学会受賞論文

(業績賞・技術)

水稻用除草剤「イプフェンカルバゾン」の開発

木戸 庸裕^{1*}, 沖田 洋行², 岡村 充康³, 竹内 崇³, 森田 健⁴

¹北興化学工業株式会社開発研究所

²北興化学工業株式会社岡山工場

³北興化学工業株式会社製品企画部

⁴北興化学工業株式会社

(2016年6月9日受理)

Development of a rice herbicide, ipfencarbazone

Tsunehiro KIDO,¹ Hiroyuki OKITA,² Michiyasu OKAMURA,³ Takashi TAKEUCHI³ and Ken MORITA⁴

¹Central Research Laboratories, Hokko Chemical Industry Co., Ltd., 2165 Toda, Atsugi-shi, Kanagawa 243-0023, Japan

²Okayama Factory, Hokko Chemical Industry Co., Ltd., 402 Muneage, Tamano-shi, Okayama 706-0305, Japan

³Portfolio Management Department, Hokko Chemical Industry Co., Ltd.,

1-5-4 Nihonbashi Honcho, Chuo-ku, Tokyo 103-8341, Japan

⁴Hokko Chemical Industry Co., Ltd., 1-5-4 Nihonbashi Honcho, Chuo-ku, Tokyo 103-8341, Japan

Keywords: ipfencarbazone, triazolinone, VLCFA(very-long-chain fatty acids), barnyard grass, *Echinochloa* spp., paddy rice herbicide.

はじめに

北興化学工業株式会社は、新規水稻用除草剤の創製に際し、水田の問題雑草であるヒエ類（以下、ノビエ）に対して優れた活性を示し、かつ水稻に対する安全性が高い化合物の開発を目指し探索合成を開始した。

各種ヘテロ環をカルバモイル化した化合物を鋭意合成し、除草活性を評価した結果、新規な1-アリアル-4-カルバモイル-1,2,4-トリアゾリノン誘導体がノビエと各種水田雑草に対し活性が高いことを見出した。その後、本系統の最適化を進め、当初の目標である水稻に対する安全性が高く、安定した除草効果を持続するイプフェンカルバゾンを選抜した。本報ではイプフェンカルバゾンの研究の経緯、構造活性相関、除草特

性、安全性、代謝分解及び残留についてその知見を報告する。

1. 研究の経緯

1.1. トリアゾリノン系除草剤発見の経緯

水稻栽培における雑草防除の成否は水稻品質、収量、労力などへ影響を与える。水田に発生する雑草として、ノビエが問題なのは依然として変わらず、とりわけヒエ剤は除草剤として重要な位置づけを有している。本剤の研究を開始した1990年代は、農業就業者の減少や高齢化が顕在化し、より省力的な農業が求められるようになり、水稻用除草剤分野では、田植同時処理可能な薬剤の開発に期待が高まった。また、スルホニルウレア系除草剤を母剤に、ヒエ剤を混合した一発剤が大きく伸長するなかで、ヒエ剤については処理薬量、処理適期幅、ノビエに対する残効性、イネ-ヒエ選択性の課題があった。そこで我々は、低薬量で高葉齢のノビエに対し除草効果が強く、長期にノビエの発生を抑え、かつ省力化の観点から田植同時処理でも水稻に対する安全性が高い独自骨格を

* 〒243-0023 神奈川県厚木市戸田2165 番地

E-mail: kido-t@hokkochem.co.jp

© 日本農薬学会

有するヒエ剤の開発を目指し新規化合物の創製に取り組んだ。

Fig. 1 にトリアゾリノン系除草剤発見の経緯を示す。

探索当初、高葉齢のノビエに対して高い除草活性を有し、長期にノビエの発生を抑える薬剤としてカフェンストロール (1) を代表とするカルバモイルスルホニルトリアゾール誘導体 (2) に注目し、主にスルホニル基上の置換基変換を精力的に行った¹⁾。しかし、ノビエに対し活性を示す化合物はあったが、目標に合った化合物を見出すことはできなかった。

そこで、カルバモイル化されたヘテロ環構造に注目してカルバモイル-ヘテロ環誘導体 (3) を幅広く探索することとした。

文献調査によって見出した4-置換チオ-イソオキサゾリノン誘導体 (4)²⁾ は、ノビエに対し除草活性を示すことが確認されたが、イネに対する安全性が十分でなかった。

そこで、カルバモイル化されたイソオキサゾリノン骨格に注目し探索した結果、ノビエに対し高い活性を示し、水稻に対して高い安全性を示す4-アリールイソオキサゾリノン誘導体 (5) を見出した³⁾。しかし、圃場条件で2.5葉期のノビ

エに対する効果が十分でなく、実用に足る化合物を見出すことはできなかった。

次に、4-アリールイソオキサゾリノン誘導体 (5) をリードとし、母核であるイソオキサゾリノン環を他のヘテロ環に変換した誘導体 (6) の探索を鋭意行った。その結果、ノビエと各種水田雑草に対し高い活性を示す新規な1-アリール-4-カルバモイル-1,2,4-トリアゾリノン誘導体 (7) を見出した^{4,5)}。

1.2. トリアゾリノン誘導体の最適化とイプフェンカルバゾンの選抜

ノビエに対するさらなる活性向上と水稻に対する安全性向上を目的として、1-アリール-4-カルバモイル-1,2,4-トリアゾリノン誘導体 (7) のベンゼン環の置換基Xn, カルバモイル部位の置換基R¹およびR²を種々変換し最適化を行った。

1-アリール-4-カルバモイル-1,2,4-トリアゾリノン誘導体 (7) は、Fig. 2 に示した合成スキームに従って合成した^{6,7)}。

Fig. 1. Process of discovery of triazolinone herbicide.

Fig. 2. Synthetic schemes of 1-aryl-4-carbamoyl-1,2,4-triazolinone derivatives (7).

Table 1. Structure activity relationship of the triazolinone derivatives

Change of substituent at carbamoyl moiety

Compound substituents		Efficacy on ECHOR (80 g.a.i./ha)		Rice injury (300 g.a.i./ha)
R ¹	R ²	Pre-emergence	Early-Post emergence	1 DAA
C ₂ H ₅	C ₂ H ₅	1	0	0
C ₂ H ₅	cyc.-Hex	2	2	0
<i>n</i> -C ₃ H ₇	Ph	3	2	0
<i>i</i> -C ₃ H ₇	Ph	4	3	0
H ₂ C=CH ₂	Ph	3	2	0
HC≡CCH ₂	Ph	3	1	0

Growth stage on application: pre-emergence and 1.5 leaves stage of ECHOR. DAA: Days after application, ECHOR: *Echinochloa oryzicola*, Rice: transplanted 2.2 leaves stage of rice, Index: Herbicidal activity (% of control), 5: 100–90%, 4: 89–79%, 3: 69–50%, 2: 49–30%, 1: 29–10%, 0: less than 10%.

Table 2. Structure activity relationship of the triazolinone derivatives

Change of substituent on benzene ring of carbamoyl moiety

Compound substituents		Efficacy on ECHOR (80 g.a.i./ha)		Rice injury (300 g.a.i./ha)
Ym		Pre-emergence	Early-Post emergence	1 DAA
H		4	3	0
4-Cl		4	3	0
2-F		3	2	0
4-F		5	3	0
2,4-F ₂		5	5	0
4-CH ₃		2	1	0
4-CF ₃		3	1	0
4-CH ₃ O		0	0	0

Table 1からTable 4にトリアゾリノン誘導体の構造活性相関を示す。活性については、ポット試験におけるノビエに対する発生前と1.5葉期の除草活性、および移植1日後のイネの薬害を示した。

カルバモイル部位の置換基変換についてTable 1とTable 2

Table 3. Structure activity relationship of the triazolinone derivatives

Change of substituent on benzene ring at the 1-position of triazolinone ring

Compound substituents		Efficacy on ECHOR (20 g.a.i./ha)		Rice injury (300 g.a.i./ha)
Xn		Pre-emergence	Early-Post emergence	1 DAA
H		5	4	2
2-Cl		5	5	1
3-Cl		4	3	0
4-Cl		5	4	0
2,4-Cl ₂		5	5	0
2-CH ₃		5	5	1
2-CF ₃		5	4	0
2-CH ₃ O		4	4	0

Table 4. Structure activity relationship of the triazolinone derivatives

Change of substituent at the 3-position of triazolinone ring

Compound substituents		Efficacy on ECHOR (80 g.a.i./ha)		Rice injury (300 g.a.i./ha)
R		Pre-emergence	Early-Post emergence	1 DAA
H		5	5	0
CH ₃		2	1	0
Cl		0	0	0
CF ₃		0	0	0
CH ₃ O		0	0	0

に示す。ジエチルカルバモイル基や*N*-シクロヘキシル-*N*-エチルカルバモイル基の導入では高い除草活性を示さなかった。フェニル基の導入によって発生前のノビエに対する活性が向上し、*N*-イソプロピル-*N*-フェニルカルバモイル基は1.5葉期のノビエに対しても活性が向上した。

次にカルバモイル部位の窒素原子上の置換基をイソプロピルと置換フェニルに固定し、ベンゼン環の置換基変換を行った。フッ素の導入、特に2,4-ジフッ素の導入は、ノビエに対して著しく活性を向上させた。一方、メチル基、トリフルオロメチル基、メトキシ基の導入によって活性は低下した。

次にトリアゾリノン環1位のベンゼン環の置換基変換を行った。(Table 3). 塩素の導入によってノビエに対する活性が向上,あるいはイネに対する薬害が軽減し,特に,2,4-ジクロロ体は,発生前と1.5葉期のノビエに対して極大の活性を示し,イネに対する薬害は認められなかった.また,オルト位にメチル基,トリフルオロメチル基,メトキシ基が置換しても高い除草活性を示すことが解り,ベンゼン環の2位に置換基を有することが高い除草活性の発現に重要であることが示唆された.

また,トリアゾリノン環の3位の置換基効果について検討した(Table 4).メチル置換体はノビエに対して若干の活性を示したものの,塩素原子置換体,トリフルオロメチル置換体,およびメトキシ置換体は活性を示さなかった.

これら1-アリール-4-カルバモイル-1,2,4-トリアゾリノン誘導体(7)の水稲用除草剤としての作用特性を詳細に検討した結果,当初の目標である2.5葉期のノビエに対し効果が高く,長期間安定した除草効果を示し,水稲に対する安全性が高いイプフェンカルバゾン(8)を最適化合物として選抜した⁸⁾.

2. 名称および性状

Common name (ISO Name): ipfencarbazone

Development Code: HOK-201

Chemical Name (IUPAC):

1-(2,4-dichlorophenyl)-2',4'-difluoro-1,5-dihydro-*N*-isopropyl-5-oxo-4*H*-1,2,4-triazole-4-carboxanilide

Fig. 3. Chemical structure of ipfencarbazone.

Commercial Name: FIGHTER[®]

CAS No.: 212201-70-2

Molecular Formula: C₁₈H₁₄Cl₂F₂N₄O₂

Molecular Weight: 427.23

Appearance (physical state, form and color):

Solid, Fine powder, White to Off-white

Melting Point: 133.8–137.3°C

Solubility (water): 0.515 mg/L (20°C)

log *P*_{ow}: 3.0 (25°C)

3. 水稲用除草剤としての作用特性

3.1. イプフェンカルバゾンの除草活性

イプフェンカルバゾンは,ノビエに高い活性を有する⁹⁾.単剤の標準薬量250 g a.i./haは,ノビエの発生前から2.5葉期まで効果を示すとともに,発生前から発生始期までのアゼナ類,コナギ等の一年生広葉雑草,一年生カヤツリグサ科雑草およびイヌホタルイ,ミズガヤツリ等の多年生雑草に対しても有効である(Table 5).また,発生前のノビエに対するEC₅₀値は0.0023 ppmであり¹⁰⁾,極低濃度で作用する事が確認された(Fig. 4).

3.2. イプフェンカルバゾンの残効性

圃場における残効期間を検討した結果¹¹⁾,イプフェンカルバゾンは中干し以降も高い除草効果を発揮し,自然発生のノビエに対し約70日間の残効が認められた(Fig. 5).

3.3. イプフェンカルバゾンの移植水稲に対する安全性

水稲に対する安全性を確認するため,イプフェンカルバゾンの標準薬量(250 g a.i./ha)を水稲移植直後,移植5日後,移植10日後に処理した⁹⁾.いずれの処理時期においても水稲に対する影響はほとんど認められなかった(Fig. 6).ま

Table 5. Herbicidal activity on ipfencarbazone

Application timings	Dose (g a.i./ha)	Herbicidal activity							
		Annual weeds				Perennial weeds			
		ECHOR	MOOVA	LIDPY	CYPDI	SCPJO	CYPSE	SAGPY	SAGTR
Pre-emergence	250	100	100	98	100	100	100	10	0
	125	100	100	95	98	100	100	0	0
Early-Post emergence	250	100	90	90	90	100	70	0	0
	125	100	80	80	75	85	50	0	0

Rating scale: 0 (no effect)–100 (completely effective).

ECHOR: *Echinochloa oryzicola*, MOOVA: *Monochoria vaginalis*, LIDPY: *Lindernia procumbens*, CYPDI: *Cyperus difformis*, SCPJO: *Scirpus junco* var. *ohwianus*, CYPSE: *Cyperus serotinus*, SAGPY: *Sagittaria pygmaea*, SAGTR: *Sagittaria trifolia*.

*Growth stage on application: pre-emergence and 2.5 leaves stage of ECHOR. Early-Post emergence of other weeds are 2 leaves or 2 pair stage application.

Fig. 4. Efficacy of ipfencarbazon against pre-emergence *Echinochloa* spp. Assessment: Measurement of plant length at 10 days after application.

Fig. 5. Residual activity of ipfencarbazon against *Echinochloa* spp. at dosage of 250 g a.i./ha in the field. Rating scale: 0 (no effect)–100 (completely effective).

Fig. 6. Rice crop safety of ipfencarbazon at different application timings. Assessment: Measurement of dry matter weight at 28 days after application.

た、移植深度、土壌の違い、漏水の有無、水稲品種の違いによる影響を検討した結果、その影響は極軽微であり水稲に対する高い安全性が示された¹²⁻¹⁴⁾。

Fig. 7. Crop safety of ipfencarbazon applied at 0 days after or prior to transplanting.

Table 6. Distribution of ipfencarbazon in soil (field test)

Soil texture	pH	Organic carbon content (%)	% of distribution of ipfencarbazon in soil		
			Soil layer from soil surface		
			0–2 cm	2–5 cm	5–10 cm
Light clay	6.4	3.3	91	6	3

Application rate: 250 g a.i./ha.

Soil sampling date: 69 days after application.

Ipfencarbazon was extracted by acetone.

Table 7. Translocation of herbicide in soil and herbicidal activity on percent ECHOR control by Leaching test

Soil texture	pH	organic carbon content (%)	% ECHOR* control		
			Soil layer from soil surface		
			0–1 cm	1–2 cm	2–3 cm
Sandy loam	5.7	2.7	96	7	1
Clay loam	5.7	7.2	100	1	0
Light clay	6.4	3.3	100	5	0
Heavy clay	6.0	6.1	100	1	0

*ECHOR: *Echinochloa oryzicola*. Application rate: 250 g a.i./ha. Soil partitioning method, Leaching paddy water from pot: 2 cm/day, for 3 days. Assessment: Measurement of plant length at 20 days after seeding.

3.4. イプフェンカルバゾン剤の田植同時処理

田植同時処理剤の適用性を判断するため、実用場面を想定した田植同時処理や移植直前処理（田植同時処理時に薬剤が移植前の条にドリフトする状況を想定）の条件で水稲に対する影響を確認した¹¹⁾。その結果、いずれの処理でも安全性が高く、実用上問題となる薬害は認められなかった (Fig. 7)。

Fig. 8. Effect on *Echinochloa* spp. by ipfencarbazone application.

Fig. 9. Determination of total lipid as fatty acid in leaves and shoots of *Echinochloa oryzicola*. by ipfencarbazone application.

3.5. 土壌中移行性

圃場に処理したイプフェンカルバゾンの土壌中移行性確認するために層別に薬剤を分析した結果、表層から2cmまでの層に90%以上存在することが明らかとなった¹⁰⁾。また、土壌別の移行性についてノビエを用いて検定した結果、イプフェンカルバゾンは、ノビエの抑制率から、土壌の種類（重埴土、埴埴土、軽埴土、砂埴土）に関わらず、その多くは表層から1cmまでの層に存在すると推察された⁹⁾ (Table 6, Table 7)。

3.6. イプフェンカルバゾンの殺草症状および作用機構

イプフェンカルバゾンが処理されたノビエは、生育抑制が認められ、茎葉の濃緑化、出すくみ、捻転などの症状をともしない枯死に至る (Fig. 8)^{9,15)}。また、イプフェンカルバゾン

の吸収部位を確認した試験では、主に根部および茎葉基部から吸収されていると推定された。

イプフェンカルバゾンの作用機構はノビエに対する殺草症状から極長鎖脂肪酸の生合成阻害と推定している。本剤を吸収したノビエは、植物体内における炭素数20以上の脂肪酸含有量が減少することが確認されており (Fig. 9)、このことは、脂肪酸の伸長反応を阻害していると推察される^{15,16)}。今後、伸長反応阻害の詳細なメカニズムについてさらに検討を行う予定である。

4. イプフェンカルバゾンの安全性

4.1. 人畜毒性

イプフェンカルバゾン原体および製剤は哺乳動物に対していずれの暴露経路においても急性毒性は弱く、毒物あるいは劇物に相当しない。刺激性は原体および製剤ともに眼で極軽度で、皮膚感作性は原体で軽度であった。慢性毒性、発がん性、繁殖への影響及び催奇形性や変異原性の試験でも安全性に問題はないと確認された (Table 8)。

4.2. 環境生物に及ぼす影響

イプフェンカルバゾンの鳥類、魚介類及び有用昆虫に対する毒性は弱かった。藻類に対しては生長阻害作用が観察されたが、通常の使用条件下において、環境中で悪影響を及ぼすものではないと考えられた。

4.3. 代謝分解および残留

¹⁴C 標識イプフェンカルバゾンをラットに経口投与した結

Table 8. Toxicological data of ipfencarbazone

Study	Animal	Results
Acute oral	Rat	LD ₅₀ : >2000 mg/kg (M, F)
	Mouse	LD ₅₀ : >2000 mg/kg (F)
	Rat	LD ₅₀ : >2000 mg/kg ^{a)} (F)
Acute dermal	Rat	LD ₅₀ : >2000 mg/kg (M, F)
	Rat	LD ₅₀ : >2000 mg/kg ^{a)} (M, F)
Acute inhalation	Rat	LC ₅₀ : >5.9 mg/L (M, F)
Eye irritation	Rabbit	Very slightly
	Rabbit	Very slightly ^{a)}
Skin irritation	Rabbit	Non-irritant
	Rabbit	Non-irritant ^{a)}
Skin sensitization	Guinea pig	Slightly
	Guinea pig	Negative ^{a)}
Teratogenicity	Rat, Rabbit	Negative
Mutagenicity	<i>in vitro, in vivo</i>	Negative

^{a)} 2.5% Granule.

果、投与168時間後までに大部分が代謝、排泄された。移植水稲への処理では、可食部への移行は極めて低いレベルであった。イプフェンカルバゾンは動物体内、植物中でカルバモイル部の開裂、水酸化等を経て分解し、さらに抱合化反応が見られた。土壌中や水中で光分解では、カルバモイル部の開裂後さらに分解し、炭酸ガスにまで無機化された。移植水稲における作物残留試験の結果、玄米および稲わら中にイプフェンカルバゾンは検出されなかった。また、水田圃場における土壌中半減期は8.5～34.4日であった^{17,18)}。

おわりに

弊社では、新たな水稲用除草剤を開発するにあたり、新規トリアゾリノン誘導体を見出し、ノビエに対する高い効果と長期残効性、また、水稲に対する高い安全性を併せ持ち、ヒエ剤として優れた特性を有するイプフェンカルバゾンを選抜した。本剤はこれらの特性を活かした田植同時処理可能な薬剤として、2008年より公的委託試験を開始し、2013年8月6日、イプフェンカルバゾン単剤「ファイター®剤」、およびイプフェンカルバゾン混合剤「ウィナー®剤」（イプフェンカルバゾン・プロモブチド・ベンスルフロメチル混合剤）の農業登録を取得した。以降、ゴエモン®剤、カチボシ®剤、キマリテ®剤、オーリック®剤が登録され^{19,20)}、海外では、大韓民国でイプフェンカルバゾン混合剤を販売している。今後さらに新たな混合剤が開発され、普及面積は拡大すると期待している。我が国の水稲栽培場面における実用的農業として、今後も現場のニーズに合致した優れた性能を有する混合剤の開発を継続し、農業生産に貢献していきたい。

謝 辞

イプフェンカルバゾンの開発、上市にあたっては、公的試験を通じ、公益財団法人日本植物調節剤研究協会を始め、都道府県の農業試験場、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構の各研究センター、一般財団法人残留農薬研究所、筑波大学、埼玉大学、東京工業大学など多くの関係機関に御指導、ご支援を頂きました。さらには、イプフェンカルバゾン含有製品の開発、販売に際しては、住友化学株式会社、住化アグロソリューションズ株式会社、全国農業協同組合連合会、デュポン株式会社、バイエルクロップサイエンス株式会社にご支援を頂きました（50音順）。なお、本剤の研究開発においては、著者らの研究のみならず、多くの弊社社員も携わり協力を得たことは言うまでもなく、関係者の方々にも心から感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 石川弘道, 梅田 天, 木戸庸裕, 高井紀行, 吉沢裕和（北興化学工業）：特開平5-140125（1993）
- 2) 水貝宗治, 佐藤一雄, 門谷淳二, 本間豊邦（三共株式会社）：特開平5-39275（1993）
- 3) 森田 健, 大野利治, 木戸庸裕, 平山一雄, 沖田洋行, 渡邊嘉久, 吉澤裕和, 尾上雅英（北興化学工業）：WO98/11079（1998）
- 4) 木戸庸裕, 沖田洋行, 竹内 崇, 岡村充康, 森田 健：日本農業学会第29回大会講演要旨集, p. 58, 2004.
- 5) 森田 健, 木戸庸裕, 平山一雄, 沖田洋行, 大野利治, 渡邊嘉久, 尾上雅英（北興化学工業）：特許第3728324号（2005）.
- 6) 木戸庸裕, 大野利治, 沖田洋行, 森田 健, 楠 雅幸, 保原 智（北興化学工業）：特許3863736号（2006）.
- 7) 沖田洋行, 木戸庸裕（北興化学工業）：特許第4397579号（2009）.
- 8) 木戸庸裕, 沖田洋行, 岡村充康, 近藤 智, 竹内 崇, 森田 健：日本農業学会第33回大会講演要旨集, p. 36, 2008.
- 9) 岡村充康, 近藤 智, 本間百合子, 竹内 崇, 武富 敏, 木戸庸裕, 沖田洋行, 森田 健：日本農業学会第33回大会講演要旨集, p. 37, 2008.
- 10) 兼松 慧, 秋山美佐紀, 平松基弘：日本農業学会第39回大会講演要旨集, p. 75, 2014.
- 11) 兼松 慧, 小山公平, 菱池宣弘, 高畑好之, 竹内 崇：日本農業学会第38回大会講演要旨集, p. 74, 2013.
- 12) 笠原達矢, 竹内 崇, 岡村充康, 木戸庸裕, 沖田洋行：日本農業学会第35回大会講演要旨集, p. 91, 2010.
- 13) 笠原達矢, 竹内 崇, 岡村充康, 高畑好之：日本農業学会第36回大会講演要旨集, p. 72, 2011.
- 14) 小山公平, 兼松 慧, 笠原達矢, 竹内 崇, 高畑好之, 岡村充康：日本農業学会第37回大会講演要旨集, p. 114, 2012.
- 15) 近藤 智, 竹内 崇, 岡村充康, 木戸庸裕, 沖田洋行, 松本 宏, 白井健二：日本農業学会第34回大会講演要旨集, p. 64, 2009.
- 16) 近藤 智, 木戸庸裕, 西田生郎, 太田啓之：日本農業学会第38

回大会講演要旨集, p. 104, 2013.

- 17) 北折和彦, 高瀬洋平, 秋山美佐紀, 神長聡子, 小村智博, 高井紀行: 日本農薬学会第38回大会講演要旨集, p. 143, 2013.
- 18) 高瀬洋平, 北折和彦, 秋山美佐紀, 神長聡子, 小村智博, 高井紀行: 日本農薬学会第38回大会講演要旨集, p. 148, 2013.
- 19) 高畑好之, 竹内崇 (北興化学工業): 特許第4212734号 (2008).
- 20) 竹内 崇, 岡村充康, 渡邊 司, 木戸庸裕 (北興化学工業): 特許第4609910号 (2010).

略 歴

木戸庸裕 (きど つねひろ)

生年月日: 1960年9月7日

最終学歴: 1987年3月東京理科大学大学院薬学研究科修士課程修了 (植物化学研究室)

研究テーマ: 農薬の探索合成研究, 工業化研究

沖田洋行 (おきた ひろゆき)

生年月日: 1972年2月15日

最終学歴: 1996年3月星薬科大学薬学部薬学研究科修士課程修了

研究テーマ: 農薬の工業化研究

岡村充康 (おかむら みちやす)

生年月日: 1962年9月15日

最終学歴: 1986年3月東京農工大学農学部農学科卒業 (作物学研究室)

研究テーマ: 除草剤の生物評価, 開発研究

竹内 崇 (たけうち たかし)

生年月日: 1968年1月18日

最終学歴: 1992年3月宇都宮大学農学部農学研究科修士課程修了

研究テーマ: 除草剤の生物評価, 開発研究

森田 健 (もりた けん)

生年月日: 1952年4月18日

最終学歴: 1977年3月岡山大学工学研究科修士課程修了 (合成有機研究室)

研究テーマ: 農薬の探索合成研究