

植調

第37巻第8号



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

財団法人 日本植物調節剤研究協会編

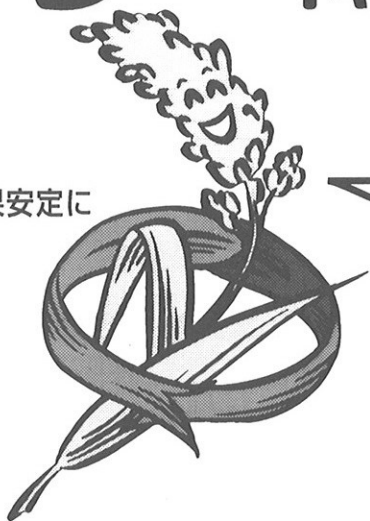
新規水田用初期除草剤

初ベクサー® フロアブル 1キロ粒剤

(R) 科研製薬(株) 商標登録

特長

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



低コスト
稲作に!



JAグループ
農協



経済連
◎は登録商標です



三井東圧農業株式会社
東京都中央区日本橋1-12-8



彼はいま、
除草剤を
撒いています。

新開発の散粒機「イノバーター」で上手に撒けます。
(総発売元: 丸山製作所)



販売

クミアイ化学工業株式会社
北海三共株式会社
バイエルクロップサイエンス株式会社

省力

散粒機装着で
除草時間ゼロを実現

効果

一度の散布で
長期間の除草効果

安全

稲苗と人に対する
安全性を徹底追求

田植と同時に散布できる一発処理除草剤

イノバー® 1キロ粒剤



フェントラザミド・ペンシルフロルメチル粒剤

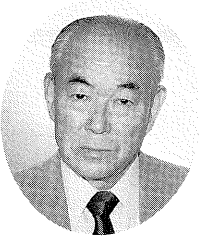
※イノバーは1kg粒剤、500mlフロアブルの2剤剤あります。いずれも田植同時処理と一発剤としてご使用頂けます。



Bayer CropScience

バイエルクロップサイエンス株式会社

東京都港区高輪4-10-8 〒108-8572
<http://www.bayercropscience.co.jp>



巻 頭 言

冷害にも強い近代農業技術

(財)日本植物調節剤研究協会 評議員
 財団法人全国農村教育協会 代表取締役会長

廣田伸七

今年（平成15年）は平成5年以来10年振りの冷害に見舞われ大凶作の年となった。7月～8月の長雨と著しい低温と日照不足により、米の作況指数が全国平均で90と著しい不良で、特に北海道が73、青森53、岩手73、宮城69と北の地域が大凶作となった。この結果平成15年産米の全国の収穫量は763万屯程度と見込まれ、日本の米の年間需要量である870万屯に100万屯以上不足すると計算されている。この不足分は備蓄米の放出によって需給に支障を来すことはないが敏感な市場は早くも値上がりし、家計に影響を及ぼしている。天明の大飢饉では餓死者が多数出て一揆や打ちこわしが続発したが、現代は米泥棒という絶対許すことのできない身勝手な盗人が横行し世間を騒がしている。

近代国家となった明治以降「農業は国の基幹産業」として重要視され尊敬もされてきた。ところが最近では商工業や情報産業が国の基幹産業で、農業はややもすると軽視されがちな風潮になっているが、わが国で唯一自給率100%を誇る主食の米が約100万屯も不足する。この100万屯不足ということは備蓄米がないとして単純な計算をすると日本人の食べる米が約1ヶ月半足りなくなるという大問題である。この現実を直面して、国民の関心があらためて「農業は国の基幹産業」であるということを再認識するといった皮肉な結果となった。

若し、今年のような冷害年に化学肥料や農薬、高度の育種や栽培技術がなかったらと考えたら背筋がゾット寒くなった。

日本の稲作は明治時代は全国平均で10a当りの収量が約260kg。大正時代から終戦後の昭和25年頃までは300kgを中心に上下20kg程度で推移

していた。この時代は十分な化学肥料や農薬がなかった時代で豊作年でも330kgが最高だった。昭和24年頃から優れた化学肥料、27年頃から近代的な殺菌・殺虫・除草剤などが開発されたために昭和30年以降米の収量は飛躍的に増加し、350kgから400kg、450kgと数年間隔で伸び、遂に昭和59年に517kgと明治時代の約2倍に達し、現代では平年作で520kg、豊年作で537kg、地域によっては616kgまでに増加し、化学肥料や農薬がなかった頃に較べると約1.7倍～2倍の増加となっている。如何に近代科学に支えられた育種や栽培技術、化学肥料や農薬の貢献度が大きいかを示す数字であり、これらの技術や農業資材によって冷害をも克服してきたのである。

例えば昭和16年の冷害では作況指数88で収量は269kg。20年の冷害では作況指数67で収量208kg。これに対し化学肥料、農薬が進歩した平成3年の冷害で作況指数95で収量470kg、平成5年の冷害で大凶作といわれた作況指数74でさえ収量367kgと如何に近代の農業技術や農業資材が冷害をも克服するかを示すデータである。

最近では化学肥料や農薬を使った米作りはともすると嫌われ、有機無農薬栽培がもてはやされているが、米の10a当りの収量の飛躍的増加は近代科学技術によって造りだされた化学肥料や農薬のお蔭である。そしてこうした資材を使った米作りが50年以上も続けられ米の安定供給に貢献しその米を食べ続けてきた日本人の寿命は年々伸びている。それなのに何故化学肥料や農薬がいたずらに嫌われるのか、冷害の年にあたり国民の生命維持に直接関係する米の生産のあり方について、消費者、生産者ともに科学的な目で見つめ直してもらいたいと願うものである。

目次

(第37巻 第8号)

巻頭言

冷害にも強い近代農業技術……………1

<財団法人日本植物調節剤研究協会 評議員

(株)全国農村教育協会

代表取締役会長 廣田伸七>

シリーズ外来雑草は今…(3)

コヒメビエの生態的特性と防除について……………3

<独立行政法人

農業・生物系特定産業技術研究機構

九州沖縄農業研究センター

水田作研究部雑草制御研究室 住吉 正>

展着剤の現状と今後の課題……………12

<花王株式会社 化学品事業本部 川島和夫>

遺伝子組換えによるトレニアの花色の改変……………20

<独立行政法人

農業・生物系特定産業技術研究機構

花き研究所 間 竜太郎>

うめくさ-11

岡山縣師範学校博物学会の

「顕花植物自然分科 各科之特徴」……………31

アゼナ類の見分け方……………33

<廣田伸七>

よりよい農業生産のために。三共の農薬



●時代先どり、ジャンボな省力
投げ込むだけの一発処理除草剤

クサトリエース® Hジャンボ®
Lジャンボ®

●効きめの長〜い
初・中期一発処理除草剤

ラクダー®
Hフロアブル・Lフロアブル

●プロにおまかせ…
ホタルイ・アゼナ!!

ラクダープロ®
フロアブル

●三共の優れた製剤技術から生まれた
グリホサート液剤

三共の草枯らし®

●移植前後に使える
水稲用初期除草剤

シング® 乳剤

●どっしり安定、しっかり効くゾウ
水稲用初・中期一発処理除草剤

ウィードレス® A1キロ粒剤36
1キロ粒剤51

●ノビエ3.5葉期まで使える
新しい水稲用中期除草剤

ザーベックスDX 1キロ粒剤

●使いやすい
水稲用初期一発処理除草剤

ミスラッシャ® 粒剤
1キロ粒剤

●SU抵抗性の
アゼナ・ホタルイに!

クサコント® フロアブル

●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届く所には置かないでください。

三共アグロ株式会社

東京都文京区本郷4-23-14

シリーズ 外来雑草は今……(3)

コヒメビエの生態的特性と防除について

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構
九州沖縄農業研究センター
水田作研究部雑草制御研究室

住吉 正

1. はじめに

コヒメビエ (*Echinochloa colonum* Link.) はインド原産の一年生イネ科植物で、熱帯・亜熱帯地域の水田・畑地での主要雑草となっている³⁾。マレーシアの水田では乾田直播栽培に多いとの報告もある⁴⁾。我が国では、西南諸島、小笠原諸島地域で古くから発生が認められており、沖縄本島を歩いていると、畑地や路傍に普通に見られる雑草であるが、九州への上陸は、1991年に熊本県、1993年に宮崎県で始まった⁹⁾。

1990年発行の「農業技術」で森田は、1980年代に帰化が認められた植物として17科35種を示し、それらも含めて、近年、暖地・温暖地の水田で問題となっている帰化雑草を概観し、帰化雑草問題の重要性を指摘した⁶⁾。また、本誌第25巻第4号(1991年)においても、暖地水田における帰化雑草を巡る問題点を指摘している⁷⁾。しかし、ここにはまだコヒメビエは取り上げられていない。

期を同じくして、地球温暖化問題を扱った「農林水産生態系を利用した地球環境変動要因の制御技術の開発」プロジェクト研究(1990～1996年)が開始され、九州農試(現、九州沖縄農業研究センター)雑草制御研究室では「熱帯・亜熱帯性強害雑草の水田への侵入・定着条件の解明」のテーマでプロジェクトに参画することとなった。このプロジェクト研究では、全体と

して「地球温暖化をはじめとした環境変動が農林水産業に及ぼす影響を解明し、その影響の評価と予測手法をもって将来の対策に資する」ことを目標とし、前述の課題では、「未だ我が国に侵入・定着していない熱帯・亜熱帯産の強害雑草について、予測される温暖化の程度と栽培様式の変化に関連させて、暖地水田への侵入・定着要因を解明し、地帯別の侵入・定着指標を策定する」ことを目的として掲げた。

そこで、研究開始当時はまだ九州へ侵入していなかったコヒメビエを研究対象として取り上げることとした。コヒメビエの発生が熊本県玉名市の休耕田で確認される、ちょうど1年前のことである。以下は、その研究によって得られた一連の成果の内、コヒメビエの生態と防除に関わる部分を中心に述べることにする。なお、プロジェクト全体の成果については、研究成果339「農林水産生態系を利用した地球環境変動要因の制御技術の開発」(農林水産技術会議事務局, 1999.3)及び河野昭一・井村治 共編「環境変動と生物集団」(海游舎, 1999.3)をご覧ください。

2. コヒメビエの生態的特性について

1) 種子の休眠・発芽

採取直後のコヒメビエ種子は、多くの雑草種と同様に一次休眠を有し、すぐには発芽しない。

表-1 各種貯蔵後のヒメタイヌビエの発芽率**¹⁴⁾

貯 蔵 条 件	貯蔵温度	置床温度 (°C)			
		20/15		27.5/17.5	
		30日	60日	30日	60日
畑水分 土 中	5°C	13	9	32	51
	15°C	38	44	48	58
湿 潤 土 中	5°C	1	t	24	8
	15°C	8	7	17	23
湛 水 土 中	5°C	5	0	49	25
	15°C	11	13	28	40
水 中	5°C	5	6	15	30
	15°C	8	15	27	36

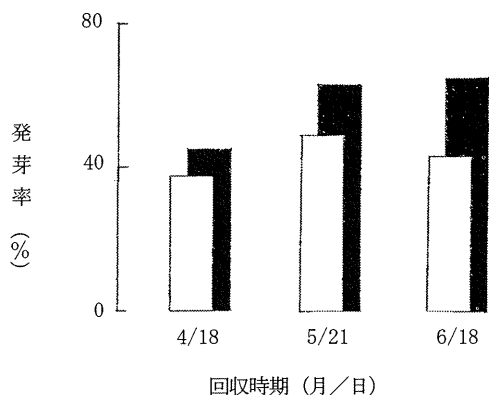
*1995年秋期に採集し、畑水分土中(乾土比30%)、湿潤土中(乾土比70%)、湛水土中、及び水中に30日間及び60日間貯蔵した。

**いずれも、湿潤ろ紙床で20日間の発芽率(%)。

コヒメビエ種子は他の在来種のノビエ(イヌビエ：*E. crus-galli* Beauv. var. *crus-galli*, ヒメタイヌビエ：*E. crus-galli* Beauv. var. *formosensis* Ohwi, タイヌビエ：*E. oryzicola* Vasing. など、以下在来種と呼ぶ)と同様に、室内の風乾貯蔵中に休眠覚醒が進んだが、在来種が貯蔵1～3カ月後には80%以上の高い発芽率を示したのに対して、コヒメビエでは50%の発芽率を示すまでに5カ月間を要した。この時、コヒメビエの未発芽種子は休眠種子であることを確認している。

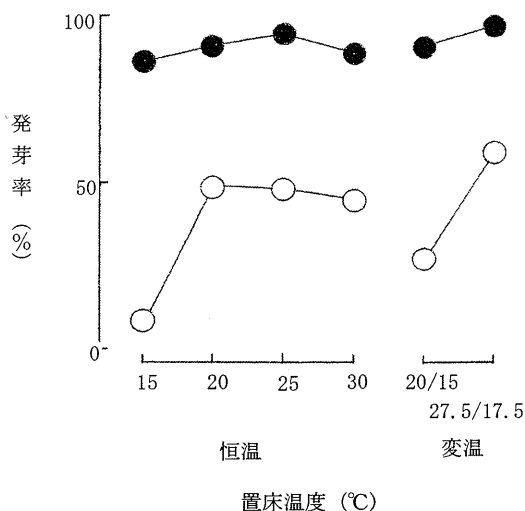
また、一次休眠種子は、各種水分条件の土中及び水中に一定期間(30～60日間)貯蔵することで休眠覚醒した(表-1)。貯蔵後の発芽率から判断すると、畑水分条件での貯蔵や、15°Cでの貯蔵が休眠覚醒には適していると考えられた。秋期に水田に埋土された種子は、翌年の水稻移植時期(4～6月)には45～65%の発芽率を示し、休眠覚醒していた(図-1)。

休眠覚醒した種子(小穂)は好気的条件下では15°C～30°Cで発芽したが、早期栽培移植期の平均気温に相当する15°C程度の低温での発芽はヒ

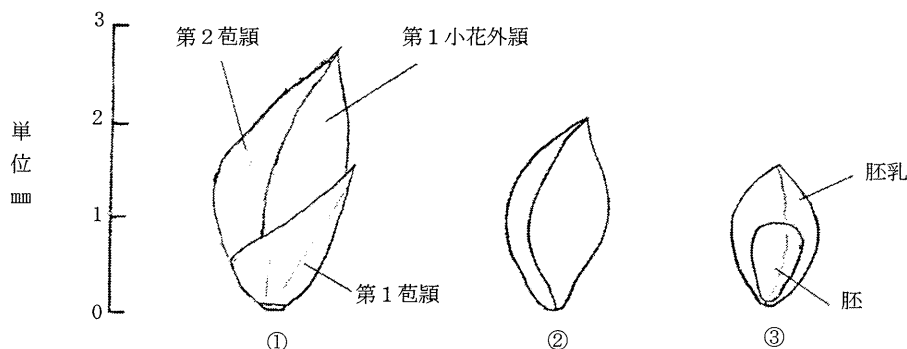
図-1 戸外水田土壤中に貯蔵したコヒメビエの小穂の発芽率¹⁴⁾

注) 1995年11月9日に埋土し、1996年に回収した。置床温度、□20/15°C、■27.5/17.5°C、いずれも湿潤ろ紙床で20日間の発芽率(%)。

メタイヌビエに比べて劣った(図-2)。嫌気的条件下(密栓水中)での発芽は、タイヌビエとヒメタイヌビエが良好であったのに対して、コヒメビエとイヌビエは極端に不良であった(表-2)。しかし、コヒメビエとイヌビエともに、外被を除去した穎果では嫌気的条件下での発芽が

図-2 コヒメビエおよびヒメタイヌビエの小穂の発芽温度¹⁴⁾

注) ○-コヒメビエ、●-ヒメタイヌビエ。1995年に採種し、室温で風乾貯蔵したものを、1996年2月27日に置床した。湿潤ろ紙床で20日間の発芽率(%)。

図-3 コヒメビエ種子の形態¹⁴⁾

①小穂, ②小穂から苞穎および第1小花を除去したもの, ③②から第2小花内外穎を除去したもの

表-2 小穂*の発芽率**に及ぼす発芽床条件の影響¹⁴⁾

草 種	発芽床	置床温度(℃)			
		15	20	25	30
コヒメビエ	湿潤ろ紙	41	70	63	59
	密栓水中	0	0	1	0
ヒメタイヌビエ	湿潤ろ紙	100	100	100	100
	密栓水中	6	81	79	75
イヌビエ (有芒型)	湿潤ろ紙	100	100	100	100
	密栓水中	0	0	0	3
タイヌビエ	湿潤ろ紙	99	100	100	100
	密栓水中	t	13	77	59

*1994年に採集して室温で風乾貯蔵したものを, 1995年11月15日に置床した。

**20日間の発芽率(%)。

表-3 種子の発芽率*に及ぼす外被除去**の影響¹⁴⁾

草 種	外被** 除去 処理	置床温度(℃)			
		20/15		27.5/17.5	
		ろ紙	水中	ろ紙	水中
コヒメビエ	②	48	17	46	15
	③	100	86	100	93
ヒメタイヌビエ	②	100	42	100	92
イヌビエ (有芒型)	②	100	9	100	80
	③	99	100	100	100
タイヌビエ	②	95	48	96	93

*1994年に採集して室温で風乾貯蔵したものを, 1995年11月15日に置床した。ろ紙: 湿潤ろ紙床, 水中: 密栓水中で, いずれも20日間の発芽率(%)。

**②小穂から苞穎および第一小花を除去, ③穎果(②から第二小花内外穎を除去), 図-3参照。

良好で(図-3, 表-3), コヒメビエ種子は, 山末がヒメイヌビエ (*E. crus-galli* Beauv. var. *praticola* Ohwi) 種子で認めた嫌気発芽性にかかわる機構¹⁸⁾と同様な機構を有しているものと推察される。

2) 出芽特性

湛水代かき条件における出芽は, コヒメビエが在来種に比べて非常に劣った(表-4)。これは, 嫌气的条件での発芽が不良であることに起因するが, 幾分でも出芽が認められているのは, 代かきによる外被への損傷や試験条件が開放系であることなどが影響していると思われる。

出芽深度についてみると, 畑水分条件での出芽は良好で, 最大出芽深度は8 cm以上であった。湛水代かき条件では, 出芽深度は1 cm程度であった。しかし, 湛水代かきした後に5日間の一時的な落水を行うと出芽が促進され, 畑水分条件

表-4 湛水代かき条件*における各草種の出芽率**¹²⁾

草 種	播種日	
	5月11日	6月19日
コヒメビエ	7	8
ヒメタイヌビエ	12	62
イヌビエ	28	54
タイヌビエ	76	85

1/5,000aポット, 屋外条件。1995年に行った。

表-5 出芽深度に及ぼす水管理の影響¹⁶⁾

水管理	出芽深度(mm)の頻度分布(%)									最大出
	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	芽深度
畑水分	26	22	13	10	10	10	6	1	1	83.5mm
湛水	94	6	0	0	0	0	0	0	0	10.4mm
落水	58	7	9	9	6	0	6	2	4	83.3mm

1998年5月27日, 7月3日, 1999年4月22日, 6月15日播種の平均値。
1/5,000aポットを用い, 地表から10cmの深さまで種子を均一に混入し, 畑水分
区では, 毎日灌水・自然排水, 湛水区及び落水区では播種直後に湛水し, 翌日
表層5cmを攪拌して代かきした。落水区では播種後5~10日目の期間は落水し
た。ポットは屋外の雨よけハウス内に置き, 播種後20~30日目に抜き取って出
芽深度を調査した。

調査個体数は合計で, 畑水分区: 154, 湛水区: 17, 落水区: 55とした。

に匹敵する深い位置からも出芽可能となった
(表-5)。

現在栽培面積が拡大しつつある水稻直播栽培
では, 乾田直播栽培は言うに及ばず, 湛水直播
栽培においても播種直後の落水管理が必須であ
ることから, コヒメビエの発生が促進されるこ
とが示された。

3) 初期生長

森田が行ったコヒメビエとタイヌビエの葉齢
進展速度の比較では, コヒメビエは第2葉の葉

表-6 各草種の種子生産量(1/5,000aポット)¹⁷⁾

	播種時期		
	4月	5月	6月
コヒメビエ			
1997年	15900	6100	7200
1996年	14900	16700	15100
1995年	14900	12700	8800
ヒメタイヌビエ			
1997年	4800	2700	3000
1996年	4100	5200	3300
1995年	6500	8300	4000
イヌビエ			
1997年	5300	2000	2400
1996年	7100	5200	3400
1995年	5000	4200	4500
タイヌビエ			
1997年	1900	1000	1300
1996年	2500	2000	1500
1995年	2400	2500	2300

種子生産量: 個体当たり種子粒数

齢進展速度は18~21℃

ではタイヌビエとほぼ
等しく, それ以外の温
度域では遅かった⁸⁾。

また, 各葉齢への到達
に必要な有効積算温度
は, 出芽~1葉期では
タイヌビエで高く, 1
~1.5葉期及び1.5~2

葉期ではコヒメビエで高いことが示されている
¹⁰⁾。

4) 種子生産

北部九州の早期~普通期栽培の水稻移植期で
ある4月~6月に播種したコヒメビエは, いず
れも水稻収穫期までに種子生産が可能であった。
コヒメビエは在来種に比べて出穂期が早く, 播
種時期が遅いものほど出穂までの日数が短かつ
た。出穂期以降も分けつの発生・出穂が続き,
何れの播種時期のものも高次分けつからの出穂
が11月まで続いた。成熟した種子は容易に穂か
ら脱落し, 脱粒性が易であった。

1/5,000aポット条件での種子生産量は1個

表-7 各草種の種子生産量(コンクリートポット)¹⁸⁾

	4月		6月	
	単植	混植	単植	単植
コヒメビエ				
1999年	29200	300	3700	1100
1998年	23800	2800	7500	2000
1997年	40300	500	16100	1900
1996年	37000	3100	10600	3900
ヒメタイヌビエ				
1999年	23900	700	2900	900
1998年	13700	2000	2300	1000
1997年	17400	2200	9800	2700

種子生産量: 個体当たり種子粒数
1m角コンクリートポットを使用し, 単植区は: ノビエ
のみ16個体/ポット, 混植区は水稻25株/ポット中にノ
ビエ16個体/ポットを移植した。

体当たり6,100~16,700粒で、発生時期及び試験年次によって異なったが、在来種の概ね3倍以上であった(表-6)。水稻群落内での種子生産量は裸地条件に比べて1/3~1/100と、移植時期や年次によって異なったが、湛水された水稻群落中でも種子生産が可能なが示された(表-7)。

5) 種子の越冬及び死滅について

1995~1996年の冬期に九州と東北の各水田に種子を埋土して越冬状況を調査した。越冬後のコヒメビエ種子の死滅率は、九州平坦部(福岡県筑後市, 標高10m)では5~10%であったが、

九州山間部(佐賀県三瀬村, 標高400m)で約30%, 東北(秋田県大曲市, 標高30m)で70~80%であった(図-4)。したがって、コヒメビエは九州平坦部では容易に越冬できるものと推察された。一方、東北では死滅率が高かったことから、越冬は非常に困難であると推察された。この結果には、冬期間の気温(地温)と土壤水分条件が大きく関わっていると考えられる。

森田⁹⁾はコヒメビエ種子の生存に及ぼす凍結処理の影響を調査し、低温での種子の死滅には湿潤が必要条件で、含水比10%以下の土中では-5℃の処理によっても発芽率の低下はみられ

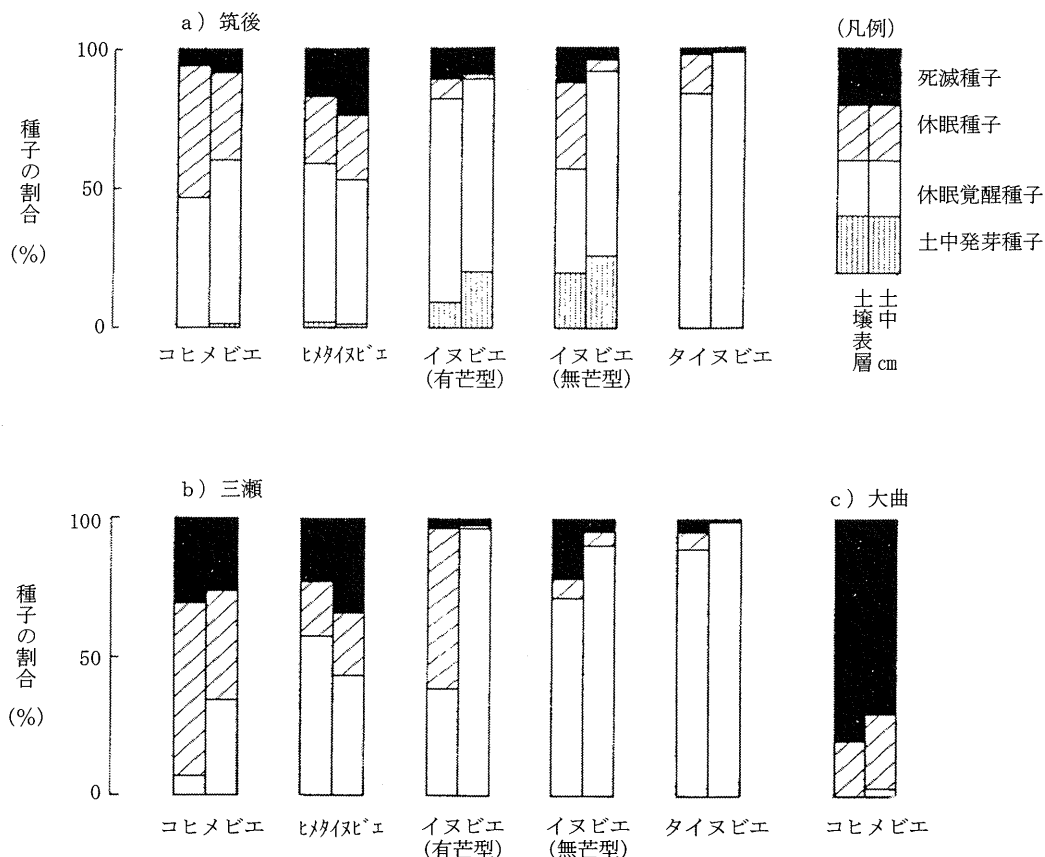


図-4 各地1)におけるヒエ属雑草種子2)の生存状態¹³⁾

1) 筑後:九州農業試験場水田利用部, 三瀬:佐賀県農業試験研究センター三瀬分場, 大曲:東北農業試験場水田利用部

2) 1995年11月に埋土し, 1996年3月~4月に回収した。



図-5 コヒメビエの越冬不可能地点⁹⁾

a) 現在, b) 気温が 1°C 上昇した場合 ●越冬不可能地点, ○越冬可能地点。森田原図(許可を得て転載)。

ないが、含水比30%~50%の土中では凍結処理によって種子が死滅することを示した。そして、含水比50%の土中に、 -5°C で1日6時間、3~4日間貯蔵することでコヒメビエ種子が完全に死滅すると考えられることから、冬期に日最低気温が -5°C 以下となる日が4回以上出現する場合にコヒメビエが越冬不可能な地域であると仮定して、九州地域におけるコヒメビエの越冬不可能な地域区分を行った。その結果、現時点で114地点中32地点が越冬不可能地点と推定された。これを用いて、今後の温暖化によって気温が 1°C 上昇したと仮定した場合は、越冬不可能地点数は25地点に減少することが判明した(図-5)。

この推定にはいくつかの仮定を含んではいないが、地球温暖化の進行が、熱帯・亜熱帯産の雑草種の我が国における分布可能域を拡大する状

況を分かりやすい形で示した良い例である。

3. 除草剤による防除

当初、コヒメビエの発生が確認された現地が水田であったことから、数種水稲用除草剤のコヒメビエに対する殺草効果を検討した。なお、試験は全て $1/5,000$ aポットで行った。

まず始めに、各種初期除草剤を発生前~2葉期に処理した結果、これら供試除草剤の効果はコヒメビエとヒメタイヌビエに対してほとんど差がなく、供試除草剤はすべて両種の地上部乾物重を無処理区の10%以内に減少させた(表-8)。

また、スルホニルウレア系一発処理除草剤について発生始~2.5葉期に処理した結果、供試除草剤はエトベンザニド・ピラゾスルフロンエチルを除き、各処理時期で高い殺草効果を示し

表-8 コヒメビエとヒメタイヌビエに対する初期除草剤の効果¹⁵⁾

除草剤名	処理		コヒメビエ		ヒメタイヌビエ	
	量	時期*	本数	乾物	本数	乾物
クロトキシニル(7%)	300g	前	0%	0%	2%	t%
CNP(9%)	300g	前	0	0	4	t
ピラゾレート(10%)	300g	前 1L	12 16	t t	0 4	0 2
ブタクロール(2.5%)	300g	前	0	0	0	0
ブレチクロール(4%)	100g	前 1L	0 65	0 3	2 44	t 10
メフェナセト(4%)	300g	前 1L 2L	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
無処理区	—		7.4本	1.2g	36.8本	7.1g

*処理時期は、前は発生前、1L及び2Lは1葉期及び2葉期処理。

試験は、1995年5月11日、6月19日及び1996年5月8日にそれぞれポット当たり50粒を播種して行った。無処理区は播種後31日目のポット当たりの実数、他は無処理区に対する比率。数値は3回の試験の平均値。

表-9 コヒメビエに対するスルホニルウレア系一発処理除草剤の効果¹⁵⁾

除草剤名	処理		本数	乾物
	量	時期*		
エス・ロカルブ・ピラゾスルフロニエチル(7+0.07%)	300g	+5 1L 2L 2.5L	0% 0 3 40	0% 0 t 4
エトベンザニド・ピラゾスルフロニエチル(15+0.3%)	100g	+5 1L 2L 2.5L	0 0 10 40	0 0 2 11
ジメトピレート・ペンソフロニメチル・ペンフレート(15+0.51+4.5%)	100g	+5 1L 2L 2.5L	0 0 3 0	0 0 t 0
タムロン・ペンソフロニメチル・メフェナセト(4.5+0.51+10%)	100g	+5 1L 2L 2.5L	0 0 0 0	0 0 0 0
無処理区	—		12.7本	2.0g

*処理時期は、+5は発生前または発生前、1L、2L及び2.5Lは1葉期、2葉期及び2.5葉期処理。試験は、1996年9月5日、1998年5月8日及び6月25日にポット当たり100粒を播種して行った。無処理区は播種後33日目のポット当たりの実数、他は無処理区に対する比率。数値は3回の試験の平均値。

表-10 コヒメビエに対するシハロホップブチルの効果¹⁵⁾

処理時期*	無処理区	シハロホップブチルEW	シハロホップブチル・ベンタゾンME
3 L	1.4	0	0
4 L	2.7	0	0
5 L	3.1	0	0

*処理時期はコヒメビエの葉齢。
数値は処理3週間後の乾物重(g/ポット)。
シハロホップブチルEW乳剤(30%):10ml/a,
シハロホップブチル・ベンタゾンME液剤(3+20%):100ml/a

た(表-9)。エトベンザニド・ピラゾスルフロニエチルは発生始～2葉期処理で効果が高く、2.5葉期処理ではコヒメビエが乾物重で11%残存した。これは、エトベンザニドの効果がタイヌビエよりもイヌビエ有芒種で劣る¹⁾ことと同様な結果と考えられ、種としての特異性があるものと推察される。

シハロホップブチルEW乳剤及びシハロホップブチル・ベンタゾンME液剤ともに、3～5葉期の処理でコヒメビエを完全に枯殺し(表-10)、シハロホップブチルはコヒメビエに対して在来種⁵⁾とほぼ同等の殺草効果を示すと考えられた。

以上の結果、供試した除草剤は、一部を除いてコヒメビエに対して在来種とほぼ同等の防除効果が期待でき、通常の水稲移植栽培ではコヒメビエは問題なく防除されたと考えられた。しかしながら、コヒメビエの生態的特性や熱帯・亜熱帯における発生状況から考えると、我が国においても畑地における防除体系を検討しておく必要がある。今後の課題である。

4. おわりに

現在、農業資材の輸入などに伴う海外からの植物の侵入は増加傾向にある⁷⁾。このシリーズの(1)でも紹介されたが、今年になって、ミズヒマワリという帰化植物が福岡県筑後市内のクリークに発生して問題となっている¹¹⁾。他に

も「図鑑を見たがよく分からないので・・・」と言って、研究室へ持ち込まれるケースが後を絶たない状況である。これら侵入した植物の内、我が国に定着できる割合は必ずしも高くはなく、1%程度という推定が出されている²⁾。しかし、地球の温暖化はこれまで温度条件が制限要因となって定着できなかった熱帯・亜熱帯性の植物を我が国に定着可能とすることは推察に難くない。九州地域はこれら熱帯・亜熱帯性の植物の侵入の窓口ともいえるべき立地条件にある。1991年に熊本県玉名市で発生が確認されたコヒメビエは、現在、熊本県の沿岸地域ではよく見かける草種になり、宮崎県内でもかなり増えているようである。また、2～3年前のことであるが、久留米市内の標高300m程度の山の上にある高良大社の参道でも見かけたことがある。コヒメビエは着実に分布範囲を拡げている。

帰化植物が単に侵入し、分布範囲を拡げるといったことだけでなく、耕地の雑草として定着するためには、気候等の条件に加えて我が国の農業の耕種条件への適応性が必要となる。特に水田作では、比較的重粘な土壌での湛水代かき条件、暖地では早期から普通期に渡る作期の違いや二毛作体系における冬作の影響などを適応の要因として考慮する必要がある。

上述したコヒメビエは、春～夏に発生し、夏～秋に出穂・開花、結実し、種子は休眠性を有するためすぐには発生せず、地表あるいは土中で越冬して休眠覚醒するという生活史を持つ。コヒメビエはその生活史の中で、種子の発芽・出芽及び越冬といった点以外では現在の水田条件への適応性が認められた。種子の発芽や出芽に関しては在来種のイヌビエに類似する特性を示したが、低温での発生には劣る傾向が示された。このことから、現在の早期栽培での発生に



写真－1 大豆中に発生したコヒメビエ

は不利であるが、温暖化はコヒメビエの発生を促進する可能性がある。また、湛水代かきされた水田での発生には適さないが、直播栽培に伴う初期落水管理など栽培管理の変更によっては十分に発生可能となることも示された。さらに、現在転換畑を中心として大豆の栽培面積が拡大しているが、今後は、畑雑草としてのコヒメビエにも注意を払う必要があろう（写真－1）。

本稿をまとめるにあたり、これからも多くの帰化植物の侵入が続くであろうが、それらの雑草としての定着を、農業形態の変化とともに注視していく必要性を改めて思い知った次第である。

5. 引用文献

- 1) 安斎達雄・稲吉幸彦・茂木武雄・五十川隆之 (1994) : 雑草研究39 (別I), 26～27.
- 2) 榎本 敬 (1997) : 雑草研究42 (別), 204～205.
- 3) Holm, L. G., D. J. Plucknett, J. V. Pancho and J. P. Herberger (1977) : The world's worst weeds, Distribution and biology, Univ. Press Hawaii, Honolulu, pp.41～46.
- 4) 伊藤一幸 (1991) : 雑草とその防除28, 14～20.
- 5) 松本哲男・松谷邦・片橋久夫・近藤直彦・

- 今井康史 (1994) : 雑草研究39 (別 I), 48 ~49.
- 6) 森田弘彦 (1990) : 農業技術45, 342~347.
- 7) 森田弘彦 (1991) : 植調25, 142~149.
- 8) 森田弘彦 (1995) : 雑草研究40 (別 I), 66~67.
- 9) 森田弘彦 (1996) : 雑草研究41, 90~97.
- 10) 森田弘彦 (1999) : 『環境変動と生物集団』, pp.109~119, 海游舎.
- 11) 森田弘彦 (2003) : 植調37, 157~166.
- 12) 住吉正 (1996) : 日作九支報62, 68~70.
- 13) 住吉正, 児嶋清 (1997) : 日作九支報63, 46~50.
- 14) 住吉正, 児嶋清 (1997) : 雑草研究 42 (別), 108~109.
- 15) 住吉正, 川名義明 (1999) : 日作九支報 65, 26~28.
- 16) 住吉正 (2000) : 日作九支報66, 32~34.
- 17) 住吉正 (2002) : 雑草研究47 (別), 92~93.
- 18) Yamasue Y., R. A. Kennedy and T. Kusanagi (1995) : Weed Res. Japan 40, 39~43.

**省力タイプの
高性能一発処理除草剤
シリーズ**

問題雑草を一掃!!

投げ込み用 水稲用一発処理除草剤

マサカリ ジャンボ

投げ込むだけ!!

水稲用初・中間一発除草剤

ダイナマン

フロアブル 1キロ粒剤75

ダイナマンにお任せ!!

少量拡散型 水稲用一発処理除草剤

タンシクパワー

500グラム粒剤

雑草を振るすにゃんぽ!!

●使用前にはラベルをよく読んでください。
 ●ラベルの記載以外には使用しないでください。
 ●本剤は小児の手が届くところには置かないでください。
 ●空容器は密閉に保管せず、農薬に影響のないように適切に処理してください。

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

改訂新版

芝生の病虫害と雑草

細辻豊二・吉田正義・米山勝美・山下義幸／著
 B6判 296頁 本体3,500円(税別)

芝生の病気、害虫、雑草の見分けかたから防除法までを解説した本書は、発刊以来好評を頂いておりますが、今回病虫害を最新の知見で改訂し併せて防除薬剤も最新に改訂した。

全国農村教育協会 〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
 Tel.03-3833-1821 Fax.03-3833-1665

展着剤の現状と今後の課題

花王株式会社 化学品事業本部 川島和夫

1. はじめに

生産者や技術指導者にとって展着剤に対する認識は残念ながら低く、従来は「どの展着剤を使用しても同じ」という見解が主であった。具体的な現場での対応として、展着剤の含量が少ない水和剤には展着剤の加用を推奨し、展着剤の含量が多い乳剤には推奨していないのが一般的ではなかろうか。すなわち、現場では展着剤と製剤用界面活性剤（乳化剤や分散剤など）が同じ扱いになっているのが現状である。

展着剤は農薬登録上、所謂展着剤と固着剤に大別される。両者の相違は作物での農薬付着量を増す傾向があるか否かで決まる。ここでは我が国の展着剤の現状及び今後の課題を中心に整理しながら、展着剤を積極的に使用して農薬の効果を増強・安定化させる事例を紹介する。これらの事例が今後の新技術の開発のご参考になれば幸いである。

2. 展着剤の分類と現状

(1) 有効成分からの分類

農薬要覧2002によると、75種の展着剤が農薬登録され約3300トンの出荷実績がある。展着剤を有効成分からみると、展着剤の約8割に界面活性剤が配合されている。界面活性剤の中でも非イオン性が主体であるが、陰イオン性が配合されたり、最近は陽イオン性が配合されたもの

もある。有効成分から展着剤をみると、非イオン性単独、陰イオン性配合、その他の3種に大別することができる（図-1）。75種類の展着剤の中で35種はノニルフェノール又はオクチルフェノールを原料とする非イオン性界面活性剤が有効成分である。これらの界面活性剤は農薬製剤化にも使用され、展着剤の基剤として一部共通する。しかし、異なる顔（機能）をもって積極的に薬効を引き出す界面活性剤が配合された機能性展着剤（アジュバント）がある。

(2) 機能発現からの分類

展着剤は、農薬を散布する際に現場で加用する薬剤で、機能発現からみて4種に分類することができる。すなわち、機能性展着剤（アジュバント；Adjuvant）、一般展着剤（Spreader）、固着剤（Sticker）、そして飛散防止剤の4つである。アジュバントとは、広義には補助剤全般を意味するが、一般的に農薬の有効成分が本来もっている作用を改良する目的で用いられる物質を言う。有効成分の浸透移行性促進、溶出制御や薬害軽減などを目的に用いられる。アジュバントとして界面活性剤の他に植物油、鉱物油、有機溶剤や無機塩などがある。使用方法として、製剤中にすでに配合されている場合（内添型）と使用時に現場で加用する場合（別添型）がある。

(3) 展着剤の現状

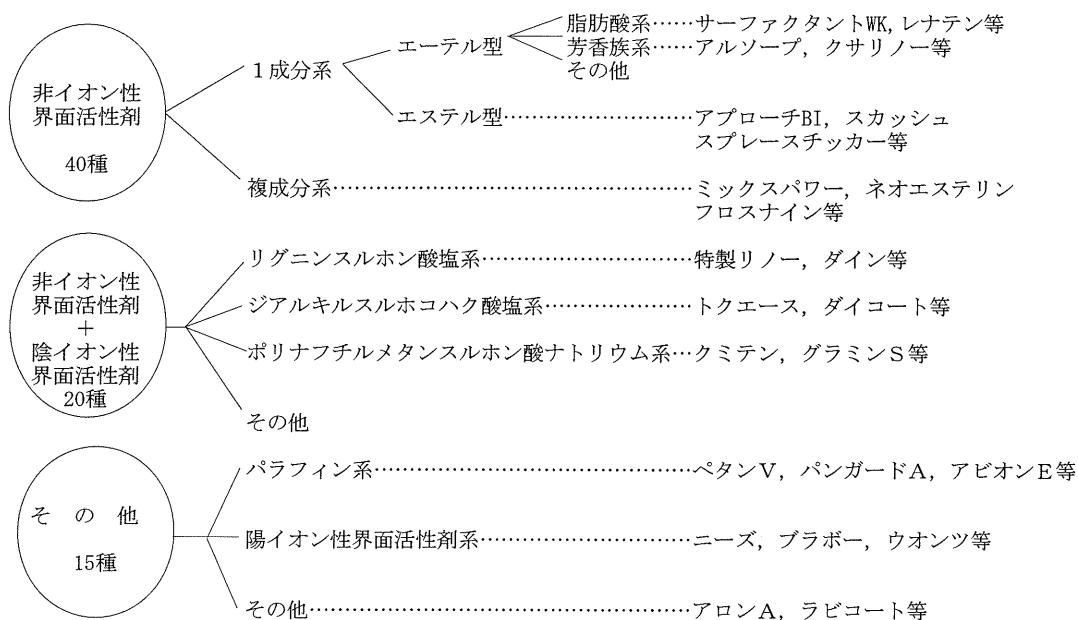


図-1 有効成分からみた主要な展着剤の分類

一般展着剤は、散布ムラをなくす観点から散布液の表面張力を下げることにより湿展性を改善し、低濃度（5000倍以上）で濡れにくい作物や病害虫への付着性を改善する。低泡性の機能のものや水和剤と乳剤の混用性を改善する機能もあり、現場の作業性を改善することができる。代表的な製品としてSハッテン、アイヤー20、グラミンS、特製リノーなどがある。

アジュバントは高濃度で使用されるが、濡れ性（湿展性）を改善すると共に農薬の効果を積極的に引き出す剤であり、農薬を含む総経費で利益が還元されるものである。アメリカでは、別添型アジュバントの混用が一般化しており、特に少量散布や薬効増強などを主目的に使用され、我が国でも徐々に普及しつつある。これまでは、除草剤専用のアジュバントだけが商品化されていた。しかし、最近は殺菌剤や殺虫剤用アジュバントもある。アジュバントは浸透性の農薬（EBI剤、有機リン剤など）との混用によ

り、卓越した薬効の増強が期待できる。しかし、薬害の発生しやすい条件や薬害の出やすい農薬との混用時には、十分な注意及び予備検討が必要である。代表的な製品としてアプローチBI、スカッシュ、ニーズ、プラボーやサーファクタントWKなどがある。

固着剤は初期付着量を高めることにより、殺菌剤の耐雨性を高めたり残効性を延ばすことができ、特に保護殺菌剤との混用により効果が期待できる。収穫間際の薬剤散布は、作物残留に影響を及ぼすので、製品ラベルに記載された使用基準をしっかりと守る必要がある。代表的な製品としてペタンV、スプレースチッカー、ステッセルやパンガードAなどがある。

飛散防止剤は、主として空中散布時のドリフト（飛散漂流）防止を目的として加用されるが、最近是非農耕地での除草剤散布時に飛散防止のために加用されることもある。製品ではアロンAなどがある。

3. 展着剤の開発動向

60～70年代には有効成分として非イオン性や陰イオン性界面活性剤を配合し、湿展性や付着性などを有する各種の汎用タイプが商品化された。特に消泡性や混用性改善は現場では実用的であり普及した。当初は濡れ性や付着性向上などの物性面での効果を狙った使用が中心であったが、除草剤用に生物効果の向上を狙った使用方法も一部で普及した。その後、機能性展着剤として殺菌剤や殺虫剤用に浸透剤の一般名で新規展着剤が上市された。さらに陽イオン性界面活性剤を配合した展着剤が薬効増強や難防除対応として上市された。昨今は環境・安全性の観点から有効成分が食品添加物や生分解の良い植物系原料のものが上市されている。

一方、初期付着量を著しく向上させる固着剤は保護殺菌剤や梅雨時期などの残効性向上を狙ってパラフィンやポリオキシエチレン樹脂酸エステルを有効成分とする製品が上市された。最近、付着量を向上させなくても均一に付着させることにより、残効性を高める結果がマシン油乳剤

を展着剤として加用したカンキツ類での防除試験で確認されており、従来の「カンキツ類での固着剤理論」を揺るがしている。

従来は濡れ性や付着性などの物性面が中心であったが、残効性や薬効増強などの生物面に注目された展着剤へ移行しつつあり、さらに環境や安全性も加味した商品の台頭が見られる。

4. 展着剤の活用事例

(1) 植物成長調整剤での応用

植物ホルモンの検定試験でよく使用される界面活性剤のTWEENを原料とする展着剤アプローチBIはブドウの無核化（種なし化）のために散布するジベレリンで最初に実用化された。ブドウの品種デラウェアに対する植調剤のジベレリン処理は、ちょうど梅雨時に当たり散布後の降雨対策が問題になっていた。長野県農業試験場で長年に渡り検討され、アプローチBIに耐雨性効果が認められた（表－1）。その後、リングの摘果剤NAC剤やブドウの花振り防止剤メピコートクロリド剤にも加用して安定した効果が得ら

表－1 ブドウの無核果に及ぼす展着剤の効果

アプローチBIの濃度 (%)	洗浄までの時間 (h)	房長 (cm)	房重 (g)	無核果		無核果 粒率 (%)	糖度
				粒重(g)	粒数		
0.1	2	11.9	97.7	55.3	97.9	89.3	21.4
	4	11.6	82.9	76.6	85.5	90.8	20.8
	無洗浄	12.4	109.1	105.6	96.4	99.9	20.9
0.3	2	11.9	88.1	77.8	91.6	93.4	21.0
	4	11.7	88.8	83.7	83.8	97.8	20.9
	無洗浄	11.2	104.6	100.5	95.7	100.0	21.1
無加用	2	11.9	99.2	57.9	80.4	71.5	21.7
	4	12.1	99.7	57.1	81.2	71.5	21.7
	無洗浄	12.9	101.5	97.3	91.0	100.0	21.1

第1回処理（5月30日）：ジベレリン 100ppm＋アプローチBI

第2回処理（6月22日）：ジベレリン 100ppm＋市販展着剤 0.01%

供試品種：デラウェア

アプローチBI：当時の試験名はアトロックスBI

試験場所：長野県農業試験場

表－２ 茶輪斑病に対するTPN剤の効果

試験区	摘採から散布までの期間	発病葉数／㎡	防除率(%)
TPN剤＋アブローチBI 500倍	直後	12	95
TPN剤＋アブローチBI 1000倍	直後	8	97
TPN剤	直後	28	89
TPN剤＋アブローチBI 500倍	1日後	80	68
TPN剤＋アブローチBI 1000倍	1日後	95	63
TPN剤	1日後	155	39
無処理区	—	253	—

TPN剤；ダコニール水和剤 800倍

試験場所；静岡県茶業試験場

表－３ 展着剤加用によるTPN剤の茶中残留試験

試験区	茶浸出液からの抽出(ppb)	荒茶からの直接抽出(ppb)
TPN剤	89＊	584＊
TPN剤＋アブローチBI 500倍	29	213
無処理区	検出されず	42

TPN剤；ダコニール水和剤 800倍

＊；1%の危険率で有意差あり

れている。

(2) 殺菌剤での応用

静岡県で茶の輪斑病の耐性菌に対して、ベノミル剤の代替としてTPN剤などを1番茶の摘採と同時に散布しないと、効果が発現しないという問題があった。摘採と同時に散布することは作業上、不可能に近く、茶摘み後数日目にこれらの薬剤散布で薬効を発現させる浸透剤（機能性展着剤）が強く求められていた。そのような状況下で、静岡県茶業試験場と共同研究が行われた（表－2）。薬効は現地圃場で調査され、3種のアジュバントが浸透剤として効果を示すことが確認された。その中のひとつがアブローチBIで、現場からの要望もあり、茶での作物残留をTPN剤について検討した。その結果、作物残留を増大させる傾向のないことが明らかになった（表－3）。

その後、各種のアジュバントの開発が進み、初めて汎用タイプの陽イオン性界面活性剤を有効成分とするアジュバントとしてニーズが上市

された。キュウリ、メロンやカボチャなどのウリ類のうどんこ病は、EBI剤の耐性菌問題もあり、現場では1週間間隔で薬剤散布が行われており、安定した効果と散布回数の低減化が重要な課題になっていた。ニーズを用いた試験が、九防協を通じて佐賀県農業試験場と鹿児島県農業試験場で実施された（図－2）。TPN剤とトリアジメホン剤を用いてニーズの加用効果が検討された結果、慣行の1週間間隔散布と同等以上の防除効果が認められた。特にEBI剤へ加用することにより、増強効果が顕著に認められた。

この試験結果から、ウリ類うどんこ病についてアジュバントであるニーズを加用することにより、農薬の散布間隔を1週間から2週間へ延長できることが示唆された。同時にべと病についてもニーズ加用の効果が検討され、増強効果が確認された。

(3) 殺虫剤での応用

ブドウに大きな被害をもたらすトラカミキリの休眠期防除が、アブローチBIを用いて広島県

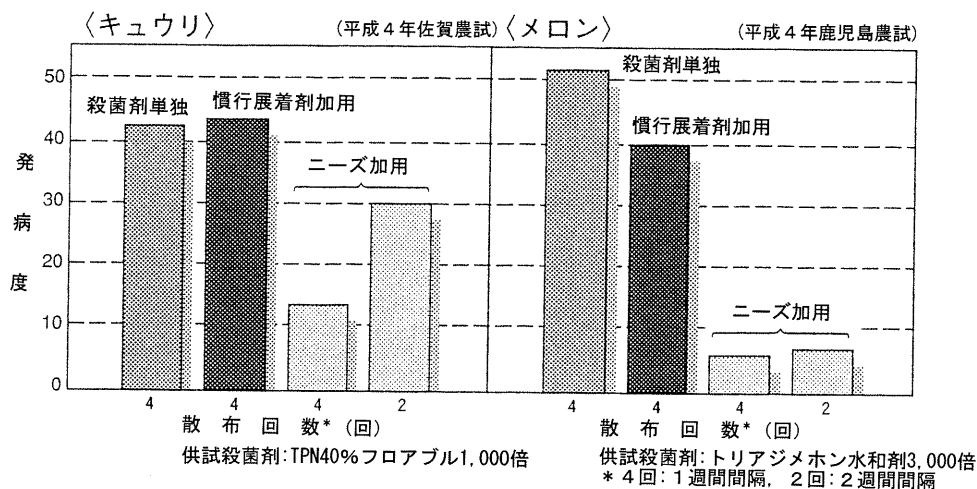


図-2 ウリ類うどんこ病防除に対する展着剤の効果

表-4 ブドウトラカミキリ防除に及ぼす展着剤の効果

トラサイドA乳剤	POEヘキシタン脂肪酸の濃度	幼虫食虫数	生存虫数	生存虫率(%)
200倍	200倍	8.7	0.1	0.6
200倍	500倍	9.8	0	0
200倍	—	14.1	1.5	10.9
400倍	200倍	16.1	1.0	5.0
400倍	500倍	12.9	1.7	12.8
400倍	—	14.0	3.7	20.1
無処理	—	16.0	6.9	40.7

POEヘキシタン脂肪酸: アプローチBI

処 理 日: 1976年3月22日

調 査 日: 1976年6月4日

試験場所: 広島県果樹試験場

果樹試験場で実施された(表-4)。試験は樹木に侵入しているトラカミキリの幼虫に対するマラソン・MEP剤の効果を観察するものであり、殺虫剤の濃度を高めるよりもアジュバントを加用することが、より高い殺虫効果を示した。さらにそのアジュバント濃度を高めることにより、100%に近い殺虫効果が認められ、アジュバント加用により樹木への薬剤の浸透が高まるためと推察される。

(4) 除草剤での応用

除草剤にアジュバントを加用することはもっ

とも一般的であり、サーファクタントWK, サブライやレナテンなどの展着剤が除草剤専用として農薬登録が取得されている。ここでは、世界でもっとも普及している除草剤であるグリホサート剤に対する2種の界面活性剤(アジュバント)の効果を紹介する。

NelsonとGarlichはmilk weedとhemp dogbaneを供試雑草として用い、2種類の界面活性剤のHLB(Hydrophilic Lipophilic Balance)がグリホサート剤の殺草性に及ぼす効果を検討した結果、ポリオキシエチレン(POE)ステアリルエー

テルについては、HLBが15~16、POEステアリルアミンについてはHLBが19~20の時に殺草効果が最大になることを観察した。グリホサート剤は特許が切れたこともあり、ジェネリックが多く出回っているが、効果の安定・増強のために各種のアジュバントが配合されて商品化されている。

(5) アジュバントの作用特性

葉面散布を例にして、界面活性剤がどのように農薬の効力を増強させているかを各プロセスごとに考えてみると、まずは①処理液、次に②葉面上、そして③農薬の取り込みと移動での3つのプロセスにおける作用がある。

まず、処理液での作用について、農薬と界面活性剤の分子間相互作用（例えば、ミセル構造）が散布液の調製時に生じており、農薬と界面活性剤の組合せ方で溶液の物理化学的性状が変化し、このことが農薬の効力を左右するひとつの因子と考えられる。加用する界面活性剤の種類により、農薬の水溶解性が変化し農薬の効果に差異が生ずることが知られている。

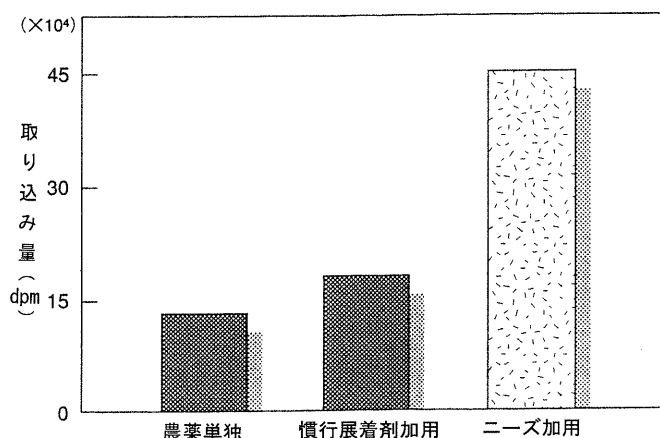
処理液の葉面での状態は、葉表面構造、ワックス組成、散布量や液滴の大きさなどにより著しく異なる。界面活性剤の加用により、散布液の表面張力、葉表面での接触角を低下させることができるので、特に濡れ性の悪い植物では農薬の効果を高めることができる。Brianは、非イオン性界面活性剤をパラコート剤に加用すると、濡れ性の悪いカモガヤの場合には約8倍も取り込みが増加するものの、濡れ性の良いトマトではその取り込み量は増加しないことを報告している。このように、散布液の物理性（濡れ性、拡張性、付着性や固着性など）が農薬の効力に一義的に関与していることも確認されている。表面張力の低下と気孔からの取り込みの関

係については、気孔の形態にも影響されるが、表面張力が70~73dyne/cmの水では取り込みは起こらない。しかし、GreeneとBukovacは界面活性剤を加用して表面張力が低下すると、気孔内への取り込みが増え、特に30dyne/cmにまで低下すると取り込み量がさらに増えることを報告している。すなわち、植物ホルモン活性のあるNAA溶液の気孔からの取り込みは極めて限られているが、界面活性剤加用により取り込みが促進されることを明らかにしている。

界面活性剤を加用し、十分な濡れ性が与えられても農薬の取り込みが促進されず、農薬の効力も増強されないことが多々ある。すなわち、①増強効果を発現させる濃度はcmc(ミセル臨界濃度)以上の濃度が必要である、②表面張力及び接触角の低下と増強効果との相関性は絶対ではない、③前述した農薬/界面活性剤/植物の組合せにおいて、ある限られた界面活性剤のみが有効であると整理することができる。

これらのことから第3の作用特性として、農薬の葉面からの取り込みや移動の促進が考えられる。SmithとFoyは、ラベル化された非イオン性界面活性剤を用いて処理した葉表面部と処理直下の組織に作用点のあることを示唆している。界面活性剤は葉表面のワックスを可溶化したり、クチクラ膜のクチン層に配向し、クチクラ膜にhydrophilic channelsが形成されてクチクラ膜の膨潤化や電荷状態の変化を起こし、農薬のクチクラ膜浸透を容易にするものと概念的に考えられる。すべての農薬に適用できるのではなく、農薬の化学構造、分子量や電荷などの性状によって効果発現は大きく異なる。

すでに紹介したアプローチBIは、可溶化能との関係により効果増強が発現するものと推察される。陽イオン性界面活性剤が配合されたニー



〔方法〕 ³H-EBI剤を用いて、発芽胞子（斑点落葉病菌）に対する薬剤の取り込み量を液体シンチレーションカウンターにて測定した。
〔結果〕 ニーズ加用により、EBI剤単独に比べて3倍強、取り込み量の促進が観察された。

図-3 病原菌への殺菌剤の取り込みに及ぼす展着剤の効果

ズは、病原菌の表面電荷や殺菌剤の菌への取り込み量が調べられている（図-3）。ラベル化したEBI剤を用いて斑点落葉病菌への取り込み量を調べ、約3倍の取り込み量が観察されている。その取り込み促進は、非イオン性の可溶性能及び陽イオン性の細胞膜の流動化作用などによるものと推察される。

5. 展着剤の今後の課題

展着剤の今後の課題としては次の3点を挙げることができる。

- ①リスクのより少ない展着剤の開発・普及
- ②登録更新に必要な安全性データなどの対応
- ③農薬登録の適用農薬・適用作物の対応

まず①については冒頭でも述べたように既登録の主要な展着剤の有効成分はノニルフェノール又はオクチルフェノールを原料とする非イオン性界面活性剤が配合されている。これらの界面活性剤は難分解性や水棲生物への悪影響などから日本界面活性剤工業会では代替品を積極的に推奨しており、数年後には現商品群に大幅な変更があるものと予測される。従って、環境や

安全性においてリスクのより少ない有効成分を配合した展着剤が主体になると推察する。今年3月の農薬登録法改正後、少し異なる安全性の視点から隣接する農作物に対して展着剤によるドリフト防止のニーズが高まっているが、本来は農薬の効果を十分に引き出すための手段（特に少量散布や減農薬）としての展着剤

の普及に期待する。

②については現在75品目ある展着剤も3年毎の登録更新に安全性データや物化データなどの対応が必要であり、経費と販売の関係から登録更新を断念するケースが増え、商品群が絞られることになるものと予測される。

③については展着剤も農薬登録法改正後、適用農薬と適用作物が厳しく判断されて植物成長調整剤に広く使用されていたものが使用できないケースが出てきた。除草剤などについても同様な問題が見られるが、すべての適用拡大の対応が行われるのではなく、その対応は現場ニーズと経費のバランスから個別に判断されることになる。

現場では限られた登録農薬をより効果的、且つより経済的に使いこなすため、今後は現場の真のニーズに則した展着剤だけが生き残り、従来のようなワンパターンの使用方法ではない時代に入ろうとしていると考えられる。

参考文献

- 1) 川島和夫, アグロケミカル入門, 米田出版

- (2002)
- 2) シンポジウム「21世紀の農業散布技術の展開」講演要旨, 日本植物防疫協会 (2000)
- 3) 農業要覧2002, 日本植物防疫協会 (2002)
- 4) 刈米孝夫, 界面活性剤の性質と応用, 幸書房 (1980)
- 5) 杉村順夫ら, 植物の化学調節, 19(1), 34 (1984)

新刊!

日本雑草学会ブックレット

雑草の逆襲

除草剤のもとで生き抜く雑草の話

伊藤 一幸／著

定 価 1,000円+税 B6判 112ページ

除草剤で防除していた雑草が枯れなくなる事例が増えてきた。
 雑草は除草剤抵抗性を獲得しながら、密かに逆襲する時を狙っていたのである。
 抵抗性の現状はどうなっているのか？
 どうしてそんなことが起きたのか？
 抵抗性が発達するメカニズムはどうなっているのか？
 筆者は自らの体験に触れながら、最新の研究成果に基づいて、わかりやすく解説する。



目 次

桑畑で除草剤が効かなくなってしまった話
 キク科植物にパラコート抵抗性が集中したのはなぜか？
 田んぼの草が枯れなくなった話
 ALS阻害型抵抗性の作用機作と検定法の開発
 海外における抵抗性研究
 抵抗性雑草が拡散するための要因
 除草剤抵抗性の分子生物学
 除草剤の必要性和抵抗性雑草対策

遺伝子組換えによるトレニアの花色の改変

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構 花き研究所 間 竜太郎

1. はじめに

現在、遺伝子組換えによって作出された除草剤耐性ダイズや害虫抵抗性トウモロコシなどが、米国やアルゼンチンを中心に大規模に商業栽培されている。花きにおいても、最も重要な形質の1つである花色を中心に遺伝子組換えによる改変が試みられており¹⁾、すでに青紫色のカーネーションが‘ムーンダスト’シリーズとして市販されている²⁾。本稿では、独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構花き研究所において取り組んできた遺伝子組換えによるトレニアの花色改変について紹介したい。なお、遺伝子組換えによるトレニアの花色改変はサントリイ(株)においても取り組まれている³⁾。

2. トレニアについて

まず、トレニアについて紹介したい。トレニア (*Torenia fournieri*) は、熱帯アジア原産のゴマノハグサ科の一年生草本植物である。日



図-1 花壇で咲くトレニア

本では明治時代初期から栽培されており、耐暑性に優れるので夏の花壇用花きとして利用されてきた(図-1)。1990年の大阪花の万博において盛夏期に咲き続けたことが注目されて以来、いっそう幅広く栽培されるようになり、トレニアの園芸植物としての価値は年々高まっている。

一方、あまり知られていないが、トレニアは植物体切片からの組織分化能力が高いことや培養器内で容易に開花することから、形態形成に関する研究の材料としても用いられてきた。古くは1903年、ドイツのWinklerが*T. asiatica*の葉や葉柄の切片からの芽や花の形成を報告している。また、1970年代以降、フランスのChlyahや我が国の谷本らにより、トレニアを用いて芽や根あるいは花の形態形成に関する研究が精力的に行われた。トレニアは、花色や花形などを培養器内で観察できるので、遺伝子組換え法による花きの園芸的形質の改変のためのモデル植物としてたいへん魅力的である。我々はトレニアの実験植物としての有用性に着目し、遺伝子組換え系を開発した。そしてこの系を用いて、トレニアの花色の改変や花の日持ち性の延長等を行ってきた⁴⁾。

3. 遺伝子組換えによるトレニアの花色改変⁵⁾

遺伝子組換えによる形質改変の方法には大きく分けて次の2つがある。1つはターゲットとなる植物が本来発現していない遺伝子を導入し

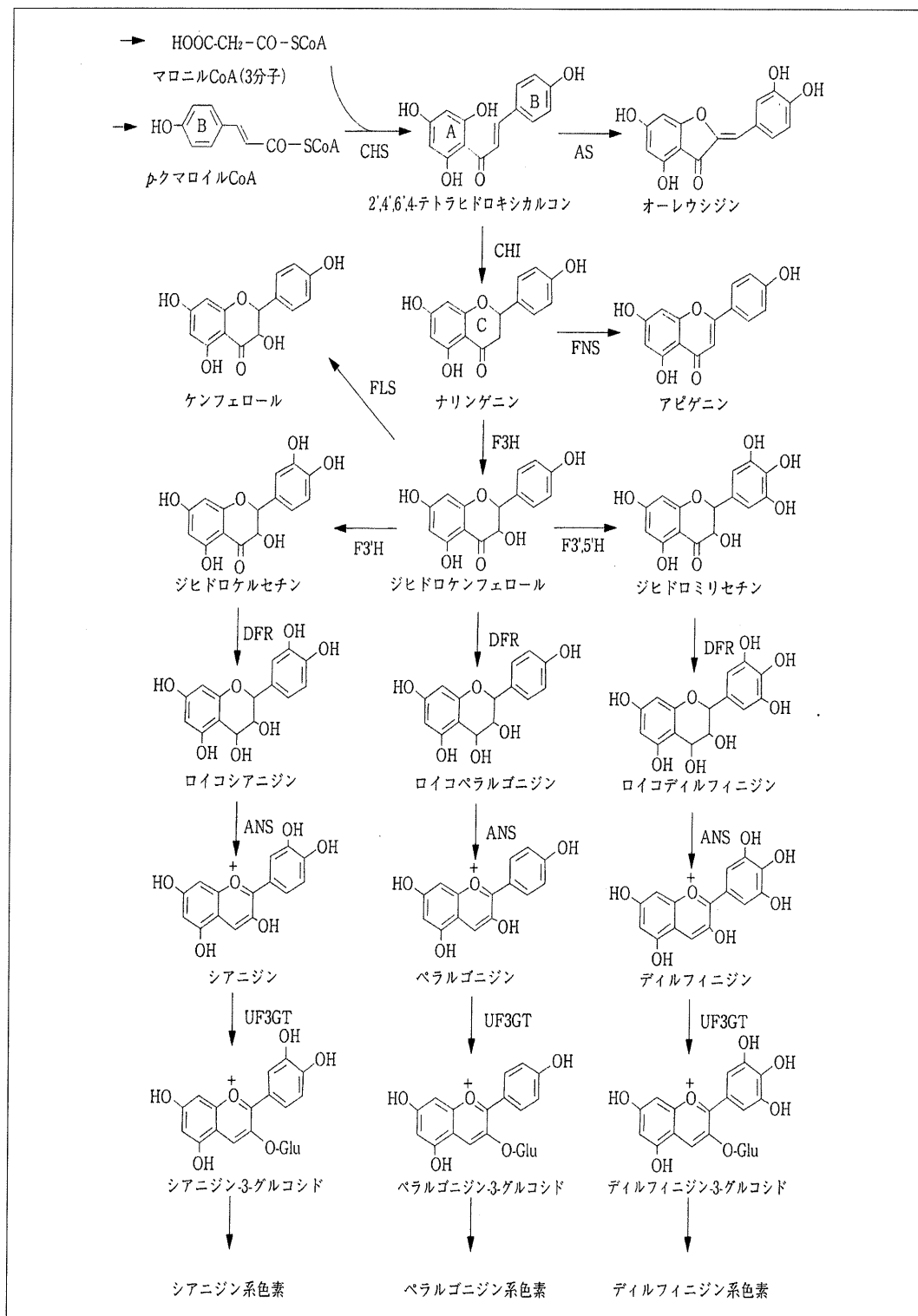


図-2 アントシアニンの生合成系

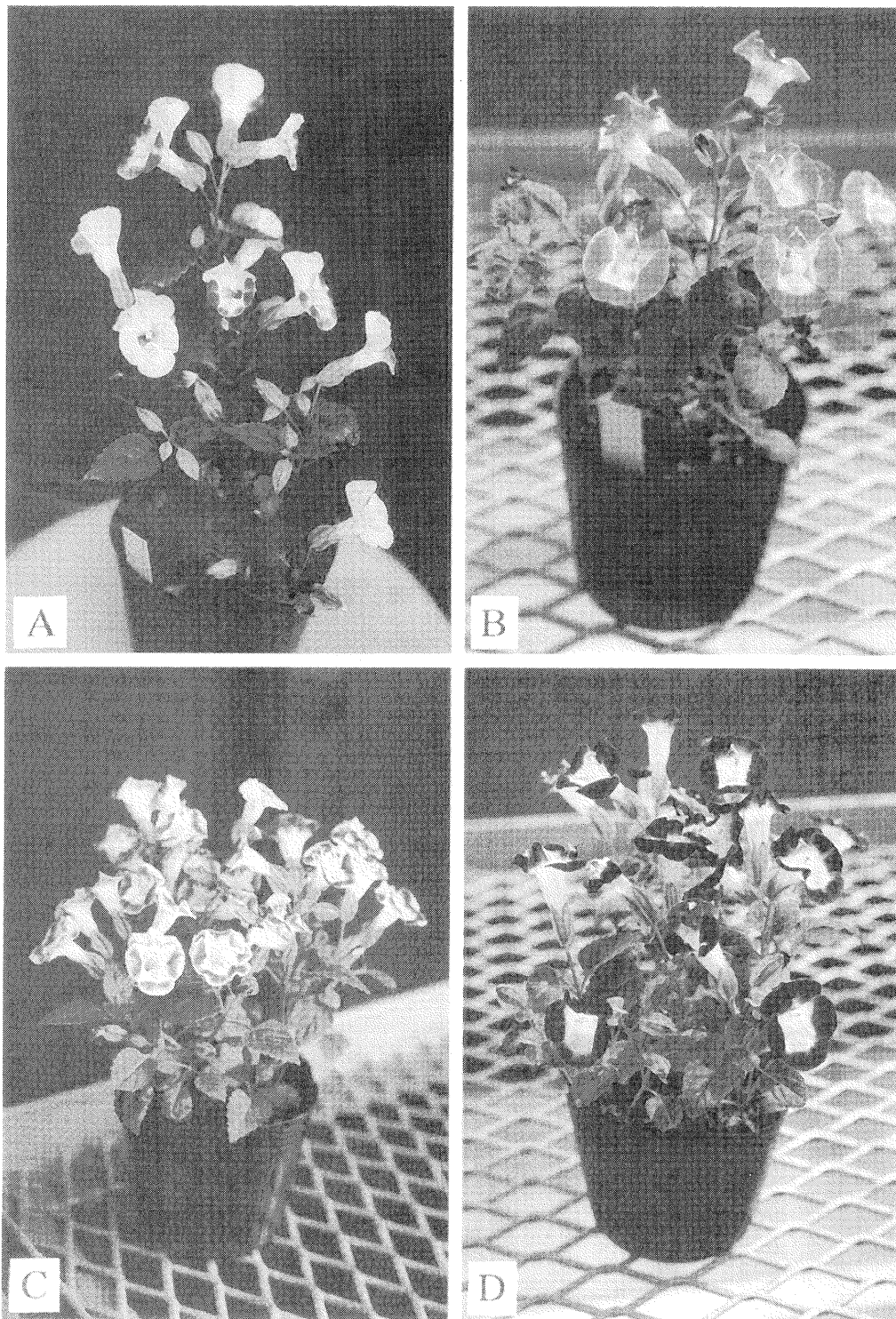


図-3 花色の変化した遺伝子組換えトレニア A; 同じ植物体の中で異なる花色が観察された個体 (センスCHS導入), B; 花冠全体が同程度淡くなった個体 (アンチセンスCHS導入), C; 唇弁部に波打つような模様が生じた個体 (アンチセンスCHS導入), D; 筒状部のみ白くなった個体 (センスDFR導入)

て発現させる方法である。もう1つは内在して発現している遺伝子を不活化させる方法である。後者は、ターゲット植物が本来持っている遺伝子を同じ向き（センス方向）、逆の向き（アンチセンス方向）あるいはセンス・アンチセンスを組み合わせることで、その遺伝子が不活化される現象を利用したものである。今回紹介する研究はセンス遺伝子あるいはアンチセンス遺伝子を利用して内在遺伝子を不活化させる手法によるものである。

本実験では、トレニアの花の主要な色素であるアントシアニンの生合成系のジヒドロフラボノール4-リダクターゼ（DFR）遺伝子あるいはカルコンシンターゼ（CHS）遺伝子（図-2）をセンスおよびアンチセンス方向に再導入し、内在遺伝子の不活化による花色の改変を試みた。肉眼によって花色の変化を観察した結果、非組換え体と見かけ上変わらない個体、花冠全体がほぼ同じ程度淡く変化した個体（図3-B）、

唇弁部に比べ筒状部が淡く変化する程度が大きく、結果として色の濃い部分と淡い部分のコントラストがはっきりした個体（図-3D）の3群に判別することができた。DFR遺伝子とCHS遺伝子のどちらを導入した場合においても、アンチセンス遺伝子を導入した個体では花冠全体が同程度淡くなる個体が多く観察されたのに対して、センス遺伝子を導入した個体では筒状部のみが白くなる個体が多かった。この結果から、センス遺伝子導入個体、および、アンチセンス遺伝子導入個体の花色変化のパターンには、それぞれ共通性があることが示された。花色が変化した個体の中には、材料に用いた非組換え体と異なるだけでなく既存のトレニア園芸品種には見られない色調や花色パターンを示すものが見受けられた。例えば、花色が穏やかでパステル風の色調に変化した個体（図-3B）や、唇形部に波打つような模様が生じた個体（図-3C）が生じた。さらに、同じ植物体の中で、異

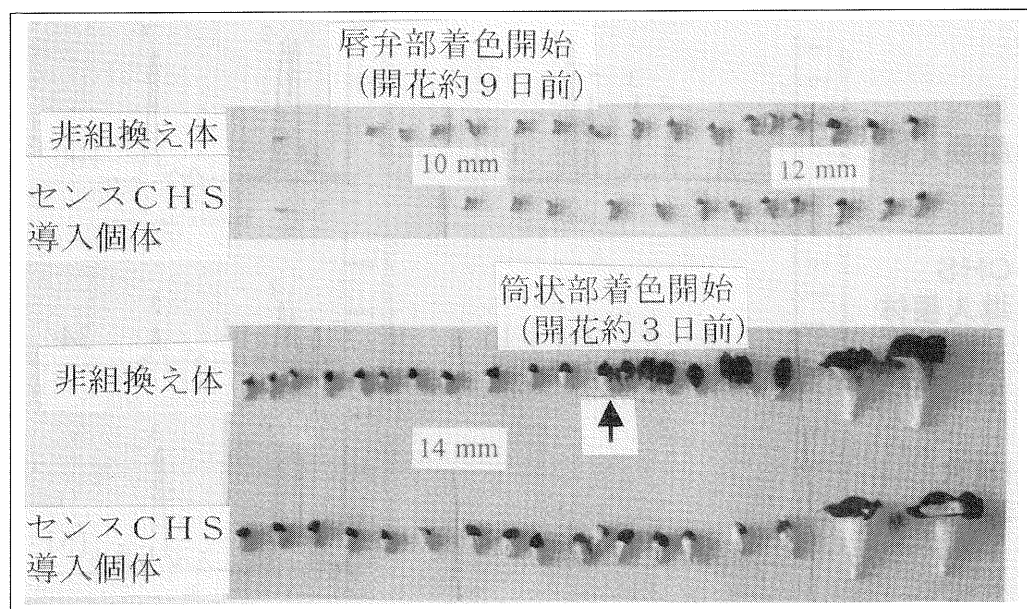


図-4 トレニア花冠の着色時期
唇弁部は開花約9日前、筒状部は開花約3日前に着色が始まる

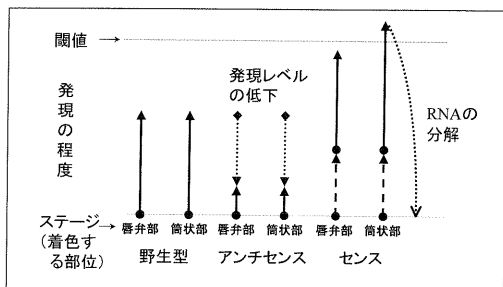


図-5 遺伝子発現抑制のモデル

なる花色が観察された個体 (図-3A) も生じた。

4. センス遺伝子とアンチセンス遺伝子の間に生じた花色の改変パターンの差⁵⁾

センス遺伝子を導入した場合「筒状部のみ白くなる個体」が多く生じたのに対し、アンチセンス遺伝子を導入した場合は、「花冠全体が同程度淡くなる個体」が多く生じた。この改変パ

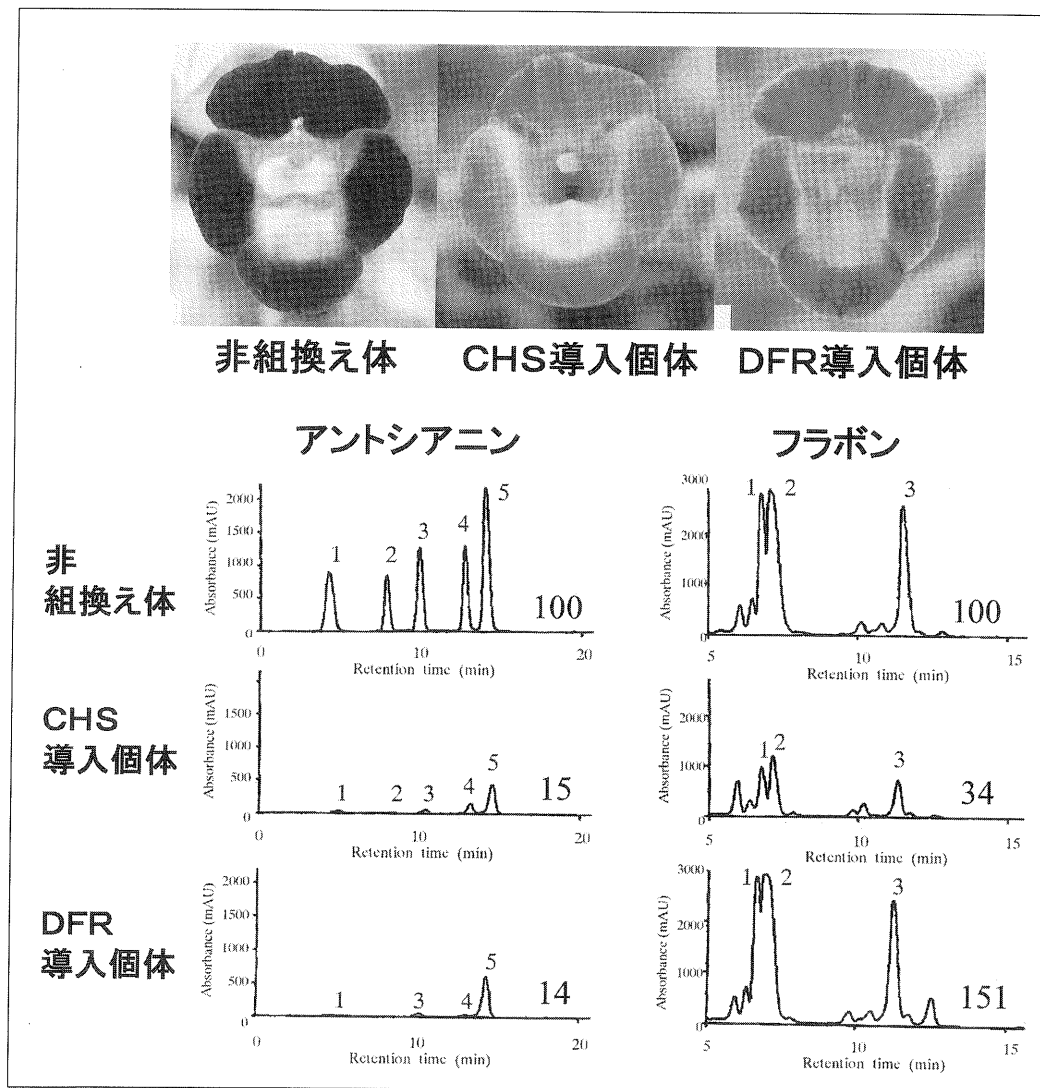


図-6 トレニア花弁に含まれるアントシアニンとフラボンの分析結果

ターンの差は、花冠の部位によって着色時期が異なることが原因であった。トレニアの花冠は、開花の約9日前に唇弁部が、そして約3日前に筒状部が着色を始める(図-4)。つまり、筒状部のみ白くなるセンス遺伝子導入個体では、花の発達段階の途中から色素生成が抑制されたものと考えられた。これは、遺伝子の転写産物であるmRNA量が増加してある閾値を超えると誘導されるタイプの発現抑制機構によって説明することが可能である(図-5)。すなわち、センス遺伝子を導入した場合は、花の発達段階の途中でこのタイプの発現抑制が誘導されることができると考えることができる。一方、アンチセンス遺伝子を導入した場合は、センスの場合とは異なり、発

現抑制が花の発達段階の全体を通して生じるため、花冠全体が淡くなったものと考えられた。

5. CHS遺伝子とDFR遺伝子の間に生じた花色の改変パターンの差⁶⁾

アントシアニン生合成系(図-2参照)において上流に位置するCHS遺伝子を導入した場合に比べて、下流に位置するDFR遺伝子を導入した個体では花色が青みを帯びる現象が認められた。その原因として、アントシアニンがフラボンなどの補色素(コピグメント)と共存することによって青みがかかる現象(コピグメンテーション)が生じていることが推測された。なぜならば、フラボン(アピゲニン等)はアントシアニン

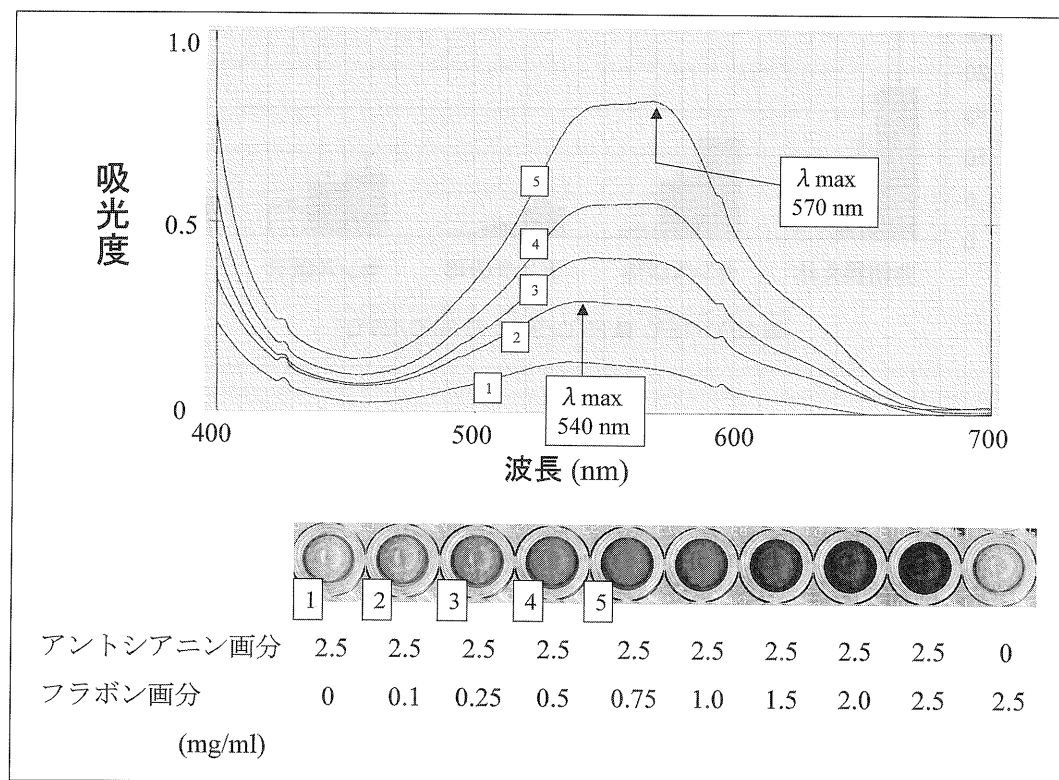
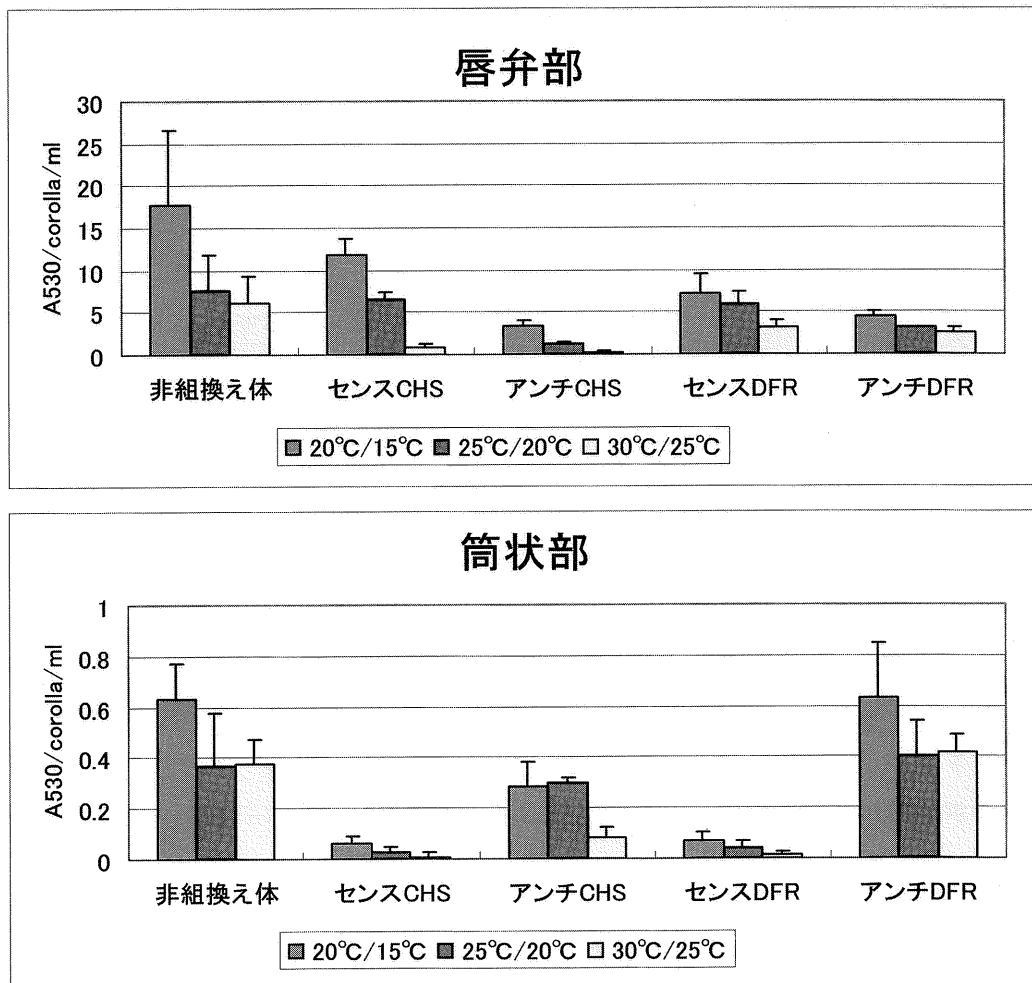


図-7 アントシアニンとフラボンの再混合実験
アントシアニン2.5mg/ml, フラボン0.1mg/mlの混合液の吸収極大値は540nmであり、非組換え体及びアンチセンスCHS導入個体の生花弁及び搾汁の吸収スペクトルとほぼ同じであった。一方、アントシアニン2.5mg/ml, フラボン0.75mg/mlの混合液の吸収極大値は570nmであり、アンチセンスDFR導入個体の生花弁及び搾汁の吸収スペクトルとほぼ同じであった。

生合成系の間産物であるナリンゲニンから作られる（図－2 参照）ので、アントシアニン生合成系の上流に位置するCHS遺伝子を導入した場合にはアントシアニンとフラボンの両方が減少するのに対し、下流に位置するDFR遺伝子を導入した場合にはアントシアニンが減少しフラボンは増加することが考えられるからである。調査したところ、アントシアニンの量は、非組換え体を100とした場合、アンチセンスCHS導入個体で15、アンチセンスDFR導入個体で14と同様に減少していた。ところが、フラボンの量は、

非組換え体を100とした場合、アンチセンスCHS導入個体では34と同様に減少していたのに対し、アンチセンスDFR導入個体では151と増加していた（図－6）。さらに、トレニア花卉から抽出したアントシアニンとフラボンを再混合する実験を行った。その結果、フラボン画分が増加するにつれて、アントシアニン/フラボン混合液の色は濃くなると同時に青みがかった（図－7）。これらの結果から、DFR遺伝子を導入したトレニアにおいて花色が青みを帯びる現象の原因は、アントシアニン（色素）の減少とフラボン（コ



図－8 異なる温度条件下で栽培した遺伝子組換えトレニアの花冠におけるアントシアニン量

センスDFR導入個体

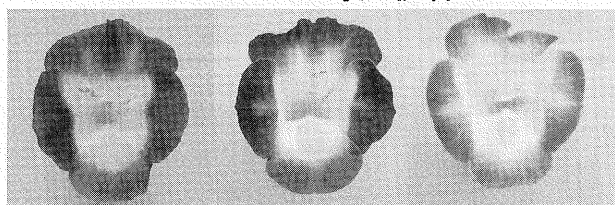


20°C/15°C

25°C/20°C

30°C/25°C

センスCHS導入個体



20°C/15°C

25°C/20°C

30°C/25°C

図-9 異なる温度条件下で栽培した遺伝子組換えトレニアの花冠の着色状況

ピグメント)の増加がコピグメント/色素の比を著しく高くすることで生じたコピグメンテーションによることが明らかとなった。

6. 遺伝子組換えトレニアの花色に温度が及ぼす影響

温度が遺伝子組換えトレニアの花色に及ぼす影響について調査するため、明期(16時間)/暗期(8時間)を20°C/15°C, 25°C/20°C, 30°C/25°Cで栽培したトレニアの花冠についてアントシアニン量の測定を行った(図-8)。その結果、非組換え体においては、30°C/25°C条件下では20°C/15°Cに比べて1/2から1/3程度に減少しており、多くの花きと同様、高温条件下ではアントシアニン量が減少することが示された。DFR遺伝子導入個体では、センス遺伝子導入個体とアンチセンス遺伝子導入個体では花色変化の様相が異なっている

にも関わらず、どちらの方向に導入した場合でも、高温条件下におけるアントシアニン量は1/2から1/3に減少しており非組換え体と同様であった。一方、CHS遺伝子導入個体では、センス、アンチセンスどちらの方向に導入した場合でも、

表-1 遺伝子組換えトレニアの後代植物における花色の分離

	非組換え体 タイプ	改変型 ¹⁾ タイプ	その他	計
非組換え体 自殖後代	35	—	4	39
センスCHS 自殖後代	13	10	7	30
センスCHS×非組換え体	3	7	3	13
センスDFR 自殖後代	30	5	12	47
センスDFR×非組換え体	11	1	3	15
アンチセンスCHS 自殖後代	9	24	4	37
アンチセンスCHS×非組換え体	6	5	4	15
アンチセンスDFR 自殖後代	10	17	12	39
アンチセンスDFR×非組換え体	2	3	4	9

	非組換え体 タイプ	波状 タイプ	アンチセンス タイプ	その他	計
波状着色個体 自殖後代	2	19	3	3	27
波状着色個体×非組換え体	6	17	9	1	33

1) 親に用いた組換え体と同様の花色の個体

高温条件下でのアントシアニン量は1/10程度に減少しており、非組換え体、DFR遺伝子導入個体に比べて明らかに減少の程度が著しかった(図-9)。このように、CHS遺伝子を導入した個体においては、非組換え体、DFR遺伝子導入個体に比べて、高温によるアントシアニン量の減少程度が著しいことが明らかとなった。この原因は、CHS遺伝子が高温による発現抑制を受けやすいのに対し、DFR遺伝子はあまり影響されないためと考えられた。

7. 遺伝子組換えトレニアの後代における花色発現⁷⁾

センス遺伝子導入個体、アンチセンス遺伝子導入個体及び花弁が波状に着色する個体(CHSアンチセンス導入)の、各々自殖後代及び非組換え体との交雑後代植物の花色について調査した。後代植物における花色の分離を表-1に示す。用いた遺伝子組換えトレニアのいずれの後代においても、改変型と同様の花色を示す個体が生じ、遺伝子導入により改変された花色は後代に遺伝することが示された。なお、非組換え体(遺伝子組換えの材料に用いた系統:花冠全体が紫)は花色について遺伝的に固定されていないので、一部の後代において赤紫やピンクの花色が生じた。ゲノミックサザン分析の結果、アンチセンス遺伝子導入個体の後代では導入遺伝子の有無と花色の変化がリンクしていた。一方、センス遺伝子導入個体の後代では導入遺伝子を有しているにもかかわらず花色が変化していない個体が見られ、導入遺伝子の有無と花色は必ずしもリンクしていなかった。さら

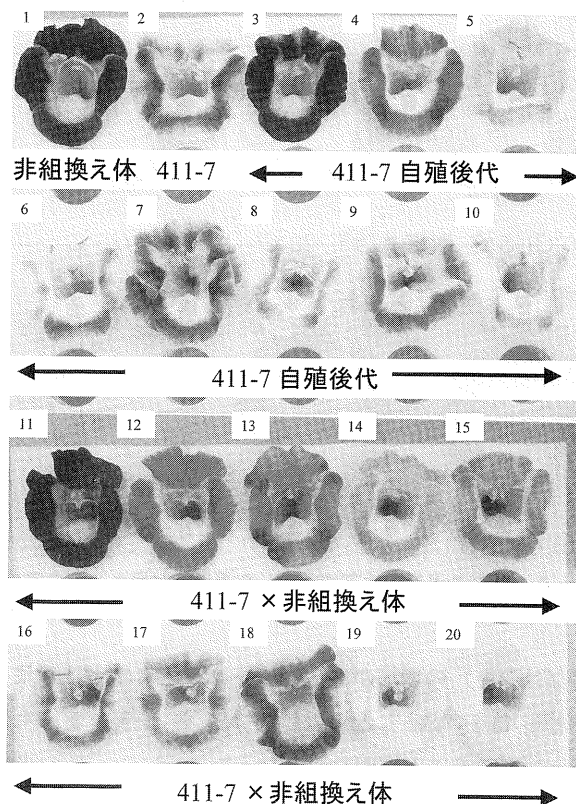


図-10 波状に着色する系統の後代の花色の分離

1: 非組換え体, 2: 遺伝子組換え当代植物(411-7), 11: 非組換え体と同様, 4, 5, 12-15: アンチセンスタイプ, 6-10, 16-20: 波状, 3: その他(部分的に脱色)

にこの場合、生育途中で筒状部が白い花(センス個体特徴的)を生じる個体があった。また、波状に着色する411-7系統の後代(図-10)においては、波状の個体とともに花冠全体が同じ程度に淡く変化した個体(アンチセンス個体特徴的)が生じた。分析の結果、411-7系統には2つの導入遺伝子座があり、一方の遺伝子座(locus A)が波状となる形質を規定し、他方の遺伝子座(locus B)のみ存在した場合には波状にはならず、アンチセンス遺伝子導入個体に通常見られるのと同様な花色となることが明らかとなった(図-11)。

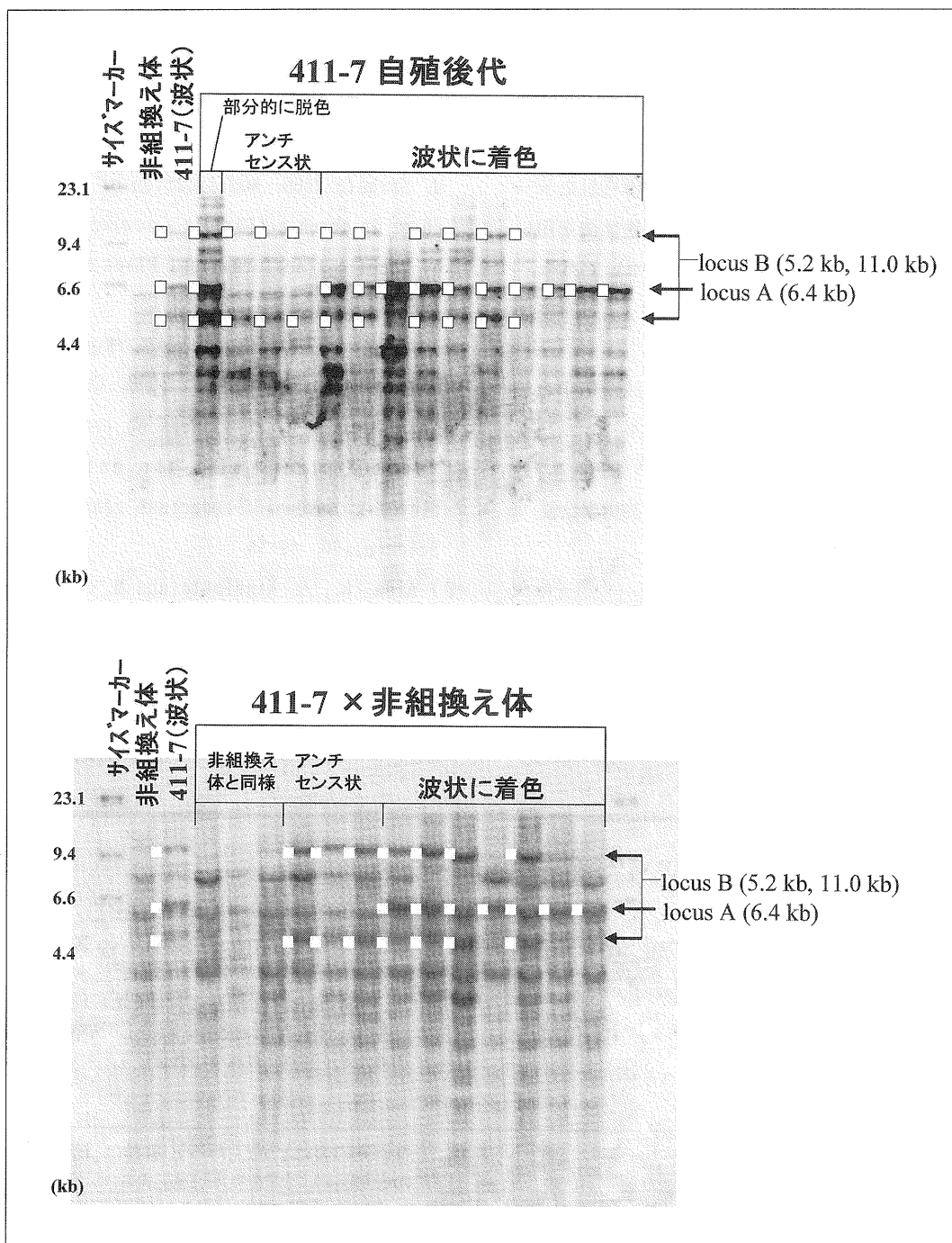


図-11 波状に着色する系統の後代のサザン分析 (CHSプローブ)

8. おわりに

花きにおいて、遺伝子組換え法を育種手法の一つに加えることで、従来は困難であった形質改変が可能となり、育種の可能性は大きく広がるものと考えられる。トレンニアで得られたデータが、他の花きにおける遺伝子組換え法を用いた育種のための基礎知見となれば幸いである。

参考文献

- 1) 腰岡政二 2003. 花色の生合成遺伝子と制御. 農林水産技術研究ジャーナル 26, 27-32
- 2) 田中良和・福知(水谷)正子 1999. フラボノイド生合成とP450. 日本農芸化学会誌 73, 1035-1038
- 3) 久住高章・田中良和・鈴木賢一・勝元幸久 2002. 花色デザイン技術と花卉新品種の開発. 日本農芸化学会誌 76, 700-707
- 4) Aida, R. and M. Shibata 2001. Transgenic *Torenia fournieri* Lind. in "Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 48 Transgenic Crops III" pp. 294-305, Springer-Verlag, Berlin
- 5) Aida, R., S. Kishimoto, Y. Tanaka and M. Shibata 2000. Modification of flower color in torenia (*Torenia fournieri* Lind.) by genetic transformation. Plant Science. 153, 33-42
- 6) Aida, R., K. Yoshida, T. Kondo, S. Kishimoto and M. Shibata 2000. Copigmentation gives bluer flowers on transgenic torenia plants with the antisense dihydroflavonol-4-reductase gene. Plant Science. 160, 49-56
- 7) Aida, R., S. Kishimoto and M. Shibata 2001. A transgene locus is required for wavy patterned flowers of transgenic torenia plants. Annals of Botany 87, 404-409

この草はなんだろう? 手軽に調べたい。

三二雑草図鑑

——耕地雑草ハンドブック——

A5判 本体2,200円(税別)

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

原色図鑑 芽ばえとたね

浅野 貞夫/著

A4判 本体9,800円(税別)

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

全国農村教育協会

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

うめくさ-11

岡山縣師範学校博物学会の「顕花植物自然分科 各科之特徴」

植物の名前を調べるに際して、所属する「科」がわかれば、あとの同定作業が楽になるのは昔も今も同じである。そこで、「この植物は何科なのかを調べる手段」がいろいろと考案されてきた。「岡山縣師範学校」は旧岡山藩の藩校であった温知学校から明治9（1876）年に改称・改組され、現在の岡山大学の前身となった学校である。この師範学校に「博物学会」があつて、大正3年の2月に「顕花植物自然分科 各科之特徴」という謄写版の本を出した。「各科之特徴」は上述の狙いで企画されたもので、表紙にはナデシコとモウセンゴケが配置されており（図-1）、緒言にあたる部分には以下のよう

- 一、「顕花植物自然分科 各科之特徴」ハ我が博物学会大正二年度ノ事業トシ会員ノ為ニ作ラレタルモノニシテ幾分タリトモ植物学研究ノ初歩並ニ小学校植物科教授ニ参考トナル所アラバ吾々ノ意、達セルモノト云フベシ。
- 一、ココニ顕花植物二百科ヲ選ビ「顕花植物自然分科 各科之特徴」トナセルモノ羊歯植物苔蘚植物ノ高等ナルモノノミニツキ約三十科ハ尚後ニ完成スル所アラン。（中略）
- 一、是ガ研究ノタメ草木図説及Gray's School of field book of Botany ヲ貨セラレタル米田先生、顕花植物分類学上下、師範教育植物教科書、植物自然分科検索表ヲ貨セラレシ井上先生及「刷り物」ニ尽力アリシ小林君石野君福富君黒田君杉田君其他ノ諸君ニ深謝ス。

宇野確雄
金光 勲
桑村計徳
田淵暲男
原萬壽夫
長谷井照雄

（大正三年二月二十七日）

凡例に相当する「注意事項」には次のような事項が書かれており、最後に宇野氏の追記がある。この追記からも、本書がもっぱら宇野氏の手で成ったことが伺える。

- 一、科ノ模式植物ハナルベク當地方ニ普通ナルモノニシテ且善ク特徴ヲ具ヘタルモノニ資センコトヲカメタリ。

四、注意欄ハ主トシテ其科所属ノ植物名及ビ其ノ効

用及注意事項ヲ掲ゲタリ。

余独断ニテ取捨シタルハ実ニ誤ヲ多カラシメ不完全ナラシメタル一原因ニテ前以テ謝ル所ナリ 又図中特徴ト一致セザルモノ及不明瞭ニテ写ラザルモノハ又遺憾トスル所ナリ図ノ多クハ他書ヨリ轉載シタレドモ原図トアルモノハ余ノ写生シ作製セシモノナリ ぼろぼろのき（一四三）（原図）ハ米田先生ノ標本ニヨリシモノナリ（宇野）

記述は、その科の代表的な1種を「模式植物」にあげて図示し、科に共通する特徴を記して、最後に「注意」として備考に相当する情報を示す形をとっている。ミズアオイ科を取り出すと以下のようである。

一七六 水葵科 *Pontederiaceae*

模式植物＝みづあふひ（みずあふひ科）

- 一、浮游セル植物ニテ假單條ノ茎ヲ有ス葉＝二列ニテ低出葉基部鞘状ナリ
- 二、花＝穂状ニ排列ス両性ナリ概ネ三ノ数ヨリナリ 花被＝同種ニテ花辨状ナリ基部合シテ長キ管状ヲナス
- 三、雄蕊＝六又ハ三個（稀ニ一）不等ノ高サニ着生ス



図-1 岡山縣師範学校博物学会発行の「顕花植物自然分科 各科之特徴」の表紙

四、雌蕊=子房ハ瘦果ニシテ胚ハ円柱状ナリ

注意=鑑賞 (ほていあふい みずあふい)

くろも、せきしょうも、みずおほばこ、
やなぎすぶた、とちかゝみ、等ハ本縣ニ
普通ナリ

現在、岡山県ではミズアオイの復活・増殖に関する市民レベルでの取り組みが行われているが、大正期の初期にはミズアオイなどの水草が普通に見られたことが知られる。「注意」には地元岡山県での状況があまり書かれておらず、ミズアオイ科は例外である。

「注意事項」の末尾に、「図ノ多クハ他書ヨリ轉載」とある通り、原図とあるのは、「なつぐみの鱗皮、しなのき、ほるとのき、じゃけつ いばら、ぼろぼろのき」の5点のみである。

「水葵科」の模式植物ミズアオイの図は「植物図鑑 東京博物學研究会編 牧野富太郎校訂 北隆館 1908 p.648」から採られたものと思う。ミズアオイ科の次にある177、鴨跖草 (つゆくさ) 科のツユクサの図 (図2-a) は、「内外實用植物図説 齋田功太郎・佐藤禮介 大日本図書株式会社 1907 p.360 (図2-b)」からのものであろう。科の第1に置かれたキク科の模式植物はタンポポである (図3-a)。この構図でのタンポポの図はこの時代に幾つかあるようだが、「女子理科 植物 岩川友太郎・藤堂忠次郎 弘文館 1903 p.9 (図3-b)」

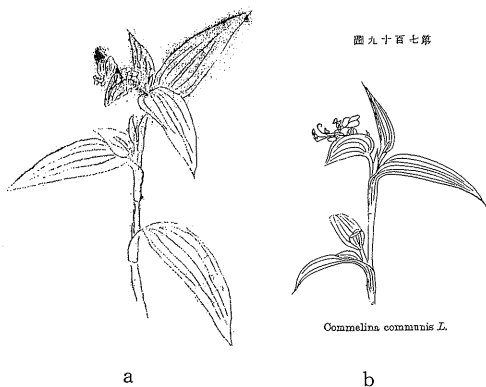


図-2 「顕花植物自然分科 各科之特徴」のツユクサ科の模式植物ツユクサ (a) と元になったと考えられる「内外實用植物図説 齋田・佐藤1907」のツユクサ (b : 大日本図書株式会社許諾)

が一番近いので、これを基にしたのではないかと思う。

「倉敷市自然史博物館 開館記念展 1983

日本の植物・世界の植物 一宇野コレクションより」所収の宇野先生の略歴によると、「1895 (明治28) 年に倉敷市に生まれ、1915 (大正4) 年に岡山師範学校卒業、その後県内の小学校訓導を歴任し、和歌山、兵庫、京都で教鞭をとり、1945 (昭和20) 年に倉敷市に戻り、1953 (昭和28) 年~1965 (昭和40) 年の間ノートルダム清心女子大学講師を務め、1978 (昭和53) 年に倉敷市文化章受賞」となっている。1984年に逝去された。海外からの交換品を含め、先生が全国で採集された4万点に上る植物標本は1978年に倉敷市自然史博物館に寄贈され、「宇野コレクション」となっている。(宇野先生のご経歴は岡山市在住の植物研究家小島裕子氏にご教示頂いた、厚くお礼申し上げます。)

「顕花植物自然分科 各科之特徴」は宇野先生19歳の時の著作ということになり、若くして多くの情報を整理されていたことに驚かされる。

(ツユクサの図とタンポポの図の掲載を許諾された大日本図書株式会社と株式会社 吉川弘文館に厚くお礼申し上げます。) (も)

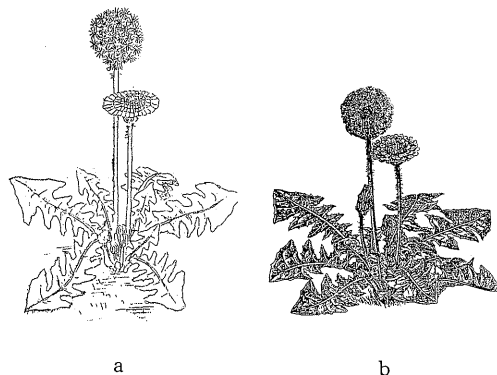


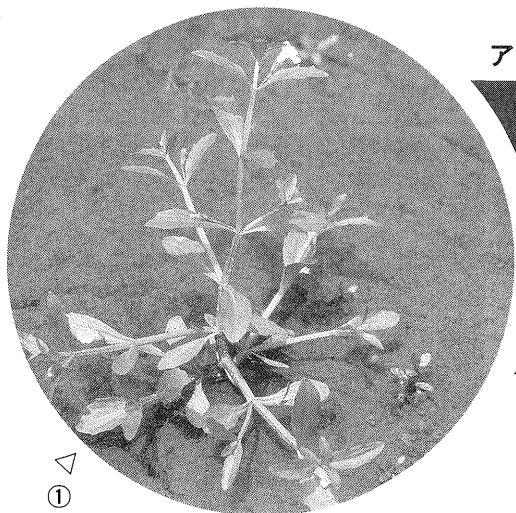
図-3 「顕花植物自然分科 各科之特徴」のキク科の模式植物タンポポ (a) と元になったと考えられる「女子理科 植物 岩川・藤堂 弘文館 1903」のタンポポ (b : 吉川弘文館許諾)

—— アゼナ類の見分け方 ——

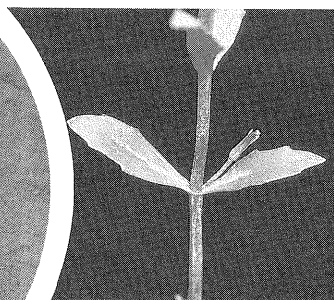
廣 田 伸 七

アゼナ類には *Lindernia* 属で在来種のアゼナ、外来種のアメリアアゼナ、タケトアゼナ、ヒメアメリカアゼナと、*Bacopa* 属で外来種のウキアゼナがあります。よく混同されやすいので、特徴の部分と比較できるように並べて見ました。雑草調査などで参考にして下さい。

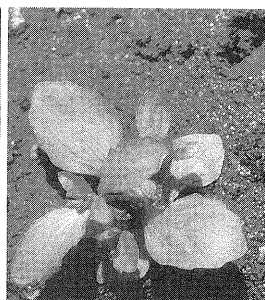
アメリカアゼナ ①成植物, ②葉の基部, ③幼苗



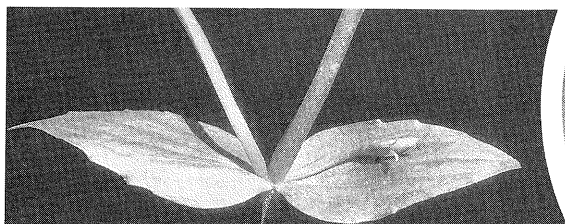
▽
①



△②



△③



△④



▽
⑤

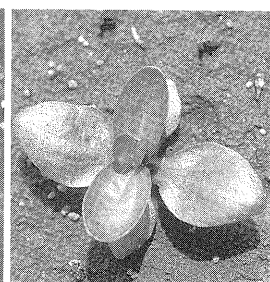
タケトアゼナ ④葉の基部, ⑤成植物



▽
⑥



△⑦ アゼナ ⑥成植物, ⑦葉の基部, ⑧幼苗 △⑧



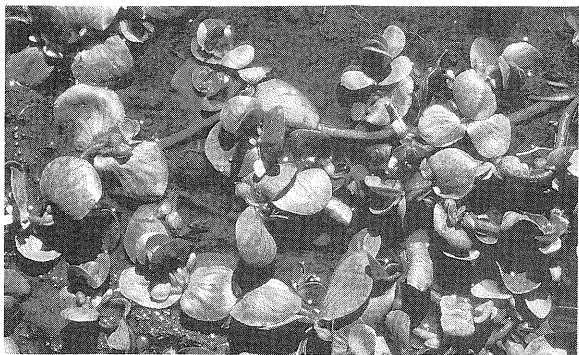
アゼナ類の見分け方

雑草名	部位	葉	葉の基部	茎
アメリカアゼナ		長楕円形で縁に低い鋸歯がある	次第に細くなり葉柄状となる	四角柱状で無毛
タケトアゼナ		卵状楕円形で縁に低い鋸歯がある	円脚で葉柄状に細くならない	四角柱状で無毛
アゼナ		卵状楕円形、全縁で鋸歯がない	円脚で葉柄状に細くならない	四角柱状で無毛
ヒメアメリカアゼナ		長円形で上記3種より小形、縁に鋸歯がある	円脚〜くさび形でやや細くなる	四角柱状で無毛
ウキアゼナ		円形〜倒卵形、全縁で鋸歯がない	円形で急に細くなり柄となる	円柱状でやや多肉質の白色の毛がある



△⑨ ヒメアメリカアゼナ ⑨成植物、全体が小形、⑩幼苗

△⑩



△⑪ ウキアゼナ ⑪成植物、⑫果実をつけた状態

△⑫

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 (03)3832-4188 (代)
FAX (03)3833-1807

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

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 (03)3833-1821 (代)
FAX (03)3833-1665
E-mail: hon@zennokyo.co.jp

印刷所 新成印刷(有)

平成15年11月発行 定価525円(本体500円+消費税25円)

植調第37巻第8号

(送料 270円)

難防除雑草
対策の新製品

サラブレッド®
RXフロアブル

イッテツ®
フロアブル

期待の新製品

使いやすさの大本命

サラブレッド®フロアブル

ノビエ3葉期
まで使える

アピロイグル®

フロアブル

ポ〜んと手軽に

クラッシュ®EXジャンボ

安定した効果の
初中期一発剤

ドニチ1®粒剤

大好評の既存剤

ザ・ワン®フロアブル
1kg粒剤

キックバイ1®キロ粒剤

アワード®フロアブル

ロングゲット®フロアブル

シェリフ1®粒剤

バトル1®粒剤

クラッシュ1®粒剤

リーディング®
ジャンボ



住化武田農業株式会社

〒103-0027 東京都中央区日本橋二丁目13番10号



The miracles of science™

デュポン株式会社 農業製品事業部

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

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

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

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

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

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

豆まき感覚
カンタン
除草！



豆つぶが
パツと広がる
ジャンボ剤

発売

豆つぶ® 除草剤

מלכך שבת®

A250グラム・L250グラム
大型圃場では動力散布機をご利用ください！



水稻用一発処理除草剤

שולחן ערוך®

Aジャンボ・Lジャンボ

®:クミアイ化学工業株式の商標です。

●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届く所には置かないでください。



JAグループ

農 協



經濟連



クミアイ化学工業株式会社

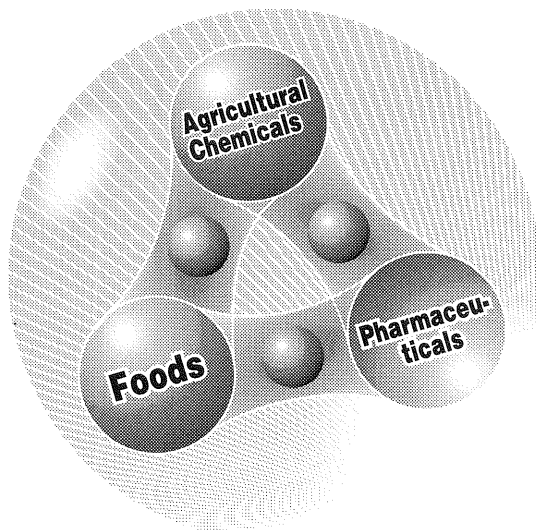
本社：東京都台東区池之端1-4-26 〒110-8782 TEL03-3822-5131



いのちの輝きを見つめる

Meiji

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



Foods

Pharmaceuticals

天然物で确实除草

ハービー® 液剤



明治製藥株式会社

104-8002 東京都中央区京橋2-4-16
http://www.meiji.co.jp/nouyaku