

農薬春秋

2026 2
No.102



農薬春秋

No.102 目次

●農薬の再評価制度について

独立行政法人 農林水産消費安全技術センター
農薬検査部長 入江 真理 ……………P2

●埼玉県における斑点米カメムシ類と防除 —特に近年多発しているイネカメムシについて—

埼玉県農業技術研究センター
病害虫防除対策担当(埼玉県病害虫防除所) 酒井 和彦 …P9

●*Gluconacetobacter diazotrophicus* について —バイオスティミュラント資材「エンビタ」への活用—

Azotic Technologies 社 ……………P16



表紙のことば

梅 (ウメ) *Prunus mume*

中国原産の果樹である梅は、その花の美しさ、香りから古来より日本で愛され、奈良時代には花といえば梅が主役で、万葉集にも梅を読んだ歌が多く存在します。まだ肌寒い時期に、美しい花を咲かせ、薫り高く、春の訪れ告げる梅は、古来より日本人を楽しませてくれました。

令和の元号は、万葉集に採録されている、大伴旅人宅で行われた、梅見の宴で読まれた32句の和歌に対する序文に由来しています。

農薬の再評価制度について

独立行政法人 農林水産消費安全技術センター
農薬検査部長 入江 真理
(Makoto Irie)

はじめに

我が国において農薬の再評価制度が制定され、その運用が始まって4年が経過するが、再評価が終了した農薬は3種類の成分を有効成分として含む農薬に留まっている(2025年12月末現在)。このような状況から、農業現場をはじめとする多くの関係者の間で再評価に対する懸念が高まっていることは否めない。また、再評価制度の導入に合わせて農薬の安全性に関する審査を充実することとなり、評価結果によって現行の登録内容を見直すため、その変更内容や規模に注目が集まっている。

そこで、改めて再評価を導入した背景をふり返り、その意義や役割を再認識し、再評価が進む先の状況を考察したい。

再評価制度の導入への契機

農薬は、食品の安定供給のため、農業生産において農作物に対して使用されるものであり、意図的に環境中に放出される。このため、化学物質の中でも厳しい安全性評価が求められており、数多くの試験成績を最新の科学に基づいて評価し、ヒトや環境生物に安全と認められたもののみを登録している。

世界的にもこのような考え方にに基づき、登録制度のもとに農薬が製造、販売、使用されており、永きにわたり有効な役割を果たしている。

一方で科学の進歩によって登録にあ

って審査すべき内容は変化・拡大するため、審査に必要とされる試験成績の種類は増加し、そのレベルは向上する。さらには、審査内容に応じて評価法も追加・改善される。また、時代に応じた農業施策や防除方法に対応して農薬の使用方法も変化するものである。

農薬の登録審査に必要な試験成績については、OECDにおいて試験方法(テストガイドライン)を示して国際調和を図ってきており、日本においても科学の進歩に応じて審査項目が増え、審査に必要な試験成績も増え続けている(図1)。

いったん審査を受けて登録された農薬であっても、最新の科学に基づいた評価が必要とされ、欧米では1980年代後半から1990年代前半にすべての登録農薬に対して新規に開発され申請された農薬と同様の審査(再登録審査)が始まった。この審査では、毒性上の懸念の高いものや使用量の多いものを優先し、必要に応じて、環境影響も考慮された。審査の結果、安全性に懸念がある農薬については、登録を抹消するか、リスクを低減するために使用制限したうえで再登録された。欧米ではこの再登録審査を2008~2009年までの15~20年間で完了した。その後、定期的な再評価が導入され、再登録された農薬及び新規に登録された農薬について、それぞれの再登録又は登録を起点にして10~15年おきに再評価を実施している。

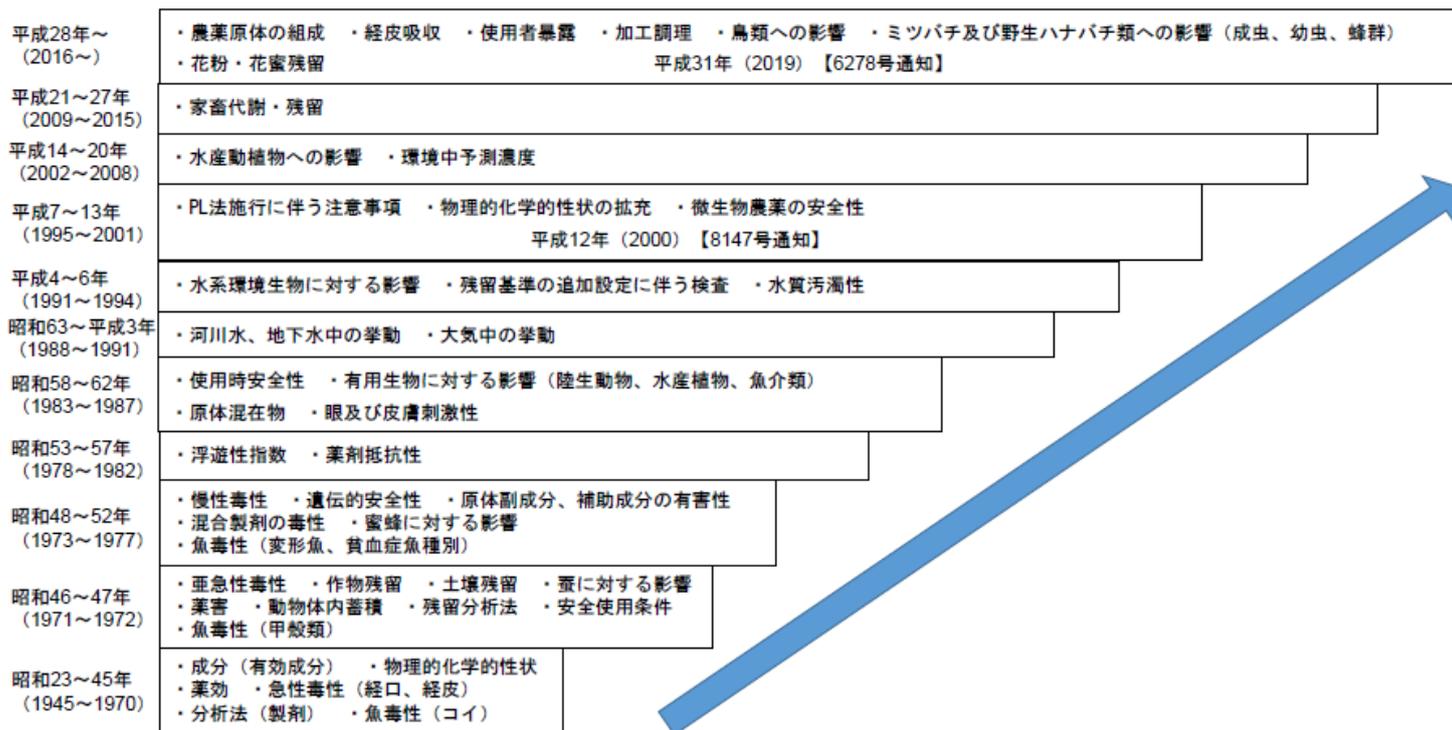


図1：審査項目の推移

世界でのこのような動きの中、日本においては 2002 年に登録を受けていない農薬が流通し、それを農業者が使用した事案が刑事事件に発展したのを契機に、全国各地で無登録農薬の販売・使用問題が明るみに出たことで農薬取締法が改正された。さらに、食品の安全に関わる様々な問題が発生し、国民の食に対する不安が増大する中、食品の生産段階における安全性の徹底を図る観点から、食品の安全性の確保のために 2003 年にも農薬取締法が改正された。農薬を中心にと考えると、登録制度を揺るがす問題や食品の安全性に関する問題が立て続けに起こったこととなり、結果として法制度を見直して規制を強化した。

改正農薬取締法の施行から 5 年が経過した頃、法律に基づく制度について検討 (5 年後見直し) が行われ、2009 年 9 月に「我が国における農薬登録制度上の課

題と対応方針」が公表された (図 2)。

この中で当時の「農薬をめぐる現状」とともに「農薬登録制度上の課題と対応方針」として講ずべき課題が具体的に示され、今後あるべき法的規制として「再評価制度の導入」が掲げられた。

そして、これまでも新たに得られた科学的知見や知見の変化等に対応し、必要に応じて要求する試験成績を改善あるいは追加してきたところではあるが、

- ▶ ひとたび農薬が登録された後においても、一定期間ごとに最新の科学的知見に基づいた評価・審査を行うことが必要と考えられる。
- ▶ 我が国においては、登録の有効期間を 3 年として農薬製剤ごとに再登録の審査を行っているが、今後、中長期的視点で、有効成分ごとに再評価を行う制度の導入を検討する必要がある。

と方針が示された。

ただし、制度の運用については、

- ▶ この再評価の導入に当たっては、関係機関の組織人員体制の整備や審査に携わる職員の能力養成、防除に支障が生じないようにする取り扱い等の課題への対応も必要である。
- ▶ 効率的な再評価のためには、適切な原則に基づいて優先順位をつけることが1つの鍵となる。
- ▶ 申請者への負担等を考慮して、全ての農薬製剤の銘柄について、登録の有効期間ごとに申請書類一式を提出する現行の再登録制度から、手続きのための書類を簡略化した更新制度に変更することも検討課題である。

といった課題への対応も必要とされている。

我が国における農薬登録制度上の
課題と対応方針

食品の残留農薬に係る安全性と
農薬使用に係る安全の向上のために

平成21年9月

図2：平成14年及び15年農薬取締法改正の5年後見直し

日本においては、この文書で初めて「農薬の再評価」について公になり、制度の

導入に対する方向性が示されたのである。

農薬の安全性評価の変遷

近年の農薬の安全性評価において、再評価の導入以前で最も大きな変化は、2003年の食品衛生法の改正による残留基準のポジティブリスト化に伴うものとする。厚生労働省が暫定的に定めた残留基準値（暫定基準）を見直すため、この年に内閣府に設立された食品安全委員会において、農薬の有効成分毎に食品健康影響評価が始まった。

食品健康影響評価は、毒性に関する試験成績に基づく毒性評価に留まらず、植物代謝試験等から暴露評価対象物質を決定するものであり、これに続く残留基準値の見直しは、作物残留濃度の推定及び暴露（食事摂取量）評価を経て行われることから、ポジティブリストの見直しは、農薬の食品安全に関する再評価とも言えるものである。2003年に始まった見直しではあるが、現在も暫定基準が残っており、完了していない実状がある。

一方、環境影響に関する評価としては、2005年に水産動植物への影響評価が強化され、水産動植物の対象試験種を増やし、魚類の他に甲殻類及び藻類への影響を評価することとされた。この場合、新たな試験種での試験成績を含めて評価する必要がある、3年ごとの再登録申請の機会に合わせて試験が追加提出されたのである。この評価の強化についても水産動植物への影響に関する再評価と言えるであろう。2005年に新たに評価法を導入して強化したが、ほぼ全ての農薬を評価するまで15年近くの期間を要している。

その後も2008年から再評価制度が導入される2018年までの約10年間に様々な安全性評価が導入されたことは記憶に新しいのではないだろうか（図3）。

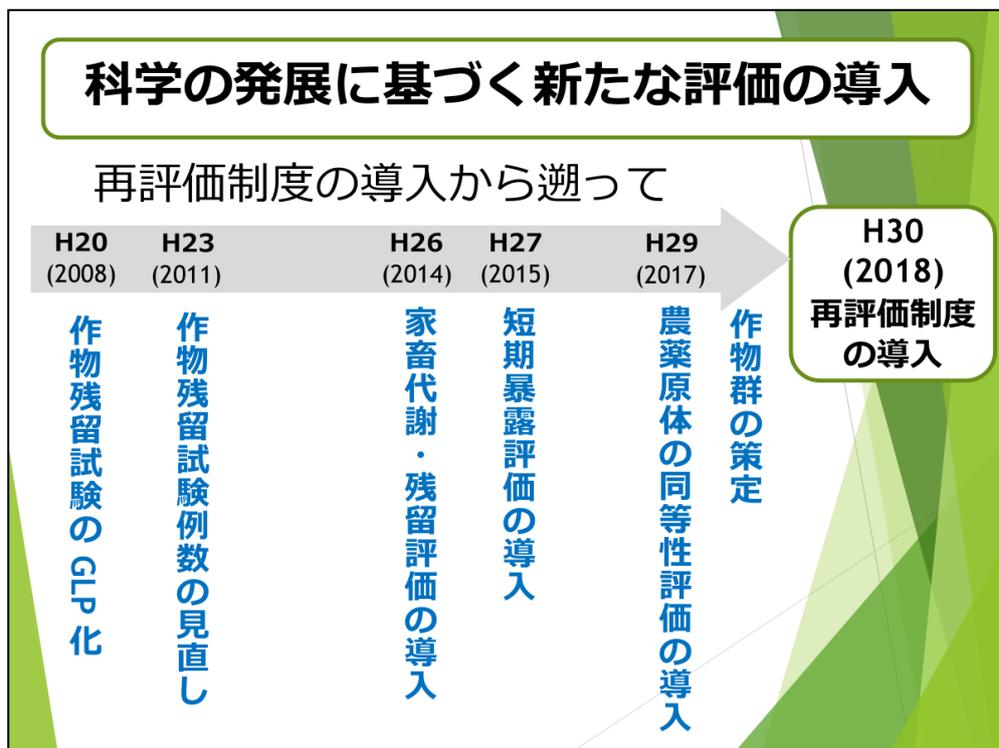


図3：2008年から10年間に導入された新たな評価

図3にあるように、安全性評価に関わる評価については、1～3年おきに何らかの見直しや導入が行われてきたが、部分的な評価が五月雨式に始まり、評価する農薬の順番がそれぞれの評価で異なったりえに並行して実施されていた。

この結果、新たな登録申請に加え、それぞれの評価の見直しや導入に同時期に対応することになるため、試験成績等の準備が複雑化し困難を生じていた。

農薬の再評価の意義

農薬は選択的ではあるが、生物に対して何らかの作用を示す生理活性物質であるため、その利用には効果だけではなく安全性を考えなければならない。さらに、ヒトが意図的に環境中へ散布等して放出する物であるため、使用する量や場所、その周辺環境に注意を払わなければならない。

一方、科学は日々進歩しており、科学的知見は積み上がっていることから、農薬の安全性を評価する観点や知見は変わり、増えていくものである。上述したように、我が国においても2000年代の20数年の間に安全性評価には多くの変化があった。

このようなことから、厳密な評価を経て登録されたとしても、いつかのタイミングで過去の評価を見直し、その時点での最新の科学に基づいて評価していかなければ、農薬の安全を確保しているとは言えず、安全性を向上させることもできない。

以前から我が国の農薬登録制度には再登録というシステムがあり、登録を維持するためには3年おきに再登録申請することとなっていたので、再登録時に新たに提出された試験成績を含めて過去の評

価を見直すこととしていた。しかしながら、我が国の農薬登録制度は農薬の製剤ごとに登録するため、新たな評価を始めるのは再登録のタイミングに依存しており、その時折で農薬ごとの準備期間に長短が生じていた。その結果、試験成績を準備する時間が短く、整備計画も立て難いため、試験成績の提出時期の変更を生じ、評価の進捗にも影響が生じていた。

この状況を改善するため、再評価制度を導入することは、評価の順番及び時期を明確にすることに繋がり、第一の目的である農薬の安全性の向上を追求しつつ、評価に向けた時間を確保して計画的な準備ができるようになることを考える。

なお、欧米では、既に登録されている農薬の1巡目の再評価を「再登録」と称し、2巡目以降の評価から「定期的な再評価」としており、予定では定期的な再評価についても1巡が終了している。

2018年の再評価制度の導入に合わせ

て、4つの新たな評価を導入されることとなった(図4)。内容としては、ヒト、家畜、環境動植物に対する安全性評価の充実や評価対象の拡充であり、科学的知見の集積や国際調和を起因としている。

こうしたことから、今後も絶えず新たな評価の導入や評価の充実を図る時期が来ると考えられるので、再評価制度を導入した意義があると考えられる。

再評価の行方

まずは今後、再評価が進むと優先度Dとして順番を最後に位置づけられている天然素材の農薬にも試験成績の提出が求められる。微生物及び天敵に対する提出試験については、近年ガイドラインが整備されたが、植物産生物や無機化合物などは古くから登録されているが、最新の知見に基づいて評価できるだけの試験成績を準備できるか定かではない。これらに対しては、評価機関と連携した検討と

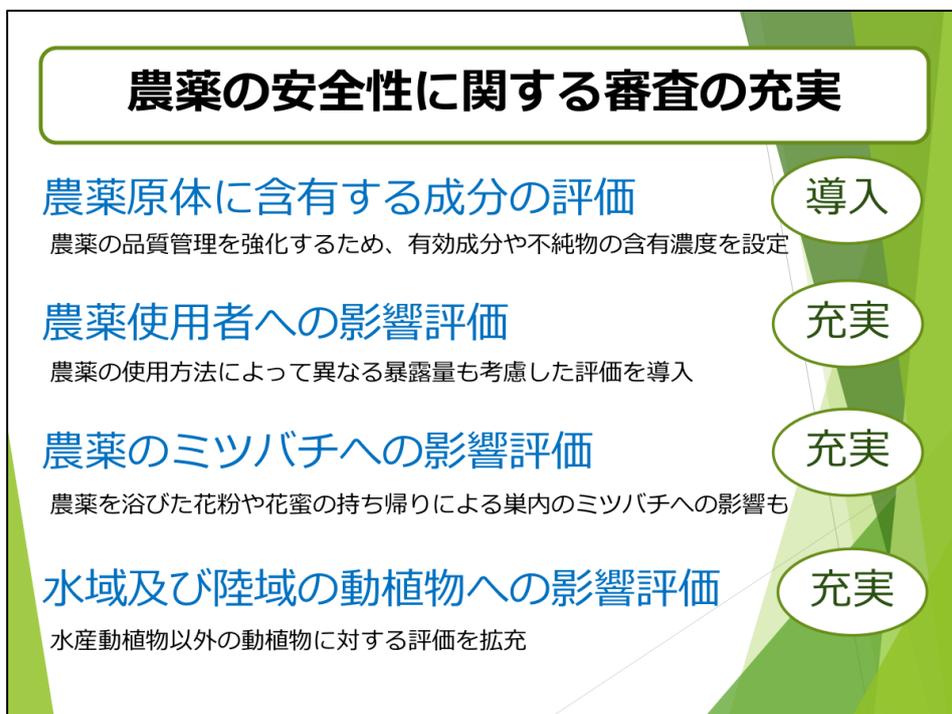


図4: 再評価制度とともに導入された安全性評価

ともに必要な試験成績の明確化が急務である。

次に、今から約 10 年後に予定されている 2 巡目の再評価に向けて、新たに導入する評価について以下のような検討が進められている。

1. 既に評価法まで確定している「生活環境動植物に係る長期的な農薬ばく露の影響に関する評価」(図 5) は、中央環境審議会水環境・土壌農薬部会においてその導入について決議され、環境大臣への答申に向けた手続きが進んでいる。本評価の導入に当たって、新たな試験成績の提出が伴うことから、開始するタイミングや再評価 2 巡目を待たずして優先的に評価する農薬の選定については、現在進行している再評価を含む登録審査に遅延などの影響が生じないよう慎重に進めてほしい。
2. 欧米において、2000 年代当初に導入

されている後作物残留 (residues in follow crops) に関する残留基準や収穫後の使用禁止期間 (plant back interval after harvest) の設定について、土壌を介した後作物への移行による残留事例は国に関係なく起きることなので、我が国でも導入を検討すべきリスク管理である。しかしながら、欧米で試験データを蓄積しているので、評価の導入に当たっては、先行事例を評価対象農薬の選定等へ十分に活用して、効率的に進める必要がある。

3. 農薬の使用後に作物中に残留する代謝物については、分析技術の進歩によって微量な化合物まで分離でき、より多くを同定できるようになったことから、微量であっても毒性を示す代謝物の存在が明らかになってきた。このため、欧米では代謝物の評価をより精緻に改善しており、

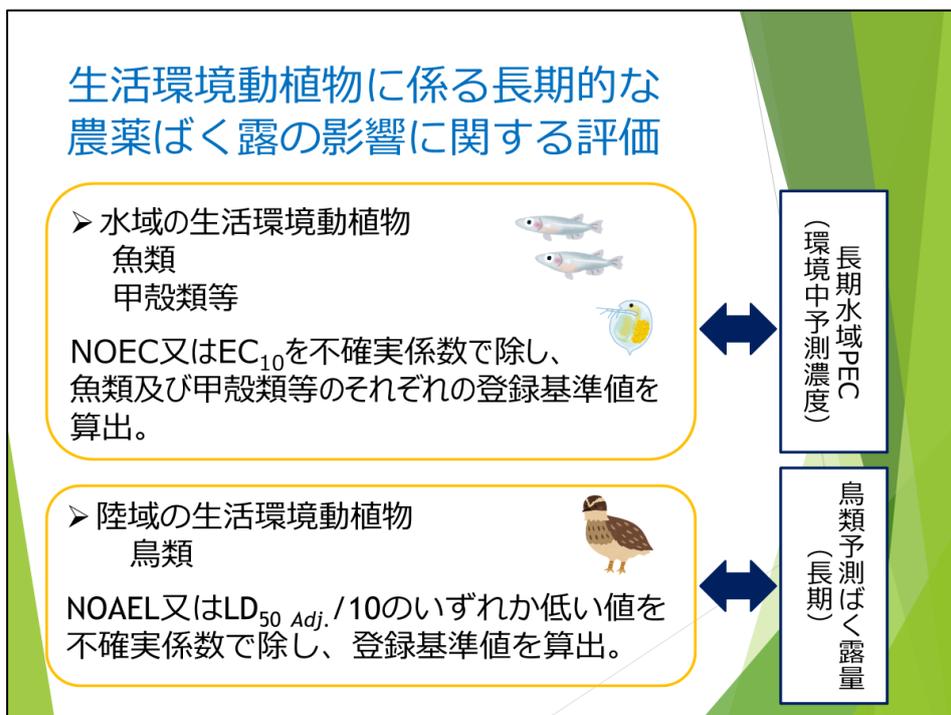


図 5：導入が決定した新たな評価

OECD においても改善した代謝物評価についての指針が示されようとしている。我が国においても、代謝物評価の精緻化を見据えた対応を始める時期が来ている。

4. 欧州では内分泌攪乱物質の同定基準が設定され、農薬の安全性評価においても当該基準に基づいた登録変更が始められている。また、有機フッ素化合物（PFAS）の環境汚染に端を発した国際的な動きによって、分解して PFAS であるトリフルオロ酢酸（TFA）を生成する化合物への規制が進められ、農薬の評価にも変化が生じている。このため、世界の動きに伴い、我が国においても農薬の製造や販売に多少なりとも影響があると考えられ、登録審査にも課題として浮上してくることは大いに考えられる。

これまで述べたように、科学の進歩によって様々な知見が集積されることは当然なので、一定期間おきに評価を見直すことは必要であるが、試験成績を作成するには時間を要し、多くの農薬に対して準備するには労力と経費がかかるため、十分な準備期間を取ることが重要である。準備期間が足りずにデータが不十分で評価ができず、登録の維持が不可能になってしまえば、科学の叡智が詰まった農薬を無駄にしてしまう。再評価のサイクルを活用し、評価の導入・改善のタイミングを図って評価の停滞を避けつつ、安全性評価を充実・向上させることが望まれる。

おわりに

膨大な登録農薬を 15 年おきに再評価するということは、日々の評価に遅れを許されず、限られたリソースの中で継続するには、いつか限界が来ると考えられるので、まずは再評価の 1 巡を着実に実施し、その後は、新たに導入や改善する評価が必要な農薬など、安全性に懸念がある農薬や由来や性質によって定期的には再評価する必要がない農薬もあることから、運営にメリハリを付け、真に必要な再評価にすることを検討すべきであろう。

参考資料

- 1) 再評価制度について 第 17 回農業資材審議会農薬分科会配付資料 5-1、2017
- 2) 入江真理：農薬の登録審査の歩み 日本農薬学会誌 50(1)、23-32、2025
- 3) 我が国における農薬登録制度上の課題と対応方針
～食品の残留農薬に係る安全性と農薬使用に係る安全の向上のために～
（平成 21 年 9 月 農林水産省）
- 4) 元場一彦：欧州における農薬関連法規制の動向 植物防疫 77、573-579、2023
- 5) 元場一彦：米国における農薬関連法規制の動向 植物防疫 78、554-558、2024
- 6) 入江真理：農薬登録における最近の評価の動向と今後の展開 第 40 回報農会シンポジウム 植物保護ハイビジョン-2025、53-59

埼玉県における斑点米カメムシ類と防除

—特に近年多発しているイネカメムシについて—

埼玉県農業技術研究センター
病害虫防除対策担当（埼玉県病害虫防除所）

酒井 和彦

(Kazuhiko Sakai)

はじめに

近年、全国的に斑点米カメムシ類による被害が増加している。なかでもイネカメムシによる被害は不稔による減収と斑点米産出による品質低下の双方が問題となり、多発した場合には農家の経営にも大きな影響を与える。本種は 1960 年代にはイネの主要な害虫であったが、その後は水稻の栽培様式の変化や防除技術の向上によって大きく減少し、県によってはレッドデータブックにも絶滅危惧 1A 類として登載されるほどであった。しかし、10 年ほど前から再び被害が見られるようになり、関東地方でも 2018 年頃から被害が顕在化した。現在では関東・東海・近畿・中国・九州で多発して重要な害虫となっている。とくに 2024 年は関東以西で多発して水稻作況に少なからず影響を及ぼし、昨今の米価高騰も相まって農家や病害虫関係者のみならず経済界も含めて広く社会的な関心を集めた。

一方、その他の斑点米カメムシ類でもクモヘリカメムシの発生地域拡大のほか、ホソハリカメムシやアカスジカスミカメの多発も指摘されている。

本稿では、埼玉県における斑点米カメムシ類の発生状況およびイネカメムシの生態と防除対策について述べる。

1. 埼玉県における斑点米カメムシ類の発生状況など

(1) 近年の発生状況

当県では毎年 7 月に雑草地および水田畦畔等における斑点米カメムシ類の発生状況を調査し、その結果を病害虫防除所のホームページで公表している。調査地点数は年次によって異なるが、県内の約 20 地点を対象として径 36cm 捕虫網を用いたすくい取り 20 回振により実施している。

従来はイネホソミドリカスミカメ（別和名：アカヒゲホソミドリカスミカメ）が優占種であったが、近年はホソハリカメムシとアカスジカスミカメが増加している。図 1 に直近 5 年間の種構成割合と 1 地点当たり平均捕獲頭数を示す。2025 年は 1 地点当たり平均頭数が 74.3 頭と直近 10 年で最多で平年の約 4 倍に達し、なかでもアカスジカスミカメが 40 頭以上と過半数を占めていることが特徴的である。

また、クモヘリカメムシおよびイネカメムシが捕獲される地点も増加傾向にある（データ略）。なお、イネカメムシについては後述する。

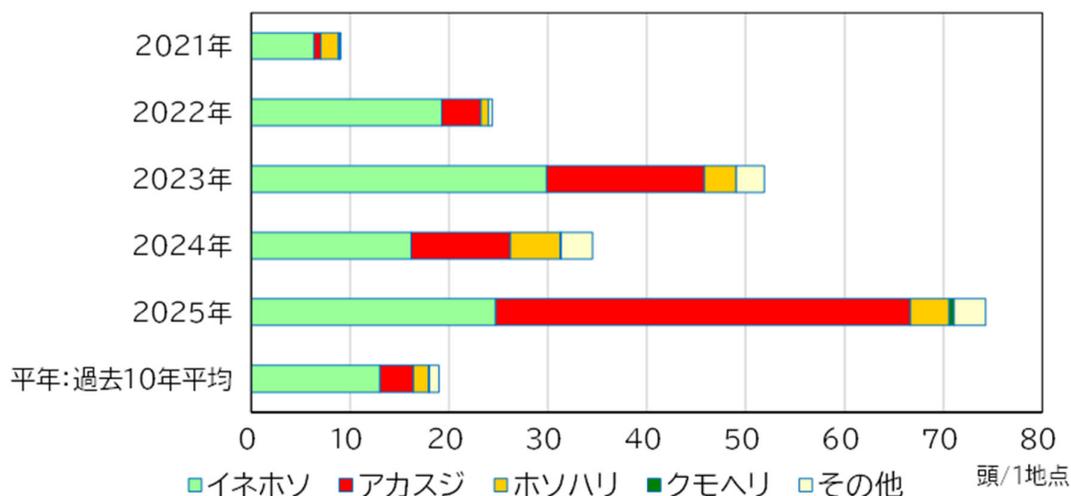


図1 畦畔・雑草地における斑点米カメムシ類の1地点当たり頭数と種の構成

注) イネホソ:イネホソミドリカスミカメ アカスジ:アカスジカスミカメ
 ホソハリ:ホソハリカメムシ クモハリ:クモハリカメムシ
 その他:シラホシカメムシ類、イネカメムシ、ミナミアオカメムシ

(2) 注意報の発表状況

近年は発生量が多く、2023年、2024年および2025年と3年続けて注意報を発表している。2024年以降は、多発種が目立ってきたことと併せ重要種がわかるようにする目的で、2024年は「斑点米カメムシ類(イネカメムシ、ホソハリカメムシ)」、2025年は「斑点米カメムシ類(アカスジカスミカメ、イネホソミドリカスミカメ、ホソハリカメムシ、クモハリカメムシ)」として発表し、注意喚起を図ってきた。なお、2025年はこれら斑点米カメムシ類とは別に、イネカメムシを対象とした注意報を7月3日および23日の2回発表した(後述)。

(3) 防除

1) 除草管理

イネ科雑草の穂は斑点米カメムシ類(図2)にとって重要な餌資源であるため、水田周辺や休耕田、雑草地の除草を励行する。ただし、当県ではイネの出穂期を中心とした前後2週間ずつの計4週間は畦畔等の除草管理を行わないよう指導している。一般に、カスミ

カメムシ類などの小型種をはじめ斑点米カメムシ類はイネよりも雑草を選好する傾向があることから、除草により餌を失ったカメムシ類を水田に迫り込まないための対応である。

2) 薬剤散布

イネの穂揃期後、乳熟期から糊熟期にかけての期間が防除適期である。ただし、クモハリカメムシは出穂直後の穂も加害して不稔を生じ、大型種で加害能力も高いため、本種の発生が多い場合には出穂期の防除を行う。なお、当県では水稻やムギ類を対象とした注意報に掲載する防除薬剤例は、高い防除効果が得られ、かつ、地上防除と無人航空機防除双方に対応した銘柄を掲載している。



イネホソミドリカスミカメ



ホソハリカメムシ(幼虫)



アカスジカスミカメ



クモハリカメムシ(成虫)



ホソハリカメムシ(成虫)



クモハリカメムシ(幼虫)

図2 雑草地における各種斑点米カメムシ類(イネホソミドリカスミカメは雑草地すくい取り標本)

(4) 増加の要因

気候温暖化による越冬率の上昇や年間世代数の増加、本田防除の省力化、耕作放棄地の増加などに伴う雑草繁茂など複数の要素が考えられる。一方で、近年は県内各地でセイバンモロコシ(牧草名:ジョンソングラス)が勢力を拡大しており、堤防や河川敷、耕作放棄地のほか、開発等に伴う空き地、道路わきや中央分離帯で繁茂している光景が珍しくない(図3)。セイバンモロコシは後述のイネカメムシを含め斑点米カメムシ類の餌資源として利用され、アカスジカスミカメやクモヘリカメムシ、ホソハリカメムシ等が網振り調査で捕獲される(図4)。なかでもアカスジカスミカメが多数捕獲される場合が多く、近年のアカスジカスミカメの増加原因としてセイバンモロコシの存在・増加は関連があるように思われる。



図3 セイバンモロコシ(堤防上)



図4 セイバンモロコシで得た斑点米カメムシ類の幼虫
(左:イネカメムシおよびクモヘリカメムシ 右:アカスジカスミカメ)

2. イネカメムシの生態および発生状況など

(1) 生態

越冬は成虫で行われる。本種の越冬については既存の複数の知見（鳥飼・樋口、2023；鳥飼ら、2021；大内、1954）があるが、当県における調査では、陽当たりの良い林縁や生垣等の下に堆積した落ち葉の下やジャノヒゲ株内など（埼玉県、2025）、適度な温度が保たれ、かつ、湿度が維持される場所で越冬成虫が多数確認された（図5）。また、ススキやオギ等イネ科の多年生雑草の株元に堆積した夾雑物の下や株元の浅い土中から見つかる場合もあった。なお、越冬に際し選好される場所は地域性があると考えられ、他県で

はコノテガシワの株元に堆積した針葉中で多数確認された事例（住田・竹松、2022）があるほか、冬季の降水量が多い地域では落ち葉の下でほとんど見つからない等の情報もある。

当県では6月から越冬世代成虫の活動が確認され、イネが早期栽培あるいは早植栽培されている地域では6月下旬から水田への飛来・侵入が確認される（図6）。イネの出穂とともに飛来・侵入虫数が大きく増加し、水田内でイネの穂を加害する。一方、移植時期が6月となる普通期栽培では水田への侵入時期が遅い。7月下旬頃から侵入する事例もあるが、多くはイネが出穂する8月中下旬に侵入する。



図5 イネカメムシの越冬場所の例(2025年1~2月)
左:陽当たりの良い生垣下の落ち葉 中:落ち葉下の越冬成虫 右:ジャノヒゲ株内の越冬成虫



図6 本田でのイネカメムシ発生状況
左:中干し期間中(2025/7/1) 中:出穂期(2025/7/18) 右:5齢幼虫(2025/8/6)

いずれの作型でも出穂 3~4 週間後頃まで加害・吸汁し(酒井ら、2025)、イネの登熟に伴って籾が固くなり加害しにくくなると、より出穂の遅い水田や、畦畔等のイネ科雑草へ移動する様子が 2024 年、2025 年とも観察されている(図 7)。

早期・早植栽培で収穫後に圃場を耕起しない場合、9 月には刈株からの再生株が出穂する。成虫および幼虫が再生株の穂を餌として利用し、10 月上中旬まで吸汁、その後は水田から移出するため、10 月下旬以降は再生株上での虫数はきわめて少ない。

なお、越冬世代成虫の活動が活発になる 7 月上中旬は、普通期栽培地帯ではイネの生育ステージとしては最高分げつ期~幼穂形成

前期に当たる。この時期のイネは本種の餌としては好適でないようであり、こうした作型の地域ではイネ科雑草が優占する雑草地で 7 月中下旬に本種の越冬世代成虫が多数観察される(図 8)。また、水田の畦畔や周辺、付近に水田の無い雑草地や休耕地においては、イネ科雑草上で 2024 年・2025 年とも 7 月下旬に第一世代幼虫が観察されていることから、イネが餌資源として好適ではない期間はイネ科雑草を利用していると考えられる。草種としてはメヒシバ、ノビエ類、セイバンモロコシ、ホソムギへの選好性が高いようであるが、オヒシバやキシウズズメノヒエの穂上でも吸汁が観察されている。



図7 水稻の成熟期~収穫期における雑草での発生:2025年9月
左:収穫適期の水田畦畔に繁茂するメヒシバ 中・右:畦畔メヒシバ上の成虫および幼虫



図8 2025年7月中下旬における雑草上でのイネカメムシ越冬世代成虫
左:セイバンモロコシ(7/24) 中:メヒシバ(7/17) 右:ノビエ類(7/14)

(2) 埼玉県内での発生状況

当県では2020年頃より本田での発生が確認されるようになり、予察灯でも誘殺が認められるようになった(酒井、2023)。2023年には県の東部や北東部で多発して問題となり、2024年には多発地域が県中央部や南東部にも拡大した(酒井、2024)。とくに2024年の発生量急増は当県の稲作に大きな影響を及ぼし、大規模な不稔によって収穫がほとんど見込めない水田も発生したほか、斑点米の混入による品質低下・下位等級への格付けによって経営に大きく影響した事例も相次いだ。

これらに対応するため、2025年、当県では農林部の関係各課や各農林振興センター、試験研究部門、病害虫防除所が連携して対策に取り組んでいる。防除啓発指導および広域的な防除が県内各地で実施された結果、7月の発生量こそ前年を大きく上回って注意報を2回発表(7月3日、23日)する事態となったものの、8月以降の発生量は前年より大きく減少しており、2024年のような大規模な不稔被害の情報はほとんどない。

3. 防除対策

(1) 防除時期

一般に地上散布剤による斑点米カメムシ類の防除適期は、イネの穂揃期後～糊熟期にかけてである。しかし、イネカメムシによる被害は①不稔 ②斑点米 であり、双方を対象とした防除が必要であるため、従来の斑点米カメムシ類の防除適期の散布では不稔被害の回避が困難となる。また、前述のとおり本種は出穂後3～4週間後頃まで加害するため、本種を対象とした散布適期は初回が出穂期、追加防除が登熟期前半となる。当県では、既往の知見(本田ら、2021)に基づき追加防除時期をイネの出穂期の8～14日後(登熟初期)とし、乳熟期～糊熟期の加害による被害の低減を図っている。

(2) 防除薬剤

当県では主にジノテフラン剤およびエチプロール剤の2種が用いられているが、地域によってはクロチアニジン剤やスルホキサフロル剤、一部でエトフェンプロックス剤が用いられている。東海以西ではエチプロール剤に対する感受性低下が顕在化している事例があるが、当県では、2025年10月時点では感受性低下の事例は無い模様である。しかし、薬剤抵抗性マネジメントの観点から、同一薬剤あるいはIRACコードが同一の薬剤の連用を避けるよう指導を行っており、生産現場の大半では初回防除と追加防除とでIRACコードの異なる薬剤の組み合わせで対応している。

なお、既往の知見では、薬剤感受性検定に際し虫体に直接処理した場合にはMEP剤やエトフェンプロックス剤の死虫率も高い(八塚ら、2022)が、ほ場での防除効果と一致しない傾向もあり、薬剤選定の際は注意が必要である。

(3) 雑草管理

前述のとおり、本種はイネが無い地域や餌として好適ではない時期にはイネ科雑草に依存していると考えられる。イネの出穂前に周辺のイネ科雑草が出穂していると穂や子実が餌資源となるため、とくに6～7月の雑草管理は耕種的対策として重要と考えられる。一方、8～9月には前述のとおり水田から近隣の雑草地に移行するため、この時期の雑草管理も重要と考えられる。

地域内での広域的な除草対策と、本種の発生量や被害の関連を明確に示した知見は見当たらないが、今後の調査進展により明らかになることを期待したい。

4. 刈株早期耕耘の必要性

経営の大規模化、燃料費の高騰、労働力不足、秋季の天候不順などが要因となって水稲収穫後に刈株が長期間放置され、穂が出たままになっている水田を目にすることは少なくない(図9)。イネカメムシの項でも述べたとおり、こうした水田で斑点米カメムシ類が9~11月にかけて穂を吸汁している事例が各地で認められる(図10)。近年は気候温暖化の影響もあるためか12月上旬までミナミアオカメムシやクモヘリカメムシがすくい取り調査で捕獲される場合もあり、注意が必要である。また、放置された刈株は斑点米カメムシ類のほか、ウンカ類やヨコバイ類といった水稲害虫の生息場所・発生源にもなるため、

収穫後は極力早めには場を耕起し再生株を埋没あるいは枯死させることが望ましい。降雨の影響や地下水位が高いこと等が原因で圃場の耕起が難しい場合、モアや刈払機等により茎葉を刈り払うことで斑点米カメムシ類の餌を減らすことも有効と考えられる。

一方で、再生二期作(早期水稲の収穫後に圃場を耕起せず、再び出穂させ子実を得るもの)に取り組む地域も見られるようになってきていることから、こうした水田での秋季の適切な防除も欠かせない。外見上は収穫後に放置されている水田と見分けにくいいため、再生二期作に取り組んでいることが明確に認識できるような標識を行う等、地域内で認知を促す取り組みも必要と考えられる。



図9 旺盛に生育する再生株



図10 再生株上のイネカメムシとミナミアオカメムシ若齢幼虫

おわりに

気候温暖化、高齢化等による耕作放棄地の増加、大規模化に伴う作期拡大により餌として好適な穂が長期間存在するなど、近年は斑点米カメムシ類の発生や増殖、分布域拡大に適した条件が揃いやすくなっている。一方で、病虫害防除に関しては従来の IPM 実践指針を農業環境の変化に合わせる形で見直した「総合防除実践ガイドライン」が 2025 年 9 月に公表され（農林水産省、2025）、IPM で謳われていた環境保全重視から、必要な防除は適切に行うよう方針が示された。当ガイドラインでは予防および予察に重点を置くことが明記されており、発生予察事業に携わる病虫害防除所をはじめとして、植物防疫関係の各機関の担う役割は従来にも増して大きくなったと言える。

イネカメムシを含め斑点米カメムシ類の多発傾向は今後も継続する可能性が高いが、関係機関から発表される各種情報を有効に活用し、的確な防除につなげていただきたい。

引用文献

- 1) 本田善之ら、2021、植物防疫(75)5:264-268.
- 2) 農林水産省、2025、総合防除実践ガイドライン（概要）、https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/gaicyu/g_ipm/attach/pdf/index-35.pdf（2025年11月27日閲覧）
- 3) 大内 実、1954、茨大農学術報告(2)、25-30.
- 4) 埼玉県、2025、イネカメムシ越冬状況調査結果について、埼玉県病虫害防除所、https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/266875/inekame_hibernate2025revised_.pdf
- 5) 酒井和彦、2023、埼玉の植物防疫、No.153、1-5.
- 6) 酒井和彦、2024、埼玉の植物防疫、No.156、1-8.
- 7) 酒井和彦ら、2025、関東東山病虫害研究会報(72)、120（講演要旨）.
- 8) 住田歩夢・竹松葉子、2022、植物防疫(76)2、15-17.
- 9) 鳥飼悠紀・樋口博也、2023、植物防疫(77)7、7-11.
- 10) 鳥飼悠紀ら、2021、関西病虫害研究会報(63)、115-118.
- 11) 八塚 拓ら、2022、関東東山病虫害研究会報(69)、48-51.

Gluconacetobacter diazotrophicus について

—バイオスティミュラント資材「エンビタ」への活用—

Azotic Technologies 社

1. はじめに

1.1 窒素

窒素はあらゆる生物に存在します。植物では、主にアミノ酸（タンパク質）とクロロフィルに含まれています。炭素と水に次いで、窒素は作物生産において最も重要な元素です。窒素は、光合成能力を確立するために、植物の生育初期に必要です。また窒素は生育後期の穀物の生産と登熟に重要な役割を果たします。（図1）

合成窒素肥料は脱窒、揮発、浸出により失われやすいため、作物生産における窒素の管理は困難です。

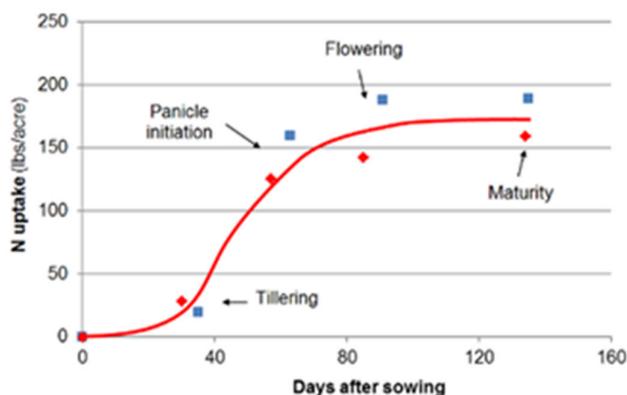
1.2 生物学的窒素固定

大気の78%は窒素ですが、 N_2 の強い三重結合により植物は大気中の窒素を利用できません。生物学的窒素固定は、窒素 (N_2) を植物が利用できるアンモニア態窒素 (NH_3) に還元する反応です。細菌は生存するために炭素を必要とします。共生的な生物学的窒素固定において、植物は窒素と引き換えに炭素を細菌に与えます。その最も一般的な例は根粒菌です。根粒菌は宿主特異的で、植物の根に根粒を形成します。（図2）

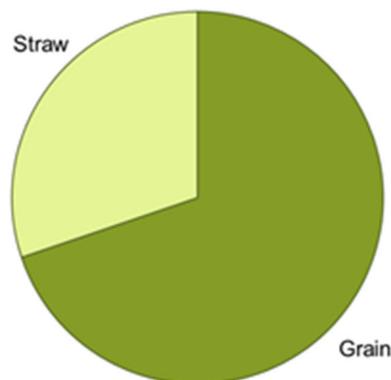
一方、生物学的窒素固定細菌のすべてが根粒を必要とするわけではありません。一部の細菌は内生性で、宿主特異的ではありません。

Nitrogen Uptake and partitioning - Rice

Seasonal N Uptake



Nitrogen partitioning at maturity



Source: California Department of Food and Agriculture

図1 イネにおける窒素の吸収と分配（原著 カリフォルニア州食糧農業局）



図2 根粒菌とマメ科植物の共生関係

1.3 *Gluconacetobacter diazotrophicus* (Gd)

Gluconacetobacter diazotrophicus (グルコンアセトバクター・ジアゾトロフィカス) (以下 Gd) は、1988 年にブラジルのサトウキビで初めて発見されました。その後、Gd はメキシコやインドを含む地域でサツマイモ、茶、米などの複数の作物で発見されています。

Gd はグラム陰性で芽胞を形成せず、大気中の窒素を固定する偏性好気性桿菌です。この発見は植物と微生物の共生研究における画期的な出来事であり、非マメ科作物における共生的な生物学的窒素固定の可能性を示しました。この細菌は作物が自然に窒素にアクセスできるようにすることで、合成窒素肥料の必要性を減らしながら、収量を維持または向上させます。

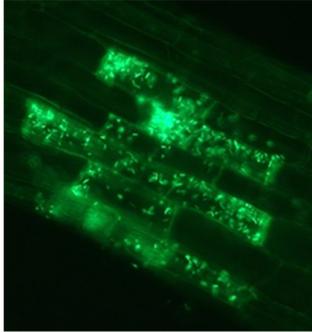
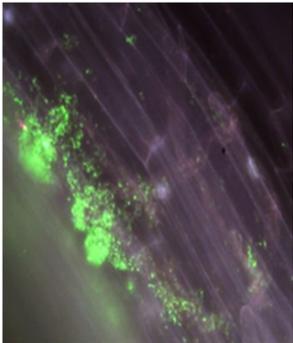
Azotic Technologies 社は、複数の Gd 株のゲノム配列解析を完了しました。「Gd Az19 株」は、世界中のほとんどの作物において高い窒素固定能力を持ち、細胞内コロニー形成

能を有することから選定されました。「エンビタ®」(図3) という商品名で販売されているこの市販製剤は、世界中の複数の地域と作物で試験されており、標準施肥量と窒素施肥量削減の両方の場合において、一貫した収量向上が実証されています。



図3 エンビタ®

2. グルコンアセトバクター・ジアゾトロフィカスの生物学的特徴

説明	グラム陰性、非芽胞形成細菌	
細胞内コロニー形成	偏性好気性桿菌（植物細胞内に生息）	 <p>写真1 内生した Gd のコロニー - トマト</p>
運動性	鞭毛があり、進入部位（気孔、毛状突起）に向かって泳ぐことができる	 <p>写真2 側鞭毛を持つ Gd 細胞</p>  <p>写真3 気孔孔辺細胞と毛状突起中の Gd</p>
バイオフィルム形成	バイオフィルムを形成し、細胞内侵入時のコロニー形成と保護を促進することができる。	 <p>写真4 バイオフィルムを形成している Gd - トマト</p>
共生関係	窒素固定と引き換えに植物由来の炭素（糖）の供給を受ける。	
窒素固定	ニトロゲナーゼを利用して大気中の N ₂ をアンモニウム (NH ₄ ⁺) に変換	
共生作物	米、とうもろこし、果樹、野菜、油糧作物、その他	
利用可能な肥沃度	窒素 100% と窒素減少 (≤80%) の両方の条件で有効であり、窒素固定は硝酸塩またはアンモニウム濃度が高くても影響を受けません。	

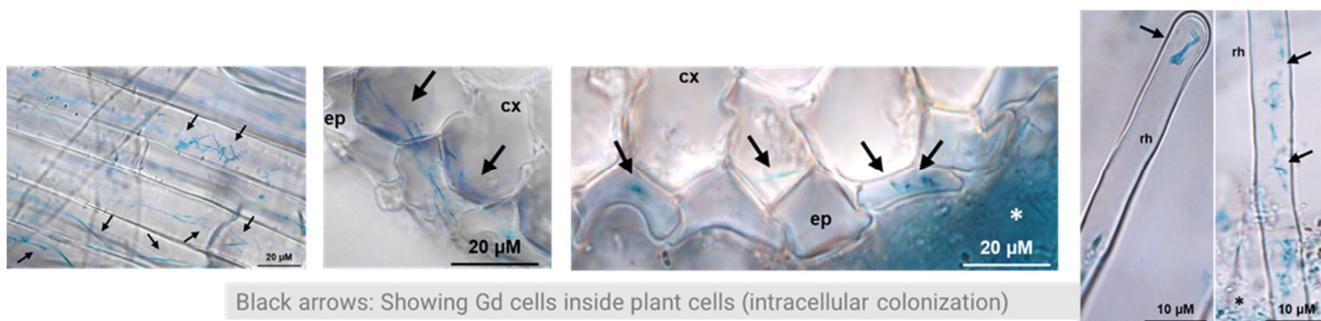


写真5 Gdが産生するGUS酵素が反応している細胞が青く染色される(矢印)

3. グルコンアセトバクター・ジアゾロフィカスの細胞内生物学的窒素固定

Azotic Technologies社は複数のアッセイを用いて、Gd Az19株が植物細胞内で窒素を固定できることを実証しました。したがって、Gd Az19株を導入した植物は、Gd Az19株が固定した窒素を利用して生産性を向上させます。

3.1 Gus レポーターシステム

Gus レポーターシステムでは、まずGd Az19株にβ-グルクロニダーゼ(GUS)遺伝子を導入します。するとGd Az19はGUS酵素を産生するようになり、GUSの産生は、植物組織中にGd Az19が存在することを示します。次に、植物に特定の化学物質を添加すると、GUS酵素が触媒として働き、明確な青色を生成します。その結果、改変されたGd Az19株を含む植物細胞は青色に見え、顕微鏡下で識別できるようになります。

(写真5)

3.2 アセチレン還元法(ARA)

ARAは、生物学的窒素固定を実証するために一般的に用いられる方法です。このアッセイでは、ニトロゲナーゼ酵素がアセチレン(C_2H_2)をエチレン(C_2H_4)に還元します。

これは、ニトロゲナーゼ酵素が大気中の窒素(N_2)をアンモニア(NH_3)に変換するのと同様の反応です。アセチレンからエチレンへの還元は、活性ニトロゲナーゼ酵素の存在下でのみ起こります。したがって、エチレンが検出されれば、ニトロゲナーゼ活性、つまりは生物学的窒素固定の指標となります。

【ARAの手順】

- ステップ1: Gd Az19を接種した植物を密閉容器に入れます。
- ステップ2: Gd Az19が植物細胞に定着したら、アセチレンをガスとして添加します。
- ステップ3: ガスのサンプルを採取し、エチレンの存在の有無を分析します。

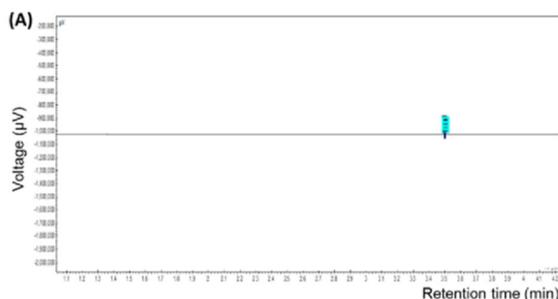


図4 Gdを含まない対照植物からエチレンは検出されない

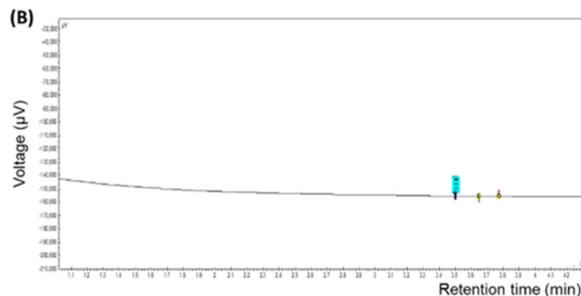


図5 NifD 遺伝子を除去した Gd Az19 株は窒素固定ができないため、エチレンは検出されない

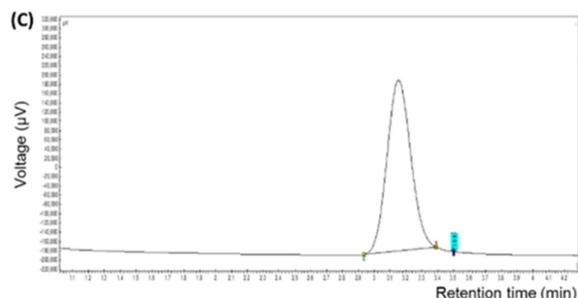


図6 Gd Az19 株ではエチレンが検出される

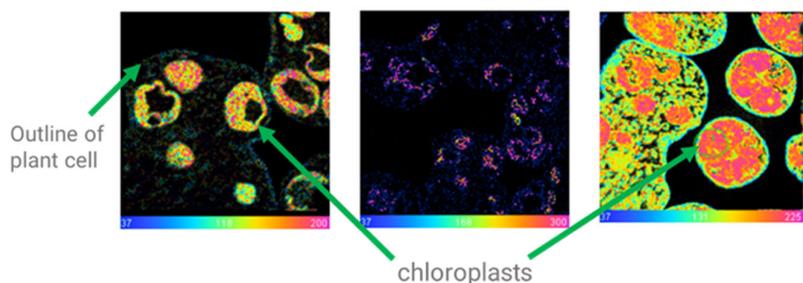
3.3 ¹⁵N 窒素固定分析

¹⁵N 窒素固定分析は、植物における窒素同化作用を追跡する技術です。この方法では、¹⁵N 標識窒素をトレーサーとして用います。¹⁵N は安定同位体であり、化学的には天然の¹⁴N と同じ挙動を示しますが、中性子が1つ多く存在します。そのため、¹⁵N はより重く、質量分析法や同位体比分析によって天然の¹⁴N と区別することができます。

【¹⁵N 窒素固定分析の手順】

- ・ ステップ1：標準窒素濃度で植物を栽培し、Gd を接種します。
- ・ ステップ2：植物と ¹⁵N ガスを培養チャンバーに入れ、栽培を継続します。
- ・ ステップ3：植物体内の窒素含有量を測定する。植物は大気中の窒素を固定できないため、植物体内に ¹⁵N 標識窒素が存在することは、Gd Az19 由来のニトロナーゼ酵素によって窒素固定が起こったことを示しています。(写真6)

Overview of cell showing Nitrogen in the chloroplasts of maize leaf cells.



Leaf cells:

- ・ ¹⁵N found in the leaf cells in high concentrations
- ・ The ¹⁵N in the leaf sample was elevated **4-6 times compared to untreated.**
- ・ The ¹⁵N fixed from Gd was concentrated in the Chloroplasts of the leaf cells, strongly indicating where the fixed nitrogen was being used by the plant.

写真6 NanoSIMS : ¹⁵N 同位体分布 :

赤/ピンクと黄色の量が多いほど、植物の葉緑体内部に存在する ¹⁵N の量が多いことを示します。

4. 世界各地での圃場試験データ (2025年)

2023年から2025年にかけて世界各地で実施された圃場試験では、主要作物および地域において一貫した収量向上が実証されました。ベトナム、フィリピン、日本、メキシコ、米国のデータによると、Gd は収量の低下を招くことなく窒素肥料の最大20%を代替できることが示されています。

これらの結果は、窒素肥料の投入量を減らしても収量を維持または向上させ、窒素利用効率を高める Gd の能力を裏付けています。

4.1 ベトナム

ドンタップ省、ティエンザン省、タイニン省、ドンナイ省で実施された試験では、Gd 施用により、イネ、大豆、落花生の作物において収量増加が見られました。この効果は、Gd を従来の窒素肥料の75%の量で施用した場合に最も顕著でした。

4.2 フィリピン - 複数作物の収量試験

作物	特記事項
移植水稻 (図7)	窒素肥料 50%の Gd の単回施用と2回施用はどちらも窒素肥料100%の対照区よりも優れた結果を示しました。
直播水稻	窒素施肥量が50%を超えると顕著な収量の増加が見られ、Gd の2回施用でより良い結果が得られました。
パレイショ (図8)	Gd は全ての窒素施用量で総収量を増加させました。窒素肥料50%で単回施用した場合とGdなしで窒素肥料100%を施用した場合で同等の収量が得られました。
トマト (図9)	Gd により規格内品の収量が大幅に増え、窒素肥料50% + Gd 処理が窒素肥料100%の対照区を上回りました。
キャベツ	窒素肥料50%で単回施用した場合、Gdなしで窒素肥料100%を施用した場合と同等の収量が得られました。

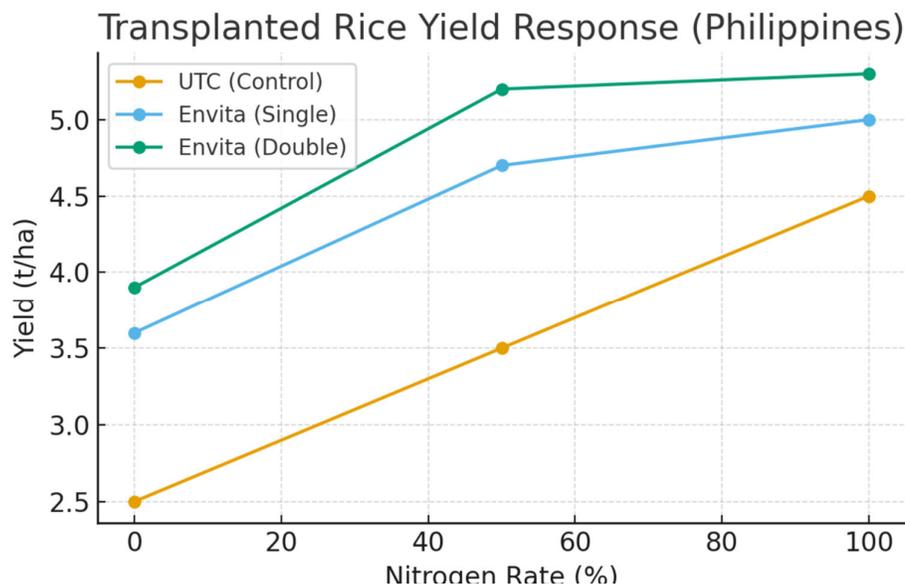


図7 移植水稻での収量変化 - フィリピン

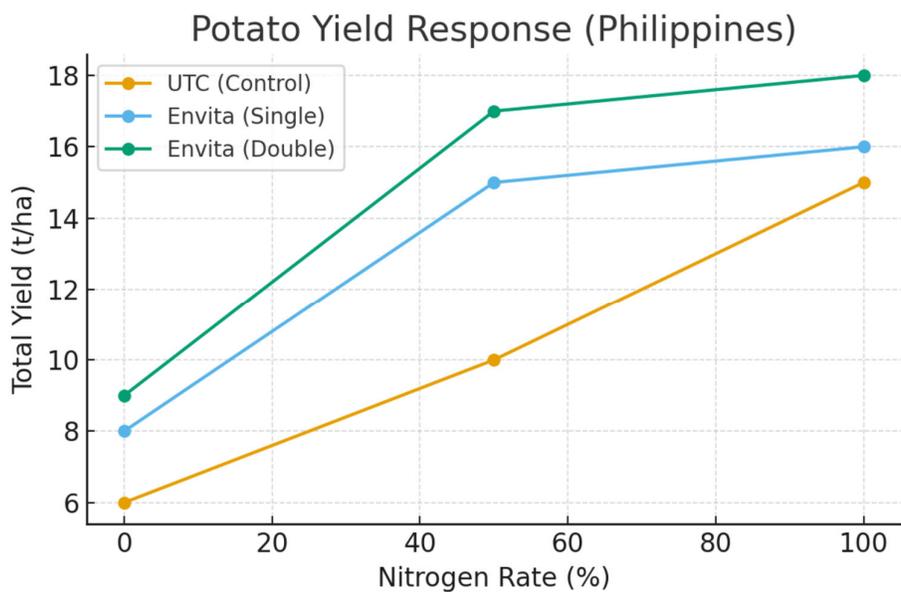


図8 バレイショでの収量変化 - フィリピン

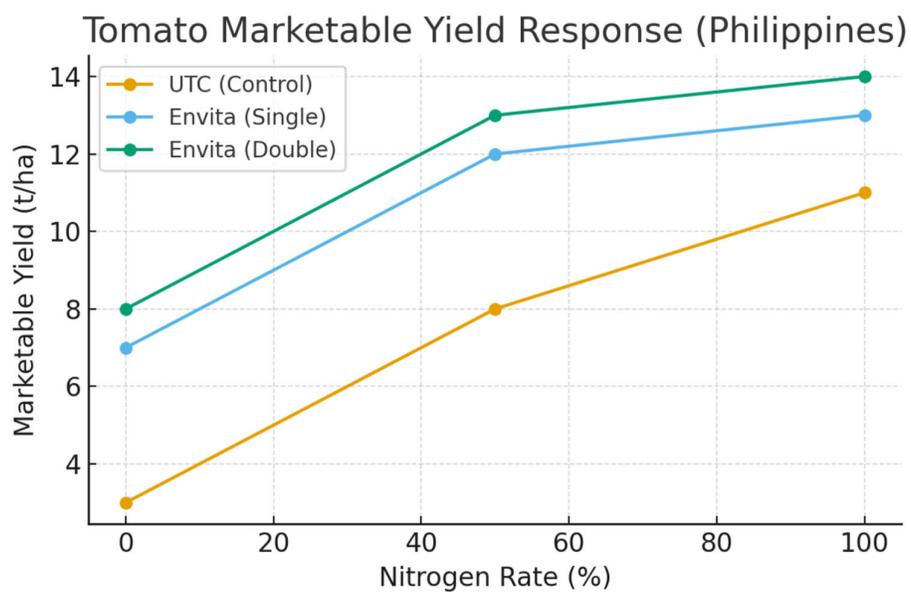


図9 トマトでの出荷可能品の収量変化 - フィリピン

4.3 日本

日本でのイネとサツマイモの試験において、Gdは一貫して良好な結果を示しており、温帯栽培システムへの適応性を裏付けています。

4.4 北米

カリフォルニア州コルサとメキシコで実施された試験では、トマトの収量が大幅に増加し、アジアで得られた結果と一致しました。灌漑栽培と圃場栽培の両方で同様の効果が見られました。

5. 農業と環境への影響

- ・ 窒素依存度の低減：
Gdは、窒素投入量を最大20%削減しながらも作物の収量を維持することを可能にします。
- ・ 窒素効率の向上：
Gdにより固定された窒素は、最も必要とされる植物組織に直接供給されるため、脱窒、浸出、揮発による損失を最小限に抑えます。
- ・ 幅広い作物への適合性：
熱帯および温帯環境における穀類、野菜、塊茎作物全般において有効性が実証されています。
- ・ 持続可能性への影響：
化成肥料の投入量を削減することで、温室効果ガス排出量の削減、土壌の健全性向上、そして生産者の経済的利益の向上につながります。

6. 使用ガイドライン

6.1 混合及び施用

苗床施用

- ・ Gdはタンクに最後に加えます。
- ・ 推奨散水量：10L/10aで効果を最大限に発揮します。

- ・ 最適な散布液のpH：7以下
- ・ 作物が活発に生育している時期に散布します。
- ・ 塩素濃度が3ppmを超える水は避けてください。
- ・ 薬液調製後、速やかに散布します。

葉面施用

- ・ Gdは最後にタンクに投入してください。
- ・ 推奨散水量：効果を最大限に引き出すには10L/10aです。
- ・ 最適な散布液のpH：7以下
- ・ 作物が活発に生育している時期に散布してください。
- ・ 最適な散布温度：
相対湿度50%以上：10～30℃
相対湿度50%以下：10～25℃
- ・ 散布後2時間以内に降雨が予想される場合は使用を避けてください。
- ・ 塩素濃度3ppmを超える水は避けてください。
- ・ 薬液調製後、速やかに散布してください。

6.2 処理量 12.5 g/ha.

6.3 処理時期

苗床処理 播種 14-21 日後に処理

葉面散布 少なくとも4枚の葉を広げた状態で散布。
(BBCH スケール>1.4)

7. 要約と展望

*Gluconacetobacter diazotrophicus*は、持続可能な作物生産への実用的かつ科学的なデータに基づいたアプローチを提供します。Gd処理による安定した収量の増加は、生物学的窒素固定技術の有用性を示しています。

*Gluconacetobacter diazotrophicus*製剤「エンビタ®」は、今後も多様な地域において検証を重ね、市場を拡大させていくものと考えています。

8. 参考文献/科学出版物

- 1) Cocking, E.C., Stone, P.J. & Davey, M.R. Intracellular colonization of roots of Arabidopsis and crop plants by *Gluconacetobacter diazotrophicus*. In Vitro Cell.Dev.Biol.-Plant 42, 74–82 (2006). <https://doi.org/10.1079/IVP2005716>
- 2) Dent, D., Cocking, E. Establishing symbiotic nitrogen fixation in cereals and other non-legume crops: The Greener Nitrogen Revolution. Agric & Food Secur 6, 7 (2017) <https://doi.org/10.1186/s40066-016-0084-2>
- 3) Dent D (2018) Non-nodular Endophytic Bacterial Symbiosis and the Nitrogen Fixation of *Gluconacetobacter diazotrophicus*. Symbiosis. InTech. Available at: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.75813>
- 4) CHAWLA, N.; PHOUR, M.; SUNEJA, S.; SANGWAAN, S.; GOYAL, S. *Gluconacetobacter diazotrophicus*: An overview. Research in Environment and Life Sciences, v.7, p.1-10, 2014. https://www.researchgate.net/publication/320224539_Gluconacetobacter_diazotrophicus_An_overview
- 5) Tran Van, Dung & Tân, Đỗ & Tran Huynh, Khanh & Gale, David & Long, Vu. (2021). Effect of *Gluconacetobacter diazotrophicus* inoculation and reduced nitrogen fertilizer on yield and growth parameters of rice varieties Journal of Seed Science. Journal of Seed Science. 43. 2021. 10.1590/2317-1545v43253229. https://www.researchgate.net/publication/356005011_Effect_of_Gluconacetobacter_diazotrophicus_inoculation_and_reduced_nitrogen_fertilizer_on_yield_and_growth_parameters_of_rice_varieties_Journal_of_Seed_Science
- 6) Hema C. Rao and Savalgi, V.P. 2019. Field Evaluation of Nitrogen Fixing Endophytic Bacterium *Gluconacetobacter diazotrophicus* NFGM5 on Growth and Yield of Maize.Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci. 8(1): 1497-1516. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.801.160>
- 7) Fei, Houman & Abudurehman, Abuduxikuer & Vessey, Joseph. (2017). Improving a “Generation 1.5” biofuel feedstock crop: Colonization and growth enhancement of energy beet (*Beta vulgaris* L. Beta 5833R) by inoculation with *Gluconacetobacter spp.*. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 10. 247-255. 10.1016/j.bcab.2017.03.015. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878818117300075?via%3Dihub>

- 8) Ceballos, Nelson & Restrepo, Gloria & Salazar, Alejandro & Cuellar, Jorge & Sánchez, Óscar. (2022). Economic feasibility of *Gluconacetobacter diazotrophicus* in carrot cultivation. *Revista Ceres*. 69. 40-47.
10.1590/0034-737x202269010006. https://www.researchgate.net/publication/358267601_Economic_feasibility_of_Gluconacetobacter_diazotrophicus_in_carrot_cultivation

- 9) María Flavia Luna, Julieta Aprea, Juan Manuel Crespo, José Luis Boiardi, Colonization and yield promotion of tomato by *Gluconacetobacter diazotrophicus*, *Applied Soil Ecology*, Volume 61, 2012, Pages 225-229, ISSN 0929-1393, <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2011.09.002> (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0929139311001971>)

- 10) Sebring, R.L.; Duiker, S.W.; Berghage, R.D.; Regan, J.M.; Lambert, J.D.; Bryant, R.B. *Gluconacetobacter diazotrophicus* Inoculation of Two Lettuce Cultivars Affects Leaf and Root Growth under Hydroponic Conditions. *Appl. Sci.* 2022, 12, 1585. <https://doi.org/10.3390/app12031585>

編集後記

2025 年は 3 有効成分について待望の再評価終了となりました。農薬にかかわる多くの皆様にも、農薬の再評価が現実的なものとなり、改めてその影響についてご心配な気持ちをお持ちかと思えます。既に多くの機会で解説を頂いておりますが、その後検討されたことも含め、改めて再評価の意義と方向性について、独立行政法人農林水産消費安全技術センター (FAMIC) 農薬検査部 入江真理様に解説を頂きました。

また、2025 年は、斑点米カメムシ類が全国的に多発し、35 道府県 (延べ 46 件) から注意報が発表されました。斑点米カメムシ類に含まれるイネカメムシは、斑点米被害はもとより、不稔被害も引き起こし、先般のコメ不足の一因ともいわれています。埼玉県における、イネカメムシを含むカメムシ類の生態について、酒井和彦様にご紹介いただきました。

最後に、2026 年より当社より本格販売いたします、農業用バイオスティミュラント「エンビタ®」に関連し、製造元の Azotic Technologies 社より開発の経緯や特性等を中心に寄稿いただきました

本誌は 102 号を迎えることができました。これまで弊誌をご愛読くださいました皆様、ご寄稿下さいました皆様に感謝を申し上げます。

(岩下)

農薬春秋 No. 102

2026 年 2 月末日 発行

編集発行人 菅井 真樹

発 行 北興化学工業株式会社 営業部
〒103-8341 東京都中央区日本橋本町一丁目 5 番 4 号

 HOKKO CHEMICAL INDUSTRY CO., LTD.

農薬春秋

Noyaku Syunju
Agrochemical Chronicles

2026.2 No.102



北興化学工業株式会社