

調 植

第38巻第2号



ケチョウセンアサガオ(アメリカチョウセンアサガオ)の種子(*Datura meteloides* Dunal)長さ5mm

財団法人 日本植物調節剤研究協会編

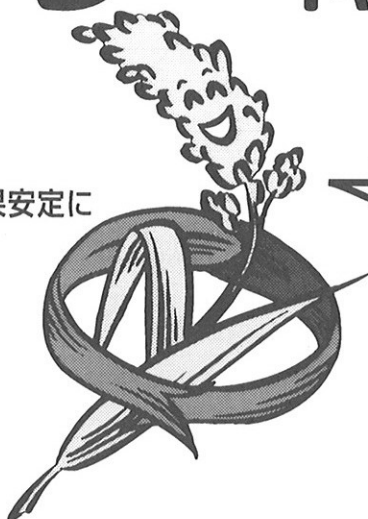
新規水田用初期除草剤

初ベクサー® フロアブル 1キロ粒剤

® 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 全農 経済連
◎は登録商標です



三井東圧農薬株式会社
東京都中央区日本橋1-12-8

SU抵抗性雑草*も、田植同時におまかせ!

SU抵抗性
ホタルイに!

SU抵抗性
アゼナ類に!

SU抵抗性
コナギに!

SU抵抗性雑草に効く、田植同時処理除草剤

バイエル

イナバー[®]DX

1キロ粒剤

- 田植後に行っていた従来の除草作業が省略できます。
- 田植同時散粒機で均一散布が可能。安定した効果が期待できます。
- 田植と同時に除草剤散布が完了。散布適期を逃しません。

ムラなくまけて、効果長もち



®は登録商標

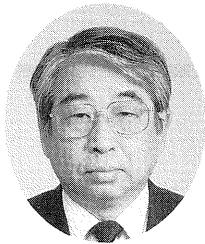
*SU抵抗性雑草とは? 多くの水稲用除草剤に含まれるSU剤(スルホニルウレア系除草剤)に、抵抗性を持つ雑草のことを「SU抵抗性雑草」と呼んでいます。

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



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
www.bayercropscience.co.jp



巻頭言

未だなお「安全」と「安心」のはざまで

財団法人 日本植物調節剤研究協会 理事・研究所長 竹下孝史

ひとつの言葉が流行語となる風潮に懸念を感じるが、最近、頻繁に活字や耳にする言葉に「安全と安心」がある。ちなみに「広辞苑」には「安全」とは安らかで危険のないこと、物事が損傷したり、危害を受けたりするおそれのないこと、また「安心」とは心配・不安がなくて心が安らぐこととある。「安らか」「安らぐ」という表現に関し、両者の言葉に共通性がありそうにも思われる。しかし「安全」とは科学的・客観的な事象を理解した上での認識であり、一方「安心」とは観念的な感覚の上に立った言葉で、この両者の言葉の意味するところは、そもそも異なった次元ではないかと思われる。つまりところは「安全だから安心」とする図式であるのだろうが、「安全」とするにはある判断が伴うことになり、その判断のためにはその種の概念・推理そして思考を可能とする学習知識がなくては成立しない。「安心」はあくまでこれらの判断に裏付けされた自己完結的な認識であろう。

平成15年に野菜供給安定基金より委託され植調協会が行ったアンケートによる「野菜作用植物成長調整剤等安全情報等調査事業」報告がある。作物生産履歴等の情報に関した調査であるが、この中で農薬の使用に関し、消費者からは農薬の総使用回数、毒性情報や残留基準値について知りたいとの要望が高い比率を占め、「安全・安心が確信できるかどうか？」や「安全であることがわかるとよい」等のコメントも寄せられている。一方、生産履歴調査が野菜価格に影響するとしたら？の設問に対し、「高くても買う」が45%、「高くなったら買わない」が37%とこの両回答間に大きな差はなく、このほか「(価格の)程度による」「一割以上高くなったら買わない」「あまり高かったら他のものにする」「価格に反映することはおかしい」といった安全と安心のバランスがちぐはぐな意見、さらには「自給自足する」「知人と自分達で作れ

るものは交換したい」のように農作物の生産を自己中心に考えている意見も寄せられ、消費者の意識の或る部分を垣間見る思いがしたものの、消費者は無条件の「安心」感が優先し「安心だから安全」という逆転の思考となっているのではないかとの戸惑いをも覚えた。

農薬のどのレベルまでの情報が求められているのかについて本調査では不明であるが、ともかくも農薬の毒性や残留性に対する関心度や不安感が根強いとの再認識もさせられた。

したがって「安全」判断の礎として、農薬の開発に携わっている側としては、求められる内容に応じた情報を、専門的な知識がなくても理解できる形で速やかに開示する努力が必要であり、今後も永く農薬の有効利用を持続させるためにも、消費者の理解を得る方向性を探る時期にきていることは確かではないだろうか。

「数字が独り歩きをしてしまう…」というようなこれまでの個別的な観念にとらわれず、多くの情報を多角的に提示することで、「数字」に対する消費者の見方も、年を重ねるにつれ、より理解が深まるものと予想される。となると現在一部で進められようとしている薬剤数の規制や使用農薬の限定といった偏った生産履歴構成の解消にも繋がるのではないかな。

公益性とリスクの価値判断、農薬の「安全性」の基礎ともなる情報提示に努めるとともに、消費者側にも、提示された情報を公正・冷静な見方で修得してもらうことにより、両者が協調してゆくことの必要性については言をまたない。

ややもすると、一方的な観念に流れがちな国民性ともいわれるが、多くの情報をもとに多様な意見の集積が可能となったときに「安全」に対する認識の成立と、そして漠としたものではない「安心」に結びつくのではないだろうか。

しかし「安全と安心」は農薬論争に限るものではないところに根が深いものがある。

目 次

(第 38 卷 第 2 号)

巻 頭 言

未だなお「安全」と「安心」のはざまで……………1
 <財団法人植物調節剤研究協会 理事
 研究所長 竹下孝史>

特別栽培農産物に係る表示ガイドラインの
 改正について……………3
 <農林水産省 消費・安全局表示・規格課
 有機食品制度班 小俣範雄>

農薬のJA版トレーサビリティ・システム……………9
 <JA 全農営農・技術センター 宗 和弘>

果樹における 1-methylcyclopropene 利用の現状と
 今後の展望 ……………16
 <独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構
 果樹研究所 樫村芳記>

カロテノイド色素と花色の発現……………24
 <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 大宮あけみ>

シリーズ外来雑草は今…(7)
 有用か有害かイネ科の帰化植物……………30
 <独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構
 畜産草地研究所 清水矩宏>

うめくさ-13
 「本草綱目」の図から雑草らしきものを拾う……………38

植調協会だより……………40

よりよい農業生産のために。三共アグロの農薬



●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

●効きめの長〜い
 初・中期一発処理除草剤!!

ラクダープロ®
 フロアブル・Lフロアブル・1キロ粒剤75/51

●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
 初期除草剤

シング® 乳剤

●SU抵抗性雑草(ホタルイ等)に3成分で効果がある
 投げ込み型一発処理除草剤

クサトリエースDX® ジャンボ®H
 ジャンボ®L

●ノビエ3.5葉期まで使える
 新しい中期除草剤

ザーバックスDX® 1キロ粒剤

●使いやすい
 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
 SANKYO 〒113-0033 東京都文京区本郷4-23-14
<http://www.sankyo-agro.com/>

特別栽培農産物に係る表示ガイドラインの改正について

農林水産省 消費・安全局表示・規格課 有機食品制度班 小俣範雄

1 特別栽培農産物に係る表示ガイドラインが改正されました

皆さんは、「特別栽培農産物に係る表示ガイドライン」という言葉をご存じですか。このガイドラインは平成4年に作られたものです。この当時、農薬や化学肥料を減らして栽培された農産物については、生産者の皆さんの独自の基準に基づき、多様な表示で供給されていましたので、流通・消費の面で少なからず混乱が生じておりました。その一方で、このような農産物に対する消費者の皆さんの関心も高まっておりました。このため、生産や表示について一定のルールを決めることにより、生産者の皆さんの努力が評価され、消費者の皆さんがこれら農産物を購入する際の目安となるよう、このガイドラインは制定されたのです。

このガイドラインが作られてから10年以上経ったわけですが、消費者の皆さんから、これら特別な農産物の表示の仕方（名称）や表示の根拠として比較している基準に対して疑問等が寄せられていたため、生産者や消費者の皆さんの代表者を含めた有識者からなる検討委員会を設置して、表示の手法、表示の信頼性を確保するための方法などについて検討が行われました。この検討によりガイドライン改正案が作成され、さらにパブリック・コメント（意見・情報の募集）の結果を踏まえ、平成15年5月に改正、

本年の4月から施行されることとなったところ
です。

2 特別栽培農産物に係る表示ガイドライン改正の概要

今回のガイドラインの改正のポイントは次のページの表のとおりです。

（1）名称の改正

今回のガイドラインの改正は、大幅なものとなったわけですが、最大の変更点はこれまで表示してきた「無農薬」「減農薬」などの名称が表示禁止となり、「特別栽培農産物」の名称に統一されたことでしょう。また、これと隣接して、化学合成農薬等使用資材の節減割合や使用していない旨を表示することとされました。

これは、これまでガイドラインの表示に使われてきた「無農薬」の表示が、生産者の皆さんにとっては、「当該農産物の生産過程等において農薬を使用しない栽培方法により生産された農産物」を指す表示でしたが、この表示から消費者の皆さんは「土壌に残留した農薬や周辺は場から飛散した農薬を含め、一切の残留農薬を含まない農産物」であると受け取られ、また、「減農薬」の表示は、削減の比較の対象となる基準が不明確、削減割合が不明確、何が削減されたのか不明確（農薬の使用回数なのか残留量

* 改正のポイント *

Point 1

特別栽培農産物の特徴が消費者等へ正しく理解されることを目的として、**生産の原則**(土づくり等)が定められました。

Point 2

新ガイドライン表示の対象となる農産物は、**化学合成農薬と化学肥料の双方を慣行の50%以上減らして栽培された農産物**となりました。

また、慣行のレベルは、地方公共団体が策定又は確認したものを節減割合の算定の比較基準とすることになりました。

Point 3

農薬や化学肥料の使用状況に応じて区分毎に設定されていた名称(無農薬栽培農産物、無化学肥料栽培農産物、減農薬栽培農産物、減化学肥料栽培農産物)が、**「特別栽培農産物」に統一**されました。

なのか)等、消費者にとって曖昧で分かりにくい表示であったからです。

このような、消費者の方々からの指摘を踏まえてガイドラインが改正されたところであり、改正後のガイドラインにおいては「無農薬」「減農薬」「無化学肥料」「減化学肥料」の表示は表示禁止事項とされ、これらの語は使用できないこととなっております。

(2) 環境保全型農業の推進

生産の現場においては、食料・農業・農村基本法や持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律などの制定に伴い、環境と調和の取れた農業が求められており、堆肥等による土づくりを行うとともに、化学合成農薬等を低減させることが今後の重要な課題となっています。このような状況を踏まえ、消費者の方々により一層特別栽培農産物への理解を深めてもらい、環境保全型農業をさらに進める観点から、土づくりなどの特別栽培農産物の生産の原則を新た

に規定するとともに、これまで化学合成農薬と化学肥料のどちらか一方を5割以上削減していればガイドライン表示の対象となったものを、化学合成農薬と化学肥料の双方を慣行栽培の5割以上減らして栽培された農産物のみが対象となることとなりました。

(3) 比較の対象となる基準(慣行レベル)の公正化・透明化

化学合成農薬や化学肥料などの節減割合の比較基準となる慣行レベルについては、これまで、栽培責任者等の方々が独自に基準を設定してきた場合もありました。改正後のガイドラインにおいては、消費者の方々の要望に応え、基準の客観性・公正性を高め、基準のバラツキを抑えるため、地方公共団体が策定又は確認した基準を使用することとし、使用実態が明確でない場合には特別栽培農産物の表示は行わないこととされております。

あわせて、地方公共団体が化学合成農薬等の

慣行レベルを策定又は確認した場合にあっては、その内容を外部に公開し、生産者、流通業者、消費者等関係者への周知に努め、各慣行レベルについては適宜見直すよう努めることとされております。

(4) 情報提供方法（農薬等化学合成資材の使用状況）の多様化

農薬等化学合成資材の使用状況については、これまで一括表示とセットで表示することとされていましたが、改正後は、容器包装資材への表示だけでなく、その内容を店舗等で確認できる場合には、インターネット、ビラの添付などによる情報提供方法も可能となりました。

(5) 使用資材の取扱いについて

化学合成農薬の使用回数は、化学合成農薬の有効成分毎にカウントする必要があります。こ

の化学合成農薬のカウントの対象には、ガイドラインと別個の制度である有機農産物の日本農林規格別表2に掲げられる農薬についても含まれます。したがって、複数の有効成分を含んでいる混合剤の場合は、単純に実際に散布した回数をカウントするのではなく、有効成分の延べ使用回数をカウントすることになります。

また、下記のようにカウントの対象とならない例外的な農薬があり、その場合の表示上の留意事項もあります。農薬の使用状況に応じ、表示の方法が異なりますので、詳しくは下記の表を参照してください。

ア 化学合成農薬のうち、性フェロモン剤等誘引剤（交尾阻害を目的とする性フェロモン剤を含む。）については、作物やほ場に直接散布されず、また他の化学合成農薬の削減にもつながるものであり、環境保全型農業の推進にも資す

使用する資材				必ず表示すべき事項
化学合成農薬		化学合成農薬以外の農薬		
化学合成農薬慣行5割以下	性フェロモン等誘引剤	化学合成農薬以外の農薬	天敵及び特定防除資材	
使用	使用	※	※	➡ 化学合成農薬：当地比〇割減（使用回数） （〇〇（性フェロモン等誘引剤名）使用）
使用	不使用	※	※	➡ 化学合成農薬：当地比〇割減（使用回数）
不使用	使用	※	※	➡ 化学合成農薬：栽培期間中不使用 （〇〇（フェロモン等誘引剤名）使用）
不使用	不使用	使用	※	➡ 化学合成農薬：栽培期間中不使用
不使用	不使用	不使用	使用	➡ 農薬：栽培期間中不使用 （〇〇（天敵及び特定防除資材名）使用）
不使用	不使用	不使用	不使用	➡ 農薬：栽培期間中不使用

ることから、節減割合の算出に当たっての使用回数には含めないこととしたところです。

ただし、性フェロモン剤等誘引剤を使用した場合には、その事実を正しく消費者に伝える観点から、一括表示欄において使用した旨を表示することとしています。

なお、性フェロモン剤を含む農薬であって、殺虫剤との混合剤で「誘殺」を目的とした農薬の場合、殺虫成分について使用回数の対象に含めるとともに、性フェロモン剤等誘引剤を使用した旨表示することとなります。

イ 特定防除資材（「原材料に照らし農作物等、人畜及び水産動植物に害を及ぼすおそれがないことが明らかなもの」として指定された特定農薬の通称。）については、天敵（死菌剤については天敵に該当しないことから、死菌剤を使用した場合には「農薬不使用」にはなりません、化学合成農薬ではないため、使用回数のカウントの対象にはなりません。）と同様の扱いとし、

天敵及び特定防除資材のみを使用している場合は「農薬：栽培期間中不使用」と表示できることとしました。

ただし、天敵も特定防除資材も「農薬」の範囲内にあることから、消費者に対して、資材の使用状況について正確に情報提供を行うとの観点から、天敵及び特定防除資材を使用した農産物に「農薬：栽培期間中不使用」と表示する場合は、天敵や特定防除資材を使用した旨を併せて表示（天敵及び特定防除資材の一般的名称）することとしました。

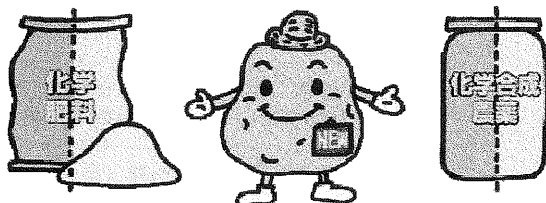
ウ 展着剤については農薬取締法において登録されているものですが、同剤は主剤の物理性を増強し効果を高めるために用いられる薬剤であり、一般にそれ自体普通の農薬のような薬効を持たないので補助剤として扱われています。ガイドラインにおいては、化学合成農薬の使用回数は、有効成分の延べ使用回数をカウントすることになっていますので、展着剤については、

特別栽培農産物とは

上記の生産の原則に基づくとともに、その農産物が生産された地域の慣行レベル（各地域の慣行的に行われている化学合成農薬及び化学肥料の使用状況のこと）に比べて、

化学合成農薬の使用回数が50%以下
化学肥料の窒素成分量が50%以下

で栽培された農産物です。 ※性フェロモン剤等誘引剤を除く。



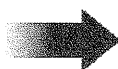
従来は、化学合成農薬又は化学肥料のどちらか一方でも50%以上節減していれば、ガイドラインに基づく表示が可能でしたが、新ガイドラインでは、化学合成農薬と化学肥料双方の節減が必要となります。

名称について

改正前

改正後

	無農薬	減農薬	慣行
無化学肥料	A	B	C
減化学肥料	D	E	F
慣行	G	H	適用の範囲外



	無農薬	減農薬	慣行
無化学肥料	特別栽培農産物		適用の範囲外
減化学肥料			適用の範囲外
慣行	適用の範囲外	適用の範囲外	適用の範囲外

化学合成農薬の使用回数には含めないこととなっています。

3 おわりに

今回のガイドラインの改正は、平成15年5月26日に行われたところですが、このような大幅な改正となりましたので、およそ1年程度の周知期間、移行期間を設けることとし、新しいガイドラインの適用は平成16年4月1

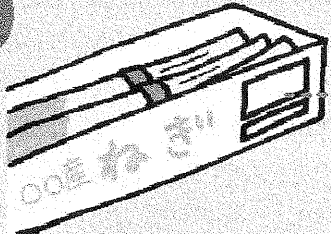
日以降に生産された農産物から対象となることとしました。したがって、平成16年3月以前に生産された農産物については、改正前のガイドラインに基づく表示を行うこともできます。

このガイドラインは、特別な農産物の生産、流通、販売に携わる人たちが生産や表示のルールに従って自主的に確認・管理し、関係者の自発的な行動によって守られるものでありますが、生産者・消費者双方の皆さんのニーズに応じて

※ 特別栽培農産物の表示例

ラベルや店頭での表示の他に、消費者が商品選択の際に、農薬等資材の使用状況について、その内容を店舗等で確認できる場合は、インターネット（ホームページのアドレス表示）、票片の添付などの方法が可能になりました。

表示例 1



農林水産省新ガイドラインによる表示

特別栽培農産物
 農 薬：栽培期間中不使用（食酢使用）
 化学肥料：当地比5割減（窒素成分）
 栽培責任者 ○○○○
 住 所 ○○県○○市△△
 連絡先 TEL○○-○○-○○
 確認責任者 △△△△
 住 所 ○○県○○市◇◇◇
 連絡先 TEL○○-○○-△△

使用資材名	用途	使用量
▽▽▽	元肥	窒素4kg/10a
◇◇◇	追肥	窒素1kg/10a

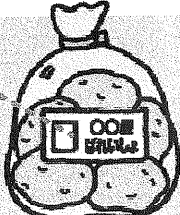
注：使用資材名は原則として産品名ではなく、主成分を示す一般的名称を表示します。

表示例 2

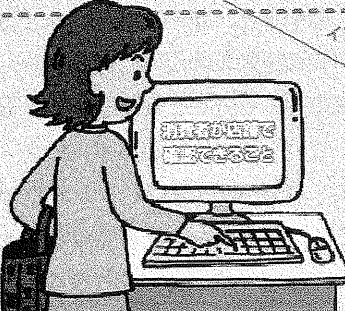
農林水産省新ガイドラインによる表示

特別栽培農産物
 化学合成農薬：○○○地域比7割減（使用回数）
 化学肥料：栽培期間中不使用
 栽培責任者 ○○○○
 住 所 ○○県○○市△△
 連絡先 TEL○○-○○-○○
 確認責任者 △△△△
 住 所 ○○県○○市◇◇◇
 連絡先 TEL○○-○○-△△

（農薬等使用状況）
<http://www.tokusai...jp/>



インターネットで
問い合わせ



化学合成農薬の使用状況

使用資材名	用途	使用回数
○○○	殺菌	1回
□□□	殺虫	2回
△△△	除草	1回

注：使用資材名は原則として産品名ではなく、主成分を示す一般的名称を表示します。

制定されたルールであり、当該ガイドライン表示の規定にしたがって表示することが消費者の皆さんの信頼を得ることにつながりますので、ガイドラインに基づく表示が広く行われることが期待されています。

今回のガイドラインの改正に関する情報（改正の概要、パンフレット、Q&A集、改正後のガイドライン本文等）は農林水産省のホームページ上に掲載されておりますので、参考にして頂ければ幸いです。（http://www.maff.go.jp/shiki/syokuhin/heya/tokusai_gaido.htm）

こぼれ話

— 続・ヒマワリは日回りか? —

本誌35巻7号（平成13年10月号）29頁で「ヒマワリは日回りか?」と題して、ヒマワリの花は朝は太陽に向かって東を向き、日中陽が高くなると上に向き、陽が西に傾くと西を向く、つまり太陽の動きにつれて花が回るのでヒマワリ（日回、向日葵とも書く）というと言われているがこれはマッカなウソで、ヒマワリの花は、花が咲いたときの方向のままで断じて回ることはないと牧野富太郎博士が書いてると記載したが、別の研究ではこの説こそ誤りで、ヒマワリは生育時期によって太陽の動きにつれて回るとというのが正しい説であることが判明したのでここに訂正する。

百科事典などでヒマワリの項を調べると「日に回る」「日に回らない」と事典によって正反対のことが書かれている。実はヒマワリは葉と花の運動が顕著な植物で、生育初期の若い時期のヒマワリの茎の先端は太陽の動きにつれて東から西に回り、花が開花後はこ

の運動は止まり陽の動きにつれて回ることはないというのが正しい説である。

ヒマワリが若い時期は太陽光線を受けるとオーキシンという成長ホルモンを作り、このオーキシンは日光が当たらない側では濃度が高くなって、集中的に働いて反応点の細胞を刺激して成長運動を続けるといわれている。



▲花は陽の動きにつれて回らない

従ってオーキシンは太陽の動きとともに日光が当たらない方向に移動し、日陰側の細胞がよく伸びて、ヒマワリの若い茎の先端は常に太陽の方向を向く転頭運動をするといわれている。この運動は蕾ができない若い時期まで続

き、夜中の12時にはちゃんと東を向いて止まり、翌朝また、東から西に回転するのである。この転頭運動は花が咲くと止まり、花は多くは東の方向を向いたまま動かなくなるのである。このことから、百科事典によって「日に回る」「日に回らない」とあるのはいずれも間違いではないが、正確ではない。 ㊦

（参考図書「ほんとの植物観察」地人書館）

農薬のJ A版トレーサビリティ・システム

J A全農営農・技術センター 宗 和弘

1. はじめに

近年、農薬の使用に対する関心が従来以上に高まっている。この状況は、改正農薬取締法の施行（平成15年3月）の発端となった平成14年夏の無登録農薬の販売・使用問題により加速されたのは記憶に新しい。さらに、改正法により農薬使用基準の遵守が罰則を伴う規制の対象になったことや、罰則はつかないものの防除の記録が“遵守の努力を要請する基準”になったことが「農薬の使用状況の記録と開示」に大きな関心が集まる要因となっている。現在のような状況は、過去にも例が無いほどの規模であり、消費者をはじめとした世間一般に広く認知され、かつ、信頼してもらえ記録システムの構築が求められている。以下、農薬使用記録の必要性と仕組みを紹介しながら、J A版トレーサビリティ・システムについて紹介したい。

2. トレーサビリティとは

トレーサビリティ（traceability：追跡可能性）は、traceable（【形】遡って跡を尋ねることのできる）からきており、主に生産物の材料調達から製造や加工、流通までを記録し、その全履歴を遡及できることを指す。この履歴の遡及を可能にする仕組みがトレーサビリティ・システムと呼ばれるものである。この考え方は当初、B S E

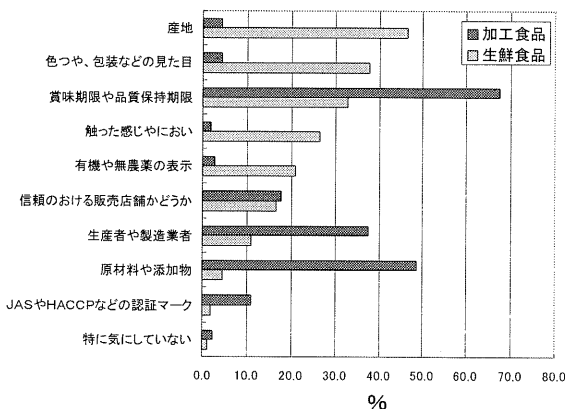
問題の高まりから畜産物を中心に発展してきたが、近年の農薬を取り巻く情勢の変化から農産物（青果物）にまで及ぶようになった。

3. トレーサビリティ・システムの必要性

（1）消費者の食品表示に対する信頼度

まず、消費者の食品表示に対する信頼度を推し量ってみたい。2002年8月農林漁業金融公庫が実施した「消費者動向等に関する調査」によると、「安全性」（生鮮食品）をどのようなことで判断しているかとの問いに対し、「産地」との回答が約46%と最も多く、次いで「色つや、包装などの見た目」が約38%、「賞味期限や品質保持期限」が約33%という結果であった。

従来であれば、安全性の証として「表示」を頼りにしていたと思うが、今回の結果では、安



食品を購入するとき、安全性をどのようなことで判断しているか
（「消費者動向等に関する調査」2002年8月農林漁業金融公庫より）

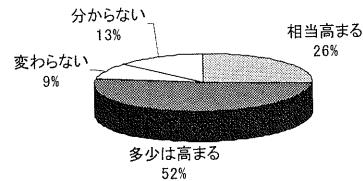
全性を何らかの表示で判断している消費者は、「有機や無農薬の表示」が5位（約21%）、「JASやHACCPなどの認証マーク」が9位（約2%）とふるわなかった。また、2002年10月に実施された国民生活センター調査（3000人対象・回収率70.7%）結果では食品表示を「信頼できない」か「どちらかといえば信頼できない」の計が62.3%にも上った。これらの結果から、食品にまつわる不祥事発覚以後、表示に対する信頼が著しく低下してしまったことは明らかである。

（2）消費者の信頼度回復とトレーサビリティ

一度失った消費者の信頼を回復することは、過去の事例が示すように容易ではないが、不退换の心で取り組まなければならない。そのための第一歩は、生産から加工、流通まで法令を遵守し適正に行うことである。そして、正しさを間違いなく表示し、かつ、正しく開示しながら、これらの適正な行為を継続させていく必要がある。1度や2度の正しい行為が直ちに信頼回復へ結びつくことはないということを肝に銘じておかねばならない。

では、正しい生産が行われた事実は、どのようにしたら正確に伝達され、消費者の信頼を得られるのであろうか。このことの解答の1つが、前述の「消費者動向等に関する調査」における消費者のトレーサビリティ・システムに関する設問の回答結果にある。

トレーサビリティ・システムの認知度は、知らない人が66%もありまだまだの状況であったが、「トレーサビリティ・システムの導入によって食品の安全性に対する信頼度は高まると思うか」の質問に対しては、相当高まるが26%、多少は高まるが52%と、計78%の人が信頼度は高まると考えていることが分かった。つまり、ト



トレーサビリティ・システムの導入によって食品の安全性に対する信頼度は高まると思うか

（「消費者動向等に関する調査」2000年8月農林漁業金融公庫より）

レーサビリティ・システムにより、ある農産物の生産履歴を完全に遡ることができて、それを消費者がいつでも確認できるようになれば、消費者の疑問の多くを払拭することができるようになると考えられる。また、仮に問題が発生したとしても、どこで間違いがあったかを遡ることができるため、生産や流通などの各段階において誤った行為の抑止にも役立つのである。

4. トレーサビリティ・システムの現状

トレーサビリティ・システムは、営農集団独自のものから、JA単位のもの、量販店を巻き込んだ大きなものまで、多くのシステムが開発もしくは提供されている。農林水産省でもトレーサビリティ・システム導入促進対策事業を平成14年度から実施しており、その成果が実現されつつある。このように、いくつかのシステムが開発・導入されつつあるが、まだ全国に浸透するまでには至っていないため、今後さらにシステム開発や普及が進められていくと考えられる。

これらのシステムには、記録方式や記録の提示方法などに固有のアイデアが盛り込まれており、システム上に細かな仕様上の差異が認められる。ただし、記録を残して提供するというシステムの根幹は同一であり、「どの段階でどのような情報を記録し、どのように情報を提供するか」がトレーサビリティ・システムを特徴付

ける重要な要素となっているのである。

(1) 記録の重要性と記録方式の現状

トレーサビリティ・システムは、農産物がどのようにして生産されたかを遡って確認することができるシステムであるため、生産の各段階で正確かつ確実に「記録」を残す必要があり、これがシステムの根幹でもある。農家においては、播種日や、定植日、収穫日、施肥量、農薬使用記録などシステムに必要な生産情報を記帳することが重要になる。

以前は、この記帳した紙情報を申請書に整えて提出し、量販店で書類を確認するという方式が取られていたこともあったが、確認に手間がかかることや、売り場の販売品に書類の情報を示しにくいなどの問題があり、あまり普及しなかった。その後、情報の入力や提供にWEBを活用する方法が主流となり、各生産段階において、情報はすべてパソコンで入力・記録する方法が取られるようになった。そのため、農家段階で記帳した生産記録をパソコン入力する必要があるが、この入力をできるだけ簡便に済ますことがより良いシステムを構築するための命題となっており、OCR装置による入力を可能にしたシステムも登場している。

(2) 記録方式の変化

生産履歴を示すためには、生産物を識別する背番号のようなものが
必要である。このことを実現する方法として、生産物毎に農家のID番号（場合によっては顔写真も）を付与しID番号によってW

ＥＢ上から生産履歴を得る方法や、生産物毎にバーコードを付与し、バーコード読み取り機によって情報を得る方法などが一般的である。この方法の前提条件となるのが、このＩＤやバーコード毎に、各段階において情報が間違いなく入力されていることである。どこかの段階で、入力されていない場合、履歴情報としては、歯抜け状態になることもあり得る。

最近は、ＩＣチップも超小型化が進み、ＩＣタグとして生産物に取り付けられるほどの大きさになっている。大量の情報を読み書きできるようになるため利用価値が高く、しかもバーコードよりも読み書きに手間がかからない方法を取れるという利点もある。

平成16年1月18日 朝日新聞（経済欄）

「ICCタグ」

「ダイコンの「経歴」」

「食の安全」確保に一役

生産者、加工者、流通者、消費者の役割

「食の安全」確保に一役

「食の安全」確保に一役

「食の安全」確保に一役

しかし、ICタグや読み書きする装置のコスト、通信方式の統一、チップの回収など解決すべき課題も残っている。

5. 防除日誌記帳運動という名のトレーサビリティ・システム

全農では、1985年から防除日誌記帳運動という農薬の使用履歴を残す取り組みを展開し、農薬の適正使用による農産物の安全性証明や現場指導に役立ててきている。トレーサビリティ・システムは、履歴を遡及するシステムであるので、農薬の使用に特化したトレーサビリティではあるが、安全性の証明や問題に対する原因の究明や改善に役立っている点では、この防除日誌記帳も一種のトレーサビリティ・システムと言えるのではないかと考えている。

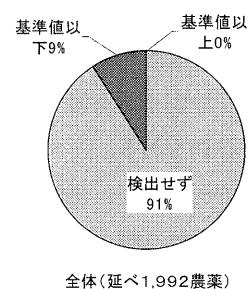
(1) 基準を守って生産した農産物の安全性

全農は昭和46年(1971年)に安全防除運動をスタートさせて以来、一貫して「生産者、

農産物、環境」の3つの安全を掲げて取り組んで来た。そして、1985年からは、防除日誌記帳運動を展開し、農産物の安全性を消費者(あるいは生産者自身)に「目に見える安心」を伝えていくことを目指した。防除日誌には、農薬散布日、使った農薬の名前、使用目的、使用濃度、使用量、収穫日などの必要事項を作物や圃場ごとに記入するようにし、後に日誌を検証すれば、安全使用基準に定めた収穫前使用日数や散布回数、使用量などが守られているかがチェックでき、収穫した農産物の安全性についても自信を持って保証することができるようになる。また、農家にとっても病虫害の発生状況や防除の記録簿として使え、防除の改善や合理化の材料として貴重なデータを残すメリットがあった。しかし、

消費者の立場からすれば、「使用基準を守った農産物は安全である。国も農薬登録という形で保証している。」と言われてもなかなか納得しにくいものがある。そこで、1989年からは、防除日誌のチェックと使用された農薬の残留分析を行うことで農産物の安全性を証明する「防除日誌パイロットJA」の取り組みを始めた。1989年に49JAでスタートして以来、2003年までに数多くのJAが参加し、水稻、麦をはじめ、野菜、果樹などほぼ農産物全般を対象に述べ10,000を超える農薬の分析を行った。

結果のうち、近年の取り組み結果を例にとると、平成10年~12年の3年間で述べ1,992農薬の残留分析を行なったところ、使用した農薬の91%は検出されず、検出された農薬は9%であった。ただし、検出されたものも基準値を超えるものはなく、反対にはるかに下回る数値であった。また、水稻除草剤に関しては、取り組み開始から十年間にわたり分析を続けたが、収穫物(米)から検出されたことは1度も無かった。一方、収穫物と時を同じくして集めた防除日誌を検証したところ、いずれも農薬の使用基準を守って適正に使用されており、全く問題ないことが分かった。これらの取り組み結果は、農薬の使用基準を守って適正使用すれば、使用した農薬のほとんどが分解・消失し、農作物に残留することはほとんどないことを示しており、農薬を適正に使用した場合の農産物の安全性を現場レベル



てあり、管理作業も楽にこなせるよう工夫してある。また、生産情報をデータベース上に集約することによって、取引先や消費者から求められる「安心」を証明する基礎データを提供することが可能になる。インターネットに接続できる環境とパソコンさえ用意すれば、どこでも使用できるようになる。

(問) J A全農 大消費地販売推進部

(TEL) 03-3245-7127 (FAX) 03-3245-7430

(株)全農情報サービス 東日本支店

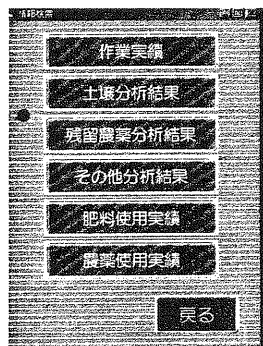
(TEL) 03-3296-8715 (FAX) 03-3296-8733

(2) J A栽培履歴データベース

「生産履歴記帳運動」を支援するシステムである。インターネットは介さず、スタンドアロン(端末毎)での運用となる。作物の生産工程に関わる情報を管理するデータベースで、農薬使用実績の他各種履歴を残せるようになっている。入力

を簡便にするためのOCR装置もオプションで用意され、入力の簡便さを追及したシステムになっている。

(問) J A全中 食の安心・安全対策室



(TEL) 03-3245-7921 (FAX) 03-5255-7357

J A全農 営農対策部営農企画課

(TEL) 03-3245-7101 (FAX) 03-3245-7106

8. まとめ

農薬のトレーサビリティ・システムを正しく稼働させるためには、使用基準を守った適正防除の実施と、正確な記録が不可欠である。ただしいくら正確に記録されていても、誤った防除はあってはならないし、基準を遵守していたとしても、記録を間違えれば、正しい行為の人が罰せられることもあり得る。つまり、虚偽の記録が、計り知れないほどの大きな損失をもたらすことを知っておく必要がある。消費者の信頼回復の手段として動き出したトレーサビリティ・システムを生かすも殺すもは、正しい運用が最も重要であることを肝に銘じつつ、1日でも早く国内農産物に対する国民の信頼が回復するようお願いしてやまない。

参考文献

- 1) シンポジウム「農薬をめぐる最近の話題」講演要旨, 日本植物防疫協会 (2003)
- 2) 農林水産技術研究ジャーナル, 農林水産技術情報協会 (2003)

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

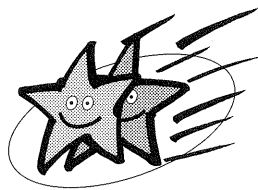
伊藤 一幸／著

定価 1,000円+税

B6判 104ページ

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



水田一発処理除草剤

ダブルスター®

**1キロ粒剤
ジャンボ®
顆粒**

ピラゾスルフロンエチル・フェントラザミド 含有

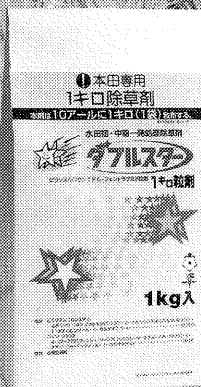


3つの剤型で水田除草革命宣言

あなたは、どのダブルスター？



顆粒



1キロ粒剤



ジャンボ®

特長

1.高い除草効果

ノビエなどの一年生雑草から、ホタルイ、ウリカワ、ミズガヤツリ、ヘラオモダカ、ヒルムシロ、セリなどの多年生雑草に高い効果を示します。

2.問題の一年生雑草にも有効

最近問題となっている、アメリカアゼナやアゼトウガラシ等の一年生広葉雑草やタウコギ等のキク科雑草に対しても、発生前～発生初期の処理で高い効果を示します。

3.ゆとりのある使用時期

移植後5日から、ノビエ2.5葉期（ジャンボは2葉期）まで、長い期間にわたって使用できます。田植後、ゆとりをもって散布ができます。

4.長い残効性

各種雑草に対して通常40～50日間の残効が期待できます。特にノビエに対する残効性に優れた剤ですので、ノビエの後発生が問題となる寒冷地においても十分な効果を保ちます。

5.水稲に対する優れた選択性

水稲に対して選択性が高いため、通常の水田条件下では安心して使用できます。

ダブルスター協議会

バイエル クロップサイエンス(株)/日産化学工業(株)

〈事務局〉日産化学工業株式会社 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-7-1 (興和一橋ビル)

果樹における 1-methylcyclopropene 利用の現状と今後の展望

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構果樹研究所 檜村芳記

はじめに

リンゴ、ニホンナシ等の果実では、植物ホルモンの一つであるエチレンによって成熟が促進される。ニホンナシ、カキ、イチジク等において成熟促進剤として利用されるエテホンは、本剤の分解により生成されるエチレンの成熟促進作用を利用したものである。また、バナナ、キウイフルーツではエチレンによる追熟処理が広く行われている。

一方、エチレンは、果実の成熟のみならず老化も促進するため、果実が適熟状態となった後は品質低下を加速させることになる。特に、多くの果樹において果実の日持ち性を左右する果肉軟化はエチレンによって著しく促進される。このため、果実の貯蔵・流通中における品質保持を目指し、エチレンの生成阻害剤や作用阻害剤の開発が進められてきた。

エチレンの生成阻害剤としては、aminoethoxyvinylglycine (AVG) がよく知られている。AVGは、米国においてはリンゴの落果防止剤 (ReTain®) として利用されており、我が国においても落果防止、日持ち性改善、成熟遅延等を目的に植物成長調節剤としての実用性が検討されたが、実用化には至っていない。

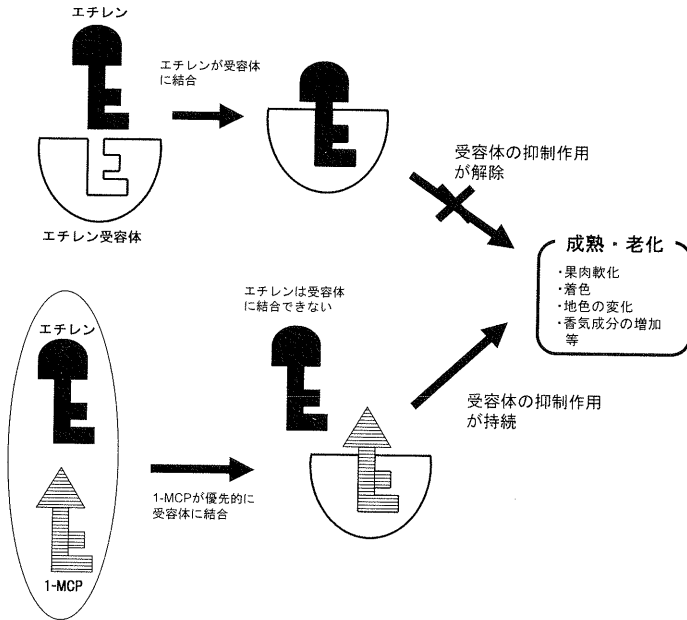
一方、エチレンの作用阻害剤としては、チオ硫酸銀 (STS) が花きの鮮度保持剤として広く普及しているが、安全性等の面から食用作物では利用できない。その他のエチレン作用阻害剤

についても、化学的安定性や安全性等の理由から果実の品質保持への応用は困難な状況にあったが、1996年、米国において、リンゴ等の果実に対して顕著な品質保持効果を示すエチレン作用阻害剤1-methylcyclopropene (1-MCP) が開発され¹⁾、我が国においても農薬登録の申請がなされているところである。ここでは、1-MCPの開発経緯及び果実の品質保持剤としての特性等について紹介したい。

1. 1-MCPの開発経緯

植物がエチレンに対して示す様々な生理的反応は、エチレンがエチレン受容体と呼ばれるタンパク質に結合することによって引き起こされる。エチレン受容体は、果肉軟化等の成熟に関わる遺伝子の発現を抑制する作用を持っているが、エチレンが結合すると受容体が不活化され、抑制作用が失われるため成熟等が急速に進むことになる (図-1)。

このようなエチレンの作用機構から、エチレンとエチレン受容体の結合に関する基礎的研究が進められ、エチレン以外にも本受容体に結合する物質の存在が明らかにされてきた。受容体に結合する物質は2つのタイプに分けられ、一つは、結合することによりエチレンと同様に受容体を不活化し成熟等に対する抑制作用を失わせるもの、もう一方は結合しても受容体を不活化しないものである。エチレン作用阻害剤とし



図－1 1-MCPによる成熟・老化の抑制

て利用されるものは後者の物質である。

1986年に後者のタイプの物質として2,5-norbornadiene (2,5-NBD) が開発された²⁾。本物質は高いエチレン作用阻害効果を示すが、受容体との結合が可逆的であり、短時間で受容体から離脱するため、1回の処理による効果は数時間に限られる。

引き続いて、1993年にはdiazocyclopentadiene (DACP) が開発された³⁾。本物質は、2,5-NBDとは異なりエチレン受容体と不可逆的に結合するものの、化学的に不安定だけでなく爆発性を有するため、生産現場等での利用は困難である。DACPは処理に先立ち光照射することによりエチレンの作用を阻害することから⁴⁾、DACPの光分解物の解析が進められ、cyclopropene及びその誘導体である1-MCPの開発へと発展した。

2. 1-MCPの諸特性

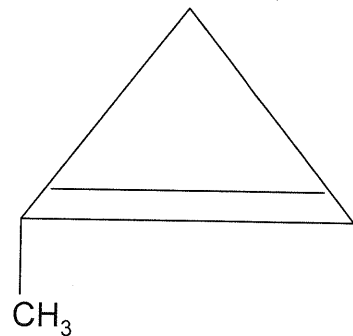
1-MCP (図－2) は、1996年に米国ノースカロライナ州立大学のSisler及びBlankenshipに

よって開発された¹⁾。本物質は、常温・常圧では無臭の気体であり、毒性も認められていない (表－1)。また、光照射により分解するが、化学的には比較的安定している。エチレン受容体との親和性は、エチレンの10倍程度と高く、数ppb～数ppmという極めて低い濃度でエチレンの作用を強力に阻害する⁵⁾ (図－1)。1-MCPの存在下でエチレンが受容体に結合するためには100ppm以上の濃度が必要と推定されている⁵⁾。熟度の進んだ果実では1-MCPの効果が認められな

表－1 1-MCPの毒性

急性吸入 LC ₅₀	1126ppm (2.5mg/L) 以上	
変異原性	Ames試験 突然変異試験 マウス小核試験 細胞毒性試験	陰性 陰性 陰性 陰性
催奇形性	なし	

い場合も多いが、このような果実では組織内部のエチレン濃度が極めて高いため、1-MCP処理果においても、エチレンが受容体に容易に結合する可能性が高い。なお、1.25%以上の高濃度では爆発する危険性を有するが、通常は数ppm以下の低濃度で使用されるため実用上は問題ないと考えられる。



図－2 1-MCPの構造式

ここで、1-MCPをエチレン作用阻害剤として実用化する場合の利点を整理すると、

- ①エチレン受容体と不可逆的に結合するため処理効果の持続期間が長い。
- ②エチレン受容体との親和性が高いため、極めて低濃度で処理効果が得られる。
- ③化学的に安定しており、爆発等の危険性も低いいため、取り扱いが容易である。
- ④毒性が極めて低く、安全性が高い。

となる。なお、①の持続期間及び②の処理濃度については樹種や果実の生理的状态によってかなり異なる。また、モモ等エチレン感受性であるにもかかわらず明確な処理効果の認められない果樹もある⁶⁾。このような相違には、1-MCPの果実組織内への浸透性、エチレン受容体との親和性、エチレン受容体の代謝（新たな受容体の生成速度）等が関係しているものと思われるが、詳細は明らかとなっていない。

ところで、エチレン作用の阻害効果は1-MCPのみならず、cyclopropene及びその誘導体において広く認められている。このような物質について比較検討した結果、cyclopropeneにおける炭素1番の水素がアルキル基で置換された場合に高いエチレン作用阻害効果を示すことが明らかにされてきた^{7,8)}。現在のところ、化学的安定性、同等な効果を得るのに必要な処理濃度等から1-MCPが最も実用性の高いエチレン作用阻害剤と考えられているが、最新の研究でアルキル基の炭素数が4以上の場合、炭素数が増加するほど処理効果が高まり、1-MCPの処理効果を上回る可能性が示された。本研究によれば、同一濃度で処理したバナナの日持ち性は、アルキル基がメチル基 (CH_3 -) (1-MCP) の場合、12日間であったのに対し、ペンチル基 (C_5H_{11} -) では14日間、ヘキシル基 (C_6H_{13} -) では20日間、

デシル基 ($\text{C}_{10}\text{H}_{21}$ -) に至っては36日間であった⁹⁾。今後の研究によっては、1-MCP以上のエチレン作用阻害効果を持つ薬剤の開発も期待される。

3. 1-MCPの植物成長調整剤としての実用化

前述したように1-MCPは常温・常圧では気体のため、このままでは流通現場等で利用することは難しい。このため、米国Floralife社により1-MCPを α -cyclodextrinに包摂させ粉末状に加工する技術が開発され、1999年にEthylBloc[®] (1-MCP含有量：0.14%) という商品名で花きの品質保持剤として実用化された。その後、米国ローム&ハース社が1-MCP製剤の開発・販売に関する権利を獲得し、同社傘下のAgroFresh社により食用作物の品質保持剤としてSmartFresh[®] (1-MCP含有量：3.3%) が開発された。これらの1-MCP製剤については、ニュージーランド、チリ、アルゼンチンにおいて農産物への使用が認められており、2002年には米国においてもリンゴ、メロン、トマト、ナシ、アボカド、マンゴー、パパイヤ、キウイフルーツ、スモモ、アンズ及びカキへの使用が認可された。我が国においては、現在、リンゴ、ニホンナシ及びカキを対象に農薬登録申請がなされている。

4. 1-MCPの処理方法

1-MCPは、製剤(EthylBloc[®], SmartFresh[®]) を水に溶解させることにより発生する。果実へ処理する場合は、果実を気密性の高い貯蔵庫や容器に密封し、庫内(容器内)で製剤から1-MCPを発生させることにより暴露処理する。

常温・常圧下では、20~30分程度で1-MCPは製剤から完全に放出されるが、低温下では放出に要する時間が長くなる。処理に際して最も注意すべき点は処理容器の気密性である。段ボー

表-2 ポリエチレンフィルムを1-MCP処理容器に使用する場合に必要な膜厚

内容積(m ³)	膜厚(mm)
0.1	0.1020
1	0.0762
5	0.0508
>10	0.0254

(ローム&ハース社技術資料)

ル箱等通
気性の容
器が使用
できない
ことは言
うまでも
ないが、

薄手のポリエチレンフィルム等も1-MCPをかなり透過するため、処理に利用する場合は十分な膜厚を有する資材を選択することが必要となる(表-2)。

5. 1-MCPの処理条件が果実の品質保持効果に及ぼす影響

1-MCPは果肉軟化、地色の変化(クロロフィルの分解)のみならず酸の減少も抑制する。また、リンゴの油あがりややけ症¹⁰⁾、ニホンナシの果肉変色¹¹⁾等の発生も軽減するなど広範な処理効果が認められるが、効果の程度は樹種、品種だけでなく処理条件や果実の生理的状态によってもかなり異なる。

1) 処理濃度

処理濃度が高くなるにつれて処理効果も大きくなるが、ある濃度以上では効果がほとんど変わらなくなる(図-3)。最大の処理効果を得るために必要な最低濃度は樹種によって大きく異なり、アボカドでは30ppb以上¹²⁾、バナナでは500ppb¹³⁾、リンゴでは1ppm¹⁴⁾程度、カキでは100ppb以上^{15, 16)}、西洋ナシでは10ppm以上¹⁶⁾と考えられている。

2) 処理の温度及び時間

処理時の温度が低くなると処理効果が低下する傾向にあり、概ね20~25℃が適当な処理温度とされている。リンゴ‘Cortland’を用いた試験によれば、23℃で処理した場合、3時間処理

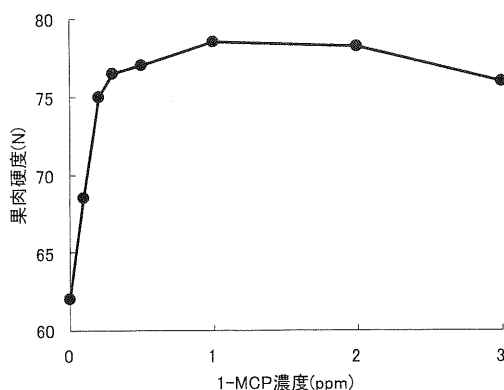


図-3 1-MCPの処理濃度がリンゴの果肉軟化に及ぼす影響
(1-MCP処理した‘デリシャス’を20~24℃で貯蔵)
(X.Fan et al., 1999)¹⁴⁾

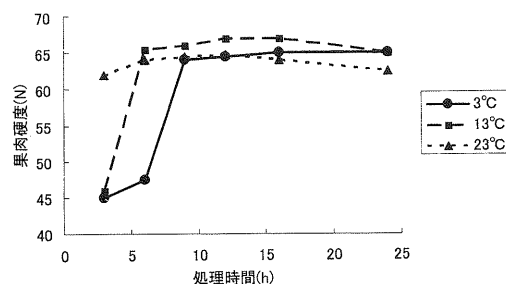


図-4 1-MCPの処理温度および処理時間がリンゴの果肉軟化に及ぼす影響(60ppbの1-MCPで処理した‘コートランド’を0~1℃で120日間処理)
(J.R.DeEll et al., 2002)¹⁷⁾

でも24時間処理に近い品質保持効果が得られたのに対し、3℃で同等の効果を得るためには9時間の処理を必要とした(図-4)¹⁷⁾。十分な効果を得るために必要な処理時間は、温度以外の要因によっても変化するため、一般的には12~24時間程度必要とされている。ただし、いたずらに処理時間を長くすると、処理容器内が低酸素、高炭酸ガス状態となり果実にガス障害が発生するおそれが生じる。なお、処理濃度を高めることにより同等の処理効果を得るために必要な処理時間を短縮できる場合もある。

3) 処理果の生理的状态

成熟が進んだ果実では処理効果が劣る傾向にある^{18, 19)}。また、処理は収穫後速やかに行う必

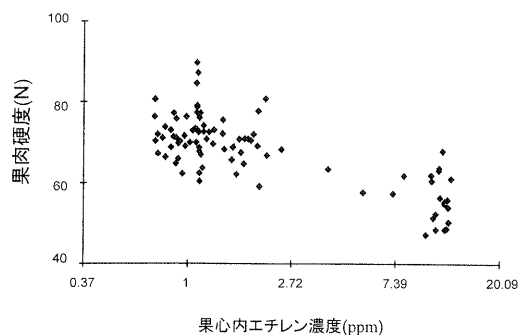


図-5 1-MCP処理したリンゴ果実における果肉硬度と果芯内エチレン濃度との関係(0.5, 1又は2 ppmの1-MCPで処理した‘旭’を20℃に7日間貯蔵) (C.B.Watkins et al., 2000)²¹⁾

要がある²⁰⁾。樹種や品種、収穫果の熟度によっても異なるが、遅くとも収穫翌日までに処理することが望ましい。

リンゴ等の果実では、成熟に伴いエチレン生成が高まるため、果肉組織内のエチレン濃度も上昇する。また、このようなエチレン生成の上昇は収穫後急速に進む。熟度や収穫後日数による処理効果の違いは、このような果実のエチレン生成の相違に関係するものと考えられる。1-MCPを処理後7日間貯蔵したリンゴ‘旭’においては、果肉硬度と果芯内エチレン濃度(対数値)との間に負の相関が認められている(図-5)²¹⁾。

4) 特殊な処理方法

①反復処理

通常、1-MCP処理は収穫直後に1回のみ行われるが、反復処理することでより高い効果が得られる場合がある^{19), 23)}。リンゴ‘レッドチーフ デリシャス’において700ppbの1-MCPを収穫直後に1回のみ処理した場合と、月1回、2週間に1回及び週1回で反復処理した場合を比較すると、処理頻度が高いほど貯蔵後期における果肉硬度が高く維持された。ただし、このような傾向は20℃で貯蔵した場合に認められ、0℃で貯蔵した場合には認めら

れなかった¹⁹⁾。

②減圧処理

処理に先立ち処理容器内を1/4～1/8気圧まで減圧することにより同等の処理効果を得るために必要な処理時間を著しく短縮することができる^{11), 23)}。特に、リンゴでは短縮効果が大きく、品種や果実の熟度にもよるが1分間程度の処理で実用的な品質保持効果が得られる。一方、ニホンナシの場合は、減圧処理でも1時間程度の処理時間を必要とする。

6. 1-MCPを利用した高品質果実の供給

以上述べてきたように、1-MCPは適切な条件の下で果実に処理すれば様々な樹種で顕著な品質保持効果が得られる。

1-MCP処理を果実品質制御手段の一つとして見た場合、特筆すべき点は、常温においても一定の品質保持効果が得られることである。無論、1-MCP処理果であっても冷蔵あるいはCA貯蔵することでより長期の品質保持が可能となる。しかしながら、温度管理が困難な流通・販売過程における品質低下を顕著に抑制可能な実用手段が存在しない現状を鑑みた場合、本点の持つ価値は大きい。早生品種等日持ち性の悪い品種の場合、棚持ちを考慮し、品質を犠牲にしても、やや未熟な状態で収穫・出荷する傾向にあるが、1-MCP処理を行うことで、より完熟に近い果実を出荷することが可能となる。日持ち性の悪さから普及が困難であった品種について再評価することも必要となろう。また、リンゴでは、1-MCP処理果を冷蔵後常温に移した場合でも品質保持効果が持続するとの報告があり、冷蔵等を併用し長期貯蔵する場合であっても、出庫後の流通・販売過程における品質低下を抑制できる可能性が高い。

1-MCP処理における第二の特徴は、リンゴ等において酸の減少が抑制されることである。リンゴ‘ふじ’は極めて高い貯蔵性を有し、普通冷蔵であっても果肉硬度は、かなり長期にわたって維持される。しかしながら、普通冷蔵では酸の低下は十分に抑制できない。CA貯蔵におけるメリットの一つは、このような酸の低下を軽減できることにあるが、1-MCP処理果では酸の低下が抑制されるため普通冷蔵であってもCA貯蔵と同等な品質保持効果が得られる。

一方、リンゴ等極めて高い処理効果が得られる樹種においては未熟な果実に処理した場合、収穫後相当の日数が経過しても「果肉が硬すぎる」、「青臭さが抜けない」等の問題を生じることがある。しかしながら、熟度が進み過ぎると1-MCPの処理効果が低下する。本剤の利用に当たっては収穫期の見極めが重要である。また、1-MCP処理は香気成分の生成を抑制するため、やや香りに乏しい果実となりやすい²⁴⁾。なお、1-MCPに蒸散を抑制する効果はない。蒸散量の多い樹種や品種、長期貯蔵等蒸散による水分損失で品質が損なわれるおそれのある場合は、フィルム包装等により蒸散を抑制することが必要となる。

7. おわりに

現在の流通・販売システムの下では、農家が如何に高品質な果実を生産・出荷したとしても、そのような品質を保持したまま消費者に届けることは極めて難しいと言わざるを得ない状況にある。しかしながら、収穫適期を的確に見極め、1-MCPを適切に処理することができれば、高品質な果実を消費者のもとに確実に届けることが可能となる。

ただし、1-MCPの実用化に当たって本物質が

農薬であることを忘れてはならない。特に、本剤は我が国初のポストハーベスト農薬となることから、安全性に関する正確な情報を消費者に提供し、理解を得ることが必須である。現場への導入に当たっては、消費者から無用な反発を受けることがないよう慎重な対応が必要である。

1-MCPは、果実の貯蔵・流通を革新するのみならず、育種方向にも影響を与えるほどの能力を有すると言っても過言ではない。適切な処理態勢の確立、消費者への啓蒙活動等により1-MCPが国産果実の消費拡大につながることを期待したい。

参考文献

- 1) Sisler, E.C. and S.M. Blankenship(1996) Methods of counteracting an ethylene response in plants. U.S. Patent No.5,518, 988.
- 2) Sisler, E.C., M.S. Reid and S.F. Yang (1986) Effect of antagonists of ethylene action on binding of ethylene in cut carnations. Plant Growth Regulation, 4: 213-218.
- 3) Sisler, E.C. and S.M. Blankenship(1993) Diazocyclopentadiene, a light sensitive reagent for the ethylene receptor. Plant Growth Regulation, 12:125-132.
- 4) Serek, M., M.S. Reid and E.C. Sisler (1994) A volatile ethylene inhibitor improves the postharvest life of potted roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 119:572-577.
- 5) S.M. Blankenship and J.M. Dole (2003) 1-Methylcyclopropene: a review. Postharvest Biology and Technology 28:

- 1-25.
- 6) 羽山裕子・伊東明子・樫村芳記 (2003) 1-methylcyclopropene (1-MCP) の処理条件がモモの日持ち性に及ぼす影響. 園学雑. 72 (別1):141.
- 7) Sisler, E.C. and M. Serek (1997) Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. *Physiologia Plantarum* 100: 577-582.
- 8) Sisler, E.C. and M. Serek (2001) New developments in ethylene control-compounds interacting with the ethylene receptor. *Acta Hort.* 543:33-40.
- 9) Sisler, E.C., T. Alwan, R. Goren, M. Serek and A. Apelbaum (2003) 1-substituted cyclopropenes: effective blocking agents for ethylene action in plants. *Plant Growth Regulation*, 40:223-228.
- 10) 野呂昭司・長内敬明・町田郁夫・齊藤貞昭・工藤亜義 (2001) リンゴの普通貯蔵およびCA貯蔵の果実品質に及ぼす1-Methylcyclopropeneの効果. 園学雑. 70 (別2):470.
- 11) 樫村芳記・羽山裕子・伊東明子・三井萬丈 (2003) 減圧下における1-methylcyclopropene (1-MCP) 処理が果実の貯蔵性に及ぼす影響. 園学雑. 72 (別1):327.
- 12) Feng, X., A. Apelbaum, E.C. Sisler and R. Goren (2000) Control of ethylene response in avocado fruit with 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology* 20:143-150.
- 13) Harris, D.R., J.A. Seberry, R.B.H. Wills and L.J. Spohr (2000) Effect of fruit maturity on efficiency of 1-methylcyclopropene to delay the ripening of banana. *Postharvest Biology and Technology* 20:303-308.
- 14) Fan, X., S.M. Blankenship and J.P. Mattheis (1999) 1-Methylcyclopropene inhibits apple ripening. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124:690-695.
- 15) 播磨真志・中野龍平・山内 勸・久保康隆・稲葉昭次・北野欣信 (2001) 1-メチルシクロプロペンによるカキ '刀根早生' ハウス栽培果実の早期軟化抑制. 園学雑. 70 (別2):469.
- 16) 日和佐京子・松崎幹雄・弓削英記・中野龍平・山本喜啓・稲葉昭次・久保康隆 (2002) MCP処理によるセイヨウナシ 'ラ・フランス' と渋ガキ '西条' 果実の棚持ち期間の延長. 園学雑. 71 (別1):389.
- 17) DeEll, J.R., D.P. Murr, M.D. Porteous and H.P. Vasantha Rupasinghe (2002) Influence of temperature and duration of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. *Postharvest Biology and Technology* 24:349-353.
- 18) H. Chahine, B. Gouble, J.M. Audergon, M. Souty, G. Albagnac, G. Jacquemin, M. Reich and M. Hugues (1999) Effect of ethylene on certain quality parameters of apricot fruit (*Prunus armeniaca*, L.) during maturation and postharvest evolution. *Acta Hort.* 488:577-584.
- 19) Mir, N.A., E. Curell, N. Khan, M. Whitaker and R.M. Beaudry (2001) Harvest maturity, storage temperature, and 1-MCP application frequency alter firmness retention and chlorophyll fluorescence of 'Redchief Delicious' apples. *J.*

Amer. Soc. Hort. Sci. 126:618-624.

- 20) 文乃吐拉・木合塔爾・壽松木章・小森貞男・三井萬丈 (2003) リンゴ果実のエチレン生成および貯蔵品質に及ぼす1-MCP処理の影響. 園学雑. 72 (別1):140.

- 21) Watkins, C.B., J.F. Nock and B.D. Whitaker (2000) Response of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. Postharvest Biology and Technology 19:

17-32.

- 22) 塩見慎次郎・山田論・中村怜之輔 (2002) ウメ果実の追熟に及ぼす1-メチルシクロプロペンの影響. 71 (別1):390.

- 23) 樫村芳記・羽山裕子・伊東明子 (2003) 1-置換-シクロプロペンの効率的处理技術. 特願2003-94402.

- 24) Fan, X. and J.P. Mattheis (1999) Impact of 1-methylcyclopropene and methyl jasmonate on apple volatile production. J. Agric. Food Chem. 47:2847-2853.

**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!!

少量撒散型 水稲用一発処理除草剤

ダシダシパワー
500グラム粒剤

雑草を振っずに
歩くだけ!!

- 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。
- 空容器は密閉に放置せず、環境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/>

新 刊

拮抗微生物による作物病害の生物防除

—我が国における研究事例・実用化事例—

百町 満朗／監修 B5判 243ページ 定価 5,000円＋税

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

カロテノイド色素と花色の発現

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 大宮あけみ

1. はじめに

花色はポリネーターである昆虫を引きつけるように香りや形とともに長い年月をかけて進化してきた。また、花きの商品価値を決めるうえで花色は重要な要素であり、人間の嗜好性にあわせ、「育種」という作業によって人為的に様々な花色が創られてきた。

本稿では、アントシアニンやフラボノイドとともに重要な花色構成要素であるカロテノイドについて、その生合成制御や花色の発現機構について述べたい。

2. カロテノイドの生合成

カロテノイドは炭素数が40のイソプレノイド化合物で、5個の炭素からなるイソプレン単位が連続して結合した構造を有している。カロテノイドに分類される化合物は現在までに600種類以上が報告されており、生物界に広く存在し、多くの生物で重要な生理的役割を果たしている。植物において、花卉では黄色発現の中心的役割を担い、緑色組織では光合成の補助色素として吸収した光エネルギーをクロロフィルに伝える働きをしている。また、カロテノイド化合物のピオラキサンチン、アンテラキサンチン、ゼアキサンチンは、葉緑体の中で光合成と共役して相互転換することが知られている。この反応は「キサントフィルサイクル」と呼ばれ、カルビンサイクルや光呼吸をはじめとする代謝系で使

い切れないエネルギーを熱散逸し、光障害を防ぐ働きをしている。動物ではビタミンAの前駆体であり、近年はガン予防効果が高いことから機能性成分としても注目されている。

植物のカロテノイドの生合成経路を図-1に示した。イソプレノイド化合物の基本的な生合成前駆体であるイソペンテニルピロリン酸 (IPP) は、アセチルCoAを出発物質とするメバロン酸経路またはビルビン酸とグリセルアルデヒド3リン酸を出発物質とする非メバロン酸経路により合成される。炭素数5のIPPから一連の鎖延長反応により炭素数20のゲラニルゲラニルピロリン酸 (GGPP) が作られる。次に2分子のGGPPが縮合して最初のカロテノイドである無色のフィトエンが合成される。フィトエンは一連の不飽和反応によりフィトフルエン、 ζ -カロテン、ノイロスポレン、リコペンへと変換される。このリコペンから生合成経路は二手に分かれ二種類の環化カロテノイドが合成される。リコペン β -サイクラゼ (β -cyc) のみ作用した場合は両末端に β -イオノン環を有する β -カロテンが生成する。リコペンに β -cycとリコペン ϵ -サイクラゼ (ϵ -cyc) の2種類の酵素が作用した場合は、 β -イオノン環と ϵ -イオノン環を一つずつ有する α -カロテンが生成する。 β -カロテンは水酸基が付加されゼアキサンチンに、 α -カロテンはルテインに変換される。これらのカロテノイドはさらにケト基などが導

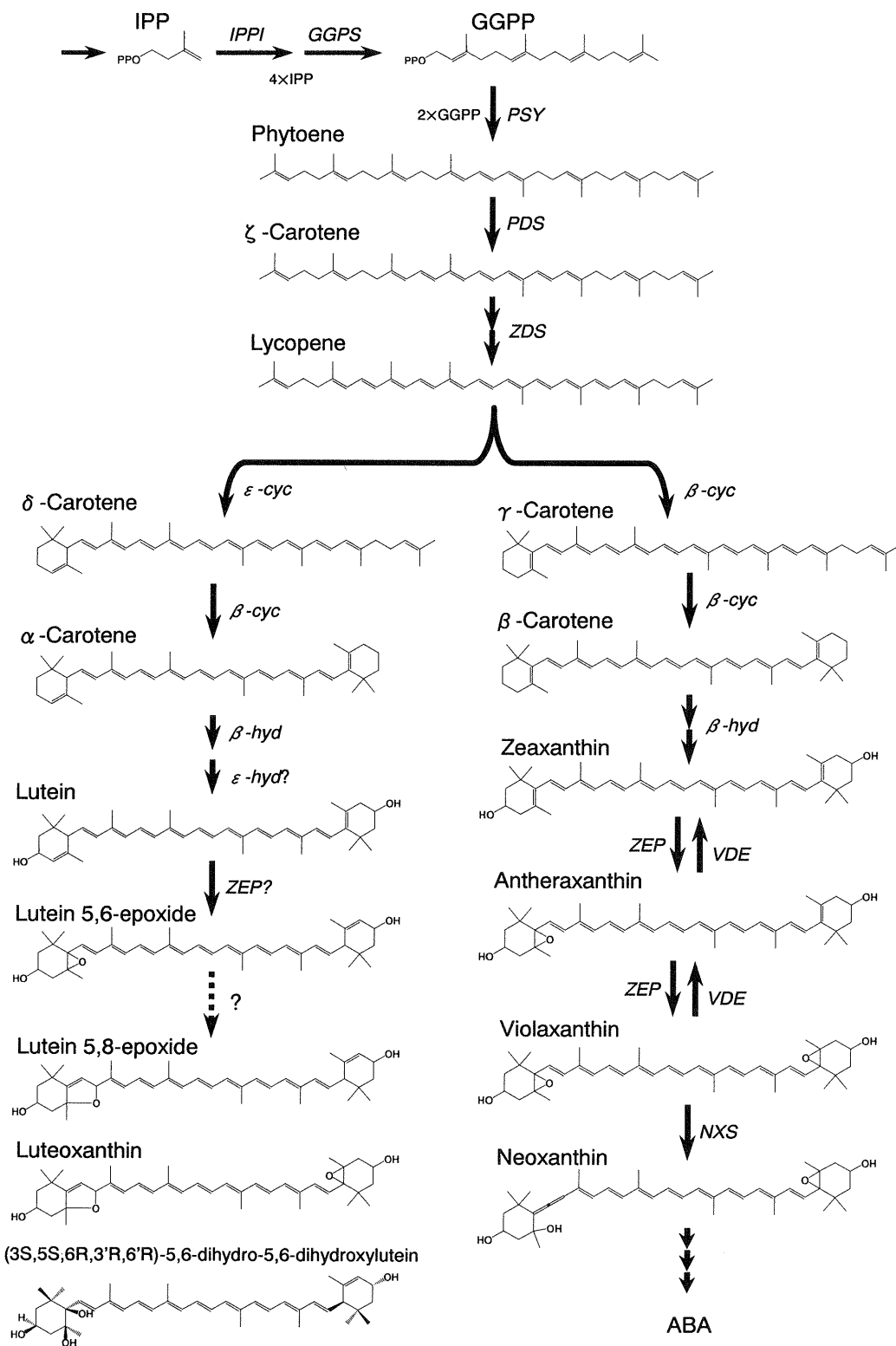


図-1 植物におけるカロテノイドの生合成経路

入され、ピオラキサンチンやネオキサンチン、ルテインエポキシドなどが合成される。これら水酸基やケト基をもつカロテノイドはキサントフィルと総称される。

カロテノイドは生体内で重要な役割を果たしている生理活性物質と生合成経路を共有しているのが特徴である。たとえば、IPPまではサイトカイニンと、GGPPまではジベレリンと共通である。さらにゼアキサンチンから数ステップを経てアブシジン酸 (ABA) が合成される。

カロテノイドの生合成に関与する酵素は膜酵素のため、活性を維持したまま単離することが難しく、タンパク質レベル、遺伝子レベルでの研究が困難だった。1992年、三沢らは、植物病原菌 *Erwinia uredovora* のカロテノイド生合成遺伝子群を大腸菌で発現させ、大腸菌に蓄積したカロテノイドを解析する、という独自の手法を用いてカロテノイドの生合成酵素を遺伝子レベルで明らかにすることに世界で初めて成功した¹⁾。この成果を契機に様々な生物からカロテノイド生合成酵素の遺伝子が単離されるようになった。

3. 花卉の黄色の発現

葉や茎など緑色組織に存在するカロテノイドは比較的植物の種を越えて共通しており、ピオラキサンチン、ルテイン、 β -カロテン、ネオキサンチン、アンテラキサンチン、ゼアキサンチンなどが含まれている。一方、花や果実など非緑色組織ではカロテノイドをほとんど含まないものから大量に蓄積するものまで様々である。その組成も単一のカロテノイドを多量に蓄積するものから多くの種類のカロテノイドを含むものまでである。また、カロテノイドの種類も植物によって大きく異なる。エポキシ化されたキサ

ントフィルを多く含むことも特徴の一つにあげられる。

花ではカロテノイド単独で黄色の花色が構成されることはまれで、フラボノイド色素が共存している場合が多い。しかし、フラボノイドが示すのは淡い黄色で、カロテノイドと共存することによりマスクされてしまっている。花きのなかで花卉の黄色が主にカロテノイドによるものは、キク、バラ、ユリが挙げられる。フラボノイド色素によるものはキンギョソウ、ボタン、ペチュニア、トルコギキョウ、ツツジなどがある。黄色花卉はベタレイン類によってもたらされる場合もあるが、マツバボタンなどアカザ目 (ナデシコ科の植物を除く) とサボテン目の植物に限られている。

4. キク科植物の花色の発現

キクの花色は主にアントシアニンとカロテノイドが単独または共存して黄白色から橙、赤、褐色など広い範囲の花色を作り出している。アントシアニンとカロテノイドの量的バランスにより鮮やかな橙色になる場合もあれば、両者が多量に蓄積した場合は全体的に光の吸収が多くなり褐色を帯びることもある。

筆者らは、種々のキク科花きの橙色品種と黄色品種を材料として色調と色素成分との関係を調べ興味深い結果を得た (表-1)²⁾。黄色と橙色の色調の差が生じる要因として、1) アントシアニン含量の違い、2) カロテノイド含量の違い、3) カロテノイドの種類の違いの3つのケースに分けることができた。例えばキクやガーベラでは、カロテノイド抽出液の吸収極大やカロテノイド含量に差はなかったが、アントシアニン含量が橙色品種で黄色品種より有意に多く、それが花色の違いをもたらしているものと考え

表-1 キク科植物におけるカロテノイド含量, アントシアニン含量と色調の関係

品種名	花色	カロテノイド粗抽出液の 吸収極大値 (nm)	総カロテノイド量 ^a ($\mu\text{g/g f. w.}$)	総アントシアニン量 ^b ($\mu\text{g/g f. w.}$)
キク	ドラマティック	橙	435	291.5
	カナリア	黄	435	180.5
キンセンカ	アリスオレンジ	橙	444	1652.1
	アリスイエロー	黄	417	1352.9
ガーベラ	ジャガータンジェリン	橙	435	241.8
	ジャガーイエローダークセンター	黄	435	259.0
マリーゴールド	マーチオレンジ	橙	442	2764.7
	マーチイエロー	黄	442	305.9

a: 生花卉1gあたりルテイン等量

b: 生花卉1gあたりシアニン等量

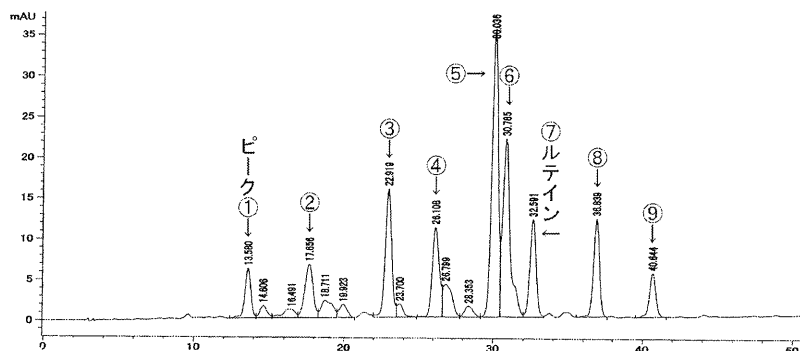


図-2 キク花卉のカロテノイドのHPLC分析

られた。一方、マリーゴールドではカロテノイド含量が黄色品種より橙色品種のほうが著しく高い値を示していた。キンセンカの場合、橙色品種ではカロテノイド抽出液の吸収極大値が黄色品種に比べて27nm長波長側にシフトしているため、黄色品種より赤みを帯びて見えるものと考えられた。

600種類以上カロテノイド化合物がある中で、キク花卉にはどのようなカロテノイドが含まれているのだろうか？ キク花卉のカロテノイド抽出液をYMC-carotenoidカラムを用いてHPLC分析すると、9つの主要なピークが認められた(図-2)。これらのピークを分取し、NMRやFABMSを用いて構造決定を行った³⁾。その結果、これらの9つのピークはルテインおよびルテイン誘導体であった(表-2)。すなわち、キク花

卉は β -イオノン環を2つ持つカロテノイド(β, β -カロテノイド)をほとんど含まず、 β -イオノン環と ϵ -イオノン環を1つずつ持つカロテノイド(β, ϵ -カロテノイド)によって占められていることがわかった。ルテイン誘導体のひとつ(3*S*, 5*S*, 6*R*, 3'*R*, 6'*R*)-5, 6-dihydro-5, 6-dihydroxyluteinは天然物としてはこれまで報告のないカロテノイドだった。 β, ϵ -カロテノイドを特異的に集積し、しかもこれだけ多種類のルテイン誘導体を含む例は極めて珍しく、キクは天然物化学的に興味深い材料であるといえる。ルテインは白内障や加齢黄斑変性症といった眼病予防に効果があるとされ、マリーゴールドから抽出されたルテインがサプリメントとして販売されている。キクは食用としても栽培されているが、ルテイン豊富なキクの花を

表-2 キク花卉より同定されたカロテノイド化合物

ピーク番号	同定されたカロテノイド名
1	(3 <i>S</i> , 5 <i>S</i> , 6 <i>R</i> , 3' <i>R</i> , 6' <i>R</i>)-5,6-dihydro-5,6-dihydroxylutein
2	9 <i>Z</i> , 13' <i>Z</i> -lutein 5,6-epoxide/ 13 <i>Z</i> , 9' <i>Z</i> -lutein 5,6-epoxide/ 9' <i>Z</i> , 13' <i>Z</i> -lutein 5,6-epoxide/ 9 <i>Z</i> , 13 <i>Z</i> -lutein 5,6-epoxide
3	all- <i>E</i> -lutein 5,6-epoxide
4	9 <i>Z</i> , 9' <i>Z</i> -lutein 5,6-epoxide/ 9 <i>Z</i> -violaxanthin/ (8 <i>S</i>)-lutein 5,8-epoxide/ (8 <i>R</i>)-lutein 5,8-epoxide/ 9 <i>Z</i> -(8' <i>R</i>)-luteoxanthin
5	9' <i>Z</i> -lutein 5,6-epoxide
6	9 <i>Z</i> -lutein 5,6-epoxide
7	all- <i>E</i> -lutein
8	9 <i>Z</i> -lutein
9	9' <i>Z</i> -lutein

食することで眼病予防が期待できそうである。

キクの他にマーガレットやタンポポも同様に β , ϵ -カロテノイドを特異的に集積していた。これはキク属およびその近縁属の特徴であるようで、同じキク科の植物でもガザニア、マリーゴールド、キンセンカ、ガーベラはルテインやルテイン誘導体の他に、ピオラキサンチンや β -カロテンなどの β , β -カロテノイドもわずかながら含まれていた。それでは、何故キク属植物の花弁は β , ϵ -カロテノイドを特異的に蓄積するのだろうか？ ここでもう一度カロテノイド生合成経路を示した図-1を見ていただきたい。リコペンの環化反応が β , β -カロテノイドと β , ϵ -カロテノイドの生合成の分岐点となる。 ϵ -イオノン環の生成を触媒する ϵ -cycの活性が β イオノン環の生成を触媒する β -cycにくらべて非常に高い、 β -cycのリコペンに対する親和性が低い、または合成された β , β -カロテノイドが分解されやすく花弁内に蓄積しない・・・といったいくつかの可能性が考えられる。今後遺伝子レベル、タンパク質レベルでこれらの可能性を検討していきたいと考えている。

5. カロテノイドのメタボリックエンジニアリング

カロテノイドの生合成酵素遺伝子が種々の生

物から単離されるようになって、それらの遺伝子を導入してカロテノイドの生合成を改変しようとする試みがなされている。

ノルフルラゾンやフルリドンは植物のフィトエンデサチュラーゼ (PDS) を標的とする除草剤として知られている。これらの除草剤で処理するとカロテノイドの生合成がフィトエンで止まり、葉は光酸化的障害を受けて白化し、植物体は死に至る。そのためこれらの除草剤は白化型除草剤 (bleaching herbicide) と呼ばれている。微生物から得られた PDS (crtI) は植物型の PDS と異なり、フィトエンから一気にリコペンを合成する。植物の PDS とは機能や構造が異なる微生物の crtI を高発現させることにより白化型除草剤に対して耐性の形質転換タバコが得られている⁴⁾。

作物の栄養価を高めることを目的に、カロテノイドの蓄積を図る試みがなされている。多くの植物でカロテノイドの生合成系の律速段階がフィトエン生成であることが示されている。トマトにおいてカロテノイド生成を増大させる目的で GGPP からフィトエンの生成を触媒するフィトエン合成酵素 (PSY) 遺伝子を導入した形質転換体が作られた⁵⁾。しかし、前述のようにカロテノイドは生体内で重要な役割を果たす物質と生合成経路を共有している。フィトエンの生成

の際にはジベレリンと前駆体を取り合う形となる。そのため内生ジベレリ量が減少し、野生型と比較してわい化した形質転換体を得られた。したがって果実や花弁など目的の器官のカロテノイドの生合成系を改変する場合、器官特異的にかつ生育時期特異的なプロモーターを用い、導入遺伝子が目的の器官の目的の時期にのみ発現するような工夫が必要である。また、フィトエン合成酵素を導入したトマトは、フィトエン含量は増加したものの、総カロテノイドに大きな変化は認められず、多段階にわたる生合成系の改変の難しさを示す結果となった。

複数遺伝子を導入することにより、カロテノイドをほとんど含まない器官にカロテノイドを蓄積させることに成功した例もある。Potrykusらはフィトエン合成酵素とリコペン β サイクラゼ、微生物から得たcrtIの3つの遺伝子をコメに導入した⁶⁾。得られた形質転換体の胚乳は黄色を呈し（ゴールドライスと呼ばれている）、ビタミンAの前駆体である β -カロテンをコメ1gあたり1.6 μ g蓄積していた。ビタミンA欠乏症に苦しむ子供が全世界に一億人以上存在し、毎年100万～200万人がビタミンA欠乏のために死亡していると言われている。ゴールドライスプロジェクトは、ビタミンA欠乏症の子供を救うために、フィリピンの国際イネ研究所（IRRI）において2006年の市場化を目指し実用化研究が進められている。

花きの色調を変えることを目的としてカロテノイド生合成系を制御する試みはこれまでほとんど報告がない。その理由として、カロテノイドの量や組成を変えたところで黄色は黄色、面白みに欠けるという考えがあるのかもしれない。しかし、カロテノイドも前述のようにその組成や含有量の違いによって異なる色調を作ること

は可能である。たとえば生合成系を途中で止めてリコペンを蓄積させることによってトマトやスイカのような鮮やかな赤色を作り出すことができる。また、カロテノイドの生合成系全体を抑えてカロテノイド含量を減らすことによって、褐色の花弁が鮮やかな赤に生まれ変わる。ペチュニアやトルコギキョウのように、カロテノイドがほとんど蓄積しないために鮮やかな黄色の品種が存在しない花きにカロテノイドを作らせることが出来れば、画期的な新品種の作出が可能になる。筆者らも現在キクの花色を改変すべくカロテノイドの生合成系の改変に取り組んでいる。現在遺伝子導入したキクは寒天培地の上で育成中で、どのような花を咲かせるかは鉢上げしてからのお楽しみである。

参考文献

- 1) Misawa, N, Nakagawa, M, Kobayashi, K, Yamano, S, Yazawa, K, Nakamura, K and Harashima, K (1990) J. Bacteriol. 172: 6704-6712
- 2) 岸本早苗・八木雅史・大宮あけみ (2003) 園芸学会雑誌 72 (別2) : 214
- 3) 岸本早苗・眞岡孝至・中山真義・阿久津雅子・間竜太郎・大宮あけみ (2003) 園芸学会雑誌 72 (別2) : 469
- 4) Misawa, N, Masamoto, K, Hori, T, Ohtani, T, Boeger, P and Sandmann, G (1994) Plant J. 6: 481-489
- 5) Fray, R, Wallace, A, Fraser, P, Valero, D, Hedden, P, Bramley, P and Grierson, D (1995) Plant J. 8: 693-701
- 6) Ye, X, Al-Babili, S, Kloti, A, Zhang, J, Lucca, P, Beyer, P and Potrykus, I (2000) Science 287: 303-305

シリーズ 外来雑草は今……(7)

有用か有害かイネ科の帰化植物

独立行政法人 農業・生物特定産業技術研究機構 畜産草地研究所 清水矩宏

帰化植物の中でイネ科は、外来種ハンドブック（日本生態学会編）によれば78属228種もあげられており、キク科と双璧をなす勢力を誇っている。イネ科植物は雑草として侵入しただけでなく、牧草あるいは緑化用資材として積極的に導入されてきたものも多い^{8, 18)}。大きくは、明治初年の寒地型牧草の導入とその全国規模でのエスケープとエコタイプの形成、1950年代以降の暖地型牧草の導入・利用と特に西南暖地や南西諸島での普及とエスケープ、さらに緑化用資材としての導入・利用である¹⁹⁾。これらは目的を持って導入した限りにおいては有用なものであったが、概して作物化が進んでいないものが多いためエスケープして野生化し、有害雑草となっているものも多い。

また、最近輸入穀物に混入して多くのイネ科雑草が新たに侵入していることが明らかになっている¹³⁾。中には在来種の中で出戻りしているものまであり、他にも海外産のものが蔓延している可能性もある¹⁶⁾。

以上のように、イネ科植物は様々なルートで侵入しており、農耕地だけではなく自然生態系への影響も懸念されている¹⁶⁾。

1. 牧草としての導入とエスケープ

わが国への本格的な牧草導入の歴史は、明治初期に政府が欧米農法の導入と畜産振興を目的

として、牧草種子を欧米から輸入したことに始まるとされている¹⁹⁾。記録として残っているものとしては、明治の極初期にアルファルファ、チモシー、レッドクローバが輸入され、明治7年には北海道開拓使がアメリカ合衆国からの17種を、同10年には札幌農学校で41種を、根室牧場で17種の牧草を試作した記録がある。一方、本州でも同様に試作が始まり、明治中期以降農事試験場や下総御料牧場で本格的な導入栽培が行われている。その種類はイネ科とマメ科で、イネ科は22属36種に及び大半が寒地型牧草であった。

これらの導入牧草を用いて、明治年間に北海道を中心に牧草専用地が徐々に広がり、明治末には約1万haの外來牧草地在存在したとされている。その後昭和30年までは数万haに留まっていたが、昭和27年に牧野改良事業が始まり牧草導入が補助事業として促進され、全国的に一気に面積が拡大し、現在は90万haを越える草地在広がっている。このようにわが国へ導入された寒地型牧草は行政的なバックアップで人為的に拡大していったわけであるが、比較的原産地の気候風土と合った北海道を中心に安定した群落を形成し、草地外へもエスケープし定着していった。主要な牧草から雑草化した種は表-1に示すとおりである。

一方、亜熱帯の南西諸島や本州の夏季の飼料確保のために暖地型牧草の導入が1950年代から

表-1 牧草からエスケープした外来イネ科雑草

牧草名	雑草名	学名
レッドトップ	コヌカグサ	<i>Agrostis alba</i>
ベルベツトベント	ヒメヌカボ	<i>Agrostis canina</i>
クリーピングベントグラス	ハイコヌカグサ	<i>Agrostis stolonifera</i>
メドウフォックステール	オオスズメノテッポウ	<i>Alopecurus pratensis</i>
スィートバーナルグラス	ハルガヤ	<i>Anthoxanthum odoratum</i>
トルオートグラス	オオカニツリ	<i>Arrhenatherum elatius</i>
スムースブロムグラス	コスズメノチャヒキ	<i>Bromus inermis</i>
オーチャードグラス	カモガヤ	<i>Dactylis glomerata</i>
トルフェスク	オニウシノケグサ	<i>Festuca arundinacea</i>
シーブフェスク	ウシノケグサ	<i>Festuca ovina</i>
メドウフェスク	ヒロハウシノケグサ	<i>Festuca pratensis</i>
レッドフェスク	オオウシノケグサ	<i>Festuca rubra</i>
ベルベツトグラス	シラゲガヤ	<i>Holcus lanatus</i>
イタリアンライグラス	ネズミムギ	<i>Lolium multiflorum</i>
ペレニアルライグラス	ホソムギ	<i>Lolium perenne</i>
リードカナリーグラス	クサヨシ	<i>Phalaris arundinacea</i>
チモシー	オオアワガエリ	<i>Phleum pratense</i>
カナダブルーグラス	コイチゴツナギ	<i>Poa compressa</i>
ケンタッキーブルーグラス	ナガハグサ	<i>Poa pratensis</i>
ラフメドウグラス	オオスズメノカタビラ	<i>Poa trivialis</i>

スク)などはほとんどの河川の河原に分布を広げており(国土交通省の河川水辺の国勢調査), 優占群落を形成して在来の生態系に深刻な影響を及ぼしている^{5,7,8,16)}。特に, シナダレスズメガヤは洪水に対する耐性が強く, 洪水が起きた後に繁茂が繰り返される⁷⁾。また, 多摩川の河原へのオニウシノケグサの侵入が在来のカワラノギクを衰退させたように, イネ科牧草の繁

開始され, 種々の草種, 品種が試作された¹²⁾。その数は67属225種に及んでいるが, 牧草地での定着さえかなり困難なものが多く, 寒地型牧草のようにエスケープして問題を起こしているものは少ない。かつて暖地型牧草としてクローズアップされ雑草化している種としては, バミューダグラス(ギョウギシバ), フォールパニカム(オオクサキビ), ノットグラス(キシウスズメノヒエ), ダリスグラス(シマスズメノヒエ), ベージグラス(タチスズメノヒエ), ジョンソングラス(セイバンモロコシ)などがある。

2. 緑化資材からのエスケープ

道路法面などの緑化資材としてイネ科の牧草が多く使われるが, 一般に不良環境適応性に富むため当然のごとくエスケープして全国的に雑草化している。ダムサイトなど河川の上流域に植栽されると多量の種子が生産され下流域に分散される。シナダレスズメガヤ(ウィーピングラブグラス), オニウシノケグサ(トルフェ

ス)により砂礫質の河原の固有な植生が存亡の危機に瀕している^{5,6,7)}。

緑化資材から雑草化したものとしては, 上記のほか, コヌカグサ(牧草名レッドトップ), ギョウギシバ(バミューダグラス), カモガヤ(オーチャードグラス), ネズミムギ(イタリアンライグラス), ホソムギ(ペレニアルライグラス), オオアワガエリ(チモシー), ナガハグサ(ケンタッキーブルーグラス), アメリカスズメノヒエ(バヒアグラス)などがある。

以上1及び2項に示したように, 導入作物の中でも最も野生化しやすい牧草類については, 生態系や生物多様性の保全の面からもその野生化に関する生態学及び遺伝学的解明が重要かつ緊急の課題と指摘されている¹⁸⁾。今後はこのような野生化のメカニズムに研究の勢力を向ける必要がある。

3. 最近の新しい侵入

1990年代に入って飼料畑で問題になった外来

雑草の蔓延経路を調べる過程で、鹿島港に荷揚げされる輸入穀物中の雑草種子の混入状況をみた結果、最も多く見出されたのはイネ科雑草種子であった。いずれも種子は高率で発芽し、旺盛な生育を示し、多量の種子を再生産した¹³⁾。

オオクサキビはアメリカ、カナダ及びオーストラリアから入っていることが実証された。メヒシバ類のなかに、ヨーロッパ原産でアメリカには全土に帰化しているが、わが国では確認されていなかった *Digitaria sanguinalis* が見出された。ヒエ類でも、イヌビエ、コヒメビエ以外に従来見られなかった *Echinochloa muricaria* があった。メリケンクキビが多数検出されたが、アメリカ及びオーストラリアから侵入していることが判明した。多年生のセイバンモロコシも、アメリカ、アルゼンチン、オーストラリアから入った種子が発芽したことから、侵入の第一歩は種子によることが明らかとなった。

出現頻度が多かったものの中に、アキノエノコログサ、エノコログサ、キンエノコロがあったが、実はこれらはいわゆる帰化植物ではない。アキノエノコログサは日本の在来種でアメリカに帰化したことが知られているが、逆輸入の形になっている。上述のイヌビエ、コヒメビエと同じくメヒシバ、アキメヒシバ、オヒシバなど多数の在来種も海外から混入して侵入している実態が確認されたことは驚きであった。これらは在来雑草との形態的区別はつかず、実は外来の種子によって繁茂し遺伝的混入を起こしている可能性が高い。

4. 主要なイネ科雑草の特性

以上、イネ科植物の侵入について概観したが、現在雑草化して問題になっている種についてその特性、防除法を述べる。なお、カラスムギ及

びライグラス類などは別途掲載される予定である。

1) オオクサキビ (*Panicum dichotomiflorum* Michx., 英名 fall panicum)

北アメリカ原産の一年生草本で、アメリカなどで畑地の強害雑草となっている¹⁵⁾。わが国には昭和の初期に侵入し、道路際の空き地などを中心に広く全国に分布していたが、畑で強害草になることはなかった。自殖性で耐湿性があり、茎に糖分が多く施肥下では生産力もあるため、1980年代には転換畑で栽培する暖地型牧草として注目され、全国からエコタイプを収集して特性が調べられたことがある^{10, 11)}。しかし、茎が太く乾燥しにくいこともあって徐々に利用されなくなった。

◇形態的特徴

半匍匐性の草型で、茎は太く、よく枝分かれする。荒地などの痩せ地では40～100cmの稈長しかないが、畑などで多肥条件下では横に匍匐しながら2m以上も伸びる。葉は長さ20～80cm、幅約2.3cm、葉舌は低くへりに一列の毛が並ぶ。全株無毛。穂は長さ20～45cmで枝梗の着生は疎である。小穂の長さは2.5mmの長卵形である。

◇生態的特性

湿潤地や川沿いの荒廃地などに自生しているが、茎や根に通气組織が発達しており、水中でも生育可能で水陸両用の特性を持っている。生殖様式は有性生殖で自殖、種子は小さく強い休眠性を持っているため、雑草化しやすい。全国から収集されたエコタイプの出穂性を見たところ、図-1に示すように地理的分布に対応した大きな変異が認められた¹¹⁾。大分系や防府系といった晩生系統群は生産力も高く、水田転換畑での有力草種として九州、山口地方で移植栽培

Lot. No.	採集地	7.1 起算 出穂期	有意差
590	東光寺・宮	81.3	9/20
570	上熊本・熊	79.9	
589	大野B・宮	79.8	
576	城山上代・熊	79.8	
573	傳船・熊	79.7	
565	牛津橋・佐	79.6	
562	中村・高	79.5	
563	須崎・高	79.5	
617	高鍋・宮	79.5	
044	(香川県)	79.4	
593	持留・鹿	79.4	
569	室園・熊	79.3	
567	須屋・熊	79.2	
592	国分C・鹿	79.2	
574	嘉島・熊	79.1	
—	長野病院・熊	79.1	
575	甲佐・熊	79.0	
566	芦刈・熊	79.0	
577	城南・熊	78.8	
579	新和・熊	78.3	
568	八景水谷・熊	77.0	
616	今福・長	76.2	
343	(大分県)	75.3	9/14
572	富合・熊	68.3	9/6
594	人吉B・熊	67.5	
588	大淀川・宮	66.1	
571	江津・熊	56.8	
581	立花・福	55.6	
587	帖佐・鹿	51.5	
485	(真岡・栃木県)	43.6	
591	向江・宮	43.5	8/12
580	人吉A・熊	36.3	8/5
473	筑紫野東・福	35.4	
578	江津湖・熊	31.5	
583	大野A・宮	28.3	
472	(川合-S)	28.1	
584	大隅・鹿	25.9	
472	(川合・島根県)	25.3	
342	(千葉県)	24.2	
582	門川・宮	23.7	
586	国分B・鹿	19.8	7/20

熊：熊本県 鹿：鹿児島県 宮：宮崎県 高：高知県 佐：佐賀県
福：福岡県 長：長崎県

図-1 オオクサキビ自生系統の出穂性の変異

が試みられたことがある。しかし、現在新たに侵入したものはこのような地理的適応性を備えていない可能性もあり、生態的な特性の解明が必要である。

◇被害状況

最近、輸入飼料経由で新たに持ち込まれたと見られるものがトウモロコシ畑などを中心に大発生しているのが見られる。トウモロコシ、ダイズなどに大きな減収をもたらすとされるが、わが国では雑草としての観点からの報告はない。

◇防除対策

アメリカなどでは、減収を生じさせない除草必要期間は、トウモロコシが播種4週間後まで、ダイズが4～6週間後までといわれる。防除には、イネ科対象の除草剤が有効とされる¹⁵⁾。

2) セイバンモロコシ (*Sorghum halepense* Pers., 英名Johnsongrass)

地中海沿岸原産の多年生草本。世界の熱帯・亜熱帯から温帯にかけて広く分布している¹⁵⁾。わが国には明治年間に導入されたとも言われるが、1943年に関東地方で見いだされ、その後東北以南の地域に広がっている。世界的に知られた畑地の強害雑草であるが、わが国では空き地や路傍によく見られる。1960年代には栽培化も検討されたが実用化はしなかった⁴⁾。しかし、本種と他種の交雑種が育成されており、silkと呼ばれ放牧用として利用されている⁴⁾。なお、土砂の流亡防止にも用いられるが、そこからのエスケープが問題である。

◇形態的特徴

稈は叢生し2 m程度に直立する。葉は、葉長50～60cm、葉幅5 cm前後で無毛、滑らかで中肋が白い。葉鞘口部に毛がある。夏から秋にかけて円錐の穂を出し多数の小穂をつける。穂は大きく長さ40～50cmにもなり、しばしば赤紫色を帯びる。

◇生態的特性

土壌は、肥沃で湿ったところに適応する。種子と強靱な地下匍匐茎で広がり、分けつ多く群生する。1株当たり2万個以上の種子を付け脱粒しやすく、土中では2年以上生存するとされる(生存率は5年後50%，7年後0%)。短日植物とされ7月下旬以降出穂が見られ、降霜により地上部は枯死するが地下部は生存する。土中深度40cmが出芽限界で、土壌深度20cmで-9℃が越冬限界とされる¹⁵⁾。

◇被害状況

地下茎は15～60cmまで入り、一度侵入すると駆除は困難である。セイバンモロコシ>ハイキビ>チガヤの順に競合力が強いようである。トウモロコシ、サトウキビ、ダイズ、ワタなどに30%以上の減収をもたらす¹⁵⁾。初期生育が早く、

窒素吸収能が強く、生育量も大きいため、早い時期から作物と競合するだけでなく、多量の根茎を残して次年度の発生につながるため、早期の完全防除が必要である。

◇防除対策

防除法として、刈取り及び放牧は、地上部、地下部の生育を抑え、2週間毎に6回刈取るとほぼ地下部は抑制できる。また輪作は有効で、根茎の形成を抑える。除草剤も有効である。

3) キシュウスズメノヒエ (*Paspalum distichum* L., 英名knotgrass)

北アメリカ原産とされる多年生草本。世界の熱帯から温帯に広く分布している¹⁵⁾。わが国では和歌山県で古くから知られ和名のもとになっているが、戦後関東以西から沖縄まで急速に広まった。とくに、耐湿性、耐肥性に優れるため、熊本県竜北町の畜産農家が水田転換畑の有望草種として利用したことからリュウホクグラスとも言われ、熊本、宮崎などで栽培が行われている³⁾。しかし、元来が水稻の強害草として知られ¹⁾、有効か有害か意見の分かれる外来草である。

◇形態的特徴

茎が地表や水中を這ってマット状に広がり、また、各節から発根・分枝を出して高さ50~60cmほどになる。葉は線状皮針形で長さ3~10cm、幅3~9mm、ほとんど無毛であるが、葉鞘と葉身の基部にやや毛を生じる。穂の枝は通常2本で、長さ4~7cm。海外も含めたエコタイプについて形態的特性が調査されているが、稈の形状・大きさ、穎花の形状、穂長などはかなりの変異がある³⁾。

◇生態的特性

春に発生し夏季に開花する。耐湿性が強い

め、水田、溝、水路、砂浜など湿地に生育する。種子及び根茎で繁殖する。しかし、種子の稔性は数%~15%と高くない³⁾。地上匍匐茎は伸長が早く、節位から随時発根、分枝し、切断されても節から容易に発根して再生し、またたくまに地表を覆う。地中には13cm程度まで入るとされる。生育に対する温度・日長の影響は地上部と地下部で異なり、地下部は比較的低温・短日下になる秋期に増加する。発生深度は比較的浅く1~3cmである⁹⁾。

◇被害状況

しばしば水田畦畔から水田の中に侵入して、養分競合力が強いためイネの減収を引き起こす強害草である。水稻とキシュウスズメノヒエを同密度で栽植した場合、15~35%の減収を示した。また、50%以上減収させたという報告もあり、かなりの被害を惹起するものといえる¹⁾。イネ籾に混入して品質を低下させることもある。しかし、畦畔からの侵入は3m位とも言われ¹⁾、広い水田では減収は小さくなるものと推察される。むしろ、栄養茎が水路を通過して下流に拡散して雑草化して水流を妨げるなど問題となる。

◇防除対策

根茎は土中に埋没して湛水条件になると発生が抑制される。水田でキシュウスズメノヒエを栽培した後、水稻を栽培した場合、秋春2回の耕起・反転で水稻の被害はなかった。除草剤も有効であるが^{9,14)}、部位や生育ステージで効果が異なる場合がある。

4) シナグレスズメガヤ (*Eragrostis curvula* Nees, 英名weeping lovegrass)

アフリカ南部原産の多年生草本。世界の熱帯、亜熱帯から温帯にかけて分布する¹⁵⁾。アメリカでは土壤浸食防止用としてほとんどの牧草地で

利用されている。若いステージ以外家畜の嗜好性は悪いのでわが国では牧草としては利用されない。しかし、砂防用の緑化資材として導入され広く利用された結果、近年は河川敷への侵入が目立ち、砂礫質河原の植生を大きく変化させているとして問題視されている⁵⁾。

◇形態的特徴

叢状型の草型で、高さ60～120cmで、茎、葉ともに細く密生して直立した株状になり、長く広範な根系を持つため、不安定な土壌を固定する効果がある。葉は細身で垂れ下がり、長さ40～60cm、幅1.5～2.0mm、無毛である。葉舌はほとんど欠き、長毛が口部に輪生する。葉鞘は無毛。花は茎の先に円錐花序を付ける。

◇生態的特性

生産力旺盛で、耐暑性と耐旱性があり、乾燥・半乾燥地に適応し、痩せ地でも生育可能である。耐湿性と耐陰性は極めて弱い。種子及び根茎で繁殖し、特に種子の生産量は極めて多い(1万6千～8万7千個/m²)。種子の休眠は認められず取りまきで発芽し、永続的シードバンクは作らないとされる⁶⁾。

◇被害状況

多くの河川の河原に発生し(国交省直轄の123河川のうち105河川で分布)⁵⁾、洪水に対しても耐性があり、洪水後むしろ増加する⁷⁾。いったん侵入すると砂の堆積、被陰などで河原固有種のカワラノギクの実生の生存率や開花個体率が低下して衰退を招く。モデルシミュレーションの結果では、侵入後12年で河原一帯を占有することが予測されている⁶⁾。

◇防除対策

既耕地での防除試験はない。上記の河原などでも侵入でも機械的に除草する以外に手はない。

従って、早期発見、早期駆除が肝要であり、緑化では使わないようにする必要がある。

5) シバムギ (*Elymus repens* (L.) Gould., 英名quackgrass)

地中海沿岸原産の多年生草本。世界の寒帯、温帯に広く分布する¹⁵⁾。わが国では、北海道東部を中心に本州北部あたりに分布が見られ、畑地、草地、樹園地や路傍、荒地などに普通にみられる。

明治初年から、早ばつ、寒気や家畜の喫食にも損害を受けることが少ない牧草として栽培されたが、強力な養分吸収力による強害雑草として畑作農家には早くから知られていた²⁾。近年においても、上記のように北海道では雑草として防除の対象になり、東北では牧草として栽培の対象として研究が行われた実態があり¹⁷⁾、利害半ばする草種である。

◇形態的特徴

長い根茎からややまばらに地上茎を出し、基部で分岐して小さい株になり、高さ60～100cm。葉は長さ5～15cm、幅3～8mmでぎらつき、葉鞘の口部には細い三日月型の葉耳がある。茎葉には時に微毛がある。春から夏にかけて長さ10～20cmの穂を出す。小花は短芒または1cmほどの芒を持つ。

◇生態的特性

種子と根茎で繁殖するが、種子は少なく、主として根茎が旺盛な生育をする。したがって、草地への侵入は最初は種子と考えられるが、定着後の増殖は根茎が主体となる。安定したシバムギ群落では根茎が根とともに絡み合ってマット状となっている。根茎は水平方向に伸長し、15cmまでの深さに位置する。根茎には2～3cm間隔で節があり、1個の休眠芽を持っている。

1 m²当たり1万個近くもあり、その半分は生理的活性を持っている²⁾。他の雑草を寄せ付けず、特に耕作放棄をしたような畑地環境下では速やかに優占する。

越冬した地上茎から出穂するが、チモシーの晩生品種並で7～8月になる。出穂はだらだら続き、完熟次第種子は落花し発芽する。出穂後から秋にかけて地上茎が増加し、越冬して翌年の出穂茎となる。

◇被害状況

生育が旺盛で、根茎の伸長により分布を拡大し牧草を抑圧する。また、耕起すると根茎から旺盛に萌芽し、播種牧草の定着を阻害する。牧草に混入すると品質の低下を招く。

トウモロコシ畑にも発生し、耕起作業によって切断された地下茎から多数萌芽し、生育を阻害する。

◇防除対策

抑圧するために、施肥反応と刈取頻度、牧草との関係が調べられているが²⁾、根絶は困難と思われる。

草地更新時には、耕起による地下茎の細断・分散を防ぐために、耕起前にグリホサートイソプロピルアミン塩（ラウンドアップ）を数回散布して、完全に枯殺する必要がある。牧草地内ではスポット処理をする。

トウモロコシ畑に発生した場合は、シバムギの3～5葉期にニコスルフロン（ワンホープ）を茎葉に十分付着するように処理するとよい。

参考文献

- 1) 江口末馬・高林 実・大隅光善(1988)：キシュウスズメノヒエとチクゴスズメノヒエの生育及び水稻に及ぼす影響の差異。雑草研究 33：209-211。
- 2) 本江昭夫(1995)：寒地の多年生雑草シバムギの草地における繁殖特性に関する研究。雑草研究40：157-162。
- 3) 池田 一(1989)：キシュウスズメノヒエの特性と利用について。日草誌35：257-261。
- 4) 松尾孝嶺監修(1989)：植物遺伝資源集成。pp580-581。講談社。
- 5) 村中孝司・鷺谷いづみ(2002)：シナダレスズメガヤ。外来種ハンドブック pp.119。地人書館 東京。
- 6) 村中孝司・鷺谷いづみ(2003)：侵略的外来牧草シナダレスズメガヤ分布拡大の予測と実際。保全生態学研究8：51-62。
- 7) 中坪孝之(1997)：河川氾濫原におけるイネ科帰化草本の定着とその影響。保全生態学研究2：179-187。
- 8) 日本生態学会編(2002)：外来種ハンドブック。pp46-47。pp49-51。pp207。地人書館。
- 9) 野田健児・大林弘之助(1971)：キシュウスズメノヒエの生態と防除。雑草研究11：35-39。
- 10) 太田 顕・越智茂登一(1981)：オオクサキビの9自生系統の特性比較。日草誌27：248-249。
- 11) 清水矩宏・佐藤博保・中川 仁(1984)：九州地域で収集されたオオクサキビ自生系統の特性。九州農業研究46：187。
- 12) 清水矩宏(1985)：我が国に導入された暖地型牧草の種子リストとそのデータベース化。九州農業研究47：170。
- 13) 清水矩宏(1998)：最近の外来雑草の侵入・拡散の実態と防止対策。日本生態学会誌48：79-85。
- 14) 住吉 正・川名義明・児嶋 清(1997)：キシュウスズメノヒエ茎の萌芽特性及び除草剤の効果判定試験方法の検討。雑草研究42(別)：

148-149.

- 15) 竹松哲夫・一前宣正(1997): 世界の雑草Ⅲ
セイバンモロコシ: pp825-828. オオクサキ
ビ: pp693-695. キシユウスズメノヒエ: pp
721-723. シナダレスズメガヤ: pp575-576.

- 16) 鷺谷いづみ(2000): 生物多様性を脅かす
「緑」の生物学的侵入. 生物科学52(1):1-6.

- 17) 八木隆徳・目黒良平・福田栄紀(2000): 東

北地方におけるシバムギ草地の生産性および
草種構成に及ぼす要因. 日草誌46(別): 222-
223.

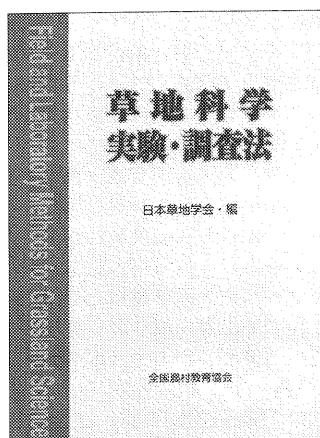
- 18) 山下雅幸(2002): 外来牧草の野生化. 日草
誌48: 161-167.

- 19) 矢野悟道編(1988): 日本の植生—侵略と攪
乱の生態学. pp. 30-39. 東海大学出版会.

草地科学実験・調査法

新刊

A4判 611ページ
定価(本体7,000円+税)



「草地」に関わるさまざまな
実験・調査法を横断的かつ体
系的に集大成した大部。本書
では、牧草等の実験・調査法
にとどまらず、飼料、家畜、
土壌、気象、統計法など草地
全般にわたる手法の実際を解
説する。さらに近年の機器や
ソフトウェアの進展に伴い、
大きく進化している実験・調
査法のすべてを取り込むこと
により、研究の基礎から応用
まで幅広い分野を網羅。

【目次】

1. 草本類の分子・細胞に関する実験法
2. 草本類の形態・構造に関する調査法
3. 草本類の生理・生態に関する調査法
4. 草本類の栽培に関する調査法
5. 草本類の環境ストレスに関する調査法
6. 草本類の遺伝・育種に関する調査法
7. 草本類の共生微生物に関する調査法
8. 草本類の病虫害に関する調査法
9. 草地植生の組成と構造に関する調査法
10. 植物の競争に関する調査法
11. 草地の埋土種子、糞中種子および草地
への侵入種子に関する調査法
12. 粗飼料の収穫、調製、貯蔵および給与に
関する調査法
13. 粗飼料の飼料価値に関する調査法
14. 家畜に関する実験・調査法
15. その他の動物に関する調査法
16. 地形・地質に関する調査法
17. 土壌の理化学的性質に関する調査法
18. 土壌生物に関する調査法
19. 土壌有機物および家畜排泄物に関する
調査法
20. 気象・気候に関する調査法
21. 草地施設・機械に関する調査法
22. 社会経済学的調査法
23. 草地におけるエネルギー・物質動態の
モニタリングと評価に関する調査法
24. 施設における物質動態のモニタリングと
評価に関する調査法
25. リモートセンシングおよびGIS
26. 景観などの評価に関する調査法
27. 実験計画法と統計解析
28. モデリングとシミュレーション

全国農村教育協会 ホームページ <http://www.zennokyo.co.jp>

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6

電話(本社)03-3833-1821 (出版部)03-3839-9160 FAX 03-3833-1665

日本帰化植物写真図鑑

清水矩宏・森田弘彦・廣田伸七／編著 B6判 548頁 本体価格4,300円

●帰化植物630余種を1,700余点のカラー写真で紹介。飼料作物畑の雑草害と対策も解説

全国農村教育協会
<http://www.zennokyo.co.jp>

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
TEL03-3833-1821 FAX03-3833-1665

うめくさ-13

「本草綱目」の図から雑草らしきものを拾う

「うめくさ 10」で触れたように、李時珍の「本草綱目」は日本の博物学に極めて大きな影響を及ぼした。いわゆる漢方薬の集大成であるが、薬物の多くは植物性のものであったから、深山幽谷に生じるものばかりでなく、中には当時の人々の生活の周りに普通に见られる植物も少なくなかった。すなわち、雑草も掲載されていたことになる。江戸時代にいくつも刊行された「本草綱目」の和刻本では各分冊のはじめにその冊に出てくる材料をまとめて図示することが普通だったようだが、全巻を通して図だけをまとめた「本草綱目図」というものもある。この版の出版の経緯は以下のようなものである。

「1714 正徳4：五月、稻宣義（若水）校、『（新校正）本草綱目』、序目、巻1152、ならびに付録刊了。……この版刻は正徳二年にはじめこの年完成する。承応二年版による改刻で、輪郭を改め、訓点を訂正し、李時珍の原本に本文を脱漏した桂（草部）、没離梨（果部）などを、本文に做って作文し補入してある。……付録の一は、李時珍の『脈学奇経八脈』、76丁。二は『本草綱目図』、二冊、161丁、1110図。（上野益三 日本博物学史 平凡社 p.308 1973）

筆者の手元には上記付録二の一部と思われる「本草綱目図 巻上」があって、序文が以下のように漢文で書かれている（図-1）。

従来図繪飾ノエト為ス 未タ其ノ形似タルヲ析ツニ暇アラズ 是ヲ以テ博物ノ君子毎ニ櫛梨橘柚之疑ヒ多シ 茲ノ集詳ニ考ヘ互ニ訂シ肖ニ疑眞ニ逼ル遐方ノ異物ト雖モ図ヲ按 シメ索ム可シ奚ソ第多ク其名ヲ識已也

この冊子から、当時すでに雑草であったと考えられるものから24点の図をぬきだした（図-2）。「本草綱目」に記載された生物を日本の生物に充てる作業は江戸時代を通じて、日本の博物学（本草学）の主課題であって、多くの学者がそれに没頭した。現在では「国訳本草綱目（春陽堂）」として手にはいるが、その1931年の旧版では最後の本草学者と言われた白井光太郎博士、植物学の牧野富太郎博士、1974年の新註増補版では生薬の木村康一博士、植物学の北村四郎博士らが知恵を絞って李時珍の記述した植物の正体を追究した。図に付した、カタカナで記した和名は諸先生の考察の結果である。

和名と対比して図を見ると、なるほどと肯け

るものもあれば、似ても似つかぬものもある。しかし、明という時代を考えると、総体としてはよく出来た図と言えよう。日本の植物への比定に際しては図より記述が重視された。イチビの記述は、「葉は大きく、桐葉に似て團くして尖がある。六七月に黄色の花を開く。実は半磨の形のやうで歯があり、嫩いうちは青く、老ゆれば黒くなり、中の子は扁たく黒く、形状は黄葵子のやうだ。（国訳本草綱目 第五冊 草部 p.139）」と、図より明快にその形状を示している。

植物図に高い精度を要求し、自らも精巧な植物図を沢山残された牧野富太郎博士は「本草綱目」の図にも厳しい注文をつけ、正確な図を整備しようと考えた。

・・本草綱目ニ就テ此ノ如キ図説ヲ作ラント企テタ人ハ是レ迄マダ世間デハ聞カナイカラ此挙ハ今回ガ始メテデアラウ、元来此綱目ニ添ウタ図ハアルガ其レヲ本草綱目ノ図譜デゴザイト銘打ッテ出スニハ余リニお粗末ナモノデアル事ハ其レヲ一見シタ人ハ誰デモ其点ニ異存ハナカラウ

サテ此レカラ出サウトスル図ヲ悉ク創作ノ原図ニスル事ハ実ニ容易ナ業デハナクドンナニシテモ其レハおいそれトチョットハ出来ヌわざデアル、故ニ茲ニハ百家ノ書カラ其良図ヲ抄出シテ間ニ合セル、サウ為ナケレバ此仕事ヲ運バセテ行ク事ハ出来ヌ、然シ原作図モ出来ル限リ之レヲ製シテ其間ニ交ヘ出ス事ハ勿論デアル・・（本草綱目植物図説、本草 創刊号 p.11-17, 1932）

牧野博士の「本草綱目植物図説」は数回の連

載で終わり、完成しなかった。近年中国において、「中国本草図録」や「原色中国本草図鑑」などが刊行されるに至った。本草綱目はまだ生きていることであろう（も）



図-1 本草綱目図 巻上.

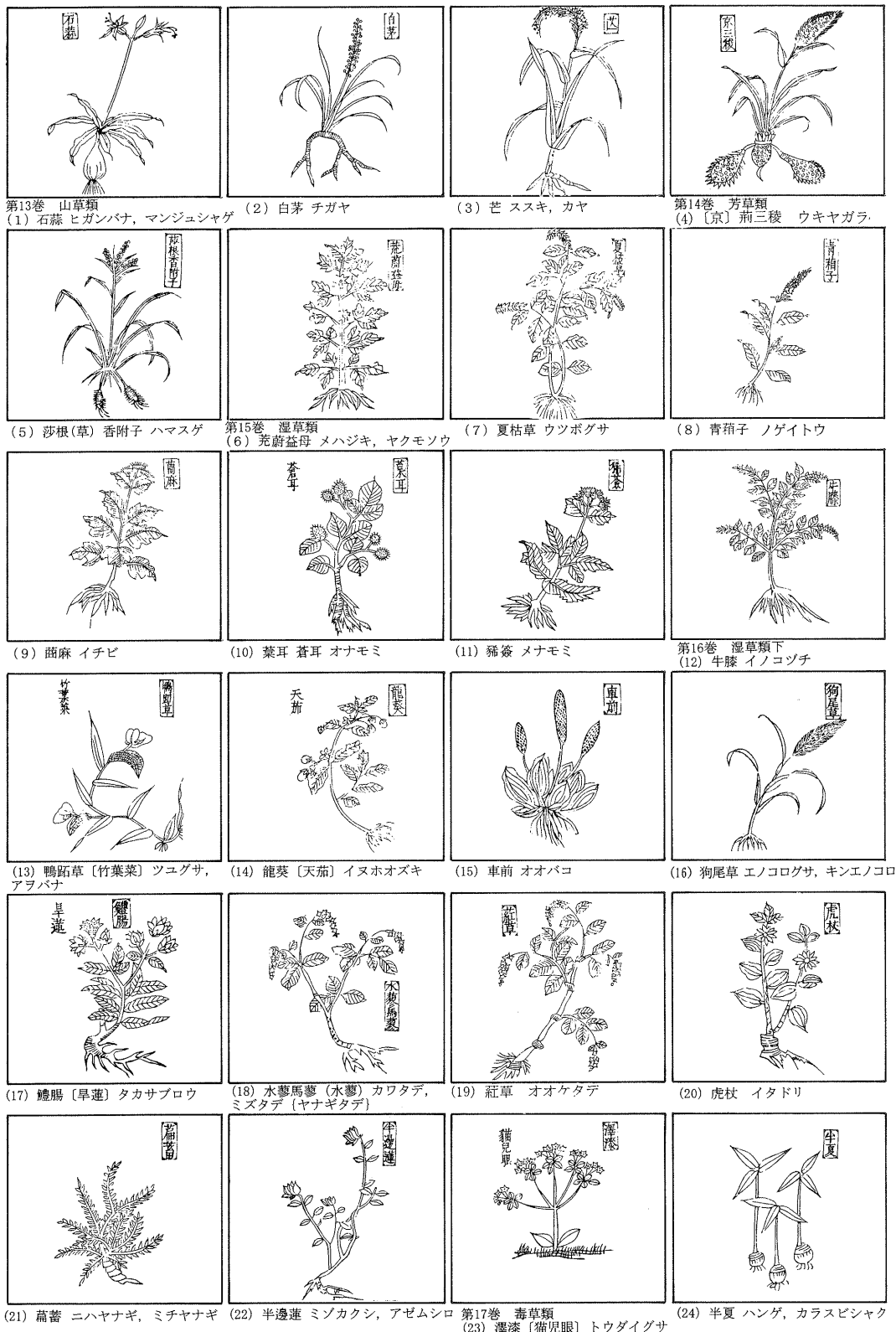


図-2「本草綱目図 巻上」で雑草と考えられる図
カタカナ和名と()内は「国訳本草綱目」。()内は「本草綱目図 巻上」での文字, { }内筆者注。

植 調 協 会 だ よ り

◎ 会議開催日程のお知らせ

- ・平成16年度農薬(作物・環境)残留分析委員会開催予定表

【作物残留】

回	開催日	会場
第1回	平成16年4月16日(金)	日植防協会
第2回	6月4日(金)	日植調協会
第3回	7月23日(金)	日植防協会
第4回	9月3日(金)	日植調協会
第5回	11月5日(金)	日植防協会
第6回	12月17日(金)	日植調協会
第7回	平成17年2月4日(金)	日植防協会
第8回	3月4日(金)	日植調協会

【環境残留】

回	開催日	会場
第1回	平成16年6月11日(金)	日植調協会
第2回	9月17日(金)	日植防協会
第3回	12月17日(金)	日植調協会
第4回	平成17年3月11日(金)	日植防協会

- ・平成16年度水稲・畑作関係除草剤試験中間
現地検討会日程表

地域	部門	開催日	開催地
北海道	水稲 畑作	7月1日(木)～7月2日(金) 6月21日(月)～6月22日(火)	北海道 北海道
東北	水稲	6月24日(木)～6月25日(金)	福島県
北陸	水稲	6月17日(木)～6月18日(金)	新潟県
関東	水稲	6月14日(月)～6月15日(火)	千葉県
東海	水稲	7月6日(火)～7月7日(水)	岐阜県
近畿・ 中国・ 四国	水稲	7月14日(水)～7月15日(木)	兵庫県
九州	水稲	7月22日(木)	熊本県

- ・平成16年度水稲除草剤作-1試験参観

日時：平成16年6月2日(水)14:00～17:00

場所：(財)日本植物調節剤研究協会 研究所

〒300-1211 茨城県牛久市柏田町860

TEL 029-872-5101

- ・平成15年度秋冬作野菜花き関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：平成16年7月13日(火)10:00～17:00

7月14日(水)9:00～12:00

場所：ワカヤマ第2富士ホテル

〒640-8221 和歌山県和歌山市湊紺屋町1-20

TEL 073-431-3352

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

発行所 東京都台東区台東1-26-6 全国農村教育協会
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16年5月発行 定価525円(本体500円+消費税25円)

植調第38巻第2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®1kg粒剤

アワード®フロアブル

ロンゲット®フロアブル

シェリフ®1kg粒剤

リーディング®

クラッシュ®1kg粒剤

バトル®粒剤



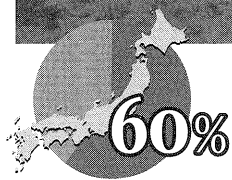
住化武田農業株式会社

〒104-0033 東京都中央区新川一丁目16番3号



The miracles of science™

デュポン社が開発した
ベンスルフロンメチル「ロンダックス®」は、
日本の美味しい米作りと食の安全を支えています。



「ロンダックス®」は低薬量かつ1回の処理で除草ができる自然に
やさしい環境負荷低減型除草剤。
様々な有効成分と混合し、使いやすい薬剤として、日本における
水稲面積の約60%※の除草作業をお手伝いしています。

※平成15年度出荷実績



上記のマークがついている除草剤には
ロンダックス®(DPX-84)が含まれています。

デュポン株式会社 農業製品事業部 〒153-0064 東京都目黒区下目黒1-8-1 アルコタワー 電話 03-5434-6117 Fax.03-5434-6187

®は米国デュポン社の登録商標です。

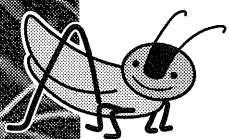
自然に学び 自然を守る
クミカ

やっかいな クサネムを しっかり防除!

— 特 長 —

クサネムに対する強力な殺草効果

イネ・雑草間の高い選択性



移植水稻用クサネム防除剤

クミニー[®] 液剤

©はクミアイ化学工業(株)の登録商標です。

お求めは皆様の JA (農協) へ

JAグループ
農 協 | 全農[®] | 経済連
◎は登録商標です。

自然に学び 自然を守る

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 TEL.03-3822-5036

●使用前にはラベルをよく読んでください。

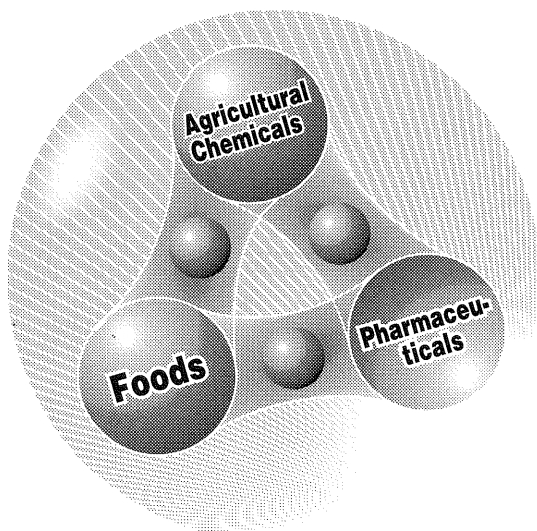
●ラベルの記載以外には使用しないでください。

●本剤は小児の手の届く所には置かないでください。

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なくらしに、貢献します。



天然物で確実除草

ハービー[®] 液剤



明治製菓株式会社
104-8002 東京都中央区京橋2-4-16
<http://www.meiji.co.jp/nouyaku>