

# 植調

第57卷  
第11号

*JAPR Journal*

生活圏に進行する深刻な雑草問題 伊藤 幹二

抵抗性変異に有効な新規ALS阻害型除草剤の創出 田中 良樹

京都府のアズキ栽培におけるホオズキ類の発生 羽根 沙苗

〔緒(いとぐち)〕 No.14 植物代謝から見た除草剤の作用点(3)

アセチルCoAカルボキシラーゼ 與語 靖洋

〔連載〕 植物の不思議を訪ねる旅 タマネギ 長田 敏行



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)

エフィーダ含有除草剤ラインアップ

水田除草がここから始まる。

**NEW シンゲキ**

水田除草の勝者と成る。

**ラオウ**

米づくりに、希望の光。

**アカツキ**

4成分が魅せる、防除効果の神髄。

**シンズイZ**

皇帝の品格。

**エンペラー**

この除草剤、ベッカク。

**ベッカク**



水田除草に、新たな風。

新規有効成分エフィーダ®とは

新しい成分「エフィーダ®」配合/水稲用除草剤シリーズ  
白化作用を示し、SU剤抵抗性雑草を含めた幅広い雑草に優れた効果があります。

飼料用イネや多収米にも品種を問わず使用できます。

新しい水稲用除草剤をぜひお試しください。



- 使用前にはラベルをよく読んでください。
  - ラベルの記載以外には使用しないでください。
  - 本剤は小児の手の届く所には置かないでください。
  - 防除日誌を記載しましょう。
- ®はクミアイ化学工業(株)の登録商標



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  
ホームページアドレス <https://www.kumiai-chem.co.jp>

詳しい使い方、  
登録内容は  
こちらから



クミカの  
facebookは  
こちら





**ストレングス**  
1キロ粒剤

イネ1葉期から使える。  
**直播も一発!**

3成分



4葉期のノビエも、枯らす。  
あなたの除草は、強くなる。

- 1 3成分で高い除草効果
- 2 ノビエへの高い除草効果  
(殺草効果・残効性)
- 3 SU抵抗性雑草に対する高い除草効果  
(ホタルイ・コナギ・アゼナ類・ミズアオイ等)
- 4 匍匐性雑草への高い除草効果  
(キシウスズメノヒエ・エゾノサヤカグサ・アシカキ)
- 5 難防除雑草への高い除草効果  
(クログワイ・オモダカ・コウキヤガラ・アメリカセンダングサ等)
- 6 広い散布適期幅  
(移植後5日～ノビエ4葉期)
- 7 速い殺草スピード  
(クサネム・イボクサ・アメリカセンダングサ)
- 8 直播水稲にも使用可能  
(イネ1葉期～ノビエ4葉期)

製品のより詳しい  
情報はこちら!





1kg



4kg

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  
土日祝日および会社休日を除く



## 巻頭言 気候変動と農業

公益財団法人日本植物調節剤研究協会 理事  
日本農業株式会社 代表取締役社長  
岩田 浩幸

能登半島地震で被災された方々に謹んでお見舞い申し上げますとともに、一日も早い復旧、復興を心よりお祈りいたします。

さて、気候変動が年々激しくなる中、去年は世界の平均気温が過去最高を記録しました。地球温暖化の流れにエルニーニョ現象が拍車をかけ、各地で干ばつ、洪水、森林火災などの被害が頻発しています。昨年末に国連気候変動枠組み条約第28回締約国会議（COP28）がドバイで開催され、その成果文書は「およそ10年間で化石燃料からの脱却を加速する」といった表現にとどまりましたが、カーボンニュートラルに向けて、より効果的な対策が求められています。

日本でも去年の平均気温は平年値を1.29度上回り、1898年の統計開始以来最も暑い年になりました。特に夏場の猛暑・酷暑が印象に残っていますが、内閣府の消費動向調査でエアコンの普及率は91.5%となり、特に去年は北海道・東北地区での伸びが顕著だったようです。農業への影響としてはコシヒカリなどの1等米比率が著しく低下し、昨年12月1日の発表では1等米比率が全国平均61.3%と昨年同期より18.1ポイント低く、現行の農産物検査が始まった2004年以降、確定値比較で最低となりました。特に新潟県の1等米比率は15.7%と前年同期比で60.1ポイント低下しましたが、登熟期の高温や渇水の影響による白未熟粒増加が主な原因とのことです。

近年、地政学的リスクから食料安全保障の問題がクローズアップされていますが、日本の食料自給率は38%（カロリーベース）で、ここ数年変化がなく、2030年目標の45%に対しほとんど改善していません。また1人当たりの年間コメ消費量は1962年の118kgをピークに2022年が50kg、水稲作付面積は1962年の313万haから2022年に135万haと半分以下となり、この20年だけでも約20%減少しました。1962年当時の食料自給率は76%で、その内訳では、米、野菜、魚介類が100%でしたが、その後の食生活の変化によるコメの消費減少が自給率低下の一因といえます。将来に向け主食であるコメの復権に繋げたいところですが、実際には有名おにぎり店には数時間待ちの長蛇の列ができるなど、やはり日本人の主食はコメだと実感します。

私自身、毎食基本のごはんを食べるほうですが、それは学校給食の影響も大きいと思います。当時の給食は食パンが主で、小学校低学年のころは完食するのに苦労しました。その後、ソフト麺がメニューに加わり、また週1回程度ごはん食が導入されたときは、非常に嬉しかった記憶があります。当時は経済的理由もあり、生徒全員が同じ給食を摂っていましたが、現在ではアレルギーに加えヴィーガン、ハラル、グルテンフリーなど多様化した食への対応が必要な時代となり、給食を準備する側も苦労しているものと推察されます。一方で、当時のパン食により、その習慣を身につけた子どもたちが、大人になってもパンを好んで食べ、次第に日本の食卓にパンが馴染んでいったともいえるでしょう。調べてみると、日本でパンとミルクの給食が続いたのは、当時、米国との間に「米国余剰農産物に関する日米協定」が結ばれていたからですが、米飯給食が実際に始まったのは、その協定が切れて20年後の1976年頃からだそうです。あの時代の給食定番メニューといえばクジラの竜田揚げでしたが、今では貴重な食材となりました。因みに現在の学校給食は当時とは逆で約8割がごはん食のようです。

気候変動と農業の関係について思い出すのは、約30年前の1993年に東日本を中心に大規模な冷害が発生し、作況指数は74（著しい不良）、特に東北太平洋側では作況指数30前後となった、いわゆる平成の米騒動です。現代では農業生産技術の進歩により江戸時代の3大飢饉のような深刻な問題は起こらないものの、農業は依然として天候に大きく左右される産業であり、気候変動への備えが絶えず必要となります。

将来の農業生産における課題としては、人手不足や農家の高齢化が挙げられますが、特にコメ農家の平均年齢は68歳であり、今後20年で農業従事者は四分の一程度に減少すると言われていています。日本の食料安全保障のためにも、これらの問題に果敢に取り組む必要があり、持続可能で効率性を重視したスマート農業の導入や、若い世代に農業の魅力を伝え、後継者を確保する取り組みがますます重要になるでしょう。

日本の農業が活気にあふれ、成長産業になることを願ってやみません。

# 生活圏に進行する深刻な雑草問題

特定非営利活動法人  
緑地雑草科学研究所  
伊藤 幹二

## はじめに

生活圏にみられる昨今の雑草繁茂状況は、将来にわたる深刻な環境悪化を確信させ、生活者の目線での問題（リスク）の理解が急がれる。しかし、日本では除草剤がリスクとして話題になることがあっても雑草リスクの認知とその共有はなぜか進まないのである。国際社会で国民の勤勉性や科学水準の高さに定評のある日本人がなぜ、雑草管理は除草作業（清掃作業）であると思いきや、毎年多額の除草費用を計上しながらリスクの排除には無頓着なのか。詰まるところ、それらを深刻な経済問題として認識してこなかったということになる。故に除草・雑草防除と称する‘結果管理’手段の技術的追及が中心となり、雑草リスクの認知と排除を目的とする雑草管理の本質の科学的追求、そして当然その教育も疎かになっている。その結果、今では、対処しがたいほどの雑草の蔓延が都市・市街地から農村地帯にまで拡大する事態となり、「雑草生態系」が地域生活者に与える環境・経済・衛生面の負荷は甚大である。しかし、問題はこの事態を日本人が深刻に受け取らず対症療法的対応を続けていることに雑草リスクを拡大させる大きな要因がある。だからと言って、「問題だ！」と叫んでも何も変わらないのである。本稿では、雑草リスクの本質・実態とこれまでの対応不作為、そして対応が進んでいる諸外国の体制・国際的約束事

（ルール）との乖離など、この喫緊の課題に対応するための情報と考えを紹介する。なお、表題の「生活圏」とは、人間の生活、活動をしているすべての領域を意味し、都市・市街地はもちろん農村地帯も含む。

## 1. 進行する雑草植生の拡大と変化

まず、雑草植生の現状について、緑地雑草科学研究所運営の雑草ウォッチャー（地域市民・土地の所有者・監理者・資材製造販売従事者・緑地管理従事者・研究開発従事者・教職者・農業者などで構成される雑草調査ネットワーク）によるアンケート結果（n=81 2022）に基づいて解説する。最近の雑草蔓延状況の設問については、51%が「確実に増えている」、45%が「どちらかといえば増えている」、5%が「変わらない」と回答している。「減っている」は0の回答である。もちろん、「確実に」と「どちらかといえば」は多分に主観的であるが、その割合には回答者の立場によって違いがあり、緑地管理従事者、開発研究・技術開発従事者、土地所有・管理者では、蔓延の進行が強く意識されている。一方、関係資材製造・販売事業者ではそれほどでもなく、地域生活者はこの両者の中間といったところである。

それでは、「どのようなところで増加が目立つか」の設問には、図-1に示す通りの回答が得られている。雑草の増加が歩道・街路、空地、一般道路、

分離帯などに多く見られるのは当然としても、農用地があげられていることに注意が必要である。これは、減反補助制度の廃止以降急増している現象である。休耕田、耕作放棄農地、荒廃農地、遊休農地、非農地（非農耕地と異なる荒廃した農地の新しい名称）など次々に呼び名は変わるが、そのすべてが雑草植生地といえる。このように雑草の増加は、土地利用の区別なく地域の広範囲にわたって見られるのである。しかし、少なくとも経常的に除草管理が行われている高速道路、在来鉄道や新幹線などをはじめ、都市公園、公共施設地などのインフラにおいても雑草の増加が見られるのは、明らかに現行の雑草管理手法に問題があることを示している。また、河川敷に雑草の増加が見られるのは、そもそも雑草を管理するという視点が欠けているようなのである。このように生活圏のいたるところに認められる雑草の増加は、地域レベルにおける雑草植生の面積の拡大と連続化を加速している。

それでは、蔓延が進行しているところでは、どのような雑草の変化が起こっているのかを図-2に示す。全般的には、つる性雑草の蔓延と大型多年生雑草の増加が最も多く、外来雑草や木本種も増加している。この増加傾向はすべての場面で見られ、また在来種の減少も起きていることが認められる。個々に見ると、歩道・街路や空地につる性雑草の蔓延が多いのは、身近にフェンス、植え込み、垣根などつる性雑草が登攀するものが多く、クズ、

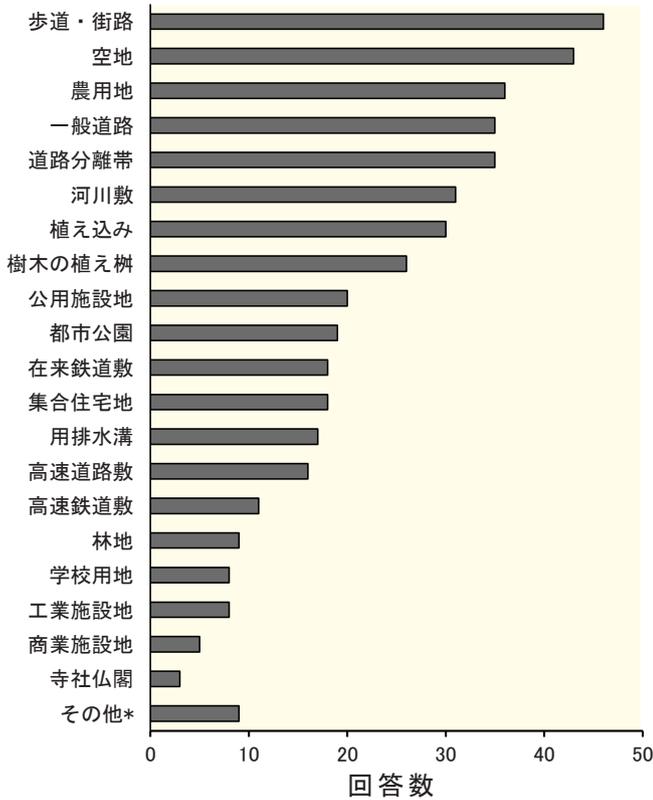


図-1 「雑草の蔓延進行が目立つのはどのようなところか」という問いに対する雑草ウォッチャーの回答数

ヤブガラシ、ヘクソカズラ、カナムグラ、ヒルガオ類、ガガイモなどである。つる性雑草の蔓延と同様に防除困難な大型多年性雑草の侵入・増加も非常に目立つ（とくに空地、農地、道路分離帯で）。種類としてはヨモギ、イタドリ、カラムシ、ススキ、チガヤ、セイタカアワダチソウ、セイヨウアブラナ、セイバンモロコシ、ネズミホソムギなどが挙げられている。

外来種で特に目立つのは農用地・空地のセイタカアワダチソウ、河川敷のセイバンモロコシ（伊藤 2014）、セイヨウアブラナ、道路・鉄道・河川敷のネズミホソムギなどである。その他繁茂が進行している外来種は、ワルナスビ、メリケンカルカヤ、アレチウリ、オオブタクサ、など枚挙にいとまがない。しかし、在来種だからといって全く安心できないのである。のり面早期緑化に利用されている在来種のススキ、チガヤ、ヨモギでは99%以

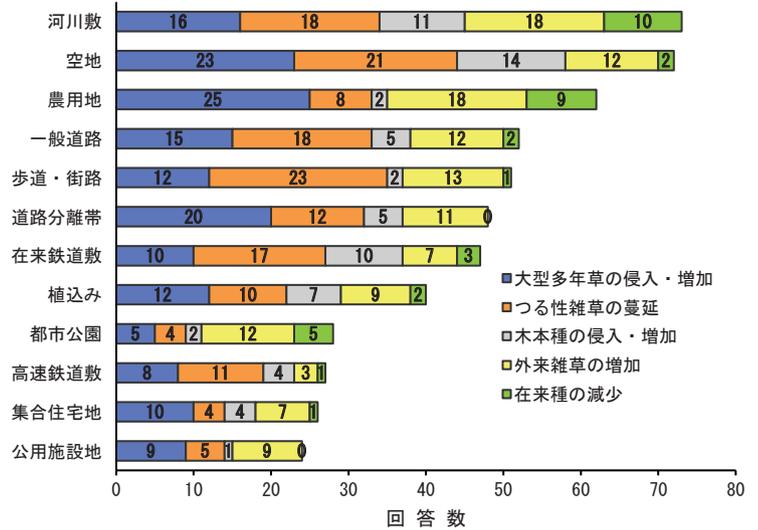


図-2 「蔓延が進行しているところで気づいた変化」という問いに対する雑草ウォッチャーの回答数

上、イタドリでも78%が国外産種子で、少なくともススキ、ヨモギでは雑種個体の分布が確認されており（黒川 2012）, ‘在来’と‘外来’の問題には表には見えにくい深刻な側面がある。最後に、雑草の変化において最も注目されることは、すべての場面において木本種の増加が見られることである。このことは、雑草群落の放置、土壌の富栄養化、ヒートアイランド化などによって遷移の進行が加速されていることを意味する。

以上からいえることは、生活圏の雑草植生の管理においては、もはや都市域と田園域や農耕地と非農耕地などに区分することに意味がない。

## 2. 雑草植生のリスクとは？

先ず、雑草害を直接的な被害と間接的な被害に分けて考える必要がある。直接的な雑草被害は個々の雑草や雑草

植生によって生じるもので、花粉症や傷害などの人身被害、植栽植物や営造物・工作物の損傷、緑地環境や景観の悪化、豪雨による斜面崩壊や内水・外水氾濫の助長、除草費用や作業負荷の発生、地域自然生態系の損傷、そして雑草植生バイオマスの増大などが挙げられる。ここで強調したいことは、大型多年生雑草のバイオマス問題である。この雑草植生のバイオマスは、地下部分が地上部分よりも総じて数倍大きい（3から5倍）ことに特徴がある。この地下栄養器官は、刈り取りなどの除草作業によって広がるだけでなく、ヒートアイランド化など冬期の温度上昇によって生育期間が長引き、当年の生長だけでなく地下部バイオマスが増加する。実際、国・公有・民有のインフラから毎年刈り取られる年間雑草バイオマスは数千万トン（生草量）にもなり、産業廃棄物として焼却され排出される二酸化炭素量は増え続けている



図-3 都市・市街地の外来雑草は今や農村地帯耕作放棄地で普通にみられる  
 A：セイタカアワダチソウ群落：中山間地（鳥取市），2020年10月撮影  
 立地にかかわらず見られる耕作放棄地の典型的な光景  
 B：メリケンカルカヤ群落：山間地（福井市），2023年10月撮影  
 通行量が少ない車道沿い過疎地放棄田でも普通にみられるようになった

る。そして、大型多年生雑草の地下栄養器官は、一年を通して葉食や土耕採食を行う野生動物の基礎的食糧となっていることが問題である。

次に間接的雑草害であるが、これを雑草生態系が引き起こすヒトや動植物への被害と捉えることが出来る。「生態系」とは、理科の教科書によるとある地域に生活する全ての生物とそれを取り巻く環境をシステム化したものと説明されている。だとすると、生活圏においての雑草は圧倒的な位置を占め、雑草植生を中心とした生態系が形成されているといえる。雑草は、人が環境を変えることによって始めて生まれる生物であるが、人々はこれをバイオハザード（生物学的危害）と捉え、その経済的損失の制御に長年取り組んできた歴史がある。一方、雑草生態系について知識を持たない人々が除草剤や草刈機をむやみやたらに使うことで雑草を広げ変化させてきた歴史も見られる。ダーウインの「自然選択」説によれば、「進化」とは自然環境により適応したものが生き残り、子孫をより多く残すことによって起こる現象とされている。「難防除雑草」や「侵略的雑草」、そして「除草剤抵抗性雑草」の出現も人間が雑草を進化させた結果起こっていることだともいえる。言い換

えれば、雑草は人類と共進化した植物であり、「たかが雑草」ではなく切っても切れない関係であるが、その関係は大きく変わろうとしている。現在の雑草植生をハビタットとする節足動物の変化である。双翅目（ハエ・蚊など衛生害虫）、膜翅目（スズメバチ・外来アリなど危険害虫）、半翅目（カメムシなど農業害虫）、同翅目（アブラムシ・ヨコバイなど植物害虫）、ゴキブリ目（ヤマトシロアリ・ゴキブリなど家屋害虫）、鞘翅目（甲虫類など農林・家屋害虫）に加え、吸血マダニや有毒クモなどの蛛形類（しゅけいるい）の拡大である。さらに雑草植生の広がりには鳥類や野生動物の行動にまで影響を及ぼしている。この連続した雑草植生のバイオマスは、イノシシやシカをはじめ野生哺乳類（特に越冬幼獣において）の格好の餌場と移動路を提供している。このことは野生動物圏とヒトの生活圏ともはや境界がなくなっていることを意味する。この結果、昆虫媒介性疾病、哺乳類媒介性疾病、鳥類媒介性疾病、農業病虫害の発生（農業の連続投入など）、鳥獣害の発生（人身被害・農産物被害・自然生態系変質）など、雑草生態系が引き起こすリスクが顕在しているのである。

### 3. 雑草生態系管理に対する不作為

日本列島は、アジアモンスーン気候下に亜熱帯から亜寒帯に細長く広がる海洋に囲まれた山国である。国土総面積約3,779万haは、山地が約2,300万ha、丘陵地約443万ha、台地約414万ha、低地約519万ha、内水域等約92万haで構成されている。植生的に見ると、現在、そこには約2,400万haの山林（自然林・人工林）、約120万haの無立木地が広がっている。そして、残りに農業用地、住宅用地、商工業用地、ゴルフ場やスキー場、道路・鉄道などインフラ用地が存在する。鳥瞰すると分かるが、放置山林とモザイク状に点在する農地や住宅地、それをつなぐ河川敷や道路・鉄道網など、そこは大小の雑草植生パッチやコリドー化した雑草植生によって埋め尽くされているのである。そして、その雑草植生は田園域と都市域とに質的に大差がなく、地域の雑草生態系を形成している（図-3）。動物は、もちろん雑草でもあるが土地利用区分など当然気にしないので、この雑草生態系によって採餌、営巣、移動などヒトとの接触機会が決定的に高まっているの

である。何を言いたいのか。現在進行するヒートアイランド化、富栄養エアロゾル降下物、不適切除草作業、加えて耕作放棄地や所有者不明土地（約400万ha、国交省2016）の雑草放置、そして豪雨による大量の表面掃流水によって雑草生態系の拡大が止まらないことである。この国を挙げての雑草生態系への不作為は、この生態系が及ぼす範囲がますます大きくなり、生活者への環境的リスクだけでなく引き起こされる経済的リスクも、多様化しかつ深刻化することになる。

さて、私たちが無頓着で放置している雑草生態系の管理において、それでも人々は所有地や占有地の雑草を草刈りや除草剤散布などで経常的に対処している。しかし、日本の年間除草剤使用量や草刈り機の販売台数がほぼ変わらないことから明らかなように、雑草問題がなくなる気配が全く見えないことである。原因は明らかである。雑草を‘モノ’扱いし、‘モノ’で対応しているからである。必要なことは、個別に行う除草慣行から雑草とその生態系が引き起こしている‘コト’に目を向けることである。私たちはどこで道を誤ったのか。諸外国の雑草管理の現状から考察する。

## 4. 雑草リスクに対応する国際社会の現状

先ず英国であるが、1959年に有害雑草の拡散防止を目的にWeed Act（雑草法）を制定している。本法律は

トゲアザミ類、ギンギン類、サワギク類の防除義務を定めたもので罰則もある。本法制定の目的は国土（2,425万ha）の約40%を占める牧草地に上記の雑草が蔓延し、草地荒廃のリスクが非常に高まったことによる。その他、外来雑草の侵入・蔓延防止を目的としたWild and Countryside Actも発出されている。現在、Japanese knotweed（イタドリ）が対象となっており、本種の放置は5,000ポンドの罰金または2年以下の懲役が科せられている。実際、2件の住民訴訟において、裁判所はこの雑草を放置した鉄道会社に15,000ポンドの賠償金の支払いを命ずる判決を下している。次に法律ではないが、英国雑草学会設立の目的ともされる放牧地のワラビ対策がある。本雑草から水系に溶出した発がん性物質が乳牛のミルクに検出される問題である（日本では放牧牛の汎骨髄<sup>ほんこつ</sup>癆死<sup>ぜいろう</sup>の原因）。本雑草の根絶は英国雑草学会の最大の夢であったが、化学薬剤による選択的防除を確立したのは日本の国立九州農試と塩野義製薬なのである。後に英国も草地ワラビの完全防除を果たし、この成果によって塩野義製薬と技術提携関係にあった英国May & Baker社は英国最高位のガーター勲章を授与されることになる。現在、英国政府はWeed2-Complaint formという様式を整え、地域住民が道路・鉄道などの有害雑草の放置を直接クレーム出来るようにしている。このように英国政府は、土地の所有者や占有者に対して雑草管理を義務づける

法規制を設け、生態系への影響、災害の誘因、アレルギーの発症など対象雑草種は変わるが、その都度英国議会在が立法し決定しているのである。

一方、EUにおいても、EPPO（植物防疫のための多国間機関、1951年設立50ヵ国が加盟）を設け、侵入・拡散を防ぐために危険性の高い雑草種（pest weed）のリストを毎年見直し承認している。現在A1リスト（EPPO地域に存在しないpest weed）には26種が指定されており、このリストには日本でみられるハマスゲ、シヨクヨウガヤツリ、カラスムギ、ヒメオドリコソウ類、オオキンケイギクが含まれている。また、侵略的雑草として18種を指定し、侵入・拡散防止を義務づけている。雑草種によって若干異なるが、農地・草地・林地・道路敷・河川敷・鉄道敷・田園域・都市域などが対象となる。読者に注意を喚起したいことは、このリストに日本で繁茂するメリケンカルカヤ、カナムグラ、メドハギ、カニクサ、ワルナスビ、オオブタクサが含まれていることである。

次に北米の雑草リスク管理の現状であるが、雑草管理に100年の歴史をもつ米国は、有害雑草の拡散防止を目的としたNoxious Weed Act（有害雑草法1975）という連邦法がある（現在はPlant Protection Actに編入）。Noxious Weedとは、公衆衛生・レクリエーション・農業・畜産・用水路・河川・天然資源・自然環境・野生生物・その他財産に対して、直接・間接を問わず被害や損害を及ぼす

植物とされている。有害種の指定は、目的に応じて連邦政府、州政府、郡政府が行い、指定雑草の防除や移動の禁止など雑草の拡散防止に努めている。この法律に関連して、有害雑草防除法 (Noxious Weed Control and Eradication Act 2004)、レイシー法 (The Lacey Act: 米国で最も古い野生生物保護法)、National Invasive Species Act (国家侵入種法 1990) など次々に改正している。各州はアレルゲン花粉を持つ雑草種をリストアップし対処しており、雑草花粉が運ぶ微生物についても神経をとがらせている。また、感染症が発生すると媒介昆虫あるいは哺乳類の餌場となる雑草地に目が向けられるのが通常である。そして、国外からの雑草移入防止に対しては、連邦規則 7 CFR360 “Noxious weed regulation” がある。現在、米国内への持ち込みや移動が禁じられている雑草は、水生・湿地雑草が 19 種、寄生雑草 64 種、陸生雑草 80 種が対象となっている。このリストには、水生雑草ではコナギなど、寄生雑草ではマメダオシやネナシカズラなど、陸生雑草ではチガヤ、アゼガヤ、キンエノコロ、ナルトサワギクなど、日本の普通種が含まれていることに注意が必要である。

カナダ政府は、とくに船舶貨物による植物 (pest plants) の侵入に目を光らせている。現在、輸入貨物において 25 種の植物について ‘清浄’ であることを義務づけている (検疫で見つければ陸揚げ禁止)。この 25 種のリ

ストには、日本で普通にみられる雑草のアシボソ、シマスズメノヒエ、クズなどが記載されており、種子はもちろん乾燥茎葉が見つかり次第輸送貨物は輸入差し止めとなる。

## 5. 雑草汚染防止に関わる国際条約とルール

前節で欧米の雑草リスク管理の現状を紹介した目的は、有害雑草の規制に何もしていない法治国家である日本のあやうさを知ってもらうことにある。最近の米国でのことだが、日本からの工業製品を積んだコンテナ内にチガヤの種子が見つかり陸揚げが拒否されている。現在、世界で最悪の侵略的陸生雑草種としてクズ、イタドリ、チガヤが指定されていることをご存じだろうか (The World Conservation Union 2004)。雑草の国内・域内侵入リスクの排除は今や国際常識であるが、なぜ管理すべき経済的リスクと見なされるのか、世界貿易機関が策定している協定から説明する。

日本が加盟している世界貿易機関 (WTO) は、‘多国間’ 貿易システムとして貿易に与える様々な影響 (問題) を最小化するための国際ルールを設けている。その一つに SPS 協定 (Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures) がある。本協定の目的は次に示す 4 項目である。

1. 食品、飲料、飼料に含まれる添加物、汚染物質、毒素、病害生物

のリスクからの、人または動物の生命または健康の保護。

2. 植物または動物が伝播する疾病リスクからの、人の生命または健康の保護。

3. 有害動植物、疾病、その他疾病を引き起こす生物リスクからの、動物または植物の生命または健康の保護。

4. 有害動植物の侵入・定着・蔓延による被害・損害リスクから、加盟国と領域の保護。

ここでいう ‘動物’ は家畜や家禽だけではなく魚類と野生動物を含み、‘植物’ は作物だけでなく樹木と野生植物を含み、‘有害動植物’ には ‘雑草 (weed)’ を含むと明記されている。

SPS 協定は以上の 1. から 4. の目的の下に、生産者および輸出業者の甚大な経済的損失、貿易相手国の信頼の喪失・輸入禁止処置・それに続く輸入規制強化、そして消費者の信頼喪失など、関税外のトラブルをなくすために設けられている。具体的には、加盟国内に有害動植物が侵入・拡散する可能性がある場合や生物学的または経済学的な影響が予測される場合に、輸入禁止措置、輸入産品への証明書等の添付、検査や試験などの措置を取ることが出来るのである。前項で述べたように、欧米では雑草をペストとして認識し、リスクとなる雑草についてブラックリストを作成し公表している。一方、日本は雑草に関する法規制がなく、ブラックリストも存在しない国なのである。何故そうなのかはさておき、強調し

ておきたいことは、SPS 協定においては、「雑草汚染」が「放射能汚染」, 「食品汚染」, 「人・獣感染症汚染」と同じ土俵上にあるということである。このことは、日本が雑草の“汚染国・地域”とみなされ、輸出国として各国から雑草検査証明書 (Phytosanitary certificate) を要求される可能性が高いことである。さらに日本からの入国者にも検疫・検査を要求されるかもしれないのである。もし、日本政府が雑草リスク管理において、「生産者や輸出業者が実害を被るまで動かない」または「外圧が大きくなるまで動かない」など事故処理的な対応 (日本の悪弊だと思いが) を続けるなら、この先の経済的損失は大きくなり、国際的信頼も失うことが危惧される。

ここまで読み進めてこられた読者には、今日の「生活圏の雑草問題」は、私たち日本人が雑草という生物を脅威と見なさず、放置してきたことに起因していることに気付かれたと思う。

## おわりに

最後に雑草管理に 60 年近く関わり続けている筆者の視点でみた問題進行の原因を整理し、生活圏の雑草問題の本質に迫ってみたい。

- ・雑草植生が引き起こす負の問題を“面”として捉えてこなかった。
- ・除草剤や草刈り機を‘結果管理’のツールとして汎用した。

- ・雑草 (ペスト) の放置に規制やブラックリストはなく、除草剤 (ペスティサイド) の規制と使用制限のみが強化された。
- ・学術界, 経済界, 行政府は、雑草リスクを生態的・環境的・衛生的・経済的、そして国際的問題と認識しなかった。
- ・雑草リスクに関する学術研究は進まず、教える人も学ぶ機会もない状況ができた。当然、雑草リスク管理をビジネスとする事業も生まれなかった。
- ・一般市民に雑草リスクの認知は共有されず、除草剤の忌避感情のみが広がった。
- ・住民は雑草の繁茂や蔓延にならされ、その生物害と対策不作為に無頓着になっている。
- ・そして、日本は雑草リスク管理における国際制度・条約や約束事 (ルール) と大きく乖離することになっている。

‘生活圏の雑草リスクは、それを対処すべき問題だと人々がみ直すことで始めて生れるものである’

そもそも日本の雑草問題は、産官学がその本質を追究してこなかったことに原因するので、出来ることなら国際水準を見習い、キャッチアップすることが望まれる。

## 参考文献

- European and Mediterranean Plant Protection Organization. EPPO activities on plant quarantine. [https://www.eppo.int/ACTIVITIES/quarantine\\_activities](https://www.eppo.int/ACTIVITIES/quarantine_activities)
- Government of Canada. Plant Protection Act. <https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/p-14.8/>
- Government UK. Injurious weeds: how to make a complaint. <https://www.gov.uk/government/publications/weeds-act-1959-complaint-form-and-leaflet>
- 伊藤幹二 2011. 都市の気候変動と深刻化する雑草問題. 草と緑 3, 9-20.
- 伊藤幹二 2016. 日本の雑草防除史：除草剤は社会経済的背景とどうかかわってきたか. 草と緑 8, 12-27.
- 伊藤幹二 2018. 雑草リスク情報－その 2：その障害や病気、実は雑草が原因です. 草と緑 10, 54-65.
- 伊藤幹二 2022. 雑草リスク情報－その 5：止まらない雑草蔓延と対策不作為の実態. 草と緑 14, 40-48.
- 伊藤幹二 2023. 深刻化する生活圏の雑草リスク：日本は何処で何を間違ったのか. 草と緑 15, 1-12.
- 伊藤操子 2020. 多年生雑草対策ハンドブック－叩くべき本体は地下にある－. 農文協, 東京
- 黒川俊二 2012. 緑地管理における外来種と在来種－そのリスク管理について－. 草と緑 4, 8-18.
- 黒川俊二 2022. 有害植物の定義に追加された‘草’：植物防疫法の改正で何が変わるのか. 草と緑 14, 1-11.
- Legislation.gov.uk. Weed Act 1959. <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/Eliz2/7-8/54/contents>
- USDA. Plant Protection Act. [https://www.aphis.usda.gov/plant\\_health/downloads/plant-protect-act.pdf](https://www.aphis.usda.gov/plant_health/downloads/plant-protect-act.pdf)

# 抵抗性変異に有効な新規 ALS 阻害型除草剤の創出

株式会社アグロデザイン・スタジオ  
田中 良樹

## はじめに

近年、農業は安全性基準の厳格化に起因する開発期間の長期化（11年以上）や開発費の増大（平均300億円以上）が課題であり、より効率的な創農業技術が必要となっている（参考資料：JCPA 農業工業会 ウェブサイト）。農業の安全性については、ヒトの健康に対してだけでなく、農地周辺の環境に対しても十分な検討が求められている。このような背景のもと、安全性の課題を解決する手法として、分子標的農業が有望視されている。分子標的農業とは、防除対象生物（雑草・害虫・植物病原菌など）が持つ酵素など特定のタンパク質分子を標的として特定の部位に結合するように開発される農業である。化合物の結合により対象の酵素の働きを特異的に阻害し、その結果として除草・殺虫・殺菌をするものである。標的分子として、対象生物のみが持つ酵素を選定することができれば、ヒトや動物に対する毒性リスクの低い農業の開発が可能となる。一方、生物種間で共通した酵素を標的とした場合であっても、それぞれの分子構造を正確に理解していれば、種間で生じる差を利用して薬剤に選択性を与えることも理論上可能である。さらに、薬剤抵抗性の原因が酵素に生じるアミノ酸点変異にある場合、標的分子構造の理解は薬剤の改良の重要な道標となる。薬剤と標的タンパク質の結合様式が正確に理解できていれば、変異の生じやすい

部位を避けて結合するような化合物の設計や効率的な改良が可能となるからである。そこで当社ではタンパク質立体構造解析を重視した構造ベース創農業法による分子標的農業開発を行っている。

## 研究の目的と概要

本共同研究では、除草剤の標的分子として植物のアセト乳酸合成酵素に着目して開発を進めている。アセト乳酸合成酵素 (acetolactate synthase; ALS) は、ロイシンなどの分岐鎖アミノ酸の生合成経路においてアセト乳酸を合成する重要な酵素である。この酵素を標的にすることで、これまでに低薬量で高い除草作用を示す農業が多数開発されてきた。また、この酵素自体が動物には存在しないため、この酵素を標的とした農業は安全性の高い農業である。実際、1970年代からスルホニルウレア系除草剤をはじめ多数の剤が開発されており、除草剤の中では大きな分野を占めている。一方、長年にわたり広範囲で使用されてきたために、これら既存薬に対する抵抗性雑草の出現が深刻な問題となっている。抵抗性発生の大きな要因は ALS の薬剤の結合部位周辺を構成するアミノ酸残基に変異が起ることである。タンパク質と薬剤の間の相互作用に関与していたアミノ酸側鎖が変化し、相互作用が失われ、薬剤の結合力が弱まり、機能を阻害できなくなるためである。そのため抵抗性雑草対策剤として、変異型 ALS にも結合能が

低下せず、阻害効果を維持できる新規化合物が望まれている。また、多数の既存薬が存在することやシロイヌナズナ由来 ALS の結晶構造が Protein Data Bank (PDB) に登録されていることは構造ベースでの創農業の対象に適している。そこで、2021年より Preferred Networks (PFN) 社とアグロデザイン・スタジオは ALS を標的とした新規除草剤の創農業に関する共同研究を開始した。この共同研究において、アグロデザインによる結晶構造解析と酵素および植物に対する試験技術、PFN の AI 創薬プラットフォームによる in silico スクリーニングなどを組み合わせて、迅速な新規な農業リード化合物の創出を指向するものである。

共同研究を開始して最初に標的タンパク質である ALS の構造の精査を行った（図-1）。PDB に既に登録されている構造だけでなく、自分たちでも構造決定して阻害化合物の結合様式の詳細な理解を目的として行った。分子標的農業開発においては、精製タンパク質を用いた化合物スクリーニングが重要であるため、大量の単離精製したタンパク質を用意することになる。アッセイに必要な精製タンパク質は結晶化に使用することも可能である。今回は40種類以上存在する既存の阻害化合物のうち複合体構造が報告されていないものに関して結晶構造解析を実施した。13種類の ALS- 既存薬複合体構造が登録済みであるものの、残る20種類以上の化合物との複合体結晶構造解析を行うのは手作業では困難である

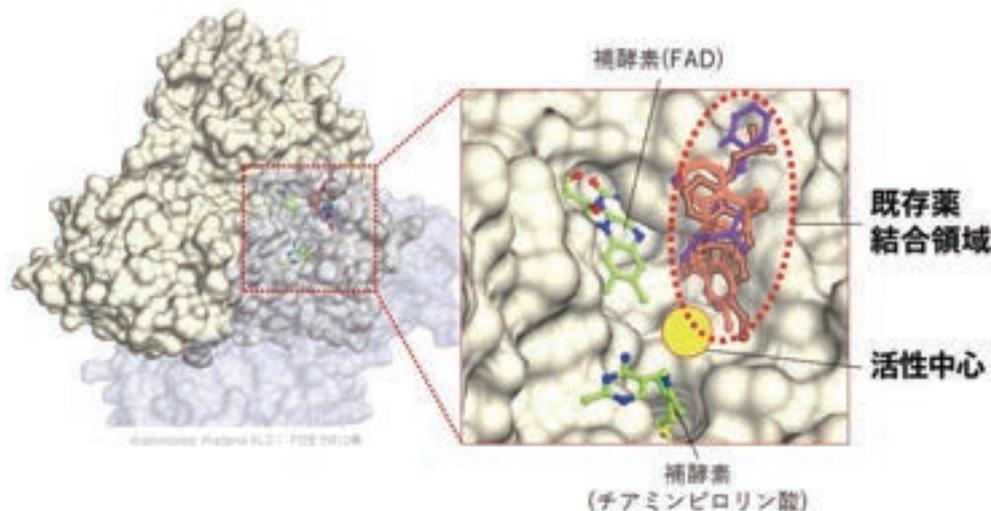


図-1 シロイヌナズナ由来 ALS の全体構造および活性中心付近拡大図

ALS は二量体で機能しており、二分子の間に活性中心を含むポケットが存在している。右図に活性部位周辺の拡大図を示した。阻害剤、補酵素をスティック表示している。既存薬複合体構造は複数 PDB に登録されており、それらを重ね合わせて表示している。既存薬はタンパク質表面から活性中心へつながる経路中の同じ部位に結合して、活性中心への基質の出入りを妨げて反応を阻害する。

ため、理化学研究所 SPring-8 および高エネルギー加速器研究機構 Photon Factory それぞれが所有する自動化された結晶構造解析システムを利用してハイスループット複合体構造解析を実施した。これにより、一度に 15 種類の複合体結晶構造解析に成功している。複合体構造の阻害剤結合部位を確認するとどの化合物（スルホニルウレア系を含め複数のケモタイプ）も同じ位置に結合しており、結合部位を形成する化合物周辺アミノ酸の位置関係も同じであった。このため、既存薬はいずれも高い除草効果を発揮する一方で、同じ耐性変異により活性が弱まると考えられる。耐性変異による結合力低下を回避するためには、より変異が起こりにくい部位と結合する化合物が必要である。また、既存薬の化合物骨格が限られていることも結合様式が似通る原因であるため、全く新しい化合物骨格の阻害剤を見つけることも重要である。そこで、新規ケモタイプ化合物による ALS 阻害除草剤開発を目指して研究を開始した。

## in silico 大規模ドッキングシミュレーションの実行

初期ヒット化合物を得るために、ここまでで取得した構造を使用してドッキングシミュレーションを用いた in silico 化合物スクリーニングを行うことにした。実際には、大規模のドッキングシミュレーションを始める前に既知の複合体構造をシミュレーション上で再現する条件検討を繰り返し行った。ドッキングシミュレーションにおいては、結合部位となるタンパク質のポケット範囲や電荷、溶媒分子の扱い、化合物の初期位置など多数の要素が結果に関係してくる。そのため、実験構造により近い、精度の良い計算結果を得るためには事前検討の重要性が高い。今回の研究においては、既知の結合化合物が多数あり、複合体結晶構造も得られていることから、それら複合体構造を再現できるようなシミュレーション条件を探索することにした。各種パラメータを変化させて計算を繰り返し、結晶構造とシミュレーション結果が一致する条件を見出すことができた。次にこの条件を利用

して大規模ドッキングシミュレーションを実行する。現在一般に公開されている低分子化合物データベースには約 10 億種類の化合物が含まれるが、本研究で計算に使用する化合物リストとしては、入手性が比較的高い市販化合物約 1,000 万種のライブラリを対象にした。この化合物ライブラリに対してシミュレーションに適さないものや塩などを取り除く前処理を行い、残った約 700 万化合物を使って大規模ドッキングシミュレーション (AutoDock Vina をベースに PFN 独自の改良を行ったソフトウェア。参考: PFN Blog 『GPU を用いたタンパク質・化合物ドッキングシミュレーションの高速化』 [https://tech.preferred.jp/ja/blog/gpu\\_docking\\_simulation/](https://tech.preferred.jp/ja/blog/gpu_docking_simulation/)) を実行した(図-2)。シミュレーションは PFN 社所有のスーパーコンピュータを用いて行われ、複数回の条件検討のためのシミュレーションを含めて、開始してからおよそ 1 か月(実際の 700 万化合物の計算時間は 1 週間程度)で大規模ドッキングシミュレーションを完了した。なお、PFN のスーパーコンピュータは独自設計であるが、最近当社内に構築した計算機クラスター

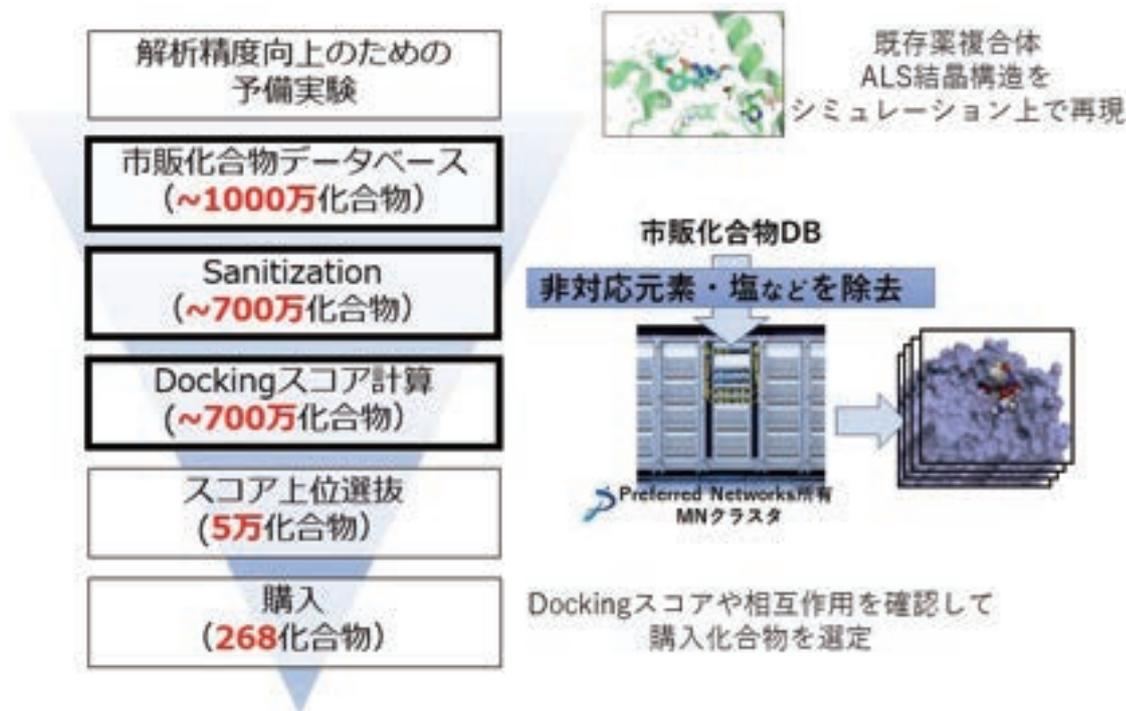


図-2 in silico スクリーニングの流れ

既知の複合体構造を利用してドッキングシミュレーションの条件検討を実施。化合物データベースに計算に適さないものを除く処理を行ったのち、予備実験にて決めた計算条件を用いて大規模ドッキングシミュレーションを実行。得られたドッキング構造から結合エネルギーなどの各 property をリスト化し、それらを指標に購入化合物の選抜を行った。

(CPU: AMD Ryzen Threadripper PRO 5995WS×12基, 合計768CPUコア)でAutoDock Vinaを使い同等な計算をしたところ、700万化合物の計算を約8日で完了した。

シミュレーションで得られたドッキングスコア(タンパク質-化合物相互作用エネルギーの計算値)に基づき、化合物選抜を行って実際に入手して実験でその活性を確認し、ヒット化合物を見つけ出す。まずドッキングシミュレーションを行った全化合物からドッキングスコアのみを指標として、上位50,000化合物を抽出した。そこからさらにドッキングスコアだけでなく、他のいくつかの指標を使って化合物の絞りこみを行う。市販化合物ライブラリを使用しているが、現実的には予算や実験にかかる時間と手間の制限があるためである。具体的にはドッキングスコアの最上位、保存性の高いアミノ酸残基との水素結合を形成しているもの、親水性の高いもの、化合物ケモ

タイプが既知化合物に近いもの、全く異なるもの等、化合物の性質や構造も利用して選抜を行った。特に、本研究においては耐性変異ALSに対しても阻害効果を示す化合物を見出す必要がある。そのため、より保存性の高い(変異が入りにくい)アミノ酸側鎖との相互作用があり、かつ既知化合物と異なるケモタイプ化合物であることを重視して選抜していった。最終的に268化合物を購入して実際のアッセイに用いた。

### アッセイによる化合物評価

化合物の活性を判断するためのアッセイは、精製したALSを使う酵素阻害アッセイとシロイヌナズナ種子を使う生育阻害アッセイの二つの方法で行った。酵素アッセイにおいてはシロイヌナズナ由来野生型ALSだけでなく、既知の抵抗性変異に対応する変異型ALSも同時に発現・精製してアッセイ系を構築し

た。生育阻害アッセイではシロイヌナズナ種子を24ウェルプレート寒天培地に撒いて一定期間後の葉面積で判定することで、実験室内で一度に多数の化合物評価を行える系を確立した(図-3)。

購入した化合物を確立した酵素アッセイと生育阻害アッセイで評価を行った。その結果、268化合物のうち、35化合物で酵素アッセイのIC50が計測可能なレベルの阻害を示すことが分かった。阻害を示した化合物骨格を確認したところ、既知化合物とは全く異なるものが二種類見つかった。その二つは生育阻害アッセイにおいても活性を示したため、リード化合物の候補となり得るものである。

さらに、抵抗性変異ALSに対する阻害活性についても確認を行った。その結果、新規ケモタイプ(化合物骨格タイプ)である複数のリード化合物が、アセト乳酸合成酵素の抵抗性変異体(アミノ酸の点変異体)に対して有効であつ

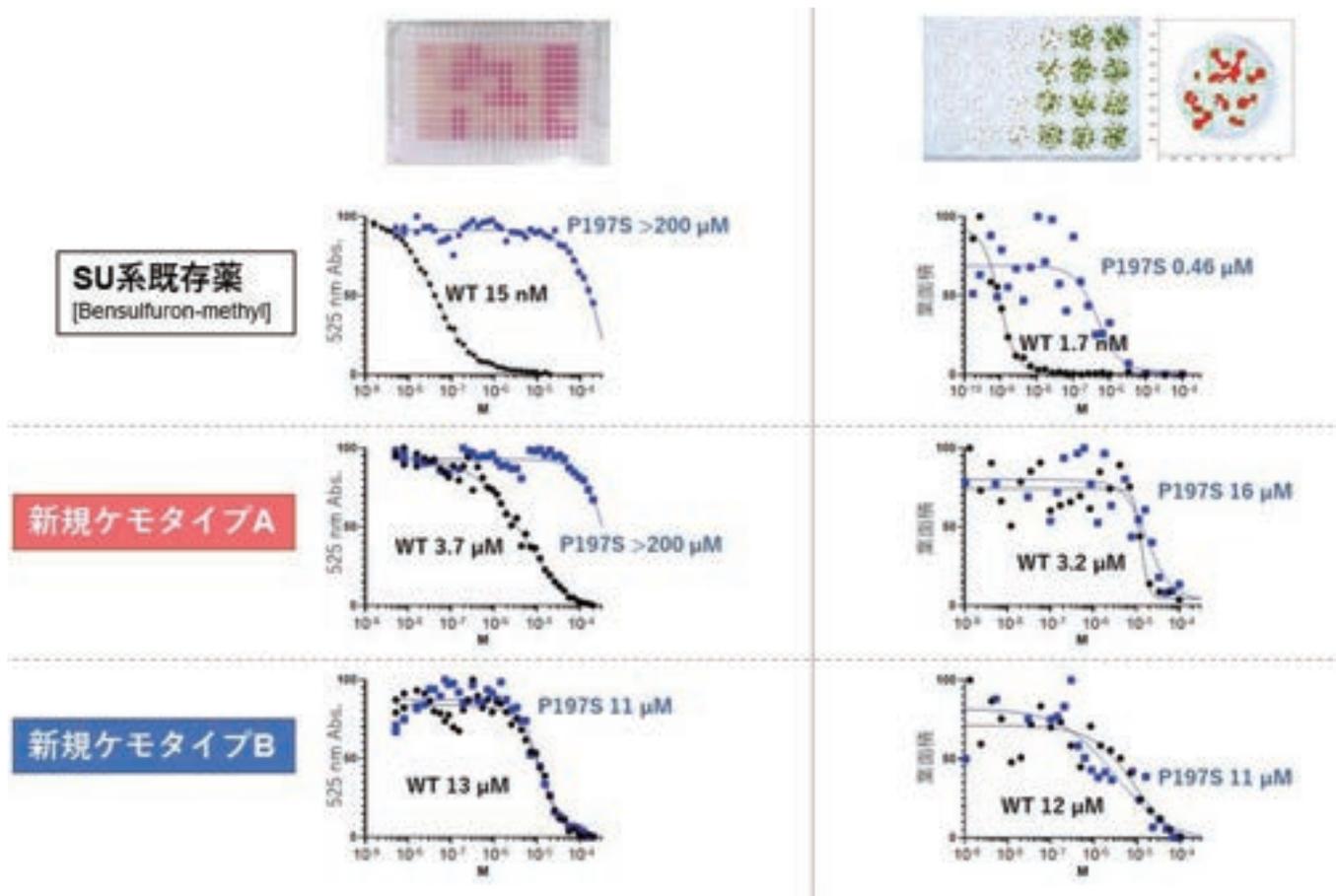


図-3 酵素阻害アッセイおよびシロイヌナズナ生育阻害試験

(左) 野生型 ALS と抵抗性変異 ALS を精製し、アセト乳酸比色試験法による酵素阻害アッセイを行った。図中では野生型 (WT) と P197S 抵抗性 ALS 変異体を比較している。SU 系化合物と新規ケモタイプ A では変異により阻害活性の低下が確認できる。ケモタイプ B では阻害活性に変化がなく、P197S 抵抗性変異の影響を受けていない。

(右) 寒天培地上に播種し 1 週間後の葉面積をプロットして阻害活性測定を行うことで、実験室系で植物を用いたアッセイが可能な系を構築した。野生型シロイヌナズナ種子と P197S ALS 変異シロイヌナズナ種子 (Arabidopsis Biological Resource Center から購入) を用いてそれぞれ生育阻害試験を実施した。酵素アッセイでの結果と同様の ALS 阻害剤抵抗性が確認できる。

た。多くの既存の阻害化合物に対して抵抗性を示す W574L 変異型アセト乳酸合成酵素に対して、野生型 (変異がないタイプ) の酵素と同等に効果を確認できた。しかし、もう一つの主要な変異である P197S 変異に対しては、新規ケモタイプ化合物のうち一つは阻害活性が低下し、一つは活性を維持する結果になった (図-3)。このことは、本共同研究で行った一連の創農業アプローチによる新規ケモタイプ取得の抵抗性対策への有効性を示唆している。

### 新規ケモタイプ化合物と ALS 複合体の結晶構造解析

新規ケモタイプ化合物と ALS 複合体の結晶構造解析を行い、結合様式の確認を行った。新たに得られた化合物の結合を確認することは、標的の活性部位に特異的に結合して機能を阻害していることを明らかにするものである。さらに、次の化合物改良のための大きな手掛かりとなるため、化合物の合成と活性確認、構造解析のサイクルを迅速に行うことが構造ベースの創農業の重要なポイントである。実際に今回得ら

れた新規ケモタイプ化合物との複合体構造を決定したところ、既存化合物同様に活性部位までの経路中に化合物電子密度を確認できた。一方で、結合ポケットを構成するアミノ酸側鎖の配向が変わり、ポケット形状が変化していた (図-4)。化合物の結合による構造変化、誘導適合 (induced-fit) が生じており、このことは新規ケモタイプ化合物が既知の抵抗性変異を回避できた要因と考えられる。残念ながらドッキングシミュレーションでは結合ポケットの構造変化は予測できておらず、ドッキング構造と結晶構造は部分的にしか一致しない。今後は構造変化後の構造を対象に

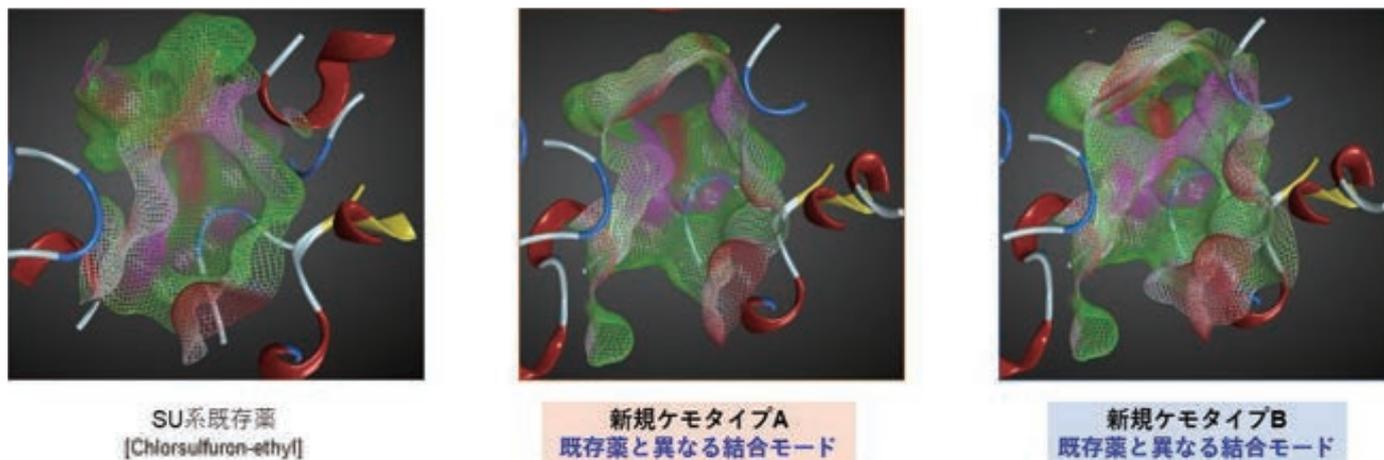


図-4 阻害剤結合ポケット形状の比較

阻害化合物の結合部位周辺のタンパク質表面をメッシュ表示している。紫が親水性、緑が親油（疎水）性の領域を示す。それぞれの複合体構造はアミノ酸主鎖レベルでは一致しており、さらに既存薬複合体構造では側鎖の配向まで同じためポケット形状に変化は見られない。一方、本研究で得られた新規ケモタイプ化合物においては既存薬複合体構造と側鎖の向きが異なり、ポケット形状も変化している。

してより大規模のドッキングシミュレーションを行い、抵抗性変異に対応した最適ナリード化合物を探索する予定である。

## まとめ

本研究では構造が既に解かれており、複数の阻害剤が存在する酵素に対して、新規ケモタイプの阻害剤を *in silico* スクリーニングにより見出した。立体構造および阻害化合物の結合部

位が明らかであったことから、スクリーニング開始から実験による阻害活性の確認まで半年以内で行うことができた。長年研究が行われ、多数の薬剤が開発されてきた ALS に対しても、立体構造とコンピュータを利用するスクリーニングを行うことで、新規ケモタイプ阻害化合物が得られることを示したものである。構造解析の結果からケモタイプの異なる化合物は異なる結合モードであることが明らかになり、既知のアミノ酸変異による結合能低下の影響も受けにく

くなっている。今回の研究で示されたように長年にわたり研究が行われてきた標的に対しても、新たなアプローチで探索を行うことで新規薬剤開発の可能性があると見える。構造ベースでの創農業を実現していくには、正確な立体構造解析と *in silico* スクリーニング、*in vivo* 及び *in vitro* アッセイのサイクルを迅速に回していくことが最も重要であると考えており、当社では計算機高度化や実験の自動化技術導入を推進している。

# 京都府のアズキ栽培における ホオズキ類の発生

京都府農林水産技術センター  
農林センター  
羽根 沙苗

## はじめに

丹波大納言アズキは、生産・流通団体と行政が一体となって進めている『京のブランド産品』に認定されるなど、京菓子にはなくてはならない原材料である。近年、担い手の減少による生産基盤の変化に対応して、京都府では、2006年ごろから集落型法人を中心に大型機械化体系が導入され（岩川2014）、2019年現在、大型機械化体系によって、約50集団、200haにて栽培されている。収穫には汎用コンバインが利用されるため、中耕培土を行わずに畝を立てない狭条密植栽培（条間約30cm、株間20～25cm）が普及している（河合2009）。

このような省力機械化栽培体系の導入により生産量の減少に歯止めはかかっているが、近年アズキ圃場では、ヒロハフウリンホオズキ（*Physalis angulata* L. var. *angulata*）を中心とした難防除外来雑草であるホオズキ類（以下、ホオズキ類）の発生が拡大してきており（図-1）、産地で問題になっている（辻2019）。

ホオズキ類の発生がアズキ栽培に及



図-1 小豆を覆う外来ホオズキ類

ぼす影響として、減収に加え、収穫時に茎の汁や土によって発生する汚粒による品質低下が挙げられる。特に、狭条密植栽培においては、コンバイン収穫への影響を避けるため畝を立てず、中耕培土も行わない。雑草の抑制は、密植による早期の被陰に期待するものであったが、京都府内では、ホオズキ類がアズキよりも旺盛な繁茂を示す状況が多数生じている。このため、生産現場から早急な対策が求められている。

ダイズ作におけるヒロハフウリンホオズキの発生は、6～10月と長期におよび、要防除期間は播種後3～4週間であるが（農研機構2019）、アズキ作におけるホオズキ類の発生期間や種子の生産に要する期間については明らかになっておらず、要防除期間は明らかではない。

また、京都府のアズキ産地において発生しているホオズキ類はヒロハフウリンホオズキとされているが、ヒロハフウリンホオズキには、変種であるホソバフウリンホオズキ（*P. angulata* L. var. *lanceifolia*）や、同属のセンナリホオズキ（*P. pubescens* L.）が存在しており、ヒロハフウリンホオズキのみが問題となっているのかは明らかになっていない。

そのため、京都府のアズキ作におけるホオズキ類の発生実態及び発生生態について調査を行い、要防除期間の検討を行ったので、現在の府内での対策状況及び課題と併せて報告する。

## 1. 京都府内で発生するホオズキ類の形態的・生態的特徴

2016年に京都府内7カ所から、それぞれホオズキ類果実を採取し、2017年に京都府農林水産技術センター農林センター（以下、農林センター）にて栽培し、形態及び生態を調査した。種子はホオズキ類果実から洗い出し、Y社製送風定温乾燥機（型式：DKN601）を45℃条件に設定し72時間乾燥を行い、休眠打破を行った後、室温で保管したものを用いた。2017年6月12日に、農林センター内ホオズキ類未確認圃場の土壌を充填した1/5000aワグネルポットに、各地域で採取した種子を播種し、栽培を行った。栽培したホオズキ類について、観察を行い、種及び変種の判別を行った。種及び変種の判別については、ヒロハフウリンホオズキ、ホソバフウリンホオズキ及び、センナリホオズキの形態的な特徴（浅井2015）、（森田・浅井2014）である葉の形状、花冠の

表-1 ホオズキ類の種及び変種の形態的特徴

種及び変種名	本葉の形状	鋸歯	花冠内面中央の色	萼の脈の色
ヒロハフウリンホオズキ	卵形	鋭い鋸歯	褐色	褐色
センナリホオズキ	卵形	粗い鋸歯	中央が紫色	緑色
ホソバフウリンホオズキ	披針形	粗い鋸歯	褐色	褐色

浅井2015及び森田・浅井2014を参考にした。

表-2 採取地点毎のホオズキ類の種と開花・結実日

採取地点	種*	開花日	着果日
福知山市I	ヒロハ	7月14日	7月19日
福知山市O町K	ヒロハ	7月14日	7月19日
福知山市O	センナリ	7月19日	7月24日
福知山市H	ホソバ	7月23日	7月29日
亀岡市U町I	ホソバ	7月23日	7月28日
亀岡市K町K	ホソバ	7月27日	8月1日
農林センター(亀岡市)	ホソバ	7月25日	7月29日

\*ヒロハはヒロハフウリンホオズキ、センナリはセンナリホオズキ、ホソバはホソバフウリンホオズキを示す。

表-3 雑草発生程度の基準

雑草発生程度	雑草によるほ場の被度
無	0.01%未満
微	0.01%以上, 0.1%未満
少	0.1%以上, 1%未満
中	1%以上, 10%未満
多	10%以上, 50%未満
甚	50%以上

浅井 2011を参考にした。

内面中央の色、萼の脈の色から判別した。ホオズキ類の種及び変種の形態的特徴を、表-1に示す。

京都府内7カ所で採取したホオズキ類種子について、着果を確認するまで栽培したところ、形態から判別した種及び変種の結果は表-2のとおりであり、ヒロハフウリンホオズキ、ホソバフウリンホオズキ、センナリホオズキの3種が存在していると確認された(表-2)。これらのことから、京都府内各地で問題となっているホオズキ類は複数の種や変種が存在していることが明らかになった。ガラスハウスでの栽培条件では、開花・着果期はヒロハフウリンホオズキで早く、ホソバフウリンホオズキが遅く、10日程度違いが見られ、センナリホオズキがそれらの中間型である傾向が見られた(表-2)。

## 2. 現地におけるホオズキ類の発生量調査

2017年9月6日に、集落全体でホオズキ類の発生が確認されている京都府亀岡市U町のアズキ栽培圃場15筆について、ホオズキ類の発生程度及びホオズキ類の種・変種毎の存在比の調査を行った。

調査を行った圃場は、農作業受託組合によって丹波大納言アズキの在来品種が栽培され、耕種概要は、平畝に条間40cm、株間25cmで7月下旬に播種されていた。雑草防除としては、慣行的に使用されている除草剤として、トリフルラリン乳剤をアズキ出芽

表-4 K市U町のアズキほ場におけるホオズキ類の発生程度と種・変種の存在比

調査ほ場	発生程度	圃場内におけるホオズキ類の存在比(%)		
		ホソバ	ヒロハ	センナリ
ほ場①	多	96	3	1
ほ場②	中	0	0	100
ほ場③	中	1	0	99
ほ場④	多	85	15	0
ほ場⑤	多	85	15	0
ほ場⑥	多	95	5	0
ほ場⑦	中	3	97	0
ほ場⑧	中	15	85	0
ほ場⑨	中	15	85	0
ほ場⑩	多	70	30	0
ほ場⑪	多	60	40	0
ほ場⑫	甚	3	97	0
ほ場⑬	甚	3	97	0
ほ場⑭	甚	3	97	0
ほ場⑮	甚	97	3	0

ホオズキ類の存在比は遠観で調査を行った。調査ほ場④～⑮は南北方向に400m、東西方向に250mの範囲内に存在する隣接したほ場である。

前に散布しているのみであった。

雑草の発生程度は、表-3の基準(浅井 2011)で、種の判別は表-1に示す形態的特徴により判別したところ、15筆の圃場におけるホオズキ類の発生程度及び種・変種の存在比は表-4のとおりであった。現地アズキ圃場では、ヒロハフウリンホオズキ、ホソバフウリンホオズキ、センナリホオズキの3種が確認された。調査を行った圃場では、ホオズキ類の発生程度は、すべて中以上の発生程度であった。センナリホオズキが発生している圃場は3圃場と少なく、センナリホオズキが優占している圃場②及び③では、ホオズキ類の発生程度はともに中程度と少ない傾向であった(表-4)。

調査圃場①～⑮は図-2に示すとおりであり、調査圃場④～⑮は南北方向に400m、東西方向に250mの範囲内に存在する隣接した圃場であった。また、隣接している圃場④～⑮につい

て、航空写真上のそれぞれの位置に優占するホオズキ類及び、発生程度を図-3に示した。畦を挟んで隣接している圃場⑨及び⑩では、優占しているホオズキ類変種が異なっていた(図-3)ことから、ホオズキ類の拡散する経路は、点的な侵入後、地域全域に拡散したのではなく、複数の侵入時期や経路が存在していることが推察された。

## 3 豆類圃場におけるホソバフウリンホオズキの生態調査

ホソバフウリンホオズキ優占圃場である農林センター内の水田転換畑にて、アズキ栽培期間中及び初秋期の圃場耕うん・整地後におけるホソバフウリンホオズキの開花・結実を調査した。当圃場の一部では、2017年5月31日から8月16日までの期間は、黒ダイズエダマメを栽培しており、栽培終了後の2017年9月4日に耕耘・整

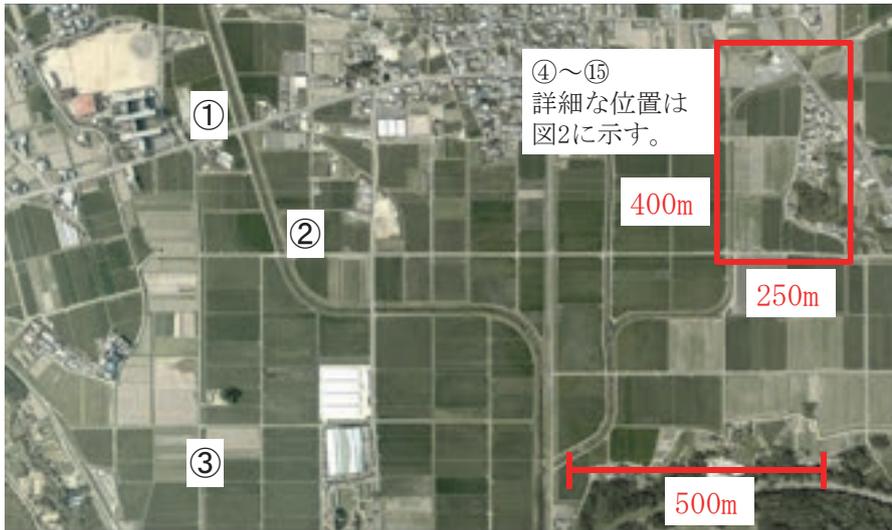


図-2 調査ほ場①～⑮の位置  
 国土地理院 (<https://maps.gsi.go.jp/>) の「空撮写真」を基に作成。

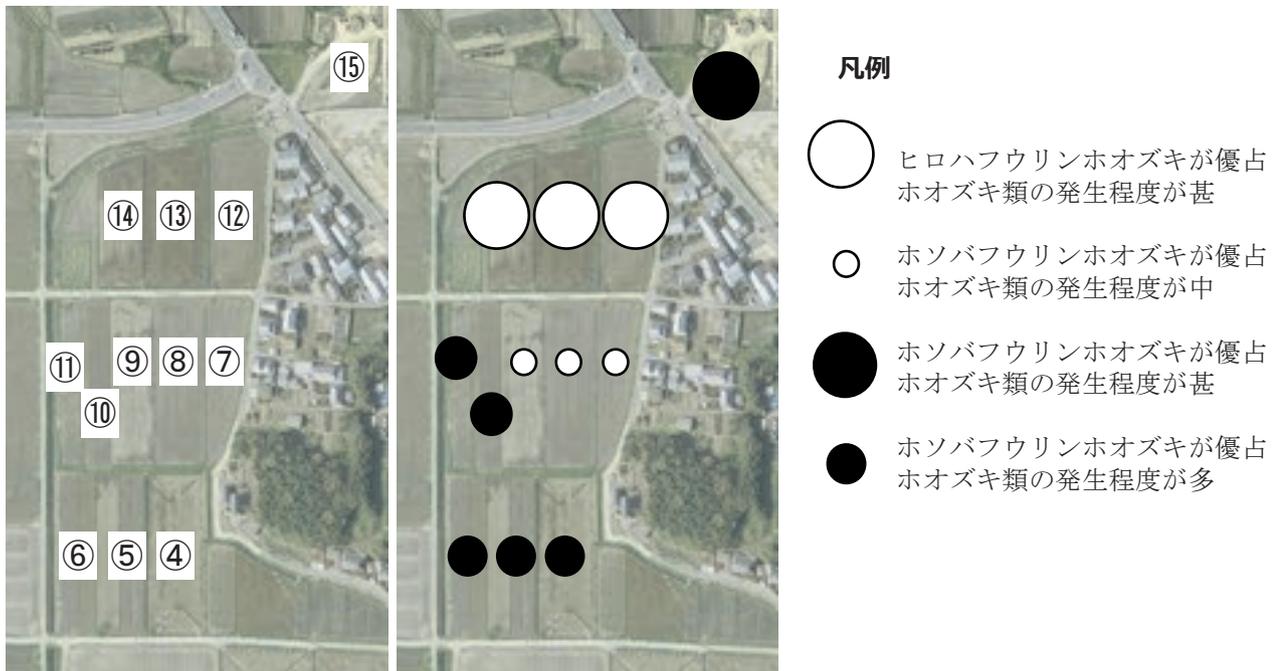


図-3 調査ほ場④～⑮の位置 (左) と各ほ場のホオズキ類の優占種と発生程度  
 国土地理院 (<https://maps.gsi.go.jp/>) の「空撮写真」を基に作成。

地を行った。エダマメ栽培期間中に使用した除草については、2017年5月28日にトリフルラリン粒剤 6g/m<sup>2</sup> (薬剤成分の投下量は 0.15g a.i./m<sup>2</sup>) を土壤全面に散布した。

2017年9月4日の耕耘・整地後に、再発生したホソバフウリンホオズキについて、2017年11月7日に圃場内の一部である 220.8m<sup>2</sup>の範囲について、全個体数、開花個体数及び結実個体数の調査を行った。

また、アズキ栽培期間におけるホソバフウリンホオズキの発生生態を明らかにするため、同一圃場内のアズキ栽培部分で発生個体数の調査を行った。アズキ品種は「京都大納言」で、NH社製トラクタ (型式: T2100KL II) にM社製アップカッター (型式: APU1610H) を牽引し、その後部にAY社製施肥装置付き目皿式播種機 (型式: TDRG-U) を連結した耕耘畝立て同時播種による直播栽培と

した。栽植様式については、アップカッターにより形成される畝間 160cm の平高畝上面に、アズキの条間が 30cm で 4 条となるよう播種機を配置し、株間 20cm, 2 粒播種とした。播種は、2017年7月24日に行った。播種前には、既存の雑草を枯殺するためグリホサートカリウム塩液剤を登録範囲内で処理した。また、播種当日の7月24日にトリフルラリン乳剤 0.3ml/m<sup>2</sup> (希釈水量 100ml/m<sup>2</sup>) を

表-5 農林センター内の豆類栽培ほ場に発生したホソバフウリンホオズキ発生個体数

	個体数(本/㎡)
9月耕起後発生個体数	0.3
うち開花個体数	0.2
うち結実個体数	0.0
通常の発生個体数	8.0

9月耕起後発生個体数は、9月4日以降に発生した個体を11月4日に調査、通常発生個体数は、7月24日以降に発生した個体を9月11日に調査を行った。

土壌処理（薬剤成分の投下量は0.13g a.i./㎡）した。なお、施肥は基肥のみとし、当時、京都府内の豆類栽培で慣行使用されていた一部有機資材が配合される化成肥料（商品名：豆有機322号）を用いて、N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 1.2:4.8:4.8 g/㎡を播種機付属の施肥装置を用いて播種同時施用した。2017年9月11日に、50cm四方の枠をアズキの播種条を1条含むように設置し、雑草をすべて抜き取り、ホソバフウリンホオズキの個体数を計測した（表-5）。

9月4日に実施した耕耘・整地後に発生したホソバフウリンホオズキは0.3本/㎡で、慣行のアズキ栽培期間中の発生個体数である8.0本/㎡と比較して少なかった（表-5）。また、再発生した個体のうち、開花に至った個体は0.2本/㎡であり、結実に至った個体は認められなかった。

9月以降に発生した個体数が少なかったことから、9月上旬以降の環境条件では、アズキの播種期である7月下旬と比較して、ホソバフウリンホオズキの出芽に適した条件ではないと考えられた。また、9月以降に発生した個体では、開花から結実に至るまでに気温の低下や日照時間の減少によって必要な同化量が確保できず、果実や子実の発育が抑制された可能性が考えられた。

## まとめと今後の課題

これらの結果から、府内ではヒロハフウリンホオズキ、ホソバフウリンホ



図-4 トラクタに除草カルチを装着し走行している様子

オズキ、センナリホオズキが発生していることが明らかになり、侵入は複数の時期や経路によると考えられた。アズキ作におけるホオズキ類の要防除期間は、長くともアズキ播種から9月上旬までの約1ヶ月間程度であると考えられた。また、本稿では省略したが後年の試験により、アズキ植物体による被陰が生じている状況では、8月末以降に出芽する外来ホオズキ類が小豆の生育や収量に及ぼす影響は少ないことが分かっている。

このため、当センターでは小豆播種後から8月末までに実施する雑草防除技術として、①2018年の農業登録適用拡大により北海道以外での都府県でも使用が可能となったイマザモックスアンモニウム塩液剤とトリフルラリン乳剤の2種類の初期除草剤の組み合わせ、②麦・大麦若葉用除草機として佐賀県等で普及している除草カルチ処理（図-4）の検討を行い、防除体系の構築を行った。現在府内では、播種直後のトリフルラリン乳剤に加えて、アズキ出芽揃いまでのイマザモックスアンモニウム塩液剤を組み合わせる経営体が増加している。ホオズキ類の発生箇所が拡大しつつある中、アズキ栽培の初期段階で圃場ごとにホオズキ類の発生量を把握し、前述の対策技術を機を逃さずに講ずる必要がある。

また、府内では、用水路など圃場周辺地域を中心にアサガオ類の発生が見られている。これらの外来雑草が圃場に侵入している場合、被害が大きくな

らない初期の段階で速やかに対応を行う必要がある。今後、引き続き生産者への注意喚起を行うとともに、雑草発生状況を把握し、アズキ栽培に及ぼす影響を確認の上、必要に応じて対策技術を検討する必要がある。

## 謝辞

本調査の一部は、公益財団法人日本豆類協会「豆類振興事業」の支援を受けて行った。記して感謝申し上げる。

## 引用文献

- 浅井元朗 2011. 畑作雑草の防除対策 - 情報共有と早期対応・雑草と作物の制御 7, 18-24.
- 浅井元朗 2015. 植調雑草大鑑・全国農村教育協会, 214～215.
- 岩川秀行 2014. 丹波大納言小豆省力機械化栽培体系の確立・特産種苗 18, 76-80.
- 河合哉 2009. 京都府中丹地域における土地利用型作物の産地づくり～丹波大納言小豆の機械化と売れる米づくりの支援～. 豆類時報 58, 23-28.
- 国土地理院 HP, 地理院地図（簡易空撮写真 2003年撮影：https://maps.gsi.go.jp/, 2020年4月23日確認）
- 森田弘彦・浅井元朗 2014. 原色 雑草診断・防除事典・農山漁村文化協会, 解説畑 96.
- 農研機構 2019. 警戒すべき雑草「ヒロハフウリンホオズキ」. https://www.naro.affrc.go.jp/publicity\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/080364.html, 2020年4月23日確認.
- 高林実・中山兼徳 1981. 主要畑雑草種子の休眠性の季節的变化. 雑草研究 26, 249-252.
- 辻康介 2019. 難防除雑草の最新情報と現場で取れる対策(96) ヒロハフウリンホオズキ ホソバフウリンホオズキ. 技術と普及 56(12), 10-11.

## 植物代謝から見た除草剤の作用点 (3) アセチルCoAカルボキシラーゼ

今から四半世紀前の1999年、雑草リスク評価 (Weed Risk Assessment) のモデルに関するPheloungらの論文が Journal of Environmental Management に掲載された。この年、国内では“雑草魂”で有名な上原選手が巨人に入団したが、「だんご3兄弟」が流行ったのもこの年である。除草剤の作用点として脂肪酸生合成に関与するものが3つある (Dayan, 2019)。アセチルCoAカルボキシラーゼ (ACCase, HRACコード:1), 脂肪酸チオエステラーゼ (FAT, HRACコード:30), 超長鎖脂肪酸伸長酵素 (VLCFAE, HRACコード:15) である。「だんご3兄弟」をモジって、さらに3と酸をかければ“脂肪酸兄弟”である (図-1)。

前回までに、植物代謝系全体における既存除草剤の作用点の大まかな場所 (與語 2023a) と、作用点の酵素と代謝系 (與語 2023b) について概説した。今回からは個別の作

用点について解説する。最初は、脂肪酸兄弟の一つ、アセチルCoAカルボキシラーゼを紹介する。

### 1. 脂肪酸の種類と役割

我々が日々摂取すべき栄養素に、脂質、糖質、タンパク質があるが、そのうち水に溶けにくい物質と定義されている脂質は、貯蔵エネルギーとしてのトリアシルグリセロールや、膜成分としてのリン脂質等が生物共通に存在する。一方、植物には動物にあるコレステロールは無く、いわゆる植物ステロールがある。植物の部位別にみると、葉において、脂質は数%を占めるがそのほとんどが膜成分であり、種子には発芽のエネルギー源としての脂質が蓄積されている。また、植物の細胞内小器官として動物にはない葉緑体があり、この膜成分にガラクトシルジグリセリド類が多く含まれる糖脂質がある。

“脂肪酸”は脂質の主成分であり、これも動植物に共通して重要な物質である。脂肪酸は、脂質と異なり水に溶けやすい性質を有する。それは炭素が直鎖状に繋がった分子の一方の端にカルボキシル基 (-COOH) が付いているためである。その脂肪酸は、炭素鎖の長さ (短鎖~超長鎖) や炭素の二重結合 (不飽和化) の違いによって、植物では約100種類ある。炭素鎖の長さはC<sub>16</sub>とC<sub>18</sub>が最も多く、葉にはC<sub>16</sub>のパルミチン酸、種子にはC<sub>18</sub>のステアリン酸、オレイン酸、リノール酸、α-リノレン酸が多い。植物の脂肪酸

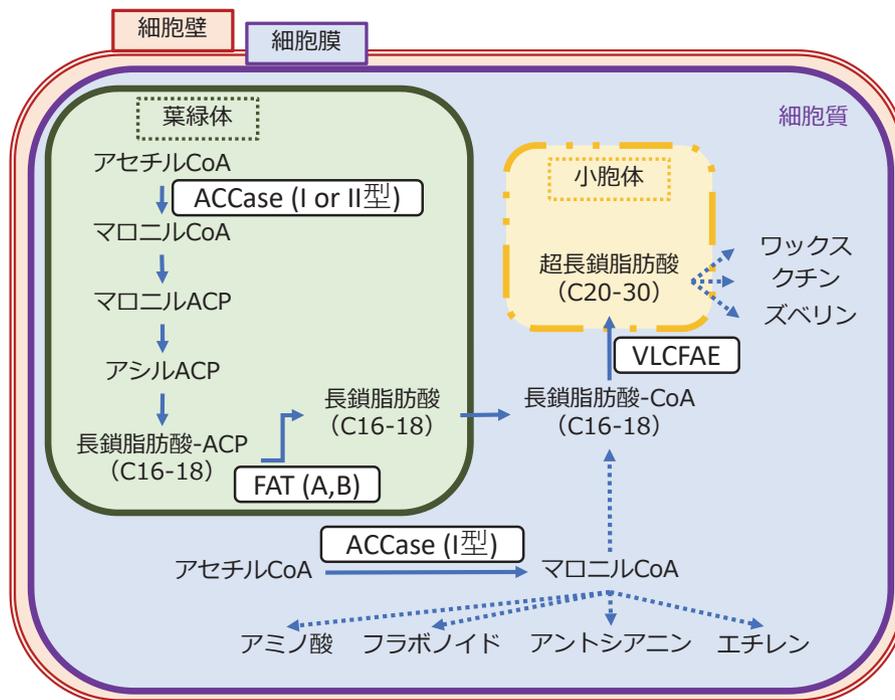


図-1 脂肪酸生合成阻害と除草剤の作用点

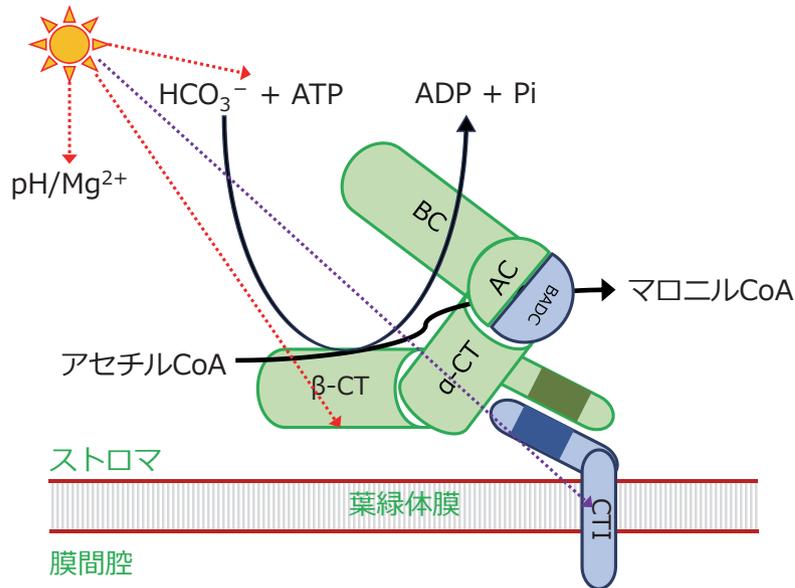


図-2 アセチル CoA カルボキシラーゼ (ACCCase II型)

は、細胞膜やエネルギー源となる脂質の構成成分として利用される以外に、アミノ酸、フラボノイド、アントシアニン、エチレン等にも関与し、長鎖化すればクチクラ、ワックス、ズベリン等にもなる。さらに、植物では、成長の調節、病害等の生物的または温度等の非生物学的ストレス耐性への寄与も示唆されている。

このように、脂肪酸やそれから構成される脂質は、植物の生存や成長調節にとって欠かせない存在である。因みに植物の脂肪酸のうち、多価不飽和脂肪酸であるリノール酸や $\alpha$ -リノレン酸等は、動物では生合成できないため、必須脂肪酸に分類されている。

## 2. 脂肪酸生合成

動物における脂肪酸生合成は、ミトコンドリア内で生成されたクエン酸を起点に、最初の段階のアセチルCoAの合成から長鎖化まで全て細胞質において行われる。一方、植物における生合成は、一つは動物と同様だが、もう一つは葉緑体で行われる(図-1)。何れの場合も、その最初の反応であるアセチルCoAからマロニルCoAを触媒するのが、アセチルCoAカルボキシラーゼ (ACCCase, EC 6.4.1.2)，“脂肪酸兄弟”の長男である。葉緑体からの流れでは、次いで次男のFATおよびその周辺の“脂肪酸合成酵素(脂肪酸シンターゼ, FAS)”が働き、マロニルCoAから飽和脂肪酸合成までの酵素反応を触媒する。最後に三男のVLCFAEが働き、ワックス、クチン、ズベリンなどの合成を担う。

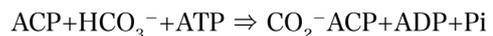
「全ての道はローマに通ず」という諺があるが、これまでの説明からもわかるように、多くの道、すなわち代謝系が

ACCCaseに通じており、生体において要となる酵素の一つである。

## 3. アセチルCoAカルボキシラーゼ (acetyl-CoA carboxylase (ACCCase), EC 6.4.1.2)

ACCCaseは、自然界に真核生物型や動物型と言われるI型と、原核生物型や大腸菌型と言われるII型の2種類が存在する(Sasaki and Nagano 2004)。後者のII型は、酵素(ビオチンカルボキシラーゼ(BC)、カルボキシルトランスフェラーゼ( $\alpha$ -CT,  $\beta$ -CT))と、ビオチンカルボキシルキャリアタンパク質(BCCP, 以下アシルキャリアタンパク質(ACP)とする)から構成される多酵素複合体である(図-2, Ye *et al.* 2020)。これに対してI型は、1つのペプチドにII型の機能を全て含んだ多機能酵素である。

① BCが触媒する反応：



② CTが触媒する反応：



実は、多くの植物の細胞質にはI型が存在し、フラボノイド合成や脂肪酸鎖延長に必要なマロニルCoAを供給している。一方、葉緑体にはII型が存在し、脂肪酸合成に必要なマロニルCoAを供給している。植物におけるACCCaseの80%がII型と言われている。しかし、イネ科植物にはI型しかなく、細胞質と葉緑体の両方に存在する。

少し話は変わるが、生命は水中で誕生し、まず小さな細菌のような生物から始まり、その後植物や動物に進化した

表-1 アセチル CoA カルボキシラーゼ (ACCCase) 阻害剤

構造分類	有効成分名
シクロヘキサジオン (ジム/DIM 系)	アロキシジム, クレトジム, クロプロキシジム, シクロキシジム, セトキシジム, テプラロキシジム, トラルコキシジム, プトロキシジム, プロホキシジム
アリルオキシフェノキシ プロピオン酸 (ホップ/FOP 系)	イソキサピリホップ, キザロホップ, クロジナホップ, クロホップ, クロラジホップ, ジクロホップ, シハロホップ, トリホップ, ハロキシホップ, フェノキサプロップ, フェンチアプロップ, フルアジホップ, プロパキサホップ, メタミホップ
フェニルピラゾリン (DEN 系)	ピノキサデン
フェノキシカルボン酸	トリホプシム

と考えられている。そんな視点から、ACCCaseを捉えたと、I型とII型は、どちらが先にまたはどのようにして分離したのか、なぜ同じ陸上草本の中で、イネ科植物と双子葉植物で違うのか、さらに言えば、何故イネは動物のACCCase (I型)しか有していないのか、同じI型でもアイソザイムの違いがあるのかとても興味深い。

なお、この脂肪酸合成は明暗で変化するが、ACCCaseのうちカルボキシルトランスフェラーゼのシステインが、光刺激で酸化または還元されることによって、酵素活性が変化するためである。

#### 4. HRACコードと除草剤

ACCCase阻害剤のHRAC (Herbicide Resistance Action Committee) コードは“1”である。そこを作用点とする除草剤の化学構造は、シクロヘキサジオン系と、アリルオキシフェノキシプロピオン酸系に大別される。前者は、有効成分の一般名の最後がクレトジムのように“ジム”となることから、“DIM”と略される。一方、後者は一般名の最後がキザロホップのように“ホップ”となることから、“FOP”と言われている(表-1)。これらはほぼ半世紀前に上市された。一方、ACCCase阻害剤にはこれら以外に2つの化合物群が知られている。そのうちフェニルピラゾリン(フェニルピラゾール)系は“DEN”と省略されるが、2006に上市された。なお、フェノキシカルボン酸のトリホプシムは、HRACコードにはまだリストされていない。

近年、ホップ系では最後に“P”が付くものが増えている。農業は一般にラセミ体が多いものの、当該活性を有するのは限られた光学異性体である。合成方法の改良によって、活性がある異性体の割合を大幅に増やすまたはそれだけにすることが可能となり、そのようなものに“P”が付いている。

前述のように、植物のACCCaseには2つの形態が存在する。実はほとんどの植物においてそのいずれの形態もACCCase阻害剤で酵素活性は阻害されない。しかし、例外的にイネ科植物と一部のアブラナ科植物が有するI型のACCCaseの活性だけがACCCase阻害剤によって阻害される。そのことを利用したのがACCCase阻害剤のイネ科植物と双子葉植物間の選択性であり、感受性のACCCaseを有する植物種だけがこの阻害剤に対して感受性を示す。

また、複数の酵素が組み合わさったACCCaseのII型に対して、ACCCase阻害剤はそのうちCT部位をACCCaseの基質に対して拮抗的に阻害する。さらに詳細に見れば、“ジム”や“ホップ”の結合部位は、698番目のセリンや194番目のスレオニンである。また、“DEN”も同様の部位に結合すると考えられている。一方、ATP,  $Mg^{2+}$ ,  $HCO_3^{-}$ に対しては、非拮抗的に阻害する。

ACCCaseは脂肪酸生合成の一番初めに位置するため、感受性植物においては、その生合成を阻害することで、それに続く脂質や各種二次代謝産物の生合成を抑制する。結果として、細胞膜が破壊され、細胞内の生体成分が細胞外に溶出し、細胞が死ぬことでクロロシス(黄化, 白化)が起こる。もう少しマクロでみると、莖葉処理されたACCCase阻害剤は、莖葉部の成長部位に移行して生長点を阻害することで、ネクロシス(壊死)とともに、新葉の展開抑制等の症状を示し、最終的に植物全体が枯死する。この効果発現には大凡1週間程度を要するが、薬剤の莖葉部内移行が関与するため、湿度の違いによって、除草効果変動する。なお、これらのACCCase阻害剤は、一般に土壌吸着性が高いため、土壌に処理しても残効性はほとんどない。

ここでも何故動物に対する毒性はなぜ低いのか等の疑問が生じる。動物のACCCaseはACCCase阻害剤に対して感受性なのか?感受性としたら、農作物を通じて経口摂取された

ACCase阻害剤は、動物において比較的速やかに糞尿排泄されるとともに、動植物体内の代謝も比較的速いため毒性が発現しないと推測される。

## 5. ACCase阻害剤抵抗性機構

ACCase阻害剤抵抗性機構については、作用点抵抗性と非作用点抵抗性がある。ここでは極簡単に触れるが、作用点抵抗性には、ACCase阻害剤との親和性が低い作用点や、ACCaseのコピー数増加がある。一方、非作用点抵抗性には、阻害剤の解毒以外にも植物体への吸収や作用点への移行の減少が知られている (Takano *et al.* 2021)。

FOP やDIMとの親和性の低いACCaseについては、7ヶ所で16の変異が知られており、例えば1781および2041番目のイソロイシン、1999および2027番目のトリプシン、2078番目のアスパラギン酸、2088番目のシステイン、2096番目のグリシン等が別のアミノ酸に置換することで抵抗性を発現している。変異によっては、DIMとFOPの両方またはFOPだけに抵抗性を示す、またFOPの中でも感受性が異なる場合もある。一方、非作用点抵抗性のうち解毒代謝については、第1相反応のP450や、第2相反応のグルタチオン-S-トランスフェラーゼやグルコシル-S-トランスフェラーゼが知られている。これらについては、詳細に調べてから「緒」に掲載したい。

今回、除草剤の作用点についてコラム「緒」で取り上げる最初として、アセチルCoAカルボキシラーゼ (ACCase) について、俯瞰的に捉えることに挑戦した。調べれば調べ

るほど、このように代謝の要となる酵素の阻害では、続いて起こるカスケード反応が多岐にわたり、その詳細まで調べ切ることはできず、若干尻切れトンボになった。今後も、除草剤の作用点の類型化は何を意味するのか、また類型化した阻害剤ごとにその効果的利用や抵抗性雑草管理はどのように考えたらよいか、自らに問いかけていきたい。

## 参考文献等

- 日本生化学会編 1997. 細胞機能と代謝マップ I. 細胞の代謝・物質の動態. 東京化学同人, PP.302.
- Dayan, F. E. 2019. Current Status and Future Prospects in Herbicide Discovery. *Plants* 8, 341.
- Sasaki, Y. and Y. Nagano 2004. Plant Acetyl-CoA Carboxylase: Structure, Biosynthesis, Regulation, and Gene Manipulation for Plant Breeding. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 68(6), 1175-1184.
- Takano, H. K. *et al.* 2021. ACCase-inhibiting herbicides: mechanism of action, resistance evolution and stewardship. *Scientia Agricola* 78(1), e20190102
- Ye, Y. *et al.* 2020. Docking of acetyl-CoA carboxylase to the plastid envelope membrane attenuates fatty acid production in plants, *Nature Communications* 11, 6191.
- 與語靖洋 2023a. 植物代謝から見た除草剤の作用点 (1) 代謝マップ (俯瞰図 (素案)). *植調* 57(4), 21-23
- 與語靖洋 2023b. 植物代謝から見た除草剤の作用点 (2) 代謝と酵素. *植調* 57(6), 30-32.

## 2023 年度緑地管理関係 除草剤・生育調節剤試験判定結果

(公財) 日本植物調節剤研究協会 技術部

2023 年度緑地管理関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会は、2023 年 10 月 19 日(木)～20 日(金)に Zoom を用いた Web 会議において開催された。

この検討会には、試験場関係者 37 名、委託関係者 49 名

ほか、計 101 名の参集を得て、裸地管理区分 22 薬剤 (162 点) について、試験成績の報告と検討が行われた。

その判定結果については、次の表に示す通りである。

### 2023 年度緑地管理関係除草剤・生育調節剤試験 判定結果

#### A. 裸地管理 (1) 一般

薬剤名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	ねらい	判定	判定内容
1. DBN4.5 粒 DBN:4.5%  [アグロカネショウ]	一般/土壌/発生前(2回処理)/アレチウリ/2年目	実	実) [アレチウリ] ・雑草発生前～発生始期 ・12g/m <sup>2</sup> (2回) ・土壌処理 注) 散布間隔は30～40日を目安とする
2. JC-401 粒 (JNHS-50) 塩素酸ナトリウム:50%  [日本カーリット]	一般/株頭/生育期/クズ/2年目	実・継	実) [一年生、ササ等多年生雑草] ・生育期 ・15～25g/m <sup>2</sup> ・土壌処理  [タケ類] ・生育期(春期) ・45～60g/m <sup>2</sup> ・土壌処理  継) ・クズ生育期での効果の確認 ・タケ類の低葉量(30g/m <sup>2</sup> )での効果の確認。
	根絶一般/株頭/生育期/クズ/初年目		
3. SAH-006 フロアブル 新規化合物a:40.6%  [住商アグロインターナショナル]	一般/土壌/発生前/一年生/作用性	-	(作用性)
4. SB-547 フロアブル カルブチレート:45%  [エス・ディー・エス バイオテック]	一般/土壌/発生前/アレチウリ/初年目	-  (前回通り)	実)[一年生雑草] ・発生前 ・0.5～1.0mL<200mL>/m <sup>2</sup> ・土壌処理  [一年生雑草, 多年生雑草] ・生育期(草丈30cm以下) ・1.0～2.0mL<200～300mL>/m <sup>2</sup> ・土壌処理

A. 裸地管理 (1) 一般

薬剤名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	ねらい	判定	判定内容
5. AK-01 液 グリホサートイソプロピルア ミン塩:41%  [TAC普及会]	一般/茎葉/生育期(草丈30cm以下)/一年生 /初年目  一般/茎葉/生育期(草丈30cm以下)/多年生 /初年目  一般/茎葉/生育期(草丈20cm程度)/スギナ /初年目	実・継	(実) [一年生雑草, 多年生雑草] ・生育期(草丈100cm以下) ・0.5~1.0mL<100mL>/m <sup>2</sup> ・茎葉処理  [一年生雑草] ・生育期(草丈30cm以下) ・0.5mL<5, 25~100mL>/m <sup>2</sup> (5, 25~50mLは専用ノズルを使用) ・茎葉処理  [多年生雑草] ・生育期(草丈30cm以下) ・1.0mL<5, 25~100mL>/m <sup>2</sup> (5, 25~50mLは専用ノズルを使用) ・茎葉処理  [スギナ] ・生育期(草丈20cm程度) ・2.0mL<5, 25~100mL>/m <sup>2</sup> (5, 25~50mLは専用ノズルを使用) ・茎葉処理  継 ・翌春の根絶効果について(スギナ) ・一年生, 多年生雑草生育期の, 水量5, 25~50mL/ m <sup>2</sup> での年次変動の確認 ・スギナ生育期の, 水量5, 25mL/m <sup>2</sup> での年次変動の 確認
6. BAH-2210 液 グルホシネートPアンモニウム 塩:18.7%  [BASFジャパン]	一般/茎葉/生育期(草丈30cm以下)/一年生 /初年目  一般/茎葉/生育期(草丈30cm以下)/多年生 /初年目  一般/茎葉/生育期(草丈30cm以下)/スギナ /作用性	継	継 ・効果の確認
7. BAH-2211 液 新規化合物 a: 125g/L  [BASFジャパン]	一般/茎葉/生育期(草丈30cm以下)/スギナ /作用性	-	(作用性)
8. Hoe-866 液 グルホシネート:18.5%  [BASFジャパン]	一般/茎葉/生育期(草丈1.5~2m)/処理時 期拡大(草丈2m以下)/アレチウリ/2年目	実・継	(実) [一年生イネ科雑草, 多年生雑草] ・生育期(草丈30cm以下) ・1~2mL<100mL>/m <sup>2</sup> ・茎葉処理  [一年生広葉雑草] ・生育期(草丈30cm以下) ・0.5~2mL<100~200mL>/m <sup>2</sup> ・茎葉処理  [アレチウリ] ・生育期(草丈2 m以下) ・0.5~1mL<100 ~200 mL>/m <sup>2</sup> ・茎葉処理  継 ・薬量等の再検討(コケ類) ・一年生イネ科の薬量0.5mL/m <sup>2</sup> , 水量100~200mL/ m <sup>2</sup> での効果の確認 ・多年生雑草生育期の水量200mL/m <sup>2</sup> での効果の確 認
9. NP-55 乳 セトキシジム:20%  [日本曹達]	一般/茎葉/生育期(草丈30cm以下)/一年生 イネ科/2年目	実	(実) [一年生イネ科雑草] ・生育期(草丈30cm以下) ・0.2~0.4mL<100~200mL>/m <sup>2</sup> ・茎葉処理  注) スズメノカタビラには効果劣る

A. 裸地管理 (1) 一般

薬剤名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	ねらい	判定	判定内容
10. NP-65 液 トプラメゾン:3.6%  [日本曹達]	一般/茎葉/生育期(草丈1.5~2m)/アレチウリ/2年目	実	(実) [一年生雑草] ・生育期(草丈30cm以下) ・0.15~0.3mL<100~200mL>/m <sup>2</sup> ・茎葉処理 [アレチウリ] ・生育期(草丈2m以下) ・0.15~0.3mL<100~200mL>/m <sup>2</sup> ・茎葉処理
11. S-3100 EC エピリフェナシル:5.4%  [住友化学]	一般/茎葉/生育初期(草丈20cm以下)/一年生/2年目	実	(実) [一年生雑草] ・生育初期(草丈20cm以下) ・0.04~0.08mL<100mL>/m <sup>2</sup> ・茎葉処理 注) 低薬量では、イネ科雑草に効果が劣る場合がある。
12. ZK-122 液 グリホサートカリウム 塩:44.7%  [シンジェンタジャパン]	一般/茎葉塗布/生育期(草丈60cm以下)/アレチウリ/2年目	実・継	(実) [一年生雑草] ・生育期(草丈50cm以下) ・0.25~0.5mL<10mL(10mL専用ノズル使用)50~100mL>/m <sup>2</sup> ・茎葉処理 注) 50mL/m <sup>2</sup> 散布は専用ノズルの使用が望ましい。 [多年生雑草] ・生育期(草丈50cm以下) ・0.5~1.0mL<10mL(10mL専用ノズル使用)50~100mL>/m <sup>2</sup> ・茎葉処理 注) 50mL/m <sup>2</sup> 散布は専用ノズルの使用が望ましい。
一般/茎葉塗布/生育期(草丈1m以下)/アレチウリ/初年目	[一年生広葉雑草] ・生育期(草丈50cm以下) ・2倍希釈液(0.1mLを1~3か所/株) ・茎葉塗布処理 注) 専用塗布器を使用する [アレチウリ] ・生育期(草丈60cm以下) ・2倍希釈液(0.1mLを1~3か所/株) ・茎葉塗布処理 注) 専用塗布器を使用する [スギナ, ススキ, ササ類, クズ, 雑かん木, ヒレハリソウ, マツヨイグサ類, タケ類については省略] 継) ・アレチウリ生育期(草丈1m以下)での効果の確認 [スギナ, ススキ, ササ類, クズ, 雑かん木, ヒレハリソウ, マツヨイグサ類, タケ類については省略]		

A. 裸地管理 (2) 家庭用

薬剤名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	ねらい	判定	判定内容
1. GG-145 粒 ヘキサジノン:1.0% DBN:0.7%  [保土谷アグロテック 保土谷化学工業]	家庭/土壌/生育期(草丈30~40cm)/一年 生・多年生・スギナ/初年目	実・継	実)[一年生雑草] ・発生前 ・5~15g/m <sup>2</sup> ・土壌処理 [一年生雑草] ・生育初期(草丈20cm以下) ・15~30g/m <sup>2</sup> ・土壌処理 [多年生イネ科雑草] ・生育初期(草丈20cm以下) ・30~50g/m <sup>2</sup> ・土壌処理 [多年生広葉雑草, スギナ] ・生育初期(草丈20cm以下) ・15~50g/m <sup>2</sup> ・土壌処理  注) ・大型多年生雑草(ススキ, セイタカアワダチソウ, イタドリ等)を対象としない場面で使用する  継) ・チガヤに対する効果の年次変動の確認 ・一年生, 多年生雑草, スギナ生育期(草丈40cm以下)での効果の確認
2. HAT-303 粒 ターバシル:1.5% DCBN:1.5% DCMU3.0%  [保土谷アグロテック 保土谷化学工業]	家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/ササ 類/初年目  家庭/株元/生育初期(草丈20cm以下, 株径 30cm以下)/ススキ/初年目	実・継	実)[一年生雑草] ・発生前 ・5~15g/m <sup>2</sup> ・土壌処理  [一年生雑草, 多年生雑草, スギナ] ・生育初期(草丈20cm以下) ・15~30g/m <sup>2</sup> ・土壌処理  ・生育期(草丈40cm以下) ・20~40g/m <sup>2</sup> ・土壌処理  注) ・大型多年生雑草(ススキ, セイタカアワダチソウ, イタドリ等)を対象としない場面で使用する  継) ・チガヤに対する効果の年次変動の確認 ・ササ類生育初期(草丈20cm以下)での効果の確認 ・ススキ生育初期(草丈20cm以下, 株径30cm以下)での効果の確認
3. HAT-703 粒 ターバシル:1.0% テブチウロン:1.0% DCMU:5.0%  [保土谷アグロテック 保土谷化学工業]	家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/ササ 類/初年目	実・継	実)[一年生雑草] ・発生前 ・5~15g/m <sup>2</sup> ・土壌処理  [一年生雑草, 多年生雑草, スギナ] ・生育初期(草丈20cm以下) ・15~30g/m <sup>2</sup> ・土壌処理  ・生育期(草丈40cm以下) ・20~40g/m <sup>2</sup> ・土壌処理  [ススキ] ・生育初期(草丈20cm以下, 株径30cm以下) ・20~30g/株 ・株元処理  注) ・大型多年生雑草(セイタカアワダチソウ, イタドリ等)を対象としない場面で使用する  継) ・ススキ生育初期での効果の確認(薬量10g, 40g/株) ・ササ類, 生育初期(草丈20cm以下)での効果の確認

A. 裸地管理 (2) 家庭用

薬剤名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	ねらい	判定	判定内容
4. MBH-2303 粒 既知化合物a:4%  [丸和バイオケミカル]	家庭/土壌/発生前/一年生/作用性 家庭/土壌/発生前/一年生/初年目 家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/一年生・多年生/作用性 家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/一年生・多年生/初年目 家庭/土壌/生育期(草丈30~40cm)/一年生・多年生/作用性 家庭/土壌/生育期(草丈30~40cm)/一年生・多年生/初年目	継	継) ・効果の確認
5. SB-256 粒 スルホメツロンメチル(新規):0.3%  [エス・ディー・エス バイオテック]	家庭/土壌/発生前/一年生/初年目  家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/一年生・多年生/初年目	実・継	実)[一年生雑草] ・発生前 ・5~15g/m <sup>2</sup> ・土壌処理  [一年生雑草, 多年生広葉雑草] ・生育初期(草丈20cm以下) ・15~30g/m <sup>2</sup> ・土壌処理  注) ・大型多年生雑草(ススキ, セイタカアワダチソウ, イタドリ等)を対象としない場面で使用する  継) ・一年生雑草発生前, 一年生・多年生広葉雑草生育初期(草丈20cm以下)に対する年次変動の確認
6. SB-258 粒 スルホメツロンメチル(新規):0.3% アミカルバジン:2.5%  [エス・ディー・エス バイオテック]	家庭/土壌/発生前/一年生/初年目  家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/一年生・多年生/初年目 家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/多年生イネ科/初年目 家庭/土壌/生育期(草丈30~40cm)/一年生・多年生/初年目	実・継	実)[一年生雑草] ・発生前 ・5~15g/m <sup>2</sup> ・土壌処理  [一年生雑草, 多年生雑草] ・生育初期(草丈20cm以下) ・15~30g/m <sup>2</sup> ・土壌処理  [一年生雑草, 多年生雑草] ・生育期(草丈40cm以下) ・20~30g/m <sup>2</sup> ・土壌処理  注) ・大型多年生雑草(ススキ, セイタカアワダチソウ, イタドリ等)を対象としない場面で使用する  継) ・一年生雑草発生前, 一年生・多年生雑草生育初期(草丈20cm以下), 一年生・多年生雑草生育期(草丈40cm以下)に対する年次変動の確認
7. SB-259 粒 スルホメツロンメチル(新規):0.3% アミカルバジン:1.5% カルブチレート:1.0%  [エス・ディー・エス バイオテック]	家庭/土壌/発生前/一年生/初年目  家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/一年生・多年生/初年目 家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/多年生イネ科/初年目 家庭/土壌/生育期(草丈30~40cm)/一年生・多年生/初年目	実・継	実)[一年生雑草] ・発生前 ・5~15g/m <sup>2</sup> ・土壌処理  [一年生雑草, 多年生雑草] ・生育初期(草丈20cm以下) ・15~30g/m <sup>2</sup> ・土壌処理  [一年生雑草, 多年生雑草] ・生育期(草丈40cm以下) ・20~30g/m <sup>2</sup> ・土壌処理  注) ・大型多年生雑草(ススキ, セイタカアワダチソウ, イタドリ等)を対象としない場面で使用する  継) ・一年生雑草発生前, 一年生・多年生雑草生育初期(草丈20cm以下), 一年生・多年生雑草生育期(草丈40cm以下)に対する年次変動の確認

A. 裸地管理 (2) 家庭用

薬剤名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	ねらい	判定	判定内容
8. HAT-2301 粒 ヘキサジノン:1.0% DCMU:3.0%  [保土谷アグロテック 保土谷化学工業]	家庭/土壌/発生前/一年生/初年目	継	継) ・効果の確認
	家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/一年生・多年生・スギナ/初年目		
	家庭/土壌/生育期(草丈40cm以下)/一年生・多年生・スギナ/初年目		
9. HAT-2302 粒 ターバシル:0.6% ヘキサジノン:0.5% DCMU:3.0%  [保土谷アグロテック 保土谷化学工業]	家庭/土壌/発生前/一年生/初年目	継	継) ・効果の確認
	家庭/土壌/生育初期(草丈20cm以下)/一年生・多年生・スギナ/初年目		
	家庭/土壌/生育期(草丈40cm以下)/一年生・多年生・スギナ/初年目		
10. UPH-005 液 グルホシネート:0.56%  [ユーピーエルジャパン]	家庭/茎葉/生育初期(草丈20cm以下)/一年生(・多年生)/2年目	実	実)[一年生, 多年生雑草] ・生育初期(草丈20cm以下) ・10~20mL/m <sup>2</sup> (希釈せずそのまま散布) ・茎葉処理  [スギナ] ・生育初期(草丈20cm以下) ・15~25mL/m <sup>2</sup> (希釈せずそのまま散布) ・茎葉処理  注) ・大型多年生雑草(ススキ, セイタカアワダチソウ, イタドリ等)を対象としない場面で使用する
	家庭/茎葉/生育初期(草丈20cm以下)/多年生(・一年生)/2年目		
	家庭/茎葉/生育初期(草丈20cm以下)/スギナ/2年目		

田畑の草種

髭草 (カモジグサ)

(公財)日本植物調節剤研究協会  
兵庫試験地 須藤 健一

イネ科エゾムギ属の多年草。全国の道端，畦，土手などにごく普通に生える。茎は直立・叢生し基部は曲がる。背丈は40-100cm，葉は長さ20-30cmで幅5-10mm，緑色・無毛でつやはない。花期は5月-7月，茎の先端から伸び，先は弓型に下垂する。穂状花序で，茎に沿って間隔をあけて柄のない小穂をつける。小穂は軸に沿って上を向き長さ15-25mm，細長く5-8個の小花を含む。色は粉を吹いたような白緑色で，部分的に紫色を帯びる。護穎の先端から伸びる芒は2-3cmで多くは紫色を帯びる。芒が上向いていることや紫色を帯びていることなどが見つける目安になる。

カモジグサの「かもじ」とは「髪文字」のことで，古くは宮中や院に仕える女房達が使ひ始めた隠語とされる。語頭に「お」を付けて丁寧さを表す言葉(例えば御御御付)や，語の最後に「文字」を付けて婉曲的に表現する文字詞(例えば杓文字などがあり，「かもじ」は古来より髪を結う時に形を整えるために用いられてきた今でいうヘアエクステンションのようなものである。平安時代の女房達のあの長い髪には「かもじ」が使われて

いたのであろう。

ひるがえって考えると，イネ科のこの草種のどこに「カモジ」らしさがあるのかと思う。葉の大きさや形はイネ科としては普通であり，穂も小穂も特筆すべきとも思えない。強いて言えば芒の色が紫色を帯びることであろうか。この芒を集めると人形の髪を増やすことはできるかもしれない。

牧野富太郎によるとカモジグサは「女の子がこの草の若い葉を集めてもみ，女の雛人形を作ったこと」から名付けられたという。これを再現すると次のようになる。

春先の，秋の越冬個体から芽生えてきたカモジグサの株から，出来るだけ長くて柔らかい葉をたくさん集める。その葉の基部をまとめて縛り，葉を先のとがったものなどで割き，よく揉んで柔らかくしておく。先に縛った所から数センチ上のところで縛り頭をつくる。その先の部分が髪になる。大きく3つに分けて三つ編みにしたり，二つに分けて桃割れに結ったりして遊んでいたと思われる。カモジグサは全国に分布する。この女の子の遊びも全国的なものであった。p29へ

# 2023 年度春夏作野菜花き関係 除草剤・生育調節剤試験判定結果

(公財) 日本植物調節剤研究協会 技術部

2023 年度春夏作野菜花き関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会は、2023 年 12 月 19 日(火)に Zoom を用いた Web 会議において開催された。

この検討会には、試験場関係者 23 名、委託関係者 33 名ほか、計 69 名の参集を得て、除草剤 7 薬剤 (34 点)、生育

調節剤 1 薬剤 (12 点) について、試験成績の報告と検討が行われた。

その判定結果については、次の表に示す通りである。

## 2023 年度春夏作野菜花き関係除草剤・生育調節剤試験 判定結果

### A. 野菜関係 除草剤

薬剤名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
1. S-482 顆粒水和 フルミオキサジン:50%  [住友化学]	アスパラ ガス	発生前の一年生広葉雑草を対象としたアスパラガス萌芽前での土壌処理(全面)による適用性の検討(北海道:薬量2.5g/10a初年目)	実・継	(実) [春夏作, 露地; 一年生広葉雑草] ・萌芽前, 雑草発生前 ・5~10g <散布水量100L>/10a ・土壌処理(全面)  ・収穫打切後(春どり栽培, 雑草発生前 ・5~10g <散布水量100L>/10a ・土壌処理(全面) 注) ・処理後に若茎の褐変, 湾曲が見られることがある  (継) ・効果・薬害の確認(萌芽前, 薬量2.5g)
	アスパラ ガス	発生前の一年生広葉雑草を対象としたアスパラガス収穫打切後での土壌処理(全面)による作用性の検討(北海道:薬量2.5g/10a初年目, 5~10g/10a 4年目)		
2. トリフルラリン 乳 トリフルラリン:44.5%  [日産化学]	ブロッコ リー (直播)	ブロッコリー(直播)の播種直後処理での土壌処理(全面)による適用性の検討(北海道:1年目)	継	(継) ・効果・薬害の確認
	ブロッコ リー (直播)	ブロッコリー(直播)の播種直後処理での土壌処理(全面)による作用性の検討(東北以南, 4月播種)		
	ブロッコ リー (直播)	ブロッコリー(直播)の播種直後処理での土壌処理(全面)による適用性の検討(東北以南:1年目)		

### B. 2022 年度 秋冬作分 野菜関係 除草剤

薬剤名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
1. AK-01 液 グリホサートイソプロピ ルアミン塩:41%  [TAC普及会]	タマネギ	生育期の一年生雑草を対象としたタマネギ生育期での茎葉処理(畦間)による適用性の検討(東北以南, 初年目)	実・継  前 回 通 り	(実) [秋冬作; 一年生雑草] ・耕起7日以前 ・雑草生育期(草丈30cm以下) ・茎葉処理(全面) ・250~500mL <散布水量25~50L>/10a (専用ノズルを使用する)  (継) ・耕起直前処理での薬害の確認 ・定植前処理での薬害について ・効果・薬害の確認(畦間処理)

C. 2022 年度春夏作分 野菜関係 除草剤

薬剤名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
1. S-482 顆粒水和 フルミオキサジン:50%  [住友化学]	アスパラ ガス	発生前の一年生広葉雑草を対象としたアスパラガス収穫打ち切り後での 土壌処理(全面)による適用性の検討 (北海道:適用性3年目)	上記 参照	—

D. 花き関係 除草剤

薬剤名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
1. HAT-2115 粒 シアナジン:0.5% ブタミホス:1.0% DBN:0.5%  [保土谷アグロテック, 保土谷化学工業]	ツバキ・ サザンカ	ツバキ・サザンカにおける生育期の一年 生雑草を対象とした土壌処理(樹 間・樹冠下)による適用性の検討(初年 目)	継	継) ・効果・葉害の確認
2. UPH-005 液 グルホシネート:0.56%  [ユーピーエルジャパン]	ツツジ・ サツキ	ツツジ・サツキにおける生育期の一年 生雑草を対象とした茎葉処理(樹間・ 樹冠下)による適用性の検討	継	継) ・効果・葉害の確認
	ツバキ・ サザンカ	ツバキ・サザンカにおける生育期の一年 生雑草を対象とした茎葉処理(樹 間・樹冠下)による適用性の検討	継	継) ・効果・葉害の確認
	ベニカナ メモチ	ベニカナメモチにおける生育期の一年 生雑草を対象とした茎葉処理(樹 間・樹冠下)による適用性の検討	継	継) ・効果・葉害の確認
3. UPH-007 顆粒水溶 (IHPW-115) アシュラム:82%  [ユーピーエルジャパン]	ツツジ・ サツキ	ツツジ・サツキにおける生育期の一年 生雑草を対象とした茎葉処理(樹間・ 樹冠下)による適用性の検討。	継	継) ・効果・葉害の確認
	ツバキ・ サザンカ	ツバキ・サザンカにおける生育期の一年 生雑草を対象とした茎葉処理(樹 間・樹冠下)による適用性の検討。	継	継) ・効果・葉害の確認
	ベニカナ メモチ	ベニカナメモチにおける生育期の一年 生雑草を対象とした茎葉処理(樹 間・樹冠下)による適用性の検討。	継	継) ・効果・葉害の確認
4. アシュラム 液 アシュラム:37%  [ユーピーエルジャパン]	ツツジ・ サツキ	ツツジ・サツキにおける生育期の一年 生雑草を対象とした茎葉処理(樹間・ 樹冠下)による適用性の検討	継	継) ・効果・葉害の確認
	ツツジ・ サツキ	ツツジ・サツキに対する茎葉処理(樹 間・樹冠下)での倍量葉害の確認		
	ツバキ・ サザンカ	ツバキ・サザンカにおける生育期の一年 生雑草を対象とした茎葉処理(樹 間・樹冠下)による適用性の検討	継	継) ・効果・葉害の確認
	ツバキ・ サザンカ	ツバキ・サザンカに対する茎葉処理 (樹間・樹冠下)での倍量葉害の確認		
	ベニカナ メモチ	ベニカナメモチにおける生育期の一年 生雑草を対象とした茎葉処理(樹 間・樹冠下)による適用性の検討	継	継) ・効果・葉害の確認
	ベニカナ メモチ	ベニカナメモチに対する茎葉処理(樹 間・樹冠下)での倍量葉害の確認		

E. 花き関係 生育調節剤

薬剤名 有効成分および 含有率(%) [委託者]	作物名	ねらい	判定	判定内容
1. SL-950 乳 ニコスルフロン:4.0%  [石原産業, 石原バイオサイエンス]	ツツジ・ サツキ	ツツジの植込みに発生する生育期のチガヤの伸長抑制効果を目的とした適用性の検討	継	継) ・効果・薬害の確認
	ツツジ・ サツキ	サツキに対して、樹冠上から散布した場合の薬害確認		
	ツバキ・ サザンカ	ヤブツバキの植込みに発生する生育期のチガヤの伸長抑制効果を目的とした適用性の検討	継	継) ・効果・薬害の確認
	ツバキ・ サザンカ	サザンカの植込みに発生する生育期のチガヤの伸長抑制効果を目的とした適用性の検討		
	ツバキ・ サザンカ	ヤブツバキに対して、樹冠上から散布した場合の薬害確認		
	ツバキ・ サザンカ	サザンカに対して、樹冠上から散布した場合の薬害確認		
	アベリア	アベリアの植込みに発生する生育期のチガヤの伸長抑制効果を目的とした適用性の検討		
	アベリア	アベリアに対して、樹冠上から散布した場合の薬害確認		
	イヌツゲ	イヌツゲの植込みに発生する生育期のチガヤの伸長抑制効果を目的とした適用性の検討	継	継) ・効果・薬害の確認
	ドウダンツツジ	ドウダンツツジの植込みに発生する生育期のチガヤの伸長抑制効果を目的とした適用性の検討	継	継) ・効果・薬害の確認

くきぐさ  
田畑の草種

髭草 (カモジグサ)

イメージを図にしてみた。図の丸の中。カモジグサの葉を束ねて2か所を縛り、先の髪にあたることを2つに分け、片方を三つ編みにしたところ。(本編 P26)



タマネギ (*Allium cepa*) は日常的に食卓に載るが、その起源は極めて古いと言われている。エジプトのピラミッドの建設に関わった労働者への食事に提供されてからであるが、その出典は古代ギリシャの歴史の父といわれるヘロドトスの「歴史」である (ヘロドトス 1971)。そこに、どのように書かれているかをなぞってみよう。紀元前5世紀にエジプトを訪問したヘロドトス (Herodotus) (484BC—430BC頃) は、メンフィスでエジプト第IV王朝に由来する碑文をみて、それを次のように記している。「ピラミッドにはエジプト文字で、労働者に大根、玉葱、ニンニクを支給するために消費した金額が記録してある。私は通訳がその文字を読んで聞かせてくれたことをよく記憶しているがその金額は銀1600タラントンにもなっていた」とある。これによると、ピラミッド建設の労働者にはかなり豊かに給付されており、その現物給付の中にタマネギが入っており、パン、ニンニク、ビールも相当潤沢に供給されていたということである。それは紀元前1800年代であり、今から4000年近く前ということになる。以前は、この労働は強制労働が強調される向きが強かったが、現在の理解はむしろナイル河の流れに季節が支配されているエジプトにおいては、農閑期の失業対策の意図の方が強い、という見解はある種の説得力がある。古代エジプト社会の体制についての議論は置いて、ここではタマネギに戻る。ヘロドトスが述べているのは紀元前1800年頃のエジプトの碑文であるので、タマネギの起原はそこからさらに遡ることになる。その原産地は中近東から西アジアのアフガニスタンからパミール高原、イラン東北部ということになり、それは原生種 (*A. oschaminii*) とされるが、極めて古く、最古の作物に属するとされている。古代エジプトからはクレタ島を通じて古代ギリシャにもたらされ、ローマ時代にはローマ帝国で品種改良された。そして、その属領ガリアへもたらされ、やがてヨーロッパ全体へと広がり、世界中に広がった。そして、日本へ本格的に入ったのは明治になってからということである。ネギ類は東アジアにも分布しているが、日本では長ネギが普通であろう。結球性のもも見られるが、それらはアサツキ、ギョ

ウジャニンニクである。タマネギとはネギ類の中で茎の基部が著しく肥大するグループの植物であると言える。

## タマネギの肥大

タマネギが肥大する仕組みについては、大阪大学理学部教授であった故柴岡弘郎博士が解明されているが、これは彼が大阪大学へ赴任された直後の研究であり、その頃接触が多かったので親しく教えていただいた。彼らは大阪産の泉州タマネギを材料としたが、秋播きの長日性品種は、光周性を感じて茎の基部の肥大が始まる。肥大する組織は葉鞘部であり、その細胞は10日で、体積が約40倍になり、その形はあたかも風船が膨らむがごとくである (Mita & Shibaoka 1984)。肥大した細胞では、まさに教科書的に、セルロース微繊維の配向はランダムとなっている。その配向を規定するのは表層微小管の配向であるので、それがランダムになった結果であることが明瞭に示された。ということは、日本では九州に始まり、淡路島のタマネギを見かけ、その後各地産が追い、やがて春播きの北海道産のタマネギが見かけられるということは、それぞれの産地においては光周性の差があることを示している。そして、タマネギは通年どこかの産地から供給されている。世界の品種を見回すと、タマネギは長日、短日、中立植物に分かれているということであるから、それぞれが緯度の異なる各成育地に適応していったことを意味しているであろう。

## タマネギの特性

食品としてのタマネギの特性は、煮物や生食に広範に用いられる。ビタミンA、B、C他に富んでおり、特にSを含んだアミノ酸とその誘導体を含んでいることが特徴であり、それは血流の促進にはたらくといわれる。そして、タマネギを切ると特有の刺激臭があることはしばしば経験することであるが、それはS含有アミノ酸に由来する催涙性因子 (Propanthial S-oxide, Lachrymatory factor というのでLAと略す) であるが (図-1)、その生成機構の解明には思い

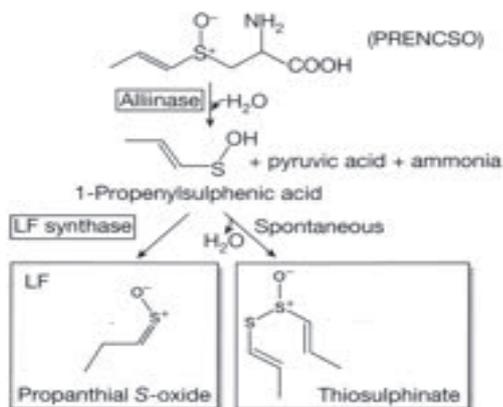


図-1 タマネギの催涙性成分 (LF) の生成経路

PRENCISO にネギ類 (*Allium*) に広く分布するアリイナーゼ (Allinase) が作用すると 1-Propenylsulphenic acid が生成され、それが LFS の作用で LF となる。

もかけぬ契機で関わることとなった。2001 年にハウス食品 (株) ソマテックセンターの今井真介博士からご自身の研究成果についてコメントを求められたが、伺った内容は「1965 年以來、催涙成分の生成は前駆体 PRENCISO にアリイナーゼの作用の結果生じた産物が自然に転換するといわれていたが、実際は、そうではなくて転換酵素 (LF 合成酵素であり、LFS と略される) が存在して、化学的に転換することを発見した」というものであった。筆者は直ちにその新奇性により、一般科学誌に掲載されてしかるべきと返答した。その論文のドラフトも預かり、朝出勤の車中で手を加えたものが Nature に投稿されて、掲載されることになり、登場したのは 2002 年であった (Imai *et al.* 2002)。しかもその酵素は相当多量にあるのに見逃されてきたのは、反応が極めて速いためであると推定された。タマネギを切ると LF と LFS とはそれぞれ組織的に局在しているが、それが崩れ、接触することにより催涙性成分を放出すると想定される。これは、タマネギを自然界で摂食する動物に対する忌避物質を放出し、それら摂食動物を遠ざける効果があると理解されている。

その後の展開にもいささか関わることになり、それから 11 年後に再度お付き合いすることとなった。というのは、2013 年春にはイグ・ノーベル化学賞の対象となったので 9 月には表彰式があるのでどうぞ参加くださいというものがあった。当初は、出席に全く興味がなかったが、その場所がハーヴァート大学のサンダース講堂 (Sanders Theatre) ということで、急遽参加することとした。というのは、丁度その頃加藤竹斎の扁額を探索を行っていたが、ハーヴァート大学には東京大学初代動物学教授モース (Edward S. Morse) 所縁の扁額が 8 枚あるということで、直接調査をすることを目的として、参加することとした (Nagata *et al.* 2013)。ま



図-2 ハーヴァート大学植物標本館

ハーヴァート大学標本館の最上階は非公開室であり、そこにモース所縁の加藤竹斎扁額が置かれており、調査することができた。なお、その他にも調査未了の品々が数多あり、不思議の充満した部屋であった。左: イェール大学デュヴァル (Ashley DuVall) さん, 右: ハーヴァート大学シュミュール (Michaela Schmul) さんは、菌類が専門であり、資料室の担当者であった。

ず、イェール大学へ行って、共同研究者クレーン (Sir Peter R. Crane) 教授と打ち合わせを済まして、ニュー・ヘヴンからボストンまでアムトラックに乗って日帰り往復した。午前中は扁額の調査をして (図-2)、午後遅く講堂での授賞式に参加して、ニュー・ヘヴンへ帰ったが、帰着したのは午前 0 時を回っていた。イェール大学からデュヴァル (Ashley DuVall) さんが同行して下さったので、迷うことなく目的地を達することができ、片道 3 時間のアメリカ東海岸沿いに走るアムトラックも経験できた。なお、後日談があり、実は丁度その時札幌であった日本植物学会の年会で加藤竹斎の扁額について報告する予定であった。急遽アメリカへ行くことになったので、共同研究者である邑田 仁教授に代理で報告を依頼した。ところが、イグ・ノーベル賞はテレビで放映されたので、人々に不思議の念をもたらすこととなったことは後で聞いたことであった。

この稿をご覧ください方には、是非タマネギの産地と品種を確かめ、上記のような背景を想像して下さいればその味もひととき異なるのではと思う。なお、上記の次第で催涙性成分生成酵素 (LFS) を欠いた催涙性のないタマネギの作出することにも関わったが、それは組換え体であるので市場には見られないが、重粒子線照射で遺伝子を欠損した品種は探せば見つかる。

## 文献

- ヘロドトス 1971. 歴史 上下 (松平千秋訳), 岩波文庫.
- Imai, S. *et al.* 2002. Nature 419, 585.
- Mita, T. and Shibaoka, H. 1984. Plant Cell Physiol. 25, 1521-1529.
- Nagata, T. *et al.* 2013. Economic Botany 67, 87-92.

# 秋田湖東試験地

公益財団法人日本植物調節剤研究協会  
秋田試験地  
鶴谷 明宇

## はじめに

植調秋田湖東試験地（以下秋田湖東試験地）は秋田新幹線終着駅の秋田駅からおよそ30km北上した場所にある。試験地のある秋田県南秋田郡五城目町は秋田県のほぼ中央に位置し、西部はかつて日本の湖沼面積第2位の湖であり現在干拓地となった大潟村がある（図-1）。町の中心を馬場目川が流れ500年以上続く露天朝市「五城目の朝市」が有名で、製材、家具、建具、打刃物、醸造業が発達し湖東部における商工業都市を形成している。町の総面積の約8割を森林が占めており、主要産業は秋田杉などの森林資源と米の生産が中心となっている。最近では秋田県立大学との産学共同研究によるラズベリーの生産にも力が入れている。

気候は典型的な日本海側気候で、一年を通じて冷涼だが6月から8月にかけては日照量が多い。フェーン現象により30℃以上の高温となる事も多く、昼夜の温度差も大きい。そのため稲作に適した気候を要している。降雪量は最深で40cm程度と県内では比較的少ないのが特徴である。

## 1. 沿革

当試験地は、水稲用除草剤試験の砂壤土試験を行うために、これまで秋田県内で砂壤土試験を行っていた植調秋田試験地の横手圃場を引きつぐ形で2014年に設立された。立地は横



図-1 秋田湖東試験地の所在地

手砂壤土圃場が県南内陸部に対し、秋田湖東試験地は県中央沿岸部に位置している。初代試験地主任は圃場の地主でもあり、かつて湖東地区のJA職員であった猿田始氏が務め、引退後は秋田試験地が業務を引き継いでいる。

## 2. 試験圃場の概要

試験圃場は町の中心を流れる馬場目川に隣接している。短辺30m長辺100mの30aの圃場を借り受けているが、圃場の両端20mほどは粘土比率が多いため砂分の多い圃場中央部に試験区を設置している。1区4㎡の普通枠試験行っており、移植当日に塩化ビニール製の畔シートを用いて区画を設置している（図-2）。

また、圃場の西側長辺では、隣接している水田がないため試験系外への流出やドリフトの恐れが少ないことから、畦畔の試験も行っている。

## 3. 発生する雑草草種

当試験地において除草効果の評価に使用している草種は、タイムピエ、イヌホタルイを中心にタマガヤツリ、ヒナガヤツリ、アゼナ類、キカシグサ、ミゾハコベ、オオアブノメ、コナギ、マツバイ、ミズガヤツリ、ウリカワ、ヒルムシロ、セリの14草種である。そのうちミズガヤツリ、ウリカワ、ヒルムシロ、セリの4草種については秋田試験地で養成し



図-2 試験枠の設置風景

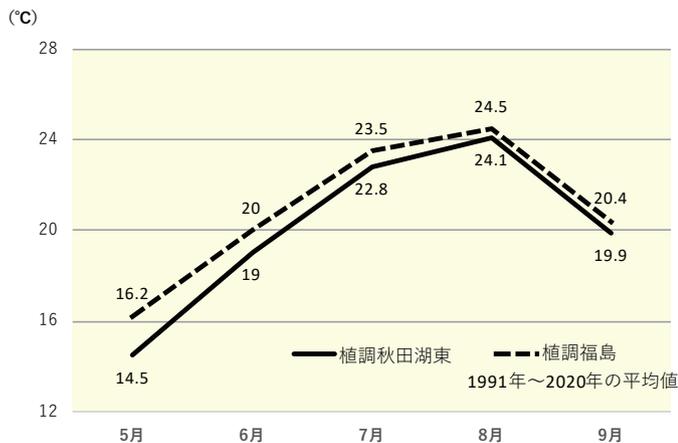


図-3 砂壤土試験場所の平均気温の比較

表-1 砂壤土試験場所の気象条件

試験地 (アメダス地点)	気象条件	降雪量 (cm/年)	やませの有無
植調秋田湖東 (五城目)	日本海側	410	無
植調福島 (郡山)	太平洋側	※観測なし	まれに有

※参考 積雪量は福島122cm/年、白河90cm/年であるため、中間に位置する郡山は100cm/年程度と推察する。降雪量は1991年～2020年の平均値で示した。

表-2 砂壤土試験場所の水稻品種と栽培条件

試験地	栽培品種	品種の 早晩	移植日	出穂期	移植～出穂 の日数(日)	移植時の 葉齢(L)
植調秋田湖東	あきたこまち	早生	5月24日	8月4日	72.0	3.6 (中苗)
植調福島	ひとめぼれ	中生中	5月8日	8月3日	86.6	2.6 (稚苗)

2019年～2023年の平均値

表-3 砂壤土試験場所の圃場条件

試験地	腐食含量 (%)	減水深 (cm/日)	苗の移植 深度(cm)
植調秋田湖東	2.56	1.0	3～4
植調福島	6.2	0.5	3～4

た塊茎や切断茎を使用し埋め込みを行っている。また、主要雑草のタイヌビエ、イヌホタルイは秋田試験地で採取した種子を用い、圃場内で自然発生するよう増殖させたものである。圃場由来の草種はタマガヤツリ、ヒナガヤツリ、アゼナ類、キカシグサ、ミゾハコベ、オオアブノメ、コナギ、マツバイであるが、最近ではヒナガヤツリおよびコナギ、マツバイの発生比率が大きくなっている。また、発生数はごく僅かだがヘラオモダカやクサネムの発生も認められることから将来的にはこれらの草種も試験に利用できればと考えている。

また、畦畔雑草はエノコログサやスベリヒユ、エノキグサ、ヒメムカシヨモギなどの夏生の一年生雑草を中心にスギナなども発生が見られている。毎年グリホサート製剤による慣行防除がされてきたこともあり、イネ科雑草の発生量が少ないのが難点で、今後、改善していきたいと考えている。

#### 4. 秋田湖東試験地の砂壤土の特徴

ここでは、同じ東北地域の砂壤土試験地である植調福島試験地(以下福島試験地)と比較し、当試験地の特徴を説明する。

湖東試験地は北緯 39.9 度に位置し、福島試験地の北緯

37.5 度と 2.4 度の緯度差があり、距離に換算すると南北におよそ 270km のひらきがある。東北地域は北に位置するほど夏が短く気温が低くなる傾向があり、生育期にあたる 5 月～7 月の気温は福島試験地に比べ低い。登熟期になる 8 月は日本海側気候であるため気温が高くなり福島試験地との差は少なくなる(図-3)。冷害の原因となる偏東風“やませ”はほとんど発生せず(表-1)、稲作においては比較的恵まれた気候条件だが、前述のとおり夏が短いため早生品種である“あきたこまち”が栽培されている。また、秋田県内では少ない方とはいえ降雪量は多く(表-1)、春季の気温が低いため移植時期は福島試験地に比べ 16 日遅いが出穂期は同時期のため、単純に考えて水田内での栄養生長期間は福島試験地と比べ 2 週間程度短いといえる(表-2)。このことは除草剤の薬害症状の回復期間が短いことを意味しており、当試験地において分けつの抑制による穂数不足が問題となりやすい要因となっている。

土壌条件的には福島試験地に比べ腐食含量が少なく田面水の減水深も大きいことも薬害の出やすい要因となっていると考えられる(表-3)。ただし、移植苗は中苗を使用しており

稚苗移植を行っている福島試験地に比べ生育初期の葉害は出にくいと考えられる。以上のことから、秋田湖東試験地は生育初期の葉害は比較的に出にくい、症状が出た場合はなかなか回復しにくいといった特徴があるといえる。

最後に、湖東試験地と福島試験地は砂壤土という共通点を除けばまったく性質の異なる気象・栽培条件で試験が行われている。このことは水稲栽培上の地域差が大きい東北地域において、それぞれの試験場所が除草剤を適正に使用する上で重要な役割を担っていると考えられる。

## 謝辞

本稿を執筆するにあたり福島県の気象条件についてご助言を賜りました植調福島試験地主任の宗村洋一氏、ならびに写真を提供頂きました植調秋田湖東試験地前主任の猿田始氏に感謝の意を表します。

## 参考文献

東北地域 水稲関係除草剤試験成績書  
 上出順一 1993. 東北農業の現状と課題. 農業機械学会誌第55巻第2号  
 五城目町ホームページ <https://www.town.gojome.akita.jp>  
 気象庁ホームページ <http://www.jma.go.jp>

### 統計データから

## 令和4年農業総産出額

令和4年の農業総産出額は9兆15億円。(農林水産省令和5年12月22日公表)。令和4年は、耕種において米や野菜、畜産において豚や鶏の価格が上昇したこと等により、前年に比べ1,631億円(1.8%)増加した。米は、前年に比べ247億円(1.8%)増加し、1兆3,946億円となっているが、主食用米から他作物への転換等の需要に応じた生産の進展により、民間在庫量が減少し、主食用米の取引価格(13,946円)が前年(13,699円)から回復したこと等によるとされている。

部門別に農業総産出額に占める割合をみると、畜産が3兆4,678億円で38.5%、野菜が2兆2,298億円で24.8%、米が15.5%、果実が9,232億円で10.6%、花きが3,493億円で3.9%となっている。

農業総産出額は平成27年以降、9兆円前後で推移してきて

いるが、表-1に示すように、初の10兆円超えをした昭和52年の89%に落ち込んで。中味をみると、畜産は124%、野菜は146%、果実は125%、花きは282%の伸びを示している一方、米は36%と、その落ち込み幅が激しく、農業総産出額に大きなマイナスの影響を与えている。

生産農業所得も公表されている。これは、農業総産出額から物的経費(肥料、農薬、飼料、光熱動力等、減価償却費及び間接税)を控除し、経常補助金を実額加算して求めたものである。平成27年以降3兆円台で推移し、令和4年は3兆1,051億円となっている。これも昭和52年の5兆1,677億円に比べると60%であり、農業総産出額に占める生産農業所得の割合をみると、昭和52年の51.1%から34.4%に落ち込み、厳しい状況にある。(K. O)

表-1 令和4年農業総産出額(億円)の部門別構成および対昭和52年増減率(%)

年次	農業 総産出額	耕種					
		計	米	麦類	雑穀	豆類	いも類
昭和52年	101,140	72,524	39,075	668	38	882	1,678
令和4年	90,015	54,772	13,946	647	83	715	2,199
R4/S52	89.0	75.5	35.6	96.8	218.4	81.1	131.0

年次	野菜				果実	花き	工芸農作物		その他作物
	小計	果菜類	葉茎菜類	根菜類			小計	茶	
昭和52年	15,264	7,680	4,372	3,211	7,339	1,131	5,015	1,216	1,435
令和4年	22,298	9,960	9,415	2,924	9,232	3,493	1,551	471	607
R4/S52	146.1	129.7	215.3	91.1	125.8	282.3	30.9	38.7	42.3

年次	畜産							加工農産物
	計	肉用牛	乳用牛	豚	鶏	養蚕	その他の畜産物	
昭和52年	27,907	2,906	7,010	7,774	8,116	1,534	567	709
令和4年	34,678	8,257	9,013	6,713	9,716	...	979	565
R4/S52	124.3	284.1	128.6	86.4	119.7	...	172.6	79.7

## 協会だより

### 2024年度植物調節剤の研究開発事業に関わる試験研究課題の募集について

日本植物調節剤研究協会では、植物調節剤の有効利用及び作物・雑草の生理・生態等の研究啓発を目的に、大学、国立研究開発法人、都道府県の試験研究機関との共同研究の一環として試験研究を委託している。

2024年度「植物調節剤の研究開発事業に関わる試験研究課題」を以下のとおり募集する。

#### 1. 対象試験研究課題

除草剤、生育調節剤等の有効利用及び作物・雑草の生理・生態の解明に関わる課題とする。

#### 2. 対象者

都道府県試験研究機関、大学、国立研究開発法人、民間企業等関係者とする。

#### 3. 期間

原則として1事業年度（4月1日～翌年3月31日）とする。

#### 4. 試験研究費

原則として1課題当たり50万円（税別）を上限とする。

#### 5. 応募方法

当協会理事長宛に申込み文書及び試験研究実施計画書を提出する。

#### 6. 審査方法

書面審査により採択課題を決定する。併せてヒアリング審査を実施する場合もある。

#### 7. 成果の報告

試験研究の成果は当該年度末までに当協会理事長宛に提出する。また、「植調」誌に記事を寄稿する。

#### 8. 申込み

期限：2024年3月末日（必着）

宛先：植調協会 総務部企画課（担当：村岡）

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6

TEL：03-3832-4188 FAX：03-3833-1807

E-mail：kikaku@japr.or.jp

必要書類：応募申請書、試験研究実施計画書

（必要書類の様式については、企画課にお問合せください）

## 研究会等

### ●日本農薬学会第49回大会

日程及び会場：

2024年3月14日（木） 総会，受賞講演，特別講演  
なら100年会館（奈良県奈良市三条宮前町7-1 1F）  
3月14日（木） 懇親会，祝賀会  
ホテル日航奈良（奈良県奈良市三条本町8-1）  
3月15日（金）～3月16日（土）一般講演，  
シンポジウム  
近畿大学奈良キャンパス  
（奈良県奈良市中町3327-204）

参加申込み方法等の詳細は学会HP（<https://www.pssj2.jp/>）をご覧ください。

### ●日本雑草学会第63回大会

日程及び会場

2024年3月27日（水） 学会シンポジウム  
ライトキューブ宇都宮  
（栃木県宇都宮市宮みらい1-20）  
3月28日（木）～3月29日（金）  
一般講演・ポスター発表等  
宇都宮大学峰キャンパス  
（栃木県宇都宮市峰町350）  
3月28日（木） 懇親会  
ベルウィ宇都宮  
（栃木県宇都宮市宿郷5-21-15）

参加申込み方法等の詳細は学会HP（<https://wssj.jp/>）をご覧ください。

## 植調第57巻 第11号

■発行 2024年2月21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 大谷 敏郎

■印刷 (有)ネットワン

© Japan Association for Advancement of Phyto-Regulators (JAPR) 2016  
掲載記事・論文の無断転載および複写を禁止します。転載を希望される場合は当協会宛にお知らせ願います。

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

## 株式会社エス・ディー・エス バイオテックの水稲用除草剤有効成分を含有する製品

イザナギ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボSD/200SD粒剤(ベンゾピシクロン)

イネヒーロー1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/エアー粒剤(ダイムロン)

ウィードコア1キロ粒剤/ジャンボSD/200SD粒剤(ベンゾピシクロン)

ラオウ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)

カイシMF1キロ粒剤(ベンゾピシクロン)

バットウZ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾピシクロン)

アシュラ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/400FG(ベンゾピシクロン)

ダンクショットフロアブル(ベンゾピシクロン/カフェンストロール)

天空1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/エアー粒剤(ベンゾピシクロン)

ゲパード1キロ粒剤/ジャンボ/エアー粒剤(ベンゾピシクロン/ダイムロン)

ホットコンビ200粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾピシクロン/テニルクロール)

レプラス1キロ粒剤/ジャンボ/エアー粒剤(ダイムロン)

ジカマック500グラム粒剤(ベンゾピシクロン)

ツルギ250粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾピシクロン)

アネシス1キロ粒剤(ベンゾピシクロン)

ジャイロ1キロ粒剤/フロアブル(ベンゾピシクロン)

テッケン/ニトウリュウ1キロ粒剤/ジャンボ(ベンゾピシクロン)

ベンケイ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾピシクロン)

銀河1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)



ベンゾピシクロンはSU抵抗性雑草やアシカキ、イボクサにも高い除草効果を示します。

### 「ベンゾピシクロン」含有製品

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)

イネキング(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)

キクトモ(1キロ粒剤)

サスケ粒剤200(200グラム粒剤)

サスケ-ラジカルジャンボ

シルト(フロアブル)

忍(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)

シロノック(ジャンボ)

タンボエース(1キロ粒剤/ジャンボ/スカイ500グラム粒剤)

トビキリ(ジャンボ)

ナギナタ(豆つぶ250/ジャンボ)

ハイカット/サンパンチ(1キロ粒剤)

半蔵(1キロ粒剤)

フォーカスショット(ジャンボ)/ブレッサ(フロアブル)

フルイニング(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)

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)



株式会社 **エス・ディー・エス バイオテック**

〒101-0022 東京都千代田区神田練塀町3番地 AKSビル5階

TEL.03-6867-8320 FAX.03-6867-8329 <https://www.sdsbio.co.jp>



# 根も止める

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

これからの日本の米づくりに

## アルテア<sup>®</sup>

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





オモダカ



ホタルイ



白く  
枯らす



コナギ



イボクサ

**サイラ®とは** 「サイラ/CYRA」は有効成分の一般名：シクロピリモレート (Cyclopyrimorate) 由来の原体ブランド名です。

サイラは、新規の作用機構を有する除草剤有効成分です。オモダカ、コナギ、ホタルイ等を含む広葉雑草やカヤツリグサ科雑草に有効で、雑草の根部・莖葉基部から吸収され、新葉に白化作用を引き起こし枯死させます。新規作用機構を有することから、抵抗性雑草の対策にも有効です。また、同じ白化作用を有する4-HPPD阻害剤(ピラゾレート、テフリルトリオン等)と相性が良く、混合することで飛躍的な相乗効果を示します。

除草剤分類

33

除草剤の作用機構分類(HRAC)においても新規コード33 (作用機構:HST阻害)で掲載され、注目されています。

### 新規有効成分サイラ配合製品ラインナップ

水稲用一発処理除草剤

**ジェイソウル®**

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

**ジヤスマ®**

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

**アサウエポン®**

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

**ウルティモZ®**

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ

水稲用中・後期処理除草剤

**バイスコープ®**

1キロ粒剤

**ルナクロス®**

1キロ粒剤



三井化学クロップ&ライフ  
ソリューション株式会社

東京都中央区日本橋 1-19-1 日本橋ダイヤビルディング  
三井化学アグロ(株)はグループ内企業を再編し社名変更いたしました。



®を付した商標は登録商標です。

協友アグリ®の省力化技術

# FG

FG剤で田んぼの除草が変わる。

水稲用一発処理除草剤 FG剤ラインナップ

アツパレZ

バッチリLX

アットウZ

サラブレッドKAI

ガツンZ

その他もラインナップたくさん ▶▶▶▶▶ アシユラ ジェイフレンド バッチリ ビクトリーZ

●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。 ●空袋は圃場などに放置せず、適切に処理してください。

JAグループ  
農協 経済連

協友アグリ株式会社 〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町6-1

お問い合わせ  
<https://www.kyoyu-agri.co.jp/contact/>

®は協友アグリ(株)の登録商標です。



詳しくはこちら



協友アグリ FG剤



病害虫雑草の  
プロを手の中に!

写真を撮るだけで  
病害虫雑草診断  
ができる

診断履歴を  
管理・分析  
できる!

有効薬剤  
がわかる!

スマートフォン用アプリ レイミーの  
**AI病害虫雑草診断** 無料!

※画面は開発中のものです。

対応作物が増えました!!



■本アプリケーションで使用されているAI診断学習モデルは(株)NTTデータCCSと日本農業(株)の共同開発です。■本システムは農林水産省の農業界と経済界の連携による生産性向上モデル農業確立実証事業「防除支援システム研究会(H30~R1)」の成果を社会実装したものです。■学習に用いたデータは、農林水産省委託事業「人工知能未来農業創造プロジェクト・AIを活用した病害虫診断技術の開発」および、「官民共同開発投資拡大プログラム(PRISM)」の成果である「病害虫被害画像データベース」を用いた。

開発 日本農業株式会社 NTT DATA 株式会社NTTデータCCS

アプリの無料ダウンロードはこちら  
日本農業ホームページから  
日本農業 検索



参加 日産化学株式会社 日本曹達株式会社 三井化学アグリ株式会社 国立研究所アISTバイオテック (MBC) 丸和バイオケミカル株式会社

# 豊かな稔りに貢献する 石原の水稲用除草剤



## 湛水直播の除草場面で大活躍!

非SU系水稲用除草剤

# プレキープ<sup>®</sup> 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!



## ルビエ3.5葉期、高葉齢のSU抵抗性雑草にも優れた効き目

### ゼンイチ<sup>®</sup> MX 1キロ粒剤 / ジャンボ<sup>®</sup>

### フルパグ<sup>®</sup> MX 1キロ粒剤 / ジャンボ<sup>®</sup>

### スウギチ<sup>®</sup> A 1キロ粒剤

### ヒエケツパ<sup>®</sup> A 1キロ粒剤

### フルチロ<sup>®</sup> ジャンボ<sup>®</sup>

### フルイニ<sup>®</sup> ジャンボ<sup>®</sup>

### タイズドール<sup>®</sup> 1キロ粒剤

乾田直播  
専用 **ハードパンチ<sup>®</sup> DF**

石原バイオサイエンスの  
ホームページはこちら▶



●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。

**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  
<https://ibj.iskweb.co.jp>



## 雑草調査のプロに必携の 雑草図鑑

# 植調雑草大鑑

WEEDS OF JAPAN IN COLORS

浅井元朗 著

企画：公益財団法人 日本植物調節剤研究協会  
B5判 360ページ 定価 10,560円(税込)  
ISBN978-4-88137-182-4

ひとつの雑草種について種子、芽生え、幼植物、生育中期、成植物から花・果実までのすべてを明らかにした図鑑。研究者から農業関係者まで、雑草調査のプロにお役にたつ図鑑です。

全国農村教育協会

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

<http://www.zennokyo.co.jp>

私たちの多彩さが、  
この国の農業を豊かにします。

大好評の除草剤ラインナップ

新登場!  
**ゼータジャガー** 1キロ粒剤  
シヤンボフロアフル

新登場!  
**バットウZ** 1キロ粒剤  
フロアフルシヤンボ

新登場!  
**ゼータプラス** 1キロ粒剤  
シヤンボフロアフル  
200Fg

**マズオ** 1キロ粒剤  
シヤンボフロアフル

**ゼータタイガー** 1キロ粒剤  
シヤンボフロアフル  
300Fg

**ズエモン** 1キロ粒剤  
シヤンボフロアフル

**メガゼータ** 1キロ粒剤  
シヤンボフロアフル  
400Fg

**オサキニ** 1キロ粒剤

**忍** 1キロ粒剤  
シヤンボフロアフル

**イッテツ** 1キロ粒剤  
シヤンボフロアフル

**ドニチS** 1キロ粒剤

®は登録商標です。

〒103-6020 東京都中央区日本橋2丁目7番1号 お客様相談室 0570-058-669 農業支援サイト 農力 <https://www.i-nouryoku.com>

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



大塚のあふみ、まっまごへ  
SCC GROUP

住友化学

農耕地から緑地管理まで  
雑草防除に貢献します。

畑向け除草剤

**アタックショット** 乳剤 **ムギレンジャー** 乳剤  
丸和 **ROCKS**®

果樹向け除草剤

**シンバード** **リバー**®

芝生向け除草剤

**アトラクティブ** **ユニホップ**®  
サベルDE ハレイDE

緑地管理用除草剤

**ハイバードX** 粒剤 **パワーボンバー**

除草剤専用展着剤

**サファゴントWK** 丸和 **サファゴント30**

**MBC** 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  
TEL03-5296-2311 <https://www.mbc-g.co.jp>

## 第57巻 第11号 目次

- 1 巻頭言 気候変動と農業  
岩田 浩幸
- 2 生活圏に進行する深刻な雑草問題  
伊藤 幹二
- 8 抵抗性変異に有効な新規ALS阻害型除草剤の創出  
田中 良樹
- 13 京都府のアズキ栽培におけるホオズキ類の発生  
羽根 沙苗
- 17 〔緒(いとぐち)〕 No.14 植物代謝から見た除草剤の作用点(3)  
アセチルCoAカルボキシラーゼ  
與語 靖洋
- 21 〔判定結果〕2023年度緑地管理関係 除草剤・生育調節剤試験判定結果  
(公財)日本植物調節剤研究協会 技術部
- 26 〔田畑の草種〕<sup>くさくさ</sup> 鬚草(カモジグサ)  
須藤 健一
- 27 〔判定結果〕2023年度春夏作野菜花き関係 除草剤・生育調節剤試験判定結果  
(公財)日本植物調節剤研究協会 技術部
- 30 〔連載〕植物の不思議を訪ねる旅 第37回 タマネギ  
長田 敏行
- 32 〔連載〕研究センター・試験地紹介(7) 一秋田湖東試験地一  
鶴谷 明宇
- 34 〔統計データから〕令和4年度農業総算出額
- 35 広場

## No.106

## 表紙写真 〔カモジグサ〕



道ばた、畦畔、土手などの草地に生育するイネ科の冬生多年草。やや湿った土地に多い。9~10月に出芽し、5~7月に開花する。茎は直立し15~30cmの穂状花序は弓形に垂れ下がる。小穂は紫色を帯びる。(写真は©浅井元朗,©全農教)



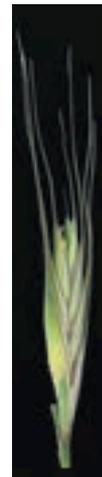
越冬個体。葉鞘は赤紫色を帯びる。



穎果。長さ約5mm。



葉舌は1mm未満。葉耳は爪状の小突起となる。



小穂。長さ15~25mmで、5~10小花からなる。