

水田除草剤ピリブチカルブの作用特性

佃		和	明
森	中	秀	夫
村	上	充	幸
続	木	建	治
一	前	宣	正
近	内	誠	登
竹	松	哲	夫

Herbicidal Activity of Pyributicarb, a New Paddy Herbicide

Kazuaki TSUKUDA
 Hideo MORINAKA
 Mitsuyuki MURAKAMI
 Kenji TSUZUKI
 Nobumasa ICHIZEN
 Makoto KONNAI
 Tetsuo TAKEMATSU

Pyributicarb (*O*-3-*tert*-butylphenyl 6-methoxy-2-pyridyl (methyl) thiocarbamate) has been evaluated in green house as a new paddy herbicide for its activity and phytotoxicity and the results are summarized as follows:

- 1) Pyributicarb showed excellent herbicidal activity against *Echinochloa oryzicola*, a principal weed in paddy field, as well as many other annual paddy weeds. Under flooded conditions no harm was observed to transplanted young rice seedlings
- 2) Pyributicarb exhibited a wide application term from emergence to second leaf stage of *E. oryzicola*.
- 3) Pyributicarb showed very little mobility in soil. It is of great safety to transplanted rice-plant even if transplanting depth of young seedlings is only 1 cm deep from the surface of soil.

1. はじめに

筆者らは、新規の除草活性物質を探索する目的で、アンチオーキシン活性を有する β -NAC (β -ナフチル=*N*-メチルカルバマート) (I)¹⁾ を母核化合物として種々展開、検討してきた²⁾。その過程において、一連のカルバマート誘導体が、水田最強害雑草の一つであるノビエを

はじめとする多くの雑草に対して高い除草効果を示し、かつ移植水稲には薬害を与えない、優れた選択除草活性を有していることを見出し、これらについて除草剤としてのスクリーニングを行ってきた²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾。この一連の化合物の中で、*O*-2-ナフチル=6-メトキシ-2-ピリジル(メチル)チオカルバマート (II)、コード番号 TU-23 が優れた除草活性を示すことを既に報告した⁶⁾。

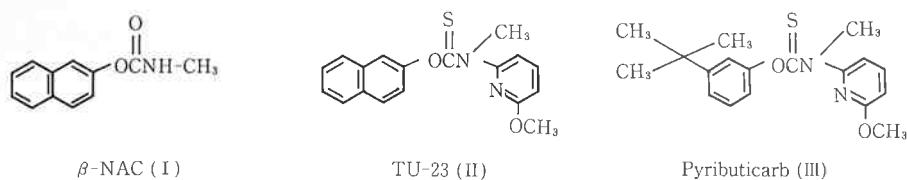


Fig. 1 Chemical structure of β -NAC, TU-23 and pyributicarb.

引続き詳細な検討を続けることにより、TU-23 よりもさらに強力な除草活性を有する化合物としてピリブチカルブ (*O*-3-*tert*-ブチルフェニル=6-メトキシ-2-ピリジル (メチル) チオカルバマート (III)), コード番号 TSH-888) を選抜した (Fig. 1)。このピリブチカルブについて、水田用除草剤としての実用化検討を行ってきた⁷⁾⁸⁾。

本報では、ピリブチカルブに関する基礎的な除草活性と作用特性を検討した結果について報告する。

2. 材料および方法

ピリブチカルブ (III) は、TU-23 (II) の場合に準じて合成した⁶⁾。

ピリブチカルブの物理化学的特性および人畜への安全性試験の結果を Table 1 および Table 2 に示した⁹⁾¹⁰⁾。

Table 1 Physicochemical properties of pyributicarb.

Chemical name	
<i>O</i> -3- <i>tert</i> -butylphenyl 6-methoxy-2-pyridyl (methyl) thiocarbamate	
Molecular weight	330.44
Physical form	colorless crystall
Melting point	85.7-86.2°C
Vapor pressure	2.69×10^{-4} Pa (40°C)
Solubility in water	0.32 ppm (20°C)

Table 2 Safety of pyributicarb.

	Route	Species	LD ₅₀ or LC ₅₀
Acute toxicity	Oral	Mice	♂ >5,000 mg/kg ♀ >5,000 mg/kg
		Rats	♂ >5,000 mg/kg ♀ >5,000 mg/kg
	Dermal	Rats	♂ >5,000 mg/kg ♀ >5,000 mg/kg
		Fish toxicity	Carp*
		Water flea**	>15 ppm (3 hrs)

*: *Cyprinus carpio*, **: *Daphnia pulex*

試験化合物は、ピリブチカルブおよび比較化合物共に10%水和剤に調製して生物試験に供試した。

生物試験は全てガラス温室内で行った。土壌は山口県新南陽市の水田土壌 (鈹質壤土) を使用した。

(1) 殺草スペクトラム

面積約 180 cm² の磁気ポットに代掻き状態の水田土壌を充填し、タイヌビエ (*Echinochloa oryzicola*), タマガヤツリ (*Cyperus difformis*), コナギ (*Monochoria vaginalis*), 水田一年生広葉雑草 (アゼナ *Lindernia pyxidaria*, キカシグサ *Rotala indica*, ミヅハコベ *Elatine triandra* 等の混合) およびイヌホタルイ (*Scirpus juncooides*) の種子を土壌表層に播種し、催芽させたミズガヤツリ (*Cyperus serotinus*) およびウリカワ (*Sagittaria pygmaea*) の塊茎を植え、さらに幼苗期のイネ (*Oryza sativa*, 品種: 日本晴, 2葉) を土中約 2 cm の深さに移植した後、水深約 2 cm の湛水条件とした。翌日、有効成分量で 7.5~1000 g/10 a (8 薬量) 相当量のピリブチカルブ水和剤の水懸濁液を、ピペットで各ポットの水面に滴下処理した。その後温室内で適時散水して育成管理した。薬剤処理の20日後に、各植物に対する除草効果および薬害を観察にて評価した。

(2) タイヌビエに対する殺草葉令限界

面積約 60 cm² の樹脂製ポットに水田土壌を充填し、タイヌビエ種子を土壌表面に播種した後、水深約 2 cm の湛水条件とした。タイヌビエが所定のステージまで生育した時に、有効成分量で 25~100 g/10 a 相当量のピリブチカルブ水和剤を [1] と同様の方法で処理し、薬剤処理20日後に除草効果を観察評価した。

(3) イネへの安全性

面積約 120 cm² の磁製ポットに水田土壌を充填し、幼苗期のイネ (品種: 日本晴, 2葉) を 2, 1, 0 cm と植え付け深度を変えて移植した後、水深約 3 cm の湛水条件とした。0 cm 植えにおいては、根元が全て土壌表面上にある様に、置き苗とした。24時間放置後、有効成分量で 100~800 g/10 a 相当量のピリブチカルブ水和剤を [1] と同様の方法で処理した。薬剤処理20日後にイネの生育状態を観察評価した。

〔4〕 土壌中の移動性

この試験は、日本植物調節剤研究協会の土壌中の移動性検定試験の方法に準じて行った¹¹⁾。

内径 10 cm, 高さ 1 cm の塩ビ製リングを15個連結した土壌中移動性測定用カラムに、水田土壌を底部から 10 cm の高さまで充填して水槽につけた。底部から水を吸収させた後に土壌表面約 2 cm を代掻き状態とし、水深約 3 cm の湛水条件とした。24時間放置後、有効成分でピリブチカルブ 100 g/10 a および比較化合物のブタクロール 75 g/10 a 相当量の各水和剤を〔1〕と同様の方法で処理した。処理翌日から水槽の水を 1 cm/3 時間の速さで落水した。完全に落水の後、カラムを水槽より取り出し、土壌表面から 1 cm 毎に土壌を採取し、面積約 60 cm² の樹脂製ポットに移した。土壌を適量の水と共によく混和した後にタイヌビエの種子を播種し、約 1 cm の湛水条件として育成した。タイヌビエ播種 2 週間後に、枯殺状況を観察評価した。

〔5〕 タイヌビエ発生深度に伴う効果変動

面積約 60 cm² の磁製ポットに水田土壌を充填し、タイヌビエの種子を播種した上に覆土して、土壌表面からの播種深度が 0, 1, 2 cm になる様に調製した後、水深約 2 cm の湛水条件とした。24時間放置後、ピリブチカルブの有効成分量として、12.5, 25, 50 g/10 a 相当量の水和剤を〔1〕と同様の方法で処理した。薬剤処理 20 日後に枯殺状況を観察評価した。

〔6〕 日本植物調節剤研究協会委託試験

国内において新規除草剤有効成分を開発するためには、公的機関である(株)日本植物調節剤研究協会における作用特性試験を実施して、その有効成分が有している殺草特性、薬害特性等の基礎的特性を明確にする必要がある。ピリブチカルブは1983年に作用特性試験を実施した⁷⁾。

3. 結果および考察

〔1〕 殺草スペクトラム

ピリブチカルブの主要水田雑草及び移植イネに対する 80%抑制薬量を Fig. 2 に示した。

ピリブチカルブは湛水土壤処理試験において、水田強害一年生雑草であるタイヌビエ、コナギ、タマガヤツリに対して特に効果が高く、80%抑制薬量は <7.5 g/10 a であった。多年生雑草のうち、イヌホタルイおよびミズガヤツリに対する80%抑制薬量は 60 g/10 a と効果が劣り、さらにウリカワに対しては 1000 g/10 a でもほとんど効果が認められなかった。

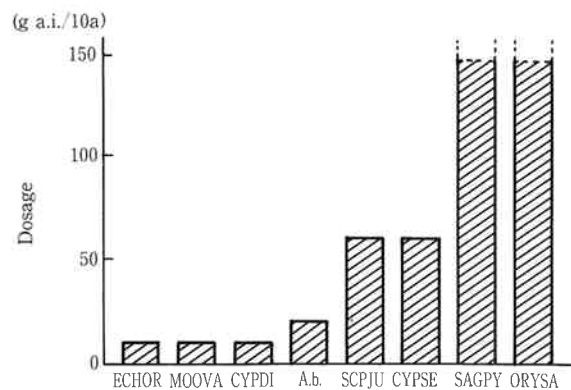


Fig. 2 Dosage of pyributicarb for 80% growth inhibition of weeds and transplanted rice. Abbreviation of plant name: ECHOR; *Echinochloa oryzicola*, MOOVA; *Monochoria vaginalis*, CYPDI; *Cyperus difformis*, A. b.; Annual broadleaved weeds, SCPJU; *Scirpus juncooides*, CYPSE; *Cyperus serotinus*, SAGPY; *Sagittaria pygmaea*, ORYSA; *Oryza sativa*.

一方、移植イネに対しては 1000 g/10 a の有効成分量でも全く薬害を示さず、イネーヒエ間に優れた属間選択性¹²⁾を有することが認められた。

ピリブチカルブはタイヌビエをはじめとする水田一年生雑草に対して極めて高い除草効果を有しており、また移植イネに対しては高い安全性を有していることが確認された。しかし多年生雑草のイヌホタルイおよびミズガヤツリに対する効果は完全ではなく、さらにウリカワには効果が劣るため、水田用除草剤の混合母剤（ヒエ剤）としての開発が考えられた。

既に報告した TU-23 と比較すると⁶⁾、除草効果が全体的に強化されているものと判断された。

〔2〕 殺草葉齢限界

タイヌビエの生育ステージに伴うピリブチカルブの除草効果の変動を Fig. 3 に示した。

ピリブチカルブは、25および 100 g/10 a いずれの有効成分量でも、発芽期から1.5~2葉期の生育初期段階までの広いステージにおいて、タイヌビエをほぼ完全に枯殺し、高い除草活性を有することが認められた。2~2.5葉期では、100 g/10 a でもタイヌビエを完全に枯殺することはできなかった。

タイヌビエの枯殺症状としては、薬剤処理後に生長が停止し、茎葉部が最初に赤化、やがて黄化して枯死に至るというものであった。既存のベンチオカーブ等の水田用カルバマート系ヒエ剤は、タイヌビエの発芽後の生育を抑制し、筒状葉を生じたり葉色を濃くすることが知ら

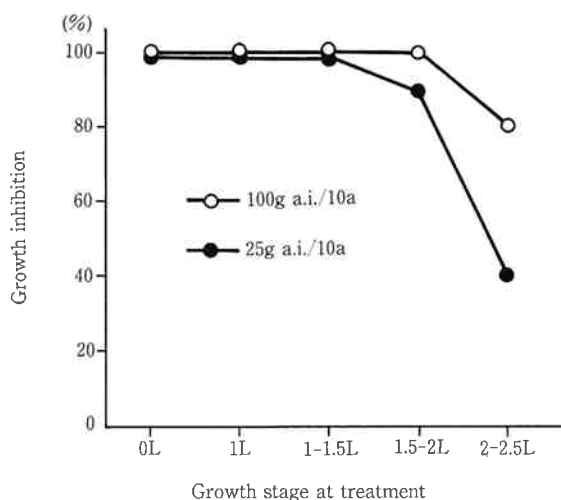


Fig. 3 Herbicidal activity of pyributicarb against *Echinochloa oryzicola*.

れている¹³⁾。ピリブチカルブの枯殺症状はこれとは明らかに異なっており、既存のカルバマート系ヒエ剤とは全く違った殺草機構を有しているものと推察される。

〔3〕 タイヌビエ発生深度に伴う効果変動

タイヌビエの発生深度に伴うピリブチカルブの除草効果の変動を、Fig. 4 に示した。

ピリブチカルブは 0, 1, 2 cm いずれの発生深度のタイヌビエに対しても高い除草効果を示し、12.5 g/10 a の有効成分量でほぼ完全に枯殺した。

タイヌビエ発生深度に伴うピリブチカルブの効果変動は、ほとんどないと考えられる。

〔4〕 イネへの安全性

ピリブチカルブが移植深度の異なるイネ幼苗に与えた影響を Fig. 5 に示した。

移植イネに対する薬害は、浅植え (1 cm 植え) 状態で、かつ 800 g/10 a の高い有効成分量でも全く認められなかった。0 cm 植え (置き苗) では、全ての薬量 (100~800 g/10 a) で生育抑制を伴う薬害が認められたが、枯死に至るものではなかった。

ピリブチカルブは置き苗の様な極端な状態では薬害を生じるが、浅植え状態でも移植イネに対する安全性は非常に高いことが認められた。すなわち、イネが自立できて倒伏しない様な植え付け状況であれば、浅植えであっても薬害を生じる可能性は非常に低いとすることができる。

〔5〕 土壌中の移動性

ピリブチカルブおよび比較化合物ブタクロールのカラム各層土壌でのタイヌビエに対する殺草効果を Fig. 6 に示した。

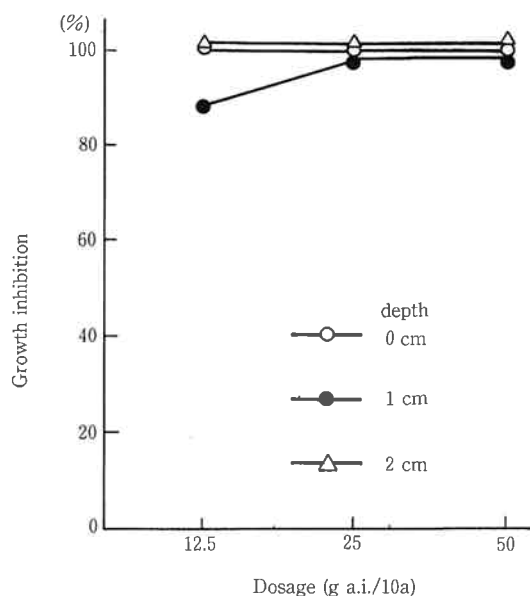


Fig. 4 Herbicidal activity of pyributicarb against *Echinochloa oryzicola* on some depth of germination.

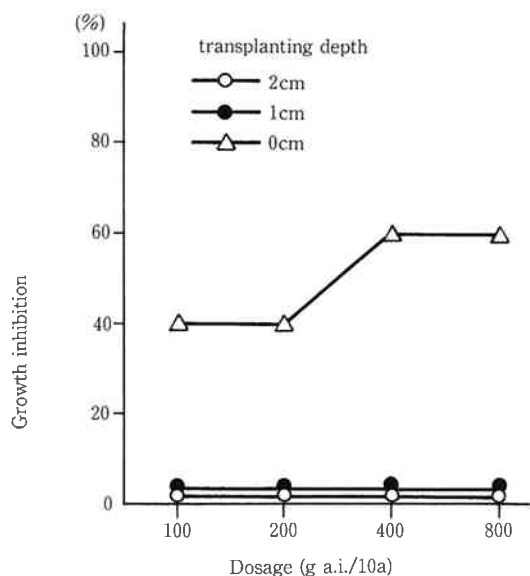


Fig. 5 Phytotoxicity of pyributicarb against transplanted rice.

ピリブチカルブは土壌表層から 1 cm 以上の深さにあった土壌では、タイヌビエの生育に影響を与えなかった。一方ブタクロールは、3 cm までの深さの土壌で何らかの影響を与えていた。ピリブチカルブの土壌中での移動性は極めて小さく、処理された薬剤の大部分が土壌表層 1 cm 以内に存在していることが確認された。このことは、ピリブチカルブの土壌吸着性が非常に大きいことを示している。

この様にピリブチカルブは土壌中の移動性が非常に小

Table 3 Summary of herbicidal specific test performed in 1983 at Research Institute, The Japan Association for Advancement of Phyto-Regulators.

Sea- son	Treatment stage*	Dose (a. i. g/a)	Phytotoxicity level	Phytotoxicity symptom	ECHOR	CYPDI	MOOVA	ROTIN	LIDPY	ELTTP	ELOAL	SCPJU	SAGPY	CYPSE	Residual activity in soil	Mobility in soil	Site of absorption		
TSH-888 W. P.	A	- 2	- ~ ±	Growth inhibition	●	●	●	●	×	●	◎	●	×	△					
					●	●	●	●	△	◎	●	×	□						
		+ 3	- ~ ±	"	●	●	●	●	●	×	●	●	◎	×	△				
					●	●	●	●	×	●	●	×	●	●	◎	×	△		
		+ 11	- ~ ±	"	●	●	●	●	●	×	●	◎	△	×	×	Extremely long	Slightly	Root >	
					●	●	●	●	×	●	●	△	◎	△	△	△	(over 30 days)	(0~1 cm)	Lomer part ≥ of the stem
	B	- 3	-	"	●	●	●	●	●	●	●	●	●	△	×				
					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	×			
		+ 3	-	"	Growth inhibition	●	●	●	●	●	●	●	●	●	△	×			
					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	△	×	
		+ 8	-	"	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	×			
					●	●	●	●	●	●	●	●	□	○	□	×	×		
+ 20	- ~ ±	"	●	●	●	●	●	●	●	●	◎	×	×						

Season
 A : Apr. 30 transplanting
 B : Jul. 8 transplanting

* Days from transplanting

Plant tested
 i) Phytotoxicity
Oryza sativa
 ii) Herbicidal effect
 ECHOR : *Echinochloa oryzicola*
 CYPDI : *Cyperus difformis*
 MOOVA : *Monochoria vaginalis*
 ROTIN : *Rotala indica*
 LIDPY : *Lindernia pyxidaria*
 ELTTP : *Elatine triandra*
 ELOAL : *Eleocharis acicularis*
 SCPJU : *Scirpus juncooides*
 SAGPY : *Sagittaria pygmaea*
 CYPSE : *Cyperus serotinus*

Phytotoxicity level
 - : Not injured
 ± : Slightly
 + : A little
 # : Substantially
 # : Considerably
 × : Killed

Herbicidal effect level
 ● : Complete (Amount of residual weeds: 0%)
 ◎ : Nearly complete
 ○ : Almost
 □ : A little
 △ : Slightly
 × : No effect

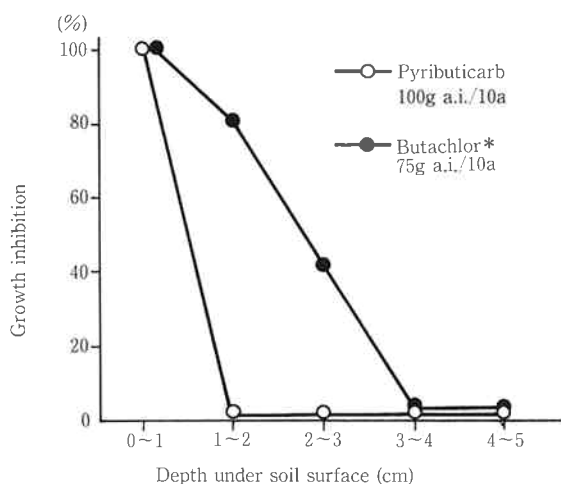


Fig. 6 Movement of pyributicarb in soil.

* Butachlor: 2-chloro-2',6'-diethyl-N-(butoxymethyl)acetanilide

さいことから、湛水土壤処理を行うことにより土壤のごく表層部に薬剤が吸着して強固な薬剤処理層を形成する¹²⁾ものと考えられる。このため雑草に対して安定した除草効果を発揮する一方、移植イネに対しては浅植え状態でも薬剤が移植イネの根部に接触することがなく、薬害を生じにくいと推察される。また土壤への吸着性が強いいため、散布後に有効成分が水田以外の環境中、すなわち河川あるいは地下水等へ流亡する可能性は、低いものと予想される。

〔6〕 日本植物調節剤研究協会委託試験

1983年に(財)日本植物調節剤研究協会にて実施した作用特性試験の結果の概要を Table 3 に示した⁷⁾。

殺草スペクトラムは〔1〕の結果とほぼ同様の傾向を示しており、タイヌビエをはじめとする一年生雑草に対する優れた効果が再確認された。

移植イネへの薬害は軽度の生育抑制が観察されたが、ごく軽微であり問題にならない程度であった。

また残効性は極長であり、長期にわたってタイヌビエの発生を抑制できることが確認された。

これらの結果から、混合母剤としての利用が可能と判断され、混合剤化が期待された⁷⁾。

4. ま と め

ピリブチカルブの除草活性および作用特性について検討し、下記の結果が得られた。

1) ピリブチカルブは湛水土壤処理試験において、タイヌビエをはじめとする水田一年生雑草に対して優れた除草効果を示し、また移植イネに対しては極めて高い

安全性を示した。

2) ピリブチカルブは水田最強害雑草の一つであるタイヌビエに対して、発芽期～生育初期にわたって高い殺草効果を示し、広い適用時期を有していることが確認された。

3) タイヌビエに対して発生深度の違いによる効果の変動は認められず、安定した除草効果を発揮することが確認された。

4) 移植イネの植え付け深度を変えて薬害を検討した結果、ピリブチカルブは置き苗の様な極端な状態では薬害を生じるが、浅植え状態でも移植イネに対する安全性が非常に高いことが確認された。

5) ピリブチカルブの土壤中の移動性は極小であり、土壤表層に吸着して強固な薬剤処理層を形成しているものと考えられた。

6) 日本植物調節剤研究協会の作用特性試験でも、ピリブチカルブの有する優れた除草効果が確認され、混合剤化が期待された。

ピリブチカルブは水田用除草剤原体として上記の様な優れた特性を有している。

このピリブチカルブを混合母剤(ヒエ剤)とする水田用除草剤の実用化検討を行ってきた⁸⁾。その結果、いくつかの混合剤については既に農薬登録を取得している⁹⁾¹⁴⁾。

文 献

- 1) 竹松哲夫, 近内誠登; “宇都宮大学農学部学術報告”, 10, 147 (1977)
- 2) 森中, 野中, 中西, 統木, 近内, 竹松; “雑草研究”, 31(別), 27 (1986)
- 3) 森中, 野中, 中西, 統木, 村上, 魚谷, 近内, 竹松; “雑草研究”, 31(別), 29 (1986)
- 4) 森中, 野中, 中西, 統木, 村上, 魚谷, 近内, 竹松; “植物化学調節学会研究発表記録集”, 90 (1986)
- 5) 森中, 野中, 中西, 統木, 村上, 魚谷, 近内, 竹松; “雑草研究”, 32(別), 41 (1987)
- 6) 森中秀夫, 村上充幸, 中西 明, 野中悠次, 統木建治, 一前宣正, 近内誠登, 竹松哲夫; “東洋曹達研究報告”, 31 [2], 29 (1987)
- 7) (財)日本植物調節剤研究協会; “昭和58年度水稲作除草剤作用特性試験成績書”, (1983)
- 8) (財)日本植物調節剤研究協会; “昭和59～平成元年度夏作関係除草剤作用性, 適用性判定試験成績総合要録(水稲編)”, (1983～1989)

- 9) 村上充幸, 森中秀夫, 続木建治; “東ソー研究報告”, 35[1], 3 (1991)
 10) 東ソー株式会社; “日本農薬学会誌”, 15, 503 (1990)
 11) 財団法人植物調節剤研究協会; “除草剤試験実施基準 (改訂版)”, (1983)

- 12) 竹松哲夫; “除草剤研究総覧”, 博友社 (1982)
 13) 木村一郎, 一前宣正, 松中昭一; “雑草研究”, 12, 54 (1971)
 14) 佃 和明, 村上充幸, 森中秀夫, 続木建治, 宮村直樹, 野中悠次; “東ソー研究報告”, 33[2], 113 (1989)



著 者
 氏名 佃 和 明
 Kazuaki TSUKUDA
 入社 昭和57年4月1日
 所属 研究本部
 化学研究所
 第三研究室
 副主任研究員



著 者
 氏名 森 中 秀 夫
 Hideo MORINAKA
 入社 昭和54年4月2日
 所属 研究本部
 化学研究所
 第三研究室
 主任研究員



著 者
 氏名 村 上 充 幸
 Mitsuyuki MURAKAMI
 入社 昭和56年4月1日
 所属 ファイン・ケミカル事業部
 企画開発部
 農薬事業開発課
 副参事



著 者
 氏名 続 木 建 治
 Kenji TSUZUKI
 入社 昭和44年4月1日
 所属 研究本部
 化学研究所
 第三研究室
 室長



著 者
 氏名 一 前 宣 正
 Nobumasa ICHIZEN
 所属 宇都宮大学
 雑草科学研究センター
 教授



著 者
 氏名 近 内 誠 登
 Makoto KONNAI
 所属 宇都宮大学
 雑草科学研究センター
 センター長 (教授)



著 者
 氏名 竹 松 哲 夫
 Tetsuo TAKEMATSU
 所属 宇都宮大学
 名誉教授