

植調

第49巻
第6号

JAPR Journal

コナギはなぜ水田に繁茂するのか 竹内 安智・横田 孝雄
北部九州におけるメリケントキンソウの発生消長と薬剤防除試験 旭 祥吾
サツマイモの直播栽培とそれに関連する栽培技術の開発 安達 克樹
次世代農業技術としての植物工場 丸尾 達



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)

明日の「農」を
支える力で
ありたい。



三井化学アグロの除草剤

キクンジャベズ

1キロ粒剤・ジャンボ・フロアブル

イネキング

1キロ粒剤・ジャンボ・フロアブル

クサトリーBSX

1キロ粒剤75/51・ジャンボH/L
フロアブルH/L

クサトリーDX

1キロ粒剤75/51・ジャンボH/L
フロアブルH/L

アルファプロ

1キロ粒剤75/51・ジャンボH/L
フロアブルH/L

アールタイプ

1キロ粒剤

オシオキMX

1キロ粒剤

フォローアップ

1キロ粒剤

サンバード

1キロ粒剤30

草枯らしMIC



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/>



ガレース

これでスッキリ!!
麦畑

春播小麦にも
使えます!



広範囲の雑草にシャープな効果

- 麦畑に発生するイネ科雑草から広葉雑草まで幅広い草種に優れた除草効果を示します。
- 除草効果の持続期間が長い薬剤です。
- 粒剤タイプは、使いやすく、手撒きも可能です。

®はバイエルグループの登録商標



G (粒剤) 3kg袋



乳剤2Lボトル



Bayer CropScience

バイエルクロップサイエンス株式会社

www.bayercropscience.co.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

●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。



大学は淘汰の時代へ

(公財)日本植物調節剤研究協会 理事
筑波大学執行役員 生命環境系長

松本 宏

この4月から勤務大学の執行役員を命ぜられ、大学の運営にも関心を持たざるを得なくなった。さて、2004年度の国立大学の法人化に伴い、それまでの国立学校特別会計制度が廃止され、運営費交付金制度が導入された。この新制度では、教育研究費や人件費がまとめて算定され、各大学に配分されるしくみになっている。そして、その特徴の一つが効率化係数・経営改善係数の導入で、国立大学法人に投入される運営費交付金は、法人化以降毎年一定の割合で削減され続けている。この効率化係数は多額の国費が投入されることについての国民の理解を得るために、目に見える形での経営改善努力を求めるといったものである。しかし、実際は国立大学の経営はもう財務面でガタが来ているとも言える状況で、平成26年度の人事院勧告で7年ぶりに俸給表の水準とボーナスの引上げがあったが、国立大学86のうち35はこれに対応できなかった。財力が底をついてくると教員に配分する研究費をさらに減額せざるを得ず、個々に配分される研究費は極めて少額になっているのが実態で、外部資金がないと自分の研究ができない状況になってしまっている。

一方、大学には2018年問題というものがある。これは18歳人口の減少が続き、これまでは進学率の増加で大学入学者数はほぼ横ばいできていたが、この年を境に大学入学者の減少が始まるというものである。2031年には入学者が2018年と比べ10万人減少すると推定されており、これは入学定員1,000人の大学の100校に相当する。すなわち100大学分の入学者が消えるということである。当然、学生数の減少は教員数を減らすことにつながり、それぞれの大学が将来の

生き残りモデルを考えざるを得ない状況になっていて、大学の淘汰が始まろうとしている。国立大学法人は平成28年度から33年度までが第3期中期目標・中期計画期間と位置づけられ、この間に教員数の削減を含めたさらなる改革が求められている。すでに人文社会系、教育系の削減が始まっており、第4期からは大学そのものの縮減が考えられている。そのため、各大学では学部の閉鎖、大学院大学へのシフト、学部教養教育の共同実施などが検討され始めている。

折しも文部科学省は、国立大学法人の機能強化の方向性に沿って取組みをきめ細かく支援するとして、運営費交付金に3つの重点支援の枠組みを設けた。これは各大学にミッションを3つの類型（①地域活性化の中核拠点型、②全国的な教育・研究拠点型、③世界最高水準の研究・教育拠点型）の中から選ばせるとともに自己改革を促し、それに応じた支援をしてゆくというものである。国立大学はこの選択を今年迫られており、ちなみに、筑波大学は茨の道かもしれないが③を選択した。一方で、機能強化に関しては、研究力や国際通用性の強化が強く求められており、筑波大学でも10年後に世界ランキング100位以内に入るための模索が行われている。すなわち、厳しい状況の中で教職員は、個々のパフォーマンスを格段に上げてゆくことでの対応が迫られている。

豊かな教養や高度な専門知識をどれだけ国民の中に培うのかが、資源の乏しい日本社会の発展にとって極めて重要なこととは言うまでもないが、巨額の債務を抱えたこの国は高等教育まで削減しようとしており、大学としても構成員にとってもますます厳しい時代になるようだ。

コナギはなぜ水田に繁茂するのか

宇都宮大学名誉教授

竹内 安智

帝京大学名誉教授

横田 孝雄

コナギ (*Monochoria vaginalis*) は水田に普通に見られるミズアオイ科の一年生水生雑草であり (図-1), アジアに広く分布する (Holmら 1977; 竹松・竹内 1983)。日本には水稻の伝来とともに渡来したと思われ, 万葉集の詩歌からも, 当時 (おそらく江戸時代まで) は食用にされ, また栽培されていたことが窺われる。なお, 同じ科に属するミズアオイはコナギと似ており, 万葉時代には両種はあまり区別されていなかったようである。ミズアオイは水葱と書かれ, ナギと呼ばれていた。また, コナギは子水葱または子葱と書かれていた。長忌寸意吉麻呂は「醬酢なごのいみきおまろにひるつかか合たいてひしおす鯛願ふわれにな見えそ水葱なごの羹あつもの」と詠んでいるが, その意は「ノビルの酢味噌和えと鯛を食べたいので, ナギの吸いものはもう結構です」であろう。また大伴駿河麿の歌「春霞はるがすみかすが春日の里の植こえなご小水葱苗なりと言ひし枝はさしにけむ」は「春日の里に植えたコナギはまだ苗でしたが, 今は大きくなって食べられるようになったでしょうね」という意味で, 「あなたはもう成人になったでしょう。私の妻になってほしい」という恋心を歌っ



図-1 水田に多発するコナギ

たものである。

コナギはイネの随伴植物であり, 水田雑草のなかでもイネの周囲に群生する頻度が高いことから, イネとの特別な共生関係も窺われるほどである。東あづま歌で作者不明だが, 「苗代の子水葱が花を衣なに摺り馴るまにまにあぜかかなしけ」という歌は「苗代に交って咲く子水葱の花のような人でも馴れ親しむにつれて, なぜか大いに愛おしくなってしまった」という意味であろうが, この歌からもコナギとイネが共棲していたことが分かる。有吉佐和子は小説「複合汚染」のなかで, 「コナギと稲は友達のようなだ」とも書いている。ところが, コナギは重要な強害雑草であり, その高いチッ素吸収力によって栄養の競合を通じて水稻の穂数を減らす (荒井・川嶋 1956; 楳木・中村 1984)。コナギは, 特に直播水田や有機水田に多い問題雑草であることが知られている (小荒井 1995; Breenら 1999; 長谷川 2008)。

さて, 本研究の発端は, 筆者らが 1989 / 1990 年の冬に水田除草剤の残効期間をコナギとイネを指標にして調べたことにある。ガラス室において, コナギは低温のために湛水ポットから

ほとんど発芽しなかった。しかしながら, いくつかのポットではコナギが多数発生した。調べてみると, 別々に播種したはずのコナギとイネの種子が, 手違いで一緒に播種されていたのである。この偶然の結果から, イネ種子がコナギの発芽を促進したかもしれないと考えた。実際に新たに実験を行ったところ, 図-2 に示すように, コナギの出芽はイネ種子の存在により上昇し, その発生率はイネ種子の数に比例した (竹内ら 1991)。同様の現象は, イネ種子に限らず, イネのみ穀, むか, わらにも認められた。

コナギの種子の発芽には光が必要であることが知られていたが, 筆者らは, コナギ種子の発芽は, イネのみ穀の水抽出物が存在すると暗所においても起こることを発見した。したがって, イネのみ穀中に暗所発芽誘導物質の存在が示唆された。その原因物質の探索は数年に及び, 困難を極めた。最終的には, 土壌バクテリアがイネのみ穀の栄養分によって増殖し, 増殖したバクテリアの作用によりコナギの種皮が消化される結果, その暗所での発芽が誘導されることが明らかとなった。本稿ではその経緯について紹介する。

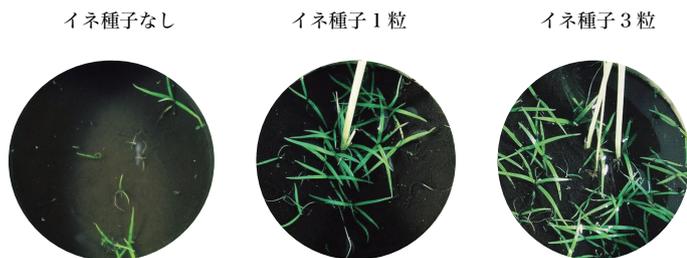


図-2 イネ種子との 14 日間共存によるコナギの出芽促進

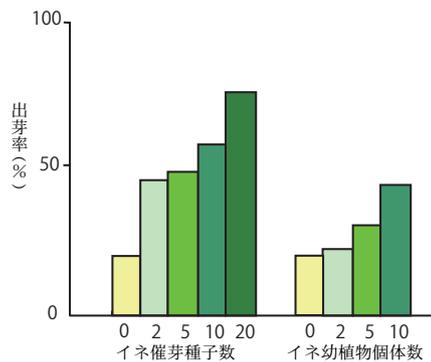


図-3 イネ催芽種子および幼植物(3-4葉期)のコナギ出芽促進作用

1. イネによるコナギの発芽・出芽促進作用

コナギの種子は結実直後は休眠しており、休眠覚醒には低温で湛水処理する必要がある(汪ら1996)。そこで、本研究では休眠覚醒の種子を使うこととし、そのために、10月に採取した種子を、水中で4ヶ月間、5°Cで低温処理した。この種子は乾燥させ、5°Cで保存した。

(1) 水田土壌を用いるコナギ出芽促進試験

1) イネの催芽種子あるいは幼植物を用いるポット試験

プラスチック製のポット(表面積180cm²・深さ15cm)に水田土壌を10cmの厚さに充填して3cmの深さに湛水した。休眠覚醒したコナギ種子100粒を表層に混ぜたあと、イネ(コシヒカリ)の48時間催芽種子を播種するか、3~4葉期の幼植物を移植した。図-3に14日後のコナギの出芽数を示す。イネ催芽種子では2個体より効果が認められ、20個体では出芽率が75%に達した。イネ幼植物の効果は催芽種子よりやや弱く、別途行った試験ではイネの葉齢が進むと促進効果はさらに低下した(Takeuchiら2001)。

表-1 水田圃場におけるイネの種子、催芽種子、幼苗がコナギ出芽数に与える影響

被験植物	供試量/m ²	0.1m ² あたりの出芽個数(平均, n=3)				
		7日後	14日後	21日後	28日後	42日後
無処理	0	1.7	7.4	9.2	10.9	11.6
種子	2.5g	5.2	10.0	14.4	14.4	20.5
	5.0g	11.3	14.1	14.4	16.7	16.7
催芽種子	2.5g	7.0	10.9	14.1	15.3	15.6
	5.0g	8.0	11.3	11.4	14.7	18.7
2葉期苗	64本	3.7	9.1	11.3	12.2	12.5
3葉期苗	64本	2.2	10.0	11.3	15.5	15.5

2) イネの種子あるいは催芽種子、幼苗を用いる圃場試験

ポット試験と同様な実験を1994年4月末に水田圃場にて実施した。1m²の区画に休眠覚醒したコナギ種子150mg(約1,000粒)を表層に混ぜた。イネの種子、または48時間催芽種子は土壌表層に散播し、2葉期、および3葉期のイネ苗は3cmの深さに移植した(表-1)。試験区内に発生したコナギ以外の雑草は手取り除草した。出芽数(0.1m²あたり)を7日から42日まで測定したところ、イネの種子および催芽種子のコナギ出芽促進効果はほぼ等しく、無処理区の130~180%に増加した(表-1, 図-4)。一方、イネの2葉期苗区と3葉期苗区におけるコナギの効果は、7日後では明瞭であったが、最終的に有意な効果が認められなかった(表-1)。この効果はポット試験に比べて劣るものであるが、これは播種・移植した種子や幼植物の量



図-4 水田におけるイネ種子のコナギ出芽促進作用
左:無処理区, 右:イネ種子播種区(2.5g/m²)

が面積当たり少ないことによるものであろう(Takeuchiら2001)。

3) イネのもみ殻、ぬか、わらのコナギ出芽促進試験

プラスチック製のトレー(表面積480cm²、深さ15cm)に水田土壌を10cmの厚さに充填後、3cmの深さに湛水し、コナギ種子60粒を播種した。イネのもみ殻、ぬか、わらはガーゼで包み金網に載せて土壌表面に置いた。表-2に示すように20日後のコナギの出芽数は無処理区では5%弱と少なかったが、もみ殻、ぬか、わらでは高い出芽率をもたらした。したがって、イネの様々な組織にコナギ出芽促進作用があることが明らかとなった。なお、イネのコウケツモチ品種にはタイヌビエに対する阻害的アレロパシー効果が報告されているが(Kimら1999)、コナギの出芽には促進的であった。わら施用がどのような品種でもコナギ発生本数を増加させたことから、不耕起乾田直播水田でコナギの発生が多い(千坂・草薙1978)ことも頷ける。

(2) 水田土壌を用いないコナギ発芽促進試験

1) イネ種子を用いるコナギ発芽促進試験

水田土壌の影響をなくするため、コナギの発芽を1cmの深さに湛水した深型シャーレを使って調べた。その結

表-2 湛水土壤表面に施用したイネのもみ殻、ぬか、わらのコナギ出芽に与える影響

被験試料	品種	施用量 (kg/10a)	20日後の出芽率% (平均 ± SD, n=3)
もみ殻	コシヒカリ	100	39.8 ± 9.6
		300	47.5 ± 5.5
ぬか	コシヒカリ	100	74.5 ± 5.5
		300	29.0 ± 2.8
わら	Indica 種、Drew	100	40.0 ± 1.8
		300	41.3 ± 3.1
わら	短銀坊主	100	37.2 ± 4.1
		300	43.1 ± 2.8
わら	コウケツモチ	100	35.8 ± 2.8
		300	35.2 ± 5.5
対照	-	0	4.8 ± 1.4

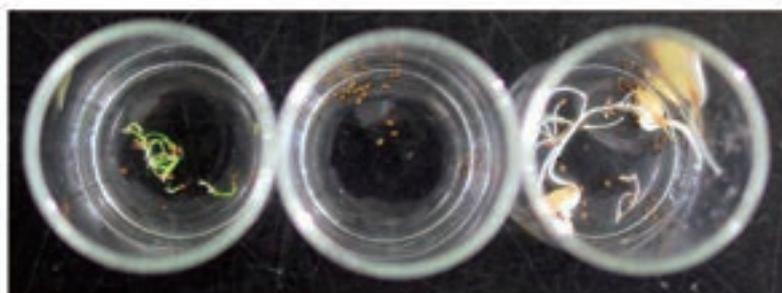


図-5 イネ種子によるコナギの暗所発芽の促進
左から明所, 暗所, 暗所+イネ種子

果, 80%エタノールで殺菌処理したコナギ種子は明所でのみ発芽し, 暗所では発芽しなかった。しかし, イネ種子(70%エタノール殺菌処理)とともに72時間, 27°Cで培養すると, 暗所でも発芽することが明らかになった(図-5)。この効果は休眠覚醒の程度が異なるコナギ種子のいずれに対しても認められた。また, 発芽に不利な低温や高温下でも発芽率が高まった。(Kawaguchiら1997a; 川口1998; Takeuchiら2001)。また, イネ12品種(Indica種, Japonica種, およびその交雑種)はいずれも, コナギの暗所での発芽を促進した。

2) イネの抽出物を用いるコナギ発芽促進試験

イネ種子, もみ殻, 茎葉, および根の水抽出物はいずれも, コナギの暗所での発芽を促進した。イネ種子の場

合, 種子100gを1,000mlの水に5°C, 72時間浸漬して得た水抽出液を遠心分離し, その上清を減圧濃縮し, 所定の濃度に調整してコナギ種子とともに暗所で120時間, 27°Cで培養した。その結果, コナギの発芽はイネ種子乾燥重量当量0.05g/mlから認められた(図-6)。したがって, これら抽出物中にはコナギの暗所発芽を誘導する物質が含まれていることが明らかとなった。また, その促進作用は電気伝導度, pH, 浸透圧の変化によるものではなかった(Kawaguchiら1997b)。

しかしながら, これまでの実験で行ったコナギの殺菌処理は不完全であり, 4-(1)で示す完全な滅菌処理を行うと, コナギの暗所発芽はイネ抽出物存在下でも起こらなくなった(後述)。

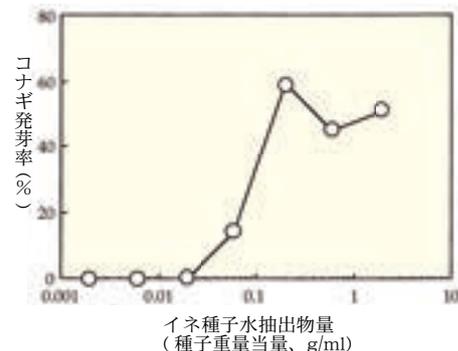


図-6 イネ種子水抽出物によるコナギ種子の暗所発芽促進

2. 主要水田雑草種子の暗所発芽に対するイネ種子の影響

イネ種子(品種, コシヒカリ)の主要水田雑草種子に対する暗所での発芽に対する影響を調べたところ, コナギと同じくミズアオイ科に属するミズアオイ(*Monochoria korsakowii* Regel et Maack)とアメリカコナギ(*Heteranthera limosa* (Sw.) Willd.)の発芽率を高めた。しかしながら, タマガヤツリ(*Cyperus difformis* L.), タイヌビエ(*Echinochloa oryzicola* Vasing.), アゼナ(*Lindernia pyxidaria* L.), キカシグサ(*Rotala indica* (Willd.) Koehne), イヌホタルイ(*Scirpus juncoides* Roxb. subsp. *juncoides*)の発芽率にほとんど影響しなかった。このことより, イネのミズアオイ科の種子暗所発芽に対する促進効果は科特異的である可能性が示された(Takeuchiら2001)。

3. コナギ種子の発芽生理

汪ら(1996)によると, 休眠覚醒したコナギは15°Cでは全く発芽しないが, 30°Cと35°Cでの発芽率は

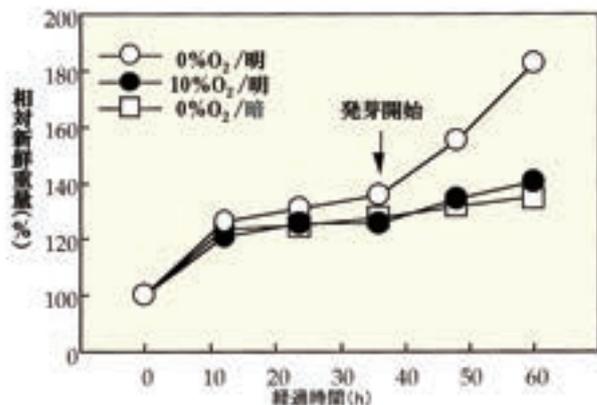


図-7 コナギ種子発芽において酸素分圧と光条件が新鮮重量に与える影響

100%である。また、発芽には光が必要で、暗条件下での発芽率は明条件下より悪い。したがって覆土によって出芽は抑制され、2.0cmの限界覆土深では出芽率は数%に低下する。また、発芽には湛水による低酸素状態が必要で、湛水深が5cmと3cmの場合に発芽率が高く、水深0cmではほとんど発芽しない。以上の結果をふまえて、コナギ種子の発芽の仕組みについて検討した。

(1) 光およびジベレリンの役割

コナギの休眠覚醒種子を使った実験で、コナギの発芽は赤色光が促進し、遠赤外光が阻害することから、フィトクロムが関与していると考えられる。休眠覚醒種子を湛水条件下27°Cにおき、光を照射すると12時間後までに種子重量が120%位に増加し、36時間には130%位に増加して、発芽が始まり、その後急速に増加を続ける。明条件に置かれた種子では12時間後位から、ジベレリンの作用としてよく知られている α -アミラーゼの活性化が起きる。一方、暗条件では種子の初期吸水がおこなうだけで、 α -アミラーゼ活性の変化はみられず、発芽に至らない(川口1998)。光発芽種子では光はジベレリンで代用される場合が多いが、ジベレリンA₃処理によって暗所発芽を誘導することはできなかった。

ジベレリンは種皮から吸収されにくいいためかもしれない。しかし、ジベレリン合成阻害剤のトリネキサパックエチル、テトシクラシスによって明所発芽が阻害されたことから、発芽にはジベレリンが重要な役割を担っていると考えられる。

(2) 酸素およびエチレンの役割

湛水は低酸素条件を作り出し、低酸素条件はエチレン発生を促す(Yang・Hoffman 1984)。明所下で湛水せずに酸素分圧を変えた密閉容器内で発芽試験をしたところ、湿潤ろ紙上での発芽率は酸素分圧0%区で最大で、次いで10%区であり、20%、30%区では発芽しなかった(図-7)。エチレン発生量を測定したところ、予想通り酸素分圧0%区で高いが、10%区以上では非常に低かった(川口1998)。

そこで、表-3に示した5つの異なる環境条件下で発芽実験をした。湛水深は3cm、非湛水は湿潤ろ紙である。

休眠覚醒種子の光発芽は湛水条件で起きたが、非湛水条件ではほとんど起こらなかった。しかしながら、非湛水条件下でもエチレン発生剤のエテホンを加えると光発芽が起こった。

以上のことから、湛水によって低酸素状態になり、その結果種子中に生じたエチレンがコナギの発芽を促進すると考えられる(Momonokiら1992; Takeuchiら1995)。このように発生するエチレンが光発芽の準備的役割をしている可能性がある。

なお、表-3に示すように、種子に種皮付傷処理(安全光下で種皮に針で付傷)を施すとどのような条件下でも発芽した(Takeuchiら1995)。このような現象はレタス種子でもみられる。

(3) コチレニンによる休眠覚醒

さまざまなホルモン類の休眠覚醒コナギ種子発芽に対する影響を調べたところ、コチレニンが暗所、無湛水条件下でも発芽を誘導することが分かった(Takeuchiら1995)。コチレニンは糸状菌由来の子葉成長促進物質であるが、同じくカビ由来のオーキシン様生

表-3 コナギの無傷および付傷種子の発芽に与える湛水と光、エテホンの影響

環境条件	発芽率%(平均 ± SD, n=5)	
	無傷種子	付傷種子
湛水 + 光	84 ± 3	98 ± 2
湛水 + 暗	0	92 ± 4
非湛水 + 光	3 ± 2	92 ± 5
非湛水 + 暗	0	83 ± 5
非湛水 + 光 + エテホン	95 ± 3	98 ± 2

休眠覚醒種子を使用し、25°Cで、5日間培養した。付傷種子は針で種皮に付傷処理した。

表-4 コナギの滅菌および非滅菌種子の発芽に対するイネもみ殻抽出物、アミノ酸、リン酸、酵母エキスの効果

実験番号	添加物	光条件	発芽率% (平均 ± SE, n=5)	
			非滅菌種子	滅菌種子
1	なし	明	9 ± 4	54 ± 10
	なし	暗	0	0
	イネもみ殻抽出物 1000 ppm	暗	63 ± 8	0
	イネもみ殻抽出物 200 ppm	暗	0	0
2	なし	明	18 ± 6	41 ± 8
	なし	暗	0	0
	アミノ酸混合物	暗	0	0
	アミノ酸混合物+リン酸	暗	58 ± 5	0
3	なし	明	17 ± 9	71 ± 2
	なし	暗	0	0
	酵母エキス 1000 ppm	暗	70 ± 9	0
	酵母エキス 200 ppm	暗	42 ± 10	0
4	なし	明	試験せず	30 ± 5
	なし	暗	試験せず	0
	酵母エキス培養液*	暗	試験せず	0

* 実験3で得た酵母エキス(1000 ppm)を滅菌後、試験に供した。

理活性物質であるフシコクシンの構造類縁体であり、生理作用も類似している。また、コチレニンはアブシジン酸によるレタスの発芽阻害を回復させること、オモダカの休眠塊茎の萌芽を著しく促進する(Haradaら1981)ことから、これら植物には共通した休眠機構がある可能性が考えられる。

4. 水田におけるコナギ発生の作用機構

(1) バクテリアがコナギの暗所発芽を誘導する

1-(2)で述べたもみ殻抽出物のコナギ種子(80%エタノール殺菌処理)の暗所発芽作用を追試したところ、発芽した場合にのみ培養液が白濁していた。このことから、バクテリアが増殖しているものと考えられたので、発芽における微生物の役割を明確にするために研究を進めた。ここで、従来行っていた80%エタノールによるコナギ殺菌処理は不完全であると考えられたので、コナギ種子を滅菌下で95%エタノールに2分間浸漬したあと、次亜塩素酸ナトリウム溶液(0.5%の活性塩素と150ppmのTween20を含む)中で40分間振とう滅菌した。この種子を滅菌水で洗った後、休眠打破を確実にするために、4°Cの滅菌水中で2日間低温処理してから発芽試験に供した(Yokotaら2014)。

一方、品川(2003)は滅菌していないコナギ種子発芽誘導成分として、イ

ネもみ殻や茎葉からアミノ酸混合物とリン酸を同定し、22種のアミノ酸混合物とリン酸の組み合わせによって暗所発芽が促進することを明らかにしている。そこで、もみ殻抽出物とともに、22種のアミノ酸混合物+リン酸、さらにアミノ酸とリン酸を豊富に含む酵母エキスについて、滅菌したコナギ種子を用いて発芽試験を行った。なお、アミノ酸混合物は一般アミノ酸20種類にカルノシンとオルニチンを加えたもので、各アミノ酸濃度は10ppmである。また、リン酸濃度は25ppmとし、pHを5.7に調整した。

その結果を表-4に示す。非滅菌のコナギ種子の場合、イネもみ殻抽出物、アミノ酸混合物+リン酸及び酵母エキスを含む培地で濃度依存的に暗所発芽を誘導した。しかしながら、滅菌したコナギ種子では暗所発芽は全く認められなかった。発芽した場合にのみ培地が白濁したことから、バクテリアの存在によって発芽が誘導されると考えられた(Yokotaら2014)。

この発芽の原因の1つとして、バクテリアが発芽刺激物質を生産する可能性がある。しかしながら、発芽試験で

得られた白濁酵母エキス培養液を滅菌して発芽試験をしても、発芽は認められなかった(表-4,実験4)。したがって、バクテリアは発芽刺激物質を生産しないと思われる。

また、培養中にエチレンが生産されてコナギの発芽を誘導する可能性も考えられるが、エチレンは暗所でコナギの発芽を誘導することはないのでエチレンが暗所発芽の原因でもない。したがってバクテリアはコナギの種皮を消化した結果、種皮が破壊され、そのために発芽したのだと考えられる。この推定は、傷を付けたコナギの種子は如何なる場合でも発芽することからも支持される(表-3)。

また、95%エタノールでコナギ種子を殺菌するとき、種皮に存在する発芽阻害物質が除去された結果として発芽する可能性もある。しかしながらこの可能性は、コナギ種子の95%エタノール抽出物には発芽阻害活性がなかったことから否定される。ただし、コナギ滅菌種子の明所における発芽率は非滅菌種子の場合より有意に高かった(表-4)。したがって、滅菌操作で種皮の強度、透過性などの物理的変化

表-5 コナギ種子由来のバクテリアの同定

バクテリア	起原	相同性の最も高いバクテリア	相同性
A	酵母エキス培養液	Sphingobacteriaceae, <i>Pedobacter</i> sp.DS-57 (DQ889723)	97%
B	イネもみ殻抽出物培養液	Bacillaceae, <i>Bacillus cereus</i> biobar toyoi (AY689066)	98%
C	コナギ種子懸濁液	Enterobacteriaceae, <i>Pantoea agglomerans</i> (AY924376)	96%
D	コナギ種子懸濁液	Sphingomonadaceae, <i>Sphingomonas yunnanensis</i> (AY894691)	94%

表-6 コナギの滅菌種子の暗所発芽に対するコナギ由来のバクテリアの効果

供試バクテリア	光条件	添加物*	発芽率% (平均 ± SE, n=5)
なし	明	なし	64 ± 5
なし	暗	なし	0 ± 0
A	暗	イネもみ殻抽出物	22 ± 4
B	暗	イネもみ殻抽出物	78 ± 2
C	暗	イネもみ殻抽出物	71 ± 3
D	暗	イネもみ殻抽出物	39 ± 3
A+B	暗	イネもみ殻抽出物	55 ± 7
A+B+C+D	暗	イネもみ殻抽出物	50 ± 6

*イネもみ殻抽出物の濃度は1000ppm.

がおこり、それが明所での発芽率を向上させたと考えられる。

(2) バクテリアの同定とコナギ発芽誘導活性

イネもみ殻抽出物培養液、あるいは酵母エキス培養液、さらにはコナギ種子の滅菌水懸濁液から4種のバクテリアA～Dをコロニーとして単離し、単離バクテリアの同定を16S rRNA遺伝子のPCR解析にもとづいて行った(Lane 1991; 篠田ら 2000)。その結果、バクテリアA～Dはその高い相同性に基づいて各々 *Pedobacter* sp., *Bacillus cereus*, *Pantoea agglomerans* 及び *Sphingomonas yunnanensis* と同定された(Yokota ら 2014) (表-5)。

これらバクテリアの酵母エキス培養液を滅菌したもみ殻抽出物を含むバイアルに接種し、滅菌したコナギ種子と27°C、暗黒下で4日間培養した。その結果、4種類のバクテリアA,B,C,D単独、「A+B」、「A+B+C+D」で暗所発芽を誘導した(表-6)。このことより、発芽誘導活性は特定のバクテリア

にあるのではなく、バクテリア全般にあるものと考えられた。

同定されたバクテリアのいずれもグラム陽性の土壤細菌で、しばしば土壤、植物、空中から単離される(Leys ら 2004; Zang ら 2005; Vilain ら 2006; Cruz ら 2007; Yoon ら 2007)。それ故、バクテリアが誘導するコナギの種子発芽は水田圃場でも起きていると考えられる。本来、水田土中のコナギ種子は光が当たらないために発芽できないが、水田にバクテリアが増殖すると、種皮が消化されるために発芽が増加すると考えられる。有機栽培の水田でコナギが多発する(長谷川ら 2007)のは、バクテリアの増殖に必要なアミノ酸やリン酸などの栄養分が豊富なためと考えられる。一方、バクテリアばかりでなく、糸状菌(カビ)、酵母、放線菌なども栄養豊富な土壤中では盛んに増殖しているものと思われるので、これら微生物のコナギ発芽に対する影響は小さくないと考えられる。

おわりに

土壤1gには4,000～10,000種のバクテリアがおり(Chee-Sanford・Fu 2010)、地球上には150万種の菌類がいる(Borneman・Hartin 2000)という。土壤微生物は雑草の種子の発芽を促進したり、阻害したりして、あるいは枯殺して種子のシードバンクに影響する(Kremer 1993; Chee-Sanford ら 2006; Chee-Sanford・Fu 2010)。微生物が雑草種子の発芽促進に影響するとの報告がある(Vrbničanin ら 2008a, b, 2011)。根圏から分離したバクテリアが根寄生雑草, *Striga hermonthica* の発芽を誘導する(Babalola ら 2007)という報告もある。

本研究は土壤バクテリアが雑草種子の発芽を促進することを明確に証明したものであり、本研究結果が生態系に関する新しい情報となることを期待している。

引用文献

- 荒井正雄・川嶋良一 1956. 水稲栽培における雑草害の生態学的研究 I・II. 日本作物学会記事 25, 115-119.
- Babalola, O.O. *et al.* 2007. Evaluation of some bacterial isolates as germination stimulants of *Striga hermonthica*. *Afr. J. Agric. Res.* 2, 27-30.
- Borneman, J. and R. J. Hartin 2000. PCR primers that amplify fungal rRNA genes from environmental samples. *Appl. Environ. Microbiol.* 66, 4356-4360.
- Breen, J. L. *et al.* 1999. Tiller density

- determines competitive outcome between water-seeded rice (*Oryza sativa* L.) and *Monochoria vaginalis* var. *vaginalis*. 雑草研究 (J. Weed Sci. Tech.) 44, 180-188.
- Chee-Sanford, J.C. *et al.* 2006. Do microorganisms influence seed-bank dynamics? *Weed Sci.* 54, 575-587.
- Chee-Sanford, J. and X. Fu 2010. Investigating the role of microorganisms in soil seed bank management. In: *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology* (ed. by Mendez-Vilas A.). Formatex Research Center, Badajoz, Spain. pp.257-266.
- 千坂英雄・草薙得一 1978. 水稲の不耕起乾田直播栽培における雑草の発消長と防除 (1) 雑草の発消長. 雑草研究 (*Weed Res.*, Japan) 23,185-190.
- Cruz, A.T. *et al.* 2007. *Pantoea agglomerans*, a plant pathogen causing human disease. *J. Clin. Microbiol.* 45,1989-1992.
- Harada, J. *et al.* 1981. Sprouting of dormant tubers of *Sagittaria trifolia*, a perennial paddy weed, caused by cotylenin E, a new plant growth regulator. 雑草研究 (*Weed Res.*, Japan) 26, 37-39.
- 長谷川浩 2008. 有機水稲栽培におけるシードバンクとコナギ優占の実態—東日本における事例—有機農業研究年報 8, 185-199.
- Holm, L. G. *et al.* 1977. *The world's Worst Weeds: Distribution and Biology*. University of Hawaii Press, Honolulu.
- 梶本信幸・中村拓 1984. 水田雑草の養分吸収特性の草種間差 第1報 混植による窒素吸収力の推定. 雑草研究 (*Weed Res.*, Japan) 29, 147-152.
- Kawaguchi, S. *et al.* 1997a. Allelopathic potential of rice seed (*Oryza sativa* L.) on seed germination of *Monochoria vaginalis* var. *plantaginea*. 雑草研究 (J. Weed Sci. Tech.) 42, 262-267.
- Kawaguchi, S. *et al.* 1997b. Effects of aqueous extract of rice plants (*Oryza sativa* L.) on seed germination and radicle elongation of *Monochoria vaginalis* var. *plantaginea*. *Plant Growth Regul.* 23,183-189.
- Kim, K.U. *et al.* 1999. Evaluation of allelopathic potential in rice germplasm. *Korean J. Weed Sci.* 19,1-9.
- 川口俊 1998. 水田雑草の発消長および群落形成に及ぼすイネの影響 (博士論文). 東京農工大学. 東京.
- 汪光熙ら 1996. ミズアオイとコナギの種子の休眠, 発芽, 出芽特性の差異. 雑草研究 (*Weed Res.*, Japan) 41, 247-254.
- 小荒井昇 1995. 水田雑草コナギの生理・生態に関する研究の現状. 植調 29, 10-16.
- Kremer, R.J. 1993. Management of seed banks with microorganisms. *Ecol. Appl.* 3, 42-52.
- Lane, D.J. 1991. 16S/23S rRNA sequencing. In: *Nucleic Acid Techniques in Bacteria Systematics* (ed. by Stackebrandt E. and M. Goodfellow). John Wiley & Sons, Chichester, UK. pp.115-174.
- Leys, N. M.E.J. *et al.* 2004. Occurrence and phylogenetic diversity of *Sphingomonas* strains in soils contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons. *Appl. Environ. Microbiol.* 70, 1944-1955.
- Momonoki, Y.S. 1992. Effect of ethylene and carbon dioxide on seed germination of *Monochoria vaginalis* var. *plantaginea*. 雑草研究 (*Weed Res.*, Japan) 37, 121-128.
- 品川愛 2003. イネに含まれるコナギ (*Monochoria vaginalis*) の暗発芽促進物質の探索 (修士論文). 東京大学. 東京.
- 篠田吉史ら 2000. 16S rRNA 遺伝子解析による細菌の系統分類法. 島津評論 57, 121-132.
- 竹内安智ら 1991. コナギ種子の発芽にたいするイネ幼植物の促進作用. 雑草研究 (*Weed Res.*, Japan) (別) 30, 132-133.
- Takeuchi, Y. *et al.* 1995. Stimulation of germination of *Monochoria vaginalis* seeds by seed coat puncture and cotylenins. 雑草研究 (*Weed Res.*, Japan) 40, 221-224.
- Takeuchi Y. *et al.* 2001. Inhibitory and promotive allelopathy in rice (*Oryza sativa* L.). *Weed Biol. Manag.* 1., 147-156.
- 竹松哲夫・竹内安智 1983. 世界の農耕地雑草とその制御. 全国農村教育協会, 東京, pp. 77-96.
- Vilain, S. *et al.* 2006. Analysis of the life cycle of the soil saprophyte *Bacillus cereus* in liquid soil extract and in soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 72, 4970-4977.
- Vrbničanin, S. *et al.* 2008a. Effect of growth-promoting bacteria on germination of *Datura stramonium* L., *Abutilon theophrasti* Medik., *Onopordon acanthium* L. and *Verbascum thapsus* L. (Abstract). In: *Proceedings of the Fifth International Weed Science Congress* (June 23-27 2008, Vancouver, BC, Canada). International Weed Science Society, Hisar, India, 127.
- Vrbničanin, S. *et al.* 2008b. Germination of *Iva xanthifolia*, *Amaranthus retroflexus* and *Sorghum halepense* under media with microorganisms. *J. Plant Dis. Prot.* 21,297-302.
- Vrbničanin, S. *et al.* 2011. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on *Ambrosia artemisiifolia* L. seed germination. *Pestic. Phytomed.* 26, 141-146.
- Yang, S.F. and N.E. Hoffman 1984. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 35,155-189.
- Yokota, T. *et al.* 2014. Mechanism of rice hull-induced germination of *Monochoria vaginalis* seeds in darkness. *Weed Biol. Manag.* 14,138-144.
- Yoon, J.H. *et al.* 2007. *Pedobacter terrae* sp. nov., isolated from soil. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 57, 2462-2466.
- Zhang, Y-Q. *et al.* 2005. *Sphingomonas yunnanensis* sp. nov., a novel Gram-negative bacterium from a contaminated plate. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 55, 2361-2364.

北部九州におけるメリケントキンソウの発生活消長と薬剤防除試験

一般財団法人
西日本グリーン研究所
旭 祥吾

はじめに

4月上旬頃になると、気温も上昇し屋外で過ごすのが心地よい季節になってくる。そんな時、「芝生内で子供たちが素足でかけまわっていたら、足にトゲが刺さって怪我をしてみました。この草は何ですか。どうにかできませんか。」と学校関係者や公園管理者らから、ここ数年当西日本グリーン研究所にもこの草「メリケントキンソウ」についての問い合わせが増えてきた。

メリケントキンソウは、種子に非常に硬いトゲがあり、手足などに刺さり思わぬ怪我をすることがあり、芝生内への立入りを禁止するなどの諸問題が生じている。各市町村のホームページなどでも、怪我や拡散防止についての注意喚起が行われている。

メリケントキンソウは公園の芝生内や花壇、河川敷、競技場および学校の校庭などで多く発生する。近年ではゴルフ場の芝地内にも発生が確認されている。ゴルフ場のように定期的に施肥や薬剤防除が行われている芝地では、本草の侵入は、困難であると考えられるが、施肥および薬剤防除の減少あるいは環境条件の変化により、今後ゴルフ場の芝地内に侵入し拡大する可能性は十分に考えられる。また、原産地の南米やアメリカ、オーストラリアなどのゴルフ場では繁茂しているという報告もある。

そこで、本研究では北部九州におけ

るメリケントキンソウの発生活消長について調査を行った。また、除草剤を用いた防除試験データが少ないことから、メリケントキンソウの発生前、発生初期、生育期において作用特性の異なる薬剤を処理し、各処理時期による防除効果の検討を行った。

なお、本報は2014年日本芝草学会春季大会(福島)で研究発表(一部改変)したものである。

メリケントキンソウの生態

メリケントキンソウ (*Soliva sessilis* Ruiz et Pav.) (図-1) は、キク科イガトキンソウ属の一年草で南アメリカ原産の帰化植物である。日本では1930年代に和歌山県で最初に発見された。一般に日当たりの良い場所を好み、発芽適温は18℃前後とされており、10月から1月まで発芽が見られる。3月～5月頃に開花し黄緑の花をつけ、開花後結実した種子は5月～6月頃に個体から分離し、本体は自然枯死する。

形態の特徴は、図鑑(長田1979)な



図-1 芝地に発生したメリケントキンソウ
光競合するものがない場合は、地面に張り付くように生育する。

どでは草高5～10cmと記載されているが、芝地内など光を競合する相手がない場合は、横方向に分枝して広がり高さ1～2cmでも生育し、直径5～20cmの株になる。周囲に草が混み合っているような場所では高くなり20cm以上になることもある。全草軟毛で被われており、発芽すると高さ数mmの茎の頂きに、ほとんど地際に接するように第1の頭花がつく。これを取り囲むように葉が付き、葉腋より枝が出て、枝の頂きに第2の頭花がつく。これを繰り返しながら、頭花と枝が段階的に並び特異な外観を示すこととなる。

葉は枝の先端部につき、葉身は楕円形で長さ8～20mm、幅7～15mm。羽状に2回細かく裂け、軟毛を密生する。頭花は7～10mm、黄緑色の頭花を包む総苞辺はほぼ同じ長さで2列に並ぶ。果実は熟すとえい果となり種子と一体化しバラバラになりやすく、靴やタイヤなどに刺さり広がっていく。種子は、直径4mm程度で、2mmほどのトゲがあり、扁平で左右には2裂した広いひれ(翼)がある。上から見るとカブトガニのような形状をしている。マメカミツレやシマトキンソウに草状が似ており、頭花をつけるまで、判別するのは困難である。

日本国内での発生およびゴルフ場内への侵入状況

前述したとおり、日本では1930年代に和歌山県で最初に確認された(和歌山県周参見(すさみ)産の標本:坂

表-1 試験圃場の2013年の最低気温(°C)の比較

	第1圃場		第2圃場	
	最低気温の 平均	Min 値	最低気温の 平均	Min 値
9月上旬	19.7	16.5	20.1	18.2
中旬	18.3	11.7	19.6	14.3
下旬	17.5	12.3	18.8	13.7



図-2 発芽状況 (2013年9月24日撮影)



図-3 開花状況 (2014年2月18日撮影)



図-4 成体 (2014年3月7日撮影)



図-5 果実(種子)

口総一郎XI 1930より)。現在は、千葉県を北限に関東以西の太平洋側を中心に発生が確認されている。また、四国、九州においては各県全域で発生が見られ、福岡県内でも公園や校庭などの芝生内に急速に増加している。宮崎県や鹿児島県などは県内各地に発生しているのが確認され、大きな問題となっている。分布状況から、本草の発芽、生育には気温や日照時間が影響を与えているのではないかと推察される。今のところ東北地方や本州の日本海側では確認されていないが、今後発生範囲がさらに北上し、拡大していく可能性は十分に考えられる。

ゴルフ場内への侵入については、愛知県内で1場、福岡県内で2場において発生が確認されている。愛知および福岡の1場は、いずれも除草剤の使用に制限があり、また施肥量も少なく雑草が侵入しやすい条件であった。福岡県内のもう1場は、バンカーの周囲に本草とマメカミツレが同居して密生しているという状況であった。こちらのゴルフ場に関しては、定期的に除草剤が使用されているにも関わらず、発生が見られた。いつゴルフ場内

に本草が発生し繁茂するかわからないので、十分に警戒する必要がある。

北部九州による発生消長の調査

西日本グリーン研究所試験第2圃場(福岡県福津市)内に発生したメリケントキンソウをホールカッターで採取し、砂土を充填したプラスチック容器に移植し、当研究所試験第1圃場(福岡県小郡市)で栽培した。福岡県南部地域に位置する当所第1圃場と北部地域に位置する第2圃場に発生した本草を随時調査観察し、発生消長について調査を行った。調査観察は2012年10月から2014年3月にかけて行った。調査の結果、第2圃場では、2012年10月下旬に発芽が見られ、翌年の2013年も同様に10月下旬に確認された。第1圃場では2013年に調査を行ったが、9月24日に発芽が確認された。第1圃場と第2圃場の2013年9月の旬別最低気温を比較すると、第1圃場は第2圃場より1~2°C低かった(表-1)。メリケントキンソウの発芽適温は18°C前後とされてい

ることからも、第1圃場で発芽が早かったと考えられる。その後、各圃場共に1月下旬まで発芽が確認された。第1圃場では2月18日から開花がみられ、4月下旬には結実し6月に自然枯死し、硬く尖った果実のみ芝地に残った。1個体から1個~6個の花が出て、1つの花には平均15個の果実(種子)が確認できた(図-2~図-5)。

防除対策について

(1) 耕種的防除法

果実の物理的除去による防除として、芝草研究37(2):(公財)公園緑地管理財団海の中道海浜公園 狩野らによる報告(狩野ら2009)では、①熊手箒による人力での掻き出しその後スーパーによる集塵。②レイキングスチールマットおよびコアスーパーによる集塵。③サッチング機械により果実(種子)を掻き出し、ブロワーで収集した後、ハンドガイド式スーパーで吸塵するという方法で試験が行われている。その結果、③の方法によ

表-2 供試薬剤の作用機構分類 (HRAC を改変)

供試薬剤 (成分名)	系統名	作用特性
オキサジアルギル		光活性
クロルフタリム	フタルイミド系	
MCP Pカリウム塩	フェノキシ酸系	植物ホルモン作用の攪乱
イマゾスルフロン	スルホニルウレア (SU) 系	アセトラクテート合成 (ALS) 阻害
ハロスルフロンメチル		
トリフロキシスルフロンナトリウム塩		
フルセトスルフロン		
メトスルフロンメチル		
ヨードスルフロンメチルナトリウム塩		
ホラムスルフロン		
シクロスルファムロン		
ピラゾスルフロンエチル		
エトキシスルフロン		
イソキサベン	酸アミド系	細胞分裂阻害
フロラスラム	SU系	ALS 阻害
プロピサミド	酸アミド系	タンパク質合成阻害
CAT	トリアジン系	光合成阻害
シアナジン		
アトラジン	トリアジン系	光合成阻害
メソトリオン	トリケトン系	カロチノイド合成阻害
DCBN	ニトリル系	タンパク質合成阻害
プロジアミン	ジニトロアニリン系	分裂組織の細胞分裂阻害
ジチオピル	芳香族カルボン酸系	生長点の細胞分裂阻害
フルボキサム		セルロース合成阻害
ピラフルフェンエチル	ダイアゾール系	酸化酵素阻害

HRAC : Herbicide Resistance Action Committee

表-3 ①発生前処理試験の供試薬剤および除草効果

供試薬剤	成分量 (%)	処理量 (g, ml / m ²)	本数 (本)	残草量 (%)
オキサジアルギル	34.5	0.15	17	20
MCP Pカリウム塩	50	0.5	16	18
イマゾスルフロン	75	0.15	0	0
ハロスルフロンメチル	75	0.03	0	0
トリフロキシスルフロンナトリウム塩	75	0.0045	3	3
フルセトスルフロン	50	0.045	0	0
メトスルフロンメチル	60	0.003	5	6
ヨードスルフロンメチルナトリウム塩	10	0.015	16	18
CAT	42	0.2	0	0
DCBN	4	10	0	0
無処理	—	—	87	100

注) 残草量は無処理区対比

り、ほぼすべての種子が除去できた事例も報告されている。小面積であれば十分な効果が期待できるが、多大な労力が必要であり、広い敷地内に蔓延した場合、防除は困難である。その他にも、特殊肥料を使用した駆除などの事例もある。

(2) 薬剤による防除試験

メリケントキンソウの発生前、発生初期 (葉齢3 齢以下)、生育期 (葉齢4 齢以上) において作用特性の異なる薬剤 (表-2) を処理し、各処理時期による防除効果の検討を行った。当所試験第2 圃場のコウライシバ圃場で本草の発生が確認された場所を中心に1 区1 m²の試験区を設け、試験は2 区制で行った。

1) 発生前処理試験

2012 年10 月16 日に、表-2 に示した供試薬剤の所定量を水100ml で希釈し、電動噴霧器により均一散布した。翌年2013 年4 月25 日に各試験区内のメリケントキンソウの残存本数を計測調査した。

試験結果は、イマゾスルフロン、ハロスルフロンメチル、フルセトスルフロン、CAT、DCBN で極めて高い効果が見られた。また、トリフロキシスルフロンナトリウム塩やメトスルフロンメチルでも高い効果が見られた。他の薬剤については、やや防除効果は劣るものの効果はあると考えられる (表-3)。なお、いずれの供試薬剤も日本芝の生育に対する影響は確認されなかった。

2) 生育初期処理試験 (処理時葉齢3 齢以下)

2013 年11 月13 日に、表-3 に示した供試薬剤の所定量を水200ml で希釈し、電動噴霧器により均一散布した。翌年2014 年3 月6 日に各試験区内のメリケントキンソウの残存本数

を計測調査した。

試験結果は、イマゾスルフロン、フルボキサム、シアナジン、DCBN で極めて高い効果が見られた。また、イソキサベン・フロラスラム、プロジアミンでやや残草は見られたものの高い効果が見られた。他の薬剤については、

表-4 ②生育初期処理試験の供試薬剤および除草効果

供試薬剤	成分量 (%)	処理量 (g, ml / m ²)	本数 (本)	残草量 (%)
オキサジアルギル	34.5	0.2	27	26
クロルフタリム	50	0.4	27	27
プロピサミド	36	0.5	14	14
イソキサベン フロラスラム	60 4	0.05	2	2
イマゾスルフロン	75	0.15	0	0
プロジアミン	40.7	0.2	8	7
ジチオピル	32	0.15	12	12
フルボキサム	50	0.2	0	0
シアナジン	50	0.15	0	0
DCBN	4	10	0	0
無処理	—	—	101	100

注) 残草量は無処理区対比

発生初期(葉齢3齢期)処理ではやや多くの残草が見られたことから効果はあまり高くないと考えられる(表-4)。なお、いずれの供試薬剤も日本芝の生育に対する影響は確認されなかった。

3) 生育期処理試験(処理時葉齢4齢以上)

2013年12月30日に、表-4に示した供試薬剤の所定量を水200mlで希釈し、電動噴霧器により均一散布した。翌年2014年3月6日に各試験区内のメリケントキンソウの残存本数を計測調査した。

試験結果は、ハロスルフロンメチル、トリフロキシスルフロンナトリウム塩、フルセトスルフロン、メトスルフロンメチル、エトキシスルフロンで極めて高い効果が見られた(図-6)。また、ヨードスルフロンメチルナトリウム塩、ピラゾスルフロンエチル、アトラジン・メソトリオン、DCBNでやや残草が見られたものの効果は高かった。他の薬剤については、発生後(葉齢4齢期以上)処理では残草が見られたことから効果はやや低いと考えられる(表-5)。なお、いずれの供試薬剤も日本芝の生育に対する影響は確認されなかった。

以上の結果から、発生前処理では、ニトリル系、SU系の薬剤で非常に高い防除効果が得られた。発生初期処理(処理時葉齢3齢以下)では、トリアジン系、SU系の薬剤や酸アミド系・SU系の混合剤で非常に高い防除効果が得られた。生育期処理(処理時葉齢



図-6 生育期処理試験地の調査時の発生状況(2014年3月6日撮影)
左: 無処理区 右: 薬剤散布区

表-5 ③生育期処理試験の供試薬剤および除草効果

供試薬剤	成分量 (%)	処理量 (g, ml / m ²)	本数 (本)	残草量 (%)
MCPP カリウム塩	50	0.5	91	56
ハロスルフロンメチル	75	0.04	0	0
ホラムスルフロン	2.2	0.2	43	26
トリフロキシスルフロン ナトリウム塩	75	0.0045	0	0
フルセトスルフロン	50	0.045	0	0
シクロスルファミロン	66	0.045	26	16
メトスルフロンメチル	60	0.015	0	0
ヨードスルフロンメチル ナトリウム塩	10	0.015	4	2
ピラゾスルフロンエチル	70	0.3	3	2
エトキシスルフロン	60	0.02	0	0
アトラジン	43.9	0.08	6	4
メソトリオン	4.4	0.08	6	4
ピラフルフェンエチル	2	0.2	34	21
DCBN	4	10	5	3
無処理	—	—	163	100

注) 残草量は無処理区対比

4葉以上)では、SU系の数薬剤で非常に高い防除効果が得られた。生育期処理においては、3月以降の処理では個体が大きくなり十分な防除効果が得

られないので、1月頃までの個体が小さい時期に薬剤散布を行うことが望ましいと考えられる。

考察および今後の課題

本草種は既存の除草剤による防除は十分可能である。耕種的防除では、多大な労力を要する割に効果は低く、本草は繁殖力も旺盛なので種子の拡散は速く、発生箇所の拡大や人的被害なども今後増加していくと考えられる。そのため、発生段階毎に高い防除効果が期待できる有効薬剤を安全かつ適正に使用し、発生および被害の拡大を防ぐことが重要であると考えられる。

現在、被害が多い公園や校庭、グラウンドなどは除草剤の使用に対して非

常に抵抗がある。当所でも農業に対する正しい認識と安全かつ適正な使用についての啓蒙活動をこれからも行っていきたいと考えている。

また、各地のゴルフ場やその他の場所で発生が見られた場合は、是非情報提供をお願いしたい。

最後に本試験の実施に当たり、各社にご協力頂きました。この場をお借りして感謝いたします。《協力会社》(株)エス・ディー・エスバイオテック、シンジェンタジャパン(株)、住化グリーン(株)、ダウ・ケミカル日本(株)、日産化学工業(株)、日本農業(株)、日本曹達(株)、バイエルクロップサ

イエンス(株)、BASF ジャパン(株)、保土谷アグロテック(株)、丸和バイオケミカル(株)

参考・引用文献

狩野ら 2009. 温暖化の影響か? - やっかいものメリケントキンソウの出現 - 芝草研究 37(2), 108-111.

三浦ら 2011. 静岡県西部におけるメリケントキンソウ (*Soliva sessilis* Ruiz et Pav.) の発生と防除, 芝草研究 40 別 1(大会誌), 30-31.

緑の安全推進協会 2013. グリーン農業総覧.

長田武正 1979, 「原色日本帰化植物図鑑」, 保育社 .pp.34.

<http://www.pref.miyazaki.lg.jp/parts/000171168.pdf>

<http://www.hracglobal.com/>



タカサゴユリ (高砂百合)

(公財)日本植物調節剤研究協会
兵庫試験地 須藤 健一

ユリ科ユリ属の多年生草本球根植物。園芸種でもあるテッポウユリに酷似するが、茎は太く背が高くなる。花の長さも径も大きく、1本の茎に咲かせる花数も多い。盛夏から秋にかけての時期、日当たりのいい高速道路や国道沿いの法面、駅前の空き地、住宅の庭などで白いユリ園を見かけたら本種である。

漢字では「高砂」をあてる。「高砂」は兵庫県播磨の加古川の河口にある高砂の津であり、能の一つでもある。能で唄われる「高砂や、この浦舟に帆を上げて」は結婚披露宴での定番の唄であり、夫婦和合の意味があるという。「高砂や・・・」は、高砂から松の精を追って船を出し住吉の浜にたどり着くのを唄ったものであるが、さしずめ本種は、台湾から琉球を経て日本にたどり着いたものではあろう。

日本のユリ属草本は他家受粉する種が多い中で、本種

は和合しやすく平気で自家受粉する。作られる種子の数が多く、その多くの種子で生息域を広げていく。しかし、先客の植物が陣取っているところへはなかなか入って行き難く、のり面、空き地、庭などの「新開地」を好むようである。

ところが3年もすると同じところで暮らすのが我慢らなくなり、別の「新開地」を求めて帆を上げる。清楚な白いユリ園は、数年で後人に場所を譲ることになる。

本種はテッポウユリと簡単に交雑する。おかげで本種ともテッポウユリとも見分けのつかない中間型が数多く生まれることになる。台湾からやってきた本種がテッポウユリと和合しながら仲睦まじく生息域を広げていく。その姿にこそ「高砂」の名は相応しいのかもしれない。

タカサゴユリは台湾原産で、名は台湾を表す「タカサング」に由来するという。

サツマイモの直播栽培とそれに関連する栽培技術の開発

国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構
九州沖縄農業研究センター都城研究拠点
安達 克樹

はじめに

サツマイモはヒルガオ科の多年生植物である。茎は地面を這い、数メートルを超えることも珍しくない。生育が進むにつれて茎は地際部付近等より分岐し、下位葉を脱落させ、古くなった茎は枯れ上がりつつ、新しい茎葉を展開させながら繁茂する。品種により開花しやすい性質のものがあるが、日本における温帯地域では、晩秋、霜が降りると地上部が枯れてしまい、開花に至らない場合が多い。いもを掘り取って、冬は保温貯蔵し、春に種いもを苗床に伏せ込む。いもからは何本もの茎を萌芽させるので、これを切って苗として畑に挿す。苗の葉柄基部から不定根を出し、その一部が肥大しても(塊根)となり、秋に収穫される。他に、ウイルスフリー苗を購入して温室内で植え付けて育苗し、採苗した苗を圃場に挿苗して栽培する地域もある。(以上、「さつまいも」、「新野菜づくりの実際 根茎菜」、並びに「サツマイモ事典」より引用)



図-1 育苗ハウス内の苗床(品種「コガネセンガン」)(鹿児島県曾於市協力農家H氏ハウスにて撮影)

このように、日本においてサツマイモは苗床で育苗した苗を採苗し、この採苗苗を圃場へ挿苗する栽培が主に行われている。早春になると農家は種いもを育苗ハウスの苗床に伏せ込み、種いもから萌芽した苗を、適正な大きさに育ててから(図-1)、切り取り(図-2)、挿苗により圃場へ植え付ける。一方、サツマイモの種いもを圃場に直接植え付ける直播(ちよくは、じかまぎ)栽培技術は、労働生産性を高めて、生産費を削減する要望に応えるために、1950年代から60年代にかけて、児玉(1962)や秋田ら(1962b)により研究開発された(坂井1999)。児玉ら(1957a, b)は、種いもを直接植え付ける直播栽培について研究し、生育初期において地上部・地下部ともに直播栽培は挿苗栽培と比べて生育が早く、また、植え付けた種いもは不整形で不規則な形へ再肥大することを報告した。また、池本・秋田(1968)と東ら(1998)は種いも数の確保や種いもの再肥大抑制の観点から、種いもを切断して植え付ける方法について、萌芽性、収量性、親いも肥大につ



図-2 挿苗用に採取した苗(品種「コガネセンガン」)

いて調べた。

(備考: 植え付けた種いもを収穫時に掘り上げた時に、その年新たに形成された子いもに対比して親いもと呼ぶ。)

秋田ら(1968)、小林ら(1969)、並びに小林・秋田(1969)は、直播栽培に適合した品種の育成を行い、1974年に品種「ナエシラズ」が直播栽培のための品種として登録された。直播栽培は、慣行挿苗栽培と比べていくつかの優れた性質を持っている。すなわち、旺盛な生育、干ばつなどの不良環境に強いこと、育苗の必要がなく生産費が安いこと、などであるが、これまで広く普及することはなかった(坂井1999)。しかしながら、我が国のサツマイモ生産の将来を考えると、直播栽培技術は、これまでの苗床育苗・採苗・挿苗による慣行挿苗栽培の労働時間を大幅に削減できる低コスト・省力栽培技術として期待されている。最近の20年ほどにおいても、直播適性のある品種育成研究と栽培技術研究が継続して行われている。品種育成に関する最近の成果として、2004年に品種登録された高アントシアン・加工用の「ムラサキマサリ」(山川ら2004)が直播適性を持つことが明らかになり、2011年には醸造適性が高く、直播適性を備える高カロテン品種「タマアカネ」が登録された(境2009; 吉永ら2011)。

1. 直播栽培技術の課題

サツマイモの直播栽培技術研究に関して、九州沖縄農業研究センター都城



図-3 供試品種「ムラサキマサリ」の植え付け前の丸いも（2007年現地試験）
備考：ここで言う「丸いも」は、「切断していないも」を意味する。



図-4 品種「ムラサキマサリ」の横二分割した切断いも（2007年現地試験）



図-5 品種「ムラサキマサリ」を直播栽培したサツマイモ圃場の様子（出芽不揃いに起因する生育ムラ）（都城市協力生産法人K社圃場にて2006年6月22日に撮影）



図-6 品種「ムラサキマサリ」を直播栽培したサツマイモ圃場の様子（植え穴から出る雑草の除草が必要）（都城市協力生産法人K社圃場にて2006年6月22日に撮影）

研究拠点では、一連の研究成果を取りまとめ2004年に栽培マニュアル「サツマイモの直播栽培指針」を発行した（九州沖縄農業研究センター畑作研究部編 2004）。これによれば、直播適性のある「ムラサキマサリ」などの品種について、前年の収穫いもの中から50～150g程度の小ぶりで短紡錘形の種いもを保管し、植え付けは4月上旬が適期で、遅くとも5月上旬までに横二分割して種いもの上に約5cm程度の覆土を行い、圃場に植え付ける、とされた。この栽培マニュアル発行を受けて、2006年および2007年に品種「ムラサキマサリ」の丸いも（図-3）と横二分割切断いも（図-4）について、生産者圃場にて直播栽培を行った。

（備考：ここで言う「丸いも」は「切断していないいも」を意味する。）

図-5は切断いもを植え付けてから86日目（2006年6月22日）の圃場の様子を示すが、種いもからの出芽不揃いを起因とする圃場での生育ムラが観察できる。また、図-6は、同時期の圃場の様子であるが、種いもを植え付けたマルチ穴から出た雑草が大きく育っていた。直播栽培では、畦内へ植え付けた種いもから畦表面へ出芽するのに要する日数の種いも個体間のばらつきは大きく、「圃場出芽の不揃いの解消」が大きな課題となっている。また、植え穴からの出芽時期が遅くなることは、養分条件、受光条件に恵まれた環境での雑草生育を許すので、雑草

の生育は早く、旺盛となりうる。慣行挿苗と比べて、種いもを植え付ける際にマルチに開ける穴が大きいことも、雑草の発芽・生育を許す原因の一つとなっている。このように、直播栽培では雑草防除技術の改善が必要であるが、現状ではサツマイモの直播栽培を対象とした植え穴へ散布する除草剤の登録はないので、今後サツマイモの直播栽培面積が拡大すれば、植え穴への除草剤登録の現場ニーズが高まることが予想される。

他方、もう一つの直播栽培技術の課題は「親いも肥大の抑制」である。最近育成された直播適性のある品種「ムラサキマサリ」、「タマアカネ」などでは、品種の特性として、直播栽培した時の親いも肥大が比較的起きにくいことが、それ以外の多くの品種は総じて直播適性は低く、直播栽培した時に親いも肥大が起きる。親いも肥大は、光合成生産物の分配について子いもの肥大と競合するため、子いも収量を低下させることになる。また、直播適性のある品種「ムラサキマサリ」についても、親いも肥大状況を観察すると、丸いも植え付け区で切断いも植え付け区よりも親いも重が大きくなった（2007年、現地試験）。種いもを切断すればするほど（丸いも→二分割いも→四分割いも→・・・）、親いも肥大は起きにくくなる傾向がある（池本・秋田、1968）。栽培年に形成される子いもに

比べて親いもは形状と品質が劣るため（坂井、1999；境ら、2008）、直播適性品種であっても、親いも肥大は極力抑制できることが好ましい。

2. 直播栽培に関連する栽培技術の開発

(1) 直播適性品種「ムラサキマサリ」の二分割いも付き苗移植栽培技術の開発

（備考：二分割いも付き苗とは、50穴の深型セルトレイへ30～100gの種いもを横二分割して培土とともに入れ、温室で育苗して得られる苗である。以下、いも付き苗と呼ぶ。）

九州沖縄農業研究センター都城研究拠点では、直播栽培で課題となる圃場での出芽不揃いを解消することのできる二分割いも付き苗移植栽培技術を開発した（Adachi *et al.*, 2011）。この方法では、直播適性品種「ムラサキマサリ」を対象として、50穴深型セル



図-7 50穴深型セルトレイに植え付けた2分割いも（覆土前）。（品種「ムラサキマサリ」、70g～80gの種いもの2分割）

トレイ（深さ62.5mm）へ30～100gの小型の種いもを横二分割して培土とともに植え付け（図-7）、25℃・自然光条件下の温室で3～4週間育苗することにより「いも付き苗」を準備した（図-8, 9）。セルトレイでは圃場での出芽が不揃いとなるのと同様に、バラバラと出芽するが、約3週目に出芽の早かったグループを先にセルトレイから抜き取り、圃場の畦へ深さ約15cmの穴を開け、深めの位置へ移植した（図-10）。このとき、草丈15cm以上の株を選んで移植すれば、移植日に葉が畦面から露出した状態を維持できるため、圃場での出芽不揃いを解消できる。また、セルトレイに残ったトレイ上で出芽の遅かった株については、さらに10



図-10 「ムラサキマサリ」いも付き苗の植え付け1日後の様子（都城市協力生産法人K社圃場にて撮影）

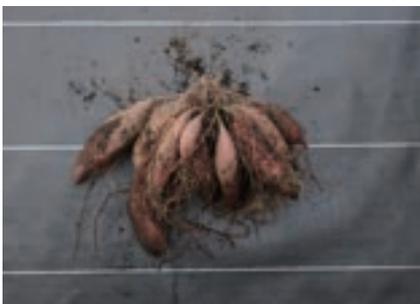


図-11 「ムラサキマサリ」いも付き苗移植区の収穫時のいも株の様子（白線の幅20cm）



図-8 育苗23日目の50穴深型セルトレイ（品種「ムラサキマサリ」）

日間程度育苗を継続することで、草丈15cm程度の株へ育ててから、出芽の遅いグループとして圃場へ同様に移植する。この栽培方法により欠株のない栽培が可能となり、慣行挿苗栽培と同等以上の収量が得られ、1株当たり子いも個数が増えることを報告した（Adachi *et al.*, 2011）。この試験では、丸いもをそのまま植え付ける直播栽培との比較試験を行ったが、いも付き苗は種いもを二分割するので、親いも肥大の発生頻度は直播区よりも低くなった。この栽培方法では、移植後速やかに生育が進展するので、畦は早く茎葉により被われ、雑草の生育を抑制できる。農家圃場における現地試験も行い、欠株が出ないことを観察するとともに、慣行挿苗栽培と比べて子いも収量が向上し、1株当たり子いも個数が大幅に増加した（図-11）。このいも付き苗移植栽培は、種いもを圃場に植え付けているので、直播栽培から派生した栽培方法であり、直播栽培の持つ長所を引き継いでいる。しかしながら、短所としては、セルトレイへの種いも植え付け・育苗の労働時間とコストが相応にかかるため、挿苗栽培とのそれらの比較が必要である。

(2) 直播適性のない品種「コガネセンガン」の容器収納いも付き苗移植栽培技術の開発

（備考：容器収納いも付き苗とは、サツマイモの30～80gの小型の種いもを横二分割して、丈夫なプラスチック容器に培土とともに入れ、温室内で育苗して得られる苗である。以下、容器苗と呼ぶ。）



図-9 「ムラサキマサリ」の2分割いも付き苗の形状

焼酎原料用主力品種「コガネセンガン」は、平成24年産において南九州地域を中心に8,568haが作付けされているが、直播適性は低く、親いも肥大が発生する。九州沖縄農業研究センター都城研究拠点では、直播適性のない品種を対象にして容器苗移植栽培技術を開発した（特許登録第5483091号）。容器苗移植栽培技術とは、サツマイモの小型の種いもを横二分割して丈夫なプラスチック容器に培土とともに入れ、25℃・自然光条件下の温室内で「容器苗」を育苗し、これを圃場に容器ごと（種いもが容器に収納されたまま）移植する技術である。温室では、圃場での直播栽培試験と同様に、容器上面へ出芽は遅速があり不揃いとなるが、育苗約3週間後に出芽の早かったグループを先に圃場に移植し、残った容器苗については、さらに約10日間育苗することで十分な大きさに育て、大きさを揃えて圃場へ移植する。肥培管理方法は、従来の挿苗栽培と同じである。私達は、親いも肥大が起きやすく栽培面積が大きい品種の一つである焼酎原料用品種「コガネセンガン」を対象としてこの栽培技術の研究を開始した（Adachi *et al.*, 2012）。当初はこの技術のための専用の容器はなかったため、実験用100ml広口プラスチックサンプル瓶の底に直径9mmの水抜き穴を開けて供試した。品種「コガネセンガン」の40～70gの小型の種いもを横二分割して、このサンプル瓶に培土とともに



図-12 品種「コガネセンガン」のサンプル瓶を用いた容器苗 (白線の幅 20cm)



図-13 2014年に育苗した「べにはるか」の容器苗の様子 (完成型容器を供試) (白線の幅 20cm)



図-14 2014年「べにはるか」容器苗移植区の収穫時のいも株の様子 (白線の幅 20cm)

入れ、25℃・自然光条件下で育苗し、容器苗を得た(図-12)。この容器苗を、種いもが容器に入ったまま容器ごと約20cmの深さに圃場へ移植した。この時、種いもの容器による囲いのない対照として、50穴深型セルトレイで育苗して、トレイからいも付き苗を抜いて移植するいも付き苗移植区を設定して収穫時調査を行うと、親いもの生重(g/株)は、容器苗移植区でいも付き苗移植区よりも小さくなり、親いも肥大は容器の囲いにより抑制された(Adachi *et al.*, 2012)。親いもと子いもの収量の総和では容器苗移植区で慣行挿苗区よりも大きかったが、子いも収量については、容器苗移植区と慣行挿苗区の間で差はなかった。

その後、農業資材メーカーとの共同研究により容器苗移植栽培技術に適合したプラスチック容器の設計を行い、試作した容器を用いた栽培試験からスタートし、改良型容器そして完成型容器を用いて挿苗栽培との収量性の比較試験を行った。品種「コガネセンガン」においては、容器苗移植により親いも収量を適切に抑制することはできたが、子いも収量への効果は植え付け時期の影響があることと、容器苗移植によりしばしば子いも形状に乱れが発生することから機械収穫が困難となることを確認した。このため、容器苗移植栽培を品種「コガネセンガン」に適用することは難しいと判断している。

(3) 直播適性のない品種「べにはるか」の容器苗移植栽培技術の開発

サツマイモ品種「べにはるか」は青果用品種として2010年に登録され、近年栽培面積が拡大している蒸しもの糖度が高く、外観に優れる品種である(甲斐, 2009; 吉永ら, 2010)。平成24年産において作付面積は2,037haとなり、関東地域および九州地域のみならず、他地域へも広がりつつあり、今後の栽培面積の上昇が見込める品種であること、いも形状・外観に優れているため容器苗移植栽培技術への適用性が高いと期待できること、糖度が高く青果用途のみならず加工用途の需要も増大が期待できること、などの理由から、2012年から容器苗移植栽培技術を品種「べにはるか」へ適用する試験を開始した。すると、「べにはるか」はこの容器苗移植栽培技術へ明瞭で特徴的な反応を示すことが明らかになった。容器苗移植栽培技術を適用することにより、挿苗栽培と比べて品種「べにはるか」の収量は向上し、1株当たり子いも個数が大幅に増加するため、子いもは小型化(小いも化)した。また、子いもの形状においても、挿苗栽培と比べて遜色はなかった。図-13は、2014年に育苗した「べにはるか」の容器苗の様子、図-14はその年の秋に収穫した容器苗移植栽培区のいも株の様子である。この研究成果については、論文(Adachi *et al.*, 印刷中)を参照してもらいたい。

おわりに

ここでは、サツマイモの直播栽培研究の背景と課題、そして直播栽培から派生した新しい栽培技術の開発について紹介した。作物栽培と雑草防除については切り離すことができない関係であり、サツマイモの直播栽培については、雑草抑制の必要性が高い栽培技術と言える。このため、直播適性品種の育成研究により有望な直播適性の高い品種が増えることに期待するとともに、今後サツマイモ直播栽培面積の拡大が予測されるので、生産現場—研究者—植調協会—農薬メーカーが情報交換し、連絡を取り合いながら、植え穴散布用の除草剤登録についての早めの検討についても期待する。

後半では、容器苗移植栽培技術について紹介した。この技術のねらいとしては、①親いも肥大の抑制(種いもをプラスチック容器に入れて植え付けることにより物理的に抑制できる。)、および、②圃場における出芽不揃いの解消(圃場における出芽状態を人為的に揃えることが可能であり、植え付け後の活着は早く、欠株はほぼ発生しない。植え付け後の初期生育が促進されるので、植え付け穴からの雑草発生を抑制できる。)、である。現状では、青果用・加工用品種「べにはるか」への適用が最も有望であると判断している。

引用文献および参考書籍等

[引用文献]

- 秋田重男ら 1962. 甘藷の直播に関する研究. 中国農業試験場報告 A 8, 75-128.
- 秋田重男ら 1968. 甘藷の直播用品種育成に関する研究. 第1報 中国 18号および中国 25号の育成. 育種学雑誌 18, 351-354.
- Adachi, K., *et al.* 2011. Transplantation of half-cut tuber seedlings provides enhanced yields over conventional sprouted vine planting in sweet potato cultivar "Murasakimasari". *Plant Prod. Sci.* 14, 291-297.
- Adachi, K., *et al.* 2012. Suppression of mother tuber enlargement in the sweet potato cultivar "Koganengan" by transplantation of bottled tuber seedlings. *Plant Prod. Sci.* 15, 57-62.
- Adachi, K., *et al.* (印刷中) Yield-enhancing and tuber-downsizing effects of transplantation cultivation method of case-held tuber seedlings in the sweet potato cultivar Beniharuka. *Plant Prod. Sci.* (巻ページ未定).
- 安達克樹ら 2014. サツマイモの栽培方法. 特許登録第 5483091 号.
- 池本節雄・秋田重男 1968. 甘しょの直播裁

- 培における切断種いもの萌芽ならびに収量について. 作物学研究集録 11, 2.
- 甲斐由美 2009. べにはるか(食用, 蒸しいも・焼きいも等, 平成 19 年育成) - 蒸しいもの糖度が高く, 外観も優れる青果用サツマイモ新品種「べにはるか」-. いも類振興情報 101, 18-20.
- 児玉敏夫ら 1957a. 直播甘藷の生育経過について. 第1報 地上部, 地下部の生育. 日本作物学会紀事 25, 147-148.
- 児玉敏夫ら 1957b. 直播甘藷の生育経過について. 第2報 塊根肥大の解剖学的追跡. 第3報 生育経過に伴う生理的变化について. 日本作物学会紀事 25, 175-177.
- 児玉敏夫 (1962) 直播甘藷の生育に関する生態学的研究. 農事試験場研究報告 1, 157-222.
- 小林仁ら 1969. 甘藷の直播用品種育成に関する研究. 第2報 結藪型を異にする甘藷の収量変異. 育種学雑誌 19, 19-22.
- 小林仁・秋田重男 1969. 甘藷の直播用品種育成に関する研究. 第3報 結藪型を異にする甘藷の特性比較. 育種学雑誌 19, 144-148.
- 境哲文ら 2008. 直播栽培したサツマイモにおける成分特性の変動. 日本作物学会紀事 77 (別 2), 310-311.
- 境哲文 2009. タマアカネ (原料用, 焼酎,

- 平成 21 年育成) - 醸造適性が高く, 直播適性を備える高カロテン新品種「タマアカネ」-. いも類振興情報 101, 13-17.
- 東孝行ら 1998. 直播カンショの親いも肥大特性. 九州農業研究 60, 33.
- 山川理ら 2004. ムラサキマサリ. 品種登録番号 13711.
- 吉永優ら 2010. べにはるか. 品種登録番号 19255.
- 吉永優ら 2011. タマアカネ. 品種登録番号 21135.
- [参考書籍等]
- 川城英夫編 2001. 新野菜づくりの実際 根茎菜. 農山漁村文化協会
- 九州沖縄農業研究センター畑作研究部編 2004. サツマイモの直播栽培指針. 平成 16 年 3 月 30 日発行, 1-9.
- 財団法人いも類振興協会編集 2010. サツマイモ事典. 全国農村教育協会.
- 坂井健吉 1999. さつまいも. ものと人間の文化史 90, 法政大学出版局.
- 境哲文 2012. サツマイモの直播栽培. 現代農業, 2012 年 4 月号, 104-107.
- 農林水産省 2015. 農林水産省平成 26 年度いも・でん粉に関する資料. かんしょの品種別, 都道府県別作付面積 (24 年産).

次世代農業技術としての植物工場

千葉大学
大学院園芸学研究所

丸尾 達

はじめに

「次世代農業」や「次世代施設園芸」の言葉は、わかりやすい旗印ではあるが、実際に日本の農業で世界に太刀打ちできる分野はある程度限定されるのが現状である。そのなかでも施設園芸／植物工場の分野は世界に誇れる数少ない技術分野の一つである。

さて、「植物工場」という言葉自体は、ほぼ一般化したものと思われるが、一部定義があいまいなところがあり、使用場面や個人により「植物工場」のとらえ方が異なることも多い。

それは、ごく最近まで植物工場といえば、人工光のみを光源にして閉鎖空間内で作物を効率的かつ計画的に栽培する人工光型の植物生産システムを意味していたのが、近年若干異なる意味で使われるようになったことにある。具体的には、狭義の植物工場（人工光型植物工場）に太陽光型植物工場（太陽光・人工光併用型も含む）を加える

ようになったことが、混乱の原因である。

それに伴い、植物工場の定義も若干広くなり、「高度に環境制御した条件下で栽培することにより、栽培環境や作物生育のモニタリングを実施し、生育予測を行って計画的・安定的に作物を生産する施設」となった。ほぼ周年的に計画生産・出荷が可能な栽培施設という意味である。

特に、太陽光型植物工場は、従来型の施設園芸システムとの区別が困難な場合が多いが、「施設をほぼ周年的に利用すること」、「高度な環境制御技術により生育予測等を行うと同時に安定生産、計画生産を実現出来ること」が、植物工場的前提条件になっている（図-1）。

他方の人工光型植物工場の特徴は、蛍光灯やLEDなどの人工光光源のみを用い、栽培室が断熱壁で囲まれた閉鎖型栽培システムで、極限定的な換気条件のもとで栽培されることである（図-2）。

人工光型植物工場の歴史は比較的古く、既に1985年に開催された科学万

博（つくば'85）には、1株に1万個の果実を着けた養液栽培のトマトと同時に人工光型の植物工場が話題になっている。この人工光型植物工場は、主として民間主導で研究開発が進み、極めて応用的側面から発展して来た。つまり、光源やHP（ヒートポンプ）等の効率化や断熱資材の性能向上が、産業化の前提条件であり、エネルギー価格や人件費なども密接に関連し、経済的・経営的側面が大きい分野でもある。

本稿では、「次世代農業」を進展させる分野としての植物工場の導入メリットと新技術等について、太陽光型植物工場と人工光型植物工場双方について概観する。

1. 次世代農業につながる植物工場技術発展の背景

(1) 日本農業の概況

農業生産者は常に安定生産・計画生産をめざして来たと思われるが、外界



図-1 太陽光型植物工場（千葉大学：トマト低段密植栽培）



図-2 人工光型植物工場（静岡県：リーフレタス栽培）

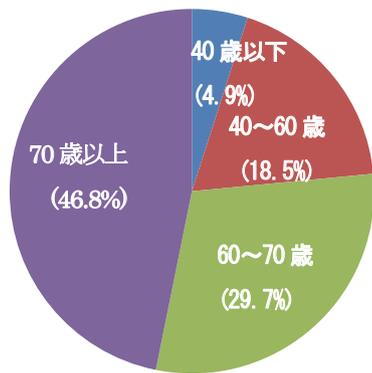


図-3 平成25年度年齢別基幹的農業従事者の構成比（平成25年農業構造動態調査結果より作図）



図-4 ハイドロポニックファーム（東京都調布市：1946年）

の気象条件の影響を大きく受けざるを得なかった。その結果、数年周期で生産物の価格の暴落がある一方で、数年一度の高騰があり、生産者はそれで帳尻を合わせていたところがある。しかしながら、近年は安値安定の基調にある。

これには種々の原因があるかと思うが、流通や消費構造が大きく変化し、街の八百屋さんが巨大な量販店チェーンに置き換わると同時に、個食が増加し、外食・中食（なかしょく）の比率が大幅に高まったこと。また、高値の時期を中心に業務・加工用途のものが輸入されるようになったこと。野菜の消費自体が低迷していることなどが挙げられるであろう。

一方、我が国の農業従事者の高齢化は、極めて深刻な状況である。2013年度農業構造動態調査によると、現在我が国の基幹的農業人口の平均年齢は、66.5歳である。さらに、70歳以上の割合が46.8%であり、39才以下の若年人口が5%を切っていることを考えると、10年後の農業人口は、現在の1/3程度まで減少することが予測される（図-3）。そうすると、現状では生産者が集団で共選等の出荷形態をとっていることもあり極めて深刻な事態が予想される。

それに対応するために、「強い農業」

の旗印の下に、農業再生・強化を図って、「次世代農業」を推進し、国内生産だけでなく、海外での生産や農産物の輸出も視野に入れた積極的な攻めの姿勢が求められているなかで、植物工場が期待されているのである。より少ない人数で、より広い面積を使い、より効率的に作物生産する必要があるからである。もちろん全ての作物が植物工場で生産されるようにはならない。米・麦・大豆などいわゆる土地利用型の作物については、別の方向の次世代型生産様式が期待されている。例えばGPSと連動させたロボットトラクタの活用等による大規模で合理的な精密農業のスタイルである。

さて、植物工場の基礎となる施設園芸や養液栽培についてみると、これらは戦後急速に発展したものである。

(2) 施設園芸

施設園芸は、戦後の農地解放の動きともリンクする形で、農業用塩化ビニルフィルム（農ビフィルム）の開発を契機として、昭和30年頃から急速に発展した技術である。比較的小規模の生産者が中心になり、小面積でも独立経営が可能で、より安定的な生産が期待できる生産システムとして、精力的に技術革新を重ねた結果、世界でも有数な高い技術体系を確立したことが注

目に値する。高い栽培技術だけでなく各種省エネシステムを含む施設や適応品種の育成等一連の技術体系は、我が国が得意とする電機やプラスチック技術の分野の発展にも支えられ、独自の発展を遂げてきた。

(3) 養液栽培

植物工場における栽培様式は、基本的に養液栽培になる。これは、地下部環境の制御性や病害、連作障害の回避、作替えの容易さ等の特性によるものである。欧州では、地下水汚染の回避等環境保全の観点からも導入が進んだ経緯があるが、我が国の養液栽培技術レベルは世界的にも極めて高く、多数の作物に対して種々の研究実績がある。

我が国の養液栽培技術の発展に大きな影響を与えたのが、昭和21年に設置されたハイドロポニックファームである（図-4）。同施設は、駐留米軍に「清浄野菜」を供給するために、調布市（東京都：22ha, 2haのガラス温室も含む）と天津（滋賀県）に建設された「礫耕野菜生産施設」である。当時の我が国は、肥料産業が壊滅的で、野菜生産も下肥中心で行われていたため、寄生虫等の問題から生食は困難な状況にあった。そこで、サラダ野菜の安全・安心を担保する「清浄野菜」生産を目的に、レタス（結球レタス・サラダナ）の他、



図-5 初期の人工光型植物工場（静岡県静岡市：1984 三浦園芸）



図-6 LED光源による育苗（福井県：最新の人工光型植物工場）

セルリー、キュウリなどが栽培され、世界に先駆けて養液栽培で経済的野菜生産を行ったのである。生食可能な清浄野菜は国内だけでなく、朝鮮戦争時には韓国にも空輸されている。このプロジェクトに関わった多くの研究者、技術者が、その後の我が国の養液栽培／施設園芸の発展に大きく寄与しており、極めて大きな影響を与えた。

もちろん厳密な意味での経済生産ではなかったと思われるが、軍事目的で採算を度外視した施設の設置が、現在の先進的植物工場につながった事例である。もちろん先人たちの、膨大な努力の蓄積が根底にある。

2. 人工光型植物工場と太陽光型植物工場

(1) 人工光型植物工場

前述のように光合成光源として人工光のみを用いる人工光型植物工場は、1980年過ぎから我が国で特異的に実用化が進んだものである（図-5）。主として夏期に施設栽培が困難なレタス類の無農薬・周年供給システムとして始まった。現状では、台湾、中国、韓国をはじめとしたアジア諸国やオランダ、米国などの先進国でも実用化に向

けた研究開発が急速に進展している。

現在では主としてレタス類を中心とした葉菜類を栽培対象とすることが多く、今のところ草丈が小さいレタスやハーブ類などの葉菜類や、野菜などの苗、一部の草丈の低い作物（イチゴ等）に限定されている。

人工光型植物工場のコンセプトは、場所を問わずに、周年的な安定生産、高品質無農薬野菜生産を実現するために、太陽光を全く透過しない高断熱性の外壁等で施設を造成し、内部で人工光のみを利用した計画・再現性の高い栽培を効率よく行おうとするものである。

葉菜類の生産は栽培期間が短く、短期間で収穫・定植を繰り返すことが可能で、作業量も安定・平準化しており、雇用中心の経営が可能である。実際の栽培期間は、施設やシステムにも依存するが、ある程度のサイズの苗を準備すれば、定植後10日で、80～100g程度のリーフレタスも収穫可能になる。効率的な施設では、播種後から34～35日程度で収穫できるが、播種後1回程度移植して10g弱の苗を育成し、最終ラインに定植されることが多い。その間の栽培管理自体も比較的単純、軽労働で外界の気象条件の影響もなく、労働環境も食品産業に近いものが多く、都市部に設置した場合の雇用の確保も比較的容易である。

施設には断熱性・気密性が高いものが求められるが、外乱が少ないため施設的设计がしっかりしていれば、環境制御性が高いこと、換気率が極めて小さく、病虫害リスクが低いので完全無農薬栽培が可能なことや、CO₂や水の利用効率が極めて高いこと等の特徴につながっている。CO₂の利用効率が高いことは、高CO₂濃度管理が容易で、光合成速度を最大化することで生育速度の向上に大きく寄与している（図-6）。

また、水の利用効率が高いのは、施設の気密性が高いのと、常時光源ランプからの熱を排出するためにヒートポンプ（HP）で冷房するため、栽培作物が吸水・蒸散した水の95%以上が施設内の熱交換器でドレイン水として回収できるためである。この高い水の利用効率は我が国ではそれほど評価されないが、中東諸国等、淡水の利用が厳しく制限されているエリアでは極めて重要な要素の一つになっている。

また、人工光型植物工場では、無農薬生産や一般生菌数の少ない野菜を、異物（虫や毛髪など）混入率を最低限まで低くした状態で生産可能であり、設置場所の自由度が高いことや計画的生産が可能なことから、一般消費者向けというよりは、業務用、食品加工用原料としての用途が有望である。例え



図-7 低カリウムレタス生産（会津富士加工 HP より）



図-8 人工光型閉鎖系苗生産システム（トマト苗生産）

ばサンドイッチ等の加工を行う食品工場内或いは隣接した場所に人工光型植物工場を設置することで、その優位性は極めて高くなる可能性がある。

安定した生育と生産性を重視して、栽培システムには水耕栽培（養液栽培）を用いるのが一般的になっているが、養液栽培の技術を応用して特定の無機成分を増減する栽培が始まっている。その代表的な例が、人工透析治療等を要する腎臓病患者などを対象とした低カリウムレタス生産である（図-7）。カリウムは、作物の主要必須元素であり、カリウムが不足するとレタスの成長は大きく抑制されるが、制御環境下で定められたプログラムによって最低限のカリウム施用での生産が可能になり、市販のレタスに比べカリウム濃度86%減のレタスを生産可能な技術が確立されている。ただ、低カリウムレタスのように、患者の健康に直結するような場合には、対象となる成分は平均値ではなく、生産物の最大或いは最低の濃度が重要になり、出荷する全ての個体の成分濃度が問題になるため、作物の品質管理が可能な人工光型植物工場との相性が良い。

同様な成分調整の技術は、2015年4月より新たに始動した「機能性表示食品制度」を受けて、現在多方面から注目されている。栽培環境により野菜

等の内容成分は大きく変化するが、変動が顕著な露地や一般施設園芸に比べ、人工光型植物工場では光環境も含めて栽培環境が格段に安定しているため成分濃度も安定させやすく、再現性が高いのが特徴である。機能性を謳わないまでも、ある程度の精度で成分表示が可能なのは人工光型植物工場産野菜に限定されるかもしれない。

(2) 太陽光型植物工場

他方の太陽光型植物工場は、太陽光を利用することが前提となるため、太陽光や温湿度、CO₂濃度など外部環境の影響を大きく受ける。しかしながら、施設サイズ等の自由度が大きいため、トマトやキュウリ、パプリカなどの果菜類や、葉菜類においても一般生菌数の密度や内容成分の安定性などは若干低くても、より大量に、安価な野菜を安定供給する手段としてその役割は急速に高まっている。元来、野菜生産の全てを人工光型植物工場で行うようなことは、今後も考えにくい状況であり、人工光型植物工場での生産は、せいぜいサラダ葉菜類の10～20%程度が上限であるという意見が主流である。そうなるとう当然、太陽光型植物工場の役割が相対的に高まって来るが、苗生産を人工光環境下で行う人工光型植物工場と太陽光型植物工場

のリー栽培システムが徐々に増加している。苗生産専用の人工光型植物工場として閉鎖系苗生産システムが独自に開発され、既に広く苗生産業者や、一般生産者へ利用が拡大している。

人工光型植物工場野菜等の苗生産を行う場合、課題になるのが施設稼働率である。一般に苗の需要は作物ごとに異なるが、春と秋など年間大きな二つのピークを有することが多い。植物工場では、高品質の無病苗を生産できることは、高く評価されているが、需要の増減には対応しにくい。現状では、一部の高品質接ぎ木苗生産を全国展開している苗生産業者や、周年生産体系が確立されている太陽光型植物工場での葉物生産やトマトの低密度密植栽培（図-8）などとの組み合わせが注目され、先行して普及段階に移っている。

3. 植物工場で注目される新技術

植物工場は、極めて応用的な生産システムであるので、幅広い分野の新技術、新システムが応用可能で、我が国の工業・化学・インフラの高い技術水準を反映し易い産業の一つになり得る。今後は、海外展開も含めて「次世代農業」を具現化するためには、まさにオールジャパンの体制で取り組む必



図-9 オランダ ISO 社の接ぎ木ロボット (Graft 1200)

要があるが、以下には今後注目される新技術について幾つかご紹介する。

(1) 環境制御技術

上述のように、「高度に環境制御した条件下で栽培する」ことが植物工場的前提条件である。しかしながら、現状は、積極的に植物工場用の高度環境制御システムの開発・製造・販売を行っている国内企業は殆どないのが現状である。施設園芸／植物工場のマーケットサイズが大きくないなか、1ha以上の大型太陽光型植物工場ではオランダのシステム (PRIVA 社等) の導入が基本になっている。オランダの環境制御システムは、複合環境制御から統合環境制御のレベルに進化している。統合環境制御とは、作物生理に適合させることを前提に、温度・湿度・光・CO₂濃度等の複数の環境要因を経済的に同時に最適化する技術であるが、多種類のアクチュエータをどのような優先順位と組み合わせで、動作させるかが重要になっており、極めて複雑で高度な計算が必要な場合がある。

現在、千葉大学では天気予報や市況予測とも連動させたダイナミックなクラウド型統合環境システムを開発中であるが、日本のみならずアジア地域向けに研究・開発することが求められている。というのは、日本の施設園芸

面積はおよそ5万haであるが、アジアには中国の300万ha、韓国の5.3万haの施設面積があり、世界全体の70%以上を占めるからである。まさに、アジアに攻め込んでいく「次世代農業」、「次世代施設園芸」が求められるている。

(2) 各種自動化・省力化技術

植物工場では、コストを縮減し、生産性を向上させることが重要な要素となるため、各種自動化機器や装置の開発も重要であり、オランダの大規模施設ではこの種の自動化機器の導入が進んでいる。しかしながら、我が国では植物工場に新たな雇用の創出も期待されていることから、直ちに完全自動化の方向を探るだけでなく、重労働を軽減するアシスト系の自動化機器および作業補助機器や効率的なスペーシングや搬送に係わる技術の研究・開発が求められている。例えば、季節的に需要が集中する接ぎ木苗生産については、短期間ではあるが極めて熟練した技術を有する安価な労働力に対する期待が高いが、そのために接ぎ木ロボットが国内外で注目されている。

野菜類の接ぎ木技術は、我が国独自の技術であるが、近年環境に優しく病害回避・収量増につながる技術として欧州をはじめとして世界中で急拡大し

ている。その結果、接ぎ木ロボットに対する期待・需要が急速に高まったのである。接ぎ木ロボットは我が国で1980年代後半から開発が進められてきたが、近年オランダで開発されたISO社の接ぎ木ロボットおよび苗が、その性能や発想の新規性から注目を集めている(図-9)。我が国の関係技術者の多くは、接ぎ木が我が国独自の技術であり、主要構成要素・パーツ(デンソー製ロボットなど)が日本製であるだけに、大変残念な思いをしている。このように、応用的な分野については、最後のちょっとした発想や他分野の技術の応用が研究開発、技術開発の重要な役割を果たすことが多いのも現実である。

他方の人工光型植物工場については、太陽光型植物工場に比べて規模が小さく、施設数も少ないが、比較的小型の自動化機器の開発を行うことで、同植物工場におけるコストを大幅に縮減することも可能になる。

(3) エネルギー関連技術

いずれのタイプの植物工場も植物工場にはエネルギーの投入が不可欠である。エネルギーは、人工光光源、温度制御(暖房・冷房)、湿度制御(除湿・加湿)や各種機器の運転に使用するとともに、場合によってはCO₂の投入

にも強く関係する。それらのエネルギーを個別に制御するのではなく統合的に制御することが、エネルギー・資源の使用量の低減とコスト縮減に大きく寄与する。

オランダでは、天然ガスの利用が広く進み、CHP (Combined Heat & Power) システムなどコジェネシステムやトリジェネシステムが普及し、補光システムの電力供給をサポートしているが、日本(アジア地域)の場合には、夏期の高温抑制や省エネ、CO₂施用、飽差制御が重要な要素になっている。そのための専用の装置や制御システムの開発が現在注目されている。代表的な例は細霧システムやCO₂ゼロ濃度差施用システムなどである。これらの機器により、太陽光型植物工場における生産性は飛躍的に改善される可能性がある。

(4) 専用品種育成, 種子精選・種子処理技術

現状の植物工場では、植物工場専用品種を用いていないことが多い。レタス類については、主としてリーフタイプのレタス品種が栽培されているが、大半は外国の種苗会社で育成・選抜された土耕栽培用品種の中で養液栽培や植物工場の栽培に向くものが選定され

ている。

一方、太陽光型植物工場ではオランダ等で育成された高収量タイプの品種を栽培することも多いが、我が国の気象条件に適合し、我が国のマーケットに求められる品質を有する国産品種の育成が強く望まれている。

野菜類の育種については、我が国は世界水準の技術の蓄積があり、その方向性を植物工場に向けることで、短時間で専用品種の育成が可能になるものと思われ、それにより種々の技術革新もさらに進んで、植物工場システムとしてのパフォーマンスが大幅に向上すると思われる。

また、栽培環境がより高精度に制御可能で、好適になるに従い、種子や発芽、初期生育の揃いの重要性が高まるため、各種の種子精選技術・種子処理技術に対する期待も高まっている。我が国では、それらの技術は一部の種苗会社では研究開発が進められているが、今後は公的な研究機関での対応も重要になってくる。

植物工場はその施設数、栽培面積が少なく、種子のマーケットサイズも小さいので、専用品種を育種する種苗会社はほとんどみられない。そのため、品種の選択肢も限定され、面積の拡大の足かせになっているが、「栽培面積が少ないので育種が進まない」し、「裁

培が容易で生育速度が高く、生理障害が少ない品種がないので、面積を拡大しにくい」というジレンマを何とか解消して、生産性の革新的改善を図る必要がある。そのためには、大学をはじめとする公的機関に期待される点も大きいと思っている。

4. 今後の展望

植物工場は、今後の我が国には必要不可欠な技術であることは間違いないが、我が国だけではマーケットサイズが小さい可能性がある。他産業の歴史から見ても、中国等近隣の国々への栽培システム、生産物の積極的輸出や海外生産も考慮した研究開発が重要である。当然ながら、中国や韓国、台湾等の国々も積極的な研究開発に対する投資を行っているため、それらの国々との協調、競争をしていく必要があるが、植物工場に関係する分野は極めて広いので、国を挙げた「次世代農業」、「次世代施設園芸」に関連するプロジェクトを効率的に進める必要がある。現状では採算性等に若干問題が残る植物工場も、将来的には我が国及びアジア地域の次世代農業の発展につながるはずである。現時点での経済性だけでなく、将来性を重視した中・長期的研究・開発が重要である。

フルフェナセット

バイエルクロップサイエンス (株)
開発本部開発チーム
伊藤 雅仁

はじめに

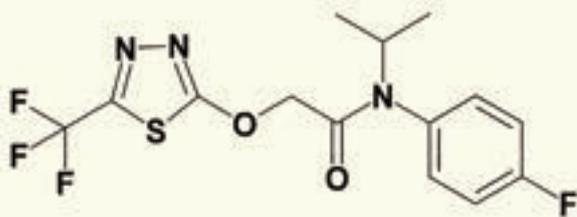
フルフェナセットは、バイエルクロップサイエンス社が創製したオキシアセトアミド系の新規畑作用除草剤である。本剤は、一年生イネ科雑草および一部の一年生広葉雑草に対して高い除草効果と長い残効性を有し、近年、麦作場面で問題となっている既存の除草剤に抵抗性を有するスズメノテッポウ（以下、抵抗性スズメノテッポウと省略）に対しても高い除草効果を示す。本剤に一年生広葉雑草全般に高い効果を有するジフルフェニカンを混合することで、麦作用除草剤に求められる幅広い効果と麦への安全性を併せ持つ混

合剤になるため、公益財団法人日本植物調節剤研究協会(以下日植調と省略)を通じ、BCH-081フロアブルおよびBCH-109細粒剤として開発が進められた。これら2剤は、2014年11月17日に、商品名リベレーターフロアブルおよびリベレーターGとしてそれぞれ登録を取得した。

本稿では、フルフェナセットおよびその混合剤の生物活性の特徴（または特性）について述べる。

1. 物理化学的性状および安全性

フルフェナセットの物理化学的性状および安全性を以下に示す。



一般名：	フルフェナセット (flufenacet)
化学名 (IUPAC)：	4'-フルオロ-N-イソプロピル-2-[5-(トリフルオロメチル)-1,3,4-チアジアゾール-2-イルオキシ]アセトアニリド
分子量：	363.33
融点：	76～79℃
水溶解度：	56mg/L (20℃)
Log Pow：	3.20 (24℃)
急性経口毒性 (原体)：	LD50 589 mg/kg (♀) ラット
急性経皮毒性 (原体)：	LD50 > 2000 mg/kg (♂, ♀) ラット
魚類急性毒性 (原体)：	LC50 > 11.4 mg/L (コイ, 96時間)
ミジンコ類急性遊泳阻害 (原体)：	EC50 30.3 mg/L (48時間)

2. 作用機構

フルフェナセットは、植物クチクラのワックス層や細胞膜を構成するスフィンゴ脂質の主成分である超長鎖脂肪酸の生合成に関与する超長鎖脂肪酸伸長酵素 (VLCFAE) を阻害する。その結果として、細胞分裂及び伸長を抑制し、植物は正常な生育ができなくなり、生育停止・枯死に至る (図-1)

3. フルフェナセットの生物効果

(1) フルフェナセットの一年生イネ科雑草に対する除草効果

一年生イネ科雑草—スズメノテッポウ、スズメノカタビラ、カズノコグサーに対するフルフェナセットの除草効果をポット試験で検討したところ、いずれの草種にも発生前～1葉期の処理で高い除草効果を示した (図-2～図-4)。

4. ジフルフェニカン・フルフェナセット混合剤の除草効果

(1) 抵抗性スズメノテッポウに対する除草効果

抵抗性スズメノテッポウが発生する試験圃場 (福岡県久留米市) でジフルフェニカン・フルフェナセット (8.4+33.6%) フロアブルを雑草発生前で処理したところ、処理後143日の長期にわたってその

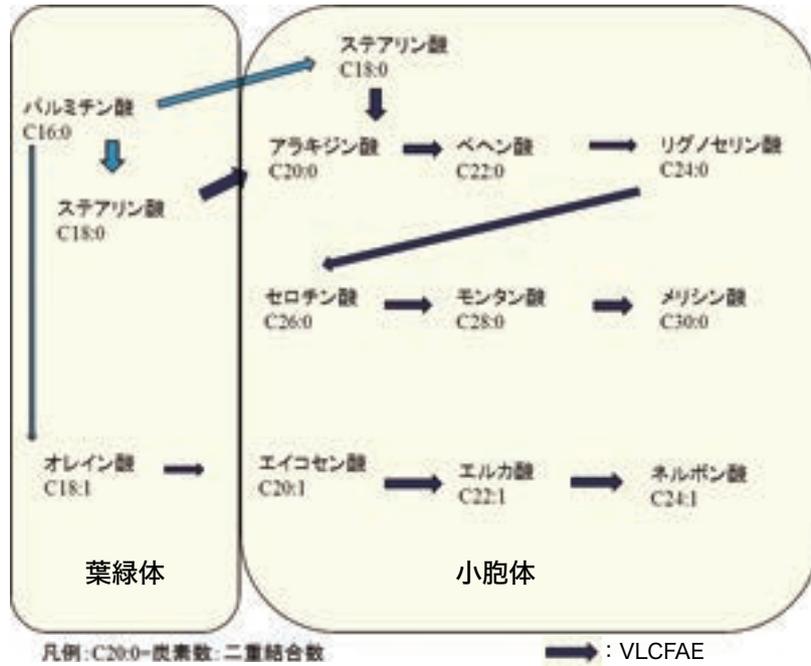


図-1 フルフェナセットの作用機構

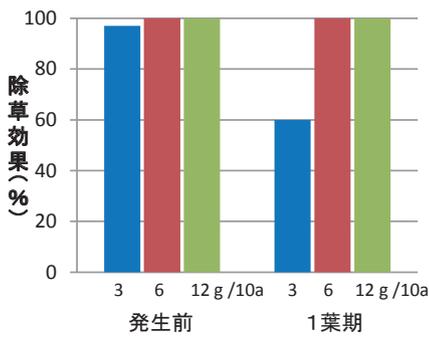


図-2 スズメノテッポウに対する除草効果

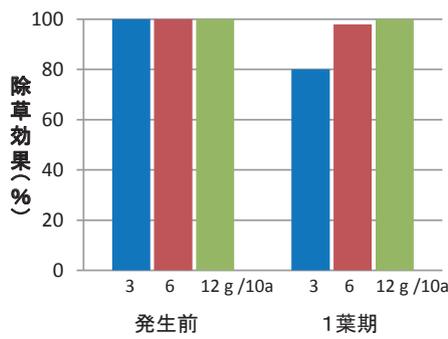


図-3 スズメノカタビラに対する除草効果

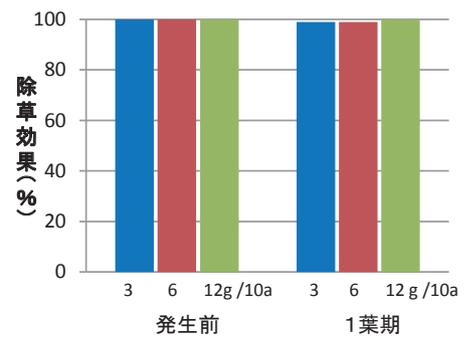


図-4 カズノコグサに対する除草効果

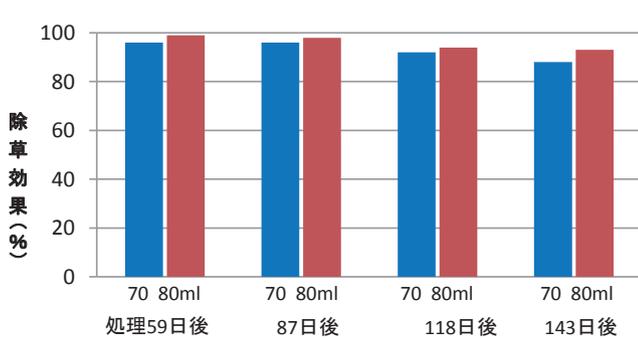


図-5 抵抗性スズメノテッポウに対する除草効果 (福岡県久留米圃場)

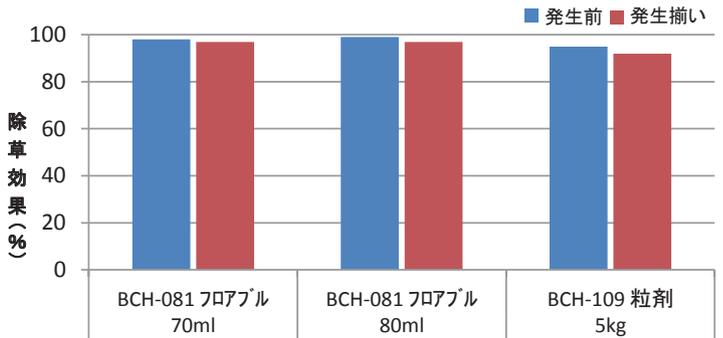


図-6 抵抗性スズメノテッポウに対する除草効果 (佐賀県伊万里圃場)

発生を抑えた (図-5)。

抵抗性スズメノテッポウが発生する試験圃場 (佐賀県伊万里市) でジフルフェニカン・フルフェナセット (8.4+33.6%) フロアブルおよびジフルフェニカン・フルフェナセット (0.2+0.6%) 粒剤をスズメノテッポウ発生前および発生揃い期

(最大1葉) で処理したところ、いずれの製剤も高い除草効果を示した (図-6, 図-7, 図-8)。

(2) ネズミムギに対する除草効果

近年問題となっている雑草のひとつであるネズミムギに対して、日植

調研究所内試験圃場 (茨城県牛久市, 2012年度委託試験) でジフルフェニカン・フルフェナセット (8.4+33.6%) フロアブルをネズミムギ発生前および発生揃い期 (最大1葉) で処理したところ、いずれの処理時期においても高い除草効果を示した (図-9)。



無処理



ジフルフェニカン・フルフェナセット
フロアブル 80ml/10a

図-7 除草剤抵抗性スズメノテッポウに対する除草効果-雑草発生前処理 (伊万里圃場)



無処理



ジフルフェニカン・フルフェナセット
フロアブル 80ml/10a

図-8 除草剤抵抗性スズメノテッポウに対する除草効果-雑草発生前処理 (伊万里圃場)



無処理



ジフルフェニカン・フルフェナセット
フロアブル 80ml/10a

図-9 ネズミムギに対する除草効果-ネズミムギ発生前処理 (日植調研究所, 2012年)

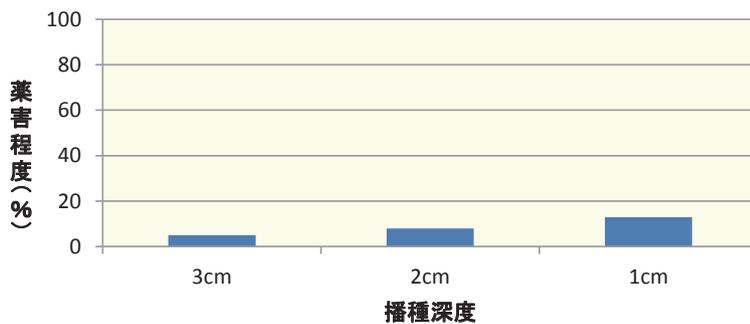


図-10 小麦に対する薬害程度 (発生前処理)

なお本剤は、平成26年度冬作関係除草剤試験判定において、対象雑草にネズミムギが加えられた。

5. ジフルフェニカン・フルフェナセット混合剤の小麦に対する安全性

小麦の播種深度を変えた条件でジフルフェニカン・フルフェナセットフロアブル (80ml/10a) を小麦の出芽前で処理したところ、播種深度が浅くなるほど薬害程度が強まる傾向が見られた (図-10)。適正な播種深度 (3cm程度) を確保することで薬害を回避することができる。

おわりに

麦作場面においては、既存の除草剤に抵抗性を示すスズメノテッポウ、カズノコグサの出現により、既存の除草剤とは異なる作用機作を有する除草剤の登場が望まれている。フルフェナセットは、これらの雑草に対しても高い除草効果と長い残効性を有することから、麦作における雑草防除の一助となることが期待される。

参考文献

- 杉浦健司・佐瀬政明 2015. 新規除草剤フルフェナセットに関する研究. 日本雑草学会第54回大会講演要旨
- 杉浦健司 2015. 新規除草剤フルフェナセットの生物活性. 第32回農薬生物活性研究会シンポジウム要旨
- BCPC (Brighton crop protection conference) Weeds 1995. BAY FOE 5043: a new low rate herbicide for pre-emergence grass control in corn.

ミミズ、あなどりがたし

筑波大学教授
サイエンスライター
渡辺 政隆

わが家にも、猫の額ほどの中庭がある。じつはその一角で、ミミズを増殖させている。いやなんのことはない、生ゴミを埋めてプランター用の土を作っており、そこに大量のミミズが発生しているというしだいである。

それにしてもミミズはけなげである。有機物をもりもり食べて分解し、良質な土に変えてくれる。かつて、そんなミミズに魅せられた博物学者がいた。誰あろう進化論の祖チャールズ・ダーウィンである。

ケンブリッジ大学を卒業したものの、モラトリアム状態にあったダーウィンは、南アメリカへの航海に同行しないかとの誘いに乗った。その航海は最終的に5年間に及び、南アメリカから太平洋、インド洋を巡る世界周航の旅となった。その体験をまとめたのが、世に名高い『ビートル号航海記』である。

航海から帰国したダーウィンは、ロンドン地質学会の寵児となった。航海中に祖国に書き送った南アメリカや南太平洋の地質学に関する報告や資料が絶賛されたのだ。歓迎騒ぎがひと段落したところで、ダーウィンは都会の喧騒を逃れるために、叔父にあたるジョサイア・ウェッジウッド二世のカントリーハウスを訪ねた。

ダーウィンを散策に誘い出したジョサイア叔父は、屋敷裏の残渣置き場で興味深い光景を見せた。三年ほど前に石灰や石炭殻を捨てた地面が、今は目の細かい土ですっかり覆われていたのだ。叔父はそれを、ミミズが地面を耕したせいだと説明した。

その指摘に目を見開かされたダーウィンは、独自の観察を加えて、「腐植土の形成について」と題した論文を学会に提出した。

ヨーロッパの広範な土地がチョーク（白亜）で覆われているが、それはサンゴが海生動物の消化活動によって碎かれて生成されたものだと考えられる。それと同じで、腐植土は粉々になった岩にミミズが関わることで作られたものだ。そこで以下のように結論したい。古い草地を

覆う土の粒子は、すべてミミズの消化管を通過していることを考えると、「腐植土」という名称よりは「腐動土」とでも呼ぶほうが正しい。土地を耕す農夫は、自然の作用に忠実に従っていることになる。小石を埋め込むことも、粗い土と細かい土をふるい分けることもしないまま自然がミミズを使って日々行っている仕事を、荒っぽくまねているだけなのだ。

そしてこれが、航海から帰国して最初に発表した論文となった。その後もダーウィンは、機会を見つけてはミミズの研究を進めた。死の前年には、ミミズ研究の集大成となる、生涯最後の著書『ミミズによる腐植土の形成について』（1881）を出版した（図-1）。ある意味でダーウィンの人生は、ミミズに魅せられた一生だったと言ってもいい（図-2）。

ダーウィンが後半生を過ごしたイギリス南東部に位置するケント州ダウンにある屋敷「ダウンハウス」には、ダーウィ人がミミズの土地耕作活動の定点観測に用いた「ミミズ石」（図-3）が復元されている。芝生の上には、円盤状の石が置かれている。円盤の中央の穴には、鉄棒が地中深くに打ち込まれている。ミミズが地中を耕すと、円盤は地面に沈み込むが、鉄棒は沈まない。円盤と鉄棒の高さの違いを測れば、ミミズの仕事が計算できるという仕掛けである。

ミミズは、ほとんどの植物の葉を選び好みすることなく食べてくれる。そのおかげで、落ち葉は分解され、土の中に栄養分が鋤き込まれる。しかし、考えてみると不思議な話だ。葉食性の昆虫はたくさんいるが、たいいていはそれぞれ食草が限られている。これは、植



図-1 ダーウィンの著書に載っているミミズが作った土の塔の絵。ミミズの消化管を通過した土（糞）が地表に積み上げられたもの。



図-2 ダーウィンのミミズの
本を挿したパンチ誌
の戯画。



図-3 ダウンハウスに残るミミズ石。写っている靴はダーウィンの玄孫にあたるランドル・ケインズさんの足。奇しくも石の左上隅に、ミミズの糞の塔(↓)が見える。

物体に含まれる苦みや渋み成分の元であるポリフェノールが防御物質としてはたらいっているからだと言われている。ミミズも、高濃度のポリフェノールは嫌うが、低濃度なら苦にしないという。ミミズはなぜ、他の生物が嫌うポリフェノールを苦しめないのか。

今回、イギリスの研究者がこの長年の謎に答を出した(NATURE COMMUNICATIONS, 2015)。ミミズは消化管に、ポリフェノールの活性を抑える物質をもっていたのだ。

一般に、ポリフェノールは消化酵素のはたらきを阻害する。ミミズの消化管を調べた研究者たちは、消化酵素の活性の高い部位に、ある種の界面活性物質を発見し、ドリロデフェンシンと名付けた。この物質が、ポリフェノールの消化酵素阻害を妨げていたのだ。今のところ、消化管からドリロデフェンシンが見つかっているのはミミズの仲間だけだという。

件のダーウィンは、ミミズを入れた容器をピアノの上に置いて鍵盤をたたいたり、息子にファゴットを吹かせたりして、ミミズの反応を探る実験をしていた。ピアノ上に置かれた容器内のミミズは、ピアノの音には反応するが、オーボエには反応しない。つまり、容器が接するピアノの振動には敏感だが、空気中を伝わる音には反応しないということだ。

ダーウィンは、前述の著書で、地面の振動によってミミズが地表に出てくることがあるという観察を紹介している。そしてその理由として、地面の振動を、天敵であるモグラの接近と勘違いした結果である可能性に言及している。しかし、上記のごとく、楽器の振動に対する反応を調べたくらいで、こだわり屋のダーウィンなのに、その仮説の実証実験はしていない。

その検証は、ダーウィンの生きた時代から1世紀を経た2008年になされた(別冊日経サイエンス 206『生きもの驚異の世界—進化と行動の科学』を参照)。

アメリカの南東部では、釣りえさ用のミミズを大量に捕獲するための伝統的な技法が伝えられている。名付けてワーム・

グランティング(worm grunting)。「ミミズ(ワーム)にブーブー音を立てる(グランティング)」という謎の言葉だが、方法はじつに簡単。ミミズがいそうな地面に棒杭を打ち込み、そのてっぺんを、扁平な金属片でこすだけである。するとあら不思議、地面からミミズが湧き出てくる。信じられない人は、上記の英単語で動画をネット検索してみるといい。その技法を用いてミミズを捕る業者ワーム・グランターと呼ばれる人たちの妙技を鑑賞できる(ただし、ミミズの嫌いな人にはお勧めしない)。

さてその仕組みだが、動画を見てゆくと、棒杭をこすことで地面がブルブルと振動している様子をとらえた映像があった。そうなのだ、ミミズたちは、地面の振動に大慌てして地表に飛び出して来るようなのだ。

実証実験に乗り出した研究者は、ワーム・グランターの協力を得て、ミミズが飛び出す地点と、モグラのトンネルの分布を調べてみた。すると両者には高い相関があった。また、モグラが土を掘るときに出す震動数と、グランティングの震動数を比較したところ、きわめて一致していることも確認できた。さらに、大きなバケツに土を入れ、そこにミミズを入れた上で、モグラを放してみた。すると、モグラが土に潜り込んだとたん、たくさんのミミズが土の表面に飛び出てきたという。ワーム・グランティングは、モグラが土を掘るときに立てる振動に反応してミミズが地表に逃げ出す性質を利用していると考えて間違いなさそうだ。

フロリダ半島の西の付け根に位置するソプチョピーという人口400人余りの小さな町は、1年に1回、4月に開かれるフェスティバルで賑わう。その名もワーム・グランティング・フェスティバル。いやはやなんともである。

それにしてもわれわれは、ミミズのことをあまりにも知らない。今後とも、まだまだ新発見がありそうだ。そうだこの週末、わが家のミミズ畑でもワーム・グランティングの実験を試みることにしよう。

植調協会だより

試験成績検討会

●平成27年度緑地管理研究会現地検討会

日時：平成27年 9月18日（金） 13:00～17:30

見学地：新東名高速道路 清水PA，新富士IC内コミュニケーション・プラザ 富士

概略説明：ホテルセンチュリー静岡

〒422-8575 静岡県静岡市駿河区南町18-1

TEL 054-284-0111

●平成27年度水稲関係除草剤作用性・ジャンボ剤作用性・適1・直播作用性試験成績検討会

日時：平成27年10月20日（火） 9:30～16:00

場所：浅草ビューホテル

〒111-8765 東京都台東区西浅草3-17-1

TEL 03-3847-1111

●平成27年度緑地管理関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：平成27年10月22日（木） 10:00～14:30

23日（金） 9:30～17:00

場所：浅草ビューホテル

●平成27年度緑地管理研究会

日時：平成27年10月22日（木） 15:00～17:00

場所：浅草ビューホテル

●平成27年度水稲関係除草剤適2試験北海道地域成績検討会 〈水稲関係除草剤適2試験〉

日時：平成27年10月28日（水） 10:00～17:00

29日（木） 9:30～12:00

場所：ホテルモントレエーデルホフ札幌

〒060-0002 北海道札幌市中央区北2条西1丁目

TEL 011-242-7111

●平成27年度水稲関係除草剤適2試験・普及適用性試験 （展示圃）東北地域成績検討会

〈水稲関係除草剤適2試験〉

日時：平成27年11月 5日（木） 9:30～17:00

6日（金） 9:30～17:00

場所：メルパルク仙台

〒983-0852 宮城県仙台市宮城野区榴岡5-6-51

TEL 022-792-8111

〈普及適用性試験〉

日時：平成27年11月 6日（金） 9:30～17:00

場所：メルパルク仙台

●平成27年度水稲関係除草剤適2試験・普及適用性試験 （展示圃）北陸地域成績検討会

〈水稲関係除草剤適2試験〉

日時：平成27年11月 9日（月） 13:00～17:00

10日（火） 9:30～17:00

場所：ホテルニューオータニ長岡

〒940-0048 新潟県長岡市台町2-8-35

TEL 0258-37-1111

〈普及適用性試験〉

日時：平成27年11月10日（火） 9:30～17:00

場所：ホテルニューオータニ長岡

●平成27年度水稲関係除草剤適2試験・普及適用性試験 （展示圃）関東・東海地域成績検討会

〈水稲関係除草剤適2試験〉

日時：平成27年11月12日（木） 9:30～17:00

13日（金） 9:30～17:00

場所：浅草ビューホテル

〈普及適用性試験〉

日時：平成27年11月13日（金） 9:30～17:00

場所：浅草ビューホテル

●平成27年度水稲関係除草剤適2試験・普及適用性試験

（展示圃）近畿・中国・四国地域成績検討会

〈水稲関係除草剤適2試験〉

日時：平成27年11月18日（水） 9:30～17:00

19日（木） 9:30～17:00

場所：メルパルク大阪

〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原4-2-1

TEL 06-6350-2111

〈普及適用性試験〉

日時：平成27年11月19日（木） 9:30～17:00

場所：メルパルク大阪

●平成27年度水稲関係除草剤適2試験・普及適用性試験

（展示圃）九州地域成績検討会

〈水稲関係除草剤適2試験〉

日時：平成27年11月25日（水） 9:30～17:00

26日（木） 9:30～17:00

場所：RITZ5（リッツ5）

〒812-0017 福岡県福岡市博多区美野島1-1-1

TEL 092-472-1122

〈普及適用性試験〉

日時：平成27年11月26日（木） 9:30～17:00

場所：RITZ5（リッツ5）

編集後記

49巻6号（9月号）をお届けします。読者の方より、49巻4号に載った巻頭言とコラムに感想が寄せられました。編集にとって読者の方からの感想は大変励みとなります。

6号には、日々の防除で問題となっているコナギの記事を掲載します。コナギとバクテリアとの意外な関係について解説していただきました。つづいて、芝地に生えるアメリカトキンソウの発生生態と薬剤防除についての記事や、サツマイモの直播栽培技術の開発とそこから派生してきた栽培技術の記事、最近各所で行われている諸物工場の現状などの記事が掲載します。

今月の連載は渡辺政隆先生のご担当です。連載も少しずつ定着してきたように思います。楽しんでいただければ何よりです。

（編集子）

植調第49巻 第6号

- 発行 平成27年9月10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
電話(03)3832-4188 FAX(03)3833-1807
- 発行人 小川 奎
- 印刷 (有)ネットワン

© Japan Association for Advancement of Phyto-Regulators (JAPR) 2015

頒布価 500円（消費税・送料は含んでおりません）
販売 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）
電話 (03)3833-1821

SDSの水稲用除草剤有効成分を含有する「新製品」

- ホットコンビフロアブル(テニルクロール/ベンゾピシクロン)
- ナギナタ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾピシクロン)
- ライジンパワー1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾピシクロン)
- ブルゼータ1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル(ベンゾピシクロン)
- ツインスター1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル(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)
- 銀河1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)
- イネヒーロー1キロ粒剤(ダイムロン)
- 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**
(カフェンストロール/ベンゾピシクロン)
- シリウスエグザ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/顆粒(ベンゾピシクロン)
- クサトリーBSX1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾピシクロン)
- ビッグシュアZ1キロ粒剤(ベンゾピシクロン)
- ニトリウム/テッケン1キロ粒剤(ベンゾピシクロン)
- クサスイーブ1キロ粒剤(ベンゾピシクロン)
- キクトモ1キロ粒剤(カフェンストロール/ベンゾピシクロン/ダイムロン)
- プレキープ1キロ粒剤/フロアブル(ベンゾピシクロン)
- ザンテツ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾピシクロン)
- ベンケイ1キロ粒剤(ベンゾピシクロン)

「ベンゾピシクロン」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"> シロノック(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル) オークス(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル) サスケ-ラジカルジャンボ トビキリ(1キロ粒剤/ジャンボ/500グラム粒剤) イッテツ(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)/ポランティアジャンボ テラガード(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル/250グラム) キチット(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル) スマート(1キロ粒剤/フロアブル) サンシャイン(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル) イネキング(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル) ピラクロエース/カリユード(1キロ粒剤/フロアブル) 忍(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル) ハーディ1キロ粒剤 | <ul style="list-style-type: none"> カービー1キロ粒剤 ハイカット/サンパンチ1キロ粒剤 ダブルスターSB(1キロ粒剤/ジャンボ/顆粒) シリウスターボ(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル) シリウスいぶぎ(1キロ粒剤/ジャンボ/顆粒) 半蔵1キロ粒剤 プラスワン(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル) プレステージ1キロ粒剤 フォーカード1キロ粒剤 イネエース1キロ粒剤 ウエスフロアブル フォーカスショットジャンボ/ブレッサフロアブル |
|---|--|

クログワイ*の 根も止める！ 塊茎も減らす！

問題雑草・クログワイ*をはじめ、ホタルイ
など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
抑えることができる。除草成分「**アルテア**」*
配合の水稻用除草剤シリーズが登場。
未来につながる雑草防除を、お勧めします。

* 剤型・地域によって登録雑草は異なります。
詳しくは、製品ラベルに記載されている適用表をご覧ください。
※アルテアはメタゾスルフロン愛称です。

誕生！ 多年生雑草も抑える除草成分、
「**アルテア**」配合の除草剤シリーズ。



ツインスター®

1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ®

問題雑草に強い

(アルテア + ダイムロン)

月光®

1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ®

ノビエにより長く

(アルテア + カフェンストール + ダイムロン)

銀河®

1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ®

抵抗性雑草®により強く

(アルテア + ピラクロニル + ダイムロン)

コメット®

1キロ粒剤/ジャンボ®/フロアブル/顆粒

抵抗性雑草®に効果アップ

(アルテア + テフルトリオン + ピラクロニル)



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 TEL: 03 (6860) 4110 受付時間/9:00~17:30 (土・日・祝日除く)
http://www.nissan-agro.net/

®は登録商標 #SU(スルホニルウレア)抵抗性雑草

高性能で低コスト!

水稲用一発処理除草剤

サラブレッド

カ イ
KAI®

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

高性能

ピラクロニル

オキサジクロメホン

イマズスルフロン

省労性

低コスト



田植同時
直播水稲
WCS用イネ
OK!

皆さまのおかげで

4年連続
普及面積

第1位

水稲用一発処理除草剤 ※日植調査

平成25年度 178,717ha / 平成24年度 188,191ha
(平成25年10月~平成26年6月) (平成24年10月~平成25年6月)

平成24年度 178,717ha / 平成23年度 188,191ha
(平成23年10月~平成24年6月) (平成22年10月~平成23年6月)

今、日本で一番使われている
水稲用一発処理除草剤

バツテキ

1キロ粒剤
フロアブル
ジャンボ

●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。●空容器・空袋は圃場などに放置せず、適切に処理してください。

JAグループ
農 協 | 全 農 | 経済連

協友アグリ株式会社
東京都中央区日本橋小網町6-1
http://www.kyoyu-agri.co.jp

®は協友アグリ(株)の登録商標です。

省力タイプの高性能
水稲用初・中期
一発処理除草剤シリーズ



問題雑草を
一掃!!

日農
イッポン®

1キロ粒剤75・フロアブル・ジャンボ



日農
イッポンD®

1キロ粒剤51・フロアブル・ジャンボ



この一本が
除草を変える!

田植同時処理可能!
(ジャンボを除く)

<写真はイメージです>

ライジンパワー®

1キロ粒剤 フロアブル ジャンボ



雷神パワーで
バリッと雑草退治

<写真はイメージです>



●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届く所には置かないでください。●使用後の空容器・空袋は圃場などに放置せず、適切に処理してください。

明日の農業を考える



日本農薬株式会社

東京都中央区京橋1丁目19番8号
ホームページアドレス http://www.nichino.co.jp/



バスタ[®] 液剤

畑の中で使えるという、安心。
多くの作物に登録がある、信頼。
雑草をしっかりと枯らせる、自信。
それが、茎葉処理型除草剤バスタです。

©はバイエルグループの登録商標

大切な作物のそばに。



Bayer CropScience
バイエルクロップサイエンス株式会社

除草剤バスタ

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

●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。

情報満載!

除草剤や雑草を調べるなら、植調ホームページ

植調協会

検索



<http://www.japr.or.jp/index.html>

JAPAN ASSOCIATION FOR ADVANCEMENT OF PHYTO-REGULATORS(JAPR)

公益財団法人 日本植物調節剤研究協会 〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6 [地図を表示]

会員専用ページ

植調

➡ 最近の話題から

➡ 雑草と雑草防除

➡ 植物の生育調節

しつこい畑地雑草を きれいに抑えます!



作用性の異なる3種の除草剤の混合剤です。

大豆、小麦・大麦、とうもろこし、ばれいしょ、にんじんの雑草防除に

クリアターン®

乳剤 細粒剤F



●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。 ●防除日誌を記録しましょう。



©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

プレキープ® 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!



高葉齢のノビエに優れた効き目



ゼンイチ® MX 1キロ粒剤

フルパワー® MX 1キロ粒剤

スケガチ® 1キロ粒剤

ヒエカッパ® 1キロ粒剤

**フルチャージ® 1キロ粒剤
ジャンボ**

**フルニング® 1キロ粒剤
ジャンボ**

タイズドリル® 1キロ粒剤

そのまま散布ができる **アンカマン® DF**

乾田直播専用 **ハードパンチ® DF**



フルセットスルフロン剤
ラインナップ

ISK 石原産業株式会社
〒550-0002 大阪市西区江戸堀1丁目3番15号

販売 **ISK 石原バイオサイエンス株式会社**
〒112-0004 東京都文京区後楽1丁目4番14号

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

- 新登場!** **グエモン** 1キロ粒剤 フロアブル
- 新登場!** **カットダウン** 1キロ粒剤
- ゼータワン** 1キロ粒剤 シャンボ フロアブル
- メガゼータ** 1キロ粒剤 シャンボ フロアブル
- ゼータファイヤ** 1キロ粒剤 シャンボ フロアブル
- ブルゼータ** 1キロ粒剤 シャンボ フロアブル
- オサキニ** 1キロ粒剤
- シウリヨクS** 粒剤
- 忍** 1キロ粒剤 シャンボ フロアブル
- イッテリ** 1キロ粒剤 シャンボ フロアブル
- シウリヨク** シャンボ
- ドニチS** 1キロ粒剤
- バトル** 粒剤
- クラッシュEX** シャンボ
- アワード** フロアブル

会員募集中 農業支援サイト **i-農力** <http://www.i-nouryoku.com> お客様相談室  0570-058-669

●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、空容器は農場等に放置せず適切に処理してください。

大地のめぐみ、まっすぐ人へ
SCC GROUP  **住友化学**
住友化学株式会社



The miracles of science™

♪うまい、お米ができた!

田んぼを守るために、より効果的、より省力的、より環境に配慮した、
雑草や害虫の防除の提案をしています。
デュポン社は生産者や消費者の喜ぶ顔を浮かべながら、日本の米作りを応援します。



powered by
RYNAXYPYR®



デュポン株式会社 〒100-6111 東京都千代田区永田町2-11-1 山王パークタワー
Copyright ©2015 DuPont or its affiliates. All rights reserved. デュポンオーバル、The miracles of science TM、RYNAXYPYR®は米国デュポン社の商標および登録商標です。