

植調

JAPR Journal

第52巻

第1号

オーキシシン生合成阻害剤による

トマト苗の伸長抑制及び成長と環境応答のモデル化 東出 忠桐

《特集》

APWSS報告



公益財団法人日本植物調節剤研究協会

JAPAN ASSOCIATION FOR ADVANCEMENT OF PHYTO-REGULATORS(JAPR)

新提案! 「中期にジャンボ」ラクラク散布!

新技術

ソニックスプレッド®

テクノロジーだから

拡散力が違う!

ノビエ

コナギ

ホタルイ

クログワイ

オモダカ

各種雑草に幅広い効果!

水稲用中期除草剤

セカンドショット® ジャンボMX

アトカラ® ジャンボMX

アジムスルフロン・ペノキスラム・メソトリオン粒剤

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

動画を
チェック!



ソニックスプレッド® テクノロジーとは……

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



三井化学アグロ株式会社

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

○使用前にはラベルをよく読んでください。○ラベルの記載以外には使用しないでください。○小児の手の届く所には置かないでください。○容器・空袋などは現場などに放置せず、適切に処理してください。○防除日誌を記録しましょう。



カウンシル®
コンプリート

新登場



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

除草力の
“カウンスシル”
高葉齢ノビエも、難防除も!



●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。®はバイエルグループの登録商標

バイエル クロップサイエンス株式会社

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

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



農耕の開始

公益財団法人日本植物調節剤研究協会 理事長

宮下 清貴

農耕の開始は人類の歴史における画期となったことから、「農業革命」とも呼ばれる。この言葉は、「それまでの狩猟・採集で生きてきた社会が、一転して、しかも急激に農業の社会に転じた」ことを意味する仮説である。しかし考古学等の知見が集まるにつれて、狩猟採集社会から農耕社会への移行は突然起こって急速に広まったのではなく、1000年単位という長い時間をかけてゆっくりと進行したことが明らかになってきている。

約20万年前にアフリカに誕生した現生人類は、12万5000年前頃には出アフリカし、その後西アジアからユーラシア大陸の各地へ移住、2万年前にはユーラシア大陸のほとんどの地域に展開した。誕生以来人類は、野生の動物や木の実、果実など、天然の生物資源を食料として生活していた。狩猟採集生活については、自然に完全に依存した、食料確保も容易ではない原始的な生活というイメージが強く持たれてきたが、農耕生活に比べて労働に使う時間が短いなど、逆に余裕のある生活であったことが示され、見方が変わって来ている。

農耕の開始はおおよそ1万年前のことで、世界の数箇所それぞれ独立に始まっている。農耕を開始するに至った大きな要因としては、人口増が考えられる。狩猟採集生活では、人々は食料となる動物の群れを追い、また植物資源を求めて移動し、大陸に広がっていったが、人口密度が増加するにつれて生態系の人口収容力の限界に近づき、移動により新たな食料源を求めることが困難になっていった。その結果、定住への圧力が高まったが、従来の狩猟採集生活のみでは定住して食料を得ることは困難であり、農耕という新たな食料獲得法に乗り出した。

当時の気候変動も農耕の開始に大きく影響した。約2万年前の最終氷期を境に約7000年前のヒプシサーマル期（最暖

期）にかけて地球は急速に温暖化が進み、植物の生育にとって好適な環境となっていった。しかし温暖化は一直線に進んだわけではなく、その間何回か変動を繰り返した。約1万1700年前にはヤングドリアスと呼ばれる寒の戻りが起こり、1300年ほど続く。西アジアにおける農耕開始の時期がこの時期と一致することが花粉分析の結果から示され、この寒の戻りが農耕開始の引き金となったことが考えられている。再び襲った寒冷化により低下した人口支持力を上げるためには、より効率の良い食料獲得方法が必要となったであろう。

農耕の開始は、短期間のうちに起こって広まったイベントではなく、長い時間をかけて展開したプロセスであった。その間は、狩猟生活と農耕生活のどちらか一方に頼るのではなく、両者が様々な割合で併存した社会であった。狩猟採集生活では環境中の多様な生物資源を食料として利用していたのに対して、農耕は限定された植物種に食料獲得を託す営みである。異常気象などの環境変動を考えると、農耕に食料のすべてを頼るのはリスクが高かったと考えられる。

日本では縄文時代、温暖化が進行して落葉広葉樹林、照葉樹林が広がっていくなか、生態・環境の変化に適応して、木の実類を中心に魚介類などを組み合わせた食料体系がとられていた。時代が進んで本格的な灌漑稲作が行われるようになった弥生時代においても、堅果類など縄文時代からの伝統的植物資源や果実類が広く利用されていたことが明らかになってきている。稲作は、台風や低温などの気象災害により壊滅的な被害を受ける可能性がある。弥生時代における、縄文時代からの幅広い植物資源の利用は、そうしたリスク回避の意義が大きかったと考えられる。

農業にとって環境・生態系への適応が重要であることは、今も昔も変わらない。

除草剤適正使用キャンペーンについて

公益財団法人日本植物調節剤研究協会

当協会では、水稲用除草剤の効果の安定と水田外への流出防止のため、散布前後の水管理の徹底を啓発する活動を行っています。

一般に、水稲用除草剤は、散布後有効成分が水中に溶け出し、水田水を介して水田土壌の表層に拡がって除草効果を発揮します。このため、散布後に止水し、水田外への成分の流出を防ぐことは、除草効果を安定させるととも

に環境への影響を小さくすることになり、特に散布後7日間落水、かけ流しをしないことが重要です。

この点について注意を促す内容のキャンペーン広告を、会員会社の協力を得て、水稲除草剤の散布時期に新聞に掲載するとともに、当協会ホームページでも紹介しています。こうした適正使用キャンペーンは、平成15年(2003年)から毎年継続して実施し、

現在に至っています。

キャンペーン広告では、かけ流しをさせないための水管理法として、当協会が推奨している「除草剤散布後水田水がなくなるまで給水しない止水管理」を平成24年(2012年)より紹介しています。この水管理法の詳細については、当協会ホームページ(<http://www.japr.or.jp/>)をご覧ください。

平成30年度 水稲用除草剤適正使用キャンペーン

このキャンペーンに協力、推進しています。

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

五十音順

田植前及び播種前の散布でも、散布後7日間は落水しない！

畦畔のひび、穴等を補修し、事前に水持ちを確認する！

薬剤成分の流出を防止し、安定した除草効果が得られます。

詳細はHPへ！ <http://www.japr.or.jp/>

平成30年度キャンペーン協賛会社

ISK 石原産業株式会社
ADM アースター・エス・バイオテクノロジー
協友アグリ株式会社
クミアイ化学工業株式会社
syngenta.
住友化学
DUPONT
日産化学工業株式会社
日本農薬株式会社
バイエル
北興化学工業株式会社
三井化学アグロ株式会社

五十音順

公益財団法人日本植物調節剤研究協会

オーキシン生合成阻害剤によるトマト苗の伸長抑制及び成長と環境応答のモデル化

農研機構野菜花き研究部門
野菜生産システム研究領域
東出 忠桐

添野ら(2010)は、L- α -アミノオキシ- β -フェニルプロピオン酸(AOPP; $C_6H_5CH_2CH(OH)COOH$)がアラビドプシスの根の伸長や重力活性及び根毛形成に影響を与えることを明らかにした。また、この根の成長抑制は、同時に外生オーキシン IAA を添加した場合にはみられないことを示した。さらにトマト及びイネでも AOPP が、内生 IAA レベルを低下させること、オーキシンの生合成を直接、阻害することを明らかにした。

オーキシンは植物の生育に関わるたくさんのプロセスを調節している。このためオーキシンの生合成阻害剤は、根の成長抑制だけでなく、新しい形式の農薬や成長遅延作用を持つ植物成長調節剤への発展する可能性がある。しかし、農薬や成長調節剤として、オーキシン阻害剤を実用化するには、多種の作物で効果が有効であるか確認する必要がある、効果的な使用方法の開発も重要である。作物を栽培するには大量の土壌や養液等を必要とすることから、根への阻害剤の直接添加は、実用的な使用方法としては難しいといえる。本報告では、阻害剤の実用化を視野に入れて茎葉への阻害剤散布を試みた。また、植物の成長には様々な環境要因が関係することから、本報告では、日射や温度、 CO_2 濃度のような環境条件が異なる場合の阻害剤の効果を調査した。

AOPP はオーキシンの生合成を阻害するだけでなく、フェニルアラニン・アンモニア・リアーゼ(PAL)の阻害

剤としても知られる。本研究の目標はオーキシン生合成だけを阻害する新しい剤を開発することである。そこで、化学反応性の高い AOPP のアミノオキシグループにフタノイル基を導入した新しい化合物を作成して検討した。

オーキシンが植物の伸長、細胞壁の力学的性質に影響していることはよく知られる。オーキシンが植物細胞からの水素イオンの放出を促進することで、細胞壁の応力を緩和し、その結果、細胞伸長が促進する。したがって、もし、オーキシン生合成阻害剤によりオーキシン濃度が低下すれば、応力緩和を阻害し、茎伸長や葉面積の拡大も抑制される可能性がある。植物の成長は葉の光合成による物質生産によって決まることから、オーキシン阻害剤によって葉の拡大が阻害されれば、物質生産にも影響があらわれ、その結果、成長も抑制されられると考えられる。阻害剤を農業生産で実用化するには、阻害剤の直接的な効果と合わせて、このような間接的な影響も考慮する必要がある。本報告では、阻害剤の効果を異なる環境条件下で再現するため、伸長阻

害と物質生産についてモデル化した。そして、環境条件の違いによる影響をシミュレーションして実際の結果と比較して検証した。

材料及び方法

オーキシン生合成阻害剤の内生 IAA 含量に及ぼす影響

オーキシン生合成阻害剤として、AOPP (MW 181.19) 及び新化合物 (S)-メチル 2-((1,3-ジオキソインドリン-2-イル)オキシ)-3-フェニルプロパニオート(KOK-1101; 図-1)を調査した。新化合物 KOK-1101 は、(S)-2-ブロモ-3-フェニルプロピオン酸(KOK1089)及び(S)-メチル 2-ブロモ-3-フェニルプロパニオート(KOK-1090)を経てD-(+)-フェニルアラニン(KOK-1001)より合成したものである(図-2)。

これらの化合物がオーキシンの生合成を阻害するか確認するため、トマト苗の内生 IAA 含量に対する効果を調べた。トマト‘桃太郎ヨーク’を

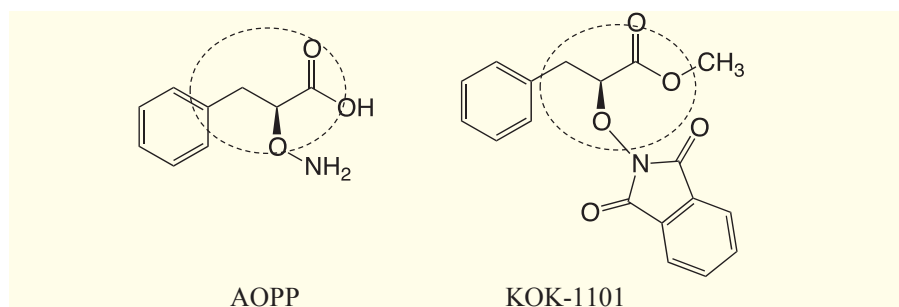


図-1 本報告で用いたオーキシン生合成阻害剤
L- α -アミノオキシ- β -フェニルプロピオン酸(AOPP)、及び類似構造を持つ(破線)新化合物:(S)-メチル 2-((1,3-ジオキソインドリン-2-イル)オキシ)-3-フェニルプロパニオート(KOK-1101)

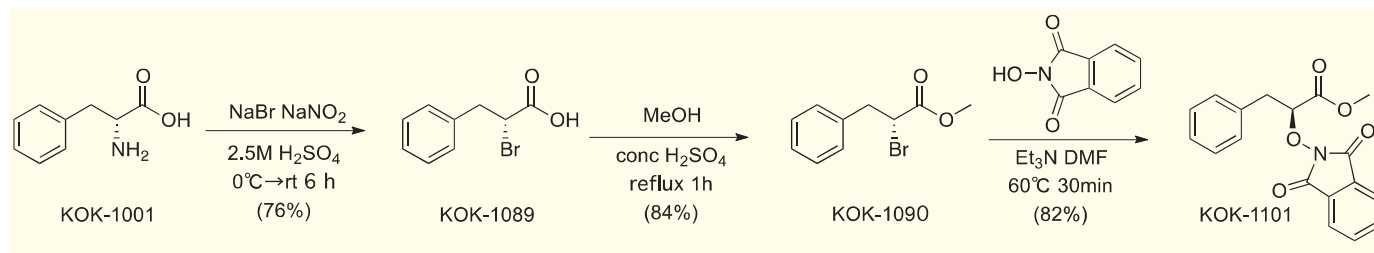


図-2 KOK-1101; (S)-メチル 2-((1,3-ジオキソインドリン-2-イル)オキシ)-3-フェニルプロパニオートの合成

発芽後、7日間（16時間日長，明期 24℃，暗期 20℃，0.8%寒天培地）で育てた後，試験管に移植して水で1日間，振とう培養（60 rpm）した。そこに 30 μmol の AOPP 及び KOK-1101 を添加して3時間処理した。内生 IAA 含量は，苗の地上部と地下部に分けて，LC-MS/MS を用いて測定した。アラビドプシスに対しても同様な処理を行い，IAA 含量を測定した。

異なる環境条件におけるトマト苗への AOPP 散布の影響

トマト苗の準備：トマト種子（品種：桃太郎ヨーク，タキイ種苗）を 30℃ で2日間催芽処理し，ロックウール粒状綿（ニットーボー，栽培用ロックファイバー粒状綿 66R）を詰めた 288 穴トレイに播種した。播種したトレイを人工光育苗施設（苗テラス）へ搬入し，電気伝導度（EC）1.8dS $\cdot\text{m}^{-1}$ に調整した液肥（住友化学，ハイテンポ Ar 及び Cu 混合液）を2日毎に底面灌水した。以下の実験を完全無作為区画計画法（CRBD）にて2反復あるいは3反復で行った。

自然光-低温-大気 CO₂ 濃度（LT-AC）条件：2010 年 1 月 21 日に播種し，人工光育苗装置にて 16 時間日長，昼夜温をそれぞれ 30 及び 23℃，光合成有効光量子束密度（PPFD）を約 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，CO₂ 濃度を 900 $\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ として育苗した。播種より6日後，農研機構野菜茶業研究所内（愛知県知多郡武豊町）の単棟ガラス温室（18×8m，軒高 4 m）にト

レイ苗を搬入した。温室では温風暖房機（ネボン，KA-201）によって最低気温 13℃設定で加温し，トレイ下には温床線を設置して培地温が 10℃以上となるように加温した。温室の換気窓は昼間 28℃で開くように設定し，夜間（17：00～翌日 8：00）は保温カーテンを使用した。培養液には大塚 A 処方を用い，EC を 1.0dS $\cdot\text{m}^{-1}$ に調整して，毎日，底面給液によって灌水した。ハウス内では，気温，培地温，日射及び光合成有効光量子束密度（PPF）を2分毎に記録した。実験期間中の平均気温（昼），平均気温（夜），平均日積算日射及び平均日積算 PPFD は，それぞれ 18.1, 11.3℃，4.0 MJ $\cdot\text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ 及び 8.0 mol $\cdot\text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ (233 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ にて約 9.5 時間日長に相当) であった。

播種後 11～13 日（同年 2 月 2 日～4 日）及び 18～20 日（2 月 9 日～11 日）の6日間，毎日 10：00～11：00 に 100 μM AOPP 液（個体あたり有効成分量（a.i.）12.1 μg ）及び 0 μM AOPP 液をトマト苗の茎葉部に散布処理した。散布処理は3反復（1反復当たり 84 個体）行い，1回1区画 25 個体につき約 17mL の液を植物体の地上部全体に噴霧処理した。溶液の変質を防ぐため，AOPP の溶解及び調整は散布処理直前に行った。AOPP をジメチルスルホキシド（DMSO）に溶解した後，水（イオン交換水）で希釈調整し，100 μM （DMSO 濃度 1%）とした。

播種 10 日後及び 21 日後，処理区

当たり 25 個体／区画についてサンプリングし，葉数（葉長 5mm 以上），莖長，地上部新鮮重・乾物重及び乾物含量を測定した。また，葉面積を 10 個体／処理／区画について測定した。以下の式に基づき，散布処理前後で相対成長速度（RGR）及び純同化率（NAR）を求めた。

$$\text{RGR} = \{\ln(W_2) - \ln(W_1)\} / (t_2 - t_1) \quad [1]$$

$$\text{NAR} = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1) \cdot \{\ln(A_2) - \ln(A_1)\} / (t_2 - t_1) \quad [2]$$

ただし， W_1 及び W_2 : t_1 及び t_2 時点の地上部乾物重 (g)， A_1 及び A_2 : t_1 及び t_2 時点の葉面積 (m^2) である。

人工光（蛍光灯）-高温-大気 CO₂ 濃度（HT-AC）条件：2010 年 2 月 9 日に播種し，人工光育苗装置にて 16 時間日長，昼夜温をそれぞれ 30 及び 25℃とし，PPFD 約 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，CO₂ 濃度 370 $\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ で育苗した。散布処理直前に濃度の異なる 4 種類の AOPP 溶液を調整した。AOPP-DMSO 濃度は，それぞれ，600-469, 100-78, 0-469 及び 0-0 ([μM]-[mM]) である。溶液の散布処理は，播種 10 日後より連続して 6 日間，毎日 10:00～11：00 に，1回1区画 25 個体あたり約 17mL の液を植物体の地上部全体に噴霧した。個体あたり有効成分量（a.i.）は，600-469 液及び 100-78 液で，それぞれ 72.5 及び 12.1 μg であった。播種 10 日後及び 16 日後に 15 個体／処理／区画について，LT-AC と同様にサンプリング調査を行った。

人工光（蛍光灯）-適温-高 CO₂ 濃度 (MT-HC) 条件：2010 年 7 月 28 日に播種し、16 時間日長、昼夜温をそれぞれ 23 及び 17 °C とし、PPFD 約 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、CO₂ 濃度 900 $\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ で育苗した。散布処理直前に 5 種類の溶液 [100 μM AOPP (78 [mM DMSO]), 10 μM AOPP (8), 100 μM KOK-1101 (78), 10 μM KOK-1101 (8), and 0 μM 阻害剤 (156)] を調整した。播種 14 日後より連続 6 日間、毎日 10:00 ~ 11:00 に散布処理を行った。25 個体 / 処理区 / 反復とし、2 反復にて散布実験を行い、1 処理区当たり約 25 mL の液を噴霧した。個体あたり有効成分量(a.i.)は、100 μM AOPP では 18.1 μg , 10 μM AOPP では 1.8 μg , 100 μM KOK-1101 では 32.5 μg , 10 μM KOK-1101 では 3.3 μg であった。播種 13 日後及び 20 日後、20 個体 / 処理を 2 反復について、LT-AC と同様にサンプリング調査を行った。

植物の成長と応答に対する阻害剤散布の効果のモデル化

植物の葉面積の増加は、乾物生産に基いて以下のようにあらわすことができる。

$$dLAI/dt = vl \cdot dDM/dt \quad [3]$$

ただし、 LAI : 葉面積指数の増加速度 ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$), DM : 乾物生産 ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$), vl : 乾物重増加当たりの葉面積拡大速度 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) である。

オーキシン阻害剤による葉面積拡大の阻害を次のように表した。

$$dLAI/dt = i \cdot vl \cdot dDM/dt \quad [4]$$

なお、 i は阻害係数である。

作物の受光量は群落の吸光係数、葉面積指数で表すことができることから (Monsi・Saeki, 1953), 作物の乾物生産速度は以下の式で表した。

$$dDMp/dt = LUE \cdot (1 - e^{-kLAI}) \cdot Sr \quad [5]$$

ただし、 Mp はポテンシャル乾物重 (光合成同化に制限がない場合の理想的な乾物生産), LUE : 光利用効率 ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$), k : 群落の吸光係数, Sr : 光合成有効光量子 ($\text{mol} \cdot \text{m}^{-2}$) とした。

光合成は、光が強いときや CO₂ 濃度が高い場合に低下 (ダウンレギュレーション) する場合がある。光合成同化産物が葉に蓄積が一定以上になると光合成が抑制され、結果として乾物生産も低下する。ポテンシャル乾物生産は、このような光合成の抑制がないと仮定した場合の乾物生産を表す。本報告では、光合成同化産物の蓄積により乾物生産が抑制されるとし、植物体の大きさによって同化産物の貯蔵量や利用速度は、左右されると仮定した。つまり、植物体が小さい場合に光合成同化がさかんであると物質生産の抑制は大きくなり、植物体が大きい場合にはその抑制は小さいと仮定して、乾物生産の上限を以下のように表した。

$$l = m \cdot M \quad [6]$$

ただし、 l は乾物生産の上限 ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$), m は貯蔵できる同化産物量や構造物の合成速度の係数とする ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$), M は乾物重 ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) である。

以下のように、実際の乾物生産 (M ; $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) は、ポテンシャル乾物生産よ

り小さい場合はポテンシャル乾物生産と同等とし、それ以上の場合には抑制されるとした。

$$1 \cdot (1 - e^{-dDMp/dt}) > dDMp/dt \text{ の場合, } dDM/dt = dDMp/dt$$

$$1 \cdot (1 - e^{-dDMp/dt}) < dDMp/dt \text{ の場合, } dDM/dt = l \cdot (1 - e^{-dDMp/dt}) \cdot dDMp/dt \quad [7]$$

葉面積拡大と AOPP 濃度との用量反応関係

オーキシン阻害剤による葉面積拡大の阻害を示す抑制係数 i (式 4) を求めるため、AOPP 濃度と伸長等との関係を調べた。人工光育苗装置にて、16 時間日長、23-17 °C (昼 - 夜), PPFD 約 370 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, CO₂ 濃度 370 $\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ でトマト苗を育て、25 個体 / 処理 / 反復、CRBD により 2 反復の試験を行った。AOPP 濃度の異なる 6 種類の溶液、0, 10, 100, 300, 600 及び 1200 μM の AOPP 液 (391 mM DMSO) を、散布直前に作製した。葉及び茎に対して処理区当たり約 25 mL (植物個体あたり有効成分量 (a.i.) は、それぞれ 0, 1.8, 18.1, 54.4, 108.7 及び 217.4 μg) を散布した。散布処理は、播種 10 日後より連続して 6 日間、毎日 10:00 ~ 11:00 に行った。播種 10 日後及び 16 日後、1 処理区当たり 10 個体について LT-AC の場合と同様なサンプリング調査を行った。用量反応曲線を想定し、地上部乾物重及び葉面積について以下の回帰式を求めた。

$$Wp = Bw + (Tw - Bw) / (1 + C/EC_{w50}) \quad [8]$$

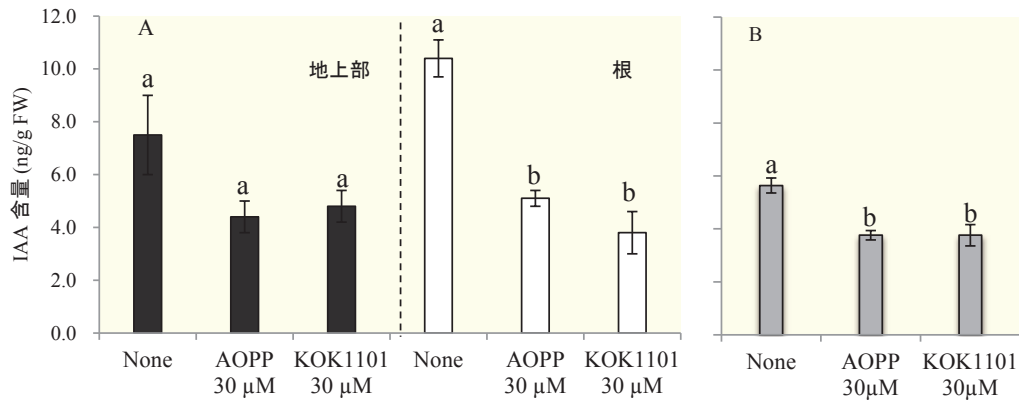


図-3 トマト苗の地上部・地下部 (A) 及びアラビドプシス (B) の内生 IAA 含量に及ぼす AOPP 及び KOK-1101 の影響
播種 8 日後。図中、異なるアルファベットは同一植物部位で有意差があることを示す ($P < 0.05$ ANOVA 後, Tukey's 多重比較検定 ($n = 3$ (A), 4-10 (B))). エラーバーは SE を示す。

$$Ap = Ba + (Ta - Ba) / (1 + C/EC_{a50})$$

[9]

ここで W_p 及び Ap は、それぞれ個体あたりの地上部重 (g) 及び葉面積 (mm^2), B_w 及び B_a はそれぞれ地上部重及び葉面積の最大抑制を示す。また, T_w 及び T_a は、それぞれ地上部重及び葉面積の最大を示す。C を AOPP 濃度 (μM), 地上部重及び葉面積が 50% になるときの濃度をそれぞれ EC_{w50} 及び EC_{a50} とした。

モデルの検証と強光及び弱光条件下の成長予測

モデルの検証は HT-AC 及び MT-HC 条件において行った。計算に用いた係数は LT-AC 条件をもとに求めた。LT-AC では、阻害剤なし ($0\mu\text{M}$ AOPP) 時の葉面積の増加速度を 1 とすると, $100\mu\text{M}$ の AOPP 液散布時の葉面積増加速度は 0.74 であった。これから $100\mu\text{M}$ AOPP のときの阻害係数, $i = 0.74$ とし, 式 [9] の用量曲線に基づき, AOPP 濃度 10 及び $600\mu\text{M}$ の場合を, それぞれ, $i_{0.1} = 0.97$ 及び $i_6 = 0.359$ とした。光利用効率 (LUE) は Higashide・Heuvelink (2009) と同様に LT-AC 条件で積算受光量と総乾物生産の関係から求め, $\text{LUE} = 0.795 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ となった。吸光係数 $k = 0.8$ は, Higashide・

Heuvelink (2009) に基づいた。同化速度の上限の係数 m は, 実験中の RGR の最大値を参考に, $m = 0.260 \text{ (g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1})$ とした (東出, 未公表)。乾物重増加当たりの葉面積拡大速度: w には, 各条件の散布処理直前の SLA (比葉面積) を用いた。乾物重及び LAI の初期値は, 各条件の散布処理直前の値を用いた。

これらの係数を式 [3] ~ [7] に導入してシミュレーションを行った。シミュレーションは日積算 PPFD をもとに行い, 温度と CO_2 濃度の影響は反映しなかった。HT-AC 及び MT-HC 条件における地上部乾物重及び LAI を毎日, 予測算出した。モデルが適切であるかの検証は, シミュレーションによる予測値と HT-AC 及び MT-HC 条件における実測値を比較することで行った。検証に用いたデータセットはモデル作成に用いたデータとは全く無関係である。地上部乾物重と LAI の予測値と実測値とを比較してピアソンの相関係数を求め, モデルの検証を行った。

結果及び考察

内生 IAA 含量に対するオーキシシン合成阻害剤の影響

トマト苗の根の内生 IAA 含量は,

AOPP や KOK-1101 を添加しない場合に比べ, これらの阻害剤を散布した場合に有意に低かった (図-3)。このとき, AOPP と KOK-1101 による違いは, 根の IAA 含量にはみられなかった。トマト苗の地上部の IAA 含量は, AOPP や KOK-1101 を添加した場合, わずかに低下したが, 有意差はみられなかった。アラビドプシスの IAA 含量は AOPP や KOK-1101 を添加した場合に有意に低下した。AOPP と KOK-1101 による違いは, アラビドプシスの IAA 含量においてもみられなかった。

異なる環境条件における阻害剤の効果

表-1 はトマト苗に対する阻害剤散布の影響を示す。LT-AC (自然光-低温-大気 CO_2 濃度条件) では, 地上乾物重, 茎長及び葉面積は, $0\mu\text{M}$ 液散布の場合より $100\mu\text{M}$ の AOPP 液散布の場合に有意に小さかった。葉数及び乾物含量には AOPP 散布による違いはみられなかった。RGR は AOPP 散布により有意に低下したが, NAR には差はみられなかった。

HT-AC (人工光-大気 CO_2 濃度-高温条件) では, AOPP- $0\mu\text{M}$ の場合に比べ, AOPP- $600\mu\text{M}$ 及び $100\mu\text{M}$ の場合に茎長が有意に小さかつ

表-1 異なる環境条件で育てたトマト苗に対する阻害剤散布の成長関連要素への影響

日射 ($233\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), 大気 CO_2 濃度及び低温 ($18.1\text{--}11.3\text{ }^\circ\text{C}$, 昼-夜), 播種 21 日後 (LT-AC); 蛍光灯 ($400\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), 大気 CO_2 ($370\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$) 及び高温 ($30\text{--}25\text{ }^\circ\text{C}$), 播種 16 日後 (HT-AC); 蛍光灯, 高 CO_2 ($900\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$) 及び適温 ($23\text{--}17\text{ }^\circ\text{C}$), 播種 20 日後, SLA, 比葉面積; RGR, 相対成長速度; NAR, 純同化率

環境条件	阻害剤 (μM)		地上部乾物重 (g/個体)	葉数 (葉/個体)	茎長 (cm/個体)	葉面積 (cm^2 /個体)	乾物含量 ($\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	SLA ($\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$)	RGR ($\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$)	NAR ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$)
LT-AC	AOPP	100	0.048 *** ^z	3.0 NS	6.2 *	12.6 *	0.112 NS	0.026 NS	0.068 *	2.63 NS
		0	0.055	3.1	6.5	14.5	0.112	0.027	0.081	2.93
HT-AC	AOPP	600	0.046 b ^y	2.8 b	6.5 c	9.0 b	0.107 a	0.021 b	0.192 b	7.88 a
	AOPP	100	0.061 a	3.3 a	6 b	16.0 a	0.101 b	0.026 a	0.259 a	10.43 a
		0	0.061 a	3.0 ab	7.7 a	14.3 a	0.097 b	0.024 ab	0.257 a	10.75 a
MT-HC	AOPP	100	0.059 a	3.9 a	4.6 c	9.7 c	0.144 a	0.017 b	0.17 a	8.72 a
	AOPP	10	0.069 a	4.0 a	4.7 bc	14.9 ab	0.109 c	0.022 a	0.19 a	8.80 a
	KOK-1101	100	0.073 a	3.8 a	4.6 c	12.6 b	0.132 ab	0.018 b	0.20 a	10.27 a
	KOK-1101	10	0.067 a	4.1 a	5 ab	15.6 a	0.103 c	0.025 a	0.19 a	8.23 a
		0	0.073 a	4.1 a	4.8 bc	15.1 a	0.108 c	0.022 a	0.20 a	8.80 a

^z NS: 有意差なし; * 及び ** は, それぞれ 0.05 及び 0.01 レベルで t 検定により有意差あり; n = 25 (ただし, 葉面積のみ n = 10)

^y 異なる文字は同列同一環境条件において有意差あり ($P < 0.05$; ANOVA 後, Tukey's 多重比較検定; n = 15 (HT-AC), 20 (MT-HC))

た (表-1)。茎長以外には, AOPP-0 μM と 100 μM との間に有意な差はみられなかった。AOPP-600 μM 散布の場合, 他の処理区に比べて, 地上乾物重, 茎長, 葉面積及び RGR は有意に小さく, 乾物含量は有意に大きかった。HT-AC 条件でも処理区間で NAR には差はみられなかった。したがって, AOPP 散布は植物の体積成長を抑制するが, 直接, 物質生産の効率を抑制するわけではないと考えられる。RGR に違いがみられる場合には, NAR の減少よりも葉面積の減少による影響が大きいといえる。

MT-HC (人工光-高 CO_2 濃度-適温条件) では, 地上部乾物重, 葉数, RGR 及び NAR には散布処理による有意な差はみられなかった (表-1)。茎長及び SLA は, KOK-1101 散布では, 10 μM の場合に比べて 100 μM の場合に有意に小さかった。葉面積は AOPP-100 μM の方が KOK-1101-100 μM よりも有意に小さかったが, 葉面積と SLA は, AOPP-100 μM か KOK-1101-100 μM の場合に 0

μM 散布に比べて有意に小さかった。乾物含量は, AOPP-100 μM や KOK-1101-100 μM 散布の場合, 0 μM 散布に比べて有意に多かった。これらから, KOK-1101 にも AOPP と同様に植物体積の成長を抑制する作用があると推察できる。

阻害剤濃度と成長抑制の関係とモデルによるシミュレーション

図-4 は, AOPP 濃度の対数に対する地上部重及び葉面積を示す。地上部重も葉面積も AOPP 濃度が高くなるにつれて減少した。地上部重及び葉面積には, 10-1200 μM AOPP の範囲で濃度依存性の抑制がみられ, 用量反応曲線を想定した地上部及び葉面積に対する回帰式が得られた ($r^2 = 0.990$ 及び 0.998)。葉面積が 50 % に抑制される時の AOPP 濃度, EC_{a50} (321) は, 地上部乾物重が 50 % となる濃度, EC_{w50} (589) よりも低いことから, 地上部重よりも葉の拡大の方が低い濃度で抑制されることがわかる。この結果は, 乾物生産よりもまず先に葉面積の

拡大が抑制され, 葉面積抑制の結果, 乾物生産が抑制されることを示唆する。

モデルを用いて, 異なる環境条件 (HT-AC 及び MT-HC) における AOPP 散布処理の有無が植物の成長に及ぼす影響を予測した。図-5 は AOPP 散布の有無が地上部重及び葉面積に対する影響の予測値と実測値とを示し, 地上部重及び葉面積の AOPP 散布による減少は環境条件によって異なった。地上部重の予測値は実測値に極めて強い相関がみられた ($r = 0.97$, $P < 0.01$)。葉面積の予測値も実測値に強い相関がみられた ($r = 0.89$, $P < 0.05$)。は, 弱光条件及び強光条件において, 100 μM の AOPP 散布を行うと地上部重及び葉面積は散布しない場合に比べてどのように異なるかを予測したものである。地上部重及び葉面積の予測値は, AOPP を散布しない場合に比べて AOPP 散布した場合に小さくなった。AOPP 散布なしの場合を 100 % とすると, AOPP 処理時の地上部重及び葉面積の割合は, 強光時 (そ

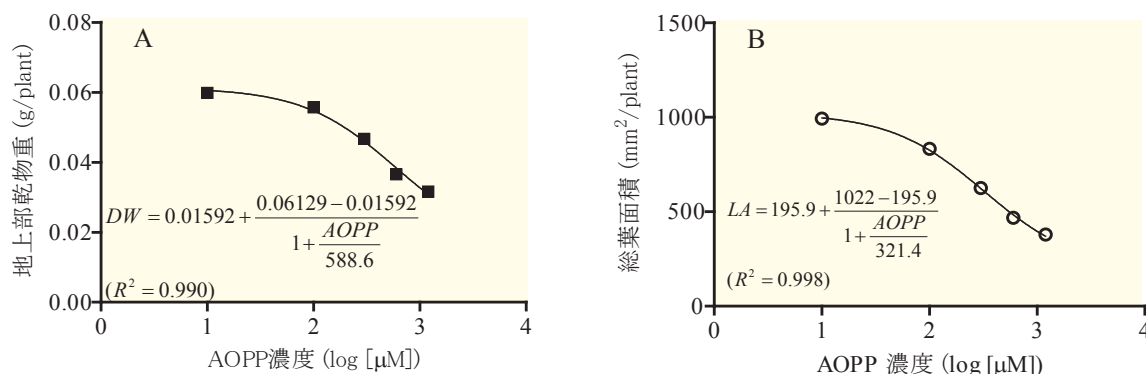


図-4 トマト苗の地上部乾物重 (A; DW) 及び葉面積 (B; LA) に対する AOPP 濃度の影響
 蛍光灯光源 ($368\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PPFD), 大気 CO_2 ($370\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$), 適温 (23°C 昼, 17°C 夜), 播種 16 日後. 回帰曲線は用量反応曲線 (式 [8] 及び [9]); EC_{w50} 及び EC_{a50} はそれぞれ 589 及び 321; $n = 20$

れぞれ, 94 及び 79%) よりも弱光時 (92 及び 73%) の方がわずかに小さい。

総合考察

トマトの根及びアラビドプシスの内生 IAA 含量は, AOPP や KOK-1101 の苗への添加によって有意に低下した (図-3)。これより, AOPP と同様に KOK-1101 にもオーキシン生合成阻害作用の存在と示唆される。オーキシンの植物細胞の拡大における役割はよく知られているが, 細胞の伸長や葉の拡大をオーキシン類によって調節することは難しく, そのメカニズムもまだわかっていない。今回のオーキシン生合成阻害剤の伸長抑制の機構も作用部位もまたわかっていないが, 本結果から阻害剤によって葉の拡大や成長が抑制されることは明らかとなった (表-1 及び図-4)。

オーキシンとエチレンのような植物ホルモンの相互作用は葉の気孔コンダクタンスに影響する。もし, 本実験においてこのような相互作用や気孔閉鎖が生じていれば, 葉の光合成速度の低下やそれに伴う NAR の減少がみられる可能性がある。しかしながら, 異なる環境 3 条件で NAR に違いはみられなかったことから (表-1), オーキシン生合成阻害剤が直接, 同化効率を抑制することはないといえる。本実験で

は, 植物の体積に関する茎の伸長や葉面積の拡大は環境条件にかかわらず阻害剤散布により減少したが, 乾物率や RGR のような特性に対する効果は環境条件によって異なった。これらの結果は, 図-4 において EC_{a50} が EC_{w50} よりも小さい, すなわち, 乾物重の抑制よりも葉面積の拡大の方が先に生じていることから示唆される。

添野らの報告では, アラビドプシス苗に $50\mu\text{M}$ の AOPP を添加すると, 根の伸長や重力屈性の異常や根のねじれが生じた。根の重力屈性は, 根の細胞の上層と下層の透水性の違いによって生じると報告されており, オーキシンはこのプロセスを調節しており, 阻害剤がこれを阻害したため重力屈性に異常がみられたものと考えられる。添野らの実験では, 地下部を含めた植物体全体に阻害剤を添加したのに対し, 今回のような散布処理では阻害剤と接触したのは茎葉の表面のみであり, 茎葉の伸長抑制はみられたが, 重力屈性の異常はみられなかった。地上部と地下部の違いやトマトとアラビドプシスの違いを解明するには, オーキシン代謝の植物種による違いや阻害剤の添加方法による吸収の違いについて調査が必要である。

オーキシンの伸長に対する分子レベルのメカニズムは解明されつつあるが, 現在の知見では農業生産への利用

にはまだ不十分である。なぜなら, 農業生産は広い範囲の環境条件で行われており, 環境条件によって作物の反応は異なるからである。今回, オーキシン生合成阻害剤による葉面積や茎長の抑制は環境条件が異なってもみられたが, 乾物重や RGR に対する効果は環境条件によって異なった (表-1)。これから阻害剤の利用には環境要因の考慮が重要であると示唆された。農業生産における阻害剤利用には, 今回の環境条件よりもさらに広い範囲の環境条件で植物反応を調査する必要がある。

本報告では, 阻害剤による植物の伸長 (葉面積) 及び乾物生産の抑制についてモデル化した。このモデルにより異なる環境条件において, 乾物重や LAI の AOPP による減少が予測できた (図-5)。しかしながら, わずかながら実測値よりも予測値が小さく, 実測値に対する予測値の回帰式の傾きは乾物重及び LAI でそれぞれ 0.93 及び 0.87 であった。モデルでは SLA を w として定義したが, SLA は HT-AC よりも MT-HC の場合に小さかったことから (表-1), この SLA の変化のために予測値が小さくなったと考えられる。

本報告では, AOPP による成長抑制が強光時よりも弱光時に顕著になることを予測した (表-2)。これより, 強光時のように乾物生産が多い条件で

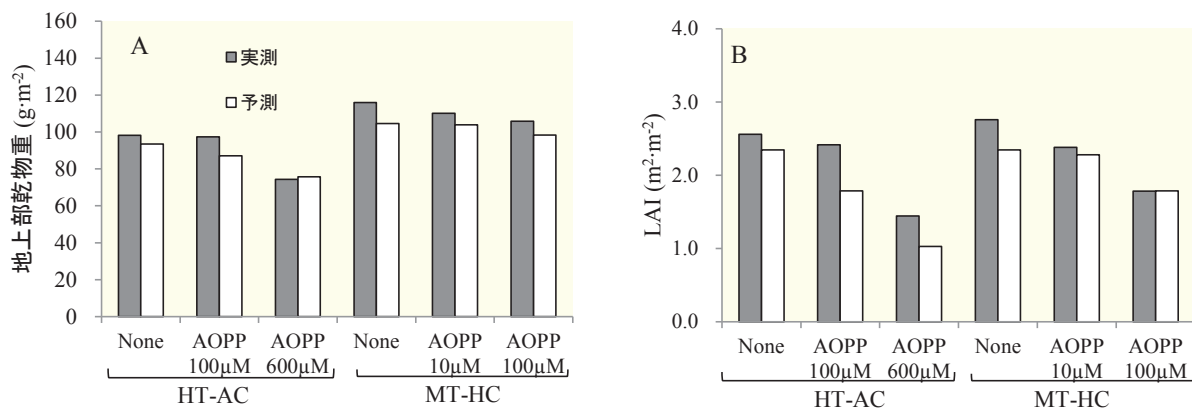


図-5 トマト苗の地上部乾物重 (A) 及び LAI (B) に対する AOPP 散布の影響についての予測と実測
HT-AC, 高温 (30 – 25 °C (昼–夜)), 大気 CO₂ (370 μmol · mol⁻¹); MT-HC, 適温 (23 – 17 °C (昼–夜)), 高 CO₂ (900 μmol · mol⁻¹ CO₂)。

表-2 強光及び弱光条件における地上部乾物重及び LAI へ及ぼす AOPP 処理の影響予測

PPFD ^z (mol · m ⁻² · d ⁻¹)	日	AOPP 100 μM	地上部乾物重 ^y (g · m ⁻² (%))	LAI ^y (m ² · m ⁻² (%))
11.4	14	散布あり	91.2 (92)	1.9 (73)
		散布なし	99.1 (100)	2.6 (100)
29.7	6	散布あり	91.8 (94)	1.7 (79)
		散布なし	97.7 (100)	2.2 (100)

^z 50% または 130% 日積算 PPFD (蛍光灯光源), HT-AC。

^y 乾物重及び LAI の初期値には HT-AC のものを使用。

は、オーキシン生合成が阻害されても成長には大きなマイナスとはならないことが予想される。一方、弱光時のような乾物生産の少ない条件では、オーキシン生合成が阻害されると成長の抑制はより大きくなると考えられる。つまり、植物の乾物生産にとって好適な条件よりも好適でない条件の方がオーキシンによる伸長反応が重要であると考えられる。このように、オーキシン生合成阻害を想定した場合の植物成長と環境応答についての検討に本モデルは有効である。

まとめ

オーキシン生合成阻害剤 AOPP 及び KOK-1101 はトマト苗の内生 IAA 含量を減少させ、2～3 葉期の苗の茎葉に散布した場合には茎長や葉面積のような植物体体積の成長を抑制する。この抑制は AOPP 濃度依存性のある用量反応である。NAR で表されるような物質生産効率には阻害剤による直接の影響はないとみられる。AOPP や KOK-1101 は、まず、葉の拡大を抑制し、その結果として物質生産が抑制される。つまり、葉面積の減少によって地上部乾物重及び RGR が減少する

のである。茎葉の伸長抑制に基づいたモデルにより乾物重や LAI を予測した結果、モデルに無関係な実測値を比べるとよく一致した。したがって、このモデルを用いれば、異なる環境条件における阻害剤の成長抑制効果や植物成長の推定が可能である。

引用文献

- Higashide T, and E. Heuvelink 2009. Physiological and morphological changes over the past 50 years in yield components in tomato. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 134, 460-465.
- Higashide, T. *et al.*, 2014. Suppression of Enlargement and Growth of Young Tomato Plants by Auxin Biosynthesis Inhibitor and Modeling the Growth and Environmental Response. *Scientific Reports*, 4, 4556.
- Monsi, M. and T. Saeki 2005. On the factor light in plant communities and its importance for matter production. *Ann. Bot.* 95, 549-567.
- Soeno, K. *et al.* 2010. Auxin biosynthesis inhibitors, identified by a genomics-based approach, provide insights into auxin biosynthesis. *Plant Cell Physiol.* 51, 524-536.

今後取り組むべき研究課題

ー第26回アジア太平洋雑草科学会議の主要講演からー

公益財団法人日本植物調節剤研究協会
研究所

渡邊 寛明

平成29年9月19日から4日間にわたり京都リサーチパークで開催された第26回アジア太平洋雑草科学会議 (The 26th Asian-Pacific Weed Science Society Conference in Kyoto) では、開会式後の Duke 氏による基調講演に続いて、Golden Jubilee Memorial Lectures (APWSS 創立50周年記念講演会) が開催され、本地域の著名な雑草研究者6名による報告があった。これらの講演の他にも、除草剤利用、除草剤抵抗性、ヒエ、アレロパシー等の本地域の重要課題に関する4題の Plenary Lectures があり、雑草研究の成果や課題がそれぞれの視点で論じられた。また、一般講演では雑草の発生動向や雑草管理技術の開発状況などについて多岐にわたる研究成果が報告された。私自身は本会議の財務担当として会期中の多くの時間を登録デスク (受付) で過ごしていたので、一般講演はほとんど聞くことができなかったが、幸い、受付近くのメイン会場 (バズホール) での講演を視聴することができた。それらのアブストラクトや演者による総説記事を参考にしながら、今後取り組むべき課題を中心にその概要を報告したい。私の聞き取りの未熟さから、演者の意図とは少し異なる解釈をしている点があるかも知れないが、そこは何卒ご容赦願いたい。

基調講演

9月20日の開会式に続いて、アメリカ農務省 (USDA) の Agricultural Research Service の Stephen O. Duke 博士による基調講演が行われた。博士は、除草剤に対する抵抗性等にみられる雑草の進化を防止するための総合的雑草管理 (IWM) の重要性を述べた。ダーウィンは単一の防除手段に対する病虫害の進化を予言していたが、雑草においても70年の除草剤への依存がもたらす除草剤抵抗性として早くから顕在化しており、IWMのアプローチがその予防に重要な役割を果たすと論じた。IWMを構成する個々の要素技術においても、空間的、時間的に多様であれば雑草管理の多様性をさらに高めることができ、作用機構の異なる除草剤のローテーション使用も抵抗性の発達を最小限に抑えることに役立つとしている。一方で、新たな作用を持つ除

草剤の開発が進まず複数の除草剤に対する抵抗性雑草がまん延している場面では、除草剤以外の管理手段を活用した IWM の普及が急務である。そのような場面でも、依然として除草剤は多くの草種に有効であり、その有効性を長く維持するためにも IWM の普及は重要であると述べた。将来は、新規作用機構を有する除草剤、機械除草や除草剤利用のための除草ロボット技術が確立し、バイオテクノロジーは、スプレー可能な RNAi、遺伝子改変による除草剤耐性作物、微生物除草剤、アレロパシー作物などを将来における主要な雑草管理ツールに仕立ててであろうと述べた。また、薬剤にみられる負相関交差抵抗性の利用も、将来における持続的な除草剤利用に役立つかもしれない。ただ、これら新しい技術が実用化されるとき、私たちは IWM を採用してこなかった過去の経験から学んだことを忘れてはならないと、Duke 博士は注意喚起している。

Golden Jubilee Memorial Lectures

基調講演に続いて、創立50周年記念講演会が開催され、アジア太平洋地域を代表する6名の雑草研究者により本地域の重要課題に関して発表された。トップバッターの APWSS 前事務局長 Nimal Chandrasena 博士は、50年に及ぶ APWSS の活動とこれまでの会議での研究発表内容からみた本地域における主な雑草課題の変遷を示した。さらに、記念本 "50th Anniversary Celebratory Volume Asian-Pacific Weed Science Society" (表-1, 図-1) の作成と発行の経緯を紹介した。この本は、大会参加者に無料配布された。

続いてフィリピン・マニラ大学の Aurora M. Baltazar 教授は、1967年のハワイでの第1回 APWSS 会議から2015年のインド・ハイデラバードでの第25回会議までの講演数や参加者数等のデータを示しながら、50年の APWSS の歴史と発展を概説した。また、APWSS の主要メンバーがかかわった雑草の解説本 "The World's Worst Weeds" や "A Geographical Atlas of World Weeds" 等の成果を挙げ、APWSS の取り組みが本地域の雑草科学の発展に貢献してきたと説明した。

植調協会の森田弘彦博士による講演では、本地域における水田雑草の発生と生育に及ぼす重要な環境要因として、モンスーン気候の温帯地域では「温度」、明瞭な乾季と雨季を持つ熱帯地域では「土壌水分」が取り上げられた。博士は、ヒエ属雑草等のイネ科雑草での研究事例に基づいて、各環境要因の季節変化 (夏-冬、乾期-雨季) に対する雑草の反応が水稻作におけるそれらの適応戦略に深くかかわって

いること、これら環境条件に対する雑草の反応性を詳細かつ正しく理解することが除草剤の合理的な使用につながると強調した。

APWSS 事務局長で ICRISAT（国際半乾燥熱帯作物研究所）の主任研究員である Adusumilli N. Rao 博士は、

APWSS 会長の松本宏筑波大教授とともに編纂した「Weed Management in Rice」（表-1、図-2）を紹介し、その作成と編集の経緯を説明した。この本は、大会参加者に割引価格で販売された。Rao 博士らによる「Rice Weed Management in the Asian-Pacific Region: An Overview」

表-1 APWSS 創立 50 周年を記念して発行された 2 つの書籍

1. 50th Anniversary Celebratory Volume (ISBN: 978-81-931978-5-1)		
編集	N. Chandrasena and A.N. Rao	
発行	アジア太平洋雑草学会, 日本雑草学会, インド雑草学会	
定価	1,000 円 (購入問合せ先: 日本雑草学会事務支局 Tel 075-415-3661)	
内容	Section I – Contributed Papers Asian-Pacific Weed Science Society: A glimpse of the past 50 years and perspectives N.Chandrasena and A. N. Rao Weed science in the Asian-Pacific region: Present status and experiences S. Adkins Commemorating 50 years of the Asian-Pacific Weed Science Society (1967-2017) A.M. Baltazar Temperature and soil moisture as principal factors on emergence and growth of weeds in rice production in Asian-Pacific region H. Morita Technological advances for weed management N. Burgos <i>et al.</i> Ringing the changes on the taxonomy of <i>Echinochloa</i> (L.) P. Beauv. (barnyard grass) in the Asian-Pacific region P. W. Michael Biologically-based methods of weed management: The next 50 years R. Charudattan Ethics, agriculture, and the environment R.L. Zimdahl The future of weed science in the Asian-Pacific region – Some perspectives for the next 50 years ‘Beautiful blue devil’ or ‘Cinderella’? Perspectives on opportunities to use water hyacinth (<i>Eichhornia crassipes</i> [Mart.] Solms) P. Ray and N. Chandrasena Section II – Memories and reflections By K. Itoh, K.U. Kim, A.R. Sharma, D. Kurniadie, D.V. Chin, Md. H. Ali, N.T. Yaduraju, A.H. Juraimi, S.K. De Datta, B.S. Chauhan, B. Marambe, C. Maneechote, G. Hassan and K.B. Marwat	
2. Weed Management in Rice (ISBN: 978-81-931978-4-4)		
編集	A.N. Rao and H. Matsumoto	
発行	アジア太平洋雑草学会, 日本雑草学会, インド雑草学会	
定価	4,000 円 (購入問合せ先: 日本雑草学会事務支局 Tel 075-415-3661)	
内容	Rice weed management in the Asian-Pacific region: An overview A.N. Rao <i>et al.</i> Climate change effects on rice, weeds and weed management in Asian-Pacific region N.E. Korres <i>et al.</i> The role of industry in managing rice weeds in the Asian-Pacific region during the past, present and in future H. Kraehmer <i>et al.</i> Herbicide resistant weeds in rice of the Asian-Pacific region: Characteristics, mechanisms and management of resistance S. Iwakami and A. Uchino Herbicide tolerant rice and weed management in Asian-Pacific region: Progress and potential S. Sudakir <i>et al.</i> Biocontrol and weed management in rice of Asian-Pacific region A. K. Watson Rice (<i>Oryza sativa</i> L.) allelopathy and <i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv H. Kato-Noguchi Weed and their management in rice cultivation in Australia: An overview and future prognosis N. Chandrasena <i>et al.</i> Weeds of rice and their management in China J. Zhu <i>et al.</i> An overview of weed and weed management in rice of South Asia A.N. Rao <i>et al.</i> Rice weed management in Southeast Asia V. Kumar <i>et al.</i> Rice weeds and management in North America N. Roma-Burgos <i>et al.</i> Rice weed and their management in Japan H. Watanabe and H. Morita Weeds and weed management in temperate rice of Korea I.Y. Lee <i>et al.</i> The weedy rice threat in rice-growing Asian-Pacific region M. Rathore <i>et al.</i>	

表-2 Steve W. Adkins 教授により提案された今後取り組むべき課題

- 雑草イネなどコメ生産の脅威となる重要雑草の総合管理戦略
- 作物生産や在来植生にとって脅威となる侵入外来種の総合対策
- 実用的で経済的な除草剤抵抗性雑草の管理戦略の構築
- 除草剤耐性作物においてスーパー雑草（除草剤抵抗性の雑草イネなど）を出現させないための持続的な雑草管理技術
- 気候変動が雑草（特に C_3 植物）と今後の雑草管理戦略に与えるインパクトの解明
- 雑草の種同定や複雑な雑草問題を整理するためのエキスパートシステムの開発と利用
- ガイダンスシステム、GPS、GIS、リモートセンシング技術等を活用した精密農業技術を含む雑草管理の新たな物理的手法
- 抑草力の強い作物や天然資材の利用および伝統的生物防除を含む生物的管理技術
- 問題雑草を同定・地図化し、除草剤使用を最小限に抑えるためのエキスパートシステムを利用した地域に合わせた雑草管理技術
- 国際貿易、物流、旅行の増加に伴う侵入外来種の増大メカニズムの解明と防止
- 新たな改善技術を迅速にエンドユーザーに移転する方策
- アジア太平洋地域における次世代の雑草研究者を育てる教育活動

(50th Anniversary Celebratory Volum に掲載された Adkins 教授による総説から)

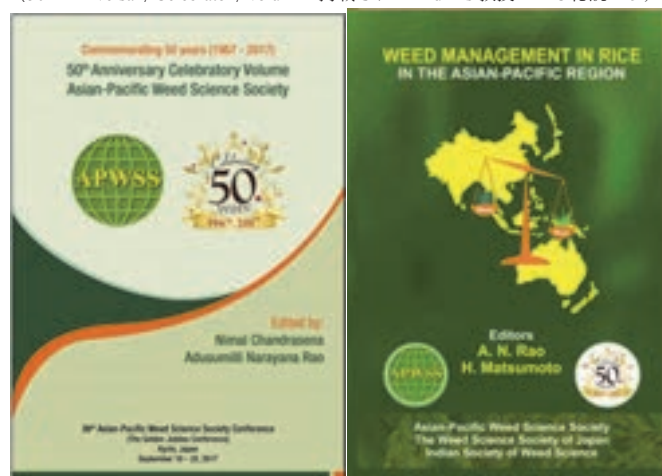


図-1 50th Anniversary Celebratory Volume

図-2 Weed Management in Rice

は、本地域における多様な稲作形態と雑草問題を紹介しており、アジア・太平洋地域での稲と雑草の「幅」を理解するための格好な資料となる。元 APWSS 会長でクイーンズランド大学の Steve W. Adkins 教授は、雑草管理技術が発達した現在でも雑草問題が食糧生産と環境保護に脅威を与え続けている背景として、気候変動、国際貿易や物流等にもなう地球規模での雑草の移動、除草剤抵抗性等を挙げた。具体的な脅威として雑草イネ、*Parthenium* 属雑草（アメリカブクリョウサイ等）、*Mikania micrantha* の特性と被害について概説した。Adkins 博士はこれら増大する雑草の脅威の軽減に向けて取り組むべきアプローチを整理しているが（表-2）、中でも特にバイオテクノロジー、各種のコンピューター技術、除草剤への依存を下げるための生物的、耕種的、機械的防除技術、他感物質（Allelochemical）を利用した除草剤開発、雑草リスク評価、ナノテクノロジーの発展に期待を寄せている。

国際雑草学会の会長でアーカンサス大学教授の Nilda Roma-Burgos 博士もまた、雑草科学における新しい技術革新が現在の壁を打ち破る新しい管理ツールの開発につながるとの期待を述べた。除草剤に対する抵抗性は将来における新たな雑草管理ツールの開発を促進するとし、すでにそのような革新は始まっているとのこと。将来はゲノミクス、プロテミクス、メタボロミクス、バイオインフォーマティクス、システムバイオロジー、分子生物学等の研究と応用が雑草科学と農業技術に大きなインパクトを与え、それら新しい科学技術と次世代シーケンサー技術が、RNA 干渉、遺伝子編集等の進歩や新しい除草剤のターゲット部位の発見や新規の雑草管理ツールの開発を促進すると論じている。また、他の演者と同じように、リモートセンシング技術やロボット技術にも大いに期待しており、それらがコスト面を含めてより実用的な技術となれば、侵入雑草や除草剤抵抗性雑草の早期発見と拡散モニタリングにより、大規模圃場管理の改善につながるとしている。

6名の演者による講演内容はそれぞれの異なる視点での報告であったが、共通して述べられたのは、本地域の研究推進と技術開発には APWSS を通じた情報交換と若手研究者の育成および基盤的研究の着実な発展が極めて重要性であるということであった。N. Chandrasena 博士と A.N. Rao 博士により紹介された2冊の記念本（表-1、図-1、図-2）には、アジア太平洋地域におけるこれまでの雑草研究の成果と今後の研究課題に関する演者らの総説が掲載されている。日本雑草学会で販売されているので、興味のある方は購入していただきそれらを参照してほしい。

Plenary Lectures

今大会では3日目と4日目にそれぞれ2題の Plenary Lecture があった。それら講演内容の概要は以下のとおりである。

9月21日（3日目）

演者：濱村謙史朗氏（日本植物調節剤研究協会）

演題：Development of herbicides for paddy rice in Japan

濱村氏は日本の水稲作における除草剤開発・普及の経緯について講演した。我が国の伝統的な稲作から始まり、1950年の2,4-D導入以降の除草剤の普及にもなう除草労働時間の低減、有効成分の開発・普及と問題雑草の変遷、体系処理から一発処理への処理体系の変化、省力散布のための1キロ粒剤、フロアブル、ジャンボ、豆つぶといった新たな剤型の開発の経緯と、田植同時処理、水口処理、投

げ込みなど圃場規模に応じた除草剤の散布法など、その講演内容は水稲作雑草管理の全般にわたるものであった。日本の水田および水稲作が置かれている自然条件や社会条件（立地条件、経営・圃場規模、気象条件、水稲栽培法、農業政策）との関係で、除草剤の開発・普及の経緯を考察した内容は大変解りやすく、除草剤の剤型と省力散布技術では動画を活用した説明もあり、聴衆の目をステージに引き付けた。海外からの参加者にとっては、アジア太平洋地域における我が国の水稲作と水田雑草管理の特徴を理解する上で大いに役立ったものと思われる。

演者：Dr. Deepak Kaundun（英国・シンジエンタ）

演題：Evolution, mechanism and sustainable control of herbicide resistance in weeds

Kaundun 博士は、もっとも厄介な抵抗性雑草として北米のトウモロコシや大豆畑でのヒユ属雑草 (*Amaranthus* spp.)、北西ヨーロッパとオーストラリア小麦畑地域の、ノズメノテッポウ (*Alopecurus myosuroides*) とボウムギ (*Lolium rigidum*) を挙げた。除草剤抵抗性は種子や花粉でも広がるが、一義的にはヘテロな雑草集団の中に内在する遺伝的変異が元になっていると説く。マルチ作用点の除草剤に比べると単一作用点の除草剤は抵抗性の影響を受けやすいこと、除草剤の代謝や移行が関係している非作用点変異の抵抗性は関与する遺伝子が多く、そのメカニズムが分かり難いのに対して、作用点変異の抵抗性ではその原因遺伝子の決定が容易であるとの説明があった。抵抗性形質は fitness の面で生存や適応上不利となる場合があると予測されるが、圃場レベルでその長期的意義はまだ十分には明らかにされていない。将来はコンピューターを用いたモデル試験により抵抗性の進化リスクを軽減するための管理戦略の設計が可能であるが、そのためにも現場での簡易な抵抗性検出技術が重要であると論じた。

9月22日(4日目)

演者：Dr. Do-Soon Kim（韓国・ソウル大学）

演題：Genetic diversity of *Echinochloa* species in taxonomic and ecological aspects

Kim 博士は、2倍体から6倍体まで様々な倍数性を有するヒエ属植物について、その遺伝的多様性に関する De novo RNA シーケンシングやトランスクリプトーム解析による最近の研究成果を紹介しながら、熱帯から温帯、湿潤水田から乾燥した畑条件まで幅広い環境適応性を有する本属植物の遺伝的背景について述べた。

演者：藤井義晴氏（東京農工大学）

演題：Research on allelopathy for weed science in

Asian-Pacific region

藤井教授は、これまで開発されてきたアレロパシー活性、他感物質の単離、分析、農業への寄与を評価するための各種研究手法およびそれらにより得られたこれまでの研究成果を紹介した。3つの主要なアレロパシー作用経路（根圏浸出、葉浸出、揮発）に対応した検定法として教授が開発したプラントボックス法、サンドイッチ法およびディッシュパック法で評価されたアレロパシー植物数千種のデータベースが構築されつつある。代表的な他感物質としてムクナの L-DOPA、ヘアリーベッチのシアナミド、タイワンレンギョウ (*Duranta repens*) の durantanin、バラ科シモツケ属植物 (*Spiraea* spp.) のシス桂皮酸について概説するとともに、雑草管理の実用場面での応用事例として外来植物が有するアレロパシー活性の評価、アレロパシー活性を有する被覆植物を用いた雑草管理を紹介した。また、重力屈性に影響を及ぼす他感物質などを例にあげ、アレロパシー研究が新たな作用機構を有する除草剤の開発につながることを期待されると述べた。

一般講演での研究発表

プログラム集によれば一般講演では、18のオーラルセッションで146題、2会場でのポスター発表167題、あわせて313題の研究発表があった（表-3）。なかでも除草剤抵抗性については発生状況、管理、作用点変異の抵抗性、非作用点抵抗性とテーマ別のセッションが設けられ、オーラルとポスターをあわせて51題の発表があった。また、除草剤開発に関する発表が32題、除草剤利用も40題と多く、除草剤耐性作物や総合的雑草管理なども含めると、除草剤利用場面を想定した研究発表が全体の半数以上を占めた。一方で、生物防除、アレロパシー、除草剤を用いない雑草管理技術の3つのセッションでは56題の発表があり、東南アジアや南アジアでの除草剤に対する行政的規制を背景にした”Botanical：植物資材による雑草制御”など、除草剤依存を軽減することを目指した研究についても活発な情報交換が行われた。また、本地域の農業生産においても侵入雑草の脅威が年々高まっていることもあり、これに関する研究発表が22題あった。

一般講演の雑草イネのセッションでの発表は9題であったが、本大会初日の9月19日に農研機構による雑草イネをテーマにした国際シンポジウムが開催され、そこでは米国、中国、オーストラリア、日本の研究者から6題の講演があった。いずれも雑草イネの由来や対策を考える上で重要な内容で、その適応や種子休眠をゲノム情報から解析した研究

表-3 一般講演でのテーマ別発表数

セッションテーマ	発表数		
	オーラル	ポスター	計
Aquatic weeds	9	0	9
Invasive alien species	6	16	22
Parasitic weeds		2	
Weed biology and ecology	7	27	37
Utilization of weeds		1	
Weedy rice	6	3	9
Herbicide tolerant crops	6	3	9
Biological control	12	2	14
Non-chemical control	6	9	15
Allelopathy	7	20	27
Weed management	13	10	23
Weed problem, constraint, and opportunity in different countries	11	5	16
Herbicide resistance	25	26	51
Herbicide	19	13	32
Herbicide usage	19	21	40
New technology	0	3	3
Others	0	6	6
合計	146	167	313

(データ：第26回アジア太平洋雑草科学会議プログラム集)

成果や雑草イネ対策のための取り組みについて報告があった。各国とも雑草イネ対策に苦労しているが、APWSSでの過去の発表と比較すると研究材料に用いる雑草イネ試料は

ずいぶん豊富になっており、雑草イネの多様性を明らかにする研究は着実に進んでいる。雑草イネは本地域の稲作における最も大きな脅威となり得ることから、これらの研究成果が雑草イネの防除戦略の構築に役立つことを期待したい。

おわりに

地球規模で急増する人口その生活を支え続けるために、農業生産に関わる全ての専門分野において、これまで以上の技術革新が求められている。雑草研究分野は、除草剤の開発・利用に代表されるような実用技術の開発を通して世界の農業生産の向上に大きく貢献してきたが、それでも除草剤抵抗性、侵入雑草、雑草イネなど安定した農業生産を妨げる多くの課題が山積している。気候変動のみならず経済活動や社会構造も大きく変化するなか、それらの脅威はますます大きくなることが予測される。演者たちは、このような状況をふまえながら、将来に向けた研究開発、技術革新の道筋を提案しておられた。今回の会議は、私自身にとっても将来のIWMの在り様をあらためて考える4日間となった。国際観光都市である京都での会議だったこともあり、海外から300名近くの参加が得られた。その一方で日本国内からの参加者は150名程度にとどまった。235名の国内参加があった22年前のつくば会議と比べると、日本人の参加はずいぶん少ない。今回のAPWSS会議に参加できなかった本誌読者の方々が、本稿によって会議の雰囲気を少しでも感じ取ることができれば幸いである。

田畑の草種

草合歓（クサネム）

マメ科クサネム属の一年生草本。全国の水田や川岸などの湿地に生える。草高数十センチのものから大きくなると1mを超えるものも。葉は頂小葉を持たない偶数羽状複葉。花は淡黄色で1cmほどの典型的な蝶形花。

「クサネム」の名は、同じマメ科の「ネムノキ」の草本版ということであつたようである。しかしながら花の形は大きく異なるし、葉も、「ネムノキ」は同じ偶数羽状複葉ではあるが2回の複葉である。両種とも夜になると葉を閉じる「就眠運動」をするという点では似ているが、これもこの2種に限ったものではない。はてさて・・・。

どちらも在来種で、古人たちの目についていたはずである。目についていたはずであるがクサネムが万葉人に取り上げられることはなかった。万葉人に取り上げられたのは「合歓木」の方であつた。万葉集に「合歓木」を詠った歌が3首ある。そのうちの2首。

昼は咲き夜は恋ひ寝る合歓木の花
君のみ見めや戯奴さへに見よ（巻8）

（公財）日本植物調節剤研究協会
兵庫試験地 須藤 健一

紀女郎が、若い大伴家持をちょっとからかって贈った歌。それに応えた大伴家持の歌。

我妹子が形見の合歓木は花のみに

咲きてけだしく実にならじかも（巻8）

家持にとって年上の郎女は凛とした宮廷女性であつたようである。「合歓」は「ねむ」とも「ごうかん」とも読む。ちなみに「合歓」とは夫婦が同衾することをいう。

クサネムは「就眠運動」のみならず太陽に向かって葉を広げるといふ「日周運動」も。一日中「日周運動」をした後さらに「就眠運動」である。「クサネム」はその動きにかなりのエネルギーを費やしているはずである。そのためであろうか夕方の就眠は早いようである。早く寝て早く起きているのであろうか。土田耕平にこんな歌があつた。

草合歓はすでにねむれり夕ぐれの
岡のへ来れば空のあかるさ

雑草イネに関して

農研機構

今泉 智通

雑草イネに関連する話題では、口頭発表が14題、ポスター発表が7題の合計21題あった。発表内容を大別すると、分布や発生状況（O-027, O-028, P-158）、防除技術（O-025, O-026, P-079）、除草剤抵抗性イネの利用（O-030, O-031, O-032, O-033, O-077, O-089, P-050, P-075, P-076）があった。これに加え、種子の越冬性に関する遺伝的背景（O-023）や集団の遺伝的構造（O-024）などに関する発表があった。

分布・発生状況に関する発表では、スリランカでは95%以上の農家が雑草イネによる雑草害を認識しているが管理には消極的であること（Abeysekara ら）、分布状況調査からマレーシアの雑草イネ発生は種籾への混入および埋土種子集団の形成が要因となっていること（Mispan ら）、直播栽培の面積が35%程度であるフィリピンでは、水稻栽培の大部分を直播栽培で実施している地域では約70%の生産者が雑草イネの存在に気付いているが、直播が普及していない地域では雑草イネの存在が知られておらず今後のモニタリングが必要であること（Juliano ら）などが報告された。防除に関する発表では、嫌気発芽耐性の栽培イネと浅水下（水深2cm）のプレチラクロール処理により苗立ち率を確保しつつ効果的な防除が可能になること（Kumar ら）、耕起と非選択性除草剤処理による移植前の防除（Kumar ら）、種子へのパラコート処理による発芽および幼芽伸長抑制（Wen ら）など、イネと同じ種であり除草剤が制限されるため、栽培イネ発芽前および非作付期間の防除法に関する報告が中心であった。

除草剤抵抗性イネを利用した雑草イネ防除に関する報告は9題あり、雑草イネに関する発表の半数を占めていた。イミダゾリノン系除草剤に対する抵抗性が付与されたClearfield品種に関する報告では、Clearfield品種が2010年に導入されたマレーシアでは品種利用のガイドラインを遵守することで除草剤抵抗性を獲得した雑草イネの顕在化

を抑制することができている（Azmi ら）とする一方で、Clearfield品種からマレーシアの雑草イネへの遺伝子流動が起こりうることを示す圃場試験や（Mazlan ら）やマレーシアの生産者圃場でイミダゾリノン抵抗性の雑草イネの顕在化を確認した発表（Masilamany ら）があった。また、Clearfield品種が2003年に導入されているブラジルでは、除草剤抵抗性を獲得した雑草イネが広く見つかっており、ガイドラインを遵守する上で障害となる要因について発表があった（Avila ら）。こうした除草剤抵抗性雑草イネの顕在化に対する新たな対策として、キザロホップエチルに対する抵抗性を有したProvisia品種が2018年からアメリカで導入される予定であり、Clearfield品種、Provisia品種、グリホサート抵抗性ダイズでローテーションすることでキザロホップエチル抵抗性雑草イネの顕在化を予防できること（Roma-Burgos ら）、ローテーションやガイドライン遵守が最重要でありガイドラインを遵守しない生産者へは種子を供給しないこと（Mankin ら、Bottoms）などが発表された。Provisia品種の利用に関しては楽観的な発表しかなかったが、会場からは雑草イネへの遺伝子流動に対する懸念などの指摘があった。ガイドラインを遵守すれば顕在化しないと言えればそれまでだが、Clearfield品種の例を見ていけばキザロホップエチル抵抗性雑草イネの顕在化まで時間がかからなくてもおかしくはない。種子休眠性遺伝子の遺伝子破壊系統（Gu ら）を利用した除草剤抵抗性イネの作出（Gu ら）に関する発表でも言及されていたが、生産者に責任を押し付けるだけでなく科学技術として除草剤抵抗性雑草イネを予防する科学技術の確立が早急に必要である。

以上の雑草イネに関する口頭・ポスター発表のなかでもMispan らによる種子の越冬性の遺伝的背景を探る研究は興味深く、越冬種子の生存率に関して実施したQTL解析により一次休眠および赤米形成に関与する遺伝子（*qSD7-1/Rc*）は地表面および埋土条件ともに種子の越冬生存率に関与することを示し、また、地表面と埋土条件では異なるQTLが越冬生存率に寄与することを示した。イネは、全ゲノム塩基配列が決定されており、栽培イネを中心に多くの遺伝子が解明されているモデル植物である。こうしたゲノム情報を活用した雑草イネ研究が増えることで、種子の越冬性に対する種子休眠や他の形質の寄与など、雑草イネだけでなく雑草学において重要な基礎的知見が蓄積されると期待される。

侵入外来雑草に関して

農研機構 中央農業研究センター
黒川 俊二

侵入外来雑草のセッションでは、口頭発表が6題、ポスター発表が15題の合計21題あった。研究対象地域はアジア全域、ハワイ、カリフォルニア、オーストラリアに至るまでアジア太平洋地域全域にわたっていた。生育地についても、国立公園（O-010）やヒマラヤ植生（O-015）など自然生態系だけでなくトウモロコシなど作物畑についても発表（P-061）があった。種については、各地で大きな問題となっている *Parthenium* が特に目立っており、侵略性に関する生育特性や気候変動に対する反応性にいたるまで幅広い研究が展開されていた（O-012, P-060, P-061, P-064, P-065）。

Parthenium hysterophorus はキク科の種子繁殖植物で、風や水、自動車などによって散布される拡散性の高い種子を多量に生産するため非常に侵略性が高い。さらに、接触によるひどい皮膚炎や喘息などを引き起こすため、人の健康に対する被害も大きい。日本にも入ってきていることが確認されているが、これまでのところ、大きな問題として取り上げられていないようである。今後、温暖化が進むと日本においても深刻な問題を引き起こすかもしれない。すでに各国で先進的に取り組まれている研究や対策について、今のうちにしっかりとレビューをしておく必要があるかもしれない。P-066 の発表では *Solidago canadensis* の倍数性の違いと競合能力について比較実験されており、倍数化が侵略性を増大させる可能性が示された。こうした種の進化と侵略性との関係性についても非常に興味深いテーマである。また、*Acacia* 属の侵入植物がもたらす植物リターによる土壌環境に対するインパクトを評価している発表もあった（O-013, P-067）。しかしながら、葉のリターが増えているにもかかわらず、窒素の有意な増加は認められず、窒素固定の影響は確認できなかった。これは時間スケールが短い（25

年以下）ことによるかもしれないため、長期間のモニタリングが必要であるとされた。

外来雑草の侵入による Flora の変化についての発表は、ヒマラヤ（O-015）、ティモール（P-059）、韓国（P-063）、トルコ（O-014, P-070）、中国（P-071）などの国と地域であり、各地域で Flora 調査に基づく対策立案の重要性が認識されていることが確認できた。特に韓国における実態調査に関する研究では発表者と直接議論することができ、ワルナスビなどの外来雑草の分布地域が北部に集中していることについて、その要因として米軍基地の存在との関連性を指摘していたのが印象的であった。日本においては継続的に全国調査が行われている例がほとんどないため、他国に見習って侵入外来雑草の被害実態の変化に対応できる取り組みが必要であると考えられる。

侵入防止対策に関わる研究では、法規制の科学的根拠とするため、混入種子の DNA バーコーディングによる種の同定技術を開発している研究（O-011）や、愛知目標の9番目の個別目標（2020年までに、侵略的外来種及びその定着経路が特定され、優先順位が付けられ、優先度の高い種が制御又は根絶される。また、侵略的外来種の導入又は定着を防止するために、定着経路を管理するための対策が講じられる。）を達成するための科学的知見を蓄積する重要性を指摘する発表（O-014）があった。愛知目標達成に関しては世界各国で対応が進んでおり、雑草分野でも論文や国際会議での発表が目立ってきている。残念ながら、日本での対応に関しては、APWSS を含め雑草関連の国際会議の場で発表されているのを目にすることがない。環境省関連の研究者を雑草分野として取り込んでいく必要性を感じる。日本への侵入実態に関しては、Nishi ら（P-069）によって輸入穀物中の混入雑草種子の種組成と輸入港周辺の植生とを比較している興味深い研究が発表されていた。結果として、輸入穀物に高頻度で見つかる種については、輸入港でない港周辺よりも輸入港周辺でより高い頻度で見つかる傾向があることを示した。このような知見の蓄積は、侵入外来雑草の高リスク地域の推定に貢献できると考えられ、日本全体での侵入外来雑草問題の対策に非常に重要であると考えられた。

アジア太平洋地域における雑草科学と関係したアレロパシー研究

東京農工大学

藤井 義晴

雑草科学におけるアレロパシー研究には2面ある。ひとつは、雑草害のひとつとしてのアレロパシーであり、①雑草に含まれる成分が作物の生育を阻害するという有害性の研究である。これは外来植物の有害作用のひとつでもある。もうひとつは、②アレロパシー活性自身を雑草抑制に利用しようとする研究である。この方法には、(1) 被覆植物を使う方法、(2) 植物の抽出液を除草剤、抑草剤として使おうとする方法、(3) あたらしい除草剤の出発物質を発見しようとする方法、の3つであるが、APWSSでも口頭、ポスターと多くの発表があった。簡単に紹介する。

(1) 雑草に含まれる成分が作物に害を与える場合

1) セイタカアワダチソウのアレロパシー

京都大学の河津らによって、セイタカアワダチソウ (*Solidago altissima*) に含まれるシスデヒドロマトリカリアエステル (図-1) に植物生育阻害活性があることが日本農芸化学会で発表されたのがきっかけで、セイタカアワダチソウのアレロパシー研究が盛んになった。千葉大学の沼田とお茶の水大学の加藤らはシスデヒドロマトリカリアエステルがアレロケミカルであるという論文を多数発表し日本発の研究として知られている。

その後、これらの物質には強い線虫抑制作用もあることが判明した。また、松永らによってほ乳類に対しては、抗癌作用があることが報告されている。ただし、癌細胞だけではなく正常な細胞にも毒性が強いため現在まで実用化はされていない。

マトリカリアエステルに関しては、土壌中の水溶液から検出できないことから現場でその作用を疑問視する報告もあるが、本来脂溶性物質であり、結論は出ていない。

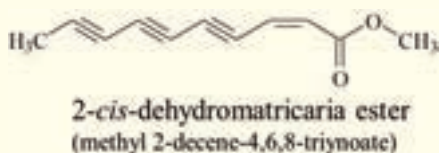


図-1 デヒドロマトリカリアエステル

2) ナガボノウルシ

ナガボノウルシ (*Sphenoclea zeylanica*) は、Holm により世界最悪雑草のひとつに挙げられた水田雑草である。タイ農業省のチャウムとシリポーンらはこの雑草のイネに対するアレロパシー活性が強いことを報告し、農業環境技術研究所 (当時) のグループに物質同定を依頼された。作用物質は水の中で互変異性体となり同定に時間を要したが、最終的に京都大学の平井伸博らの協力で、ゼイラノキサイドと命名した新規なチオスルフィネート類 (図-2) が同定された。その構造から抗菌活性も期待される新規物質である

3) ハルガヤ

農水省草地試験場 (当時) の山本嘉人は、草地で食べ残され、他の牧草の生育を抑制する雑草ハルガヤ (*Anthoxanthum odoratum*) のアレロケミカルがクマリン (coumarin) であることを報告している。クマリン類としては、他にイチジクからソラレン (psoralen) が、エンバクからスコポレチン (scopoletin) が、チモシーからエスクリン (esculin)、ペルーの薬用植物からウンベリフェロン (umbelliferon) がアレロケミカルとして報告されている。

4) オジギソウ類とギンネム

台湾のChou (周) らは、オジギソウ (*Mimosa pudica*) のアレロケミカルを分析し、多量に含まれる非タンパク質構成アミノ酸のミモシン (mimosine) が原因物質であると報告している。ミモシンは、他の侵略的なオジギソウ類である *M. pigra* や *M. invisa*, 侵略的な樹木であるギンネム (*Leucaena leucocephala*) においてもアレロケミカルとして働くと報告している。

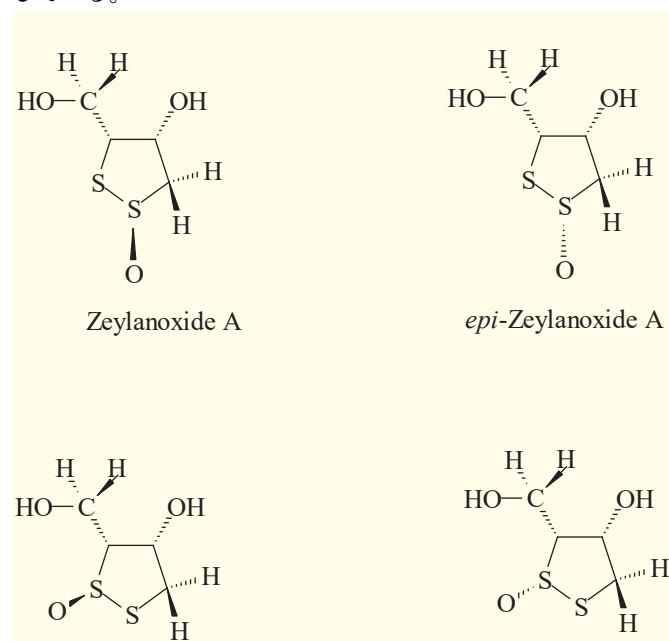
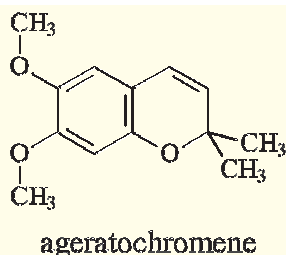


図-2 ゼイラノキサイド類 (新規チオスルフィネート)



ageratochromene

図-3 アゲラトクロメン

5) カッコウアザミ

中国の Kong (孔) らは、雑草であるカッコウアザミ (*Ageratum conyzoides*) のアレロケミカルとして、アゲラトクロメン (ageratochromene, 図-3) を報告している。この物質には抗菌活性もあり、この雑草を柑橘類の果樹園下草に利用することで雑草や土壌伝染性病害を抑制できる可能性が示唆されている。

(2) アレロパシー活性自身を雑草抑制に利用しようとする研究

1) 被覆植物を使う研究

ソバ (*Fagopyrum esculentum*) は雑草抑制作用が強いことが知られていた。その作用は生育が早いことによる光の競合であると考えられてきたが、アレロパシーの寄与も報告され作用物質が報告されている。全活性法という方法で物質の寄与率を評価した結果、最も寄与している成分はルチン (rutin) であると報告されている。ルチンの作用機構を DNA マイクロアレイで調べた結果、生物学的および非生物学的ストレス系に影響を及ぼすことが示唆された。

ハッシュウマメ (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) はアジア原産のマメ科作物であるが、ブラジルで宮坂四郎らによって雑

草抑制効果が見いだされ、その作用成分として L-DOPA が報告された。窒素固定をしたり、土壌物理性を改良したり、土壌流亡防止作用もあるので、南米やアフリカ中部での大規模農業における雑草抑制に利用が広がっている。

ヘアリーベッチ (*Vicia villosa*) は牧草であったが、自然農法や有機農業で新たに開墾した農地に最初に播種する植物として利用されていた。その雑草抑制作用を研究し、アレロケミカルとしてシアナミド (cyanamide) が天然物として世界で初めて報告された。現在各種苗会社から販売され、果樹園や水田における雑草抑制にも利用が広がっている。

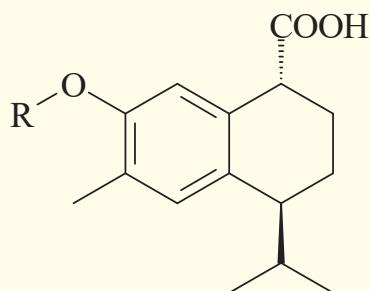
2) 植物の抽出液を除草剤あるいは抑草剤として使う研究

パキスタンの Cheema らは、ソルガムのアレロパシーを研究し、ソルガムの水抽出液に雑草抑制効果があることから、これを Sorgaab と名付け、除草剤と混和したものを農家に販売して実用化している。

3) 新しい除草剤の出発物質を発見しようとする研究

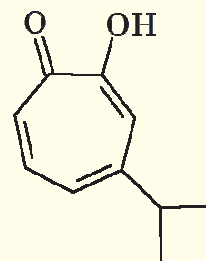
近畿大学の森本らは米国農務省の Duke らと共同研究して、キク科の雑草 Camphorweed (*Heterotheca subaxillaris*) から、草食動物の摂食阻害や強い植物生育抑制作用のあるカラメン (calamine) 型のセスキテルペン (図-4) を同定している。

東京農工大学の藤井らは、重力屈性阻害活性をクズ等の難防除する性雑草の抑制に利用する研究を行い、ユキヤナギから同定したシス桂皮酸誘導体、カルコン類、ヒノキチオール類 (図-5) に活性があることを報告し特許を申請している。実用化には現地試験を繰り返す必要があるが、新たな雑草抑制手法のひとつになる可能性がある。



calamine type sesquiterpenes

図-4 カラメン型セスキテルペン



hinokitiol
(β -thujaplicin)

図-5 ヒノキチオール

水稲用新規除草剤に関して

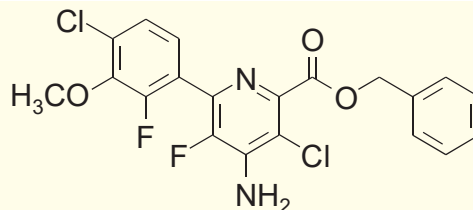
シンジェンタジャパン株式会社
森島 靖雄

第26回のAPWSS (Asian-Pacific Weed Science Society) 国際会議は、京都の地で2017年9月19～22日の日程で成功裡に開催された。1967年に発起されたAPWSSの歴史は、環太平洋地域各国の雑草科学関係者が中心となって2年に一度の各国持ち回り主催で会議を重ねて、今回の第26回で50年の節目を迎えたことから、全体セッションにはGolden Jubilee Memorial Lecturesも特別に設けられる記念すべき大会となった。

会期中にPlenary Lectureも含めて多くの優れた口頭およびポスター発表があったが、“米はアジア”と言われるように、APWSSに関わるアジア各国で最も関心が高い作物は水稲であり、そのため水稲を中心とした雑草防除技術に関する話題が多かった。ここでは、その中でも“Herbicide”の各セッションで発表され、国内でも開発が進み注目されている水稲用新規除草剤を、発表数が多かったものから順に何点か取り上げて紹介してみたい。

Rinskor™ Active (一般名: florpyrauxifen-benzyl)

DAS (Dow AgroSciences) 社が開発中の新規のアリールピコリン酸系合成オーキシシン剤 (synthetic auxin, HRAC グループ O) で、molecular trade name (有効成分商標) の“Rinskor”として一連の発表 (Oral-4 会場: O-108, 109, 110 & 112, Poster 会場: P-001 & 003) があつた。合成オーキシシン剤は従来から広葉雑草に活性が高く、Rinskorも極めて低薬量 (5-10 gai/ha) の茎葉処理において、コナギやナガボノウルシ (*Sphenoclea zeylanica*) などに卓効 (95-98% control) とされる。さらに本剤の場合は25-30 gai/haでノビエ類や一年生カヤツリグサ類に有効であり (90-95% control), アゼガヤに対しても抑制効果 (70-75% control) を持つなど、広葉雑草以外にも広い殺草スペクトルを有し、水稲に対する安全性も高い点がユニークである (O-108)。DAS社は本剤をアジア各国を中心に単剤および混合剤 (+ penoxsulam, O-110) として開発中であり、製剤はNeoEC (2.7% w/w) と呼ばれる乳剤を茎葉処理用として、また粒剤 (0.5%) を水面施用用 (日本のみ)



florpyrauxifen-benzyl

として用意されている (O-109, P-001 & 003)。合成オーキシシン類である特徴を生かして、アセト乳酸合成酵素 (ALS) 阻害剤など他の作用点グループに対する抵抗性雑草防除にも有効とされる (O-109)。

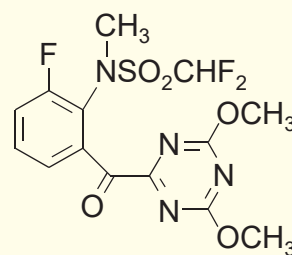
アリールピコリン酸系は歴史的にDAS社が多くの除草剤を開発してきた系統であるが、Rinskorは従来の合成オーキシシン剤とは異なるオーキシシン受容体結合様式を持つとされる (O-110)。水稲に対する選択性の機構は明らかにされていないが、麦用として開発されたRinskorと同系統のhalauxifen-methyl (Arylex™ Active) が、麦と雑草 (ホトケノザ) との間で、カルボン酸脱メチルエステル化の差が報告されており (WSSA 7th, Feb 2013), Rinskorの場合もカルボン酸ベンジルエステル構造を持っている点で興味深い。

Rinskorは国内ではDAH-500の開発コード名で単剤および他除草剤との混合剤として開発中であり、植調協会 (公益財団法人 日本植物調節剤研究協会) 委託で適用性試験が実施されている (5 剤, 2017 年度)。

Triafamone (Council®)

BCS (Bayer Crop Science) 社が開発した新規のスルホンアニリド系ALS阻害剤 (HRAC グループ B) で、triafamoneの基本性能や混合剤 (Council Complète: + tefuryltrione など) に関する一連の発表 (Oral-4 会場: O-113 & 114, Poster 会場: P-005 & 006) があつた。10-50 gai/haの薬量でイネ科から広葉雑草、一年生から多年生雑草に及ぶ広い殺草スペクトル、発生前から発生後にわたる広い処理適期幅 (例: ノビエは3.5葉まで有効)、直播・移植栽培いずれにも適用可能な水稲安全性、処理方法は水面施用から茎葉処理まで可能で、また様々な剤型に対応できる物理化学性など、水稲用除草剤として優れた特性が示された (O-113)。

一方で、日本を含め多くの国で抵抗性雑草が知られるALS阻害剤である点を考慮して、ALS以外



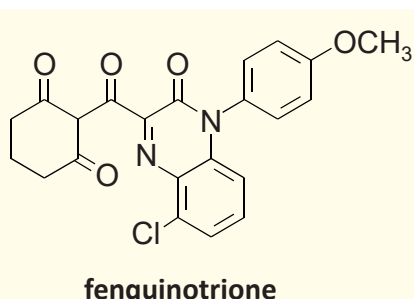
triafamone

に作用点を持つ除草剤との混合剤開発も行われている。その中で HPPD (4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase) 阻害剤の tefuryltrione との混合剤, Council Complete GR (triafamone: 0.5% + tefuryltrione: 3%) は, 多年生難防除雑草 (コウキヤガラ, オモダカ, キシュウスズメノヒエなど) に対する高い防除効果を示すとされる (O-114, P-005 & 006)。

本剤は日本, 韓国および中国で既に農薬登録されており, 今後はその他アジア各国での登録も見込んでいる (O-113)。国内ではカウンシルコンプリート/ボディガードプロ剤の 2016 年の上市に続いて, さらに多くの新規混合剤について植調協会委託で適用性試験が実施されている (23 剤, 2017 年度)。

Fenquinotrine

クミアイ化学工業株式会社が開発中の新規のトリケトン系 HPPD 阻害剤 (HRAC グループ F2)。Fenquinotrine の 300 gai/ha の



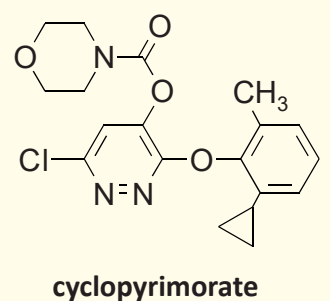
薬量における ALS 阻害剤抵抗性雑草 (コナギ, ミズアオイ, オモダカ) に対する有効性, 作物中・土壌中・動物中代謝に関して口頭発表 (Oral-4 会場: O-115 & 118) された。ポスター発表 (Poster 会場: P-009) では, 水稻と雑草間選択性の機構に関して, ALS 阻害剤などの除草剤に対するイネ体内代謝活性が知られるチトクローム P450 (CYP81A6) による, 4-OCH₃ 基の脱メチル化 (O-demethylation) の関与が報告されている。またこの機構は, 数種の既存水稻用 HPPD 阻害型除草剤に感受性が高い一部の飼料イネ品種についても同様に機能しており, 本剤の高い水稻安全性につながっているとする点が興味深い。

国内において本剤 (国内開発コード名: KUH-110) は最近になって農薬登録され (単剤: ジータ 1 キロ粒剤, 2018

年 2 月 28 日付), 他除草剤との 2~3 成分混合剤についても植調協会委託で適用性試験が実施されている (31 剤, 2017 年度)。

Cyclopyrimorate

三井化学アグロ株式会社が開発中の新規のピリダジン系白化型除草剤。Cyclopyrimorate と HPPD 阻害剤のピラゾレート (pyrazolynate) との混用 (300 + 600 gai/ha) による



各種の水田雑草に対する相乗的効果 (a synergy effect with pyrazolynate) と, 高い水稻安全性を報告している (Oral-4 会場: O-111)。

本剤は国内ではピラゾレート, あるいはそれ以外の HPPD 阻害剤 (tefuryltrione あるいは lancotrione-sodium) との組み合わせに加えて, 他の除草剤成分を含む 3 種混合剤について植調協会委託で適用性試験が実施されている (12 剤, 2017 年度)。

白化作用を有すること, HPPD 阻害剤と相乗作用がある点から, プラストキノン生合成系に対するなんらかの関与が推察されるが, 新規の作用点を持つ除草剤が待望される昨今, 本剤の作用点解明が待たれる。

これらは, いずれも広くアジア各国の水稻雑草防除技術にとって, 将来にわたる有用な資材として貢献が期待されることは疑いもないが, cyclopyrimorate を除き「作用点」という観点からは「新規」とは言えないかもしれない。したがって, 除草剤抵抗性に関わるセッション “Herbicide Resistance (Status, Management, Target-Site Resistance & Non-Target-Site Resistance)” とも関係して, いずれの発表においても, 単一の新規除草剤としての有用性だけでなく, 除草剤抵抗性対策としての手段, および抵抗性対策を考慮した製品開発がなされている点も印象に残った。

抵抗性雑草に関して

京都大学大学院農学研究科
岩上 哲史

除草剤抵抗性雑草のトピックは、抵抗性の状況 (Status)、抵抗性の管理 (Management)、作用点抵抗性 (Target-Site Resistance)、非作用点抵抗性 (Non-Target-Site Resistance) の4つのカテゴリーで構成され、口頭で25題、ポスターで24題が発表された。これまで除草剤の使用が限定的だったアジア諸国においても、除草剤の使用が増加傾向にあり、それに伴い除草剤抵抗性雑草が問題となる国や地域が増えているようである。特に中国においてはその増加が顕著であり、その影響もあつた発表数も参加国 (地域) 中最多で、全体の1/4を占めた (日本からの発表もほぼ同数)。

抵抗性雑草の中で最も深刻な問題となるのは、作用機構の異なる複数の除草剤に抵抗性を示す多剤抵抗性型である。こうした生物型の出現が、日本や中国、マレーシア、イン

ドのグループから発表された。いずれも詳細な抵抗性メカニズムについては不明だが、作用点抵抗性によらないケースも報告されていた。

作用点抵抗性研究では、作用点をコードする遺伝子が複数ある植物における抵抗性進化に関する研究が複数報告された。これは作用点抵抗性研究においてこれまでほとんど注目されていなかった領域であり、今後のさらなる研究の発展が期待される。また、作用点抵抗性のカテゴリーでは、新たな作用点抵抗性変異の同定や、作用点酵素の簡便な感受性試験法の開発、複数の抵抗性集団における作用点変異のバリエーションの調査など、アプローチの異なる多様な研究報告があり、除草剤抵抗性の4つのカテゴリーの中で最も充実していた印象を受けた。

非作用点抵抗性の研究については、欧米諸国と比べると遅れをとっている印象だった。質量分析機器や網羅的な遺伝子解析などコストのかかる実験が必要であることがその要因と考えられるが、これらのコストも年々低下していることから、非作用点抵抗性が問題となるアジア諸国においても研究が進展することが望まれる。一方で、少数ではあるが、次世代シーケンサーを用いた発現遺伝子の解析やCRISPR/Cas9によるゲノム編集を用いた研究もあり、新たな技術を雑草研究に取り入れることの有効性を感じた

雑草の生物的防除に関して

CABI-UK
黒瀬 大介

「生物的防除」のセッションは9月20日に2回に分けられて開催され、計11課題 (1課題はキャンセル) の口頭発表が行われた。また、ポスター発表は2課題であった。研究対象の多くが外来侵入雑草であり、その防除素材として、植食性昆虫および植物病原糸状菌等の天敵を活用する研究内容とその現状について、オーストラリア、インドネシア、南アフリカ、アメリカ、インド、ニュージーランド、トルコ、イギリス (小生) および日本など、様々な国から参加した研究者によって講演が行われた。講演の大半は原産地の雑草に寄生する天敵を活用する伝統的生物的防除法に関する研究であり、中には本法の成功事例に関する講演もあった。このことから、多くの国々で外来侵入雑草が生態系を攪乱する等問題となっていること、また、農業等の化学除草剤や耕種の防除法では外来雑草の防除が困難であるため、その対策として原産地の雑草に寄生する天敵を活用する生物的防除法の開発に関する研究が活発に行われていることがうかがい知れた。一方、日本では外来侵入雑草を生物的

に防除する試みはほとんど行われていないのが現状である。そこで、小生は「Biological control of invasive weeds – a potential weed management strategy for Japan」というタイトルで口頭発表を行った。本講演では日本における雑草の生物的防除に関する過去の事例やこれまで小生が継続的に行ってきた、英国におけるイタドリを生物的防除法に関する研究を含む、日本由来の外来侵入雑草の生物的防除法に関する研究、さらに、原産地の天敵生物を用いた、日本における外来侵入雑草の生物的防除の可能性とその対象植物種、並びに海外におけるそれら対象種の防除成功事例等について紹介した。当初は本法に関して馴染みがないため関心が低いと思っていた日本人研究者も本セッションに多く参加しており、また小生の講演後に多数の質問を受けたことから、関心の高さがうかがえた。一方で、日本も含めた海外の研究者との議論を通して、日本において雑草防除を行う際には、海外とは異なり、生物的防除法がその対策の選択肢に含まれていないように感じた。今回、日本人研究者による研究発表は小生を含めて2名と少なかったことから、今後は日本においても雑草の生物的防除法の研究およびその利用が活発になることを願っている。最後に、今年8月26日～31日の日程で、第15回 International Symposium of Biological Control of Weeds がスイス・エンゲルブルクで開催される予定である (4年に一度開催)。本大会では雑草の生物的防除に関連した最新研究が報告される予定である。これまでの大会に参加した日本人研究者は非常に少ないため大会実行委員の一人として、日本人研究者にも本大会に奮って参加していただければ幸いである。

除草剤抵抗性作物について

BASF ジャパン株式会社
水野 純一

「コメは世界の多くの人々にとって主要な食料源であり、最も重要な作物のひとつに数えられている。野生のイネの一種である「雑草イネ、ないし赤米 (red rice)」は、コメの収量を大幅に減らしかねない。これを解決するのが、BASF の Clearfield® (クリアフィールド) 生産システムであり、クリアフィールド技術を駆使した非遺伝子組換えの除草剤耐性の種子と広いスペクトラムの除草剤を組み合わせたこのシステムでは、コメの収量を大幅に高めることが可能になる。」

BASF としてクリアフィールドを紹介する場面では、このような文章が使用されてきた。そして 1992 年の導入以降、世界各地で使用作物、面積が広がり 2016 年には 11 百万 ha でこの生産システムが使われていることが分かっている。

今回、京都で行われた第 26 回 APWSS では、このクリアフィールドのシステムとして特にイネの使用実態についての発表や、アジア地域で先行し実践的に使用されているマレーシアでの状況についての発表がなされた。そして新たな技術として「Provisia®」イネの生産システムの発表があった。

「クリアフィールド」イネが、アセト乳酸合成酵素 (ALS) やアセトヒドロキシ酸合成酵素 (AHAS) に阻害作用をもつイミダゾリノン系除草剤に耐性を示すのに対し、「Provisia」イネは、アセチル CoA カルボキシラーゼ (ACCase) に阻害作用をもつ除草剤に対し耐性を示す。従来の単一な除草剤耐性品種のみでの連作栽培では、雑草イネへの耐性獲得も懸念されていた。そこで BASF は、2008 年より非遺伝子組み換え技術を用いて作用性の異なる ACCase 阻害の除草剤に耐性を示すイネの研究を始め、今回その技術の確立と共に 2018 年には「Provisia」システムとしてアメリカで市販が予定されていることや、両システムをローテーション使用することにより、今後より長期的に安定した雑草イネを含む雑草防除を実現することが可能であると発表があった。

非遺伝子組み換え除草剤耐性「クリアフィールド」生産システムの使用国



第26回アジア・太平洋雑草科学会議に参加して

公益財団法人日本植物調節剤研究協会
奥野 潤一

第26回アジア・太平洋雑草科学会議（APWSS：Asian-Pacific Weed Science Society Conference）が2017年9月19日から22日の4日間にわたり、京都府で開催された。日本での開催は、1995年のつくば開催以来、22年ぶりである。植調協会は展示ブースを設置した他、森田技術顧問がGolden Jubilee Memorial Lecture、濱村千葉支所長がPlenary Lectureとしてそれぞれ講演した。また、事務局の村岡氏、植調兵庫試験地の須藤、研究所の中村、穂坂および奥野の5名がそれぞれポスター発表を行った。

大会の概要

9月19日は午後から農研機構主催の雑草イネに関するシンポジウムがあり、大会受付は15時から行われた。受付スペースがあまり広くなかったことや、当日参加者が多くいたこともあり大混雑であった。同日17時30分からはWelcome Receptionがあり、多くの参加者が集い、国際学会に参加しているという雰囲気を強く感じた（写真-1）。

9月20日から本格的に学会がスタートした。本大会の参加者は450名程でそのうち日本人は150名程であった。発表演題数はポスター168



写真-1 Welcome Reception

題、口頭発表146題が行われるなど、盛況であった。

この日は午前からGolden Jubilee Memorial Lecturesとして6題の講演があり、その中に森田技術顧問の講演もあった（写真-2）。会場は満員で立ち見をしている人も多くいた。午後にはポスター発表（奇数番号）のコアタイムがあり、植調協会からは須藤、中村と私がここでポスター内容を説明した。日本人の発表者には日本人が多く集まり、外国人の発表には外国人が集まる傾向があった。特に私のポ

スターは日本の芝地での雑草に関する内容だったこともあり、見に来てくれた人はほとんど日本人だった。ポスターの前にはA3判で印刷したポスターをフリーペーパーのように置いておいたが、大会終了時にはほとんどなくなっていた（写真-3）。



写真-2 森田による講演 写真-3 ポスター発表（奥野：右）

9月21日の午前、2題のPlenary Lecturesがあり、1題目が濱村氏の講演だった。こちらも満席で立ち見をしている人が多く、盛況であった（写真-4）。午後にはポスター発表（偶数番号）のコアタイムがあり、植調協会からは村岡および穂坂がそれぞれのポスター前で研究成果を説明した（写真-5）。



写真-4 濱村による講演 写真-5 ポスター発表（中村：右）

この日の夜はConference Diner（懇親会）が京都東急ホテルで開催され、多くの大会参加者が参加した。立食形式であったが、各テーブルには海外参加者向けに開催された「折り紙ワークショップ」で作られた小さい折鶴が用意さ

れており、日本らしさが感じられた。また、乾杯時には鏡割りが行われ、中盤には舞妓さんが登場し、日本の「おもてなし」が至る所に感じ取れ、海外からの参加者は非常にこやかにDinerを楽しんでいた（写真-6～8）。



写真-6 Conference Diner で行われた鏡割り



写真-7 Conference Diner での舞妓の舞い

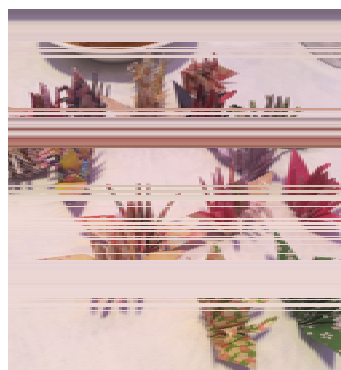


写真-8 折鶴のおかれたテーブル

大会最終日の22日は口頭発表があり、私は除草剤抵抗性分野のセッションに参加した。除草剤抵抗性に関しては、午前のTarget-site-resistanceと午後のNon-target-site-resistanceに分かれており、聴講者も比較的多かった。Non-target-site-resistanceの分野はまだ研究事例が少なく新しい知見も少なかったが、発表の中で自分の研究のヒントとなるような例があったので今後役に立てていきたい。

企業展示：植調ブース

今回、植調協会では企業展示（写真-9）を行った。主に植調協会の紹介（ポスター展示およびパンフレット配布）、剤型の紹介（粒剤、フロアブル、ジャンボおよびマメツブの実物展示と散布動画の映写）、「雑草大鑑」などの書籍を紹介した。展示場所がポスター発表会場に近かったこともあり、ポスター発表のコアタイム時には多くの方々に展示を見学していただき、パンフレット（写真-10）を持ち帰っていただいた。また、剤型の紹介でジャンボ剤の拡散の様子等を動画にして上映していると、多くの方々が興味を持って視聴していた。アジア諸外国には植調協会のような組織がない国が多く、JAPRはどのような組織でどんなシステムで除草剤を評価するのかといった質問が多かった。他にも雑草イネが問題だという国が多いようで、

日本ではどのように対策しているか等の質問を多く受けた（写真-11）。



写真-9 植調ブースの様子

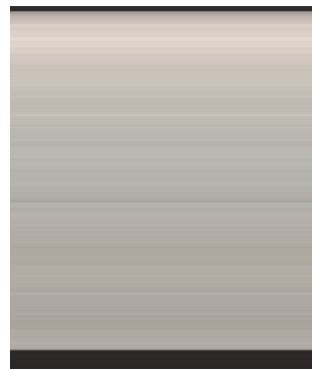


写真-10 英文による協会の紹介パンフレット



写真-11 協会ブースでの記念撮影

国際学会に初めて参加して

今回、私は初めて国際学会に参加したが、日本での開催ということもあり、あまり「国際学会に参加しているという実感」がないのではないかと予想していたが、いざ参加してみると海外の参加者も多く「国際学会に参加しているという実感」を感じることができた。また、ポスター発表では若干の不完全燃焼という感じが残ったので、英会話を含めて勉強して今後も挑戦していきたい（写真-12）。



写真-12 受付時にもらったもの

ケンペル―ツェンペリー―シーボルト―
その2 ツェンペリー

東京大学・法政大学名誉教授

長田 敏行

ツェンペリー (Carl Peter Thunberg) (1743 年～1828 年) (図-1) は、ケンペル (Engelbert Kaempfer) の 83 年後に長崎出島に来て 1 年余滞在し、植物学に関する新情報をもたらしたが、その専門性は高かった。これは前稿 (51 巻 12 号) で触れたケンペルが、バロック的であり、社会機構や風俗など広範な話題に興味を持って記述していることと対照的である。



図-1 ツェンペリー
ネット映像より

彼はスウェーデン南部出身で、ウプサラ大学で医学と博物学を修めたが、分類学の祖リンネ (Carl von Linné) の高弟であることを知ればおのずと納得できる。医学博士号を取得後、医学のさらなる研鑽を目指してパリへ向かうが、その途中でリンネと親しいアムステルダム大学のバウマン (G. Bauman) 教授と会ったことで、その後の彼の世界見聞の道が開けた。半年後パリからバウマン教授の下へ戻ると、彼の才覚を見込んで南アフリカの植物調査と更にその先の日本への道が開かれ、その費用も準備されていたのである。当時南アフリカはオランダの植民地であり、ケープタウンはアジアへの中継基地であった。そこでオランダ東インド会社に属して植生調査を 3 年間行い、テーブルマウンテンなどの南アフリカの独特の植生を明らかにした。相当な冒険も経験しながら、世界的にもユニークな植生を明らかにしたのである。今日われわれも身近に親しんでいるグラジオラス (*Gladiolus*) やゼラニウム (*Pelargonium*) などはこの地域を原産としており、園芸方面での貢献が大きい。なお、植物の西欧への導入は、彼と共同で調査にあたったイギリス王立キュー植物園のバンクス (J. Banks) により派遣されたマッソン (F. Masson) により行われた。この間にオランダ語も習得できて、バタビアへ向かい、オランダ東インド会社の医官として日本へ向かった。長崎出島では商館の医師として活動し、江戸参府も経験している。そこでは蘭方医桂川甫周・中川順庵らと親しく交わったが、時期は「解体新書」が出た直後で

あった。しかし、出島に閉じ込められている状況には不満で、何度も長崎奉行所へ申し出を行い、ある程度は出島の外へ出ることができたが、多くの役人がついてきて、かれらの費用も払わねばならないことに困惑している。また、家畜の飼料に用いられる植物中にも新奇のものを見出して調査をしている。却って、江戸参府の道中で、駕籠の荷重を軽くするという名目で駕籠からおりて、植物の採集を春先に箱根などで行ったことで大きな成果を得た (長田 2014)。なお、このツェンペリーの状況と前稿で触れたケンペルとの長崎へ来るまでの経緯は著しく異なり、一言触れるに値すると考えるので、ケンペルの辿った過程も簡単に触れる。

再びのケンペルについて

ケンペル (1651 年～1716 年) は日本へ到達するまで数奇な経験を経ている。ドイツ レムゴー市の牧師の子弟に生まれた彼は、叔父が宗教裁判の被害を被ったことから、早く故郷を去り、リュベック、ダンチヒ、クラコフ、東プロイセンのケーニヒスベルクを経て、スウェーデンへ渡ったが、それぞれの場所で医学、博物学他を幅広く学んでいる。スウェーデンでは、その能力を見込まれて、スウェーデン国王カール 11 世がペルシャへ送った使節団の書記となり、ロシアを経て、カスピ海を渡りペルシャのイスファハンへと至った。当時オスマントルコがヨーロッパを脅かしていたことから、ペルシャとの連携を目論んで、オスマントルコに対抗することが目的であった。使節団は、苦心の末シャーにも拝謁することができたが、本来の目的は果たせなかった。なお、この間に彼はカスピ海に油田があることを調べ、また、ペルセポリスには古代ペルシャの遺跡があることも調査している。更に、そこに楔形文字があることを記載し、それに今日でも使われている Cuneiform と名付けたのは彼である。使節団は本来の目的を果たせなかったとはいえ、ヨーロッパへ帰れば相應の待遇を受けたものと思われるが、彼の母国ドイツはキリスト教の新教と旧教が争った 30 年戦争の後で荒廃していたので、更なる新天地を求めて東へ向かったのである。オランダ



図-2 リンネ
ネット映像より



図-3 アオキ
ツェンペリー著「日本植物誌」
小石川植物園蔵



図-4 泰西本草名疏
小石川植物園蔵



図-5 伊藤圭介
モース著「Japan Day by Day」より

東インド会社の医師として雇用され、アラビアの気候不順な土地も経験し、インド経由でバタビアへ渡った。その後、長崎出島の医師として来日することとなった。2年間の滞在の後、バタビア、喜望峯経由でオランダへ帰り、ライデン大学で医学博士号を得て、故郷へ帰った。学位論文は、「廻国奇観」のテーマが対象となっており、その中には日本のモグサや鍼灸も含まれている。母国ドイツでは、リッペ伯爵の侍医として仕え、日本での経験は前号で述べたように「廻国奇観」や「日本誌」として著わした。なお、その中に登場する將軍綱吉との交流、また当時の体制については、母国と比べて、日本では犬將軍として評判の良くない綱吉も英邁な優れた君主として評価しているが、この紹介は本稿の範囲を超えるので、他著に譲る（ボダルトーベイレー, A 1994）。

その後のツェンペリー

ツェンペリーがスウェーデンへ帰国した時、既にリンネ(図-2)は亡くなっており、その息子の小リンネがリンネの講座を担当していた。しかし、彼も早く亡くなったので、ツェンペリーがリンネの後任となった。この間に、自ら調査を行った日本の植物のリンネ式の二命名法による記載を行うとともに、ケンペルによってもたらされた資料の調査を行った。ケンペルの資料はそのころまでに、前稿で述べたように大英博物館にあるので、それらも整理しまとめたのである。その成果が、「日本植物誌 (Flora japonica)」であり、これによって日本産の主要な植物の学名が定まった。それらは、アオキ (*Aucuba japonica* Thun.) (図-3)、ヤツデ (*Fatsia japonica* Thun.) であり、ツェンペリーにより命名された日本産の植物（そのころまでに中国他から導入されていたものを含む）が極めて多いのは、このような理由によるのであり、牧野を始め、各種の植物図鑑を開いてみるとすぐわかる。なお、アオキの *Aucuba* は、ケンペルにより取られた方言のアオキバを反映し、ヤツデの *Fatsia* は、ツェンペリーがハウチハから採用したと推定されている。このような経緯で、これら

のタイプ標本はウプサラ大学にある。次稿に述べるシーボルト (P.F. von Siebold) のもたらしたものはオランダ ライデンの国立標本館にあるが、それと並んで双璧である。特記すべきは、この「日本植物誌」をシーボルトから贈られた伊藤圭介 (1802 年～1900 年) が、その訳書「泰西本草名疏」を 1829 年に著わしたことである (図-4)。それ以来、近代的な植物分類法は日本に広まることとなった。その伊藤圭介 (図-5) は、幕府の蕃書調所で働くも、いったん名古屋へ帰り、明治維新後新政府の要請を受けて上京し、文部省で働き、東京大学が 1877 年に創立されるとそこで員外教授として働いたが、その時 75 歳であった。講義することはない、もっぱら植物園で植物調査にあたったが、彼のところには、東京大学の初代動物学教授モース (E. S. Morse)、アメリカから招聘された文部省顧問マレー (D. Murray)、イギリスの外交官サトウ (E. Satow)、日本薬局方に貢献している薬学者ヘールツ (A. Geerts) など当時日本を訪れていた著名な外国人の多くが頻りに訪れて、植物情報を得ていたことは、伊藤圭介日記 (圭介文書研究会編 2010) からわかる。それは、伊藤圭介は日本の実地の植物の状態を最もよく知っていたからである。

ツェンペリーは、その後もリンネ講座の席にあって人々の尊敬を受け、ウプサラ大学の学長にも選任されるという順調な人生を過ごし、85 歳で亡くなった。なお、1976 年にはツェンペリー来日 200 年を記念して日本でも催し物があり、東京大学小石川植物園のクロマツにはその記念の説明パネルがつけられたが、クロマツの学名 *Pinus thunbergii* は、彼の顕著な功績を記念してつけられていて、日本とスウェーデンともその時から繋がっている。

文献

圭介文書研究会編 2010. 伊藤圭介日記第 16 集, 名古屋市東山植物園.
長田敏行 2014. イチヨウの自然誌と文化史. 裳華房.
ボダルトーベイレー, A 1994. ケンペルと將軍綱吉, 中直一訳, 中公新書.

協会だより

第16回理事会開催

平成30年3月26日(月)、植調会館3階会議室において第16回理事会が開催され、次の事項について承認を得た。

【議案】

1. 平成30年度事業計画書及び収支予算書等の承認

[平成30年度事業計画書]

基本方針

定款に掲げる「植物調節剤(除草剤、植物成長調整剤及び植物の生育調整資材)の利用開発の試験研究を促進し、あわせてその成果の普及を通じて、農作物生産性の向上及び安定化と農作業の省力化を図り、農業の持続的発展並びに環境保全、食の安全に寄与する」ための事業を推進する。

1) 植物調節剤の検査・検定事業

- (1) 植物調節剤の薬効・薬害試験
- (2) 植物調節剤に関する基礎的な作用特性試験
- (3) 植物調節剤の残留量分析試験
- (4) 植物調節剤の永年蓄積残留量分析試験
- (5) 検査・検定事業の運営と体制強化

2) 植物調節剤の研究開発事業

- (1) 基盤研究課題
- (2) 重点研究課題
 - ① 湛水直播水稲栽培における雑草防除技術の開発
 - ② 水稲栽培における雑草イネ・漏生イネ防除技術の開発
 - ③ 畑作における雑草一発防除技術の開発
 - ④ 特定外来生物に指定された植物の防除技術の開発

(3) 受託研究課題

(4) 委託研究課題

3) 植物調節剤の普及啓発事業

- (1) 植物調節剤の技術確認
- (2) 水稲除草剤の技術情報の公開
- (3) 植物調節剤の適正使用のキャンペーン
- (4) ホームページの整備
- (5) 植物調節剤に関する研究会・講習会の開催
- (6) 機関誌の刊行

4) 不動産の賃貸事業

[平成30年度収支予算書]

収支予算額 1,476,100千円

2. 定時評議員会の招集

【報告事項】

1. 公益目的保有財産の一部移動について
2. 賛助会員の入退会
3. 代表理事・業務執行理事の職務の執行の状況

■人事異動

平成30年3月31日付

退職	技術顧問	竹下 孝史
退職	技術顧問	森田 弘彦
退職	上川試験地主任	柳川 忠男
退職	十勝試験地	大原 益博
退職	東海試験地主任	松尾 昭彦

平成30年4月1日付

任	研究所技術顧問	與語 靖洋
任	研究所	古山 千恵
任	北海道研究センター	昆野 貴輝
任	埼玉園芸試験地主任	高橋 兼一
任	岡山研究センター	大田 勇太
任	福岡研究センター	井上 恵子
命	事務局技術部技術第一課長	山木 義賢
命	事務局技術部技術第二課長	三浦 誠
命	事務局技術部技術第一課係長	半田 浩二
命	事務局技術部技術第二課係長	岸野 満
命	事務局技術部技術第一課	駒井 さつき
命	事務局技術部技術第二課	中下 真吾
命	研究所次長	土田 邦夫
命	研究所技術顧問	渡邊 寛明
命	研究所試験研究部長	濱村 謙史朗
命	研究所千葉支所長	橋本 仁一
命	研究所千葉支所主任研究員	大島 匡郎
命	上川試験地主任(兼務)	楠目 俊三
命	福岡研究センター主任研究員	西田 勉

植調第52巻 第1号

- 発行 平成30年4月27日
- 編集・発行 公益財団法人日本植物調節剤研究協会
東京都台東区台東1丁目26番6号
TEL (03)3832-4188 FAX (03)3833-1807
- 発行人 宮下 清貴
- 印刷 (有)ネットワン

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

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

SDSの水稲用除草剤有効成分を含有する「新製品」

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



「ベンゾビスクロン」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!

イッテツ(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) イネキング/クサバルカン(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) ウエスフロアブル オークス(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) カービー1キロ粒剤 キクトモ1キロ粒剤 キチット(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) クサスイープ1キロ粒剤 クサトリ-BSX(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) サスケ-ラジカルジャンボ/レオンジャンボパワー サンシャイン(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) 忍(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) シリウスエグザ(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/顆粒) シリウスターボ(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) シロノック(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) スマート(1キロ粒剤/フロアブル)	ダブルスターSB(1キロ粒剤/ジャンボ/顆粒) テラガード(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/250グラム) トビキリ(ジャンボ/500グラム粒剤) ナギナタ(1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ) ハーディ1キロ粒剤 ハイカット/サンパンチ1キロ粒剤 半蔵1キロ粒剤 フォーカード1キロ粒剤 フォーカスショットジャンボ/プレッサフロアブル プラスワン(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) ブルゼータ(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) 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) プレキープ(1キロ粒剤/フロアブル) ビッグシュアZ1キロ粒剤 ピラクロエース/カリユード(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ) ライジンパワー(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)
--	---

A hand is shown holding a rice seedling by its green leaves. The roots of the seedling are visible and are positioned just above a surface of blue water. As the roots approach the water, they create a series of concentric ripples, suggesting the roots are about to touch or have just touched the water. The background is a clear, light blue sky.

根も止める

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

これからの日本の米づくりに

アルテア[®]

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



水稲用一発処理除草剤

除草効果、安全性、使い勝手で選ぶなら…

バッチリ

1キロ粒剤
フロアブル
ジャンボ

バッチリ効果にノビエへの
持続性をさらに強化!!

バッチリ LX

1キロ粒剤
フロアブル
ジャンボ

皆さまのおかげで

7年連続 普及面積 第1位

水稲用一発処理除草剤「公益財団法人 日本植物調節剤研究協会(日植調)」調べ
平成29年度 普及面積 1位 137,324ha (平成28年10月～平成29年6月)
過去の日植調調べから、平成23年度～平成29年度7年連続普及面積1位
※普及面積はバッチリブランド(バッチリ、バッチリLX、デルタアタック)の合計です。
※バッチリLXとデルタアタックは同じ成分です。

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>

●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。

®は協友アグリ(株)の登録商標です。

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

(メピコートクロリド) **液 剤**

除 草 剤

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

生育期処理
除草剤 ナブ 乳剤

(セトキシジム)

より強く、よりやさしく。
進化した、畑作除草のキラ星

フィールドスターP

 乳剤

(ジメテナミドP)

スズメノカタビラを含む
イネ科雑草の防除に
-たまねぎは2回まで使用できます-

ホーネスト 乳 剤

(テプラロキシジム)

強さと、優しさで守る!
新・飼料用とうもろこし専用除草剤

アルファード

 液剤

(トプラメゾン)

日本曹達株式会社

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

水稻用 中・後期除草剤

デツケン 1キロ粒剤

問題雑草に鉄拳!

ニトウリュウ 1キロ粒剤

二刀流で
問題雑草をバッサリ!

<写真はイメージです>

SN協議会

事務局  日本農薬株式会社

 イスターバイオテック

水稻用 初・中期一発処理除草剤

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
バリツと雑草退治



<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・空袋等は農場などに放置せず、適切に処理してください。

季節の生きもの観察手帖

—自然を楽しむ二十四節気・七十二候—

企画・編集：NPO法人自然観察大学 A5判224ページ 本体2,500円

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

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

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

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

みずからの観察を書き込めるように作られ、自分専用の観察手帖として使えます。

一年のうちのいつからでも使え、2年目以降も継続して使えます。



全国農村教育協会
<http://www.zennokyo.co.jp>

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
TEL.03-3839-9160 FAX.03-3833-1665



新規有効成分フェノキサルホンは発生前～2.5葉期までのノビエにしっかりと、長く効果を発揮し、一年生広葉雑草の後発生も抑えます。

フェノキサルホン含有の新しい除草剤を、ぜひお試しください。

フェノキサルホン含有除草剤ラインアップ

ガンガン

クサビ
(北海道のみ)

カスエー

ベンケイ

ヤブサメ

●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。

JAグループ
農協 | 全農 | 経済連

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 TEL03-3822-5036
ホームページ <http://www.kumiai-chem.co.jp>



豊かな稔りに貢献する 石原の水稲用除草剤



湛水直播の除草場面で大活躍!

非SU系水稲用除草剤

ブレキープ[®] 1キロ粒剤
フロアブル

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



ノビエ3.5葉期、高葉齢のSU抵抗性雑草にも優れた効き目

センイチ[®] MX 1キロ粒剤/ジャンボ[®]

フルパワー[®] MX 1キロ粒剤/ジャンボ[®]

スリゲチ[®] A 1キロ粒剤

ヒエカツル[®] A 1キロ粒剤

フルチアージュ[®] ジャンボ[®]

フルイニング[®] ジャンボ[®]



フルセトスルフロソ剤
ラインナップ

ナイスミドリ[®] 1キロ粒剤

乾田直播
専用 **ハードパンチ[®] DF**

ISK 石原産業株式会社

販売 **ISK 石原バイオサイエンス株式会社**

ホームページ アドレス
<http://ibj.iskweb.co.jp>

私たちの多彩さが、
この国の農業を豊かにします。

®は登録商標です。

〒104-8260 東京都中央区新川2丁目27番1号 お客様相談室 0570-058-669 農業支援サイト  <https://www.i-nouryoku.com>

●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●小児の手が届く所には置かないでください。●空袋・空容器は廃棄等々に放置せず適切に処理してください。



大塚のあぐり、まっすぐへ
sco GROUP

 住友化学

大好評の除草剤ラインナップ

ゼータタイガー 1キログラム シャンボフロアブル

ゼータハンマー 1キログラム シャンボフロアブル

ズエモン 1キログラム シャンボフロアブル

カットダウン 1キログラム 粒剤

ゼータワン 1キログラム シャンボフロアブル

メガゼータ 1キログラム シャンボフロアブル

ゼータファイヤ 1キログラム シャンボフロアブル

ブルゼータ 1キログラム シャンボフロアブル

オサキニ 1キログラム 粒剤

ショウリョクS 粒剤

 1キログラム シャンボフロアブル

イッテリ 1キログラム シャンボフロアブル

ショウリョク シャンボ

ドニチS 1キログラム 粒剤

クラッシュEX シャンボ

畑作向け除草剤

アタックショット 乳剤
丸和 **DOCKUS**®

ムギレンジャー 乳剤

果樹向け除草剤

シンバー リーバー®

芝生向け除草剤

アトラクティブ ユニホッフ®
サベル® **ハレイ**®

緑地管理用除草剤

ハイバーX 粒剤 **パワーボンバー**®

除草剤専用展着剤

サファントWK 丸和 **サファント30**

 丸和バイオケミカル株式会社

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

農耕地から緑地管理まで
雑草防除に貢献します。

第52巻 第1号 目次

- 1 巻頭言 農耕の開始
宮下 清貴
- 2 除草剤適正使用キャンペーンについて
(公財)日本植物調節剤研究協会
- 3 オーキシシン生合成阻害剤によるトマト苗の伸長抑制及び成長と環境応答のモデル化
東出 忠桐

《特集》 APWSS報告

- 10 今後取り組むべき研究課題ー第26回アジア太平洋雑草科学会議の主要講演からー
渡邊 寛明
- 14 〔田畑の草種〕草合歓(クサネム)
須藤 健一
- 15 雑草イネに関して
今泉 智通
- 16 侵入外来雑草に関して
黒川 俊二
- 17 アジア太平洋地域における雑草科学と関係したアレロパシー研究
藤井 義晴
- 19 水稻用新規除草剤に関して
森島 靖雄
- 21 抵抗性雑草に関して
岩上 哲史
- 21 雑草の生物的防除に関して
黒瀬 大介
- 22 除草剤抵抗性作物について
水野 純一
- 23 第26回アジア・太平洋雑草科学会議に参加して
奥野 潤一
- 25 〔連載〕植物の不思議を訪ねる旅・第14回
ケンペルー ツェンベリーー シーボルト その2 ツェンベリーー
長田 敏行
- 27 広場

No.37

表紙写真 《クサネム》



全国の水田、水路際などの湿地に生育する。水田では畦畔際に多い。湿潤な畑地にも生育し、水田輪作圃場ではダイズ作でも問題となる。夏生一年草で、4～7月頃に出芽する。花期は7～10月。(植調雑草大鑑より。写真は©浅井元朗、©全農教)



子葉。
楕円形で先は円い。



生育期。葉は互生し、15～30対の偶数羽状複葉。



花。葉の反対側に黄色の蝶形花を付ける。



莢。無毛、偏平、5～8節がある。