

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。

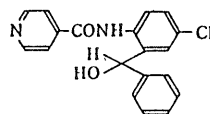
一般名: イナベンフィド inabenfide (ISO)

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: $210 \sim 212^\circ\text{C}$

溶解度 (g/l , 30°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

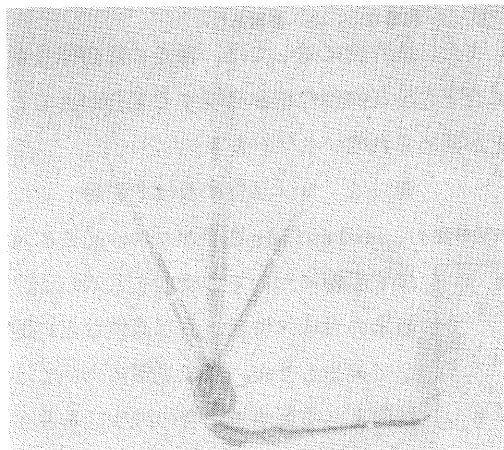


図2. ¹⁴C-inabenfide処理水稻のオートラジオグラフ

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。

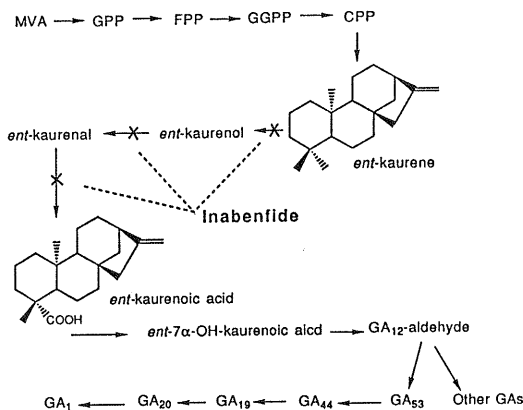


図3. ジベレリン合成経路とinabenfideの阻害部位

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)}。

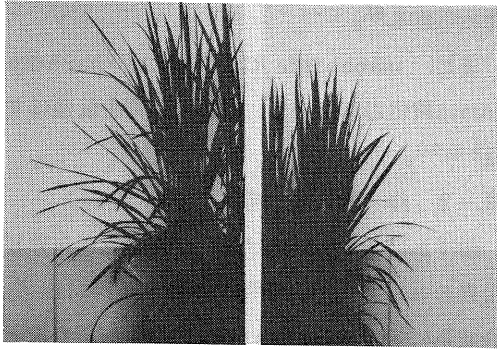


図4. inabenfide 処理による受光体勢の改善
(左: 無処理, 右: 処理)

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)。

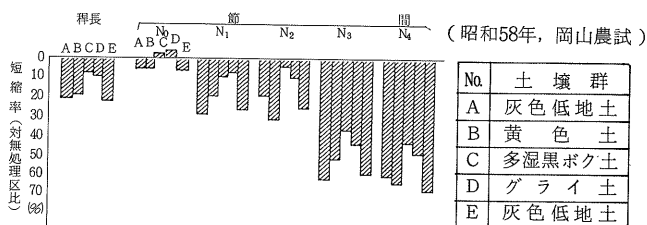


図5. 土壌による薬効変動

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度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

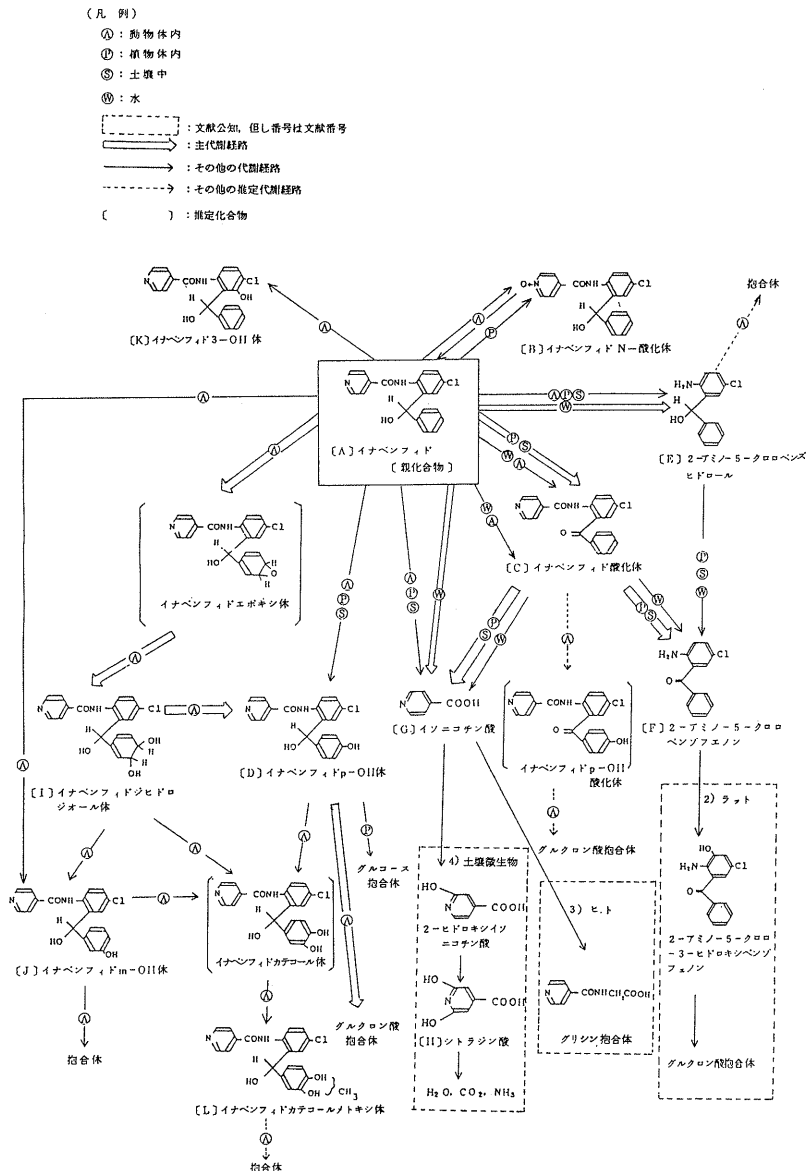


図6. inabenfide の動植物等における推定代謝分解経路図

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 /2ml / 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	
		1062.7	787.5	769.8	708.6	666.3	418.1	378.8	415.5	260.2	271.5	197.0	148.1	76.1	15.1		
	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												0～48時間		
38.19												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、植物体中に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

① 乳 汁		(単位: ppm)				
投与前	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	<0.005

② 組織・臓器		(単位: ppm)				
試料対照	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、カワナナ、

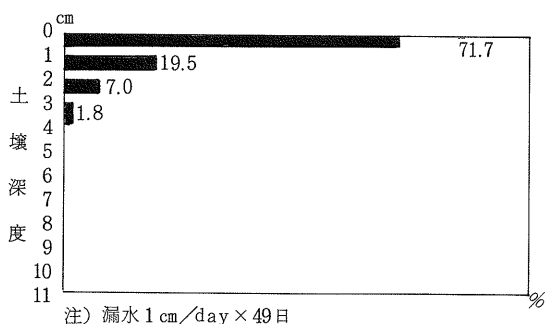


図7. inabenfideの土壤透過性

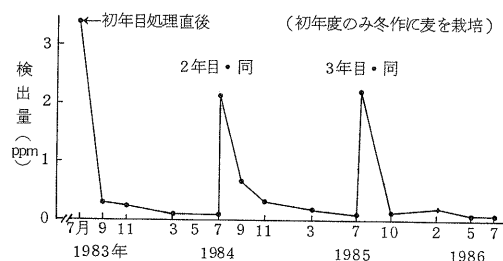


図8. 3年連用による土壤中の消長

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	タマジンコ クルマエビ(稚) >20 (3 hrs) >35
貝類	アサリ カニナ サカキガイ タニシ 5.2 (96 hrs) >20 >10 >20
魚類	ウグイ コイ ヒメダカ タナゴ ボラ マダイ(稚) 26 >20 >20 >20 11 >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

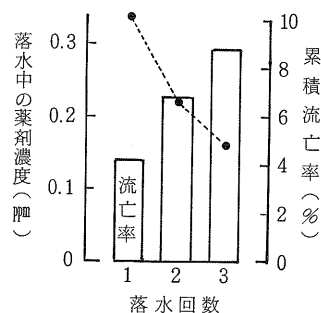


図 9. 落水による inabenfide の流亡

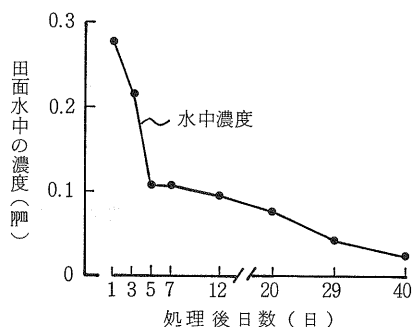


図10. 田面水中の inabenfide の消長

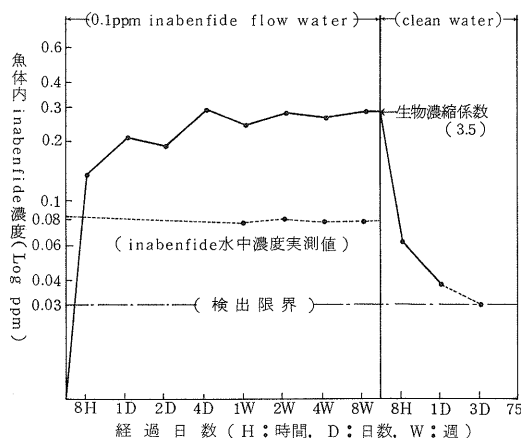


図11. コイに対する蓄積性

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.