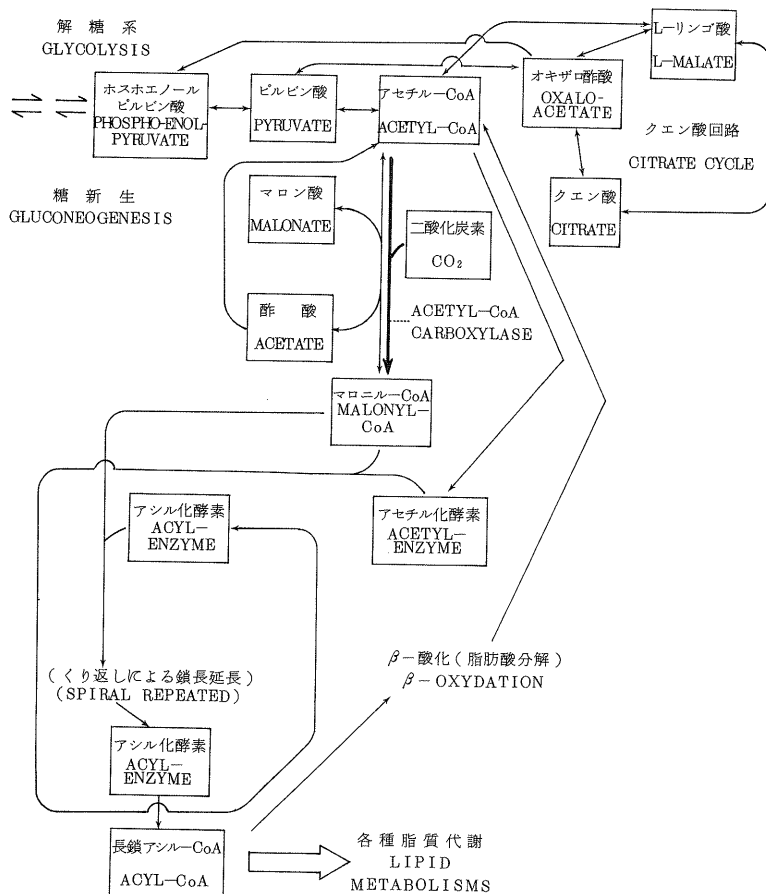


図 8. 脂肪酸代謝経路

よび ^{14}C -ピルビン酸からの脂肪酸生合成が阻害されるのに対して、 ^{14}C -Malonyl CoAを用いた Cell-free 脂肪酸生合成系では阻害が認められないことを報告している(表2)。また、彼らは ^{14}C - CO_2 を用いた実験結果と併せて、本薬剤が、脂肪酸合成の律速酵素である Acetyl-CoA carboxylase (EC 6.4.1.2, 以後ACCと略す)を阻害することを示した(図9)。この阻害効果が感受性植物のトウモロコシでは認められる(IC_{50} : $2.9 \times 10^{-6}\text{M}$)が、非感受性植物のエンドウでは認められないことから、彼らはSTMの選択的除草

表2. Sethoxydim ($10\mu\text{M}$)およびhaloxyfop ($1\mu\text{M}$)によるトウモロコシ葉緑体脂肪酸分画への ^{14}C -酢酸および ^{14}C -ピルビン酸の取り込みに対する阻害活性(10分処理)

	酢 酸	ピルビン酸
Control	Activity (nmol/mg chl $\cdot$ min) 4.4 ± 0.4	10.8 ± 2.3
	 % Inhibition	
Sethoxydim	90 ± 2.5	98 ± 1.1
Haloxfop	89 ± 3.1	99 ± 0.3

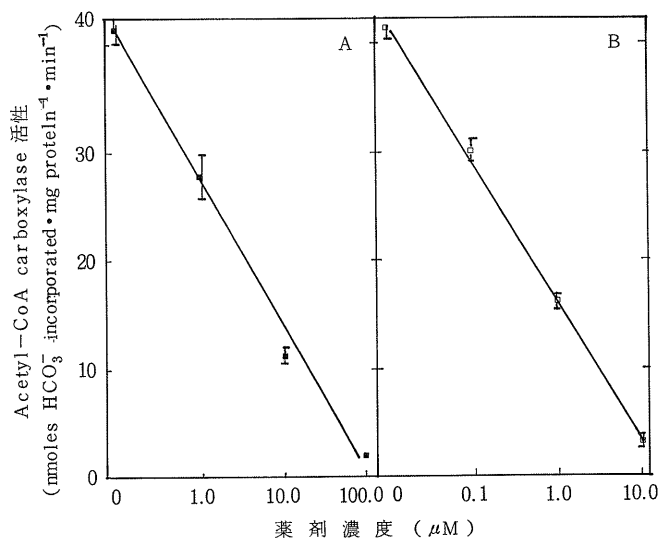


図9. Sethoxydim (A) および haloxyfop (B) によるトウモロコシ葉緑体 acetyl-CoA carboxylase の阻害活性

活性が選択的なACC阻害によるものであらうと推察している。

このSTMによるACC阻害については、ほぼ同時期に他の研究グループからも報告されている⁴⁰⁾。また、その後、多くのイネ科専用除草剤、すなわち他の cyclohexanedione 系化合物および aryloxyphenoxypropionic acid 系化合物についても、同様にACC阻害活性が報告されている³⁹⁻⁴³⁾。

6. おわりに

近年、ドラッグデザインの技術的ベースとなる生命科学およびコンピューター科学の発展はめざましいものがある。そのドラッグデザインに必要な情報として、ある特定の化合物に着目した作用機作、選択機構の解明が挙げられ、その重要性が高まってきている。STMの選択的除草活性の発現メカニズムの解明は、もちろん植物生理学的な観点からも興味を持たれるが、さらにより有効で安全な除

草剤の創製に、また、新たに植物を制御する方法の探索に、有用な情報をもたらすことが期待される。

これまで述べたように、STMは感受性植物の分裂組織に影響を及ぼし、その組織の正常な発達を阻害することにより殺草活性を発現すると考えられる。現在、STMの選択性および作用機作の解明を目指して、各研究グループにおいてさらに検討が進められている。また、最近、前述の脂質代謝に関する多くの報告の他に、STMがplasmalemmaのredox sys-

temを選択的に阻害するという報告もなされてお⁴⁴⁾、さらに他の生理作用が発見される可能性もある。今後の研究により、STMの作用機作の解明がなされることを期待したい。

最後に、本薬剤の研究・開発において御指導

頂いた(財)日本植物調節剤研究協会をはじめ、各試験研究機関の諸先生方にこの場を借りて感謝の意を表する。また、終始懇切なる御指導を頂いた竹松哲夫、高橋信孝および室伏旭博士に厚く御礼申し上げる。

参 考 文 献

- 1) 小坂璋吾 シクロヘキサジオン系除草剤 アロキシジムおよびセトキシジムの開発経緯。『生物活性物質の分子設計』ソフトサイエンス社 349 (1986)
- 2) 西山隆三 α -(p-アリアルオキシフェノキシ)プロピオン酸系除草剤。『農薬の生有機化学と分子設計』ソフトサイエンス社 501 (1985)
- 3) Ishikawa, H., S. Yamada, H. Hosaka, T. Kawana, and K. Kohara. Sethoxydim and related compounds: Their chemical structures and herbicidal activities. Abstr. 5th Int. Congr. Pest. Chem. II c-8 (1982).
- 4) Iwataki, I., M. Shibuya, and H. Ishikawa. Pesticide chemistry, human welfare and environment. edited by J. Miyamoto, vol. 1, Pergamon Press, Oxford 151 (1983)
- 5) Ishikawa, H., S. Yamada, H. Hosaka, T. Kawana, S. Okunuki, and K. Kohara. Herbicidal properties of sethoxydim for the control of gramineous weeds. J. Pestic. Sci. 10, 187 (1985).
- 6) Driver, J. and R. Frans. Selective postemergence control of johnsongrass in soybeans and cotton. Proc. South Weed Sci. Soc. 35, 27 (1982).
- 7) Edwards, N. C., Jr. and H. R. Hurst. Over-the-top herbicides for annual grass control in soybeans. Proc. South Weed Sci. Soc. 34, 51 (1981).
- 8) Harden, J., E. Ellison, and C. Cole. Annual grass control in soybeans with sethoxydim. Proc. South Weed Sci. Soc. 35, 29 (1982).
- 9) Mosier, D. G., L. R. Oliver, and O. W. Hove. A comparison of BAS-9052 and diphenopenten for control of annual grasses. Proc. South Weed Sci. Soc. 34, 98 (1981)
- 10) Rao, S. R. and T. R. Harger. Field evaluation of postemergence herbicides for red rice control in soybeans. Proc. South Weed Sci. Soc. 33, 39 (1980).
- 11) Banks P. A. and T. N. Tripp. Control of johnsongrass (Sorghum halepense) in soybeans (Glycine max) with foliar-applied herbicides. Weed Sci. 31, 628 (1983).
- 12) Retzinger, E. J., Jr., R. L. Rogers, and R. P. Mowers. Performance of BAS 9052 applied to johnsongrass (Sorghum halepense) and soybeans (Glycine max). Weed Sci. 31, 786 (1983).
- 13) Parker, W. B., L. Thompson, Jr., and F. M. Godley. Integrating sethoxydim into soybean (Glycine max) weed management systems. Weed Sci. 33, 100 (1985)
- 14) Finely, L. and J. Hardin. Rhizome johnsongrass [Sorghum halepense (L.) Pers.] control in soybeans with sethoxydim. Proc. South Weed Sci. Soc. 36, 56 (1983).
- 15) Hardin, J. and B. Viar. Use of sethoxydim in soybean in reduced tillage

- systems. Proc. South. Weed Sci. Soc. 36, 67 (1983).
- 16) Langemeier, M.A. and W.W. Witt. Johnsongrass (Sorghum halepense) control in reduced-tillage systems. Weed Sci. 34, 75 (1986).
 - 17) Hosaka, H., H. Inaba, and H. Ishikawa. Response of monocotyledons to BAS-9052 OH. Weed Sci. 32, 28 (1984).
 - 18) Kawana, T., K. Segi, H. Inaba, and K. Kikkawa. Field evaluation of sethoxydim as a postemergence herbicide for gramineous weeds. J. Pestic. Sci. 10, 195 (1985).
 - 19) Asare-Boamah N.K. and R.A. Fletcher. Physiological and cytological effects of BAS-9052 OH on corn (Zea mays) seedlings. Weed Sci. 31, 49 (1983).
 - 20) Johnsey, P.S. and T.R. Harger. Visible and microscopic effects of BAS-9052 on johnsongrass [Sorghum halepense (L.) Pers.] and itchgrass (Rottboellia exaltata L.F.). Abstr. Weed Sci. Soc. Am. p. 85 (1982).
 - 21) Hosaka, H., Inaba, A. Satoh, and H. Ishikawa. Morphological and histological effects of sethoxydim on corn (Zea mays) seedlings. Weed Sci. 32, 711 (1984).
 - 22) Rost, T.L. Responses of the plant cell cycle to stress. Pages 111-143. in T.L. Rost and E.M. Gifford Jr. eds. Mechanisms and Control of Cell Division. Dowden Hutchinson, and Ross, Inc., Stroudsburg, PA. (1977).
 - 23) Howerd, A. and S.R. Pelc. Synthesis of deoxyribonucleic acid in normal and irradiated cells and its relation to chromosome breakage. Heredity. 6 (suppl.), 261 (1953).
 - 24) Van't Hof, J. Experimental control of DNA synthesizing and dividing cells in excised root tips of pisum. Am. J. Bot. 53, 970 (1966).
 - 25) Hosaka, H. and M. (Kubota) Takagi. Physiological responses to sethoxydim in tissues of corn (Zea mays) and pea (Pisum sativum). Weed Sci. 35, 604 (1987).
 - 26) Hosaka, H. and M. (Kubota) Takagi. Biochemical effects of sethoxydim in excised root tips of corn (Zea mays). Weed Sci. 35, 612 (1987).
 - 27) Hess, F.D. Determining causes and categorizing types of growth inhibition induced by herbicides. ACS Symposium Series. 181, 207 (1982).
 - 28) Ashton, F.M. and A.S. Crafts. Absorption and translocation of herbicide. Pages 34-61. in F.M. Ashton and A.S. Crafts, eds. Mode of action of herbicide. Wiley-Interscience Publication, N.Y. (1973).
 - 29) Swisher, B.A. and F.T. Corbin. Behavior of BAS 9052 OH in soybean (Glycine max) and johnsongrass (Sorghum halepense) plant and cell cultures. Weed Sci. 30, 640 (1982).
 - 30) Cambell, J.R. and D. Penner. Sethoxydim metabolism in monocotyledonous and dicotyledonous plants. Weed Sci. 33, 771 (1985).
 - 31) Hosaka, H., H. Inaba, A. Satoh, and T. Tanoue. Selectivity mechanisms of sethoxydim between Red Fescue (Festuca rubra) and Tall Fescue (Festuca arundinacea). Weed Research, Japan. 32, 255 (1987).
 - 32) Hosaka, H. and M. (Kubota) Takagi. Selectivity mechanisms of sethoxydim absorption into tissues of corn (Zea mays) and pea (Pisum sativum). Weed Sci. 35, 619 (1987).

- 33) Appleby, R.S. Inhibition by cerulenin of lipid synthesis in Crambe abyssinica tissues. Phytochemistry. 13, 2745 (1974).
- 34) Packer, N.M. and P.K. Stumpf. Fat metabolism in higher plants. Biochim. Biophys. Acta. 409, 274 (1975).
- 35) Hatzios, K.K. Effects of sethoxydim on the metabolism of isolated leaf cells of soybean [Glycine max(L.) Merr.]. Plant Cell Reports 1, 87 (1982)
- 36) Burgstahler, R.J. and H.K. Lichtenthaler. Inhibition by sethoxydim of Phospho- and galactolipid accumulation in maize seedlings. Pages 619-622. in P.-A. Siegenthaler and W. Eichenberger, eds. Structure, Function and Metabolism of Plant Lipids. Elsevier Sci. Publishers, B.V. (1984).
- 37) Burgstahler, R.J., G. Retzlaff, and H.K. Lichtenthaler. Mode of action of sethoxydim : Effects on the plant's lipid metabolism. Abstr. 6th Int. Congr. Pest. Chem. 3B-11 (1986).
- 38) Ishihara, K., H. Hosaka, M. Kubota, H. Kamimura, N. Takakusa, and Y. Yasuda. Effects of sethoxydim on the metabolism of excised root tips of corn. Page 187. in R. Greenhalgh and T.R. Roberts, eds. Pesticide and Biotechnology. (1987).
- 39) Butron, J.D., J.W. Gronwald, D.A. Somers, J.A. Connelly, B.G. Gengenbach, and D. L. Wyse. Inhibition of plant acetyl-coenzyme A carboxylase by the herbicides sethoxydim and haloxyfop. Biochem. Biophys. Res. Commun. 148, 1039 (1987)
- 40) Focke, M. and H.K. Lichtenthaler. Inhibition of the acetyl-CoA carboxylase of barley chloroplasts by cycloxydim and sethoxydim. Z. Naturforsch. 42c, 1361 (1987).
- 41) Secor, J. and C. Cseke. Inhibition of acetyl-CoA carboxylase activity by haloxyfop and tralkoxydim. Plant Physiol. 86, 10 (1988).
- 42) Rendina, A.R. and J.M. Felts. Cyclohexanedione herbicides are selective and potent inhibitors of acetyl-CoA carboxylase from grasses. Plant Physiol. 86, 983 (1988).
- 43) Kobek, K., M. Focke, and H.K. Lichtenthaler. Fatty-acid biosynthesis and acetyl-CoA carboxylase as a target of diclofop, fenoxaprop and other aryloxy-phenoxy-propionic acid herbicides. Z. Naturforsch. 43c, 47 (1988).
- 44) Weber, A. and U. Luttge. The effects of the herbicide sethoxydim on transport processes in sensitive and tolerant grass species. II. Effects on membrane-bound redox systems in plant cells. Z. Naturforsch. 43c, 257 (1988).

二十世紀なしの 熟期促進、収穫・出荷の調節に

イスレル10

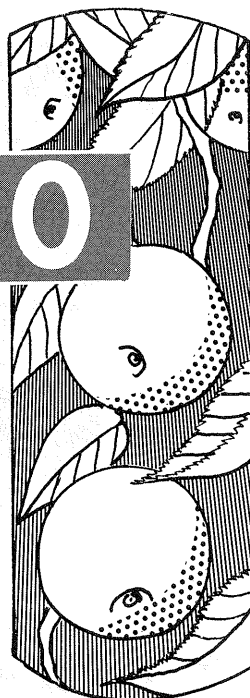
●——特長

1. 果実の品質を変えず、熟期・収穫期を促進します。
2. 散布時期を変えることにより、収穫時期の調節ができます。
3. 収穫期の調節によって、収穫労力の適正配分と、計画出荷ができます。
4. 収穫果実の品質のバラツキを少なくします。

2・4-D協議会

ISK 石原産業

★ 日産化学



Important Weeds of the World — 4th edition —

(雑草名コード集)

A5判 913頁、定価4,000円(送料500円)

世界の雑草4,700種をあつめた雑草名コンピュータコード集。第4版では当学会から提供した日本の主要雑草742種が登録されました。

本書は雑草各々に学名由来の5文字のコードネームを与え、フルネーム書きの繁雑さを避けると同時に雑草名を世界共通のコードネームに統一することをねらいとしています。欧米各国やアメリカなども雑草登録をすませ、学術誌にこのコードネームを使い始めています。

残部が残り少なくなっています。お早めにお申し込みください。

01792	ERIAN	CO	
①	②	③	
			④ ERIGERON ANNUUS (L.) PERS.
			⑤ STENACTIS ANNUA (L.) LESS. *S
			⑥ H:A/P N-AM, AS, EUR ⑦
			D BERUFKRAUT, FEINSTRAHL-
			D FEINSTRAHL, ZWEIJAEHRIGER
			E FLEABANE, ANNUAL
			F ERIGERON ANNUEL
			F VERGERETTE ANNUELLE
			J HIMEJOON

①コード番号

②コードネーム

ERI: Erigeron

AN: annuus

③科名略号 (Compositae)

④学名

⑤学名別名

⑥雑草特性/H: 草本

A/P: 一年生、

または多年生

⑦分布/N-AM: 北アメ

リカ、AS: アジア、

EUR: ヨーロッパ

⑧各国での一般名

雑草学用語集

B5判、200頁

定価3,000円(送料別)

雑草や雑草防除の研究に必要な用語集。

技術用語、雑草、除草剤の項目について解説。

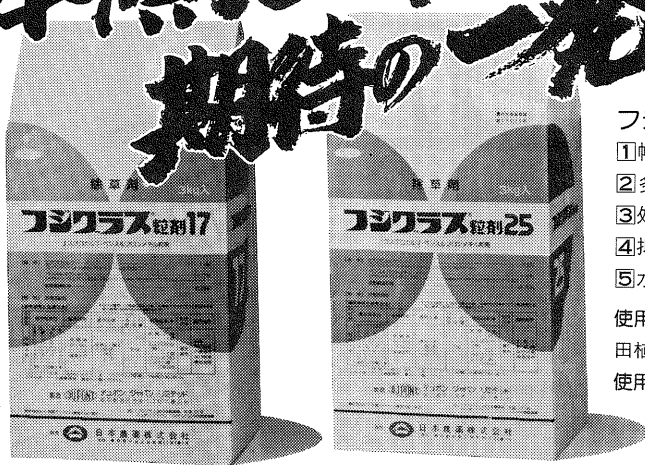
日本雑草学会

販売 全国農村教育協会

東京都台東区台東1-26-6

〒110 ☎電話03-833-1821

本領発揮、期待の一粒。



フジガラス粒剤の特長

- ①幅広い雑草にすぐれた効果を示します。
- ②多年生の難防除雑草にもよく効きます。
- ③処理適期幅が広く、散布に余裕がもてます。
- ④抑草期間が長く、一発処理ができます。
- ⑤水稻に安全性が高く、安心して使えます。

使用適期

田植5日後から、ノビエ2.5葉期。

使用量 10アール当り3kg。

初・中期一発処理除草剤

フジガラス®粒剤

®:「フジガラス」は登録商標です。

フジガラス普及会

日本農薬株式会社 デュポン ジャパン リミテッド
アイ・シー・アイ・ジャパン株式会社
事務局:日本農薬株式会社 東京都中央区日本橋1丁目2番

ひときわ冴えた効きめが自慢



日本化薬株式会社

〒100 東京都千代田区丸の内1-2-1

な〜んと、欲張った

◇ 水田の1年生、多年生雑草同時防除剤

バサグランSM® 粒剤

®=西ドイツ・BASF社登録商標

- ◎初期除草剤との体系使用で1年生雑草およびウリカワ、ホタルイ、ミズガヤツリなどの多年生雑草を同時に防除する。
- ◎湛水散布で高い効果。
- ◎散布適期幅が広く、長期間雑草をおさえる。
- ◎イネに対して安全。

◇ 水田用中期除草剤

パウナックスM® 粒剤

- ◎初期除草剤との体系使用で1年生雑草および多年生雑草の同時防除に高い効果を示す。

非農耕地(環境緑地)における 雑草と除草(剤)事情

株式会社ニチノー緑化 開発担当部長 春山 泰

はじめに

私が「除草(剤)」に興味と志を持ったのは、今から30数年前のころからでした。東北の農家に生れ、子供のころは、野良仕事の手伝いが日課の一つでもありました。とりわけ大変なのは、畑や水田の除草でした。今ふりかえって思い出しますと、あのじっとりした暑い日、びっしょり濡れた雨降りの日の除草ほど辛い手伝いはほかになかったことでした。いつも「何か良い方法はないだろうか」、「どうしたら楽になれるだろうか」と考えていました。こう云った苦しみと希望の中から「除草(剤)」の道に進んだきっかけとなり今日に至っております。はじめは「除草(剤)」の基礎、概論の研究に携わり、その後農耕地分野、非農耕地(環境緑地)分野への業務に携わってきました。いろんな角度、場面での述べ方があるかと思いますが、ここではある程度現場サイドでの立場から実践をもとにして述べてみたいと考えますので、ほんの少しでも参考になれば幸いに思います。

〔1〕環境緑地分野とはどういった場面か

我が国での環境緑地における雑草防除対象面積(防除しなければならぬ面積、あるいは防除した方が好ましい面積)は、宇大・竹松によれば約500万haに及び日本の水田面積の2倍以上にもなります。ここでは主たる場面を紹介し

ます。

- ・鉄道……JR(在来線, 新幹線), 私鉄など。
- ・道路……高速道, 国道, 県道, 市町村道など。
- ・河川……堤防, 高水敷, 遊水池など。
- ・電力……発電所, 送電線など。
- ・ゴルフ場……のり面, ヘビースラフ地など。
- ・団地……住宅団地, 商工業団地, 研究学園団地など。
- ・空港……公団・民間空港など。
- ・運動公園……総合運動公園, レジャー, リゾートなど。
- ・都市公園……国営, 県営, 市町村公園など。
- ・空地……開発予定地, 造成地など。
- ・その他……公共・民間施設の周辺の環境緑地など。

〔2〕除草(剤)がなぜ必要なのか

前述の場面で雑草が繁茂しますといろいろな障害・問題が起こることは云うまでもありませんが、例えば次のようなことが起こるため雑草の防除が必要と考えられます。

- ・環境緑地の美化がそこなわれ、見苦しい。
(住宅団地, 運動公園, リゾート地, 道路・鉄道, 河川など)
- ・雑草が枯れて火災などの危険が伴ない、大

きな災害になる。

(道路、河川、鉄道、空港、コンビナートなど)

- ・長期間防除しないと雑草が荒地化してしまい、じん芥捨場になったり、防犯上も問題を起す場面となる。

(開発予定地、河川敷など)

- ・交通災害などの安全上視界を妨げ危険である。

(道路・鉄道のカーブ、交叉点、踏切など)

- ・環境衛生面において人間へは勿論のこと有用動植物に対して不快を与え、加害する病虫害、その他動物の発生源、生息地ともなる。

(ハエ、蚊、ダニなどの衛生害虫、ヤスデ、ムカデ、ナメクジ、クモなどの不快害虫、ネズミ、モグラ、ヘビ、カエル、コウモリなどの不快、加害動物など)

- ・花粉によるアレルギー性健康問題をひき起こす。

(セイタカアワダチソウなど)

- ・他の環境緑地及び農耕地等への雑草供給源ともなる。

(種子の伝播及び根茎の移動など)

以上のように、どれをとりましても我々人間社会をとりまくなかで好ましいものは一つありません。したがって必然的に防除コントロールが欲求される訳です。本来であれば人手で防除コントロールするのが自然であり当然だと思いますが、はじめにも述べましたように30数年前でこそ苦痛を感じたこの作業を今の平成時代に於いて誰が望んですることでしょうか。私にとっては全く考えられません。誰しもが同じ考えを持たれると思います。はっきり申しまして人権費の高騰は勿論のこと、人手不足は年々深

刻化し、社会的に極めて大きな問題になっているのが現状です。このような社会環境の中で環境安全性を大前提に経済的にみて省力的にみて当然筆頭にあげられるのは化学的雑草防除いわゆる「除草剤による雑草防除」が必要不可欠となるものと考えられます。同時に社会的貢献を果す役割も大きいと思います。

〔3〕 どのような雑草が生えているか

現在地球上にある植物は、宇大・竹松によれば、約30万種に及んでいます。この中で畑や水田に生える雑草は非常に少なく人間が肥培管理していることもあり、種類もある程度限られています。むしろ農耕地を嫌い(或いは追放され)環境緑地へと移っていくものもあります。したがって環境緑地に生えている雑草は農耕地と野草の中間型のものも混じり合っており種類も一年生、多年生を含めて数多くあるのです。

特にここでは雑草の防除業として直接携わり経験している立場からみて、環境緑地における対象雑草約240種を選び、この中でも防除が難しい雑草(第2表)について紹介したいと思います。ここに示す表で雑草地とは、空地、鉄道、道路、高水敷、駐車場、タンクヤードなど地上に雑草が見苦しく繁茂する場所を、そして芝生緑地とは、公園、運動場、工場敷地、堤とうなどの芝生地で雑草が生えて困る場所を指します。また難防除の基準については、第1表の通り5ランクの符号でランク付けしました。それから、雑草地、芝生緑地

(第1表)

地それぞれの
難防除雑草の
ワースト20は
第3表の通り
です。

符 号	雑 草 地	芝生緑地
無 し	0 点	0 点
●	1 ～ 5	1 ～ 10
●●	6 ～ 10	11 ～ 20
●●●	11 ～ 15	21 ～ 30
●●●●	16点以上	31点以上

(第2表) 雑草地・芝生緑地における防除の難しい雑草

雑草名	雑草地	芝生	雑草名	雑草地	芝生	雑草名	雑草地	芝生
スギナ	●●●●	●●●●	キツネノボタン			トウダイグサ		●
イヌスギナ	●●●●	●	ウマノアシガタ			ヒメミカンソウ		
フユノハナワラビ		●	サナエタデ		●	ナツトウダイ		●
ハナヤスリ		●	マダイオウ	●	●	タカトウダイ		●
ワラビ	●●	●	ノダイオウ	●	●	ニシキソウ	●	●
クワクサ	●	●	ドクダミ	●●	●●	オオニシキソウ	●	●
カナムグラ	●	●	オトギリソウ		●	コニシキソウ	●	●
ヤブマオ	●	●	タケニグサ	●	●	ヤブガラシ	●●●●	●●●
カラムシ	●	●	タネツケバナ			スミレ	●	●
アキノウナギツカミ	●	●	スカシタゴボウ			アカバナ		
ウナギツカミ	●	●	イヌガラシ	●	●	オオマツヨイグサ	●	●
スイバ	●	●	オランダガラシ			マツヨイグサ		●
ヒメスイバ	●	●	マメグンバイナズナ			アレチマツヨイグサ		●
ギシギシ	●	●●	ナズナ			ウド	●	
エゾノギシギシ	●	●	イヌナズナ			マブジラミ		
アレチギシギシ	●	●	カラシナ			オオヤブジラミ		
ハルタデ	●	●	コモチマンネングサ		●	オオチドメ		●
イヌタデ	●	●	オヘビイチゴ	●	●	ノチドメ		●
オオイヌタデ	●	●	ヘビイチゴ	●	●	チドメグサ	●	●
ミチヤナギ			ノイバラ	●●	●	オカトラノオ		●
イタドリ	●●●●●	●●●	ゲンゲ(レンゲ)			ガガイモ	●	
オオイタドリ	●●●●	●	ヒロツメグサ		●	ヤエムグラ		
イシミカワ	●		アカツメクサ		●	ヘクソカズラ	●●	●
ヨウシュヤマゴボウ	●	●	ヤハズソウ		●	ヒルガオ	●●	●
ザクロソウ			メドハギ	●	●●	コヒルガオ	●●	●
スベリヒユ	●	●	ミヤコグサ		●	キウリグサ		●
オランダミミナグサ		●	スズメノエンドウ		●	ヒメナミキ		
ミミナグサ		●	カラスノエンドウ		●	ヒメジソ		
ツメクサ		●●	カスマグサ			カキドウジ		●
ハコベ			ウマゴヤシ		●	ヒメオドリコソウ	●	
ウシアハコベ			ヤブマメ			オドリコソウ	●	●
ノミノツヅリ			ツルマメ		●	ホトケノザ	●	●
シロザ	●		クサフジ	●	●	タツナミソウ		
アカザ	●		クサネム		●	ナミキソウ		
コアカザ			クズ	●●●●	●	アキノタムラソウ		
ケアリタソウ			フジ	●●	●	イヌコウジュ		
ヒナタイノコズチ	●	●	ムラサキカタバミ	●	●●	ナギナタコウジュ		
イヌビユ	●	●	ムラサキカタバキ	●	●	ワルナスビ		●
アオゲイトウ		●	コミカンソウ			チョウセンアサガオ	●	●
ホナガイヌビユ		●	エノキグサ			アゼナ		

雑 草 名	雑草地	芝 生	雑 草 名	雑草地	芝 生	雑 草 名	雑草地	芝 生
ウリクサ			キクイモ	●	●	ギョウギシバ	●	●●●●●
トキワハゼ		●	イヌキクイモ	●	●	ヌカボ		●
オオイヌノフグリ		●	アキノキリンソウ			コヌカグサ		●
タチイヌノフグリ		●	オオアワダチソウ		●	ネズミノオ		●
ビロウドモウズイカ	●	●	セイタカアワダチソウ	●	●	ネズミガヤ		●
ゴマノハグサ		●	ノビル	●●●	●●●	ウシクサ		●
キツネノマゴ			ツルボ	●	●	エノコログサ	●	●
オオバコ	●	●	サルトリイバラ	●●	●	アキノエノコログサ	●	●
ヘラオオバコ	●	●	ニワゼキショウ		●	キンエノコロ		●
フキ	●	●	ヒガンバナ		●	ムラサキエノコロ		
アメリカセンダングサ	●	●	イ	●	●	スズメノヒエ	●	●●●●●
センダングサ	●	●	クサイ	●	●	シマスズメノヒエ		●●
ヨメナ	●	●	スズメノヤリ	●	●●	ススキ	●●	●●●●●
タビラコ		●	ツユクサ	●●	●	チガヤ	●●●	●●●●●
オニタラビコ		●	メリケンカルカヤ		●	ヒゲナガスズメノチャヒキ		●
ハルジオン	●		マコモ	●		オニウシノケグサ		●
ヒメジョオン	●	●	ジュズダマ	●	●	トダシバ		●
オオアレチノギク	●	●	ドジョウツナギ		●	オギ	●	●
アレチノギク	●	●	ホソバドジョウツナギ			アズマネグサ	●●●	●●●
ヒメムカシヨモギ		●	ヨシ	●●●	●●●	ネグサ	●●●●●	●●●
ハキダメギク			クサヨシ	●	●	カラスビシャク	●	●
ハウコグサ		●	ヌカキビ			ガン	●●	●
チチコグサ			ケイヌビエ		●	カヤツリグサ	●	●●
ベニバラボロギク		●	イヌビエ		●	アゼガヤツリ	●	●
ブタクサ	●		コブナグサ		●	ヒメクグ	●	●●●
クワモドキ	●	●	ウシノシッペイ	●	●	ウキヤガラ		●
オナモミ		●	ネズミムギ		●	ハマスゲ	●●	●●●●●
メナモミ			イヌムギ	●	●	ネジバナ	●	●●
コメナモミ			ホソムギ		●	ティフトン	●	●●
ダンドボロギク			イチゴツナギ		●	ケンタッキーブルーグラス	●	●●
ヨモギ	●	●	カモジグサ	●	●	レットフェスク	●	●●
オトコヨモギ	●	●	ナガハグサ	●	●●	オーチャードグラス	●	●●
トキンソウ			スズメノカタビラ	●	●●	ウィーピングラブグラス	●	●●
ノボロギク			スズメノテッポウ		●			
ノアザミ		●	ニワホコリ		●			
キツネアザミ		●	カモガヤ	●	●●			
コウゾリナ		●●	カゼクサ		●			
セイヨウタンポポ	●	●●	チカラシバ	●	●●●●			
ハチジョウナ		●	コバンソウ					
ジシバリ	●	●	カラスムギ	●	●			
オオジシバリ	●	●	ムギクサ					
ニガナ			オヒシバ	●	●●			
アキノノゲシ	●	●	メヒシバ	●	●●			
ノゲシ	●		コメヒシバ	●	●			
オニノゲシ	●	●	アキメヒバ	●	●			

(第3表) 雑草地・芝生緑地における難防除雑草ワースト20種

雑草地の雑草		芝生緑地の雑草	
(点数)		(点数)	
16	イタドリ, ネザサ	50	チガヤ
15	スギナ, ヤブガラシ, クズ	38	ハマスゲ
14	ノビル	36	ススキ
13	オオイタドリ, チガヤ	31	チカラシバ, ギョウギシバ, スズメノヒエ
12	ヨシ	29	ヒメクグ
11	イヌスギナ	24	ヨシ
10	ドクダミ, アズマネザサ	22	スギナ, ノビル
9	ワラビ	20	シマスズメノヒエ, ティフトン, ナガハグサ (ケンタッキーブルー)
8	ノイバラ, フジ, ヘクソカズラ	19	ネザサ
7	ヒルガオ, ススキ, ハマスゲ	17	スズメノカタビラ, ウィーピングラブグラス
6	コヒルガオ, サルトリイバラ, ツユクサ, ガマ	16	イタドリ
		15	メドハギ
		14	レッドフェスク
		13	スズメノヤリ, ネジバナ

[4] 除草剤散布に当たっての基本方針

社会をとりまく環境緑地において雑草防除施工(いわゆる除草剤散布施工)に当たっていくつかの基本的方針(調査, 計画, 施工, フォロー)が必要になってきます。思いつくままこれらの紹介をしたいと思います。

1. 施主の要望・目的を明確にしておく。
(雑草防除の施工期間, 枯殺抑制程度, 予算など)
2. 現場の状況調査をする。
(立地及び植生状況, 周辺的环境状況など)
3. 散布設計を立てる
(薬剤の処方, 散布時期, 安全性, 経済性など)
4. 散布施工に当たって
(散布機材, 施工の分担, 薬剤の手配, 気象の予測, 工程管理, 安全管理など)
5. 散布施工後のフォロー
(補正散布, 安全性のチェックなど)

[5] 雑草にかかわる話

これまで長年にわたり雑草防除に携わってきましたが, 我々人間サイドからみて目的によってはいろいろと事情が変わる場合もあると思います。例えば考えようによっては雑草ではなく目的によっては薬草(第4表)として, 或いは食用としてとりあげられる場合もありますし, また, ある種の雑草(第5表)によれば目的によっては道路やダム工事など開発工事現場(のり面)では大切な植生として利用され活躍しているものもあります。

(第4表)

— なじみの雑草でも薬草として利用されるもの —

イタドリ, オオバコ, オナモミ, オミナエシ, カタバミ, カラスビシャク, カワラナデシコ, カワラヨモギ, キキョウ, クズ, クマザサ, ゲンノショウコ, スイカズラ, ススキ, スベリヒユ, セリ, センブリ, タケニグサ, タンポポ, チガヤ, ツユクサ, ドクゼリ, ドクダミ, ナガバギンギシ, ナズナ, ノアザミ, ノビル, ハコベ, ハハコグサ, ハマスゲ, ヒガンバナ, ヒルガオ, フキ, ヘクソカズラ, ヤブガラシ, ヨシ, ヨモギ など

(第5表)

一なじみの雑草でも植生・緑化用として利用されるもの—
ヨモギ, ススキ, イタドリ, メドハギ, シロツメクサ
など

〔6〕 これからの雑草防除で思うこと

これまでに述べましたなかで、思いつくままの事もあり、或いはとりとめのない事もありましたが、これからの環境緑地における雑草防除につきましては、これまで以上にかなり高度の技術、広範囲のノウハウをもって真剣に真重にそして常にベストの条件で取組んでいかねばな

らないと思います。また、ただ単に雑草を枯らすと云うことだけにとらわれず、現場の状況、或いは目的によっては生育調節剤的な使い方をする必要があるのでし、或いは生育調節剤との併用、体系処理も必要であることと思います。いわゆる環境の安全性を大前提として雑草のコントロールを前面に出して対処してゆかねばならないと思います。むしろ社会はこれを強く欲求し望んでいると考えられます。

謝辞：今回述べましたなかで、全日本化学除草協議会、会報(21号、22号)の資料・内容一部を参考にさせて頂きましたことに深くお礼申し上げます。



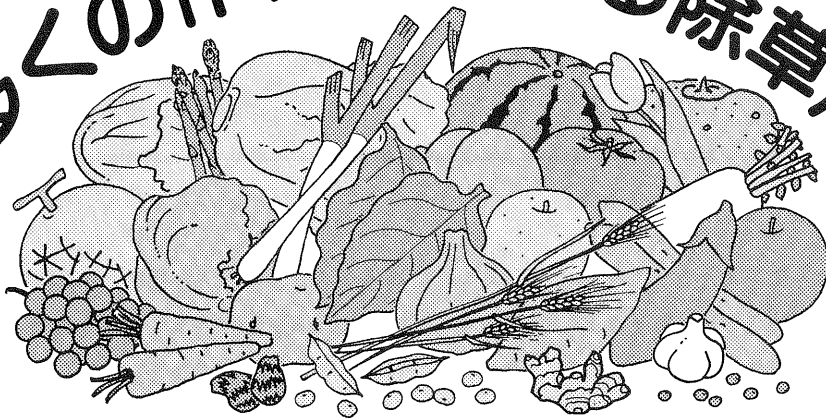
ひと足伸びた馬力の一発。

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
SINZAN シンザン® 粒剤
商：住友化学工業㈱・日本特殊農薬製造㈱・三井東圧化学㈱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／住化アグロ／
 日本特殊農薬製造／住友化学工業／
 (事務局)
 三井東圧化学株式会社
 東京都千代田区霞が関3-2-5

多くの作物に使える除草剤



トレファノサイド[®] 乳剤 粒剤2.5



シオノギ製薬

大阪市東区道修町 3-12 〒541

88-3B52

改訂 最新除草剤解説 -1987-

企画・編集 日本植物調節剤研究協会
B5判・928頁・定価10,000円(送料500円)

除草剤を利用して、効率的な雑草防除を行うためには、剤の性質や作用特性をよく理解し、かつ正しい使用法に基いた適正な使用をすることが大切である。本書は現在市販されている主要除草剤114剤(水田54、畑・樹園地40、非農耕地・林地・芝20)について特長(セールスポイント)、上手な使い方、殺草・薬害のメカニズム、使用基準、使用上の注意、適用雑草、性質(成分、構造式、安全性)、試験成績などを図と写真を使って詳しく解説し、併わせて一般的な除草剤の特性と処理法、ならびに使いたい作物や雑草からそれらに適用のある除草剤がすぐにわかる便利な索引をつけ、除草剤のことならなんでもわかる、除草剤解説の決定版。

世界の雑草(1) 合弁花類

竹松哲夫・一前宣正著
B5判・712頁・定価38,000円(送料450円)

世界の農耕地には73科415属1,600種、類似種を含めると約6,000種の雑草が発生するといわれている。これらの雑草を知るとは、単に雑草防除という観点のみならず、バイテクで重要視されている種の保存、また、雑草の有効利用の面からも重要なことである。本書では双子葉植物綱、合弁花亜綱に含まれる16科132属375種(類似種947種付記)について、学名、その他の学名、各国名、語源、分布、形態、繁殖のしかた、生育地、農業上の重要性、類似種、文献を記述し、各科の概説では種の薬用成分、構造式、観賞用の価値、食用の可能性なども併せて解説した。著者47年間の研究成果の集大成である。なお、引続いてII離弁花類、III、IV単子葉植物を発刊準備中である。

全国農村教育協会

〒110 東京都台東区台東1-26-6 (植調会館) ☎03(833)1821

もう一つの'89APWSS韓国会議紀行

農業生物資源研究所 坂 齊

はじめに

この夏、第12回APWSS（アジア太平洋雑草学会）が開催された韓国ソウル（Seoul）市は、例年になく大小雨に見舞われて夏らしくなく、私が滞在した10日間（8月20日～29日）も、そのうちの半分近くが雨天で、ソウルに着いた日と離れた日はいずれも土砂降りであった。本稿はそうした状況下での駆け足紀行である。APWSSそのものの報告は本誌（23巻11号）や雑草研究（34巻4号）等で目にする機会があるので、ここでは深入りを避けた。

私にとってはAPWSS会議への出席はもとより韓国行も最初である。韓国は、地理的にはわが国に最も近い外国の一つではあるが、過去10数年の私の数少ない海外渡航経験に照らしてみると、私にとっては最も遠い国であった。

韓国といえば、農水省試験研究機関関係者による科学技術・研究交流に基づいた無数とも言える報告書があるだろうし、公刊図書や案内書も多く、後発の私が今更という気持ちがないわけではない。過去のそうしたデータはもちろん観光案内書すら読むこともせず（実のところ日常に追われていて、そうした余

裕は全くなかった）に初めて訪れた国に対する印象は、不勉強故にホットなものであると画自賛して筆を執ってみた。

APWSS イン ラマダ・ルネッサンスホテル

7月20日（その日は参加登録だけ）に始まった会議は、ソウル旧市街（写真1）を黄海に向かって東西に還流する漢江の南側に、近年新しく開発され昨年のオリンピックと共にその発展が加速している新市街地のラマダ・ルネッサンスホテルが会場にあてられた。運営は、事務局担当の慶北大学、K. U. Kim教授らのグループと農業技術研究所D. S. Kim所長をはじめとして、学会期間中の活躍が目立った

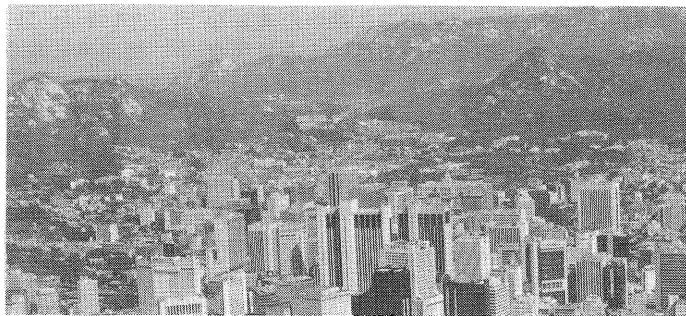


写真1. ソウル市街と近郊の山

南山公園のソウルタワー展望台からソウルの北々西側をみる。道路にあふれる人と車などの喧噪からはほどおいたために、クリーンで落ちついた街に見える。道路の清掃はゆきとどいている。巨岩で樹木が生育しないために白く見える山々がソウル市をとりまいている。

農村振興庁などの研究者との強力なチームワークで終始スムーズに行われた。大会は、7月25日のシンポジウムをメインイベントにして盛り上がり、その日の夕刻から始まった国立古典音楽会館での韓国伝統芸能観賞と隣接する野外ホールで開かれたフェアウェル夜会で一応幕を閉じた。お世話いただいた大会関係者の皆様には心からお礼を申し上げたい。

さて、21日の朝、一日遅れで会場に着いて会議参加の登録を済ませ、それまで不明だった自分の発表日と時間を調べてみて驚いた。発表が24日午後のトップバッターというのはまあいいとしても、その時間帯と重複して別の会場で宮原氏（九農試）とともに座長を務め、約2時間演者と聴衆とのアレンジをするハメになっていた。私は、自分の発表に先立って、共同発表者になっている武富氏（北興化学）発表分の打ち合わせを行ってその発表（22日）に立ち会った。これまで懸案だった私達の報告は、「ハルジオンの除草剤抵抗性の生理・生化学的機構」についてであった。

本講演会全体を通してみて残念であったのは、演者の欠席であった。どの会場でも見られた風景だったが、講演会途中で演者不在による休憩回数が以外に多く、そのために講演会場の張り詰めた緊張の糸が時々緩んだ。こうした中で、座長を務めたことは帰国後まったく予期せぬ文化的な喜びを私に与えてくれることになった。

スウォン（水原）とミリャン（密陽）

水原と密陽という名前は、イネに関心を持つ人には馴染みが深い（写真2）。いずれも日印交雑イネの品種名の由来にもなっている韓国の農業研究のメッカとして有名

である。ソウルの少し南の水原ともっと南にあるらしい密陽に一度訪問したいという思いは、かねてから強かった。水原には農村振興庁庁舎を始め、農業技術研究所、作物試験場など数多くの農業関係研究機関のコンプレックスがある。わが国でいえば筑波の農林研究団地みたいなものである。半島南岸にある釜山市の北約60 kmにあり標高数百メートルの静かな田園風景が広がる密陽には、水田と畑の試験研究を行う農村振興庁嶺南作物試験場がある。

今回の短期韓国滞在中、私には水原を4回も訪問する機会があった。主に、かつて太田室長（現東京農大教授）が主宰した私の研究室に研修などで長期滞在し、現在はこうした研究機関で活躍されている人達による招待であった。懇親のためのフィールド・トリップ（23日）以外は、講演会終了後の訪問で、夜中の交通渋滞の

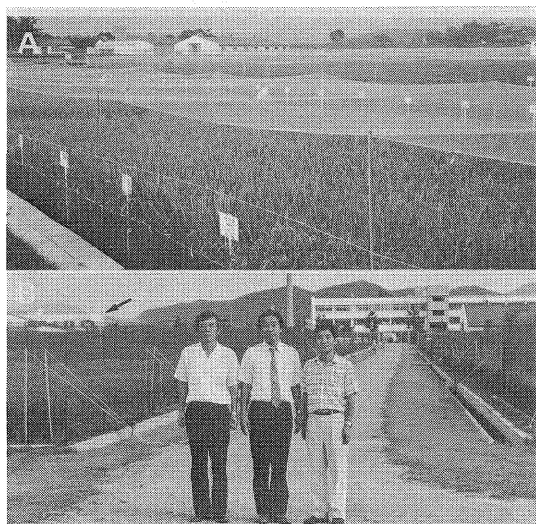


写真2. 水原の農村振興庁の作物試験場（A）と密陽の嶺南作物試験場（B）

Aでは、蒔培養で花珍、花成、花晴などの品種がつくられており、日本型の食味のよい品種の育成にも取り組んでいる。

Bの後方の白い建物は本館で、向って右側の棟は増改築が進んでいた。矢印は、4棟の大ガラス温室の作業棟とバイテク室、人物左側は、徐亨洙畑作科長、右側は全弘烈氏。

なかを高速バスや高速（ノ）タクシーで往復した。韓国の社会・文化・人情の機微に触れるいい機会であった。全体的な感想であるが、韓国の道路の幅は、わが国のそれに比べて遥かに広いとの印象を受けた。それは、公園・名所旧跡の取り付き道路や入口の階段の幅の広さにまで及んでいて、単に経済効率だけに捕われないという余裕が感じられた。韓国的发展を象徴するものであり、足腰の強さを痛感した。

さて、水原では、私達との関係で言えば、薬培養などバイオテックによるイネの新品種作出（写真2）とその栽培生理特性調査が進むと共に、除草剤による難防除雑草の防除法や生長調節剤（主に矮化剤の倒伏軽減剤としての利用）に関する基礎と適用性試験が行われている。除草剤については、厳しい日本での適用規制が必ずし

も韓国ではいいとは限らず、時として薬害に見舞われることもあるとのことであった。密陽では、バイオテック研究室や大規模ガラス温室（写真3）を備えての作物の基礎試験と共に、水田でのより実用的な除草剤（一発剤）、生育調節剤（主に矮化剤の倒伏軽減剤としての利用）の作用特性検定試験が行われている。除草剤は、ここでもイネへの薬害発現に特に注意して試験されているようであった。

冬の寒さは別にしてわが国と自然環境条件が良く似た韓国のこと、わが国で試験される事柄は少なくともすべて網羅されている。しかしながら、わが国でと同様、韓国でも近年のお米の生産過剰には悩んでおり、現在水田の畑化が振興され、それに適する韓国特産の作物の探索とその適用性評価試験を実施中とのことであった（写真3）。そういえば、韓国では、わが国でみられるような転換畑に関するプロジェクト研究が、わが国の協力で今年からスタートしている。水原の農村振興庁でみた韓国「緑の革命」のレリーフに、今更ながら想いを寄せた。

石の文化・木の文化

韓国では、以前はげ山が多かったという。相対的にわが国よりも冬の寒さが厳しいために、韓国特有のオンドル用の燃料に樹木を多用したためと聞かされている。近年は練炭や化石燃料になり、山肌も緑が多くなったといわれているが、南山公園のタワーの展望台から私が見たソウル近郊の山々は白っぽいところが多く、どうみてもはげ山である（写真1）。実は広範囲にわたって石が露出しているためで、山の中腹だけでなく稜線にも巨岩が横たわっている。ソウルから密陽を経て南岸の晋

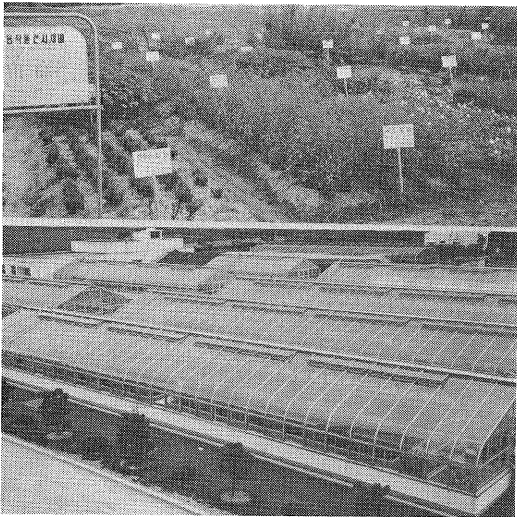


写真3. 嶺南作物試験場（密陽）の畑圃場（上）と大ガラス温室（下）

圃場では、転換畑用にキキョウ、シャクヤク、など特用作物の栽培特性試験が行われている。キキョウは、ある系統の根が、トラジという名で、食用に供される。美味である。

温室では、バイオテック棟で創製されたイネ系統などの育成に供される。一棟は50m×12mの大きな容積をもつ。

州（チンジュ）へ汽車で往復した際の車窓風景もよく似たものであった。雨の多い両国でありながら、現在のわが国の、高山帯は別にして、全山これ緑とも言える樹木の多さとは極めて対照的である。

こうした自然環境と韓国における古代新羅時代などの仏国寺（写真4）、石窟庵などにみられる石橋・石塔・石仏遺跡とを対比させると大変興味深い。インドに起こった仏教がガンダーラに移り、敦煌などシルクロードを通して中国・朝鮮半島を経てわが国に伝来した経緯は、もの本で知っているが、このことは、慶州の華麗な仏教芸術遺跡群でも実感できる。彼らは、全国的に散らばっている豊富な石を仏教思想の具象化の材料にした。大陸からの石の文化を取り入れて消化し、石の側に重点をおいた石と木の折衷文化を生んだといえる。わが国に野仏が多いが、その原形はトルハルバン等の石像にみることができよう。こうした石の文化の影響を受けたわが国では、木造建築物の敷石や城郭建築の石積みなどに見るように、古来からの木の文化に石を絡



写真4. 石の文化と木の文化の融合

慶州市の仏国寺にみる石と木の見事な調和
高さ4 m程度の石垣の上に建てられた仏国寺に通じる2つの橋（矢印と手前、いずれも国宝）は俗界と浄土の接点とされる。この風景は、韓国の農業をはじめ、政治・経済・文化のあらゆるものの原点と考えることができる。

ませて木文化を補強したのである。かつて、私の研究室に滞在されて研鑽を積んだ農業研究所の姜 忠吉博士の案内で見学した慶州（キョンジュ）の石の芸術遺跡群を眺めているとそんな考えが脳裏を駆けめぐった。日韓文化の強い繋がりを実感すると共に、私自身の、これまでの韓国との文化的距離の遠さにも改めて驚いた。

一方で、この石は地質学的には朝鮮半島全域を覆っているものと考えられ、従って、農業への影響も強烈で、かつ深刻なのであろう。有機質が少なく耕土の浅い痩せ地を想像したら米の生産過剰に悩む国に対して失礼かも知れないが、このことが、わが国では極めて低頻度の除草剤の薬害発現と関係する部分であろう。

おわりに

本拙文は、初めて訪問した韓国について、私の情緒的な印象を記したもので、識者から科学的展開の希薄な個所が多々あるとのご批判やお叱りを受けるのはもとより覚悟の上である。一つの見方として捉えていただきたい。なお、帰国後スーツケースを開いて初めて気付いたことであるが、APWSSの座長のお礼は透明樹脂に埋め込んだかなりの重さの金冠塚金冠（国宝第87号）のミニチュアであった。この宝物は、紀元5～6世紀に当時新羅の王がその象徴として使用したとされる翡翠のまが玉を数十個もあしらった豪華な金冠で、今回の慶州国立博物館見学の際、息を止めればかりにのぞき込んだあの代物なのだ。今回のAPWSSに賭けた韓国雑草学会の意気込みと暖かい心づくしが伝わってくるようである。

最後になったが、今回の私のAPWSS出席補助に対して日本雑草学会に感謝の意を表したい。

□ 研究所・試験場めぐり □

東北農業試験場水田利用部

—— 雑草防除研究 ——

日本でも有数の米どころ秋田県大曲市、その中心部から角館町へ向う国道105号線沿い北東へ約4kmの地（大曲市四ツ屋字下古道）に当部は位置している。昭和43年現在地へ移転するまでは市中心街朝日町にあった。その跡地は今では住宅密集地と化し、交叉点信号機の傍らに立つ永井威三郎氏の筆になる“農事試験場陸羽支場趾”の石碑にその名残りをとどめている。

当部は明治29年、農林省農事試験場陸羽支場として寒冷地水田作の研究を開始したのがその始まりである。その後大正13年に奥羽試験地、昭和19年に東北支場と改称され、昭和25年に農業に関する試験研究機関の整備統合に際し、盛岡市下厨川に東北農業試験場が創設され、東北支場は同場栽培第一部となり、昨年（昭和63年）10月新たに策定された研究基本計画による組織再編で水田利用部となった。現在、稲育種、栽培生理、雑草制御、水田病害、水田虫害、水田土壌管理の6研究室と1科、研究職24名、行政職17名、総務分室10名の計51名（定員）で東北寒冷地の水稲作および水田高度利用に関する研究を遂行している。

この中で、雑草防除研究を担当する雑草制御研究室は、昭和44年農林省秋田統計調査事務所作況研究室を当场栽培第一部へ移管したのがその母体であり、しばらくは作況試験を担当していたが、昭和49年から雑草防除試験も併せ担当することとなった。そのいきさつには当時の栽培第一部長 野田健児氏の努力が大きかったと聞いている。その後昭和56年に作況研究室は作

物第3研究室と改称され、昨年作況試験を栽培生理研に移し、雑草制御研究室として東北地域はもちろん北海道・北陸も含めた寒地・寒冷地で唯一の、名実共に雑草防除のための研究室としてスタートすることとなった。

昨年新実験棟も完成し、必要な機器も徐々にではあるが整備されつつある。

次に、研究室の主要な研究課題について述べる。その第一は、汎用水田雑草の生理生態特性の解明である。日本の一般水田雑草は稲の渡来と共に海外から持ち込まれた史前帰化雑草と考えられ全国共通であるが、東北地域は寒冷気候帯に属し、また機械移植への転換による田植えの早期化なども関係し初期低温のため西南暖地などに比べて雑草の発生がだらつくという大きな特徴がある。そのため発生生態の研究は重要な課題の一つで、これまでホタルイ類、ヘラオモダカなどについて進めてきたが、今後は広く汎用水田雑草を対象として研究を継続していく予定である。また、東北地域の雑草発生のもう一つの特徴は、ホタルイ類を筆頭にオモダカ、ミズガヤツリ、クログワイ、ヘラオモダカなど多年生雑草の発生が極めて多い点である。さらに、シズイ、エゾノサヤヌカグサ、コウキヤガラなど特殊な草種も認められる。そのため、これら多年生雑草に焦点を絞り、これまで個生態と雑草害に関する研究を進めてきた。近年これら難防除雑草に有効な除草剤も開発されてはいるが、その根絶は仲々困難である。今後も、これら雑草の生理生態特性に基づき除草剤を有効に利用するためにも継続して研究を進めていく必要がある。

第二の課題は、汎用水田雑草の総合管理技術の開発である。前述したように雑草発生に大きな特徴を持つ東北など寒地・寒冷地向け除草剤

に対して強く求められている点は、多年生難防除雑草にも有効であること、ただら発生にも除草効果をあげるために長期持続性を示すことなどである。このような特性を持つ新除草剤開発のためには官民一体となった協力が必要であり、今後も日本植物調節剤研究協会を通して作用性・作用特性試験を行なっていく予定である。さらに将来、農業に大きく依存してきた現在の稲作りから脱却する意味でも、田畑輪換など水田機能を活用した耕種的防除法を含む雑草の総合防除技術の開発が強く求められており、今後の大きな課題となろう。

比較的近年開始した課題に、雑草・作物に含まれる生理活性物質の探索と生態系における役割の解明がある。本課題は昭和63年度に場特定研究「帰化雑草に含まれる植物生育阻害物質の検索」として開始し、翌年以降は科学技術庁重点基礎研究としてアレロパシーおよび稲作害虫の誘引・忌避物質を対象とした水田虫害研究室との共同研究「寒冷地雑草由来の生物間相互作用物質の探索と生態における役割」および大型別枠（生態秩序）研究「ハルガヤ等帰化雑草のアレロパシーの解明とその利用」として継続していくこととなった。特に帰化雑草に焦点を絞ったのは、近年開発が遅れているといわれる東北地域においても宅地化や道路建設などによる裸地化が急速に進行し、そこへ帰化雑草が蔓延して農耕地にも大きな影響をもたらしているからである。今後研究の進展により、単に雑草群落の遷移や雑草害解明の基礎的知見としてばかりでなく、アレロパシーなど生物間相互作用物質を利用した新しい雑草防除技術開発へと発展することが期待される。

雑草は人間生活に有害なものとして防除の対象とされてきたが、反面飼料や土壌侵食防止な

どの面で役立ってもきた。交雑が主要な育種法であったこれまでは、作物の近縁野生種がわずかに遺伝子源として利用されてきたが、近年細胞融合や遺伝子操作などバイオテクノロジーの急速な発展によって遠縁植物の持つ遺伝子の作物への導入も可能となり、雑草を含めた野生植物は新しい遺伝子源として注目されつつある。このような背景から、将来、作物の開発素材としての野生植物資源の探索と特性解明が当研究室の重要な課題となろう。

これまで述べてきたように、研究員3名だけで対応しなければならない多くの課題をかかえており厳しい状況にあるが、真に優れた研究は物や金や人海戦術だけで進展するはずはなく、研究者の独創性による点が極めて大きいものと考え、研究員の自由な発想を尊重しつつ一步一步研究を進めている。この点で、時折依頼されるJICAからの海外技術協力についても単に雑用としてではなく、海外に目を向け独創性を養う貴重な機会と受けとめ積極的に対応している。

雪国越後には“三白”があるという。すなわち雪の白、米の白、そして越後美人の白い肌—とは新潟県農試 今井良衛場長の言である。それは、同じ日本の米どころである秋田にもそのままあてはまる。白い雪は灌漑水となって稲を育くみ、真白な秋田米を稔らせる。そして県経済連のあきたこまちキャンペーンでもうたわれているように、米はおいしいごはんや美酒となつて小町娘のような白い肌を生むのである。近年の厳しい農業情勢にあつて、この東北の米を、日本の水田農業を守るために、わが東北農試水田利用部は、時には美酒を糧として日夜たえず努力している。

（雑草制御研究室長 原田二郎）

植 調 協 会 だ よ り

◎ 人 事 異 動

平成元年11月10日付

委嘱 顧門

櫛渕欽也

◎ 会議開催日程のお知らせ

- ・平成元年度りんご関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：平成2年2月5日(月) 10:00～17:00

場所：九段会館（千代田区九段南1-6-5,

TEL 261-5521)

- ・平成元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2年2月6日(火) 10:00～17:00

場所：九段会館

- ・平成元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2年2月16日(金) 10:00～17:00

場所：たちばな会館（静岡市緑町10-30,

TEL 0542-46-7488)

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)832-4188(代)

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

平成元年12月発行
植調第23巻第9号

定価412円(送料210円)
(本体400円, 消費税12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)833-1821番(代)

低温時でも
安心して使える！
●水田中期除草剤



ウキクサ・モ類にもバッチリ効いて経済的

アピロサン[®]粒剤

- 一年生雑草及びヒルムシロ、ヘラオモダカ、ホタルイ、ミズガヤツリを低コストで防除。
- 低温時でも薬害の心配がない。

一発処理もできる中期除草剤

ワイダー[®]粒剤

アピロサン・ワイダー普及会

武田薬品工業(株)・石原産業(株)
日本チバガイギー・BASFジャパン

- ヒエはもとより、ウリカワ、クログワイ、オモダカ、ミズガヤツリ、ヘラオモダカ、ヒルムシロなど多くの多年生雑草に高い効果。
- 低温時でも薬害の心配がない。



「確かさ」で選ぶ…
バイエルの農薬

新しい時代のヒエ剤[®] ヒノクロア粒剤

メフェナセット4.0%

特 長

- ①ヒエに安定した高い効果。
- ②処理適期幅が広く使い易い。
- ③土壌吸着力に優れ、移植水稻に安全性が高い。
- ④残効性に優れる。
- ⑤毒性が低く人畜、魚介類に安全性が高い。

水田初・中期一発処理除草剤
処理適期幅が広く効果的



ザーク[®]粒剤



リードゾン[®]



シンザン[®]粒剤

水田用中期除草剤

クロアSM粒剤

®は登録商標

日本特殊農薬製造株式会社

東京都中央区日本橋本町2-7-1 ☎ 103

流れは一発、ワンオール



水田初期一発処理除草剤

ワンオール[®]粒剤



農 協
経 済 連
全 農

ワンオール協議会

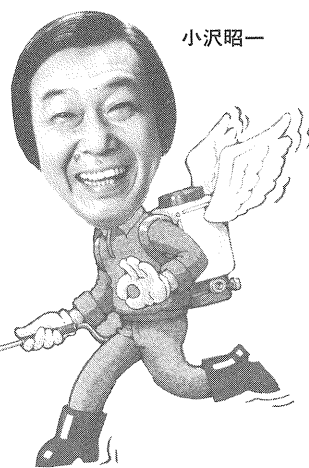
全国農業協同組合連合会 石原産業株式会社
日本チバガイギー株式会社 八洲化学工業株式会社

事務局 石原産業株式会社

東京都千代田区富士見2-10-30

チョットつけるだけ。 タツプリかける時代の終りです。

小沢昭一



ラウンドアップ®の特徴を活かした 新しい除草法です。(少量散布技術)

これまでの除草の散布は、雑草にタツプリと丹念にかける。10アール(1反歩)当り100リットルあるいは200リットルの散布水量が常識でした。ところが、この常識をやぶり、10アール当り25リットルの水量で雑草にポツポツとチョットつくだけで雑草全体をしっかりと枯らす新しい除草法が出現しました。これは、雑草の一部につくだけで雑草の体内のすみずみにまで行き渡る特性と、同じ薬量なら濃度が高い(少ない水で希釈する)ほど効果が増すという性質を持つラウンドアップ®だからできる新しい除草法です。水量が少なければ、散布がらくなだけでなく、水の運搬、薬剤の調合の回数を少なくできます。多量散布から少量散布へ。時代は、資源節減、省力化に向っています。ぜひ、試して、効果と労力の差を実感してください。

●薬量が250mlと少なく経済的。

通常の散布方法で10アール当り500mlの薬量が必要な場面でも、250mlで同じ効果を出すことができ経済的です。

●散布水量が25ℓ(今までの $\frac{1}{4}$ ～ $\frac{1}{5}$)と少なく省力的。

除草剤の散布は薬剤によって10アール当り100ℓあるいは200ℓの散布水量が必要でしたが、専用ノズルを取り替えるだけでわずか25ℓで済み散布、準備、水の運搬、薬剤の調合が楽になり省力的です。

●ノズルは、ラウンドノズル25を必ず使用。

少水量散布専用ノズルを必ずご使用ください。このノズルは、

- 従来の散布歩行スピード、散布要領を変えることなく10アールに25ℓの水量を散布できます。
- 散布した所が白く見え重複やかけ残しがなく確実です。
- 飛散が極めて少ないので大切な作物にも安心です。

ラウンドアップ®は、安全性が高いので
取扱いが容易です。

- 大切な作物の根からは、吸収されません。
- 土の活力を守ります。
- アミノ酸系の除草剤です。

人畜毒性/普通物 | 魚毒性/A類

しっかり枯らす。長〜く抑える。



ラウンドアップ®

®米国モンサント社登録商標

●ラウンドアップ®を詳しく説明したパンフレットを
差しあげております。右記の住所までお申し込みください。

ラウンドアップ普及会
クミアイ化学工業㈱・三共㈱

事務局 日本モンサント株式会社 アグロサイエンス事業部
〒100 東京都千代田区丸の内3-1-1 国際ビル Tel.(03) 287-1251

力のウルコ

チカラ

頑固な雑草に必殺一発パンチ!

大好評!!

話題の低コスト除草
水田一発処理除草剤



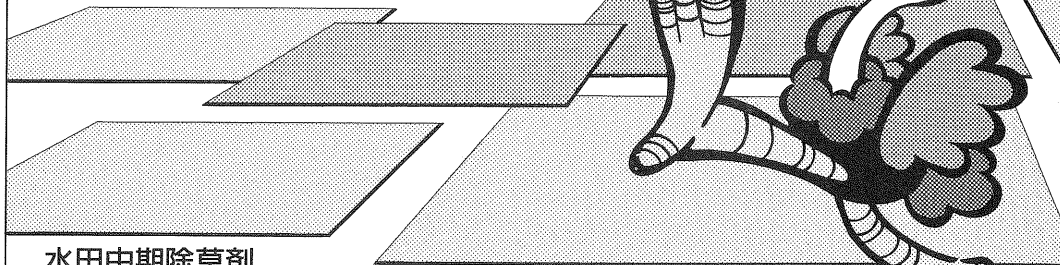
農協・経済連・全農

クミアイ化学工業株式会社



効きめ、あざやか。

「初期」から「中期」への絶妙のバトンタッチ。



水田中期除草剤

マメット[®]SM 粒剤

- ノビエの3.5葉でも効果バッチリ/
- 多年生雑草にも効果抜群/

■雑草の発生に合わせて姉妹品もどうぞ。

マメット[®]粒剤/オードラム[®]M粒剤/エスドラム[®]粒剤/ナクサー[®]粒剤



農協
経済連
全農

モリネット普及会

八洲化学/三笠化学/アイ・シー・アイ・ジャパン/トーマン

事務局 八洲化学工業株式会社 〒103 東京都中央区日本橋本町1-9-4