

# 植調

第52巻

第3号

*JAPR Journal*

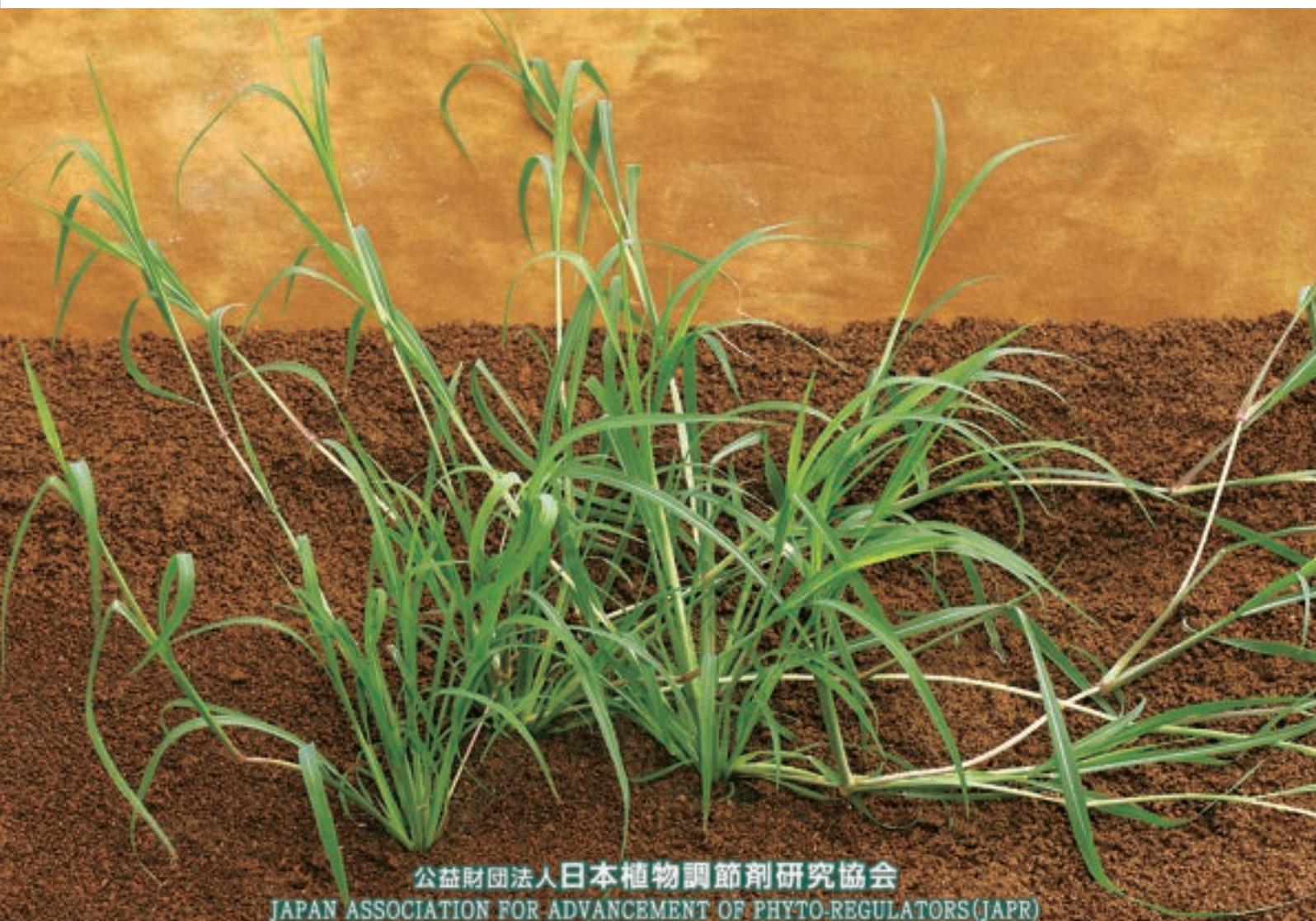
暖地の発酵粗飼料用水稻栽培における雑草管理 小荒井 晃

りんご「ハックナイン」の果汁原料栽培向け着果管理指標 内田 哲嗣

緊急に防除技術開発が必要な畑作物と雑草種

— 農研機構作物保護試験研究推進会議雑草部会の報告 — 澁谷 知子

英国全土に繁茂する日本原産イタドリの生物的防除 黒瀬 大介



公益財団法人日本植物調節剤研究協会

JAPAN ASSOCIATION FOR ADVANCEMENT OF PHYTO-REGULATORS (JAPR)

新提案! 「中期にジャンボ」ラクラク散布!

新技術

ソニックスプレッド®

テクノロジーだから

拡散力が違う!

ノビエ

コナギ

ホタルイ

クロクワイ

オモダカ

各種雑草に幅広い効果!

水稲用中期除草剤

セカンドショット® ジャンボMX

農林水産省登録  
第23867号

アトカラ® ジャンボMX

農林水産省登録  
第23866号

アジムスルフロン・ペノキスラム・メソトリオン粒剤

セカンドショット、アトカラ、ソニックスプレッドは三井化学アグロ(株)の登録商標です。

動画を  
チェック!



ソニックスプレッド® テクノロジーとは……

独自のキャリアーと数種の界面活性剤の絶妙な配合によって、拡散性能を飛躍的に向上させた三井化学アグロ独自のジャンボ剤新製剤技術です。



三井化学アグロ株式会社

東京都中央区日本橋1-19-1 日本橋ダイヤビルディング  
ホームページ <http://www.mitsui-agro.com/>

○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。 ○小児の手の届く所には置かないでください。 ○容器・空袋などは現場などに放置せず、適切に処理してください。 ○防除日誌を記録しましょう。



カウンシル®  
コンプリート

新登場



ノビエ、難防除雑草を「一発処理」で枯らす除草力。鉄コーティング直播栽培にも適応。多角化・大規模化に貢献できる次世代の水稲用除草剤です。

高葉齢ノビエも! 難防除も!  
除草力“の”  
カウンスシル。



●使用前にはラベルをよく読んで下さい。 ●ラベルの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。 (B)はバイエルグループの登録商標

バイエル クロップサイエンス株式会社

東京都千代田区丸の内1-6-5 〒100-8262 <https://cropscience.bayer.jp/>

お客様相談室 ☎0120-575-078 9:00~12:00, 13:00~17:00  
土・日・祝日を除く



## 無人航空機の有効な利用を

公益財団法人日本植物調節剤研究協会 評議員  
一般社団法人農林水産航空協会 総務管理部長

芳賀 俊郎

我々が携わる農業分野においては、農林水産省が平成元年に制定した「無人ヘリコプター利用技術暫定実施基準」により無人ヘリコプターを利用した農薬散布が開始された。平成3年に制定された「産業用無人ヘリコプター利用技術指導指針」のもと、無人ヘリでの農薬散布飛行の安全性確保、農薬の危被害防止などの諸対策を行い、主に水稲、大豆、麦類の病害虫防除での殺菌剤、殺虫剤等の散布、水田雑草の除草剤散布などで利用し、今年で30年目のシーズンを迎えている。

ここ2年ほどは、マルチローター（ドローン）と呼ばれる小型の無人航空機の開発・利用が急速に進んできている。ドローンが注目されたのは、世間を騒がせた平成27年4月に首相官邸で墜落したドローンが発見されて以降のことである。すぐに政府は安全確保のための法律の整備を進め、同年12月には航空法の一部改正が行われた。無人ヘリ及びマルチローター（ドローン）は無人航空機と位置付けられ、有人ヘリコプターでの農薬散布と同様に国土交通大臣の許可・承認を得たうえで農薬散布を行うことが義務付けられた。航空法の改正とともに、平成27年12月3日付けで「空中散布等における無人航空機利用技術指導指針」が制定され、平成30年3月30日付けで一部改正が行われ「空中散布における無人航空機利用技術指導指針」が平成30年5月1日に施行されている。

今回の改正ポイントは、操縦装置を使用して無人航空機を操縦する「遠隔操作」と自動操縦システム（機体、機器等に組み込まれたプログラムにより自動的に無人航空機を飛行させるためのシステム）を使用して無人航空機を操縦する「自動操縦」の定義がされたことである。

次に、空中散布の方法は「性能確認された機体の一覧」で示され、農作物の形状によっては農薬（特に液剤）散布の均一性を確保することが難しいことから、防除対象に応じて適切な散布機器を選択して実施することとされている。

特に、自動操縦による空中散布については、設定した飛行経路による空中散布が安全かつ適正に実施できない周辺環境の変化があった場合には、飛行経路の再設定や遠隔操作への切り替え等の安全対策を速やかに講じることを挙げている。不具合が発生した場合には、遠隔操作においては、直ちに散布を停止し、機体を速やかに安全な場所に降下させることとし、自動操縦にあつては、オペレーターが自動操縦システムを停止するなどの操作介入を行い、直ちに散布を停止し、速やかに安全な場所に降下させることとしている。

無人航空機（無人ヘリ・ドローン）による農薬散布等の実施状況については、農林水産省が平成29年12月末時点での速報値として、水稲防除で88.9万ha、麦類防除で6.3万ha、大豆防除で7万ha、松くい虫防除とその他作物の防除等で1万haの合計103.3万haとしている。水稲防除の中には、除草剤散布も含まれているが、数%に満たない実施面積である。

現在、農薬登録で「無人ヘリコプターによる散布」とある除草剤は、移植水稲で1キロ粒剤が64剤、250グラム粒剤が12剤、フロアブル剤（滴下）が37剤、顆粒剤が2剤の計115剤、直播水稲で1キロ粒剤が47剤、250グラム粒剤が5剤、フロアブル剤が13剤の計65剤である。

今後、無人航空機（無人ヘリ・ドローン）が除草剤散布のための防除機として有効に利用されていくことを期待するものである。

# 暖地の発酵粗飼料用水稻栽培における雑草管理

農研機構中央農業研究センター  
生産体系研究領域

小荒井 晃

## はじめに

近年、暖地水田では、排水等の条件が悪い水田でも栽培でき、飼料自給率の向上にも寄与する転作作物として、茎葉と子実をあわせて収穫し、サイレージ発酵させて粗飼料として利用する水稻栽培（発酵粗飼料用水稻栽培、以下、WCS用イネ栽培）が推進されてきた（小川 2005）。WCS用イネ栽培では経営上の理由から食用イネ栽培以上の簡便な除草体系や除草剤の使用量の削減が望まれている。また、省力・低コスト化を優先するあまり、雑草管理が不十分となり、収穫時に雑草が繁茂して、収穫作業の際、イネだけでなく、雑草や雑草種子もあわせて収穫する事例が多く見られる。そのため、WCS用イネ栽培に対応した新たな雑草管理技術の開発や雑草や雑草種子が混入した収穫物が生産された場合の対

策技術の確立が急務であった。そこで、農研機構九州沖縄農業研究センターでは、2000年度から農林水産省の委託プロジェクト等に参画し、暖地WCS用イネ栽培における雑草管理技術の開発に取り組んできた。本稿ではその概要を紹介する。

## 1. 直播栽培における雑草防除

WCS用イネ栽培における雑草防除では、現在、農林水産省生産局畜産部からの事務連絡（農林水産省28生畜第744号通知）に基づいて“稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル第6版（（一社）日本草地畜産種子協会2014、以下、生産・給与技術マニュアル）”に掲載されている農薬の種類・使用方法によって対応することとなっている。生産・給与技術マニュアルでは、農薬の使用時期に「収穫〇日前ま

で」という記載がある場合は、「収穫」をWCS用イネの収穫にそのまま適用することとしている。そのため、これらの農薬の使用上の留意点に注意を払いつつ、食用イネ栽培に準じて雑草を防除することを基本とするが、上述のように、WCS用イネ栽培では、食用イネ栽培以上に省力・低コスト性が強く要求されるため、除草剤の使用を削減した雑草管理技術の開発が望まれる。草丈が高く、初期生育の優れたイネ品種は雑草抑圧力が優れていることから（Koarai and Morita 2003）、WCS用イネ専用品種の雑草抑圧力を評価したところ、茎葉型のWCS用品種は飼料用米向き多収品種や食用品種より雑草抑圧力が強い品種が多かった（表-1、小荒井ら 2003）。そこで、草冠を速やかに被覆するため雑草抑圧力が強いとされる品種を利用すると必要除草期間が短くなり、湛水直播栽培および移植栽培では初期除草剤のみの除草剤1回処理体系（図-1、小荒井ら 2005, 2007）、乾田直播栽培では入水後の除草剤を省略した除草剤2回処理体系（図-2、小荒井 2016）でも、実用上問題ない程度に雑草を防除できることを明らかにした。したがって、WCS用イネ直播栽培では、雑草抑圧力の強い品種を作付けることで省力・低コストな雑草管理が可能であると考えられた。

なお、生産・給与マニュアルの記載の除草剤は毎年更新されるので、常に最新の情報を入手する必要がある。

表-1 WCS用イネ移植栽培におけるヒメタイヌビエの生育に及ぼすイネ品種の影響

混植した イネ品種	ヒメタイヌビエ乾物重(kg/m <sup>2</sup> )			
	2001年		2002年	
	5月移植	6月移植	5月移植	6月移植
Taporuri	-	0.11 b	0.18 (11) d	0.02 (1) f
Tetep	0.08 b	0.05 b	0.17 (10) d	0.01 (1) e
モーれつ	0.46 a	0.18 b	0.36 (21) c	0.05 (4) d
スプライス	0.50 a	0.36 a	-	-
ニシアオバ	-	-	0.47 (28) c	0.09 (8) c
ヒノヒカリ	0.59 a	0.42 a	0.66 (39) b	0.25 (21) b
ヒメタイヌビエ 単植	-	-	1.69 (100) a	1.18 (100) a

- 1) 調査は、イネ黄熟期に行った。
- 2) かっこ内の数値は、対ヒメタイヌビエ単植比(%)を示す。
- 3) -は、調査なし。
- 4) 同一アルファベットは、各移植時期において品種の間にTukey法の5%水準で有意差が無いことを示す

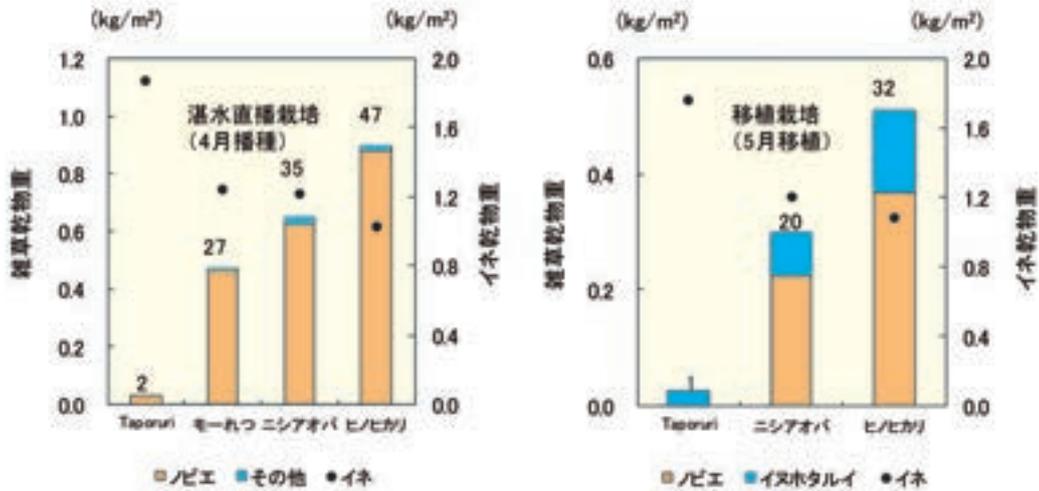


図-1 初期除草剤単用処理による残草量とWCS用イネ収量への影響  
1) 図中の数字は、収穫物への混入率を示す。

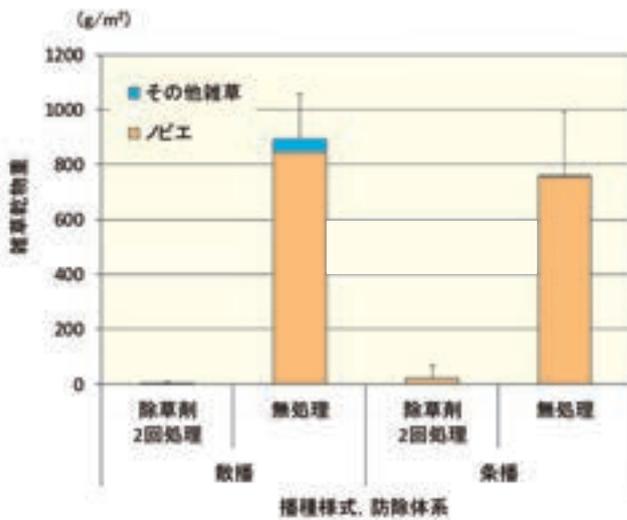


図-2 WCS用イネ乾田直播栽培における入水37～39日後の雑草の生育  
1) エラーバーは全雑草乾物重の標準偏差を示す。  
2) 除草剤2回体系は、播種直後にトリフルラリン粒剤、入水前にペノキスラム液剤を処理した。  
なお、トリフルラリン粒剤は、現在、生産・給与技術マニュアルに掲載されていない。

## 2. 2回刈り直播栽培における雑草防除

### (1) 2回刈り栽培とは

温暖な宮崎県や鹿児島県などの九州南部では、他の飼料作物の多回刈り栽培と同様に、WCS用イネでも複数回の収穫が可能で、4月上旬から4月中旬頃に播種あるいは移植して、1番草を穂ばらみ期から穂揃期頃に収穫し、再生したイネを糊熟期から黄熟期頃に再び2番草として収穫する2回刈り

栽培が行われている（農研機構九州沖縄農業研究センター 2011）。2回刈り栽培では、茎葉収量が高く、かつ刈り取り後の再生が旺盛な品種を用いる必要があるため、農研機構九州沖縄農業研究センターでは、鹿児島県内で実施した現地の移植栽培で2t/10a弱の合計乾物収量（1番草と2番草）を実証した2回刈り専用品種「ルリアオバ」を育成した（坂井ら 2013）。

### (2) 研究当時の2回刈り直播栽培における除草剤使用上の注意点

本研究の実施当時、生産・給与技術

マニュアルにおいて直播栽培で使用できる除草剤として掲載されていた一発処理型除草剤を含む湛水処理型除草剤にはすべて使用時期に『収穫90日前まで』あるいは『収穫120日前まで』の記載があった。2回刈り乾田直播栽培においては、入水後の湛水処理型除草剤を散布できる時期からおおむね70～80日後には1番草の収穫時期を迎えるため、湛水処理型除草剤は事実上使用できなかった。そのため、一発処理型除草剤を使用しない雑草防除技術を開発する必要がある。なお、現在は収穫45日前まで使用できるカルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロン粒剤、ピリミルスルファン粒剤などが生産・給与技術マニュアルに掲載され、2回刈り直播栽培でも入水後（再入水後）に一発処理型除草剤が使用できる。

### (3) 2回刈り乾田直播栽培における雑草防除

茎葉収量が高く、かつ刈り取り後の再生が旺盛で、雑草抑圧力がきわめて強い2回刈り専用品種「ルリアオバ」（小荒井ら 2003, 2007）を利用することで2回刈り乾田直播栽培において、イネ出芽前に散布する非選択性除

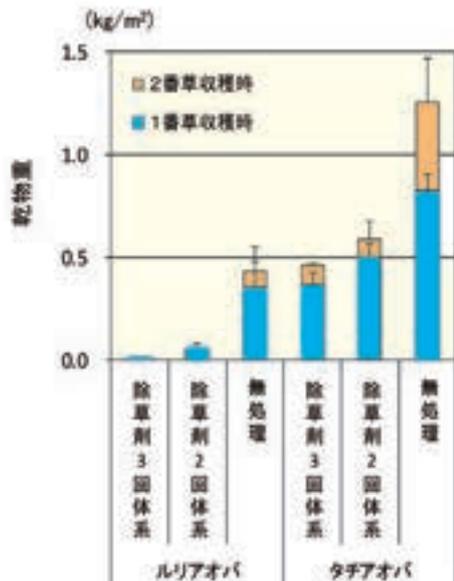


図-3 WCS用イネ2回刈り栽培における収穫時の雑草の生育

- 1) エラーバーは、標準偏差を示す。
- 2) 除草剤2回体系は、イネ出芽前に非選択性除草剤グリホサートカリウム塩液剤、入水前に茎葉処理型除草剤シハロホップブチル・ペンタゾン液剤、除草3回体系はさらに入水後に再度シハロホップブチル・ペンタゾン液剤を処理した。
- 3) WCS用イネは2009年5月12日に播種し、8月11日に1番草、10月14日に2番草を収穫した。
- 4) 試験は福岡県筑後市で実施した。

草剤と入水前に散布する茎葉処理型除草剤との除草剤2回体系で雑草をほぼ完全に防除でき、1番草収穫後の雑草防除は特に必要ないことを明らかにした(図-3, 小荒井ら 2011)。この雑草防除技術は、入水後(再入水後)の湛水土壤処理型除草剤が使用できないという制限から考案された技術であるが、現在でも乾田期間の除草剤2回体系を基本とした省力・低コストな雑草防除法として有効な技術である。

### 3. 一部の多収イネ品種は除草剤感受性が異なる

WCS用イネ栽培では、子実が多収あるいは茎葉部の乾物重が大きな専用品種の育成と普及が進んでいる。これまでの多収イネ品種の開発では、IR系統などのインディカ種の遺伝子の導

入による育成などが行われてきた(加藤 2010)。水稻の品種間、とくにジャポニカ種とインディカ種との間でいくつかの除草剤に対する感受性に差があることが知られている(Ishizuka *et al.* 1984; Kobayashi *et al.* 1995)。2009年に除草剤ベンゾビシクロンの単剤処理で温暖地向きに育成された一部の多収イネ品種で白化・枯死を伴う強い薬害を生じさせることが報告された(関野ら 2009)。我が国の除草剤の開発および農薬登録の過程においては、食用イネ品種における除草剤感受性については、十分な検討がなされているが((財)日本植物調節剤研究協会 2004)、インディカ種の遺伝子が導入されたWCS用を含む多収イネ品種における除草剤感受性については十分な検討が行われていなかった。暖地においては、インディカ種の遺伝子が導入された品種が広く栽培されていることや除草剤処理直後の気温が温暖地より高く、イネへの除草剤の吸収量が多くなるため、薬害が強くなりやすいことから、除草剤感受性について明らかにしておく必要があった。そこで、暖地向き品種を含むWCS用イネ14品種について、暖地ですでに広く普及しているか、あるいは今後普及が見込まれる除草成分を対象に、製剤を用いて、13除草剤に対する感受性について検討し、「ミズホチカラ」、「モミロマン」および「ルリアオバ」は特定の除草成分(ベンゾビシクロン、テフリルトリオン)により、場合によっては枯死に至る強い薬害(白化症状)を引

き起こすことを明らかにした(小荒井ら 2010)。その後の研究により、16品種で、特定の除草成分(メソトリオン、ベンゾビシクロン、テフリルトリオン)により、場合によっては枯死に至る強い薬害(白化症状)を引き起こすことが明らかになっている(農研機構 2016)。したがって、これらの品種を作付けする場合は、メソトリオン、ベンゾビシクロン、テフリルトリオンが含有した除草剤の使用は避けるように、除草剤を選択する必要がある。

### 4. 雑草のイネWCSへの混入が収穫物の品質に及ぼす影響

WCS用イネ栽培では、省力・低コスト化を優先するあまり、雑草管理が不十分となり、収穫時に雑草が繁茂して、収穫作業の際、イネだけでなく、雑草もあわせて収穫する事例が多く見られる。雑草は、乾物率、繊維成分含量、単少糖含量および緩衝能が草種によって異なる。そのため、雑草が混入したイネWCSは、混入した雑草種および混入率により、乾物率や繊維成分含量等が変動するため、収穫物の品質に大きな影響を及ぼすものと考えられる。そこで、雑草の混入がイネWCSの品質に及ぼす影響を検討した。

#### (1) 発酵品質への影響

乾物率の低いイボクサおよびタウコギがイネWCSに30%混入すると発酵品質が著しく低下し、家畜に給餌できなくなった(表-2)。また、イ

表-2 30%の混入によりイネ WCS の発酵品質を低下させる雑草

草種	発酵品質 (V-SCORE)
不良 (60点以下)	
イボクサ	56
タウコギ	60
可 (60点~80点)	
コナギ	70
良 (80点以上)	
ヤナギタデ	86
アメリカセンダングサ	86
ヒレタゴボウ	87
タカサブロウ	88
タマガヤツリ	88
クサネム	91
ミズガヤツリ	92
イヌホタルイ	92
ホソバヒメミソハギ	94
クログワイ	95
チョウジタデ	96
ヒメタイヌビエ	97
イネ[雑草混入なし]	92

ネ WCS のサイレージ発酵の品質を示す V-SCORE は、混入した雑草種にかかわらず、雑草の乾物率との間に有意な正の相関関係が認められた (図-4, 小荒井ら 2007)。したがって、水分の多い雑草の混入が予想される場合、収穫体系はダイレクトカット体系を避け、水分調整ができる予乾体系で行うことが望ましい。

## (2) 栄養価への影響

雑草が混入したイネ WCS の繊維成分含量からイネを含むイネ科作物に用いられる推定式を用いて可消化養分 (TDN) 含量を推定したところ、クサネム、ホソバヒメミソハギ、チョウジタデの 10% の混入、ヒレタゴボウ、タマガヤツリ、タカサブロウ、コナギ、ヒメタイヌビエの 30% の混入で TDN 含量が有意に 5 ポイント以上低下した (表-3, 小荒井ら 2007)。

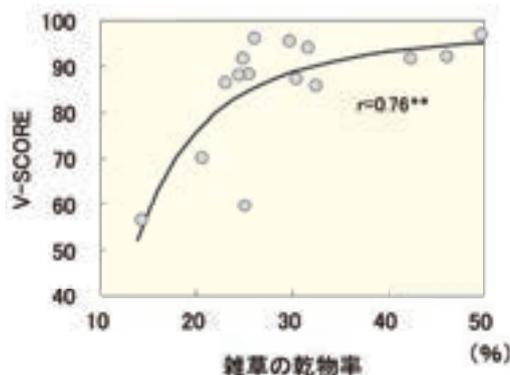


図-4 雑草の乾物率とその雑草が 30% 混入したイネ WCS の発酵品質との関係

## (3) 安全性への影響

硝酸塩を多量に含んだ飼料をウシが摂取すると、中毒死や流産などのメトヘモグロビン血症を引き起こす。そのため、飼料中の硝酸態窒素含量は、2000ppm (乾物中) 以下 (妊娠牛では 1000ppm 以下) が望ましいとされている。WCS 用イネは、窒素を多量に施用した条件下でも、硝酸態窒素 (硝酸塩) の蓄積がほとんどない作物のため (小林ら 2000), 多収を目的に家畜ふん由来の堆肥を大量に投入する事例がある。しかし、イボクサは生育期間を通じて、タカサブロウ、アメリカセンダングサ、チョウジタデは夏季まで上記基準以上の硝酸態窒素を蓄積した (表-4, 小荒井ら 2007)。牧草の硝酸態窒素含量は、施肥条件、水管理などの栽培条件で変動することが知られているが (関村ら 1979), これら雑草種においては、過度の追肥、収穫前の長期間の落水管理などによって硝酸態窒素が高まりやすくなった (図-5, 小荒井ら 2009, 小荒井 2013)。WCS 用イネ栽培では、大型収穫機による作業のため、早期に落水管理となることから、硝酸態窒素を蓄積しやすい雑草種が大量に残草した場合、硝酸態窒素含量が高い早期の収穫を避けること、および過度の追肥を避けることが望ましいと考えられる。

表-3 雑草が混入したイネ WCS の栄養価

草種	雑草混入率 (%)	
	10	30
	—TDN 含量 (DM%)—	
クサネム	45.5	47.7
ホソバヒメミソハギ	46.7	47.1
チョウジタデ	48.0	48.5
ヒレタゴボウ	49.4	44.7
タマガヤツリ	50.7	47.7
タカサブロウ	52.7	47.8
コナギ	50.7	47.9
ヒメタイヌビエ	51.0	47.9
ヤナギタデ	50.6	49.4
タウコギ	50.4	50.0
イヌホタルイ	54.7	50.5
アメリカセンダングサ	54.7	51.4
ミズガヤツリ	51.4	51.7
クログワイ	50.1	52.4
イボクサ	—	53.9
イネ[雑草混入なし]	53.3	

- 1) 網掛けは、イネと比較して 5% 水準で有意に 5 ポイント以上低下した区を示す。
- 2) —は、試験なし。

このように多くの水田雑草は、イネ WCS への混入により収穫物の品質に影響を及ぼすことから、WCS 用イネ栽培においても食用イネ栽培と同様の雑草管理が必要である。

## 5. イネ WCS への雑草種子の混入による種子伝播の懸念

前述の通り、WCS 用イネ栽培では、省力・低コスト化を優先するあまり、雑草管理が不十分となり、収穫時に雑草が繁茂して、収穫作業の際、イネだけでなく、雑草や雑草種子もあわせて収穫する事例が多く見られる。飼料畑では雑草種子が混入した輸入飼料をウシに給与し、そのウシから排せつした牛ふんを材料として堆肥を作成、圃場に散布したことが、外来雑草の侵入・発生面積の拡大の要因の一つだと推測されている (西田 2002)。耕畜連携のため牛ふんを材料とした堆肥を大量

表-4 雑草およびイネの硝酸態窒素含量

草種	調査日	
	8月下旬 ～9月上旬	10月中旬
	硝酸態窒素含量 (ppm)	
イボクサ	851	213
	2752	1979
タカサブロウ	5468	677
	5614	-
アメリカ センダングサ	5380	20>
	694	272
チョウジタデ	573	45
	2406	-
タマガヤツリ	709	20>
コナギ	462	43
クサネム	38	20>
ヒメタイヌビエ	20>	20>
イヌホタルイ	20>	20>
ミズガヤツリ	20>	20>
クログワイ	20>	20>
コウキヤガラ	20>	20>
ヤナギタデ	20>	20>
イネ	20>	20>

1) -は、試験なし。  
2) 上段は2004年、下段は2005年の値。  
3) 編掛けは、許容水準値以上の数値を示す。

に施用する WCS 用イネ栽培では、イネ WCS 中に混入した水田雑草種子をサイレージ調製・給与および堆肥作成の過程で完全に死滅できなければ、堆肥の散布により雑草の発生を拡大させる危険性が懸念される。そこで、サイレージ調製・給与および堆肥作成の過程におけるイネ WCS に混入した水田雑草種子の生存状況を検討した。

### (1) サイレージ発酵による種子の死滅

非硬実の水田雑草種子は、約3-6か月のサイレージ発酵によってほとんど死滅した。一方、種皮が硬実の状態にあるクサネム種子は、サイレージ発酵ではほとんど死滅しなかった(表-5,

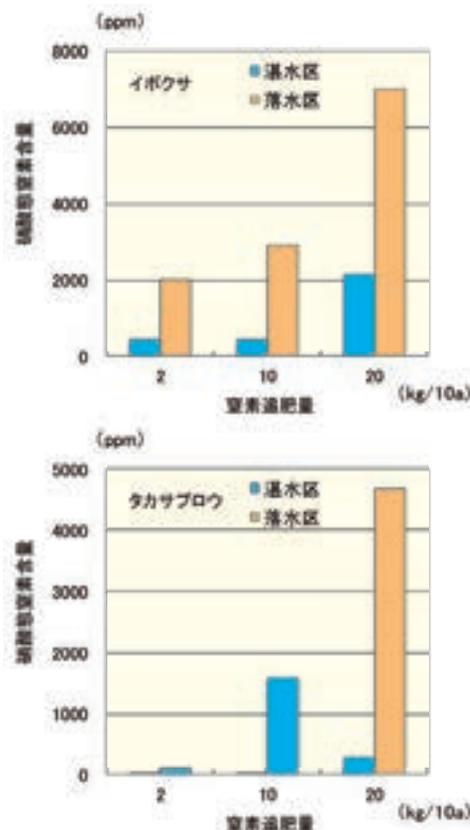


図-5 異なる窒素追肥量および水管理による雑草中の硝酸態窒素含量の変化  
1) 追肥は硝酸態窒素含量を調査する29日前に行った。  
2) 水管理は、湛水区は常時湛水、落水区は調査10日前から落水で管理した。

小荒井ら 2015)。したがって、大量の非硬実の雑草種子が混入したイネ

WCSが作成された場合、すぐに開封せず、3～6か月の間、十分にサイレージ発酵させた後に開封、給与することが、雑草の発生拡大を防ぐためにきわめて重要である。

### (2) ルーメン発酵による種子の死滅

飼料作物では、乾草中に混入した雑草種子は、ウシに摂食されても多くの種子が生存した状態で排せつされ、サイレージに混入した雑草種子はウシの摂食で死滅すること(山田・川口 1972; 高林ら 1978)が知られている。水田雑草種子でも乾燥状態にある場合はルーメン発酵による死滅効果はないが、サイレージ発酵後に生存していた種子はルーメン発酵により死滅した。一方、種皮が硬実の状態にあるクサネム種子に対するルーメン発酵による死滅効果はなかった(表-5, 小荒井ら 2017)。

表-5 サイレージ発酵とその後の乳牛第一胃内でのルーメン発酵処理が水田雑草種子の生死に及ぼす影響

草種	サイレージ発酵期間(日)			
	0	32	95	186
	-生存率(%) -			
ヒメタイヌビエ				
ルーメン発酵処理前	100.0	11.1	6.7	0.0
ルーメン発酵処理後	96.7	0.0	0.0	-
アメリカセンダングサ				
ルーメン発酵処理前	100.0	2.6	0.0	0.0
ルーメン発酵処理後	27.8	0.0	-	-
イヌホタルイ				
ルーメン発酵処理前	100.0	0.0	0.0	0.0
ルーメン発酵処理後	20.0	-	-	-
クサネム(硬実)				
ルーメン発酵処理前	100.0	98.8	100.0	100.0
ルーメン発酵処理後	95.6	95.8	100.0	96.8

1) サイレージ発酵期間0日のルーメン発酵処理は、冷蔵風乾貯蔵した種子の結果を示す。  
2) -は、ルーメン発酵前のサイレージ発酵によりすべての種子が死滅した区を示す。

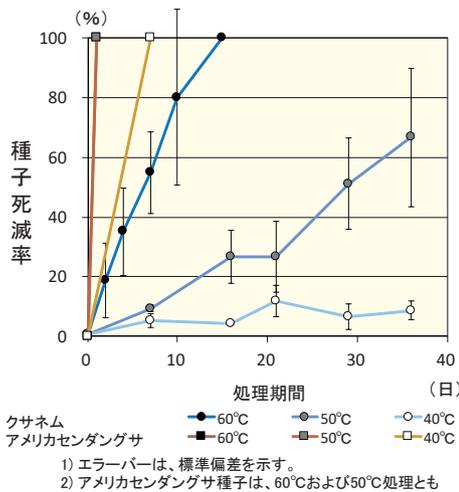


図-6 稲わら中（水分 70%）のクサネム種子の生死に及ぼす温度の影響

### (3) 堆肥化による種子の死滅

雑草種子の死滅には、堆肥の一次発酵過程における温度上昇が有効とされるが (Nishida *et al.* 2002), 種皮が硬く、透水性のない硬実のクサネム種子は外的環境要因による影響を受けにくい性質を有しているものと推察された。実際、アメリカセンダングサ種子は稲わら中では 50°C で 24 時間の加熱によりすべて死滅するのにに対し、クサネム種子は、60°C の加熱処理によりすべて死滅させるには 15 日間を要した (図-6)。そこで堆肥内での種子の生死を調査したところ、温度が一定ではない稲わら石灰窒素堆肥内では、クサネムを除く主要水田雑草種子は、最初の切り返しまでにすべて死滅したのに対し、クサネム種子は複数回切り返しを行い、60°C 以上を長く維持することで、すべての種子が死滅した (図-7, 小荒井ら 2012)。したがって、クサネム種子の混入が予想される材料で堆肥を作成する際は、一次発酵の期間を十分取り、入念に発酵を行うことが重要であると推察された。

このようにサイレージ調製・給与および堆肥作成の過程で硬実のクサネム種子を死滅させることは、なかなか容

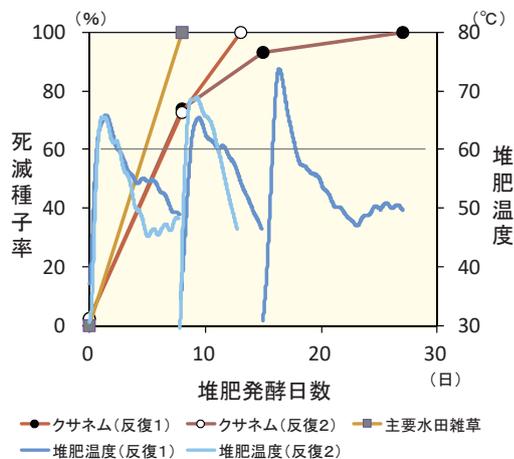


図-7 稲わら石灰窒素堆肥における発酵温度の推移が主要水田雑草種子の生死に与える影響

1) 主要水田雑草は、ヒメタイヌビエ、イヌホタルイ、コナギ、タカサブロウ、アメリカセンダングサの結果である。  
2) 試験の反復は 2 とし、クサネムについてはそれぞれの反復のデータを表示、それ以外の草種は平均値を表示した。

易ではない。したがって、収穫物に混入しないようにクサネムの防除に努めることが肝要と考えられる。

### おわりに

本研究で得られた成果は、生産・給与技術マニュアルほか多くのマニュアルに引用され (小荒井 2011a, b, 2014), 農業現場および農業指導現場において活用されてきた。これら成果が、WCS 用イネ栽培の普及と食糧自給率の向上に貢献できれば幸いである。

### 引用文献

(一社) 日本草地畜産種子協会編 2014. 「稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル」(第 6 版)。(一社) 日本草地畜産種子協会, 東京, pp.49-53.  
Ishizuka, K. *et al.* 1984. Selective mode of action of simetryn among rice cultivars. *Weed Research, Japan* 29, 289-294.  
加藤浩 2010. 飼料米・イネ発酵粗飼料向け多収専用品種. *農業技術* 65, 68-79.  
Koarai, A. and H. Morita 2003. Evaluation of the suppression ability of rice (*Oryza sativa*) on *Monochoria vaginalis* by measuring photosynthetic photon flux density below rice canopy. *Weed Biology and Management* 3,

クサネム種子がすべて死滅した段階での堆肥の温度経過

60°C 以上を維持した時間 (日)	
反復 1	4.74
反復 2	4.68

稲わら石灰窒素堆肥材料中で 5°C で貯蔵した種子の死滅率

種子死滅率 (%)	
クサネム	4.4
アメリカセンダングサ	0.0
タカサブロウ	0.0
ヒメタイヌビエ	10.1
イヌホタルイ	0.0
コナギ	0.0

クサネムは処理 27 日後、それ以外の草種は処理 8 日後に調査した。

172-178.

小荒井晃ら 2003. 粗飼料用イネ移植栽培におけるヒメタイヌビエの生育に及ぼすイネ品種の影響. *雑草研究* 48, 222-234.  
小荒井晃ら 2005. 飼料イネ湛水直播栽培におけるイネの雑草抑制力の評価とピラゾレート粒剤との組み合わせによる除草効果. *雑草研究* 50 (別), 102-103.  
小荒井晃ら 2007. 暖地飼料イネ栽培における除草剤を使用しない雑草管理技術の開発. 「研究成果集 451 新鮮でおいしい「ブランド・ニッポン」農産物提供のための総合研究 3 畜畜産」. 農林水産省農林水産技術会議事務局, 東京, pp. 172-175.  
小荒井晃ら 2009. 飼料イネサイレージへの混入が問題となる硝酸態窒素含量が高い雑草と硝酸態窒素含量が高くなる栽培要因. *雑草研究* 54 (別), 56.  
小荒井晃ら 2010. 暖地における飼料用イネ品種の除草剤感受性. *日本暖地畜産学会報* 53, 183-192.  
小荒井晃 2011a. 雑草防除. 「稲発酵粗飼料専用品種「ルリアオバ」の 2 回刈り栽培マニュアル」. 農研機構九州沖縄農業研究センター, 合志, pp. 6-8.  
小荒井晃 2011b. 雑草防除. 「飼料イネ, 焼酎濃液の発酵 TMR (混合飼料) 調製と給与技術マニュアル」. 農研機構九州沖縄農業研究センター, 合志, pp. 6-9.  
小荒井晃ら 2011. 「ルリアオバ」による飼料用イネ 2 回刈り乾田直播栽培における雑草防除体系. *日本暖地畜産学会報* 54, 177-188.

- 小荒井晃ら 2012. クサネム種子の死滅に及ぼす温度および湿度条件の影響. 雑草研究 57 (別), 74.
- 小荒井晃 2013. 発酵粗飼料用稲省力化栽培における有毒・有害雑草の効率的防除および拡散防止技術の開発. 「粗飼料多給による家畜飼養技術の開発－4系 地域先導技術の実証・解析－」. 農林水産省農林水産技術会議事務局, 東京, pp. 143-148.
- 小荒井晃 2014. 雑草管理. 「稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル<第6版>」. (一社) 日本草地畜産種子協会, 東京, pp. 49-53.
- 小荒井晃ら 2015. 稲発酵粗飼料のサイレージ発酵が主要水田雑草種子の死滅に及ぼす影響. 雑草研究 60, 93-100.
- 小荒井晃 2016. 飼料用稲－麦の省力栽培に対応した効率的雑草防除法の開発. 「低コスト・省力化, 軽労化技術等の開発－自給飼料を基盤とした国産畜産物の高付加価値化技術の開発(飼料生産)－」. 農林水産省農林水産技術会議事務局, 東京, pp. 66-71.
- 小荒井晃ら 2017. 乳牛のルーメン発酵が主要水田雑草種子の生死に及ぼす影響. 日本暖地畜産学会報 60, 139-143.
- Kobayashi, K. *et al.* 1995. Differential growth response of rice cultivars to pyrazosulfuron-ethyl. *Weed Research, Japan* 40, 104-109.
- 小林良次ら 2000. ポット栽培における飼料イネの硝酸態窒素蓄積量. 日本草地学会九州支部会報 30(2), 4-6.
- 西田智子 2002. 飼料畑・草地における外来雑草の侵入－外来雑草の飼料畑・草地への侵入と蔓延. 日本草地学会誌 48, 168-176.
- Nishida, T. *et al.* 2002. Effect of temperature and retention time in cattle slurry on weed seed viability. *Grassland Science* 48, 340-345.
- 農研機構 2016. 以下の稲品種には, 特定の除草剤が使えません!. [http://www.naro.affrc.go.jp/patent/breed/files/attention\\_pamphlet.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/patent/breed/files/attention_pamphlet.pdf) (2018年6月11日アクセス確認)
- 農研機構九州沖縄農業研究センター 2011. 「稲発酵粗飼料品種「ルリアオバ」の2回刈り栽培マニュアル」. 農研機構九州沖縄農業研究センター, 合志, pp. 1-37.
- 小川増弘 2005. 特集稲発酵粗飼料の総合的生産・利用技術体系の開発－はじめに. 農業技術 60, 487-489.
- 坂井真ら 2013. 2回刈り栽培向きホールクロップサイレージ用新品種「ルリアオバ」の育成. 九州沖縄農業研究センター報告 60, 1-12.
- 関村栄ら 1979. 寒地型イネ科牧草における硝酸集積に関する研究. 東北農業試験場研究報告 61, 77-95.
- 関野景介ら 2009. 飼料用イネ 19品種・系統の水稲用除草剤ベンゾピシクロン感受性. 日本作物学会紀事 78(別1), 120-121.
- 高林実ら 1978. 牛の採食による雑草種子の伝播に関する研究. 農事試験場研究報告 27, 69-91.
- 山田豊一・川口俊春 1972. 家畜の排糞による牧草播種 第2報 乳牛に給与された牧草種子の糞中排出と排出種子の発芽および出芽. 日本草地学会誌 18, 8-15.
- (財) 日本植物調節剤研究協会 2004. 「水稲関係除草剤試験実施基準(平成16年改訂版)」. (財) 日本植物調節剤研究協会, 東京, pp. 1-8.

## 農林水産関係試験研究機関基礎調査

## ① 研究職員等の人員の推移

農林水産技術会議事務局研究企画課は、毎年、農林水産分野の独立行政法人等や都道府県の試験研究機関における人員等の実態を調査し公表している。

平成27年度における農林水産省の所管する農林水産関係の独立行政法人等7機関の従業者総数は5,023人（平成27／17年度比0.93）で、うち研究職員は全体の53%を占め、都道府県に比べ企画調整や事務関係職員の割合が高い。一方、都道府県270機関の従業者総数は11,330人（同0.80）で、うち50%が研究職員であり、作業職員や事業・普及関係の割合が独法に比べ高い。

主な職種別の人員の推移を平成27／17年度対比でみると、研

究を本務とする研究職員数は独法等では約10%減、都道府県でも15%減少し、事務関係も同様の傾向にある。ただ、女性研究員の割合はそれぞれ19%、15%増えており、任期付き研究員が特に独法でほぼ倍増している。また、独法では企画調整関係に従事する研究職員が約20%増と増えている傾向にある。作業職員はそれぞれ15%、25%減と、さらに減少傾向は顕著である。本調査結果からは、わが国の農林水産業の発展を支える技術開発を担う研究基盤の弱体化が懸念される。

(K.O)

職種別の人員の推移

職種	独立行政法人等					都道府県				
	平成17年度		平成27年度		27／17比	平成17年度		平成27年度		27／17比
	人員数	割合%	人員数	割合%		人員数	割合%	人員数	割合%	
研究職員	2,901	53.1	2,662	53.0	0.91	6,640	48.3	5,677	50.1	0.85
内 女性	343	6.3	411	8.2	1.19	857	6.2	986	8.7	1.15
内 任期付き	84	1.5	159	3.2	1.89	64	0.5	27	0.2	0.42
作業職員	639	11.7	540	10.8	0.85	2,711	19.7	2,046	18.1	0.75
企画調調整関係	719	13.2	749	14.9	1.04	1,287	9.4	1,119	9.9	0.9
内 研究職員	298	5.5	354	7.0	1.19	949	6.9	863	7.6	0.91
事業・普及関係	0		0			754	5.5	639	5.6	0.85
事務関係	793	14.5	748	14.9	0.94	1,331	9.7	1,119	9.9	0.84

農林水産関係試験研究機関基礎調査より

# りんご「ハックナイン」の果汁原料栽培向け着果管理指標

北海道立総合研究機構農業研究本部  
企画調整部地域技術グループ

内田 哲嗣

## 背景および目的

りんごは果樹の中でも耐寒性が高く、北海道の気候条件で安定的に生産できる中心的な品目であるが、栽培に技術と経験を要することや近年の市場価格の低迷、担い手不足や生産者の高齢化、労働力不足の進行などにより栽培面積、栽培戸数の減少が続いている(図-1)。

加工用りんごは一般的には、規格外品が用いられていることが大半である。果汁原料は内部品質が重要であり、外観品質の善し悪しは問題とならない。そのため、果汁原料栽培専用で出荷することを目的とすれば、葉つみなどの外観品質向上のための管理作業を省略する省力栽培が可能であり、労働力不足の現状においては、有効な手法となり得る。果汁以外にも菓子原料などとしての要望も多く、加工用りんごの需要は根強くあるが、りんごの生産量自体が減少していることから慢性的な原料不足となっている。北海道果樹振興計画でもりんごに関して「省力栽培技術の確立による加工原料用果実の安定供給」が示されている。

北海道立中央農業試験場育成の「ハックナイン」(1985年北海道優良品種)は樹勢が強いことから枝葉が繁茂しやすく、着色不良による正品率の低さなどから栽培面積が減少していたが(図-2)、酸味の多さや搾汁率の高さから果汁用としては従来から高く評価されている。また、欠点とされる樹

勢の強さも、一方では樹が強健なことから着果を多くすることが出来る可能性がある。これらのことが見直され、現在一部産地では再導入が始まっており、果汁原料向け栽培が軌道に乗ればさらなる栽培面積の拡大も期待できる。

これまで、果汁原料栽培向けの省力栽培に関心は高かったが、樹への負担、

隔年結果、品質や採算性への懸念など不明な点が多く、本格的には取り組まれてこなかった。

そこで「ハックナイン」について果汁原料用としての品質の検討や採算性があり毎年安定的に収穫できる収量水準および着果基準の検討を行った。

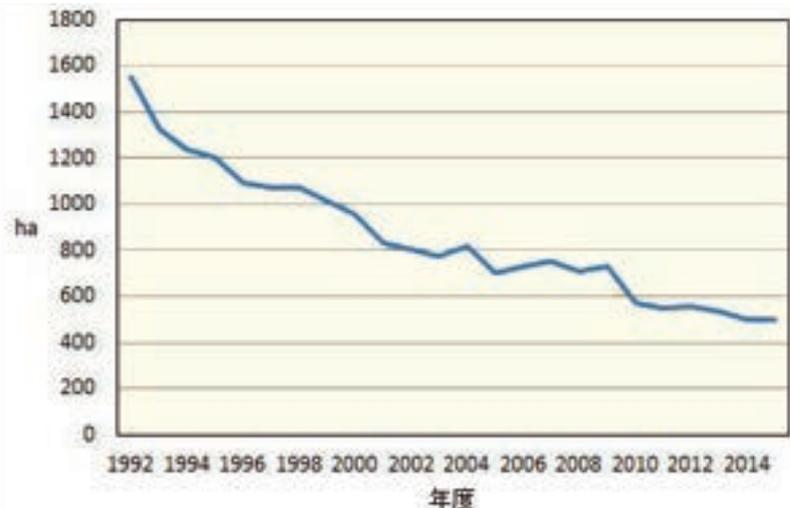


図-1 北海道のりんご栽培面積の推移

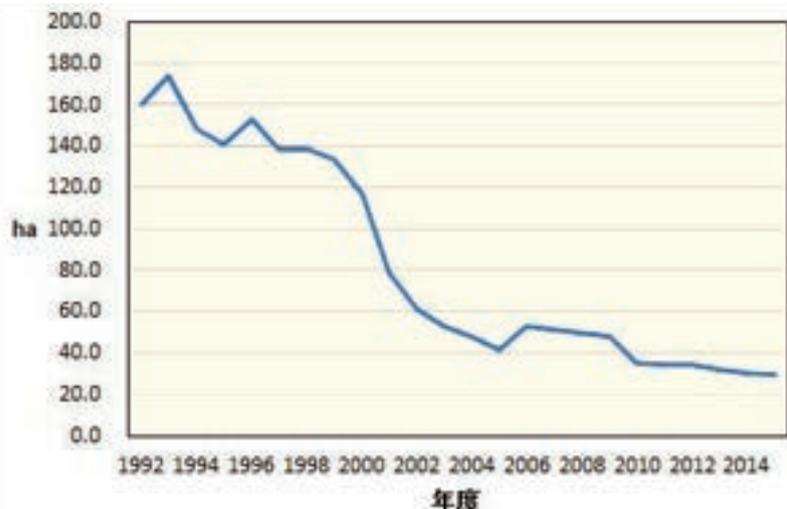


図-2 「ハックナイン」の栽培面積の推移

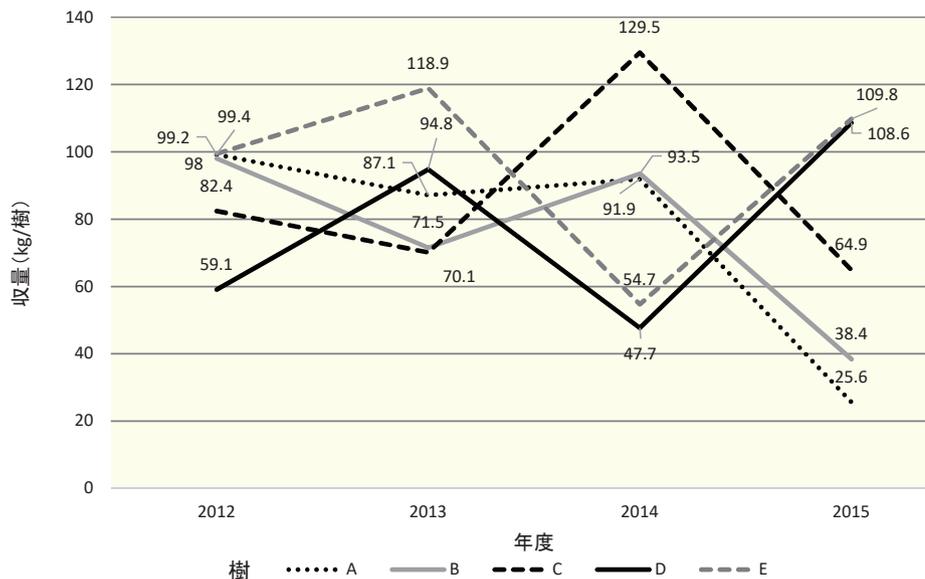


図-3 1樹あたり収量の推移

## 安定生産可能な収量水準の設定

隔年結果を起こさずに毎年安定して生産可能な収量水準を検討した。余市町の現地圃場にて果汁原料用として生食用よりも着果量が多くなるように着果管理を行い、摘花剤2回、摘果剤1回を散布し、着果した頂芽花そうは人手で1果に摘果した。夏期枝梢管理、葉摘み、玉回しは実施しなかった。その他防除等は生食用の現地慣行法と同様に行った。供試品種として「M26」を中間台としたマルバ台「ハックナイン」を用いた。栽植距離は96.2本/10a（樹間2.6m×列間4m、樹高4m）、樹齢は約25年生であった。

果汁原料用に着果量を多くした場合、図-3のように年により収量に増減が見られた。りんごは着果量が多すぎると翌年の花芽が減少して収量が減る隔年結果を起こす。隔年結果を起こすと安定的に収量を得られなくなるため、適切な着果量を決定する必要がある。

当年の収量と翌年の収量の関係を見たとところ図-4のような結果となった。当年収量よりも翌年収量が減少する事

例が見られたのは当年収量が10aあたり7.9t以上からであり、7.9t以上になった10例中8例で翌年の収量が減少した。その一方で当年収量が6.9t

以下の場合では翌年の減収は起こらなかった。

頂芽数が800個程度の場合、花芽率が40%を下回ると全ての果実を結実させたとしても減収は避けられないと考えられるが（表-1）、花芽率が40%を下回るのは前年の10aあたり収量が9t近くになった場合であり、7t程度では問題となるような花芽率の減少は見られなかった（図-5）。

以上のことから隔年結果を起こさずに、毎年安定的に生産できる収量は

表-1 花芽率と収量

頂芽数800個の場合	
花芽率	40%
全花芽の中で、1果でも結実した花そうが80%の場合、結実した全ての花そうを1果残して摘果すると	
果実数	$800 \times 0.4 \times 0.8 = 256$ 個
平均果実重250gとして	
64kg/樹	= 6.2t/10a

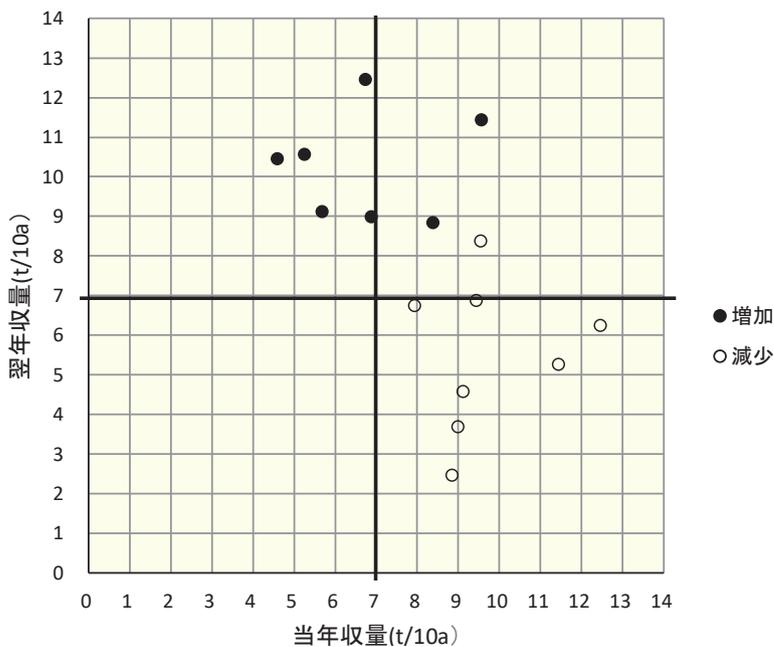


図-4 当年の収量と翌年の収量の関係

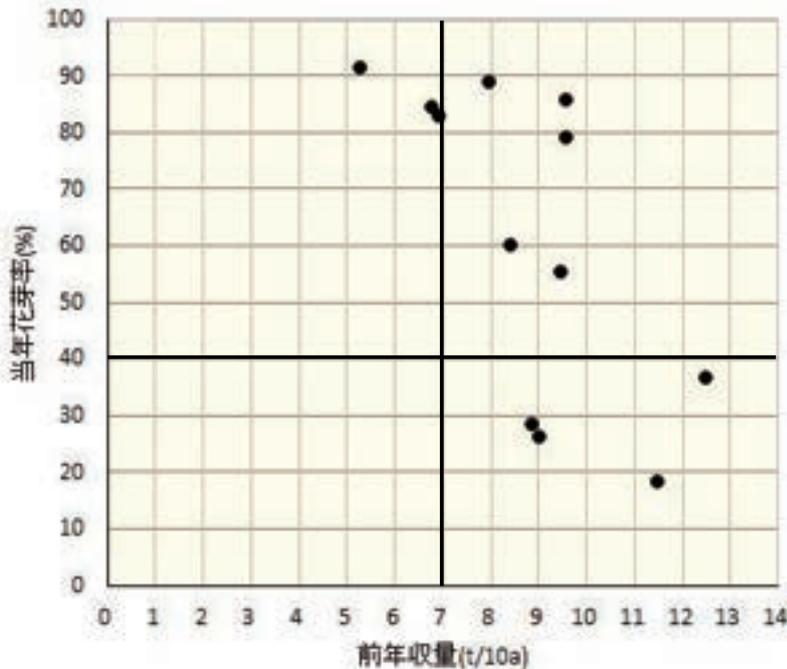


図-5 当年の収量と翌年の花芽率の関係

10aあたり7t程度と考えられる。なお、着果量が増加することにより樹体の衰弱や腐らん病が懸念されるが、本試験及び過去の試験においても供試樹で衰弱樹や枯死樹を発生させるような、腐らん病の発生は確認されなかった。

### 果汁原料品質を満たす収量水準の設定

果汁原料用としての果実品質を満たす収量水準を設定するため、果汁原料用として生食用よりも着果量が多くなるように着果管理を行い、収穫全量を

用いた果汁原料としての利用可能性を評価した。その結果、各年共にりんごジュース（ストレート）のJAS基準（Brix 10%）を満たし、食味評価でも対照と同等の評価を得た。これらのサンプルの収量は2010年を除くと10aあたり7.1t～10.1tであったことから、10aあたり収量7tであれば安定的に品質を保つことが可能と考えられる（表-2）。

### 安定生産可能な着果基準の設定

安定生産及び果汁原料用としての品質を満たす適正収量である7t/10aとするための着果基準を設定した。

りんごの摘果を行う場合、頂芽数を

表-2 収量と果汁品質

産年度	試験区	産地	1樹収量 (kg)	栽植本数 /10a	概算面積収量 (t/10a)	平均果実重 (g)	製造9ヶ月後の果汁品質		食味評価 (1:不 - 7:好)
							糖度 (Brix%)	酸度 (g/100ml)	
2008	試験サンプル	中央農試	88.0	83.3	7.3	192	11.6	0.39	3.3
2008	市販品	余市町					12.6	0.43	4.0
2009	試験サンプル	中央農試	93.6	83.3	7.8	244	12.7	0.45	4.3
2009	市販品	余市町					12.3	0.47	4.0
2010	試験サンプル	中央農試	58.3	88.9	5.2	234	12.7	0.47	4.3
2010	市販品	余市町					12.1	0.45	4.0
2011	試験サンプル	中央農試	80.1	88.9	7.1	244	12.5	0.47	4.9
2011	市販品	余市町					10.5	0.48	4.0
2012	試験サンプル	余市町	77.5	96.2	7.4	260	11.6	0.37	4.7
2012	市販品	余市町					11.2	0.38	4.0
2013	試験サンプル	余市町	77.9	96.2	7.5	242	12.1	0.40	4.3
2013	市販品	余市町					11.8	0.47	4.0
2014	試験サンプル	余市町	105.0	96.2	10.1	225	11.7	0.45	3.8
2014	市販品	余市町					11.4	0.48	4.0

注 食味評価のパネリストは、中央農試職員および各地区果樹担当普及員  
 " (2008年産：21名、2009年産：63名、2010年産：43名、2011年産：47名、2012年産：38名、2013年産：41名、2014年産：35名) "

表-3 収量と果汁品質

年度	樹番	当年						翌年				収量増減 翌年/当年 (%)		
		推定頂芽数 (個)	花芽率 (%)	結実数 (個)	結実率 (%)	果実重 (g)	糖度 (Brix %)	収量 (kg/樹)	収量 (t/10a)	花芽率 (%)	結実率 (%)		収量 (kg/樹)	収量 (t/10a)
2014	A	816	60.5	408	50.0	225	11.6	91.9	8.8	28.6	21.4	25.6	2.5	28
2014	B	690	83.1	573	83.1	163	11.7	93.5	9.0	26.6	20.3	38.4	3.7	41
2014	C	982	84.6	710	72.3	182	11.3	129.5	12.5	36.8	21.1	64.9	6.2	50
2013	B	816	55.6	306	37.5	234	12.1	71.5	6.9	83.1	83.1	93.5	9.0	131

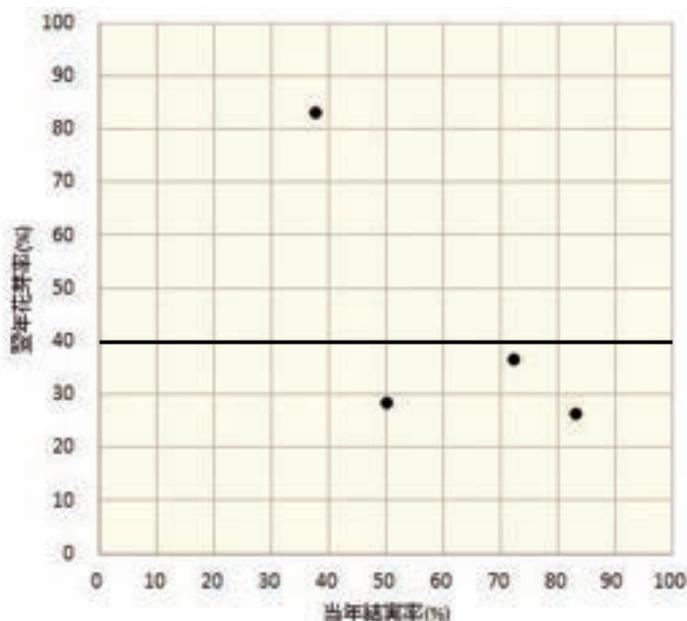


図-6 当年結実率と翌年花芽率の関係

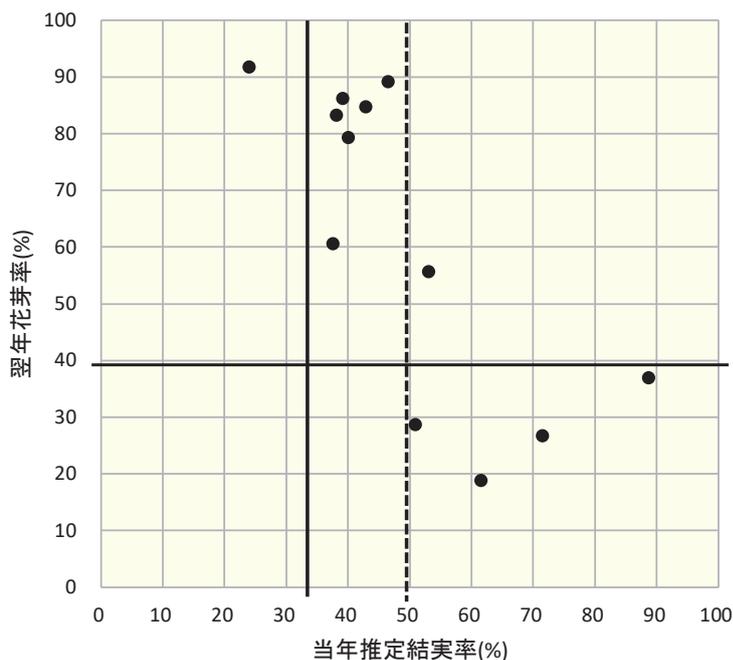


図-7 当年推定結実率と翌年花芽率の関係

表-4 摘果剤処理区の概要

区名	供試倍率	水量	処理回数
頂芽落花期散布	1,200 倍	十分量	1 回
(対照) 満開 2~3 週間後散布	1,200 倍	十分量	1 回
無処理			

目安に行う。北海道では生食用の場合 250g 程度の果実重になる「つがる」では「4 頂芽に 1 果」、350g 以上になる「ハックナイン」では「4~5 頂芽に 1 果」を着果基準としている。

試験供試樹の当年結実率と翌年収量の増減を見ると、表-3、図-6 に示すように結実率が 50% を超えていた場合、つまり「2 頂芽に 1 果」以上では翌年収量は減少する事例が多かった。翌年の花芽率も 28.6~36.8% であった。このときの当年収量は 10a あたり 8t を超えていた。一方で当年結実率が 37.5%、つまり概ね「3 頂芽に 1 果」の場合翌年の花芽率は 83.1% と高かった。このときの収量は 10a あたり 6.9t であった。

また、1 樹あたりの頂芽数を 800 個と仮定し、結実数から推定結実率を算出した場合、図-7 のように当年の推定結実率が 50% 未満の場合、翌年の花芽率が 40% を下回ることはなかった。

結実率 50%、つまり「2 頂芽に 1 果」を超えると翌年減収となり、10a あたり 7t を確保できない恐れが高い。以上のことから着果基準は「3 頂芽に 1 果」が適切と考えられる。

### 摘果剤処理時期の拡大

果汁原料用りんご「ハックナイン」栽培に当たり摘果作業の省力化のため NAC 水和剤 (85%) の処理時期の拡大を検討した (表-4)。中央農試の試験では各区共に有意な差が見られな

表-5 生育相、処理月日および処理時の中心果平均横径

年次	場所	年次	頂芽		頂芽落花期処理			満開2~3週間後処理		
			満開期	落花期	処理日	満開後日数	平均横径(mm)	処理日2	満開後日数	平均横径(mm)
2015	中央	2015	5月18日	5月24日	5月25日	7	4.4	6月1日	14	7.6
2016	中央	2016	5月21日	5月24日	5月24日	3	4.1	6月6日	16	8.5
2015	余市	2015	5月12日	5月18日	5月18日	6	3.7	5月26日	14	7.1
2016	余市	2016	5月19日	5月24日	5月24日	5	4.2	6月7日	19	13.1
2017	余市	2017	5月19日	5月26日	5月29日	10	7.1	6月5日	17	11.3

表-6 花そうの結実果数別割合と落下率 (2015年 中央農試)

処理時期	頂芽花そうの結実果数別割合(頂芽果全体)				腋芽花そうの結実果数別割合(腋芽果全体)			
	0	1	2≦	落果率(%)	0	1	2≦	落果率(%)
頂芽落花期	36.9	46.4	16.7	80.7 n.	41.8	54.5	3.8	80.4 n. s.
満開2~3週間後	43.8	45.4	10.8	79.5 n.	57.4	40.2	2.4	89.8 n. s.
無処理	36.9	41.7	21.4	75.5 n.	43.0	50.2	6.8	84.0 n. s.

\*n. sはTukeyの多重検定により5%水準で有意差無し。

表-7 花そうの結実果数別割合と落下率 (2016年 中央農試)

処理時期	頂芽花そうの結実果数別割合(頂芽果全体)				腋芽花そうの結実果数別割合(腋芽果全体)			
	0	1	2≦	落果率(%)	0	1	2≦	落果率(%)
頂芽落花期	4.8	15.9	79.4	44.7 n.	22.3	45.9	31.8	72.9 n. s.
満開2~3週間後	15.4	40.7	43.9	60.7 n.	42.3	52.8	4.9	76.2 n. s.
無処理	12.1	18.9	68.9	49.8 n.	19.6	61.5	18.9	71.0 n. s.

\*n. sはTukeyの多重検定により5%水準で有意差無し。

表-8 花そうの結実果数別割合と落下率 (2015年 余市)

処理時期	頂芽花そうの結実果数別割合(頂芽果全体)				腋芽花そうの結実果数別割合(腋芽果全体)			
	0	1	2≦	落果率(%)	0	1	2≦	落果率(%)
頂芽落花期	28.4	44.0	27.6	58.0 a	60.0	30.0	10.0	84.2 a
満開2~3週間後	18.4	34.4	47.2	49.6 ab	45.5	36.4	18.2	84.1 a
無処理	13.9	32.8	53.3	41.2 b	9.1	45.5	45.5	48.3 b

\*異符号はTukeyの多重検定により5%水準で有意差有り。

表-9 花そうの結実果数別割合と落下率 (2016年 余市)

処理時期	頂芽花そうの結実果数別割合(頂芽果全体)				腋芽花そうの結実果数別割合(腋芽果全体)			
	0	1	2≦	落果率(%)	0	1	2≦	落果率(%)
頂芽落花期	43.3	46.7	10.0	82.5 a	60.0	40.0	0.0	84.2 a
満開2~3週間後	31.7	49.2	19.2	77.0 a	55.0	40.0	5.0	77.9 ab
無処理	20.0	50.0	30.0	68.8 b	0.0	15.0	85.0	72.0 b

\*異符号はTukeyの多重検定により5%水準で有意差有り。

表-10 花そうの結実果数別割合と落下率 (2017年 余市)

処理時期	頂芽花そうの結実果数別割合(頂芽果全体)				腋芽花そうの結実果数別割合(腋芽果全体)			
	0	1	2≦	落果率(%)	0	1	2≦	落果率(%)
頂芽落花期	10.0	29.2	60.8	54.2 a	13.6	45.5	40.9	64.5 a
満開2~3週間後	6.7	26.7	66.7	51.2 a	25.0	35.7	39.3	70.1 a
無処理	0.8	11.7	87.5	35.7 b	14.3	47.6	38.1	37.3 b

\*異符号はTukeyの多重検定により5%水準で有意差有り。

表-11 余市町 落果率平均 (2015~17年)

頂芽果全体	
平均落果率(%)	
頂芽落花期 a	64.9
無処理 b	48.6
a/b	1.34

かったが2015年には開花期間中の低温で無処理区でも落果率が高かったこと等が要因と考えられた(表-5~7)。余市町での試験結果は、3カ年を通して無処理区と比較して頂芽落花期区、満開2~3週間後区に比べて落果率が高かった。しかし頂芽落花期区と満開2~3週間後区の間には差が見られなかった(表-8~10)。

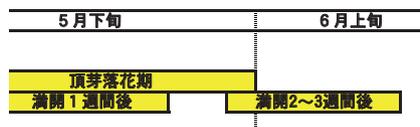


図-8 処理時期の目安

各試験を通して通常の処理よりも早い時期での処理になる頂芽落花期区でも過剰摘果は起こらなかった。また、余市町での頂芽落花期区では無処理区に対して頂芽果全体の落果率が34%高かった(表-11)。

従来摘果剤としてのNAC水和剤の登録内容は「満開後2~3週間頃」であったが、現在は「満開後1~4週

間」となっている(2017年4月26日)。本試験の「頂芽落花期」は満開3~10日後の処理であったが(図-8)、この結果から従来よりも早い満開後1週間の散布でも果汁原料用「ハックナイン」に対して有効であり、処理時期拡大により利用しやすくなると考えられる。

また、「ふじ」などでは摘花剤、摘果剤単用よりも摘花剤と摘果剤を併せて使用する体系処理の効果が高いとの報告がされている。しかし、生食用栽培では摘果の際に形が良く大果となる中心果を残す。摘花剤、摘果剤は中心果、側果の区別無く作用することから、散布を行わない生産者も多い。散布した場合も中心果に影響が出ないような時期に散布するため、散布タイミングを逃したり、十分な落果効果が得られにくい時期になるといった面もある。一方、果汁原料用では中心果にこだわる必要が無い場合、より効果の得やすい時期に散布することが出来る。

## 摘果時間の検討

「ハックナイン」の果汁原料用栽培の収益および労働時間を試算するため摘果時間の検討を行った。果汁原料用は摘花剤(石灰硫黄合剤)、摘果剤(NAC水和剤)を使用し、果実が残存している頂芽の花そうに1果残した。腋芽果は全て摘果した。生食用は摘果剤のみを使用し、大きさ、形等を吟味して4~5頂芽に1果の割合で中心

表-12 摘果時間

	年次	結実 花そう数 (推定)	摘果時間 hr/樹
果汁原料用	2012	942	1.69
	2013	443	1.66
生食用	2012	1656	1.99
	2013	1737	2.17
果汁原料用	平均	693	1.68
生食用		1697	2.08
果汁原料用/生食用			81%

果を残した。腋芽果は全て摘果した。

摘果にかかった時間の調査を行ったところ、生食用栽培の場合1樹あたりの摘果時間は2.08時間であった。果汁原料用では1.68時間であった。果汁原料用の摘果時間は生食用の81%であった(表-12)。

## 経済性試算

「ハックナイン」の果汁原料栽培の経済性を試算したところ、生産果実全てを果汁原料用として出荷したとすると、単価は低いものの収量は2.3倍となり、また出荷経費のダンボール代などもかからないことから比例費用が抑えられるが、10aあたりの生産額と比例費用の差引は約29万円と算出され、生食用よりも11%減少する。

労働時間では摘果時間は約20%削減でき、外観品質向上のための枝梢管理や葉つみが必要なくなる。生食用では果実が成熟しているかどうかを色などで判断しながら数回に分けて収穫する必要があるが、果汁原料用では収穫量が増える一方で一斉収穫が可能のため収穫時間はほぼ同等となる。選果、箱詰めは必要ない。合計すると生食用の116.6時間に対して果汁原料用は

表-13 経済性試算(10aあたり)

内訳	生食用	果汁原料用	果汁/生食
収量(kg)	3,000	7,000	
正品率(%)	63	100	
単価(円) 規格内	190	50	
規格外	50		
生産額	① 414,600	350,000	
比例費用	② 90,126	62,348	
内訳 肥料	14,095	14,095	
農薬	35,477	36,015	
出荷用段ボール等	28,316	0	
その他	12,238	12,238	
差引	①-② 324,474	287,652	89%
労働時間 摘果	14.0	11.3	81%
(時間) 夏期枝梢管理	6.0	0.0	0%
葉つみ等	14.0	0.0	0%
収穫運搬	25.0	25.0	100%
荒選果・出荷	21.5	3.0	14%
小計	80.5	39.3	49%
その他 (剪定、草刈、防除等)	36.1	36.1	100%
合計	③ 116.6	75.4	65%
労働生産性 (円/hr)	①-②/③ 2,783	3,813	137%

注1) 生食用収量、正品率、単価は「ハックナイン」の現地実態

注2) 比例費用、労働時間：北海道農業生産技術体系(第4版)を参考とした。

注3) 農薬：果汁原料用は摘花剤(石灰硫黄合剤)含む

注4) 収穫運搬：生食用3回 果汁原料用1回

表-14 「ハックナイン」の果汁原料栽培向け着果管理指標

①目標収量 7t/10a (隔年結果を起こさず毎年安定生産可能な収量)
②着果基準 3頂芽に1果 摘果労力を削減するために、適期に摘花剤を使用する。 満開1~3週間後までに摘果剤(NAC水和剤)を散布することで、 摘果にかかる時間を短縮できる。 成らせる果実は中心果でなくても良い。 腋芽には成らせない。

75.3時間と35%の削減が可能である。

以上のことから果汁原料用栽培は生食用栽培に比べて労働生産性が37%向上した(表-13)。

果汁原料栽培は摘果や収穫の作業自体が単純化出来る上、作業時間の短縮も図られる。また、削減された労働時間を生食用に振り分け、さらなる高品質化を図ることが出来るなど、用途別に効率的な作業を行うことが可能とな

る。また、規模拡大を図る上でも経営のペースとなる金額を確実に得られる作物となり得る。

このことからりんご栽培の一部に「ハックナイン」の果汁原料栽培を取り入れることは、経営にとって労働生産性の面から有利であると考えられる。

以上のことから「ハックナイン」の果汁原料栽培に向けた着果管理指標を設定した(表-14)。

# 緊急に防除技術開発が必要な畑作物と雑草種

## —農研機構作物保護試験研究推進会議雑草部会の報告—

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）は、平成28年度より作物保護試験研究推進会議雑草部会を開催している。平成30年（2018年）3月14日に中央農業研究センター（つくば市）で第2回雑草部会を開催したところ、昨年度に引き続き、地域の問題雑草の報告を多数いただいた。雑草問題は多岐にわたるため、作物保護の切り口だけでなく、いろいろな作物の栽培、畜産、機械等の分野とも連携する必要がある。現状では、それらの分野との連携が十分でなく、情報が共有できていないことも雑草問題を複雑にしていると考えられる。報告によれば、作目によっては使用できる除草剤がないため、耕作を放棄せざるを得なかったり、手取り除草で労力が多大にかかったり、収穫物への雑草残さや雑草種子の混入被害が生じたりして、産地消滅が心配される地域も散見された。外来雑草の侵入の報告もあり、警戒を強化する必要がある。

そこで、雑草部会での議論を踏まえて問題点を整理し、平成29年度作物保護試験研究推進会議雑草部会報告

「緊急に防除技術開発が必要な畑作物と雑草種」として、本年5月に関係機関に情報を提供した。今回、この報告の内容を紹介する機会をいただいたので、若干情報を追加し、改めて皆様にお伝えしたい。

### 1. 大豆—オオブタクサ, アレチウリ(特定外来生物), 帰化アサガオ類, イヌホオズキ類, ホオズキ類など

オオブタクサ（図-1）が大豆圃場に侵入したが、侵入初期に手取りで徹底防除し、被害と分布拡大を防いだことが報告された。オオブタクサは河川敷などで繁茂している大型の難防除雑草で、大豆畑での防除体系が確立されていない。どの地域でも侵入する可能性があり、特に河川敷に近い圃場では警戒を強める必要がある。

その他、アレチウリ、帰化アサガオ類、イヌホオズキ類、ホオズキ類などが繁茂し、収穫が全くできないほど雑草害が生じたり、品質低下が問題となっている例がある。オオブタクサをはじめとしてこれらの警戒雑草情報パ

農研機構中央農業研究センター  
生産体系研究領域

澁谷 知子

ンフレット（図-2）が公開されているので、未侵入の地域では、まずどんな雑草かを知って、地域ぐるみで侵入を防止する必要がある。

これらの雑草に対しては、大豆に登録のある土壌処理剤の効果が劣ったり、発生期間が長いために効果が不十分になったりするので、生育期に複数回の防除が必須となる。全面処理で使用できる茎葉処理剤のフルチアセットメチル乳剤が2018年2月に登録されたので、同じく全面処理できるベンタゾン液剤との体系処理、非選択性茎葉処理剤の畦間株間処理や塗布処理、機械除草などの防除方法を組み合わせて防除体系を開発していく必要がある。なお、これらの雑草が発生した場合には種子をつける前に徹底的に防除し、土壌中の雑草種子の増加を防止する。大豆をそばや小豆に変更してもこれらの雑草は発生し、水稲と輪作しても種子は減らない。今後、さらに土壌処理除草剤や生育期に全面散布できる広葉雑草対象の茎葉処理除草剤、耕種的防除法の開発が望まれる。



図-1 オオブタクサ（左：生育期、右：開花期）



図-2 警戒雑草情報パンフレット（オオブタクサなど）



図-3 大麦畑に繁茂するカラスムギ

## 2. 麦類—ネズミムギ・カラスムギ, スズメノテッポウ(除草剤抵抗性), カラスノエンドウ

水稲と輪作できない圃場や水稲栽培時に湛水不良の麦類の圃場でネズミムギやカラスムギ(図-3)が繁茂し、収穫が全くできないほどの雑草害が生じている例がある。耕種的には、晩播や水稲との輪作が有効である。現在、十分な効果のある除草剤はないが、浅耕・不耕起播種と組み合わせた防除体系が検討されている。

また、カラスノエンドウや除草剤抵抗性のスズメノテッポウが残草して問題となっている例がある。カラスノエンドウに対しては土壌処理除草剤と茎葉処理除草剤の体系処理の有効性、除草剤抵抗性スズメノテッポウに対しては浅耕あるいは不耕起播種と除草剤を組み合わせた総合防除マニュアル(図-4)が公表されているので、参考にしていただきたい。今後、さらに土壌処理除草剤や生育期に全面処理できる茎葉処理除草剤、耕種的防除法の開発が望まれる。

## 3. そば—帰化アサガオ類・タデ類

そば栽培において帰化アサガオ類やタデ類が繁茂し、収穫物に雑草種子が混入するなどの雑草害が生じている例がある。現在、そばの生育期に発生している帰化アサガオ類やタデ類に有効な除草剤は登録がない。晩播は発生を減らす効果

がある。また、畦間を広くして中耕を入れる防除法が検討されている。

今後、土壌処理除草剤および生育期に全面散布できる広葉雑草対象の茎葉処理除草剤の開発が望まれる。

## 4. 小豆—ヒロハフウリンホオズキ・帰化アサガオ類

東北以南の小豆栽培でヒロハフウリンホオズキや帰化アサガオ類が繁茂し、収穫が全くできないほどの雑草害が生じている例がある。特に規模拡大と連動した狭条栽培で問題が深刻である。効果の高い土壌処理剤の登録はなく、小豆の生育期に使用できるこれらの雑草に効果のある除草剤は、非選択性茎葉処理除草剤の畦間処理に限られる。侵入してしまった場合、現状では畦幅を広く確保し、小豆の畦間の雑草は中耕や除草剤の畦間処理、株間の雑草は手取りで防除するしかない。しかし、大規模経営では播種機と収穫機の機械化の関係で条間を変更することは困難である場合が多いため、これらの雑草の侵入防止が最優先となる。

現在、北海道に限定されている除草剤のイマザモックスアンモニウム塩液剤が使用できるようになれば、この除草剤を組み込んだ防除体系の開発が可能になる。今後、さらに土壌処理除草剤および生育期に全面散布できる広葉雑草対象の茎葉処理除草剤、耕種的防除法の開発が望まれる。

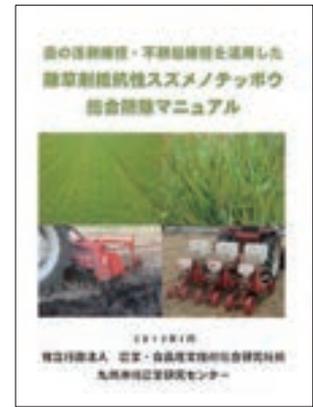


図-4 除草剤抵抗性スズメノテッポウ総合防除マニュアル

## 5. 野菜(ニンジン・ブロッコリー)—多年生雑草(ハマスゲ)

ニンジンなどの野菜にはハマスゲなどの多年生雑草対象の除草剤の登録がないため、収穫が全くできないほどの雑草害が生じている例がある。播種前に非選択性茎葉処理除草剤を散布しても、現在の登録濃度では再生することが多い。

しばらく休閑できる場合には、雑草生育期に移行性の高い非選択性茎葉処理剤で数回防除し、塊茎を消耗させる。冬季の耕起は土中の塊茎を地表にさらし、枯死を促す効果がある。今後、播種前の非選択性茎葉処理剤の高濃度への登録拡大、開発中の塊茎を掘り取る機械の実用化が望まれる。

## 6. ホウレンソウ—ゴウシュウアリタソウ

ゴウシュウアリタソウの繁茂により、ホウレンソウの機械収穫が不可能となり、手収穫でも商品価値が著しく低下するなどの雑草害が生じている例がある。ゴウシュウアリタソウに効果の高い土壌処理剤や生育期に全面処理できる茎葉処理剤の登録はない。畦幅を広く確保し、生育期間中に非選択性茎葉処理剤の畦間処理や手取り除草をすることが有効であるが、大規模経営



図-5 警戒雑草情報パンフレット  
(ナルトサワギク)

では機械化の関係で条間を変更することは困難であることが多い。

現在、病害対策として行われる太陽熱処理や土壌燻蒸処理が雑草の種子の死滅に有効であることが明らかになっているため、その利用時期や頻度の最適化、土壌処理剤や生育期に全面散布できる広葉雑草対象の茎葉処理除草剤、葉菜類の輪作を含めた耕種的防除法の開発が望まれる。

## 7. 牧草・草地—ナルトサワギク（特定外来生物）

ナルトサワギクは有毒植物で、オーストラリアなどで大きな問題となっているが、日本でも牧草地で繁茂し、放牧が不可能になっている地域がある。有毒であり、被害が家畜や人体に及ぶ危険性もあるため、早急に農業者等に情報を正しく伝達する必要がある。最も警戒すべき雑草種として情報を共有するため、警戒雑草情報パンフレット(図-5)が公開されている。特定外来生物に指定されていることから、国としてももっと対策に取り組む必要がある。

種子は風に飛ばされて裸地に侵入しやすいので、競争力の強い牧草をていねいに栽培し、裸地を作らないようにする必要がある。非選択性茎葉処理剤は裸地を増やし、侵入の機会を増やしてしまう。牧草類や草地に使用できる有効な除草剤は日本では登録がない。文献情報によると、芝に登録がある

フェノキシカルボン酸系除草剤などはナルトサワギクに効果があると推定される。これらの除草剤の牧草類や草地への早急な登録拡大が望まれる。

## 8. 畦畔・不耕起播種栽培—ネズミムギ（除草剤抵抗性）

現在は畑作物に対する被害ではないが、水田畦畔において一部の非選択性茎葉処理剤に抵抗性を持つネズミムギが侵入し、除草が困難となっている例や水稲不耕起播種栽培においてグリホサート抵抗性ネズミムギが播種前に繁茂して播種が困難になるほど問題となっている例がある。これらが畑作物の圃場へ侵入する可能性もあるため、警戒する必要がある。

畑作などで使用されているイネ科雑草対象の茎葉処理除草剤の多くは、これらの除草剤抵抗性ネズミムギに効果があると考えられるので、今後、水田畦畔や水稲播種前でも使用できるように登録拡大が望まれる。

以上のように、現在の防除技術では防除できない作物と雑草の組み合わせが非常に多く、嘆息せざるを得ない。しかも、このような難防除雑草は多くの場合、水稲を含めて作目を変更しても解決せず、それどころか被害を大きくする場合もある。唯一、今すぐ取り組めることは、これ以上、新たな圃場に難防除雑草を侵入させないように

することである。そのためには、地域全体で発生実態情報を共有し、優先順位をつけて圃場周辺を含めた対策を立て、実行する必要がある。ただし、圃場周辺の管理も容易ではなく、問題は山積している。すでに待ったなしの状況になっている難防除雑草問題に対して、圃場周辺から圃場内まで一体とした防除技術の開発が必要である。また、大規模化や機械化によって栽培体系や栽培様式が変更になると、今までの雑草防除体系が実施できなくなり、雑草問題が急に浮上する可能性がある。農業を取り巻く情勢が変化している中、雑草対策にはこれまで以上に、様々な分野の連携が必要である。

### 参考資料

除草剤の使用に当たっては独立行政法人農林水産消費安全技術センターのページより、最新の登録情報を得てください。

<http://www.acis.famic.go.jp/index.htm>

特定外来生物については環境省の日本の外来種対策のページの特定外来生物等一覧などを参照して下さい。

<http://www.env.go.jp/nature/intro/index.html>

<http://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/list.html>

農研機構中央農業研究センターや九州沖縄農業研究センターのホームページで、警戒雑草情報パンフレットやマニュアルを公開していますので、参考にして下さい。

[http://www.naro.affrc.go.jp/narc/contents/zasso\\_pro/](http://www.naro.affrc.go.jp/narc/contents/zasso_pro/)

[http://www.naro.affrc.go.jp/karc/introduction/chart/suiden\\_engei\\_area/weed/index.html](http://www.naro.affrc.go.jp/karc/introduction/chart/suiden_engei_area/weed/index.html)

# 英国全土に繁茂する日本原産 イタドリの生物的防除

CABI-UK

黒瀬 大介

## はじめに

イタドリ (*Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decr., Japanese knotweed) は東アジア原産のタデ科の多年生植物である。本植物の原産国の1つである日本では、山地や路肩など、様々な場所に自生する雑草として知られており、特定の地域では食用としても利用されている。一方、欧米諸国、特に英国では、本雑草が猛威を奮い、その被害が拡大しているため、防除対策が急務となっている。英国の他に、西欧や北米、豪州等、世界中において本雑草が問題となっていることから、国際自然保護連合 (IUCN) は本雑草を「世界の外来侵入種ワースト100」の1種として指定している。

本稿では、著者らがこれまで行ってきた日本産天敵を用いた英国におけるイタドリの生物的防除に関する研究およびその現状について紹介する。

## 1. 英国におけるイタドリの被害状況と防除対策

19世紀前半、ドイツ人医学者・博物学者であるシーボルトは九州地方からオランダにイタドリ雌1株を持ち帰り (Bailey 2007)、英国には19世紀中頃に観葉植物として輸入された (Child・Wade 2000)。しかし、1886年、英国ウェールズ地方において本雑草の野外繁殖が初めて確認されると、川岸、鉄道沿線、路傍および人

家周辺を中心に繁茂し、今や英国全土に分布するまでになった。特に、本雑草が人家および敷地に存在する場合、家屋内に侵入するとともにその土地の価値を半減させることから、人々の生活にも甚大な影響を及ぼしている。これは本雑草に対する天敵が存在しないこと、および強い生命力および繁殖力によって英国の在来植物との生存競争を勝ち抜くことが要因であると考えられている。

英国における現在の主なイタドリの防除法は物理的防除法および化学的防除法であるが、その費用は年間15億ポンド (約220億円) 以上に達する (Defra 2003)。また、長期にわたる除草剤の施用は環境に悪影響をもたらすと同時に、薬剤耐性イタドリの出現を誘発すること等が指摘されている。そこで、著者らは雑草の原産国に生息する天敵 (植食性昆虫や植物病原菌) を用いた伝統的生物的防除法をイタドリの防除に適用するため、その防除法の開発に着手した。

## 2. 原産地のイタドリに寄生する天敵の探索

日本全国のイタドリ群落に生息する天敵の探索を行ったところ、植食性昆虫186種および植物病原菌5種が認められた。得られた天敵について宿主範囲試験等によるスクリーニングを行った結果、植食性昆虫としてイタドリマダラキジラミ、植物病原菌としてイタドリ斑点病菌を伝統的生物的防除素材

として選抜し、両素材に関する研究をそれぞれ展開した。

## 3. イタドリマダラキジラミを用いたイタドリの生物的防除の試み

### (1) イタドリマダラキジラミの生態

イタドリマダラキジラミ (*Aphalara itadori* Shinji) (図-1) は日本全国に分布する、カメムシ目タデキジラミ科に属する植食性昆虫である。本昆虫の生態に関して野外調査したところ、1年間につき4回の発生ピークが認められ、春および秋に採取された個体は夏の個体よりも翅の長さが長く、また体色の暗化が確認された。そのため、秋と翌春の個体は同一世代であると考えられたことから、本昆虫は世代交代を年間3回行い、第3世代が越冬することが示唆された (津田ら 2009)。また、第3世代については、低温である冬を経験することにより産卵が可能となることも明らかにした。

次に、室内において本昆虫の生態を観察したところ、成虫の体長は約2mmで、卵から成虫に至る生育期間

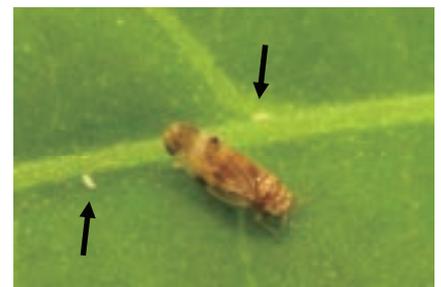


図-1 イタドリマダラキジラミの卵 (矢印) および成虫



図-2 英国野外において観察されたイタドリマダラキジラミ。2016年秋に観察された (a) 幼虫 (赤丸), (b) 越冬態の幼虫, (c) 2017年春に確認された越冬成虫 (赤丸)。

は約32日であることが明らかとなった (Shaw *et al.* 2009)。また、成虫は最大67日間生存し、雌1匹あたりの産卵個数は約637個、産卵期間は約38日であった。本昆虫は幼虫から成虫に至るまでイタドリ葉茎を吸汁し、最終的にはイタドリ個体を枯死させることから、高い加害力を有することが明らかとなった。

## (2) イタドリマダラキジラミの安全性評価

外来の生物的防除素材を被害地域に導入する伝統的生物的防除法は、通常1回のみ野外散布により実施されることから、本法を用いた雑草防除の研究およびその実用化は政府および国立研究機関によって行われる。選抜した伝統的生物的防除素材の安全性試験については、Wapshere (1974) が提唱する Centrifugal (related plants) and Varietal (economic plants) Strategy に改変を加えた方法 (Briese 2003; Briese・Walker 2008) に基づき行われるのが一般的である。すなわち、被害地域に自生する植物種のうち、標的雑草に近縁な植物種を中心に防除素材の寄生性が評価される。さらに、被害地域における有用植物や経済的に重要な植物についても、防除素材の安全性評価が行われる。現在までのところ、本法により導入された外来天敵が被害地域の有用植物や他の植物に悪影響を及ぼしたという事例は報告されていない (Evans 2000)。

上記安全性評価法に基づき、イタド

リマダラキジラミの安全性試験に供試する植物種として、イタドリと分類上近縁な植物種および英国国内で経済的に重要な作物、合計87種が選抜された。これら植物種を用いて、イタドリマダラキジラミ成虫の産卵試験、幼虫への発育および生存試験、および成虫生存試験を行い、本昆虫の安全性について評価を行った。その結果、近縁植物数種において成虫による産卵が確認されたが、その後同植物種における幼虫への発育および生存は認められなかった (Shaw *et al.* 2009)。一方、ツルタデ (*Fallopia dumetorum*) においては26.7%の成虫が生存することが確認された (イタドリでは96.7%)。しかしながら、ツルタデとイタドリの生息場所が異なること、さらに両種を用いた本昆虫の産卵試験では、ツルタデにおける産卵数は全体の2%以下であったことから、野外において本昆虫がツルタデ上で生存する可能性は非常に低いことが示唆された。以上から、本昆虫は高い宿主特異性を有することが確認されたため、伝統的生物的防除素材として利用できる可能

性が高いことが明らかとなった。

## (3) 英国におけるイタドリマダラキジラミの野外放飼試験

2009年、CABIはイタドリマダラキジラミに関する上記調査結果を取りまとめ、病害虫リスク評価書 (Pest Risk Assessment) を英国環境・食料・農村地域省 (Department for Environment Food & Rural Affairs; Defra) に提出した。その後、Defraは本昆虫の英国野外への導入可否に関する検討を行うとともに、国民からの意見も募った上で、2010年3月、Defraおよびウェールズ行政庁は本昆虫を野外に放飼することを決定し、2010年春には試験的に野外に導入した。この試みは欧州で初めての外来性天敵による雑草の伝統的生物的防除の実用化事例となった。

野外放飼試験ではまずはじめに、野外および野外ケージにおいて、自然環境下における本昆虫の在来植物他種および在来昆虫種への影響を評価した。5年間にわたる調査の結果、本昆虫による在来植物種への加害は確認さ

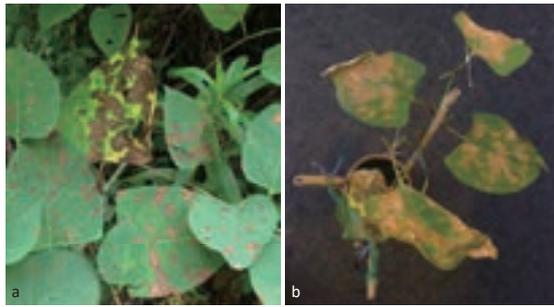


図-3 イタドリ斑点病菌に感染したイタドリ葉。(a) 日本野外で観察された罹病葉。(b) 菌糸体の接種により形成された病斑

れず、また在来昆虫種の多様性への影響についても認められなかった。本昆虫の導入における安全性が確認されたことから、現在、成虫の放飼箇所を水辺や川岸等に拡大し、本昆虫の定着性に関する調査を行っている。今までのところ、英国数ヶ所において幼虫が観察され(図-2a, b), 2016, 2017年春には越冬した成虫が確認された(図-2c)ことから、英国内でも越冬が可能であることが明らかになった。さらに、現在、カナダにおいても、日本産イタドリマダラキジラミの野外放飼が行われており、定着性や越冬に関して調査が進められている。

#### 4. イタドリ斑点病菌を用いたイタドリの生物的防除の試み

##### (1) イタドリ斑点病菌の発生実態と生活環

日本全国における野外調査の結果、イタドリ斑点病菌がイタドリに優占的に寄生することが明らかとなった(黒瀬ら 2013)。本菌は斑点性の病徴を呈する病原菌(図-3a, b)で、形態学的特徴並びに分子系統学的解析に基づき、本菌を *Mycosphaerella polygони-cuspidati* Hara と同定した(Kurose *et al.* 2009)。年間を通した経時的な野外定点調査を行ったところ、本菌は初春に群落全体に病斑を形成し始めると、梅雨時に病勢が急速に拡大し激しい病徴を呈し、

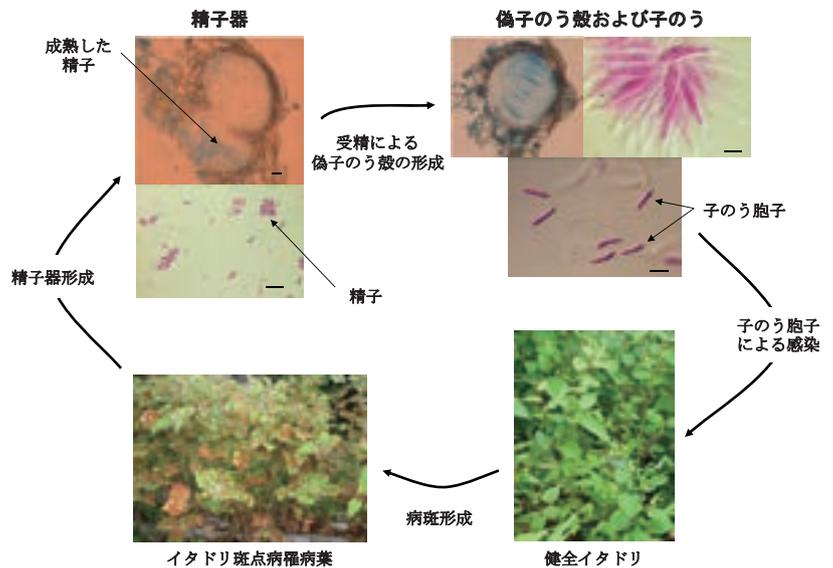


図-4 イタドリ斑点病菌の予想される生活環。スケール 10 μm (Kurose *et al.* 2009)

晩秋には全罹病葉の落葉が認められた。以上から、本菌は非常に強い病原力を有していることが示唆された。

経時的な野外調査並びに接種試験に基づき、本菌の生活環は以下のように推定された(図-4)。落葉の病斑上で越冬した偽子のう殻が春になると成熟し始め、温度や湿度の上昇とともに、その内部に子のう並びに子のう胞子を形成する。4月~5月頃に子のう胞子が成熟・野外放出され、イタドリ新葉に感染を引き起こす。感染約3, 4週間後、病斑を形成し始めると、その後の温度や湿度が上昇する梅雨の時期にかけて病勢が進展し病斑上に精子器を形成するようになる。精子器内に形成された精子は野外放出後、受精毛に付着し、再び偽子のう殻を形成する。その後、偽子のう殻内部には子のう並びに子のう胞子が形成される。形成された子のう胞子は放出後、新たな植物体に付着し、発芽・侵入し精子器を形成する。このようにして感染が数回繰り返されるものと推察される。12月頃には、全罹病葉が落葉し、落葉上には偽子のう殻だけが残存し越冬する。この偽子のう殻が翌年の一次伝染源となる。このように、本菌の生活環は不完全世代を

もたず、偽子のう殻および精子器のみを有し、群落内で完結することを解明した(Kurose *et al.* 2009)。さらに、本菌の交配型遺伝子の構造解析を行ったところ、本菌には2種類の交配型菌株が存在し、これらが交配することにより生活環を完結する雌雄異株性であることも明らかにした(黒瀬ら 2015)。

##### (2) イタドリ斑点病菌によるイタドリの防除効果および野外接種試験

イタドリ斑点病菌は子のう胞子および菌糸体が病原性を有しているが、現時点では本菌の子のう胞子の形成は *in vitro* で確認されていない。そのため、本菌の菌糸体を接種源として利用することが想定されている。そこで、菌糸体による効果的な接種条件として、葉齢、湿度100%条件下における濡れ温度・時間、および温室維持温度について検討した。その結果、菌糸体を展開7-9日後の葉に接種し、濡れ温度20°Cで48時間静置後、21°Cに維持する条件で最も強い病原力が発現されることが明らかとなった(Kurose *et al.* 2015)。本条件をもとに、日本の健全イタドリ圃場において本菌1株の菌糸体を供試した野外防除効果試験を行ったところ、接

種個体において高い防除効果が認められた (Kurose *et al.* 2015)。

### (3) 野外散布後のイタドリ斑点病菌の分子追跡法の開発

イタドリ斑点病菌を野外散布した場合には、イタドリおよびその他植物への本菌の感染状況等について経時的に観察する必要がある。そこで、本菌の分子追跡を目的とした、種特異的プライマーを利用した PCR 法の確立を試みた。rDNA-ITS 領域内の塩基配列情報において、本菌に特異的な配列に着目したプライマーを設計し、PCR 条件等について詳細な解析を加えた。その結果、選定された特異的プライマーは本種に近縁な菌種の DNA を増幅せず、その検出限界としては 1pg/ $\mu$ l の DNA 量であることが判明した (Kurose *et al.* 2016)。さらに、本病の罹病葉からも検出可能であったことから、野外での本菌の分子追跡手法として本法の有効性が示された (Kurose *et al.* 2016)。

### (4) イタドリ斑点溶菌の安全性評価

イタドリマダラキジラミ同様、イタドリ斑点病菌の安全性評価はイタドリと分類上近縁な植物種および英国国内で経済的に重要な作物、合計 74 種を用いて行われた。本試験では子のう胞子および菌糸体を供試し、接種試験後、病徴観察ならびに光学顕微鏡を用いた葉組織観察を行った。その結果、英国に自生するウミミチヤナギ (*Polygonum maritimum*) において病原性および精

子器の形成が認められた。また、近縁植物数種においても、病斑の形成が確認されたが、それらの葉組織では抵抗性反応により菌糸が伸長していなかった。以上から、本菌は高い宿主特異性が示されたが、罹病性を示す在来植物が認められたため、現時点では英国における本菌の伝統的生物的防除の導入については見送られることとなった。

### (5) イタドリ斑点病菌の微生物除草剤としての利用の可能性

本菌は *Mycosphaerella* 属菌他種とは異なり、繰り返し感染を引き起こす不完全世代を有していない。また、本菌は生活環を完結させるためには 2 種類の交配型菌株が必要となる雌雄異株性という特徴を有している。そのため、この特性を生かし、どちらか一方の交配型菌株の菌糸体を用いた微生物除草剤としての適用が考えられた。すなわち、一方の交配型菌株を野外散布することにより、本菌の生活環を完結することができず、かつ散布個体以外の植物種には本菌は拡散しない。この概念に関し、英国において特許を取得するとともに、国際特許についても出願中である。現在、この概念実証に向けて、研究を継続中である。

## おわりに

近年、世界中において侵略的外来性雑草が侵入・定着し、在来植物種との競合等により生物多様性に影響を与え、自然生態系を攪乱している。この

ような問題は、一国だけで解決できるものではなく、各被害地域における問題点、対処方法等の知識の交換を含めて国際的に柔軟な対応が求められる。したがって、本研究のような生物的防除法の開発には、外来性雑草の原産国および導入予定国での研究者間における国際共同研究が必要不可欠である。国際共同研究が遂行されて初めて基礎的研究から実用化まで円滑に、かつ効率的に行われるものと考えられる。

本研究において導入天敵の野外放飼試験が成功した場合には、懸案である各種除草剤等の資材費、労力を大幅に減少させるとともに、地球資源と環境を保全しつつ、イタドリ群落の分布拡大を抑制できるものと期待される。そして、総合的病害虫管理 (IPM) の実践が指向されている中で、植食性昆虫および植物病原菌を含む天敵を利用した雑草の生物的防除に関する本国際共同研究が国内外における侵略的外来性雑草の防除に新知見を与えるものと期待される。

## 謝辞

本研究を行うにあたり、九州大学土屋健一名誉教授、古屋成人教授、高木正見名誉教授、東京農業大学對馬誠也教授、CABI-UK Evans, H. C. 博士、Shaw, R. H. 博士、Seier, M. K. 博士をはじめ、多くの方々からの御指導、御鞭撻と多大な御協力をいただいた。皆様に厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- Bailey, J.P. 2007. Chloroplast DNA variation and molecular biogeography of Japanese populations of *Fallopia japonica* and *F. sachalinensis*. In: Shaw, R. *et al.* (Eds.), The biological control of Japanese knotweed. Final project report. CABI Europe-UK, pp. 93-114.
- Briese, D.T. 2003. The centrifugal phylogenetic method used to select plants for host-specificity testing of weed biological control agents: can and should it be modernised? Improving the selection, testing and evaluation of weed biological control agents. CRC Technical Series No.7 23-33.
- Briese, D.T. and A. Walker 2008. Choosing the right plants to test: the host-specificity of *Longitarsus* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae) a potential biological control agent of *Heliotropium amplexicaule*. Biol. Control 44 (3), 271-285.
- Child, L.E. and P.M. Wade 2000. The Japanese knotweed manual. Packard, Chichester.
- Evans, H.C. 2000. Evaluating plant pathogens for biological control of weeds: an alternative view of pest risk assessment. Australas. Plant Pathol. 29 (1), 1-14.
- Defra 2003. Review of non-native species policy - report of the working group. PB8072.
- Kurose, D. *et al.* 2009. Systematics of *Mycosphaerella* species associated with the invasive weed *Fallopia japonica*, including the potential biological control agent *M. polygoni-cuspidati*. Mycoscience 50 (3), 179-189.
- 黒瀬大介ら 2013. イタドリ群落に発生する糸状菌の分布調査. 九病虫研会報 59, 31-37.
- 黒瀬大介ら 2015. イタドリの伝統的生物的防除素材であるイタドリ斑点病菌の交配型遺伝子について. 日植病報 81(3), 220-221.
- Kurose, D. *et al.* 2015. Factors affecting the efficacy of the leaf-spot fungus *Mycosphaerella polygoni-cuspidati* (Ascomycota): A potential classical biological control agent of the invasive alien weed *Fallopia japonica* (Polygonaceae) in the UK. Biol. Control 85, 1-11.
- Kurose, D. *et al.* 2016. Species-specific detection of *Mycosphaerella polygoni-cuspidati* as a biological control agent for *Fallopia japonica* by PCR assay. Mol. Biotechnol. 58 (10), 626-633.
- Shaw, R.H. *et al.* 2009. The life history and host range of the Japanese knotweed psyllid, *Aphalara itadori* Shinji: Potentially the first classical biological weed control agent for the European Union. Biol. Control 49 (2), 105-113.
- 津田宗一郎ら 2009. イタドリマダラキジラミの越冬生態. 日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 53, 190.
- Wapshere, A. 1974. A strategy for evaluating the safety of organisms for biological weed control. Ann. Appl. Biol. 77 (2), 201-211.

### 田畑の草種

### 畦茅・畦萱 (アゼガヤ)

(公財)日本植物調節剤研究協会  
兵庫試験地 須藤 健一

イネ科アゼガヤ属の一年生草本。本州から九州の水田や畦、農地周辺の湿地や休耕田などでよく見かける。茎は細く初めは地を這うが、次第に節ごとに根を下ろし斜めに立ち上がる。草丈は30～70cmくらいであるが、大きくなると1mを超えるものもある。花序は長さ15～40cm、多数の側枝の下側に整然と隙間なく小穂をつけ、小花は成熟すると紫色を帯びる。また、生産される種子数は1株当たり10万を超えるとも。

日本在来であるが、食用にも薬用にもならず、小花が成熟すると紫色を帯びることを除いて目立った特徴もなく、万葉人や京の宮廷人などに目を向けられることはなかった。しかし夏を過ぎて秋が始まるころ、黄色く色付きだした稲田をこの紫色を帯びた小花が額縁状に彩る様は、田で稲を作る農家にとっては

煩わしいだけのものであろうが、筆者には「畦の紅葉」としてなかなか美しいものとも思えるのだが・・・。

例えばこんな場面。

雲一つなく晴れ渡った空。空の向こうにはなだらかではあるが少しばかりの起伏を持った山並み。目の前には黄色く熟れだした稲田が少しずつ段差をもって辺り一面に続く。そんな農山村の中、人の行き来が作った畦道をボロボロになった袈裟をまとった坊主が行く。草臥れて畦に座ると心地よい風が体を抜けていく。目をいま来た畦道へと向けると、畦から田へと傾いたアゼガヤの薄紫色の穂が風に靡いている。

種田山頭火の句にこんながある。

すわれば風がある 秋の雑草 (昭和8年,「層雲」)

## ナナフシの不思議

筑波大学教授  
サイエンスライター  
渡辺 政隆

この世は不思議な生きものであふれている。なので、『へんないきもの』という本がバカ売れし、その続編や類似本も多数編まれているが、とりあえず当分はネタに困ることはないだろう。

そういえば、「なぜこんなに多様な生きものが存在するのか」という疑問こそが、ダーウィン進化論の出発点だった。チャールズ・ロバート・ダーウィン(1809～82)はその答を、「分岐の原理」に求めた。つまり、この世に存在する生きものは、共通の祖先から、長い時間をかけて、枝分かれを繰り返すことで多様化してきたというのだ。そしてその原動力として、遺伝的変異の無方向性と自然淘汰の原理を提唱した。

ダーウィンと同時に自然淘汰説を提唱したアルフレッド・ラッセル・ウォレス(1823～1913)は、動物の擬態、それもカムフラージュの精妙さを例に、自然淘汰の威力をことあるごとに強調していた。たとえばナナフシ。見た目が小枝にそっくりで、行動も、たいていは枝にじっと止まったままで、葉を食べ、必要に応じて緩慢に動くだけである。

ナナフシ目は、熱帯から温帯にかけて分布する2500種あまりを擁するグループである。Phasmatodea (Phasmida) というグループ名は、ラテン語で「幽霊」を意味する *Pasma* に由来している。風に揺らぐかのようにふらふらとした緩慢な動きからの連想なのだろう。動物標本の採集家だったウォレスは、インドネシアのアルー諸島でナナフシを採集している。その標本は、同時代の昆虫学者で博物画家でもあったジョン・O・ウェストウッド(1805～93)によって1859年にウォレスナナフシ *Neopromachus wallacei* (図-1) と命名された。

これまでに発見されている最古のナナフシ化石は、1億2000万年前の白亜紀初期のものだ。体長はおよそ7センチで、翅には網状ではなく、平行した直線的な翅脈が走っている。1億2000万年前というと、まだ顕花植物が登場する前にあたる。同じ地層からはイチョウの葉の化石も見つかっている。そういえば、この古代ナナフシの翅脈は、どこことなくイチョウの葉脈と似ていなくもない。この化石が発見される

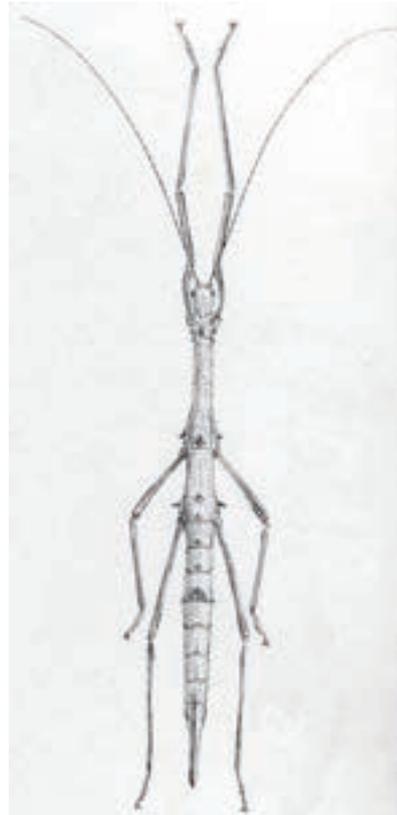


図-1 ウォレスナナフシ ジョン・O・ウェストウッド画(1859)  
前、ナナフシの進化は、1億年前の顕花植物の多様化と歩調を合わせて始まったと考えられていたらしい。擬態する相手の植物の多様性よりもむしろ、鳥類や哺乳類による捕食圧のほうが、ナナフシの進化を強く後押ししたということなのかもしれない。確かに、考えてみればそのほうが理にかなっている。捕食圧がなければ、わざわざあのような形態になる必要などなかったわけだ。ナナフシに近い昆虫はバッタの仲間である。かれらは、隠れることよりも素早く逃げる道を選んだ。ただ、ショウリョウバッタは、どこことなくイネ科の葉に似ていなくもない。

ナナフシには、翅がある種類と、翅が退化してしまった種類がいる。翅があれば、移動分散に有利だし、繁殖相手を探すのにも、ある程度は有利だろう。だが翅が退化した種もい

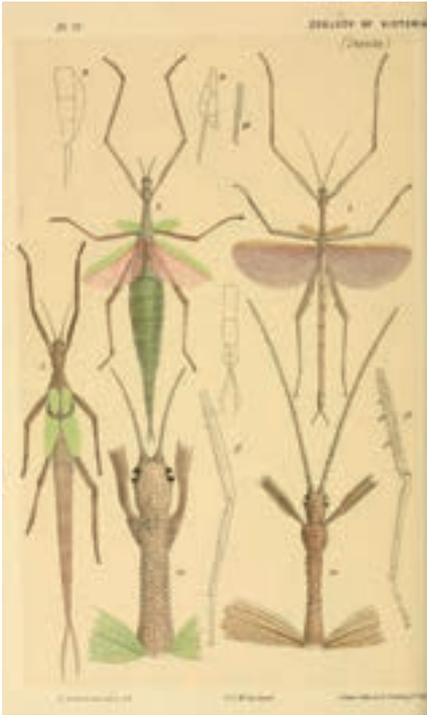


図-2 オーストラリアのトゲアシナナフシ *Didymuria violescens* フレデリック・マッコイ (1883) より



図-3 体長が20センチにもなるニュージーランド最大のナナフシ *Argosarchus horridus* ジョージ・V・ハドソン画 (1867)

るといふことは、移動分散はさしたる課題ではないのかもしれない。とはいえ、海の真ん中の島に分布するナナフシもいるというから、それなりの移動分散能力もあるのだろう。

この点に関して、神戸大学の末次健司さんを中心とする研究グループがおもしろい説を提唱した。ナナフシは、鳥に食べられることで卵を拡散しているかもしれないというのだ。

一見するとこれは、食べられたら終わりという原則に反している。繁殖するまで生き残れる個体が次世代に子孫を残し、進化に貢献できるはずなのだ。ただしナナフシの場合は、そこに特殊な事情がはたらくのだという。ナナフシの卵は、硬いのだ！ なので、鳥に食べられても、そのまま糞に混じって排泄されることが多いというのだ。しかも、種類によっては単為生殖をする。たとえばナナフシモドキにいたっては、そもそも雄がほとんどいない。国内での発見例は10数個体にすぎないという。

末次さんたちは、ナナフシの卵を実際にヒヨドリに食べさせる実験を試みた。その結果、ナナフシモドキ、トゲナナフシ、トビナナフシの卵は、5～20%が無傷で排泄されたという。そのうちナナフシモドキの卵からは幼虫が孵化したという。ナナフシは、不完全変態である。つまり、孵化したばかりの幼虫も、ちびっ子ナナフシとしてすぐに歩き出し、小枝に擬態する。

植物のなかには、鳥が好む果肉を進化させ、食べてもらうことによって種子を拡散してもらう戦略を採っている種類が

多い。その段でいくと、ナナフシは自らの体を果肉化しているということなのだろうか。これではまるで、特攻作戦ではないか。しかし、ならばなぜ、わざわざ小枝に擬態し、天敵の目をくらす作戦を進化させたのか。

問題を整理しよう。ナナフシ類は、形態的にも行動的にも小枝へのみごとな擬態を進化させている。それでも鳥に食べられることもある。ところが、硬い卵を体内に宿した雌は、たとえ食べられたとしても、体内の卵が鳥の糞に混ざって排泄され、無事に孵化する場合もある。ただしそのためには、単為生殖種である必要がある。

つまり、小枝への擬態は適応だが、捕食を介した卵の分散は、硬い卵を産むことによる二次的な適応（これは外適応と呼ばれる）なのかもしれない。じつは、ナナフシの卵は、植物の種子に似た形態をしている。卵は、地面にそのままばらばらとばらまかれる。それが何かの適応なのかどうかはわかっていない。アリは、エダナナフシの卵を巣に運ぶという話もある。種子に間違えて運んでもらうことで、結果的に卵が分散されるのかもしれない。あるいは、種子と間違えて鳥が食べ、消化されずに糞に混ざって排泄されている可能性はないのだろうか。この場合なら、単為生殖である必要はない。

ナナフシは、その生態を知れば知るほど不思議な生きものだ。東南アジアの森にすむ、同じナナフシ目のコノハムシは、木の葉そっくりの形態を進化させている。自然の気まぐれは、何とも奇妙奇天烈な生きものを生み出したものである。

## ■協会だより

### ■第7回評議員会開催

平成30年5月25日(金), 浅草ビューホテル会議室において第7回評議員会が開催され, 次の事項について承認を得た。

#### 【報告事項】

#### 1. 平成29年度事業報告

#### 【決議事項】

#### 1. 平成29年度決算の承認

#### 2. 理事・監事の選任

再任理事 大隈 光善, 大嶋 保夫, 小池 好智,  
腰岡 政二, 高橋 宏和, 伊達 寛敬,  
田中 良, 長澤 裕滋, 中野 雅章,  
松本 宏, 宮下 清貴, 横山 幸徳,  
横山 昌雄

新任理事 渡邊 寛明

再任監事 佐合 隆一

新任監事 大倉 祐介

退任理事 佐藤 悦史, 竹内 安智

退任監事 駒井 良理

#### 3. 評議員の選任

新任評議員 天野 徹夫, 大嶋 明久, 影島 智,  
郡嶋 浩志, 小路口 聡

退任評議員 奥村 博, 川名 敏夫, 瀨本 悟,  
早川 秀則, 森島 靖雄

### ■第18回理事会開催

平成30年5月25日(金), 浅草ビューホテル会議室において第18回理事会が開催され, 次の事項について承認を得た。

#### 【議案】

#### 1. 代表理事及び業務執行理事の選定

代表理事(理事長) 宮下 清貴

代表理事(専務理事) 横山 昌雄

業務執行理事(常務理事) 高橋 宏和

業務執行理事(常務理事) 渡邊 寛明

### ■人事異動

平成30年5月25日付

退職 技術顧問 渡邊 寛明  
任 参与 佐藤 悦史

### ■試験成績検討会

#### ●平成29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30年7月18日(水) 13:00~17:00

場所: 浅草ビューホテル

東京都台東区西浅草3-17-1 TEL 03-3847-1111

### ■平成30年度 緑地管理研究会

開催日: 平成30年8月22・23日(水・木)

開催場所:

講演会・情報交換会(22日午後): ホテルラングウッド

東京都荒川区東日暮里5-50-5 TEL 03-3803-1234

見学会(23日): (午前) 渡良瀬川・秋山川河川敷,  
(午後) 渡良瀬遊水池

内容:

「河川堤防の植生と緑地管理における除草剤・抑草剤の利用」

8月22日 講演会 14:00~17:00 (受付 13:30~)

「河川堤防周辺でみられる雑草の種類と特徴(仮題)」

講師: 浅井元朗氏(農研機構東北農業研究センター)

「河川堤防における植物成長調整剤を用いた植生管理試験」

講師: 八木裕人氏(公益財団法人河川財団)

「緑地管理現場における雑草対策の現状と課題」

講師: ユーザー各社

8月23日 見学会 9:30 JR古河駅東口に集合

(貸し切りバスに乗って現地へ移動)

見学会-1 10:15~12:00

渡良瀬川, 秋山川周辺の植物成長調整剤試験地の見学

12:30 板倉東洋大前駅(東武日光線)

※見学会-1のみの方は解散

見学会-2 13:00~15:00

渡良瀬遊水池内施設にて昼食の後, 渡良瀬遊水池を見学

15:30 JR古河駅にて解散

問い合わせ: 植調協会事務局企画課(担当: 村岡)

## 研究会等

### 九州雑草防除研究会第76回例会

開催日：平成30年7月24・25日（火・水）

開催場所：ホテルメルパルク熊本、他

熊本市中央区水道町14-1 TEL：096-355-6311

#### プログラム：

7月24日：現地検討会 13:00～17:50

集合・受付：JR熊本駅西口（新幹線側）12:30～13:00

現地検討会の内容（詳細は<http://kyuzakken.net>）

懇親会：ホテルメルパルク熊本 3階 高岳 18:30～21:00

7月25日：講演会・総会 9:00～12:00

会場：ホテルメルパルク熊本 2階 有明

#### 一般講演

「熊本県平坦地域の水稻湛水直播栽培における雑草防除について」

講師：金森 伸彦（熊本県農業技術課）

「大豆 一麦2毛作ほ場におけるマルバアサガオの発生消長について」

講師：井手 眞一

（熊本県央広域部農業普及・振興課）

「熊本県における水稻関係除草剤適2試験実施状況について」

講師：石田 翔吾（熊本県農業研究センター）

「帰化雑草ヒロハフウリンホオズキの出芽深度について」

講師：住吉 正

（農研機構九州沖縄農業研究センター）

「アサガオ類とヒロハフウリンホオズキが混生する大豆畑での除草剤の体系処理の防除効果」

講師：大段 秀記

（農研機構九州沖縄農業研究センター）

#### 特別講演

「大豆の新規茎葉散布除草剤アタックショット乳剤—その特徴と普及へ向けての取り組みについて—」

講師：柴田 亜紀彦（丸和バイオケミカル株式会社）

「フルチアセットメチル乳剤の効果と初期葉害の特徴から大豆作の難防除雑草対策を考える」

講師：澁谷 知子・川名 義明・橘 雅明（農研機構）・

山口 晃（植調協会）

#### 申し込み・注意事項

申込期限は7月2日（月）

九州雑草防除研究会ウェブサイト<http://kyuzakken.net/7http>をご利用ください。

#### 参加費：

例会参加費 3,000円、現地検討会バス代 1,000円、懇親会費 5,000円

25日のお弁当 1,000円です。受付時に徴収いたします。

（ただし、学生については例会参加費を免除、懇親会費4,000円とします。指導教官等を通じてお申し込みください）。

宿泊は斡旋いたしませんので各自で手配してください

#### 植調第52巻 第3号

■ 発行 平成30年6月28日

■ 編集・発行 公益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  
TEL (03)3832-4188 FAX (03)3833-1807

■ 発行人 宮下 清貴

■ 印刷 (有)ネットワン

© Japan Association for Advancement of Phyto-Regulators (JAPR) 2016

取 扱 株式会社全国農村教育協会  
〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6（植調会館）  
TEL (03)3833-1821

## SDSの水稲用除草剤有効成分を含有する「新製品」

- アネシス1キロ粒剤(ベンゾビシクロン)
- ジャイロ1キロ粒剤/フロアブル(ベンゾビシクロン)
- ツルギフロアブル(ベンゾビシクロン)
- ニトウリュウ/テッケン1キロ粒剤/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
- モーレツ1キロ粒剤/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
- クサビフロアブル(ベンゾビシクロン)
- ゲパード1キロ粒剤(ベンゾビシクロン/ダイムロン)
- 天空1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
- メルタス1キロ粒剤(ベンゾビシクロン)
- レプラス1キロ粒剤(ダイムロン)
- アールタイプ/シュナイデン1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
- イネヒーロー1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)
- ベンケイ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
- オオワザ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
- ザンテツ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾビシクロン)
- 銀河1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)
- 月光1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(カフェンストロール/ダイムロン)
- ホットコンビフロアブル(テニルクロール/ベンゾビシクロン)



## 「ベンゾビシクロン」含有製品

### SU抵抗性雑草対策に! アシカキ、イボクサ対策にも!

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>イッテツ(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)</li> <li>イネキング/クサバルカン(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)</li> <li>ウエスフロアブル</li> <li>オークス(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)</li> <li>カービー1キロ粒剤</li> <li>キクトモ1キロ粒剤</li> <li>キチット(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)</li> <li>クサスイープ1キロ粒剤</li> <li>クサトリーBSX(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)</li> <li>サスケ-ラジカルジャンボ/レオンジャンボパワー</li> <li>サンシャイン(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)</li> <li>忍(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)</li> <li>シリウスエグザ(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/顆粒)</li> <li>シリウスターボ(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)</li> <li>シロノック(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)</li> <li>スマート(1キロ粒剤/フロアブル)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>ダブルスターSB(1キロ粒剤/ジャンボ/顆粒)</li> <li>テラガード(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/250グラム)</li> <li>トビキリ(ジャンボ/500グラム粒剤)</li> <li>ナギナタ(1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ)</li> <li>ハーディ1キロ粒剤</li> <li>ハイカット/サンパンチ1キロ粒剤</li> <li>半蔵1キロ粒剤</li> <li>フォーカード1キロ粒剤</li> <li>フォーカスショットジャンボ/プレッサフロアブル</li> <li>プラスワン(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)</li> <li>ブルゼータ(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)</li> <li>フルイニング/ジャイブ/タンボエース(1キロ粒剤/ジャンボ/スカイ500グラム粒剤)</li> <li>プレキープ(1キロ粒剤/フロアブル)</li> <li>ビッグシュアZ1キロ粒剤</li> <li>ピラクロエース/カリユード(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)</li> <li>ライジンパワー(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)</li> </ul> |
|--|---|



# 根も止める

有効成分「アルテア」は、多年生雑草の地上部を枯らすだけでなく、翌年の発生原因となる塊茎の形成も抑えます。日本の米づくりを根本から進化させる新しい効き目、「アルテア」配合の除草剤シリーズに、どうぞご期待ください。

これからの日本の米づくりに

## アルテア<sup>®</sup>

配合除草剤シリーズ  
<http://www.nissan-agro.net/altair/>



## 植物成長調整剤

花類の節間伸長抑制に

**ビーナイン**<sup>®</sup>  
(ダミノジッド) **顆粒水溶剤**

ぶどうの品質向上に

**日曹 フラスター**<sup>®</sup> **液剤**  
(メピコートクロリド)

## 除草剤

イネ科雑草の除草に。

たまねぎ・だいず・あずき・ばれいしょ・てんさい  
かんしょ・いんげんまめ・やまのいも・にんじん・そば  
-8葉期まで使用できます-

生育期処理 **ナブ**<sup>®</sup> **乳剤**  
除草剤 (セトキシジム)

より強く、よりやさしく。  
進化した、畑作除草のキラ星

**フィールドスターP**<sup>®</sup> **乳剤**  
(ジメテナミドP)

スズメノカタビラを含む  
イネ科雑草の防除に

-たまねぎは2回まで使用できます-

**ホーネスト**<sup>®</sup> **乳剤**  
(テプラロキシジム)

強さと、優しさで守る!  
新・飼料用とうもろこし専用除草剤

**アルファード**<sup>®</sup> **液剤**  
(トプラメゾン)



日本曹達株式会社

本社 〒100-8165 東京都千代田区大手町2-2-1 ☎ 03-3245-6178  
ホームページアドレス <http://www.nippon-soda.co.jp/nougyo/>

水稲用 中・後期除草剤

**テツケン**<sup>®</sup> 1キロ粒剤

問題雑草に鉄拳!

**ニトウリュウ**<sup>®</sup> 1キロ粒剤

二刀流で  
問題雑草をバッサリ!

<写真はイメージです>

水稲用 初・中期一発処理除草剤

**ライジンパワー**<sup>®</sup>

1キロ粒剤 フロアブル ジャンボ



雷神パワーで  
バリツと雑草退治



<写真はイメージです>

SN協議会

事務局 日本農薬株式会社

エイセイバイオテック

- 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。
- 使用後の空容器・空袋等は農場などに放置せず、適切に処理してください。

このキャンペーンに協力、推進しています。

- アトラスS / セカンドショットS ジャンボMX
- アビログロウMX 1キロ粒剤・ジャンボ
- アルハーブ フロアブル
- イッポン 1キロ粒剤75 / D1キロ粒剤51・フロアブル / Dフロアブル・ジャンボ / Dジャンボ
- ウィナー 1キロ粒剤75 / 51・フロアブル / Lフロアブル・ジャンボ / Lジャンボ
- カチボシ 1キロ粒剤75 / 51・フロアブル / Lフロアブル・ジャンボ / Lジャンボ
- キマリテ 1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ
- クサトリーDX 1キロ粒剤75 / 51・フロアブルH / L・ジャンボH / L
- コメット 1キロ・フロアブル・ジャンボ・顆粒
- 忍 1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ
- スマート 1キロ粒剤・フロアブル
- センイチMX / フルパワーMX 1キロ粒剤・ジャンボ
- ナギナタ 1キロ粒剤・ジャンボ・豆つぶ250
- ビクトリーZ / メガゼータ 1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ
- ホットコンビ フロアブル
- ポデーガードプロ / カウンシルコンプリート 1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

五十音順

田植前及び播種前の散布でも、散布後7日間は落水しない!



畦畔のひび、穴等を補修し、事前に水持ちを確認する!

ラベルをよく読み、適正に散布  
除草剤散布



除草剤散布後、水田水<sup>\*</sup>がなくなるまで給水しない止水管理を提案します

水稲用除草剤《散布後7日間》は田んぼの水を外に出さない

※「水田水」、「田んぼの水」は稲の栽培期間中に水田に張る田面水のこと。

薬剤成分の流出を防止し、安定した除草効果が得られます。

詳細はHPへ! <http://www.japr.or.jp/>

平成30年度キャンペーン協賛会社

- ISK 石原産業株式会社
- アイエスアイバイオテック
- 協友アグリ株式会社
- クミアイ化学工業株式会社
- syngenta.
- 住友化学
- QUINTON
- 日産化学工業株式会社
- 日本農薬株式会社
- バイエル
- 北興化学工業株式会社
- 三井化学アグロ株式会社

五十音順

公益財団法人日本植物調節剤研究協会

## 季節の生きもの観察手帖

—自然を楽しむ二十四節気・七十二候—

企画・編集：NPO法人自然観察大学 A5判224ページ 本体2,500円

日本の四季となじみが深く、フェノロジーともつながりのある二十四節気・七十二候を草・木・虫・鳥などの生きものと結びつけた観察手帖です。

二十四節気は一年を24に分けた単位で、現在のおよそ半月(15日)に当たります。本書では各節気ごとに「おすすめ観察テーマ」を設けました。

七十二候は各節気を初候・次候・末候に3分割したおよそ5日単位で、もともと自然観察から生まれました。各候には漢字による短文の名前が付いています。本書では読みをわかりやすい現代文にし、自然観察大学ならではの解説を掲載しています。

見開きの左ページでは、多くの観察データから厳選した日々の生物情報を掲載し、右ページは、左ページであげた生きものを写真を使って解説したミニ図鑑です。

みずからの観察を書き込めるように作られ、自分専用の観察手帖として使えます。

一年のうちのいつからでも使え、2年目以降も継続して使えます。



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  
TEL.03-3839-9160 FAX.03-3833-1665



# 草刈りの回数を減らしましょう!

雑草の生育を長期間抑制し、草刈りの労力を軽減します。

やっかいなクズやイボクサは枯らします。



グラスショット散布26日後の抑草効果 (ヨモギ、スギナ、セイタカアワダチソウ等)



雑草を「枯らす」のではなく、「抑える」ことで、理想的な畦畔管理を実現!

## 抑草剤 **グラスショット**® 液剤



●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。●防除日誌を記載しましょう。



©クミアイ化学工業(株)の登録商標

## 豊かな稔りに貢献する 石原の水稲用除草剤



### 湛水直播の除草場面で大活躍!

非SU系水稲用除草剤

## ブレキープ® 1キロ粒剤フロアブル

- は種時の同時処理も可能!
- 非SU系の2成分除草剤
- SU抵抗性雑草に優れた効果!



ノピエ3.5葉期、高葉齢のSU抵抗性雑草にも優れた効き目

**ゼンイチ**® MX 1キロ粒剤/ジャンボ®

**フルパグー**® MX 1キロ粒剤/ジャンボ®

**スゲギチ**® A 1キロ粒剤

**ヒエカッパ**® A 1キロ粒剤

**フルチロージ**® ジャンボ®

**フルイニング**® ジャンボ®



フルセトスルフロ剤  
ラインナップ

**ナイスドリル**® 1キロ粒剤

乾田直播  
専用 **ハードパンチ**® DF

石原産業株式会社

販売 石原バイオサイエンス株式会社

ホームページ アドレス  
<http://ibj.iskweb.co.jp>



私たちの多彩さが、  
この国の農業を豊かにします。

®は登録商標です。

- 大好評の除草剤ラインナップ
- ゼータタイガー<sup>®</sup> 1キログラム シャンボフロアブル
  - ゼータハンマー<sup>®</sup> 1キログラム シャンボフロアブル
  - ズエモン<sup>®</sup> 1キログラム シャンボフロアブル
  - カットダウン<sup>®</sup> 1キログラム 粒剤
  - ゼータワン<sup>®</sup> 1キログラム シャンボフロアブル
  - メガゼータ<sup>®</sup> 1キログラム シャンボフロアブル
  - ゼータファイヤ<sup>®</sup> 1キログラム シャンボフロアブル
  - ブルゼータ<sup>®</sup> 1キログラム シャンボフロアブル
  - オサキニ<sup>®</sup> 1キログラム 粒剤
  - シヨクリョクS<sup>®</sup> 粒剤
  - イッテリ<sup>®</sup> 1キログラム シャンボフロアブル
  - シヨクリョク<sup>®</sup> ジャンボ
  - ドニチS<sup>®</sup> 1キログラム 粒剤
  - クラッシュEX<sup>®</sup> ジャンボ

〒104-8260 東京都中央区新川1丁目27番1号 お客様相談室 0570-058-669 農業支援サイト  <https://www.i-nouryoku.com>

●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。●小児の手の届く所には置かないでください。●空袋・空容器は廃棄等に放置せず適切に処理してください。



大塚のあふみ、まっぴんへ  
scc GROUP

 住友化学



農耕地から緑地管理まで  
雑草防除に貢献します。

畑作向け除草剤

アタックショット<sup>®</sup> ムギレンジャー<sup>®</sup>  
乳剤 乳剤  
丸和  
Dロックス<sup>®</sup>

果樹向け除草剤

シンバー<sup>®</sup> リーバー<sup>®</sup>

芝生向け除草剤

アトラクティブ<sup>®</sup> ユニホック<sup>®</sup>  
サベルDE ハレイDE

緑地管理用除草剤

ハイバーX<sup>®</sup> 粒剤 パワーボンバー<sup>®</sup>

除草剤専用展着剤

サファゴントWK<sup>®</sup> 丸和 サファゴント30<sup>®</sup>

 丸和バイオケミカル株式会社

〒101-0041 東京都千代田区神田須田町2-5-2  
☎03-5296-2311 <http://www.mbc-g.co.jp/>

第52巻 第3号 目次

- 1 巻頭言 無人航空機の有効な利用を  
芳賀 俊郎
- 2 暖地の発酵粗飼料用水稻栽培における雑草管理  
小荒井 晃
- 9 (統計データから)  
農林水産関係試験研究機関基礎調査 ①研究職員等の人員の推移
- 10 りんご「ハックナイン」の果汁原料栽培向け着果管理指標  
内田 哲嗣
- 16 緊急に防除技術開発が必要な畑作物と雑草種  
—農研機構作物保護試験研究推進会議雑草部会の報告—  
澁谷 知子
- 19 英国全土に繁茂する日本原産イタダリの生物的防除  
黒瀬 大介
- 23 (田畑の草種) 畔茅・畦萱(アゼガヤ)  
須藤 健一
- 24 (連載) 道草・第13回 ナナフシの不思議  
渡辺 政隆
- 26 広場

No.39

表紙写真 《アゼガヤ》



湿地や畦畔、休耕地、河原などに生育する夏生一年草。水田では田面が露出した場合や、乾田直播栽培でしばしば問題となる。畦畔際から匍匐茎を伸ばして本田に侵入することも多い。水田輪作のダイズ作期にも生育する。8~10月に花期となる。(植調雑草大鑑より。写真は©浅井元朗, ©全農教)



第1葉。長楕円形で先が尖る。



花序。円錐形をし、淡褐紫色。



第5葉期。線形となる。



小花。茶褐色で紡錘形。