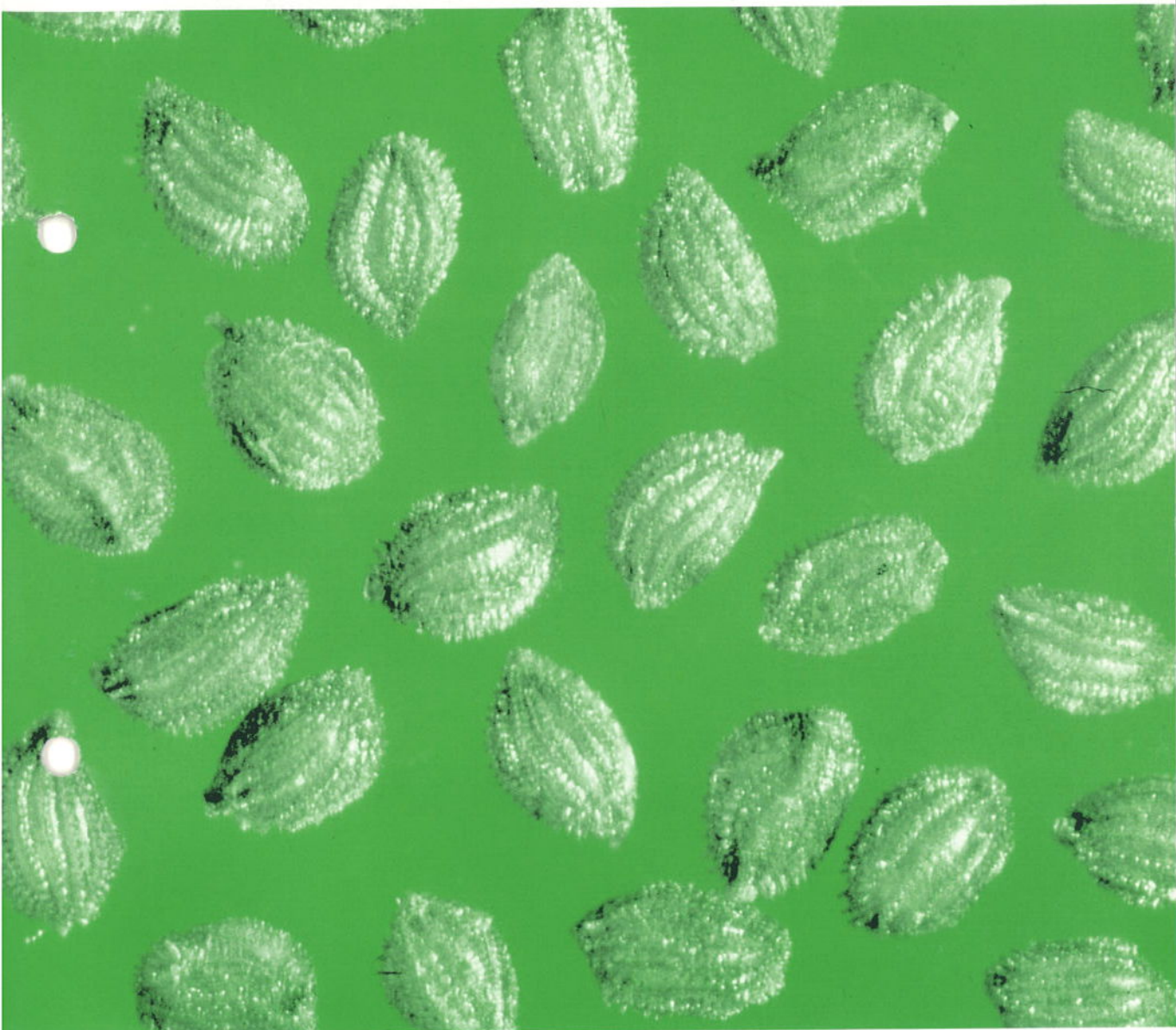


植調

第46巻第3号



イワボタン (*Chrysosplenium macrostemon* Maxim.) 長さ1mm

公益財団法人

日本植物調節剤研究協会

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

より豊かな 農業生産のために。 三井化学アグロの除草剤



キクンジャベ・Z 1キロ粒剤

MICシロノック 1キロ粒剤51

MICスラッシャ 粒剤 1キロ粒剤

イネエース 1キロ粒剤

クサファイター 1キロ粒剤

クサトリ-DX ジャンボH[®]/L[®] 1キロ粒剤75/51 フロアブルH/L

ラクダー・プロ フロアブル・Lフロアブル 1キロ粒剤75/51

イネキング 1キロ粒剤 ジャンボ フロアブル

MICスウィーフ フロアブル

フォローアップ 1キロ粒剤

シロノック 1キロ粒剤75 H/Lフロアブル H/Lジャンボ

クサトッタ 粒剤 1キロ粒剤

イネ王国 1キロ粒剤

MICザー・バックスDX 1キロ粒剤

草枯らしMIC



三井化学アグロ株式会社

東京都港区東新橋1-5-2 汐留シティセンター
ホームページ <http://www.mitsui-agro.com/>



ポッシブル

ポッシブルはこれまでにない水稲用一発除草剤。
2成分で、手強い雑草を幅広く防除。
白く枯らすから、効きめがハッキリ見える。



Bayer CropScience

バイエルクロップサイエンス株式会社
www.bayercropscience.co.jp

2成分で白く枯らす。
効きめが見える。

(AVH-301)

※はバイエルグループの登録商標

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



： 卷 頭 言 ：

「歩くこと・・・」

(公財) 日本植物調節剤研究協会 評議員 芳賀俊郎
(一社) 農林水産航空協会

このごろ、歩くことが健康維持をはじめとしてからだにはとても良い行動の一つであると改めて考えさせられている。

年に1度行っている健康診断の時期になると現在の健康状況を記す問診票に運動状況を問う項目があり、ここ10数年、運動は全くしていないの欄にチェックを入れている。これを読まれている方々も同じ思いをされているのではないのでしょうか。以前はテニスを週2～3回ほど会社が終わった後の夜間や週末に趣味と健康のためにスクールに通っていたこと、いまやどこに行こうか選択に迷うくらいあるスポーツクラブに通ってランニングマシーンや筋力アップ、さらにはストレッチ体操などをしていたこともある。それも数年のうちに回数が減少していき、明日は行こう明日はと延ばし延ばしになり、ついにはやめてしまい現在に至るという具合である。

現在は幸い週5日、会社への通勤時、電車乗降時の駅の階段や乗換えのホーム移動など特に意識もせずに歩いていることが、実は大きいのだと痛感させられている。車を利用した生活をしている(車通勤などをしている)友達が、東京へ遊びに来た時など、目的地までの移動に電車や地下鉄を使うと、途中で疲れ歩けなくなって車(タクシー)に乗りたがることもある。これも日常生活で歩くことをしていないためと思うのである。地方の水田地帯での仕事のため出張をすることがあるが、必ずと言ってよいほど農道を朝夕と犬を連れたりして歩いている方々を見かける。やはり、普段歩くことが少ないためこのようにしているのかなと思っている。

そのようなことから都心の街を歩くことが多くなったような、むしろ心がけて歩くことにしているというのが正しいのでしょうか。特に天気の良い日には心地よく歩くことができ、土曜、日

曜及び祝日には都心のさまざまなところを歩いている。あっという間に2～3駅分の距離は歩け、その間、途中にある百貨店を覗き、流行っているものは何かと情報を集めたり、日本や世界各地の物産展を眺めたりするのも楽しいものである。それと同時に一本裏道に入ったりすると都心のこんなところにこんなすばらしい建物がある、こちらにはこんなお店があるなどこれまで知らなかったことを知ることができるのも歩いてみて初めてわかることである。

先日、都心にあるタワーなどの展望台から東京の街を眺めることができた。高層ビル、マンション、住宅地の中のさまざまな所に緑があるのを一望にして確認できたのである。緑が少ないと言われる都心ではあるが、結構多いのではないかと再認識させられた。上から見た街は地図のようでもあり、これまで歩いた道や見てきた建物などが確認でき、いつまで見ていても飽きることがなく、これからどこを歩こうとか、あそこに行ってみようとか楽しみはふくらむばかりである。

昨年の大震災の時に幸い帰宅難民にならずにすんだのは、これまで歩いてきたエリアを頭の中でつなげ、この道を行けばどこに出てそれからこの方向に行けばあそこに着くという具合にできたからである。一度も歩いて帰宅したことはないが、常日ごろ歩くことによりそれぞれのエリアで土地勘が養われていたことは言うまでもないことである。

とりとめもなく個人の思いを書き綴ってきたが、日ごろの積み重ねは時として大きな力となって現れてくるものである。これからは歩くのに最適な季節ですので、是非皆さんもまずは自宅や職場の周辺などを歩いて、新しい発見を試みてはいかがでしょうか。

目次

(第 46 卷 第 3 号)

巻頭言

- 「歩くこと・・・」 1
 <(公財)日本植物調節剤研究協会 評議員
 (一社)農林水産航空協会 芳賀俊郎>

- 土壌環境制御による植生制御 3
 外来植物であるセイタカアワダチソウの草原から在来植物であるチガヤの草原へ
 <(独)農業環境技術研究所・生物多様性研究領域
 平舘俊太郎、楠本良延、森田沙綾香、小柳知代>

- 種子食昆虫による雑草種子の低減効果 11
 <静岡県農林技術研究所 市原 実>

- レタスの抽台とジベレリン生合成 19
 <(独)農業・食品産業技術総合研究機構
 野菜茶業研究所 福田真知子>

- 身近な雑かん木(4) 27
 クワ(ヤマグワ)とコウゾ(ヒメコウゾ)
 <NPO 法人自然観察大学 理事 岩 瀬 徹>

- シアナミド剤『CX-10』について 31
 <日本カーバイド工業(株) 大阪支店 富山政之>

- 植調協会だより 38

**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®

この一本が
除草を変える!

1キロ粒剤75・フロアブル・ジャンボ

日農 イッポンD®

田植え
同時処理
可能!
(ジャンボを除く)

1キロ粒剤51・フロアブル・ジャンボ

ダイナマンD

1キロ粒剤51 フロアブル

投げ込み用
マサカリ®
ジャンボ

マサカリLジャンボ

日本農薬株式会社
 東京都中央区日本橋1丁目2番5号
 TEL 03-5561-2111 <http://www.nichino.co.jp/>

●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・空袋等は廃棄場などに放置せず、適切に処理してください。

土壌環境制御による植生制御

外来植物であるセイタカアワダチソウの草原から在来植物であるチガヤの草原へ

(独)農業環境技術研究所・生物多様性研究領域
平舘俊太郎、楠本良延、森田沙綾香、小柳知代

はじめに：

近年、外来植物に対する問題意識が高まり、在来植物の保全に向けた動きが加速している。これは、2005年6月に施行された通称「外来生物法」による効果や、2010年10月に名古屋で開かれた生物多様性条約第10回締約国会議(COP10)の効果が大きいと思われる。農地を管理する農家の方々のみならず、都市に生活する人々までもが、個人の所有物ではない環境のために、時間、労力、資金をここまで積極的に提供する日が来るとは、少なくとも1980年代後半に除草剤の開発研究に関わっていた著者には想像することは難しかった。外来であろうが在来であろうが草は草であり、農作業に携わる方々にとっては厄介者であることに変わりはなく、まして自然とのかかわりが薄い都市の人々にとってはもっと小さい問題であり、そこに何らかを投資する価値は低いと考えるのは、少なくとも当時は合理的であった。それだけ、世の中の価値観が大きく動いているということであろう。著者らは、とくに草本植物を対象に、どのようなメカニズムで種間のすみ分けが起っているのかを明らかにし、これを応用することによって植生を管理する研究に着手している。この研究の中では、土壌の化学的特性がそこに成立する植生の群落タイプに大きな影響をおよぼしていること、そしてこの土壌の化学的特性をコント

ロールすることによって植生をある程度コントロールできることが明らかになってきた。本稿では、この研究の中で得られた知見を紹介しながら、外来植物で構成される植生から在来植物で構成される植生に誘導するための技術について考察する。

外来植物と在来植物の生育環境のちがい：

外来生物とは、一般に、もともとその地域を生息域としていなかった生物種で、他地域から人為的に持ち込まれたものを指す。この定義では、日本国内における移動でも外来種となるものがあるが、外来生物法では、海外から入ってきた生物に焦点を絞り、また概ね明治時代以降に導入された生物を対象としている。すなわち、明治時代に入って鎖国が解除され、国境を越えた人や物の動きが活発化したことに伴って人為的に日本国内に持ち込まれた生物を対象としている。この定義では、奈良時代や平安時代に諸外国から持ち込まれた帰化植物やより古い時代に日本国内に入ってきた史前帰化植物は外来植物の中には含まれず、在来植物の範疇となる。最近では、この定義のもとで「外来生物」という用語を用いる場合が多くなった。

野外で身近な植物の分布を注意して観察してみると、植物は意外にもきっちりと種ごとにすみ分けている現象をよく目にすることができる。

たとえば、畑の圃場の中、耕作放棄地内、圃場脇の小道、圃場とは水路を挟んで向かいの山の裾刈り斜面などでは、たとえ毎年定期的に刈り取りなどの管理を同じように行っているとしても、それぞれの場所には別々の植物種が生育し、しかもこのような状況が毎年繰り返し起こっている様子をよく目にする。多年生の草本植物の中で比較してみると、セイタカアワダチソウやシロツメクサは耕作放棄地や農地脇の開けた場所によく出現するのに対して、ミツバツチグリやツリガネニンジン は水路等を隔てた向かいの山の裾刈り斜面によく出現する(写真)。そして、こういった傾向は長く続き、かつ多くの地域で普遍的に見られる。こういった狭い地域内における植生の違いは、気温、降水量、日射量といった気象的な要因からはなかなか説明できない。また、種子などの分布および散布に関わる要因からも説明しにくい。著者らは、このような植物のすみ分けに土壌要因がどの程度関係しているのかを明らかにするため、植生と土壌の関係を調査した。その結果、とくに土壌pHと土壌中の有効態リン酸が、そこに成立する植物の群落タイプと非常に深く関わりがあることを見出した。このような現象は、北関東のような火山灰土壌地帯に限らず、褐色森林土が分布する四国の山地帯に成立している草原などでも広く認められた(Kusumoto et al., 2012; 平舘ら, 2008; 2010)。上記の例でいえば、セイタカアワダチソウやシロツメクサは土壌pHが高くかつ土壌中の有効態リン酸も高い土壌によく分布しており、ミツバツチグリやツリガネニンジン は土壌pHが低くかつ土壌中の有効態リン酸が低い土壌によく分布していた(図-1)。ちなみに、前者の2つの植物は明治時代以降に海外から導入された外来植物であり、後者の2つは在来植物である。



セイタカアワダチソウ



ミツバツチグリ



ツリガネニンジン

土壌特性は、自然状態で維持されてきた場所であれば、狭い地域内で比較的均質である。しかし、現在は、とくに戦後に施された土壌改良や土木工事等の影響によって、狭い地域内に多様な特性の土壌が出現している。日本の自然環

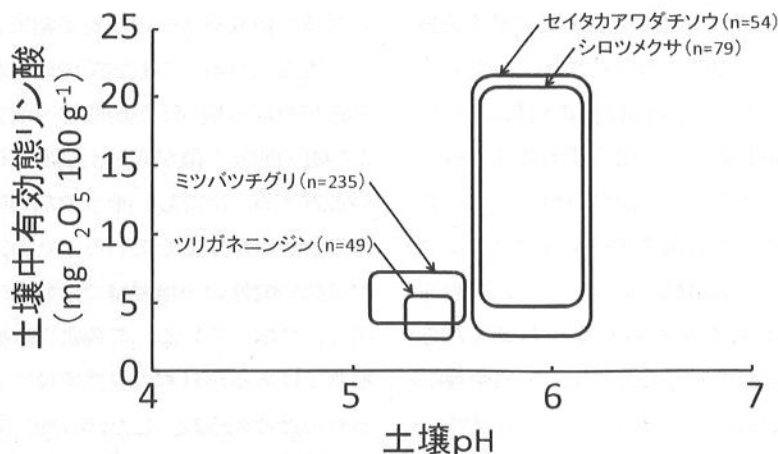


図-1 土壌特性と植物の分布の関係。日本全国の草原植生を対象に、セイタカアワダチソウ (n=54)、シロツメクサ (n=79)、ミツバツチグリ (n=235)、ツリガネニンジン (n=49) について、これらの植物が出現した地点の土壌 pH および土壌中有効態リン酸を調査し、それぞれの種のうち中央値に近い 50% が出現した範囲を図中に示した。

境下では、ミツバツチグリやツリガネニンジンが生育しているような、低土壌 pH でかつ低有効態リン酸の土壌となる。これに対して、土壌中の有効態リン酸が高い土壌がパッチ状に出現するのは、多くはリン酸施肥の影響あるいは畜産廃棄物等が持ち込まれた影響と考えられる。また、土壌 pH が高まるのは、多くは石灰施用の影響あるいは土木工事による影響などと考えられる (平舘ら, 2009)。セイタカアワダチソウやシロツメクサは、このような農業活動や土木工事などの人間によるかく乱が起った場所によく出現することが知られているが、このようなかく乱が土壌特性を変化させ、それによって土壌がこのような外来植物の生育にとって好適な環境に変化したものと考えられることができる。このことは、草刈り等の管理を毎年同じように実施している半自然草地であっても、土壌特性に対応して異なる植生が成立すること (小柳ら, 2012) から支持される。このように、土壌は、私たち人間にとっては一見同じように見えても、その

化学的特性を調べてみると大きく異なることがよくあり、その差は植物にとっては非常に大きいものであると考えられる。

土壌の性質の変化とともに植生も変化することは、想像に難くない。植物は、種によって貧栄養的な環境に適応しているもの、富栄養的な環境に適しているものがあり、それぞれ得意とする土壌環境があることは、既に多くの研究者が指摘してきたことである。したがって、土壌の植物に対する養分供給能力が変化すれば、植生が変化することは容易に想像できるだろう。また、土壌 pH の変化は、やはり植生に大きな影響を与えうる。たとえば、植物は多くの必須元素を土壌から吸収しなければ正常に生育することはできないが、土壌 pH が変化すると、土壌中におけるこれらの必須元素の植物に対する有効性は変化する。通常、土壌 pH が弱酸性～中性の領域が、多くの植物にとって必須元素を最もバランスよく吸収できる領域とされている (藤原ら, 1998)。したがって、貧栄養的な環境に適応

している植物と富栄養的な環境を要求する植物とで、土壌pHによってすみ分けが起こっても不思議ではない。また、土壌pHが5.5付近よりも低くなると、植物の生育を阻害する活性を持ったアルミニウムイオンが土壌から溶け出し、これによって植物の生育はダメージを受けるようになる。ただし、植物種によってはこのアルミニウムイオンの毒性を緩和するメカニズムを持っているものがあり、これによって植物種ごとにアルミニウムイオンに対する感受性はさまざまである(日本土壌肥科学会, 1996)。すなわち、アルミニウムイオンに対する耐性を持っている植物はより強い酸性の土壌に分布できる一方で、アルミニウムイオンに対する耐性を持っていない植物はこのような強い酸性の土壌には分布することは難しい。もともと、植物が持つアルミニウムイオンに対する耐性機構は、植物が進化の過程で酸性土壌に適応するなかで得た形質であると考えられる。すなわち、強い酸性土壌の環境のもとで進化してきた植物はアルミニウムイオンに対する耐性を獲得している傾向が強いだろうし、アルミニウムイオンが溶出しないような弱酸性～中性～弱アルカリ性の土壌環境で進化してきた植物はアルミニウムイオンに対する耐性を獲得していないと考えられる。ちなみに、土壌が酸性になるかアルカリ性になるかは、自然状態では概ね降雨量によって決まっており、雨が多い日本では強い酸性になりやすく、逆に乾燥地では土壌はアルカリ性に傾きやすい。このように、土壌の化学的特性は、植物の分布に大きな影響を及ぼす。

植物が種ごとに得意とする土壌環境を持っており、その土壌環境適性に従って分布を変化させているとすれば、土壌の化学的特性を調べることによって、そこにどんな植物が分布し、ど

んな植生が成立するのかを予測できるようになると考えられる。これまでの知見から、多くの外来植物は土壌pHが弱酸性～弱アルカリ性でかつ有効態リン酸が高い土壌環境に出現しやすいと言える。ただし、そうでない外来植物もいることがわかってきている。たとえば、ハルガヤは強い酸性の土壌環境でも分布できることが明らかになっている。このような植物は、外来植物ではあるが日本の自然環境にも適応しているものと考えられ、したがって、安易に導入すると蔓延する危険性が高いと考えられる。このように、植物の蔓延リスクを土壌環境ごとに評価できる可能性がある。また、土壌特性と植物分布に関する上記の考察が正しければ、土壌環境を制御することによって植生を制御できる可能性がある。すなわち、外来植物が蔓延しやすい土壌環境から、外来植物が蔓延しにくい土壌環境に変えてやれば、外来植物は自然に衰退し、在来植物が戻ってくることが期待される。次の章では、著者らが2年以上にわたって続けている、土壌環境制御による植生制御実験について紹介する。

セイタカアワダチソウの抑草実験：

セイタカアワダチソウは、環境省による要注意外来植物であり、また日本生態学会による日本の侵略的外来種ワースト100にもリストされている。絶滅危惧種を含む在来植物との競合や駆逐のおそれとされており、草丈が2mを越えるような大きな植物の個体群が、黄色い花を咲かせながら他の植物を徹底的に排除しつつ蔓延している様子はまさに侵略的という言葉がぴったりで、多くの人々から嫌われることになった。セイタカアワダチソウは、成長速度が速く、また大型であるため、他の草本植物は太

刀打ちできないと思われがちである。また、強靱で生命力の強い地下茎を持ち、耕起等によって細断しても細断された地下茎それぞれから植物体の再生が起るため、一旦はびこると排除することは容易ではない。除草剤によりその個体群を死滅させることができたとしても、数年後にまた別のセイタカアワダチソウの個体群がはびこるケースが後を絶たないため、非常に厄介な存在である。

著者らは、土壤環境を変化させることでセイタカアワダチソウが蔓延する場所の植生を変えることができるか、野外圃場にて実験を行った。実験は、セイタカアワダチソウが蔓延する山口県山口市の果樹園跡地で実施した。この場所の土壤は、赤黄色土であり、果樹園として利用していた頃に多量の石灰を施用していた影響で、表層土壤のpHは7.4まで上昇していた。これに対して、周囲の未かく乱土壤ではpHは4.7であった。そこで、この土壤環境制御による植生制御実験では、土壤pHを低下させる資材として塩化アルミニウム6水和物を選び、この果樹園跡地の表層土壤0~10cmについてpHを7.4から4.5程度まで下降させる量(1.25 kg m⁻²)を施し、土壤pHを変化させない無処理区と植生の推移を比較した。なお、実験開始時は、処理区および無処理区ともに、実験圃場に生育していた植物の地上部は、草刈り機によって刈り取った。

その結果、無処理区では相変わらずセイタカアワダチソウが優占する植生が維持されたのに対して、塩化アルミニウム処理区ではセイタカアワダチソウは2年以上にわたって被度が非常に低く抑えられ、代わりに在来植物であるチガヤが優占する植生が成立した(図-2)。また、実験期間中に観察された在来植物の出現種数は、無処理区では22種であったのに対して、処理区

では31種であった。一方、外来植物の出現種数は、いずれの区でも7種と同数であったものの、無処理区では外来植物が大きく生育したため、無処理区におけるバイオマスは外来植物：在来植物で41:59であった。これに対して処理区では、外来植物：在来植物は2:98となり、圧倒的に在来植物が優占する植生となった。このように、処理区では、外来植物の蔓延が防がれ、在来植物の生育にとって好ましい環境が誘導できたと考えられる。実際、この野外試験における処理区を目で見ると、背の高いセイタカアワダチソウに囲まれながらも、塩化アルミニウムを処理した場所だけが背の低いチガヤによって優占されている様子が観察され、またこのような状況が2年以上にわたって安定的に持続されている様子から、土壤環境が植生におよぼす影響の大きさが数字以上に実感できる。

セイタカアワダチソウが教えてくれること：

上記の野外実験は、どのような植生タイプが出現するかを決めるうえで土壤環境が重要な要因になっていることを証明している。また、塩化アルミニウムによる土壤特性の改変は、セイタカアワダチソウのような外来植物が優占する植生をチガヤのような在来植物が優占する植生に誘導するための有効な技術になりうるだろう。このような技術は、国立公園のような生物多様性の保全上重要な場所だけではなく、農地周辺の生産現場でもニーズが増してきていると思われる。実際、この技術に関して問い合わせをいただくことが非常に多い。

しかし、セイタカアワダチソウが自然に衰退して、在来植物が自然に戻ってくるような土壤環境は、一見理想的に思えるが、実は農地における農作物の生産性の見地から考えると理想と

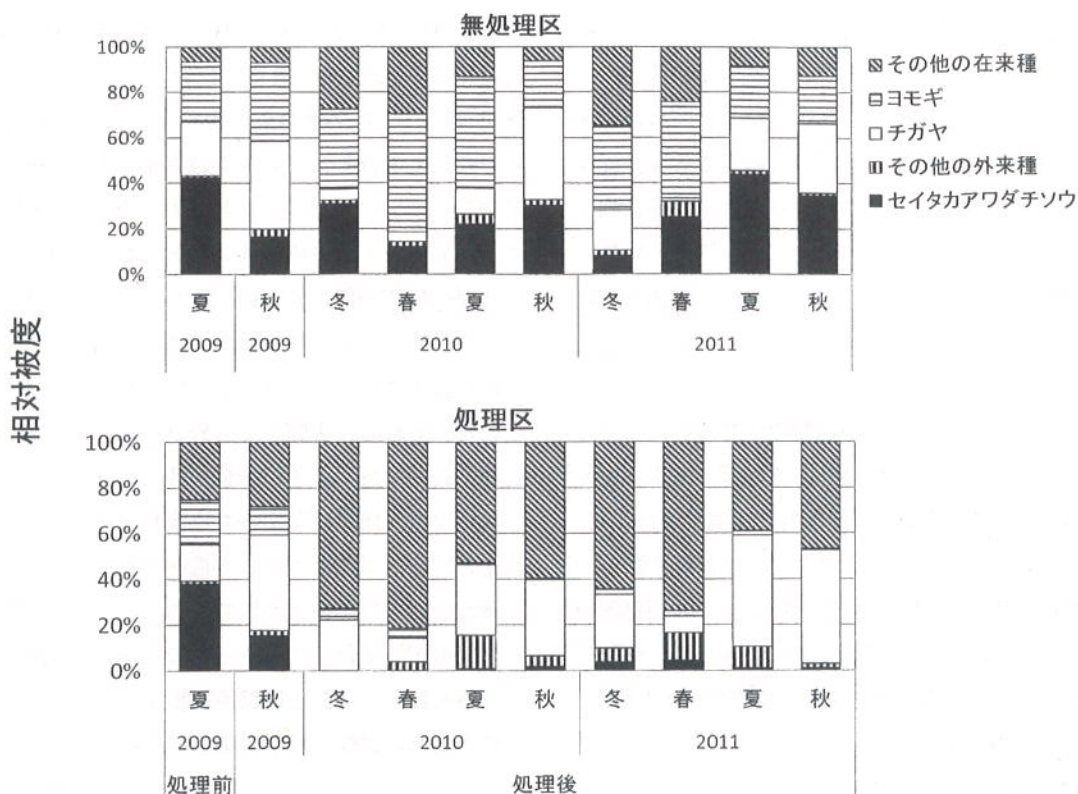


図-2 野外圃場におけるセイタカアワダチソウの抑草実験結果。2009年夏に、処理区・無処理区ともに地上部を刈り取り、処理区では塩化アルミニウム6水和物を処理し、無処理区では何も処理せず、その後の植生の推移を調査した。2009年夏のデータは、刈り取り前のもの。

は逆の状態に土壤環境を変えることである点に注意していただきたい。すなわち、農作物の生産性の観点からは、富栄養的でかつアルミニウムイオンによる生育障害が発生しないような弱酸性～中性の土壤が理想的であるが、セイタカアワダチソウが蔓延しやすいのはまさにこのような土壤環境であり、逆にセイタカアワダチソウが生育しにくいように土壤環境を変えようことは、多くの場合農作物の生産性も低下するということを意味している。つまり、セイタカアワダチソウは、多くの農作物に近い土壤環境適性を持っており、私たちが農作物の生産性を向上させるために改良した土壤を選んで蔓延していると考えられる。実際、セイタカアワダ

チソウは、葉の中に含まれる窒素およびリン酸の含量がいずれもミツバツチグリなどよりも高く、したがって体内の養分要求量は大きい植物であると考えられる。また、土壤が酸性になると極端に生育が悪くなる植物であることもわかっている。

これらの特性から判断すると、セイタカアワダチソウは日本の自然の土壤環境には適応しておらず、国内では弱い植物であるはずだと考えられる。にもかかわらず、あちこちで蔓延し問題となっているのは、セイタカアワダチソウが危険な性質を持っているからではなく、本来セイタカアワダチソウが蔓延できないような環境だったものを、セイタカアワダチソウが蔓延す

るような環境に私たちが変えてしまったことに原因があるように思われる。日本では、農地から農作物として持ち出す窒素やリンの量の何倍もの量の窒素やリンを毎年農地内に投入し続けている。その投入量は、農業生産のために必要だから投入されているわけでは必ずしもなく、慣行的に投入し続けられているケースも多い。その影響で、農地ばかりではなく、農地周辺も土壤環境が改変され、セイタカアワダチソウが蔓延する事態を招いているケースもあると考えられる。近年は、肥料価格の高騰もあり、農地に投入する肥料成分量の低減が図られているところではあるが、家畜を飼育するための穀物飼料はほとんどが海外からの輸入に頼っていることもあり、日本全体として見ると窒素およびリンは依然として流入過剰の状態にある。

このような事情から、著者らは塩化アルミニウムをどんどん撒いてセイタカアワダチソウを衰退させて欲しいとは思っていない。見直すべき点は、窒素、リン、石灰など肥料や土壤改良資材の日本における使い方や、その管理方法などではないかと思っている。セイタカアワダチソウは、もちろん好ましい植物であるとは思わないが、蔓延する原因を私たち人間の活動がつくっており、それに反応して蔓延しているだけであるならば、悪者として防除の対象となっているセイタカアワダチソウはむしろ哀れな存在であるように思われる。セイタカアワダチソウが蔓延していたら、農地以外の土壤に対しても富栄養化などをもたらした私たちの活動そのものを見直すべきなのかもしれない。

謝辞：

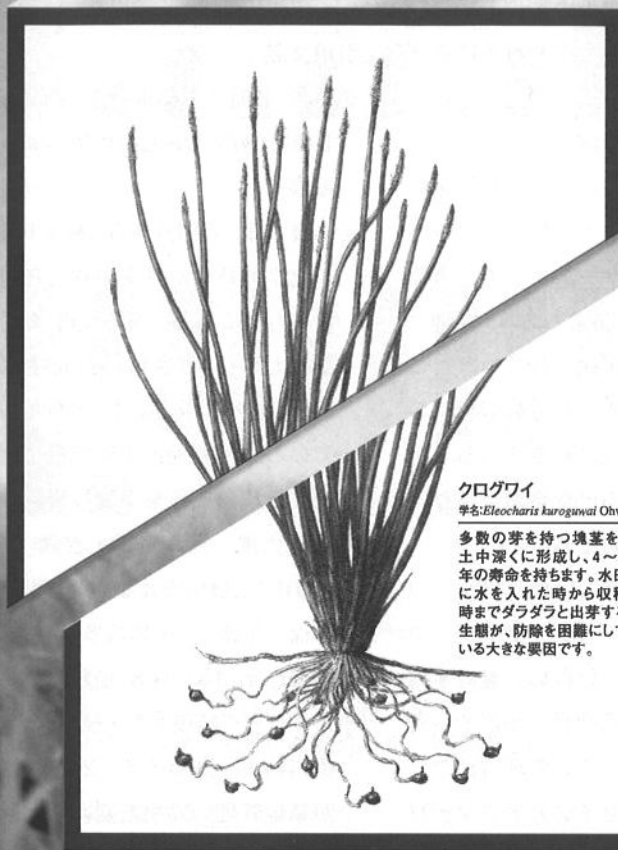
この記事の中で紹介した研究の一部は、環境省・環境研究総合推進費「野草類の土壤環境適

性の解明と再生技術の開発」(H22～24)の予算により行われたものであり、ここに謝意を表します。

引用文献：

- 藤原俊六郎・安西徹郎・小川吉雄・加藤哲郎(編). 1998. 新版土壤肥料用語辞典. 農山漁村文化協会.
- 平舘俊太郎・森田沙綾香・楠本良延. 2008. 土壤の化学的特性が外来植物と在来植物の住み分けに与える影響. 農業技術, 63(10), 469-474.
- 平舘俊太郎・楠本良延・森田沙綾香. 2009. 外来植物の侵入は土壌pHと有効態リン酸に関連している. 平成20年度研究成果情報(第25集), 独立行政法人農業環境技術研究所, 30-31.
- 平舘俊太郎・楠本良延・吉武 啓・馬場友希. 2010. 土壌が支える生物多様性. 身近な自然の保全生態学: 生物の多様性を知る(根本正之編著), p. 131-148, 培風館.
- 小柳知代・平舘俊太郎・楠本良延・森田沙綾香・横川昌史・高橋佳孝. 2012. 土壌pHの違いが草地管理の効果を変える: 阿蘇牧野の野焼き・採草型半自然草地を事例に. 日本生態学会第59回全国大会, I1-09.
- Kusumoto, Y., Koyanagi, T., Morita, S., Hiradate, S., Shirakawa, K., Inoue, M., Yokogawa, M., Chibu, T., Ohta, Y., Tsutsumi, M., Takahashi, Y., and Ishikawa, S. 2012. The relation between species diversity of semi-natural grassland and chemical property of soil in Shiozuka plateau, Japan. 日本生態学会第59回全国大会, P3-174J.
- 日本土壤肥料学会(編). 1996. 低pH土壌と植物. 博友社.

クログワイの悩み、ス。パツと解決。



クログワイ

学名: *Eleocharis kuroguwai* Ohwi

多数の芽を持つ塊茎を、土中深くに形成し、4～5年の寿命を持ちます。水田に水を入れた時から収穫時までダラダラと出芽する生態が、防除を困難にしている大きな要因です。

適用拡大で
さらに
使いやすく!

初期剤との体系で、クログワイもしっかり防除。
一発剤よりも遅い時期の散布で、徹底的にたたきます。

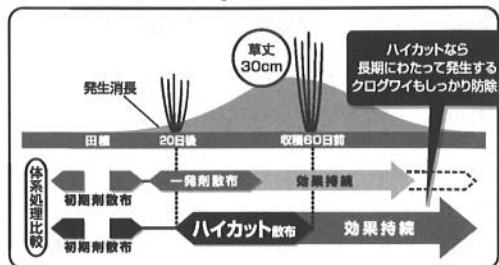
水稲用除草剤

ハイカット®

1キロ粒剤

- ノビエの3.5葉期まで防除
- SU抵抗性雑草にも有効 ●難防除雑草に卓効

【クログワイ防除の体系処理比較】



①は日産化学工業(株)の登録商標

★日産化学工業株式会社 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-7-1 (興和一橋ビル) TEL 03 (3296) 8141 <http://www.nissan-agro.net/>

種子食昆虫による雑草種子の低減効果

静岡県農林技術研究所 市原 実

はじめに

雑草の植物体から地表に散布された種子は、その多くが種子食生物の捕食によって失われていることが、近年の研究で明らかになってきた (Westerman et al., 2003; 2005; Ichihara et al., 2011)。ゴミムシ類やコオロギ類などの種子食昆虫類 (図-1)、ミミズ類、ナメクジ類、げっ歯類、鳥類など、農地に生息する多くの生物が雑草種子を捕食する (Evans et al., 2011; 山下, 2011)。雑草にとって種子生産は、世代交代や分布拡大、個体群の増減に関わる重要な過程であり、種子捕食の強度によっては雑草個体群が強く抑制される (Zhang et al., 1997; Westerman et al., 2005)。そのため種子捕食は、雑草の生物的防除手段として、総合的雑草管理(IWM: Integrated Weed Management)における利用が期待されている

(Westerman et al., 2003; 2005; 浅井, 2011; Ichihara et al., 2011; 山下, 2011)。

種子捕食を雑草の生物的防除に適用するためには、種子食者による雑草種子の低減効果や、雑草の個体群動態への影響を明らかにする必要がある。さらに、種子捕食の効果を高めるためには、農地の種子食者を保全することが重要である。このような、雑草管理の観点からの種子捕食の研究は、主に欧米諸国で進展しつつある (Menalled et al., 2000; Westerman et al., 2003; 2005)。一方、アジア地域での研究は極めて少ないが、最近では日本でも、種子食者による雑草種子の低減効果を評価する取り組みが始まった (Ichihara et al., 2011; 山下, 2011)。日本の農地では、ゴミムシ類やコオロギ類などの種子食昆虫類、げっ歯類および鳥類が主な種子捕食者である (Ichihara

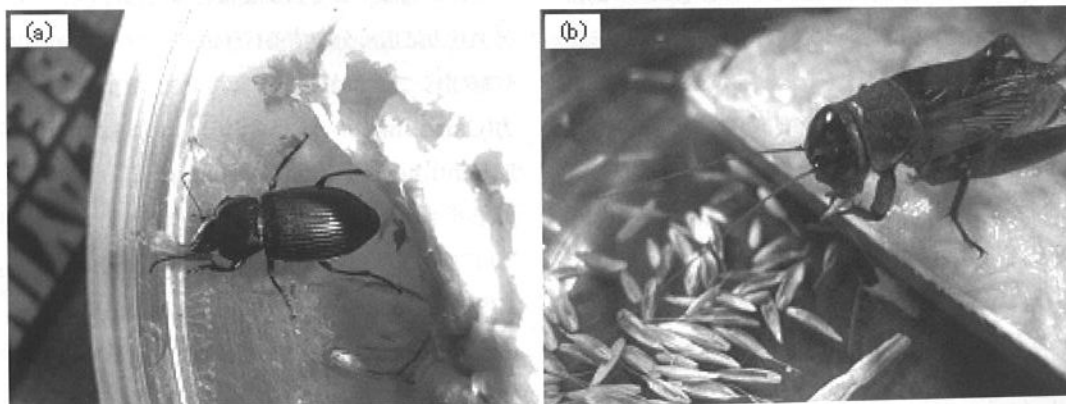


図-1 外来雑草ネズミムギの種子を捕食する (a) ゴミムシ類と、(b) エンマコオロギ

et al., 2011)。これらの中でも、特にゴミムシ類やコオロギ類は農地に多く生息し、またげっ歯類や鳥類と比べ、作物等に対する害が生じにくいいため、IWMにおける生物的防除資材として有用と考えられる。

本稿では、(1) 日本の農地における重要な種子食昆虫であるゴミムシ類とコオロギ類について解説し、(2) 種子食昆虫による雑草種子の低減効果についての国内外の研究を紹介する。さらに、(3) 種子食昆虫の保全における圃場周辺環境の重要性について述べる。

1. 農地の重要な種子食昆虫

(1) ゴミムシ類

ゴミムシ類は地表徘徊性の甲虫であり、一部の種が雑草種子を捕食する。欧米の温帯地域の農地では、ゴミムシ類が最も重要な種子食昆虫とされており、雑草管理の観点からゴミムシ類を対象とした研究が進展している。欧米の農地における種子食ゴミムシ類は、*Harpalus*属や*Amara*属が優占することが多い(山下, 2011)。これらのゴミムシ類は、種子の物理的(大きさ、硬さなど)・化学的(栄養価など)特性により選好性の違いがあるものの、様々な雑草種の種子を幅広く捕食する(Honek et al., 2003; Lundgren and Rosentrater, 2007)。Bohan et al. (2011)は、イギリス全土の257圃場における調査データを解析し、ゴミムシ類が農地の雑草埋土種子の制御に関与していることを明らかにした。

日本でのゴミムシ類の種子捕食についての知見はまだ少ないが、静岡県の水田転換コムギ圃場では、クロゴモクムシ(*Harpalus niigatanus*)、ウシアカクロゴモクムシ(*Harpalus sinicus*)、ツヤアオゴモクムシ(*Harpalus chalcatus*)、ホシボシゴミムシ(*Anisodactylus punctatipennis*)、ゴミ

ムシ(*Anisodactylus signatus*)が生息しており(Ichihara et al., 2011)、これらはネズミムギ(*Lolium multiflorum*)やシロザ(*Chenopodium album*)など複数の雑草種の種子を捕食することが確認されている(Ichihara et al., 2011; 山下, 2011)。畑地以外にも、水田畦畔(李ら, 2008)や休耕地(Yamazaki et al., 2003)に、*Harpalus*属、*Amara*属、*Anisodactylus*属が多く生息する。

ゴミムシ類は繁殖時期によって、春繁殖型と秋繁殖型の2タイプに分類される。春から初夏に繁殖する春繁殖型ゴミムシと、夏から秋に繁殖する秋繁殖型ゴミムシは、それぞれこの時期に種子の捕食数が増加する(Honek et al., 2006)。春から初夏に散布される冬雑草の種子と夏から秋に散布される夏雑草の種子は、それぞれ春繁殖型ゴミムシと秋繁殖型ゴミムシによる捕食を受けると考えられる。

(2) コオロギ類

コオロギ類はゴミムシ類よりも体長が大きく、雑草種子の採食能力が極めて高い(Carmona et al., 1999; Lundgren and Rosentrater, 2007; White et al., 2007)。コオロギ類の種子捕食についての研究は、ゴミムシ類ほど多くはないが、北アメリカに広く分布する*Gryllus pennsylvanicus*(フタホシコオロギ属)については、種子の採食能力(Carmona et al., 1999; Lundgren and Rosentrater, 2007; White et al., 2007)や雑草の出芽への影響(Brust, 1994; White et al., 2007)、圃場における個体群密度(Carmona et al., 1999; O'Rourke et al., 2006)などが調査されている。*G. pennsylvanicus*は、種子の特性によって選好性の違いがあるものの、アキノエノコログサ(*Setaria faberi*)やオニメヒシバ(*Digitaria*

sanguinalis), シロザなど, 様々な雑草種の種子を幅広く捕食する(Carmona et al., 1999; Lundgren and Rosentrater, 2007; White et al., 2007)。アメリカ・アイオワ州のトウモロコシ・ダイズ輪作圃場では, *G. pennsylvanicus* が種子食昆虫類の中で優占しており, アキノエノコログサ種子の低減に最も貢献していた(O'Rourke et al., 2006)。また, コオロギ類は植物種子のみでなく, 昆虫なども捕食する広食性捕食者である(Bechinski et al., 1983; Burgess and Hinks, 1987)。そのため, 雑草種子が存在しなくとも昆虫などの代替餌が存在すれば, コオロギ類は個体群を維持できると考えられ, 雑草の侵入抑制にも貢献するであろう。

日本の農地には, エンマコオロギ(*Teleogryllus emma*)やハラオカメコオロギ(*Loxoblemmus campestris*), ツツレサセコオロギ(*Velarifictorus micado*)など多種のコオロギ類が生息している。それらの多くは夏から秋に成虫が出現するため, メヒシバ(*Digitaria ciliaris*)やシロザなど同時期に種子を散布する夏雑草は, その種子捕食の影響を受けやすいと考えられる。また, 春から初夏に散布される冬雑草の種子でも, 夏期に地表面に残存しているものは, コオロギ類の捕食を受けるであろう。エンマコオロギは, シロザ(山下, 2011)やネズミムギ(Ichihara et al., 2011)など複数の雑草種の種子を捕食することが確認されている。

コオロギ類は水田畦畔にも生息している。水田の落水後には, コオロギ類が畦畔から水田内部に侵入し, 水田の強害雑草であるイヌビエ(*Echinochloa crus-galli* var. *crus-galli*)の種子を捕食する(市原, 未発表)。そのためコオロギ類は, 水田内の雑草種子低減にも貢献する可能性がある。コオロギ類は野菜畑では作物に加

害することがあるが, 水田地域では雑草の生物防除資材として有用と考えられる。

2. 種子食昆虫による雑草種子の低減効果

(1) 欧米の農地における研究

種子食者による雑草種子の低減効果を評価するためには, 種子散布と種子捕食の季節消長を把握し, 植物体から散布された種子のうち何割が捕食されるのかを推定する必要がある。Westerman et al. (2003)は, オランダのコムギ圃場に優占する雑草10数種について, 散布種子数と種子捕食率の季節消長を調査した。その結果, 散布後の雑草種子の32~70%が, 種子捕食によって失われていることが示された。ここでの種子捕食者はげっ歯類とゴミムシ類であり, 一部の調査圃場ではゴミムシ類が主捕食者であった。

さらにWesterman et al. (2005)は, 種子捕食が雑草の個体群動態に及ぼす影響を定量した。アメリカ・アイオワ州の2年輪作体系(トウモロコシ・ダイズ)と4年輪作体系(トウモロコシ・ダイズ・ライコムギ・アルファルファ混作—アルファルファ)の圃場において, アオイ科雑草イチビ(*Abutilon theophrasti*)の生活史データ(埋土種子数, 出芽率, 実生生存率, 散布種子数, 種子捕食率など)を収集し, 個体群動態モデルにより, イチビ埋土種子量の20年間の推移をシミュレートした。その結果, 4年輪作ではコオロギ類やゴミムシ類などによる種子捕食率が高く, その高い捕食圧がイチビ個体群を安定的に抑制することが示された。なお4年輪作で種子捕食が強化されるのは, ライコムギやアルファルファが種子食者に好適な生息環境をもたらすためである。これらの結果から, 種子捕食は雑草の生物防除手段の一つとなりうることを示された。

種子食昆虫は, 農地の雑草の群集構造にも影響

しうる。Brust (1994)は、複数の雑草種の種子を播種した区画に、ゴミムシ類とコオロギ類(*G. pennsylvanicus*)を放飼し、各草種の出芽や生長に及ぼす影響を調査した。その結果、これらの種子食昆虫は、イネ科雑草の種子よりも広葉雑草の種子を好んで捕食し、広葉雑草の競争力を低下させることが示された。実際、これらの種子食昆虫の多く生息する圃場では、広葉雑草が少なかった(Brust, 1994)。日本に生息するゴミムシ類やコオロギ類についても、種子選好性や出芽への影響を明らかにすることにより、雑草群集への影響を予測できるかもしれない。

(2) 日本の農地における研究

日本の農地においても近年、種子食者による雑草種子の低減効果を評価する取り組みが始まった。本州以南のコムギ圃場では、外来雑草ネズミムギの蔓延による被害が顕在化しており、除草剤のみによる防除が困難であることから、IWMの構築が求められている(浅井・與語, 2005)。そのためには、ネズミムギの個体群動態の解明や、個体群の抑制要因についての詳細な理解が必要である。そこでIchihara et al. (2011)は、静岡県内の水田転換コムギ圃場において、ネズミムギ種子散布後(コムギ収穫後)の種子捕食率の季節消長を調査し、散布後種子の捕食率を推定した。その結果、圃場内では散布後種子の35~43%が、畦畔では42%が、捕食によって失われることが示された(表-1)。種子捕食者は、圃場内部では昆虫類(コオロギ類, ゴミムシ類), げっ歯類および鳥類, 畦畔では主に昆虫類(コオロギ類, ゴミムシ類)であった。本研究より、日本の水田転換コムギ圃場においても、種子捕食は雑草埋土種子の重要な減少要因の一つであると考えられた。

しかし本調査圃場では、種子捕食がネズミムギ

個体群を強く抑制するには至らないと考えられた(Ichihara et al., 2011)。調査圃場におけるネズミムギ種子散布後の埋土種子密度は4000~5000 m⁻²と極めて高く(市原ら, 2010), そのうち40%程度が捕食されたとしても2400~3000 m⁻²と高密度で存在することとなる。実際、調査翌年のネズミムギの発生程度は、前年とほぼ同じであった。ネズミムギ個体群の抑制のためには、さらに高い割合の種子が捕食される必要がある。この調査圃場は、圃場整備された大規模農業地域に位置しており、種子食昆虫の重要な生息地となる畦畔面積が小さく、さらに降雨により圃場内が湛水しやすい水田転換圃場であったため、種子食昆虫の生息には不適と考えられた(Ichihara et al., 2011)。圃場の環境条件や立地環境によっては、種子捕食率が本研究結果よりもさらに高い可能性がある。

3. 種子食昆虫の保全における圃場周辺環境の重要性

種子食昆虫による雑草種子の捕食は、農地の在来生物が人間にもたらす恵み(生態系サービス)の一つと捉えることができる。この“種子捕食サービス”を維持、向上させるためには、農地の種子食昆虫を保全することが必要である。圃場周辺部の畦畔草地や休耕地は、ゴミムシ類やコオロギ類の重要な生息地であり、農地の種子食昆虫を支持するうえで重要な役割を果たしている。そのため、農業地域における畦畔草地・休耕地の割合や、これらの形状、空間的な配置が、圃場内の種子捕食に大きく影響するであろう。アメリカ・ミシガン州のトウモロコシ圃場では、農地の景観構造によって圃場内の種子捕食率が変動することが示されている(Menalled et al., 2000)。一方、農地の多くを水田が占めるアジア地域においては、

表-1 水田転換コムギ圃場の内部と畦畔における外来雑草ネズミムギの散布後種子捕食率(%)

種子捕食者	2006		2007	
	圃場内部	畦畔	圃場内部	畦畔
昆虫類+げっ歯類+鳥類	43	-	35	42
昆虫類	34	-	13	33

Ichihara et al. (2011) を改変。上段は昆虫類(コオロギ類, ゴミムシ類), げっ歯類および鳥類による種子捕食率, 下段は昆虫類(コオロギ類, ゴミムシ類)のみによる種子捕食率を示している。

景観構造と種子捕食の関係についての研究はなく、今後、定量的な評価を行う必要がある。

農地の種子食昆虫を保全するためには、重要な生息地である圃場周辺部を適切に管理することが必要である。圃場周辺部の植生管理は、高強度の草刈りや非選択性除草剤の利用が一般的である。しかし、種子食昆虫は攪乱の少ない、植生に被覆された環境を好むと考えられる。近年では、畦畔の草刈り高を通常よりもやや高めることで、斑点米カメムシ類の発生源となるイネ科雑草を抑制する新たな草刈り技術(高草刈り)(稲垣ら, 2012)や、雑草を枯死させずに生育を抑制することで畦畔の裸地化を防ぐ抑草剤が開発されている。これらの攪乱の少ない植生管理技術が種子食昆虫に及ぼす影響を評価することにより、種子食昆虫の保全にも有効な管理技術を見いだせる可能性がある。

一方、中山間地など農家の高齢化が深刻な地域では、畦畔など圃場周辺部の管理が困難になりつつある。このような地域では、農家高齢化への対応と生態系サービスの確保を両立できる畦畔管理を行うことが必要であろう。農家高齢化に対応した畦畔の省力的管理技術の一つとして、近年ではカバープランツ(ヒメイワダレソウやシバザクラなど)の植栽が注目されており、雑草抑制や土壌侵食防止などの効果が期待されている(大谷ら, 2007)。カバープランツの植栽畦畔では、草

刈りや除草剤などの攪乱が少ないため、種子食昆虫が増加する可能性がある。実際、ヒメイワダレソウやシバザクラの植栽畦畔では、コオロギ類の個体群密度や種子捕食率が高いことが確認されている(市原, 未発表)。圃場周辺部の省力的管理の必要とされる地域では、今後カバープランツの導入が進むことが予想されるため、種子食昆虫への影響を明らかにしておく必要もあるだろう。

おわりに

近年では、農地生態系の劣化が国内外で深刻な問題となっており、生態系を重視した持続的農業の再構築が求められている。農地生態系は、種子食者による雑草種子捕食や、天敵による害虫捕食、送粉者による作物授粉など、様々な生態系サービスを提供している。欧米諸国では、農地の生態系サービスの評価や利用、保全についての研究が進展しつつあるが、日本を含むアジア地域での取り組みはまだ少ない。農地生態系のもたらすこれらのサービスを適正に評価し、その利用や保全手法を考えていくことは、生態系を重視した持続的農業の再構築に必須であり、さらに農地生態系の保全と再生を前進させるだろう。

引用文献

浅井元朗, 與語靖洋, 2005. 関東・東海地域の麦作圃場におけるカラスムギ, ネズミムギの発生

- 実態とその背景. 雑草研究 50, 73-81.
- 浅井元朗, 2011. 雑草の個体群動態予測モデルと耕地生態系の生物間相互作用: IWMからIPM, IBMへ. 雑草研究 56, 191-196.
- Bechinski, E.J., Bechinski, J.F., Pedigo, L.P., 1983. Survivorship of experimental green cloverworm (Lepidoptera: Noctuidae) pupal cohorts in soybeans. Environ. Entomol. 12, 662-668.
- Bohan, D.A., Boursault, A., Brooks, D.R., Petit, S., 2011. National-scale regulation of the weed seedbank by carabid predators. J. Appl. Ecol. 48, 888-898.
- Brust, G.E., 1994. Seed-predators reduce broadleaf weed growth and competitive ability. Agric. Ecosyst. Environ. 48, 27-34.
- Burgess, L., Hinks, C.F., 1987. Predation on adults of the crucifer flea beetle, *Phyllotreta cruciferae* (Goeze), by the northern fall field cricket, *Gryllus pennsylvanicus* Burmeister (Orthoptera: Gryllidae). Can. Entomol. 119, 495-496.
- Carmona, D.M., Menalled, F.D., Landis, D.A., 1999. *Gryllus pennsylvanicus* (Orthoptera: Gryllidae): laboratory weed seed predation and within field activity-density. J. Econ. Entomol. 92, 825-829.
- Evans, D.M., Pocock, M.J.O., Brooks, J., Memmott, J., 2011. Seeds in farmland food-webs: Resource importance, distribution and the impacts of farm management. Biol. Conserv. 144, 2941-2950.
- Honek, A., Martinkova, Z., Jarosik, V., 2003. Ground beetles (Carabidae) as seed predators. Eur. J. Entomol. 100, 531-544.
- Honek, A., Saska, P., Martinkova, Z., 2006. Seasonal variation in seed predation by adult carabid beetles. Entomol. Exp. Appl. 118, 157-162.
- 市原 実, 山下雅幸, 澤田 均, 石田義樹, 稲垣榮洋, 木田揚一, 浅井元朗, 2010. コムギ・ダイズ連作圃場における外来雑草ネズミムギ (*Lolium multiflorum* Lam.) の埋土種子動態と出芽動態—耕起体系と不耕起体系の比較. 雑草研究 55, 16-25.
- Ichihara, M., Maruyama, K., Yamashita, M., Sawada, H., Inagaki, H., Ishida, Y., Asai, M., 2011. Quantifying the ecosystem service of non-native weed seed predation provided by invertebrates and vertebrates in upland wheat fields converted from paddy fields. Agric. Ecosyst. Environ. 140, 191-198.
- 稲垣榮洋, 丹野夕輝, 山下雅幸, 済木千恵子, 松野和夫, 市原 実, 2012. 高刈りによるイネ科雑草と斑点米カメムシの抑制. 農業技術体系作物編追録 33, 農文協, 東京, p.1077-1081.

- 李 哲敏, 長井良浩, 広渡俊哉, 石谷正字, 石井実, 2008. 圃場整備による水田畦畔のゴミムシ類群集の変化. 昆虫と自然 43, 6-10.
- Lundgren, J.G., Rosentrater, K.A., 2007. The strength of seeds and their destruction by granivorous insects. *Arthropod Plant Interact.* 1, 93-99.
- Menalled, F.D., Marino, P.C., Renner, K.A., Landis, D.A., 2000. Post-dispersal weed seed predation in Michigan crop fields as a function of agricultural landscape structure. *Agric. Ecosyst. Environ.* 77, 193-202.
- O' Rourke, M.E., Heggenstaller, A.H., Liebman, M., Rice, M.E., 2006. Post-dispersal weed seed predation by invertebrates in conventional and low-external-input crop rotation systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 116, 280-288.
- 大谷一郎, 渡辺 修, 伏見昭秀, 2007. 畦畔法面への利用を前提としたグラウンドカバープランツの生育および土壌保全機能と植栽斜面方位との関係. 近中四農研報 6, 39-53.
- Westerman, P.R., Wes, J.S., Kropff, M.J., van der Werf, W., 2003. Annual losses of weed seeds due to predation in organic cereal fields. *J. Appl. Ecol.* 40, 824-836.
- Westerman, P.R., Liebman, M., Menalled, F.D., Heggenstaller, A.H., Hartzler, R.G., Dixon, P.M., 2005. Are many little hammers effective? Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) population dynamics in two- and four-year crop rotation systems. *Weed Sci.* 53, 382-392.
- White, S.S., Renner, K.A., Menalled, F.D., Landis, D.A., 2007. Feeding preferences of weed seed predators and effect on weed emergence. *Weed Sci.* 55, 606-612.
- 山下伸夫, 2011. 無脊椎動物による畑地雑草の種子損耗とその雑草管理への利用性. 雑草研究 56, 182-190.
- Yamazaki, K., Sugiura, S., Kawamura, K., 2003. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and other insect predators overwintering in arable and fallow fields in central Japan. *Appl. Entomol. Zool.* 38, 449-459.
- Zhang, J., Drummond, F.A., Liebman, M., Hartke, A., 1997. Insect predation of seeds and plant population dynamics. *MAFES Tech. Bull.* 163: 32pp.

植物成長調整剤

花類の節間伸長抑制に

ビーナイン®
(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® 液剤
(メピコートクロリド)

除草剤

だいず・とうもろこし・
キャベツ畑の除草剤

フィールドスター® 乳剤
(ジメテナミド)

スズメノカタビラを含む
イネ科雑草の防除に
全面茎葉処理型除草剤

ホーネスト® 乳剤
(テブラロキシジム)

イネ科雑草の除草に。

生育期処理
除草剤

ナブ® 乳剤 (セトキシジム)

だいず・ばれいしょ・てんさいは
8葉期まで使用できます。

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/>



協和発酵バイオの
農薬です

植物成長調整剤

ジベレリン協和 粉末・錠剤・液剤
ジベレリン協和 パスト
フルメット® 液剤

協和発酵バイオ株式会社

〒100-8185 東京都千代田区大手町1-6-1

TEL.03-3282-0083

<http://www.kyowahakko-bio.co.jp/products/agrochemical/>

レタスの抽台とジベレリン合成

(独)農業・食品産業技術総合研究機構
野菜茶業研究所 福田真知子

キク科の葉物野菜であるレタスは、主に生食用として世界中で栽培されている、重要な野菜のひとつである。通常収穫、消費されるのは栄養生長相の個体であるが、そのまま収穫されないと生殖生長相へ転換する。この生殖生長相への転換は高温により引き起こされるといわれており(Thompson.H.C and Knott.J.K. 1933), 茎頂は花芽分化し、茎が急激に伸長したのち、花を咲かせる。この花芽分化を伴って花茎が伸長することを「抽台」と呼ぶ。昨今の異常気象や、将来的な地球温暖化の進行による気温上昇により、レタス栽培における抽台株の発生や抽台に伴う変形球の発生が多発することが強く懸念されている。収量や品質低下を伴うこの抽台は、一部地域ですでに問題となっている。現在は品種、栽培地の選択により抽台を回避しているが、抽台がより遅い(晩抽性)品種の育成と抽台機構の解明が求められているところである。

植物ホルモンのひとつであるジベレリン(GA)は、その生理作用として休眠打破、伸長生長促進、花芽分化促進等が知られており、抽台への関与も報告されている。GAの生合成経路については、いくつかの植物で明らかにされている(Yamaguchi 2008)(図-1)。GAの生合成を触媒する酵素はその性質から、テルペンサイクラーゼ、チトクロムP450、2-オキシグルタル酸依存ジオキシゲナーゼの3つに分類される。

最後のグループには、生合成酵素としてGA-20位水酸化酵素(GA 20-oxidase)、GA-3位水酸化酵素(GA 3-oxidase)、不活化酵素としてGA-2位水酸化酵素(GA 2-oxidase)があり、それぞれはジーンファミリーを形成している。シロイヌナズナにおいて単離されている酵素遺伝子の過剰発現体の解析によると、テルペンサイクラーゼをコードしている遺伝子の過剰発現体では、代謝物は確認されるものの植物の表現型としての変化は見いだされなかったのに対し(Fleet et al. 2003), 2-オキシグルタル酸依存ジオキシ

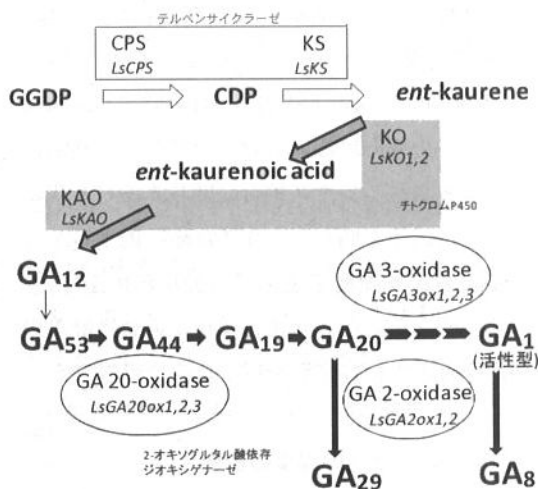


図-1 レタスにおけるGA代謝経路

図中酵素のうち、CPS、KSはテルペンサイクラーゼに属し、KO、KAOはチトクロムP450、GA 20-oxidase、GA 3-oxidase、GA 2-oxidaseは2-オキシグルタル酸依存ジオキシゲナーゼに属する。レタスにおいては、GA₁が活性型GAである。

ゲナーゼをコードする遺伝子の過剰発現体では、GA 過剰や GA 欠損の表現型が観察されたことから (Dijkstra et al. 2008; Huang et al. 1998), 内生 GA の調節には生合成経路の下流に位置する 2-オキソグルタル酸依存ジオキシゲナーゼが強く関与していることが示唆されている。レタスにおいては、これらの GA 関連酵素の遺伝子として、3 つの GA-20 位水酸化酵素遺伝子 (*LsGA20ox1*, *LsGA20ox2*, *LsGA20ox3*), 3 つの GA3 位水酸化酵素遺伝子 (*LsGA3ox1*, *LsGA3ox2*, *LsGA3ox3*), 2 つの GA2 位水酸化酵素遺伝子 (*LsGA2ox1*, *LsGA2ox2*) が単離されている (Nakaminami et al. 2003; Toyomasu et al. 1998)。GA 生合成の調節は、日長により抽台が誘起されるハウレンソウ (Zeevaart et al. 1993) やシロイヌナズナ (Xu et al. 1997) において、抽台時に重要な役割を担っていることが報告されており、レタスにおいても、抽台を理解する上で分子機構を明らかにすることが重要であると考えられる。レタスにおける活性型 GA である GA₁ の代謝については、種子の発芽ステージでよく調べられている (Toyomasu et al. 1992) が、抽台時の GA 調節についての報告はない。そこで私たちは高温により誘導されるレタス抽台に關与する GA 代謝のキー遺伝子を明らかにするため、内生 GA の定量と GA 代謝酵素遺伝子の発現解析を行い、さらに明らかになったキー遺伝子の該当酵素の作用阻害剤の投与試験を行ったので報告する。

1. レタス抽台への温度の影響

レタスの抽台に対する温度の影響を調査するため、昼/夜温 = 25/15°C, 14 時間日長に設定した人工気象装置内で 3 週間育苗した苗をポットに鉢上げし、引き続き 25/15°C (低温区), も

しくは 35/25°C (高温区) に移して栽培した。鉢上げ後茎長を調査したところ、高温区で生育させた個体は鉢上げ後 2~4 週間で急激に茎が伸長したが、低温区では茎は短いまま推移した (図-2)。既報のとおり (Thompson and Knott 1933), 高温によりレタスの抽台は促進された。

2. 温度条件によるレタス茎中の GA 代謝酵素遺伝子発現の変化

前述のとおり、GA 生合成に關与する酵素遺伝子はジーンファミリーを形成しており、2-オキソグルタル酸ジオキシゲナーゼにおいても各々についでホモログ (相同性の高い、複数の塩基配列) が存在する。このようなジーンファミリーに属する各遺伝子は、発達段階や組織に応じて発現調節を受けていることが知られている。レタスの茎において主に発現している GA 代謝酵素遺伝子を明らかにするため、定量 PCR により GA 生合成酵素遺伝子 (*LsGA20ox1,2,3*, *LsGA3ox1,2,3*) 及び GA 不活化酵素遺伝子 (*LsGA2ox1,2*) の発

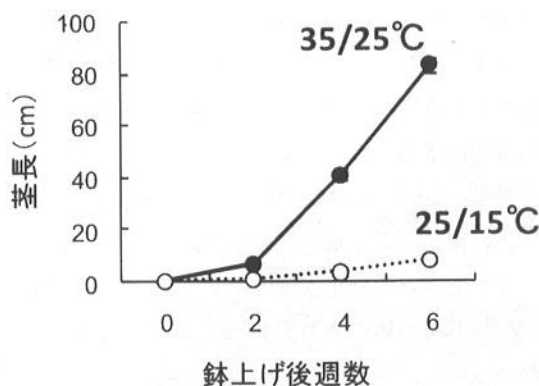


図-2 レタス抽台への温度の影響

レタスを昼/夜温 = 25/15°C, 14 時間日長で育苗し、鉢上げ後引き続き 25/15°C (○), もしくは 35/25°C (●) で生育させ、2 週間毎に茎長を調査した。エラーバーは標準偏差を示す。(n=5)

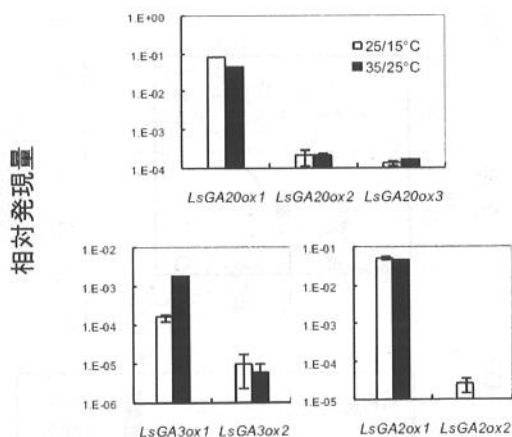


図-3 温度条件によるレタス茎中のGA代謝酵素遺伝子発現の変化

25/15°Cで育苗したレタスを、鉢上げて25/15°C (□) および35/25°C (■) で生育させた。鉢上げ2週間後の茎頂を除去した茎を収穫し、定量PCRによりGA代謝酵素遺伝子の発現解析を行った。LsGA3ox3は検出されなかった。エラーバーは標準偏差を示す。(n=3)

現解析を行った (図-3)。レタスの茎においては、高温区、低温区のどちらにおいてもGA20oxではLsGA20ox1の発現量が多く、GA3oxではLsGA3ox1の発現量が多くLsGA3ox3は検出限界以下であった。GA2oxではLsGA2ox1の発現量が多かった。

レタス茎中で主に発現している代謝酵素遺伝子の分子種が明らかになったので、次にこれら3つの遺伝子について詳細な解析を行った (図-4)。前述と同様に育苗した苗を鉢上げし、低温区および高温区で栽培した。サンプルとしたレタスの茎は、鉢上げ後毎週サンプリングし、2cm以上となった場合は先端2cm (茎上部) とそれ以下 (下部) に分けた。LsGA20ox1は茎上部において鉢上げ時に多く発現しているが、その後減少し、高温区と低温区での明確な差は見られなかった。下部においては2~4週目にかけて発現量が上昇した。LsGA3ox1は茎上部において鉢上げ後高温区で発現が顕著に増加し

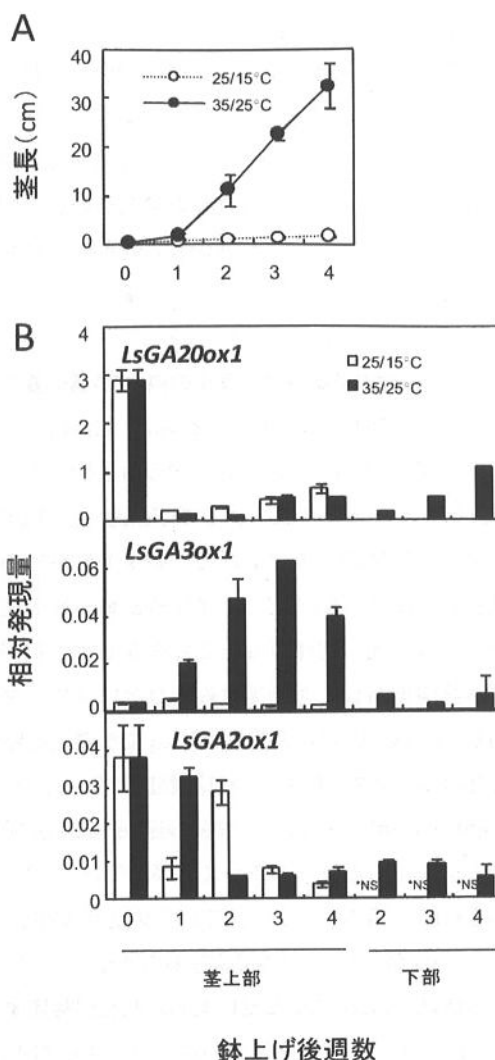


図-4 高温条件下でのGA代謝酵素遺伝子の発現量の変化

25/15°Cで育苗したレタスを鉢上げ後、25/15°Cおよび35/25°Cで生育させた。A. 茎長の変化を○ (25/15°C) および● (35/25°C) で示す。B. 発現量の変化を□ (25/15°C) および■ (35/25°C) で示す。鉢上げ後茎頂を除去した茎を毎週収穫し、上部2cm (茎上部) およびそれ以下 (下部) に分けて発現解析を行った。25/15°Cでは、鉢上げ後4週目までに茎が2cm以上伸長しないため、サンプルなし (*NS) とした。エラーバーは標準偏差を示す。(n=3)

たのに対し、低温区の発現量は低いままであった。*LsGA2ox1*は高温区と低温区で変動が見られたが、2区間での調節の違いは明確ではなかった。これらのことから、レタスが高温を受け抽台する際、GA生成酵素遺伝子のひとつである“*LsGA3ox1*”が茎伸長と連動して高発現することがわかった。

3. 温度条件によるレタス茎中の内生GA量の変化

約140種報告されているGA (<http://www.plant-hormones.info>)のうち活性のあるGAはごくわずかであり、植物種によって利用している活性型GAは異なる。レタスにおける活性型GAはGA₁であり、イネやシロイヌナズナで主に働く活性型GAであるGA₄は、レタスへ葉面散布しても効果はみられない(データ略)。GA₁の生合成経路は早期13位水酸化経路と呼ばれ、レタスにおけるこの経路はPearceら(Pearce et al. 1987)や仁木ら(Niki et al. 2001)によって報告されている。この経路では、GA₅₃からGA₄₄、GA₁₉、GA₂₀までの反応をGA20oxが、GA₂₀からGA₁への反応をGA3oxが、GA₁を不活性型GA₈にする反応をGA2oxが触媒する。図-4と同サンプルでのGA₂₀、GA₁、GA₈の内生量の変動を図-5に示す。GA₁は高温区で有意に増加し、GA₈も鉢上げ後2週目にかけて増加した。この2つのGA内生量の増加がみられたのは茎の上部であったが、GA₂₀は茎上部での増加が見られないのに対し、下部において増加が見られた。これらのことから、高温により茎上部での*LsGA3ox1*の発現が誘導され、続いてGA₁量が増加することが抽台を引き起こしていると推察された。

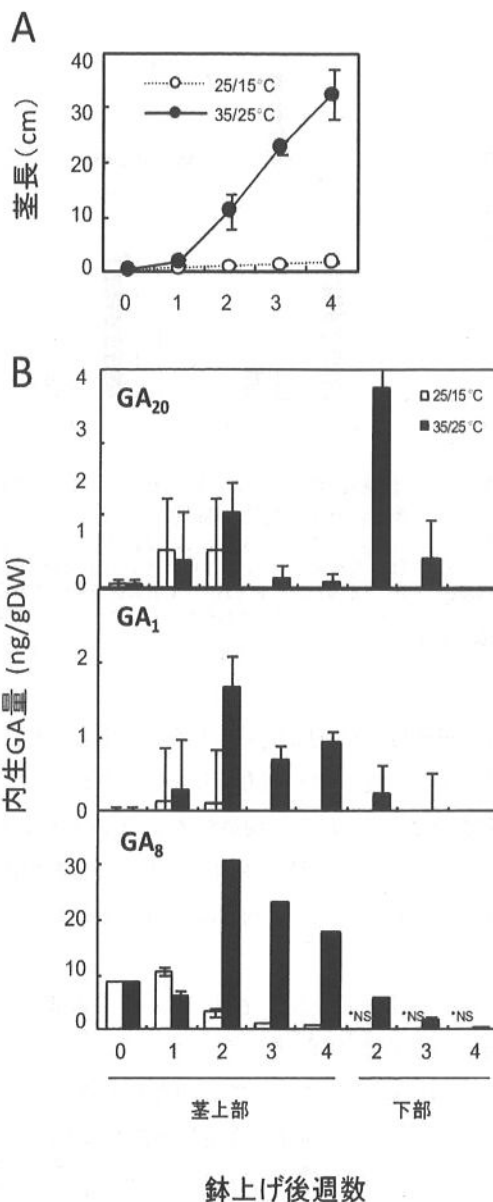


図-5 温度条件によるレタス茎中の内生GA量の変化

A. 茎長の変化を○ (25/15°C) および● (35/25°C) で示す。
B. 図4で使ったレタスサンプルから内生GA量を測定した。内生量の変化を□ (25/15°C) および■ (35/25°C) で示す。測定にはLC-MS/MSを用いた。エラーバーは標準偏差を示す。(n=2 or 3)

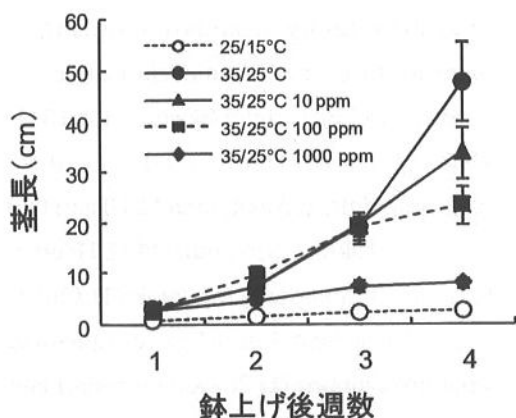


図-6 レタスの茎伸長に対するGA生合成阻害剤の効果

25/15°Cで育苗したレタスを鉢上げ後、25/15°C (○) および 35/25°C (黒色のマーカー) で生育させた。35/25°Cで生育させているレタスに、鉢上げ後から 10、100、1000ppmのプロヘキサジオンカルシウム塩溶液を、対照区には水を毎週葉面散布した。エラーバーは標準偏差を示す。(n=5~8)

4. レタスの茎伸長に対するGA生合成阻害剤の効果

レタスの抽台時に、高温によって調節を受けるGA生合成のステップはGA3oxであると考えられたので、本酵素を阻害する植調剤の効果を検討した(図-6)。剤としては、キャベツやイチゴ苗の徒長防止、ストックの開花促進やキクの花首伸長抑制において農薬登録がなされているシクロヘキサジオン系化合物のプロヘキサジオンカルシウム塩を用いた。これまでの試験と同様に、25/15°Cで3週間育苗し、鉢上げ後25/15°C(低温区)、35/25°C(高温区)で栽培した。前述のとおり、高温区のレタスは低温区のレタスに比べて茎が伸長するが、高温区の植物体に10~1000ppm濃度の葉液を毎週葉面散布したところ、低温区の茎長には及ばないものの濃度依存的に茎の伸長が抑えられた。しかし、薬剤を処理した植物体は全体的にわい化し、葉色が濃く変化した。

Wittwer と Bukovac (Wittwer.S.H. and Bukovac.M.J. 1957)やWittwerら(Wittwer.S.H. et al. 1957)は、GA処理がレタスの抽台、開花を早めることをすでに報告しており、GAがレタス茎伸長に際して何らかの重要な役割を担っており、他の植物と同様に、環境要因に応答したGAの代謝調節が行われていると考えられる。本研究の中で私たちは、レタスの茎で *LsGA20ox1*, *LsGA3ox1*, *LsGA2ox1* が高発現しており、高温条件下で急激に伸長しているレタス茎においては *LsGA3ox1* の発現量が増加することを明らかにした。シロイヌナズナやホウレンソウにおいて、GA生合成誘導(長日)条件下で発現増加するのは *At20ox1/GA5* (シロイヌナズナ)や *So20ox1* (ホウレンソウ) といった *GA20ox* であり、結果として活性型GAが増加する(Wu et al. 1996; Xu et al. 1997)。一方、高温とGA代謝の関係はVidalら(Vidal et al. 2003)による報告があり、カンキツ台木の実生の生育が高温により促進される際には *CcGA20ox1* の発現量が増加するとしている。レタスの抽台誘導(高温)条件の場合は *GA20ox* ではなく *GA3ox* (*LsGA3ox1*) の発現量が増加しており、レタスの高温抽台には、*GA3ox* の高発現による内生GA量の増加が関与していることが今回の実験により示された。また、該当酵素の阻害剤は、いくつかの品目で徒長・伸長抑制剤として農薬登録があるとおり、レタスにおいても茎伸長を抑える可能性が示唆された。しかしながら、阻害剤の効果は葉面散布によって全体に及び、これはGAが茎伸長だけでなく植物体のいたる器官で作用していることに因ると考えられる。農業的に利用可能な技術とするためには適正な処理濃度や処理時期を検討する必要があるが、将来の栽培技術開発のためには、

このような基礎的知見の集積が重要であると考えられる。

謝辞

紹介した研究遂行においては、山形大学農学部豊増知伸准教授に多大なるご指導をいただいた。また、松尾哲氏、菊地郁氏、三橋渉氏、本多一郎氏には日常の協力と有益な議論をしていただいた。ここに感謝の意を表する。研究の一部は(独)農研機構プロジェクト「気候温暖化(No.166)」により行った。

参考文献

- Dijkstra C, Adams E, Bhattacharya A, Page AF, Anthony P, Kourmpetli S, Power JB, Lowe KC, Thomas SG, Hedden P, Phillips AL, Davey MR (2008) Over-expression of a gibberellin 2-oxidase gene from *Phaseolus coccineus* L. enhances gibberellin inactivation and induces dwarfism in *Solanum* species. *Plant Cell Reports* 27: 463-470
- Fleet CM, Yamaguchi S, Hanada A, Kawaide H, David CJ, Kamiya Y, Sun TP (2003) Overexpression of AtCPS and AtKS in *Arabidopsis* confers increased ent-kaurene production but no increase in bioactive gibberellins. *Plant Physiol* 132: 830-839
- Huang S, Raman A, Ream J, Fujiwara H, Cerny R, Brown S (1998) Overexpression of 20-oxidase confers a gibberellin-overproduction phenotype in *Arabidopsis*. *Plant Physiol* 118: 773-781
- Nakaminami K, Sawada Y, Suzuki M, Kenmoku H, Kawaide H, Mitsushashi W, Sassa T, Inoue Y, Kamiya Y, Toyomasu T (2003) Deactivation of gibberellin by 2-oxidation during germination of photoblastic lettuce seeds. *Biosci Biotechnol Biochem* 67: 1551-1558
- Niki T, Nishijima T, Nakayama M, Hisamatsu T, Oyama-Okubo N, Yamazaki H, Hedden P, Lange T, Mander L, Koshioka M (2001) Production of dwarf lettuce by overexpressing a pumpkin gibberellin 20-oxidase gene. *Plant Physiol* 126: 965-972
- Pearce D, Miller A, Roberts L, Pharos R (1987) Gibberellin-Mediated Synergism of Xylogenesis in Lettuce Pith Cultures. *Plant Physiol* 84: 1121-1125
- Thompson H.C, Knott J.K. (1933) The Effect of Temperature and Photoperiod on the Growth of Lettuce. *Proceedings of American society for Horticultural science* 30: 507-509
- Toyomasu T, Kawaide H, Mitsushashi W, Inoue Y, Kamiya Y (1998) Phytochrome regulates gibberellin biosynthesis during germination of photoblastic lettuce seeds. *Plant Physiol* 118: 1517-1523
- Toyomasu T, Yamane H, Yamaguchi I, Murofushi N, Takahashi N, Inoue Y (1992) Control by light of hypocotyl elongation and levels of endogenous gibberellins in seedlings of *Lactuca sativa* L. *Plant and Cell Physiology* 33: 695-701
- Vidal A, Ben-Cheikh W, Talón M, García-Martínez J (2003) Regulation of gibberellin 20-oxidase gene expression and gibberellin content in citrus by temperature and citrus exocortis viroid. *Planta* 217: 442-448
- Wittwer S.H., Bukovac M.J. (1957) Gibberellin

Effects on Temperature and Photoperiodic Requirements for Flowering of some Plants. Science 126: 30-31

Wittwer.S.H., Bukovac.M.J., Sell.H.M., Weller.L.E. (1957) SOME EFFECTS OF GIBBERELLIN ON FLOWERING AND FRUIT SETTING. Plant Physiology 32: 39-41

Wu K, Li L, Gage D, Zeevaart J (1996) Molecular cloning and photoperiod-regulated expression of gibberellin 20-oxidase from the long-day plant spinach. Plant Physiol 110: 547-554

Xu Y, Gage D, Zeevaart J (1997) Gibberellins and stem growth in Arabidopsis thaliana. Effects of photoperiod on expression of the GA4 and GA5 loci. Plant Physiol 114: 1471-1476

Yamaguchi S (2008) Gibberellin metabolism and its regulation. Annu Rev Plant Biol 59: 225-251

Zeevaart J, Gage D, Talon M (1993) Gibberellin A1 is required for stem elongation in spinach. Proc Natl Acad Sci U S A 90: 7401-7405

きちんと。
ただしく。



農林水産省が認可している非選択性除草剤ブリグロックス®Lなら、
散布後、1日で効果が出る、3日間での効きが違う。
畦の崩れを防ぎ、散布15分後の降雨でも安定した効果。
土や水、環境にも安全な除草剤です。

作物産地のブランドを守るためにも…
**「安全な登録農薬を
正しく使いましょう。」**

「今、周辺の住民、農作物への配慮が求められています。」
農林水産省・厚生労働省・環境省・都道府県が推進する
農薬危害防止運動実施中
●農薬は必ずカギをかけて保管しましょう。●ラベルをよく読んで正しく使いましょう。

農薬をご使用の際は、ご購入先、または当社ホームページなどで最新の登録内容をご確認ください。
ホームページ www.syngenta.co.jp ®はシンジェンタ社の登録商標



農林水産省登録 第16102号





ブリグロックスL安全対策協議会：シンジェンタ ジャパン株式会社

大塚アグリテクノ株式会社

Quality & Safety

消費者・生産農家の立場に立って、安全・安心な
食糧生産や環境保護に貢献して参ります。

SDSの水稲用除草剤成分 「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！

- 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
- 新製品** ... フルイニング/ジャイブ/タンボエース1キロ粒剤
トビキリジャンボ
イッテツ(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)/ボランディアジャンボ
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)
- 非SU** ... スマート(1キロ粒剤/フロアブル)
非SU ... サンシャイン(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)
非SU ... イネキング(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)
非SU ... ピラクロエース(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
- 非SU** ... カービー1キロ粒剤
- 新製品** ... シリウスエグザ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)
シリウスいぶき(1キロ粒剤/ジャンボ/顆粒)
- 新製品** ... 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)
- 新製品** ... プレステージ1キロ粒剤
新製品 ... フォーカード1キロ粒剤
- 非SU** ... イネエース1キロ粒剤
非SU ... ウエスフロアブル
非SU ... フォーカスショットジャンボ/ブレッサフロアブル



株式会社

イスター・バイオテック

〒103-0004 東京都中央区東日本橋一丁目1番5号 ヒューリック東日本橋ビル
TEL.03-5825-5522 FAX.03-5825-5502 <http://www.sdsbio.co.jp>

身近な雑かん木 (4) クワ(ヤマグワ)とコウゾ(ヒメコウゾ)

NPO 法人自然観察大学 理事 岩瀬 徹

クワ (ヤマグワ)

かつてクワは養蚕のため広く栽培されたが、いまもその名残りと思われるものが見られ、ときどき大きく成長している。栽培クワは中国原産のマグワから改良されたものといわれるが、野生のクワ (ヤマグワ) との中間的なものもありその区別はむずかしい。

ヤマグワは高さは2～3mほどだが、ときには10mを超えることもある。林縁部や草むら、空き地などに広く生育する。よく枝を伸ばし、樹皮は灰褐色、横向きの皮目が散在し縦にひび割れ模様がある。葉は互生、縁にはやや粗い鋸歯がある。表面はざらつく。切れ込みのないものから深く3～5裂するものまで変化がある。

花期は4～5月。雄花序と雌花序は別の株につく。それぞれの花序に多くの雄花と雌花が集まる。がくは4個で小形、花弁はない。雄花は雄しべ4個、雌花は雌しべ1個で柱頭は2裂して長い。花後、がくが肥大して子房(果実)を包み偽果となる。それが集まって楕円体の複合果となる。これがいわゆる桑の実で、赤から黒に熟し食べられる。個々の実に花柱が残る。マグワの複合果は大きく、個々の実に花柱が目立たない。

葉の落ちた跡(葉痕)は半円形。冬芽は筍状に数個の鱗片で包まれる。

コウゾ (ヒメコウゾ)

古くから和紙の原料として栽培されてきたコウゾに対して野生の種をヒメコウゾ(通称コウゾ)という。栽培コウゾはカジノキとヒメコウゾの雑種を改良したものといわれる。利用するのは樹皮の中の師部繊維である。

ヒメコウゾはクワに似ており、同じようなところに生育する。高さ2～4mほど。枝は長く伸びて広がり、樹皮はやや暗い灰褐色。皮目はクワに似る。若い枝には上向きの毛が密生する。葉はクワよりもやや濃緑色で軟質、切れ込みのないものが普通だがときには2～3裂する。

花期は4～5月、雄花序、雌花序は球形で、同じ枝につく。雄花はがく4個、雄しべ4個、雌花は4個のがくが合着、赤紫色の花柱が目立つ。花後、がくが肥大して子房(果実)を包み偽果となり、集まって球形の複合果をつくる。赤く熟し食べられる。

葉痕はほぼ円形、冬芽は卵円形で2個の鱗片で包まれる。



写真-1 クワの若い枝と葉



写真-2 クワの樹皮



写真-3 クワの花序（雄花序）



写真-3 クワの花序（雌花序）



写真-4 クワの果実



写真-5 コウゾの葉



写真-6 コウゾの樹皮



写真-7 コウゾの花序（球状に垂れるのが雄花序、花柱の目立つのが雌花序）



写真-8 コウゾの果実

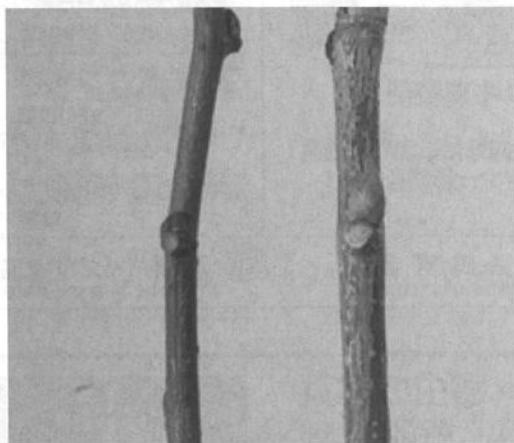


写真-9 冬芽の比較。左がコウゾ、右がクワ。
落葉していても両種の区別がつく。

豊かな稔りに貢献する 石原の水稲用除草剤

SU抵抗性雑草に優れた効果を発揮

非SU系水稲用初期除草剤

プレキープ[®]フロアブル

・湛水直播の播種前後にも使用可能！

長期間安定した効果を発揮

石原 ドウジガード[®]

フロアブル/1キロ粒剤

- ・SU抵抗性雑草、難防除雑草にも優れた効果！
- ・クログワイの発根やランナー形成を抑制！
- ・田植同時処理が可能！

高葉齢のノビエに優れた効き目



フルセットスルフロン剤
ラインナップ



スケッチ[®] 1キロ粒剤

フルチャー[®] 1キロ粒剤・ジャンボ

フルフォース[®] 1キロ粒剤

フルイン[®] 1キロ粒剤

ナイスドール[®] 1キロ粒剤

そのまま散布ができる

乾田直播専用

アンカーマン[®] DF

ハードパンチ[®] DF

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

雑草・病害・害虫の写真 15,000点と解説を 無料公開

病害虫・雑草の情報基地として
インターネットで見られます。
ご利用下さい。



Please access
boujo.net

<http://www.boujo.net/>

病害虫・雑草の情報基地

検索



電子ブックで公開

日本植物病害大事典

農業分野で重要な植物病害を写真と解説で約 6,200 種収録した最大の図書を完全公開。(1,248 ページ)

日本農業害虫大事典

農作物、花卉、庭木、貯蔵植物性食品を含む、害虫 1,800 種を専門家により、写真と解説で紹介した大事典を完全公開。(1,203 ページ)

ミニ雑草図鑑

水田・水路・湿地から畑地・果樹園・非農耕地に発生する 483 余種の雑草を幼植物から成植物まで生育段階の姿で掲載。(192 ページ)

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東 1-26-6
<http://www.zennokyo.co.jp>

シアナミド剤『CX-10』について

日本カーバイド工業(株) 大阪支店 富山政之

約120年前にドイツで開発された肥料である石灰窒素の成分(シアナミド)について、世界で初めて、日本人が、ブドウの発芽促進効果の発見およびシアナミドを植物が合成している(自然界に存在する)ことを発見しております。

肥料『石灰窒素』の有効成分はカルシウムシアナミド CaCN_2 であり、その遊離体がシアナミド H_2CN_2 です。

『CX-10』は、有効成分 シアナミド 10% 水溶液で、平成12年4月に農薬登録(ブドウ)をとり、その後、オウトウ(サクランボ)、ナシ、モモ、サクラ(切り枝、立木)と適用拡大を行ってきております。

弊社製品『CX-10』概要は下記のとおりです。
『CX-10』(旧製品名 ハツガー-Z)
シアナミド 10% 液剤。

平成12年4月20日農薬として登録されました。
処理時期：休眠の一番深いところを過ぎたところを狙います。

12月～1月くらいですが、適用作物、地域(低温遭遇時間など)により異なります。

ご使用上の注意点：

①CX-10 散布前後、特に散布後24時間は飲酒しないでください。

CX-10の主成分シアナミドは、アルコール中毒治療薬としても用いられます。

そのため、散布後に飲酒されますと、顔面が紅潮し、頭痛、めまい等を起こすことがあります。

②CX-10は酸性の液剤ですので、散布の際は防護マスク、不浸透性防除衣などを着用し、保護クリームを使用して下さい。

③散布時、ドリフトにご注意ください。

近隣に常緑樹などがありますと、飛散したところだけ葉が枯れる恐れがあります。

④CX-10は、樹皮からしみ込むことにより効果が発揮されますので、結果枝両サイドからまんべんなく散布(塗布の場合は塗り残しが出ないように)し、できれば散布前後2日程度は雨の降らないことが望まれます。

液剤のため、節部分でダマになりやすいため、展着剤を併用すると塗膜が均一になり、乾燥性の向上も期待されます。

ほかの薬剤との散布間隔は、できれば2週間ほど空けていただくことをお勧めします。

適用作物：ぶどう、おうとう(さくらんぼ)、桜(切り枝、立木)、梨、桃。

使用目的：休眠打破による発芽促進および発芽率の向上。

桜につきましては、従来、山形県を代表とする啓翁桜(切り枝)での開花促進が認められておりましたが、さくら(立木)にも適用拡大しました。

静岡県伊豆農業試験場のご協力のもと、「河津桜」で休眠終了間際の11月散布により、開花が約2週間早まることが確認されております。

ソメイヨシノにつきましては、三重（鈴鹿）、茨城（牛久）において、12月、1月散布で、3～4日開花が早まることが確認されております。

ただし、露地ですので、開花には他の条件も大きな要因となり、年次変動があるものと思われます。

ぶどうでは発芽促進、芽摘み効果のご評価を、山梨県、島根県などでいただいておりますが、温暖化の最前線ともいべき鹿児島県において、ピオーネ（簡易無加温ハウス）で面白い効果がありました。

2011年は春先の開花時期に天候不順もあり、

開花がばらつき開花盛期が遅くなりましたが、CX-10処理区は開花盛期が早まり、生育も順調でした。

収穫盛期はCX-10処理区で8月8日に対し、未処理区では8月16日でした。

岡山県農業研究所のぶどう「オーロラブラック」（無加温トンネル栽培）においても、複合技術（シアナミド処理、トンネル被覆時期前倒し、着果量管理（1.5ト/10a）、小房作り（550g/房））により、秀品率も高く盆前に出荷が可能と紹介されております。

おうとう（さくらんぼ）については、山梨県果樹試験場において、受粉樹との開花調整（佐藤

ぶどう「ピオーネ」 鹿児島県果樹試験場 北薩分場 簡易無加温ハウス

CX-10 2011年2月15日 10希釈液 散布

CX-10 処理区

対照区

発芽開始： 3月30日

4月2日

開花盛期： 5月8日

5月22日



CX10 処理樹



対照樹

鹿児島県農業開発総合センター 果樹部 北薩分場
無加温簡易ハウス CX-10：2011年2月15日 処理
対照樹の発芽開始期（2011.4.2）に撮影

	8/8時点での果実品質				収穫盛期
	果房重(g)	着色(c.c.)	Brix	酸含量	
CX-10	641	8.6	19.9	0.50	8月8日
無処理	517	7.3	17.3	0.64	8月16日

鹿児島県農業開発総合センター 果樹部 北薩分場



2011.7.14 撮影

無加温簡易ハウス

CX-10: 2011年2月15日処理区

鹿児島県農業開発総合センター 果樹部 北薩分場



2011.7.14 撮影

対照区

錦が低温要求性が高いため、佐藤錦の開花促進目的)の発表もいただいております。

桃については、長崎県農林技術開発センターにおいて、加温ハウス(日川白鳳)で、発芽、開花の揃い&3~4日の生育促進効果の連絡がありました。

また、露地栽培においては、受粉樹の開花促進目的に岡山県で検討しておられます。

梨については、早期成園化の目的で、若木の生育促進を検討されております。

台木との活着ができた若木をCX-10で発芽促進させ、発芽後、伸ばしたいところにジベレリンペースト塗布することにより生育促進効果を確認されているところもあります。

しかし、シアナミド剤処理による生育促進は、生育初期の生育促進となるため、健全樹(発芽するための十分な貯蔵養分がある)以外にはプレッシャー剤的な働きをする恐れがあり、特に樹勢の弱い樹では使用を控える等の必要があります。

また、晩霜害に関しても、耐寒性という面では、何らかの霜対策がなければ被害が大きくなる恐れもあります。

ただし、良質な果実を得るためにも、初期生育は重要だと考えます。

また、ナシについては、現 栃木県 農政部 経済流通課 大谷係長が、2009年(栃木果樹試にて)発表された資料『ニホンナシ&ブドウ 発芽不良現象の実証並びに対策』より抜粋させていただいたものを下記に添付します。

研究方法

・ニホンナシ'幸水'における発芽不良現象の実証

根圏制御栽培ニホンナシ'幸水'樹を用い、花芽の生育ステージ(DVI)が0.7, 1.0, 1.5, 2.0時点で自発休眠ステージが進行しない12℃以上の加温を開始し、発芽不良現象が発生する時期とその程度を明らかにするとともに、自発休眠覚醒時期を解明する。

・ニホンナシ'幸水'における発芽不良対策技術の実証

休眠覚醒前の根圏制御栽培ニホンナシ'幸水'樹を用い、低温遭遇時間を加算するため水の気化熱を利用した地上部と地下部の冷却処理(細霧冷房, 地中冷却及び地下部白色マルチ処理)をDVI=0.1時点から開始する事前処理及び太陽熱等を利用した高温処理(30℃, 24時間処理)やシアナミドを散布する直前処理等の休眠打破処理を行い、DVI=0.7時点加温での発芽促進技術の実証を行う。

研究結果

・ニホンナシ'幸水'における発芽不良対策技術の実証

気温・地温は、無処理区にくらべ細霧冷房処理で気温が-1.3℃, 地温-2.2℃, 地中冷却処理で地温-0.8℃, 白色マルチ処理で地温-1.3℃となり、気温、地温とも細霧冷房処理が最も低下した。12月8日時点でのDVIは細霧冷房処理, 地中冷却処理, 白色マルチ処理で無処理区よりも進んでいたが差は小さかった。DVI=0.7時点での発芽不良対策技術では、シアナミド処理が催芽まで21日と早く、催芽率84%, 開花率84%と最も高かった。次いで、高温処理が催芽率74%, 開花率79%であったが催芽までの日数は一部早い花芽もあったが平均すると67日と遅れた。細霧冷房処理, 地中冷却処理, 白色マルチ処理, 無処理は生育が遅れ、催芽までの日数は63



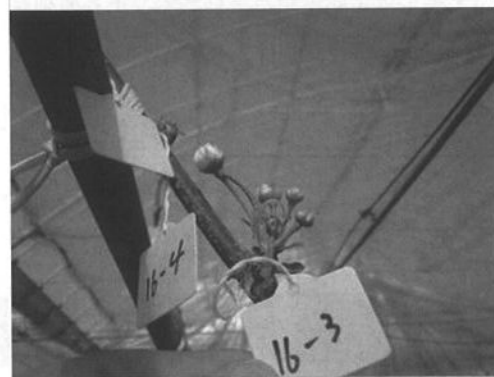
↑ 芽の充実が悪く花数が少ない(DVI=0.7)

↓ 花が小さかったり果梗が短い(DVI=0.7)



↑ シアナミド処理: 挫死が減少し健全花が多い

↓ 結実も良好



DVI	発芽不良対策	発芽日	発芽率	花芽	花数	果実肥大
0.7	-	×遅延	×低い	×挫死	×少	×
0.7	細霧	×遅延	×低い	×挫死	×少	×
0.7	地中冷却	×遅延	×低い	×挫死	×少	×
0.7	白色マルチ	×遅延	×低い	×挫死	×少	×
0.7	高温	×遅延	△↑	△挫死減少	×少	×
0.7	シアナミド	○↑	○↑	△挫死減少	×少	×
1.0	-	△やや遅	○	○	○	×
1.5	-	○	○	○	○	○
2.0	-	○	○	○	○	○

1) それぞれの項目に対する評価は、○: 問題なし・良好、△: やや問題あり・やや不良、×: 問題あり・不良

2) 評価の右側の矢印は↑改善効果あり

～76日であり不発芽の解消は図れなかった。異常花は全処理区でみられたが、挫死、葉のみの花芽はシアナミド処理、高温処理で少なく、1花そう中の花数は高温処理で他の処理よりもやや多かった。

収穫始はシアナミド処理で5月12日と最も早く、他の処理は6月15～27日とシアナミド処理よりも1か月以上遅れた。葉果比、果色、果実糖度に差はなかった。果形も差はなかったが、果形指数1.5～1.8とやや高く果形が乱れた。硬度は、シアナミド処理が4.8と他よりも低く軟らかであった。収穫時の果重は各処理区とも198～248 gと小さく商品性が低かった。

以上のことより、DVI=0.7における発芽不良対策としては、シアナミド処理が催芽率、開花率とも高く催芽まで21日と短かったことから最も効果があると考えられた。また、高温処理も催芽、開花を進める効果があったが不十分であり、処理温度、処理時間等検討の必要があると考えられた。ただし、生産される果実は小さく、DVI=0.7時点で強制的に休眠打破を行うと、花芽の充実不足から果実肥大が劣ると考えられた。

考 察

(ア) ニホンナシの発芽不良現象及び休眠覚醒時期の解明

ニホンナシにおいて差別化や高付加価値化をねらい加温施設による早期出荷が図られているが、近年の秋冬期の温暖化傾向により発芽が遅れたり発芽せず側枝が枯死する発芽不良現象がみられている。また、この現象は近年露地栽培でもみられ、2009年春には熊本県や鹿児島県といった九州地方だけでなく、千葉県においても発芽遅延がみられている。

ニホンナシの開花は、7月の花芽分化に始ま

り、自発休眠期、他発休眠期を経て4月に開花を迎える。開花は温度の影響が大きいことが知られており、これまで気温と生育との関係についてさまざまな研究がされ、古くは、1932年により自発休眠覚醒期を推算する方法が提唱されている(Weinberger 1))。その後、チルユニット法(浅野・奥野 2))や有効積算温度(福井ら 3))で花芽の生育を推定している。近年、杉浦 4)、大谷 5))は生態実験によりニホンナシの生育を表現する機構的モデル(DVR法)を実証的手法によって構築した。再現性も高いことからDVR法をもとに生育ステージを推定し試験に供した。

DVR法では休眠覚醒時期をDVI=1.0としている。本実験においてもDVI=0.7で不発芽や著しい生育遅れが発生しておりDVI=1.0未満における加温は発芽不良を助長するものと考えられた。また、DVI=1.0においても発芽遅れや果実肥大不良といった発芽不良現象が発生した。自発休眠覚醒時期の特定は加温開始時期の決定のみならず、温暖化が進む中露地栽培においても生育遅れにつながることから、さらに詳細な研究が期待される。

(イ) ニホンナシの発芽不良対策技術

ニホンナシの発芽不良の原因の一つとして、低温遭遇時間不足により休眠打破が十分に行われていないステージで加温を開始することで発生がみられることが試験アで実証された。そこで、発芽不良対策として細霧冷房や地中冷却処理を行い、樹体温を低下させることで低温積算の加算を図った。しかし、昼間の樹体温は低下したが夜温は無処理並～やや高くなったため無処理区に比べ1か月間で64時間程度の低温しか積算されず、発芽不良対策として十分な効果

がみられなかった。高温処理及びシアナミド等の樹体ストレスによる休眠打破処理については一定の効果がみられ、本条6)の高温処理やブドウ(黒井7))で知見のあるシアナミド処理と同様に発芽促進が図られた。今回の試験ではDVI=0.7, 7.2℃以下の積算時間で360時間に達した12月上旬に処理を行ったが、休眠覚醒の約1か月前とかなり早い時期での処理であったため、シアナミドによる発芽促進効果は高かったが収穫された果実は小果であった。今後、花芽の生育ステージ別のシアナミド処理効果を明らか

にすることで、果実肥大が良好な果実を安定生産できる処理方法が明らかになると考えられる。

以上のように、全国での試験事例が積み重なってきております。

『CX-10』使用により、初期生育を整えて、その後の生育管理もしっかりしていただければ、良質な果実の収穫につながるものと考えます。

一人でも多くの方が、笑顔満面で、美味しそうに果実を食べていただくお役にたつよう、今後とも普及活動を続けてまいります。

お待たせしました！

日本帰化植物写真図鑑 第2巻

— Plant invader 500種 —

植村修二／勝山輝男／清水矩宏／水田光雄／森田弘彦／廣田伸七／池原直樹 編・著

B6版 540頁 定価：5,000円＋税



日本帰化植物写真図鑑1巻の発行から9年が経過、この間、帰化植物は年々増え続け、最近では帰化植物は1,200種ともいわれています。1巻発行後、「帰化植物友の会」や「帰化植物メーリングリスト」などを通じて、1巻末掲載の帰化植物を中心に情報の収集に努めた結果、約500種に達したため、2巻発行の運びとなりました。

本書の特色

1. 1巻発行後に 発見された新種はもちろん、1巻に掲載済の既知種についても新知見をフォローしています。
2. 1巻と合わせて1,100種の帰化植物を収録、身近な帰化植物はほとんどカバーしています。
3. 1巻同様、在来種で似たもの、帰化植物同士で似たものの識別ポイントを写真で解説しています。
4. 今回新たに「沖縄編」を新設、帰化植物の宝庫沖縄に特有の80余種を紹介しました。
5. 帰化植物の種子約200種を写真で掲載、同定に役立ちます。
6. 主要な文献、分布情報を付記、さらに詳しく調べることができます。

全国農村教育協会

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

植 調 協 会 だ よ り

◎ 平成 23 年度事業及び収支決算の監査

平成 24 年 5 月 11 日(金), 監事による監査を実施し, 適正との結果を得た。

◎ 第 2 回理事会開催

平成 24 年 5 月 18 日(金), 植調会館会議室において開催され, 次の事項について承認を得た。

[議案]

1. 平成 23 年度事業報告及び計算書類

2. 定時評議員会の招集

[報告事項]

代表理事・業務執行理事の職務の執行の状況の報告

◎ 第 1 回評議員開催

平成 24 年 6 月 8 日(金), 植調会館会議室において開催され, 次の事項について承認を得た。

[報告事項]

平成 23 年度事業報告

[決議事項]

1. 平成 23 年度計算書類(貸借対照表及び正味財産増減計算書)及び財産目録の承認

2. 評議員の選任

退任評議員 石原英助, 今井康史, 濱口 洋,
山崎周二

新任評議員 上園孝雄, 今埜隆道, 永山孝三,
藤原雅実

3. 理事の選任

退任理事 大内脩吉, 荻原武雄

新任理事 神山洋一, 田中 良

◎ 会議開催日程のお知らせ

・平成 23 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 24 年 7 月 18 日(水)13:00~17:00

7 月 19 日(木) 9:00~12:30

場所:メルパルク京都

〒600-8216

京都府京都市下京区東洞院通七条下ル

東塩小路町 676 番 13

TEL 075-352-7444 (代)

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) 3833-4188 (代)
FAX (03) 3833-1807
<http://www.japr.or.jp/>

編集人 日本植物調節剤研究協会 理事長 小 川 奎
発行人 植 調 編 集 印 刷 事 務 所 元 村 廣 司

発行所 東京都台東区台東 1-26-6 全国農村教育協会
植 調 編 集 印 刷 事 務 所
電 話 (03) 3833-1821 (代)
FAX (03) 3833-1665

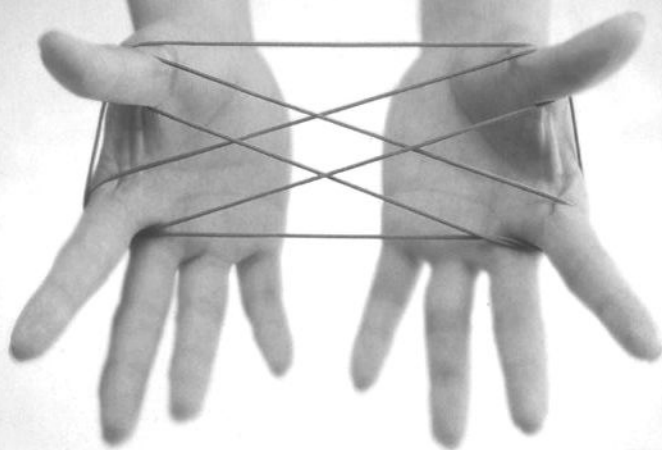
平成 24 年 6 月発行定価 525 円(本体 500 円+消費税 25 円)

植調第 46 巻第 3 号

(送料 270 円)

印刷所 (有)ネットワン

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! **ゼータワン** 1キロ粒剤 ジャンボフロアブル

新登場! **メガゼータ** 1キロ粒剤 ジャンボフロアブル

新登場! **オサキニ** 1キロ粒剤

新登場! **ショウリョクS** 粒剤

アワード フロアブル

イッテツ 1キロ粒剤 ジャンボフロアブル

キックバイ 1キロ粒剤

クラッシュEX ジャンボ

シェリフ 1キロ粒剤

忍 1キロ粒剤 ジャンボフロアブル

ショウリョク ジャンボ

テイクオフ 粒剤

ドニチS 1キロ粒剤

バトル 粒剤

ヨシキタ 1キロ粒剤 ジャンボフロアブル

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

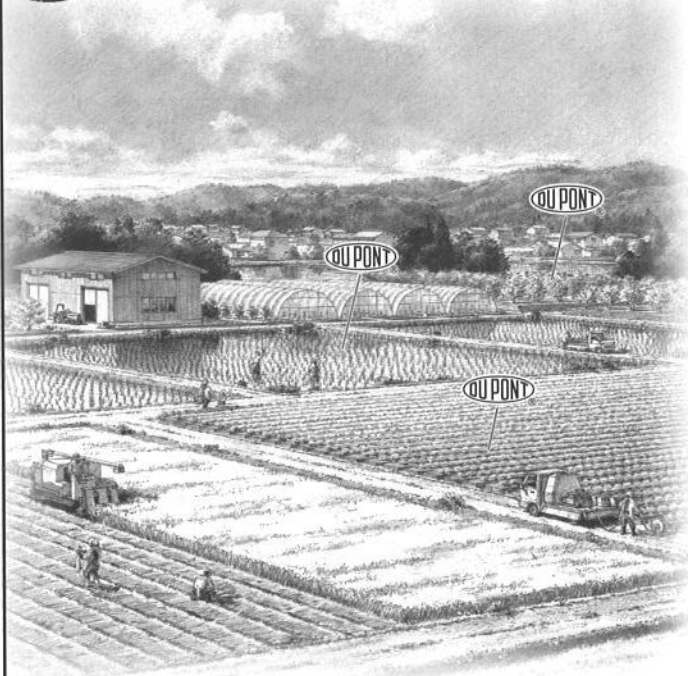
大粒のめくみ、まっすぐくへ
sca GROUP

住友化学

住友化学株式会社



powered by
RYNAXYPYR®



日本の米作りを応援したい。

全国の水稲農家の皆さまからいただく様々な声をお聴きして、これまで「DPX-84混合剤」はSU抵抗性雑草対策を実施し、田植同時処理、直播栽培など多様な場面に対応した水稲用除草剤を提供してまいりました。そしてさらに雑草防除だけでなく、育苗箱用殺虫剤「フェルテラ®」で害虫防除でも日本の米作りを応援したいと考えています。
— 今日もあなたのそばに。明日もあなたのために。



The miracles of science®

デュポン株式会社 農業製品事業部 〒100-6111 東京都千代田区永田町2-11-1 山王パークタワー

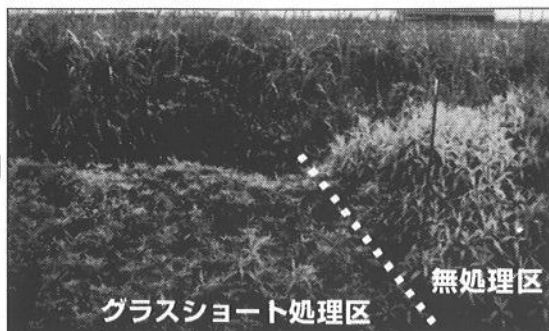
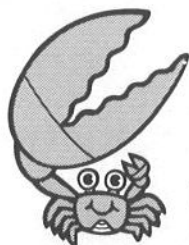
デュポンオーバル®、The miracles of science TM、フェルテラ®、RYNAXYPYR®は米国デュポン社の商標および登録商標です。

畦畔等の法面の雑草管理でお困りの方へ!

刈る。のびる。また刈る…重労働を強いられる、畦畔などの法面の雑草管理。
雑草をのばさないグラスショットで省力化しませんか。

特長

- 刈り取り回数を減少化
- 作業を省力化・効率化
- 広範囲の雑草を長期間抑制
- 土壌崩壊・流亡を防止



グラスショット
散布26日後の
抑草効果
1996年5月9日刈り取り、
5月13日散布、6月26日撮影
主な雑草：ヨモギ、スギナ、
セイタカアワダチソウ

抑草剤 水田畦畔・農道・水路法面などに

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使用しないでください ●小児の手の届く所に置かないでください。

JAグループ
農協 全農 経済連
◎は登録商標です。

自然に学び 自然を守る
クミアイ化学工業株式会社
本社:東京都台東区池之端1-4-26 〒110-8782 TEL:03-3822-5036
ホームページ/ <http://www.kumiai-chem.co.jp>

植調第四十六巻第三号(通巻第五百三十号)
平成二十六年六月発行

天下無草

新登場

非選択性茎葉処理除草剤

ザクサ

液剤

ザクサ普及会

北興化学工業株式会社
[事務局] Meiji Seika ファルマ株式会社
〒104-8002 東京都中央区京橋2-4-16

ザクサはMeiji Seikaファルマ株式会社の登録商標

