

植調

JAPR Journal

第58巻

第7号

三重県における水田雑草発生の変化とヒレタゴボウの発生状況 大野 鉄平

乾田直播水稻の出芽揃期および出穂期予測モデルの開発 澤田 寛子・大角 壮弘

気候変動が農業に及ぼす影響と適応

—2023年の事例を含めた水稻品質, ダイズ, 北海道への適地移動— 広田 知良

山梨県の大豆作における難防除雑草とその防除 石井 利幸・向山 雄大・上野 直也

淡路島におけるタマネギ雑草防除の思い出(3) 大西 忠男



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)

エフィード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ド®とは

新しい成分「エフィード®」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

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



イネリーグ®

イネを守る実績の3成分、
イネリーグ®の除草が
頼もしい！

水稲用初・中期一発処理除草剤「イネリーグ®」

- | | |
|---|---|
| 1 3成分で高い除草効果 | 5 特殊雑草に対する高い除草効果(クサネム・イボクサ) |
| 2 広い散布適期幅 1キロ粒剤(田植同時~ノビエ3葉期)、フロアブル・ジャンボ®(移植直後~ノビエ3葉期) | 6 水稲に対する高い安全性(田植同時散布可能:1キロ粒剤) |
| 3 ノビエへの高い除草効果(殺草効果・残効性) | 7 直播水稲に使用可能 1キロ粒剤(イネ1葉期~ノビエ2.5葉期)、フロアブル・ジャンボ®(イネ1葉期~ノビエ3葉期) |
| 4 SU抵抗性雑草に対する高い除草効果(ホタルイ・コナギ・アゼナ等) | 8 無人航空機による処理可能(1キロ粒剤・フロアブル) |

●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。
®イネリーグはバイエルグループの登録商標 ®ジャンボは(公財)日本植物調節剤研究協会の登録商標

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
土日祝日および会社休日を除く



植調協会の除草剤試験中間現地検討会 —支部長活動を通じて感じたこと—

公益財団法人日本植物調節剤研究協会 理事
近中四支部長
伊達 寛敬

「植調誌」の巻頭言に寄稿させていただく機会を得て、これまでに近中四支部長活動を通じて感じたことの中で、植調 GLP 試験、除草剤・生育調節剤技術確認園を取り上げた。今回は、植調協会の夏作関係除草剤試験中間現地検討会（以下、中間現地検討会）を取り上げ、紹介させていただきたい。

植調協会の事業には、植物調節剤の検査・検定事業、研究開発事業及び普及啓発事業の3つがある。その植物調節剤の検査・検定事業の中に、植調協会の各支部が主催する中間現地検討会（主に水稻関係除草剤試験）があり、主に各府県の持ち回りで、委託試験圃場の状況視察・検討や当該年度の間中成績が検討される。

ちなみに、植調協会には7つの支部が開設されており、近中四支部管内は、近畿2府4県、中国5県、四国4県、計15府県からなる地域である。近中四支部主催の中間現地検討会は、近畿、中国、四国の各ブロックをローテーションして開催している。開催時期は当該府県の水稻栽培にあわせて5～7月とし、期間は2日間で、1日目午後に委託試験圃場の視察・検討、2日目午前中に中間成績の検討を行う。それに引き続き、2日目午後に支部研修会（中国・四国雑草研究会、近畿中国四国農業試験研究推進会議作物生産推進部会問題別研究会（雑草管理）との3者共催）を開催している。

2023年度は、兵庫県で4年ぶりに対面で開催し、2024年度も山口県で同様に対面で開催した。兵庫県での対面開催前の3年間は、新型コロナウイルスの感染拡大を受け、中止又はWeb会議形式で対応せざるをえなかった。この3年間は、植調協会の開催会議もほぼWeb会議形式で、パソコンを通して会議出席者となつがっている。Web会議形式にも、対面に比べて多くの関係者が出席でき、比較的都合が付きやすいという面がある。ただ、この3年間は、パソコンの画面だけで、直接お目にかかったことがない方も多かった。私事ではあるが、当協会の大谷理事長も、2023年7月の近畿中国四国地域中間現地検討会にご出席いただいて、初めて対面でお目にかかった次第である。

あらためて、中間現地検討会の対面での開催について考え

てみた。私が岡山県立農業試験場に勤務していた数十年前の記憶をたどると、作物生産等、各分野において、現地検討会なるものが毎年開催されていた。開催は各府県の持ち回りで、当該府県の試験研究機関の視察や現地圃場の視察・見学等が実施されていた。私にとって、各府県での農業の一端を知る機会となったことは良かったと思っている。現在では、様々な事情で、そのような現地検討会の多くが開催されていないと聞いている。

一方、植調協会の中間現地検討会では、試験委託するメーカーやその委託先の公的試験研究機関及び植調試験地の担当者、またご指導いただく植物調節剤の検査・検定事業推進委員会の委員及び専門調査員、そして植調関係者等の多くの方々が出席し、委託試験圃場の視察・検討、現地圃場の視察等が実施されている。さらに、近畿中国四国地域では、例年、中間成績検討会の中で、開催府県の農業や水稻栽培の概要を紹介していただいている。開催府県の農業や水稻栽培の概要を知ることが、検討会出席の方々にとっての一助になれば幸いである。

最後に、2023年度、2024年度の2か年、中間現地検討会で多くの関係者が対面で情報交換できたことは意義のあることであり、夏作関係除草剤の委託試験はその対面した方々を中心に実施されていることをあらためて確認できた次第である。

今後とも、水稻の除草剤試験を始めとする植調協会の事業が、植物調節剤の試験関係者や生産者等に喜ばれ、農作物の生産性の向上と安定生産、農作業の省力化等に寄与することを期待している。

三重県における水田雑草発生の変化とヒレタゴボウの発生状況

三重県農業研究所
生産技術研究室農産研究課
大野 鉄平

はじめに

水田雑草の種類や発生程度は、使用される除草剤の有効成分や水稻の栽培体系等の様々な要因により変化する。三重県では、これまでにスルホニルウレア (SU) 系除草剤抵抗性雑草が蔓延し始めた 2001～2002 年 (神田ら 2003)、新規有効成分の上市や作付体系の転換が盛んにおこなわれた 2012～2013 年 (大西ら 2015) の計 2 回、県内全域で残草発生実態調査を行った。前回調査から約 10 年が経過し、使用除草剤の変遷や経営体の規模拡大等により、水田雑草を取り巻く環境は変化していると考えられる。そこで、三重県では実態調査を再び行い、雑草発生の特徴と変化を明らかにするとともに、その要因を除草剤及び経営規模の変遷に基づき考察した。また、近年現場で問題となっているヒレタゴボウについても、今回新たに調査を実施し、実態把握を行った。

調査方法の概要

① 水田残草実態調査

今回の調査は 2021 年～2022 年の 2 ヶ年で実施し、調査方法は過去 2 回に準ずることとした。当県は、「コシ

ヒカリ」の作付け割合が 70% を超える早場米地域であることから、水稻移植のピークが 4 月下旬から 5 月上旬となる。そこで、調査時期は、初中期一発処理剤の効果が低下し、残草や後発雑草が目立ち始める 6 月中下旬 (移植後 50 日頃) とした。調査地点は県内の水田圃場 100～200ha につき 1 地点とし、その 1 点では連続する 10 筆を調査した。この調査地点は、転作や非農地化等により水稻の作付けが確認されなかった場合を除き、前回 (2012 年～2013 年) と同様になるようにした。調査手順は、畦畔の長辺側から圃場内を見歩き、遠観で草種と発生程度を評価した。発生程度は草種ごとに 0 (無)～5 (甚) の 6 段階で分類した (表-1)。一年生雑草 (ミゾハコベ及びマツバイを除く) や多年生雑草、湿生雑草は面積当たりに発生している個体数で評価した。ミゾハコベ及びマツバイは個体数を計測することが困難であるため、面積当たりの被覆度で評価した。キシュウスズメノヒエやアシカキ等のイネ科匍匐性雑草は、畦畔で集中的に見られるため、畦畔から圃場内へ侵入しているシュート数で評価した。なお、すべての調査は当県の 8 行政地域 (桑名、四日市、鈴鹿、津、松阪、伊勢志摩、伊賀、紀州) ごとに

行い、各地域を所管する地域農業改良普及センターや中央農業改良普及センターの普及指導員とともに実施した。

② ヒレタゴボウ実態調査

三重県では、ヒレタゴボウが十数年前から目立ち始め、この数年で発生が急増している。水稻の収穫時期には、草高 1.5m 程度まで成長し、水稻収穫の大きな障害となっている (図-1、図-2)。そこで、ヒレタゴボウの生態解明や防除技術確立を目的とし、当県では 2021 年～2022 年に初めて実態調査を実施した。調査時期はヒレタゴボウの発生が目立ち始める 8 月上旬中旬 (「コシヒカリ」の出穂期後～成熟期前) とした。調査地点は上記の水田残草実態調査と同一地点とし、調査方法は遠観で発生程度を評価した。発生程度は



図-1 開花期のヒレタゴボウ



図-2 ヒレタゴボウ多発により収穫不能となった水稻

表-1 残草発生程度の草種別評価基準

草種	発生程度					
	0	1(微)	2(少)	3(中)	4(多)	5(甚)
一年生、多年生、湿生(本/㎡)	0	1未満	1~10	10~50	50~100	100以上
ミゾハコベ・マツバイ	無	まばら	少発生	中発生	多発生	甚発生
イネ科匍匐性(シュート/10m)	0	1未満	1~10	10~50	50~100	100以上



図-3 ヒレタゴボウ発生程度の評価基準

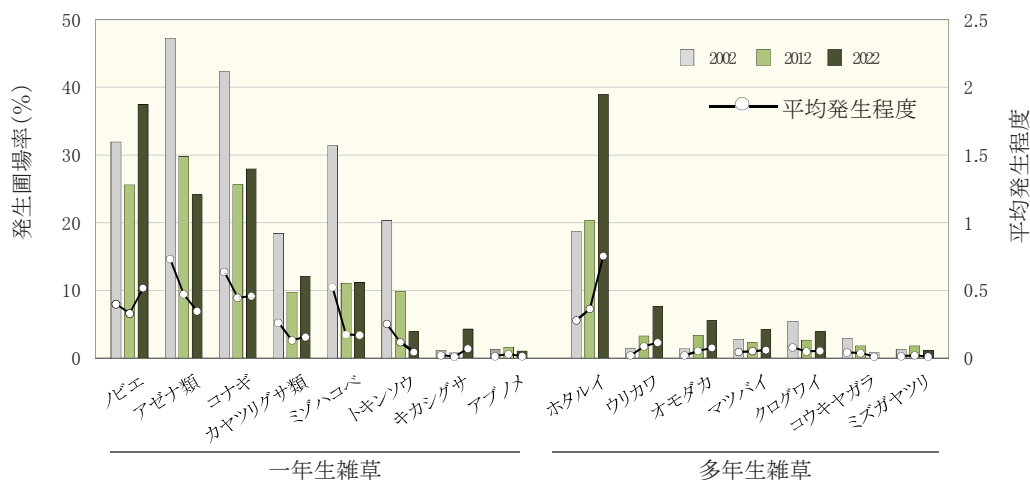


図-4 県内水田圃場における草種の発生遷移（一年生，多年生）

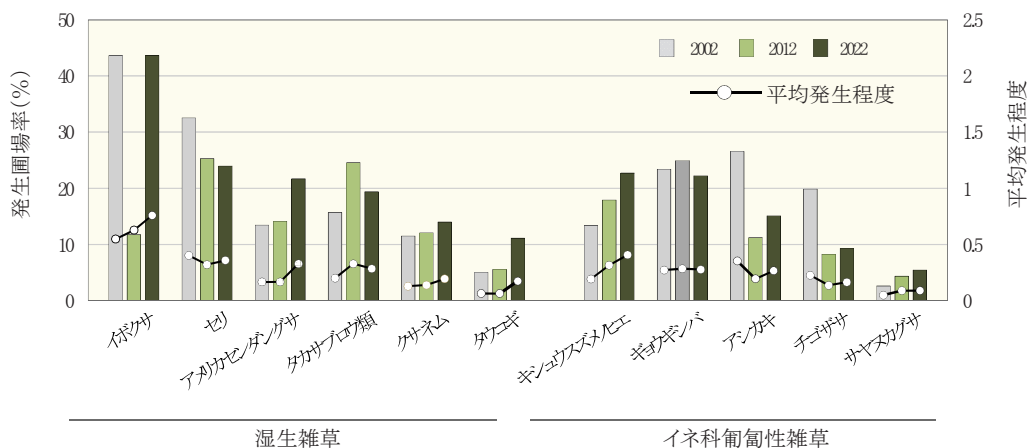


図-5 県内水田圃場における草種の発生遷移（湿生，イネ科匍匐性雑草）

注）発生圃場率は調査した 1450 筆のうち当該草種の発生が確認された圃場の割合，平均発生程度は各草種の 6 段階評価結果を 0～5 の値で加重平均したもの。

無，少（まばらに発生），中（一部で群生），多（圃場全体で発生）の 4 段階とした（図-3）。

調査結果

① 水田残草実態調査

今回の調査は，延べ 10 日間で，県内 145 地点の約 300ha を対象とした。

2022 年における当県の水稲作付面積が 25,600ha であったことから，今回の調査はその約 1.2% を占めており，県内の残草発生実態を概ね把握することができたと考えられた。

今回の調査で確認された草種は，一年生雑草が 31 種，多年生雑草が 9 種，湿生雑草が 9 種，イネ科匍匐性雑草

が 6 種の計 55 種であった。なお，前回調査で確認された草種は 53 種であり，今回新たに確認された雑草はオオバコ科の「オオアブノメ」とアカバナ科の「ヒレタゴボウ」の 2 種類であった。

今回の調査で確認された主な雑草とこれまでの発生推移を図-4 及び図-5 に示した。

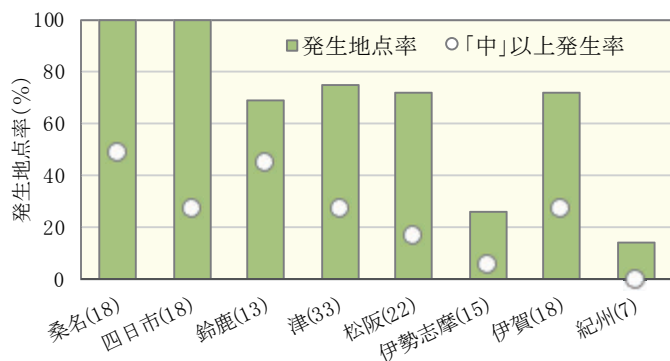


図-6 県内各地域におけるヒレタゴボウの発生状況
注) 発生地点率は調査した144地点のうちヒレタゴボウの発生が確認された地点の割合。カッコ内の数字は調査地点数。

表-2 三重県における農業経営体規模の推移

年度	経営耕地面積別経営体数(戸)				1経営体あたりの 経営耕地面積(ha)
	～1.0ha	3.0～5.0ha	5.0ha以上	合計	
2003	31,410	14,960	590	46,960	0.8
2012	17,700	11,000	900	29,600	1.2
2022	9,900	5,900	1,200	17,000	2.2

農林水産省「農業構造動態調査」より作成。

一年生雑草については、ノビエに顕著な増加が見られ、県内の発生圃場率は過去最多の37%となった。地域ごとの発生圃場率では、津を除く7地域において過去最多となり、特に、伊勢志摩や伊賀では前回と比較して2.3倍及び2.6倍となった(データ省略)。また、アゼナ類やコナギは前回から大きな増減が見られなかったが、発生圃場率が24%及び28%となり、他の一年生雑草と比較して高い水準で発生していることが確認された。

多年生雑草については、ホタルイに顕著な増加が見られ、県内の発生圃場率は過去最多の39%、地域ごとの発生圃場率も全地域で過去最多となった。平均発生程度も全草種で最大の0.8となった。ウリカワやオモダカも過去最多の発生となり、前々回調査と比較してそれぞれ5.4倍及び4.0倍の発生圃場率となった。また、コウキヤガラはこれまで桑名～伊勢志摩の沿岸部で見られる傾向があったが、今回の調査において内陸部の伊賀で初めて確認された。

湿生雑草については、イボクサに増加が見られ、発生圃場率は全草種で最多の44%となった。特に、紀州で県内最多の68%となり、津や伊勢、伊賀でも50%前後の高い水準となった。一方で、桑名や四日市では減少傾向となり、県内でも発生推移に差異が見られた(データ省略)。また、アメリカセンダングサやクサネム、タウコギも増加傾向となった。

イネ科匍匐性雑草については、キシウスズメノヒエが増加傾向であり、前々回調査と比較して1.7倍の発生圃場率となった。これまでの調査では県北部～中部で多く見られていたが、今回の調査では松阪や伊勢志摩、紀州といった県南部での増加が目立った。また、今回の調査においてアシカキが紀州で初めて確認された。

② ヒレタゴボウ実態調査

県内各地におけるヒレタゴボウの発生状況を図-6に示した。今回調査した144地点のうち、103地点で発生が確認され、県内の発生地点率は71%に達した。また、県北部の桑

名及び四日市では調査した全地点で、県中部の鈴鹿や津、松阪でも約7割の地点で発生が確認された。一方で、県南部の伊勢志摩及び紀州では、約2割の地点となり、発生地点率は県内を北上するに連れて高くなることが明らかとなった。発生程度については、中発生(一部で群生)又は多発生(全体で発生)の地点が県内の26%を占め、多くの地域でヒレタゴボウが蔓延状態となっていることが判明した。

考察

① 経営規模及び除草剤の変遷

当県における農業経営体数及び1経営体あたりの経営耕地面積を表-2に示した。経営体数は2003年には46,960戸あったが、この約20年で5.0ha未満の経営体数が1/3程度になったことから、2022年には17,000戸まで減少した。一方で、5.0ha以上の経営体数は2倍以上に増加し、1経営体あたりの耕地面積も0.8haから2.2haまで大きく拡大した。このことから、当県では農地の集約が進み、経営体の規模拡大が急激に進んでいることがうかがえ、これが雑草の発生状況にも影響しているとみられる。伊藤(1993)は多年生雑草や一部イネ科雑草は農機具に付着して移動しやすいことを報告している。今回調査において、コウキヤガラが初めて確認されたり、キシウスズメノヒエが広域化していたことは、経営体の規模拡大により、塊茎や種子等が人為的に移動したこと

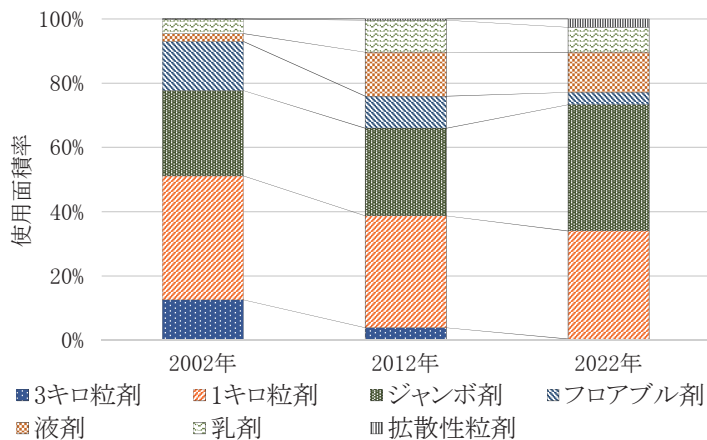


図-7 水稲除草剤の剤型別使用割合
日本植物防疫協会「農業要覧」の農業種類別県別出荷数量表から推定

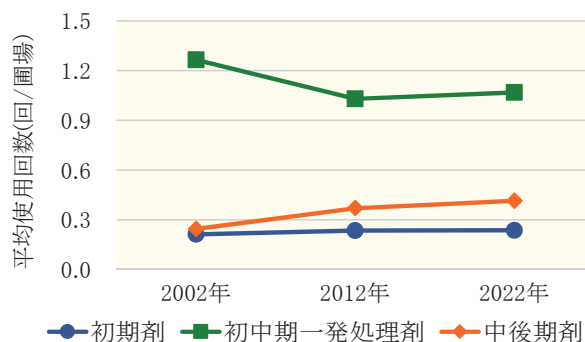


図-8 水稲一作における水稲除草剤の時期別平均使用回数
日本植物防疫協会「農業要覧」の農業種類別県別出荷数量表
及び農林水産省「作物統計調査」の水稲作付面積から推定

が一因であると考えられる。

水稲除草剤の剤型別使用割合を図-7に示した。2002年には、1キロ粒剤の使用割合が最も多く（使用面積率19.3%，以下カッコ内は使用面積率を示す），次にジャンボ剤（13.3%），フロアブル剤（7.6%），3キロ粒剤（6.3%）という順で使用されていた。しかし，2012年には，1キロ粒剤（17.4%）や3キロ粒剤（2.0%），フロアブル剤（5.0%）の割合が減少し，液剤（6.9%）及び乳剤（5.0%）の割合が増加した。さらに，2022年には，3キロ粒剤及び1キロ粒剤の割合が一層減少した一方で，ジャンボ剤の割合が最も多くなった（19.6%）。また，250gや300gといった少量散布が可能な拡散性粒剤は，2002年には0.04%のみであったが，2022年には約33倍の1.3%まで増加した。この背景には，経営体の規模拡大によって除草時間も削減が求められ，除草剤の剤型はより省力散布が可能なものに移行しつつあることが考えられる。しかしながら，これらの剤は，3キロ粒剤や1キロ粒剤と比較して，湛水深や風，圃場条件（面積，表層剥離，藻類）等の影響を受けやすく（日本植物防疫協会），除草効果の低下リスクが高いとされる。ジャンボ剤を湛水深5cmまた

は2cmで使用した場合，2cmではホタルイの除草効果が劣ることが報告されている（吉沢ら 1998）。このことから，今回の調査でホタルイやノビエ等の比較的防除しやすい草種が増加していたことは，剤型の変遷も一因であると推察される。なお，ホタルイについては，宮城県でも増加が報告されており（大川ら 2015），同県で確認された新規ALS阻害剤交差抵抗性個体（大川ら 2014）との関係性が示唆されている。当県においては新規ALS阻害剤の抵抗性検定を実施していないため，抵抗性個体の有無は明らかとなっていないが，同様の草種増加が今後も見られる場合，追加の調査が必要である。

水稲一作あたりにおける除草剤の時期別平均使用回数を図-8に示した。初期剤の平均使用回数は2002年には0.21回であったが，2022年には0.24回となり，大きな変化が見られなかった。前述のとおり除草作業の省力化が進みつつあるが，安定的効果を期待し，初期剤の体系処理を実施している経営体が，現在も一定数存在していることが明らかとなった。また，中後期剤の平均使用回数は2002年には0.24回であったが，2022年には0.41回まで増加している。これは，中後期剤にジャンボ剤や拡散性

粒剤といった省力剤型が普及したこと，乗用管理機やドローン等散布機の導入が進んだことが影響していると考えられる。そして中後期剤の使用が容易になったことにより，一発処理剤のみで抑えなくても，中後期剤で防除できるという思考に変化した可能性がある。今回の調査は移植後50日頃，すなわち後期剤の散布前後という時期でもあった。そのため，一発処理剤で防除できなかった雑草をまだ確認することが可能であったとみられる。これまで十分に防除できていたウリカワやオモダカが今回増加傾向となったことは，「一発処理剤＋中後期剤」の体系除草が一部経営体で常態化しつつあることが考えられる。

② ヒレタゴボウ拡大の背景

今回の調査において，当県におけるヒレタゴボウの発生や蔓延状況が明らかとなった。発生程度が「中発生」以上では，水稲収穫時に手取り除草を行ったり，コンバインを低速走行したりすることが求められ，労働力や作業時間が増加することが想像できる。さらに，同じアカバナ科のチョウジタデは，多発生の場合，肥料の収奪や競合等により水稲の生育にも影響するため（森田ら 2014），ヒレタゴボウにお

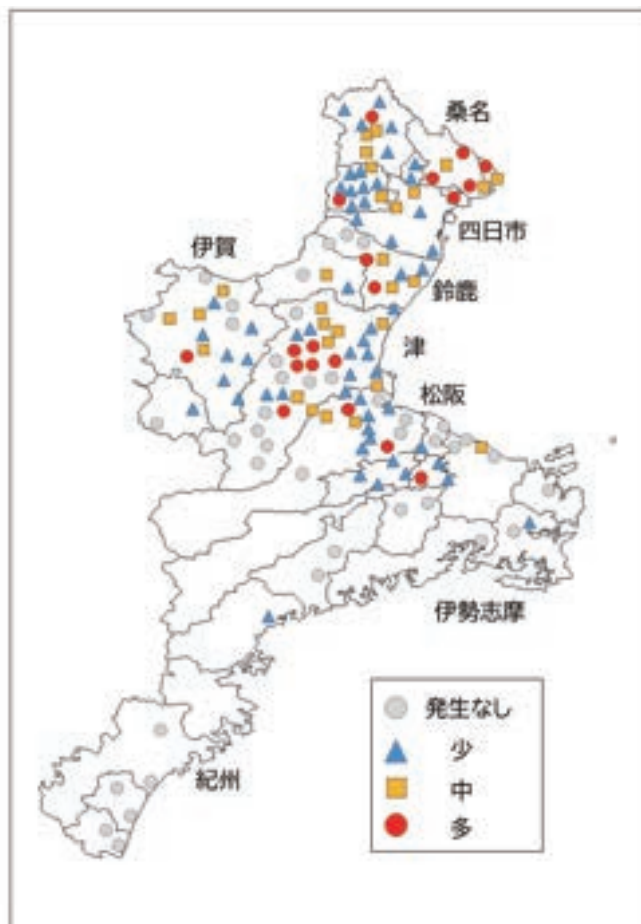


図-9 ヒレタゴボウの分布と発生程度



図-10 ヒレタゴボウの種子
注) スケールの1メモリは1mmを示す。

おわりに

今回の調査においては、ノビエやホタルイ等の発生が過去最多となり、ウリカワ及びオモダカも再び増加していることが確認された。これらの草種は、防除方法が既に確立されており、有効な除草剤も複数あることから、除草剤の適正使用が徹底されれば、十分に対処することが可能と考えられる。また、コウキヤガラ等は今回の調査で初めて確認された地域があり、ヒレタゴボウは県内ほぼ全域に発生及び被害が拡大しており、これら草種発生の広域化については人為的な伝播も背景にあると推察された。今後も経営体の規模拡大は続いていくとみられ、今回のような草種の増加や拡大が起こり得ると考えられる。このような草種の変動に対して、三重県農業研究所では引き続き各機関と連携して、防除技術の開発等に努めていく。

謝辞

今回の調査は（一社）三重県植物防疫協会との共同研究により実施した。また、農研機構中日本農業研究センターの内野彰博士には調査に同行いただき、多くの助言をいただいた。三重県中央農業改良普及センター及び地域農業改良普及センターの皆様には各地域の調査にご協力いただいた。ここに

いてもその可能性が懸念される。

県内におけるヒレタゴボウの分布状況を地図化したところ（図-9）、伊勢湾沿いの平坦部だけでなく、県境に近い伊賀地域等の中山間部においても発生が見られたうえ、河川等水系の異なる遠地においても確認された。ヒレタゴボウの種子は長さ0.3mmと小さく（図-10）、千粒重も19mgと軽いため（浅井 2015）、調査以前は風や水等による自然伝播が拡大の要因であると想定していた。しかしながら、今回の調査結果において山地や水系を超える広域的な発生が見られたことから、ヒレタゴボウについても前述のとおり人為的な伝播が大きく影響していると考えられた。すなわち、微小な種子がトラクタやコンバイン等の作業機に付着し、人間の活動を通じて移動したことが、短期間で広域的に広まった要因で

あると推察された。

また、ヒレタゴボウの発生地点数は、6月の水田残草実態調査では23地点のみであったが、8月のヒレタゴボウ実態調査では103地点まで増加した。6月には4～5葉齢程度の大きさであったが、8月には水稻よりも大きくなり、開花している個体も多数あった。当県での試験においても、ヒレタゴボウは発生が不斉一であり、出芽後の成長速度が早いことが明らかとなっている（データ省略）。そのため、発生の初期段階を見落としたり、収穫前日数の超過によって農薬散布のタイミングを逃したりする可能性が高く、これが被害拡大の一因であると考えられる。今後の拡大を防ぐためには、発生動態や防除適期等を解明していくことが重要である。

記して心より御礼申し上げる。

参考文献

浅井元朗 2015. ヒレタゴボウ.「植調雑草大鑑」.全農教, 67.
伊藤操子 1993. II -6. 雑草の伝搬.「雑草学総論」.養賢堂, 95-103.
神田幸英・浅野泰彦 2003. 三重県における水田雑草の残草実態. 雑草研究 48(別), 248-249.
大川茂範・北川誉紘・青木大輔・内野彰 2013. 宮城県の水稲作圃場における ALS 阻害剤交差抵抗性イヌホタルイの確認. 雑

草研究 58(別), 94.
森田弘彦・浅井元朗 2014. チョウジタデ.「原色雑草診断・防除辞典」.農文協, 解説水 3- 水 4.
日本植物防疫協会 2002. 農業種類別県別出荷数量表.「農業要覧 2002」, 212-392.
日本植物防疫協会 2012. 農業種類別県別出荷数量表.「農業要覧 2012」, 218-412.
日本植物防疫協会 2022. 農業種類別県別出荷数量表.「農業要覧 2022」, 224-425.
日本植物防疫協会 適正使用と適切な水管理. <https://japr.or.jp/tekisei/>, (参照 2024-08-20).
農林水産省. 平成 14 年度・平成 24 年度・

令和 4 年度作物統計調査.
大川茂範 2014. 宮城県における除草剤抵抗性水田雑草の現状と課題. 農業および園芸 90(1), 203-210.
大西順平・田畑茂樹・中山幸則 2015. 三重県における水田雑草発生の特徴と変化. 日本作物学会第 240 回講演会.
吉沢長人・小澤啓男・則武晃二・竹下孝史・鴨居道明 1998. 水稲除草剤の投げ込み方式(ジャンボ剤)による省力化施用技術の開発. 雑草研究 43(3), 181-185.

田畑の草種

目処萩・筮萩(メドハギ)

安倍晴明は少しばかり慌てていた。

というのも、3 日前に宮中で卜占を行ったとき持って行った著(今でいう筮竹のこと。古くはノコギリソウの茎が使われていた。)を、村上帝がよく見せてほしいというので置いてきたのだった。ところが事もあらうに、その日の夜、内裏に火が出てしまった。すぐさま式神に取りにいかせようかと思案したのだがすでに遅く、火は著を置いてあった帝の御寝所まで回ってしまっていた。

晴明の使っていた著は、陰陽師の師である賀茂忠行から譲られた著で、唐から持ち帰ったものと言われていた。しかも藤原安子中宮から内裏が新しくなるまでの間どこに難を避ければよいかを占ってほしいと問われ、その卜占をするにも著が必要であった。しかし、早速に著が準備できるわけでもなく、陰陽寮の誰かに借りるわけにもいかず、思案に暮れていたところであった。その時、師の賀茂忠行の言葉を思い出した。もし著がすぐさま手に入らないときには萩の茎がその代わりを担ってくれるであろうから、萩を探せばよいということ。

晴明は式神を使って萩を探させた。時節は秋。萩も花を付けているだろうからすぐに見つかるだろうと思っていた。しかし式神が持って帰ってくる萩は、花が咲いているのはいいとしても盛んに枝分かれていますり、先がしな垂れていたり、地面を這っていたりして著には使えないような萩がほとんどであった。そんな中で、ある式神が枝分かれていますり東になった萩を持ってきた。葉や花は密についていて枝分かれていますはいるが茎はしっかりと木のようにまっすぐであった。聞けば川の土手に生えていたという。すぐに晴明はすべての式神をそこに向かわせ、できるだけ多くの萩の茎を採ってこさせた。

採ってきた萩の茎を 1 本ずつに分け、その茎から葉や花、枝分かれていまする茎をしごきとらせた。そうしてその茎の中からできるだけ太さが一定のものを選り、葉や花のつけねの凹凸をやすりで丁寧に削り取らせた。それらを一定の長さに揃え 50 本をまとめると賀茂忠行が言っていた著として卜占に使う

須藤 健一

には十分であると思われた。この時に安倍晴明が使った萩がメドハギであった。

メドハギはマメ科ハギ属の多年草。全国の日当たりの良い草地や道端、堤防や河川敷などでみられる。背丈は 60cm から 1m ほど。茎は硬く木質化するが冬には完全に枯死し、翌年には新たな茎が立ち上がってくる。茎の基部ではほとんど枝分かれません、主枝や途中から出た枝はほぼ上へと伸び、竹箒を逆さまに立てかけたような姿になり、遠くからでも区別しやすい。葉は 3 出複葉、小葉は幅が狭くくさび形～倒披針形で先が丸い。頂小葉が側小葉よりやや大きい。茎の周りに房のように付く。8 月～10 月頃に葉腋に淡黄色の花を数個ずつ付ける。旗弁に紅紫色の斑点が出る。閉鎖花もよくできる。

萩は万葉の時代から秋の七草の一つとして愛でられてきた。その万葉人が愛でた萩はヤマハギであったと考えられているが、メドハギはヤマハギと比べると丈も低く花色もヤマハギの紅紫色と比べて淡黄色と目立たず、あまり見向きされなかったようである。しかし陰陽師たちにとっては卜占時の著として重宝されていたのであろう。



乾田直播水稻の出芽揃期および出穂期予測モデルの開発

農研機構中日本農業研究センター
転換畑研究領域

澤田 寛子・大角 壮弘

はじめに

わが国の水田農業では、農業従事者数の減少と担い手生産者への農地集積によって急速に経営規模が拡大しており、生産効率の向上や作業分散が求められている。水稻移植栽培では、育苗と移植の作業が稲作業全体の約27%を占めている（農林水産省大臣官房統計部 2020）ため、これが不要となる直播栽培（水田に直接種を播く栽培方法）は生産コストと労働力の削減につながる有効な技術として期待されている。また、作業分散のためには作業ピークである播種・移植期さらに収穫期の分散が不可欠であるが、直播栽培を導入することで同一品種であっても直播と移植で分けることにより水稻の発育ステージをずらし、収穫期を分散することができる。

このように様々な栽培方法で複雑化する作業を効率的に管理するためには、移植栽培、直播栽培ともに精度の高い発育予測が重要となる。播種前に入水、代かきをする湛水直播栽培と異なり、乾田直播（乾直）は畑条件に播種するため作業速度が速く、初期の灌漑水が不要なため、作期分散により適応した栽培法である。ただし、乾直では代かきを行わないため水田に水が溜まりにくく、肥料や除草剤の効きが悪くなり、雑草害を受けやすいことが指摘されている（中嶋ら 1992；大谷ら 2013）。乾直の雑草防除には、入水前の乾田期における非選択性除草剤の散

布が重要であるが、水稻への葉害を防ぐため水稻出芽前に実施する必要がある。発育ステージにおける出芽期の予測は栽培管理上重要な情報となる。直播水稻の出芽予測については、生育に必要な下限温度以上の気温を積算する有効積算気温を用いる方法（吉田ら 2001；木村・石岡 2014）や初期に指数関数的挙動を示した後、ある一定の値に飽和するロジスティック式を用いる方法（宮川ら 1996）などが用いられているが、それら構造が異なる発育モデルの予測精度を比較した例はない。

また、適切な施肥や水管理の時期を知るために出穂期の予測も重要であるが、乾直栽培に対応した出穂期予測に関する報告は少ない。宇野ら（2019）は、水稻品種「石川 65 号」の栽培データを用いて、堀江・中川（1990）の出穂期予測モデル（以下、標準モデルとする）のパラメータを決定し、移植水稻および乾田 V 溝直播水稻の出穂期を予測している。予測の誤差を表す出穂期の予測値と実測値の 2 乗平均平方根誤差（RMSE）は 2.27 日と非常に予測精度が高かった。この予測精度の高さは、宇野らの手法は乾直も含めて出芽揃期を予測モデルの起点としているためと考えられる。従来水稻発育予測モデルは、移植栽培における出芽揃期（播種個体の約 80% が出芽）を起点とするモデルであるが、直播栽培では播種日を起点とするモデルが必要となる。しかし、乾直栽培では播種から出芽揃までの期間、乾燥や低温など環境条件の影響を受けやすいことが報

告されており（安本ら 2020）、乾直における播種から出芽までの過程をモデルに含めることで、乾直栽培の出穂期予測精度を向上できる可能性がある。

そこで本研究では、早晚性が異なる品種を対象に関東で行った乾直水稻の作期移動試験により収集した発育データをもとに、まず播種から出芽揃期までを予測するモデルを検討した。次に、出芽揃期予測モデルと標準モデルの組み合わせにより、出芽を考慮しないモデルと比較して、乾直水稻の出穂期予測精度を向上させることが可能か検討し、新たな乾直水稻の出穂期予測モデルを提案した。なお、本稿は澤田ら（2023）の内容を一部抜粋、改変して再編集したものである。

材料および方法

1. 発育データの収集と気象データ

本研究では、茨城県つくばみらい市にある農研機構谷和原水田圃場、茨城県龍ヶ崎市生産者圃場、千葉県横芝光町生産者圃場における 2014 年から



図-1 乾田直播水稻の出芽揃期頃の様子（茨城県つくばみらい市）

表-1 出芽揃期の予測に使用した DVR 式

式番号	DVR式	説明	文献
1	$DVR = \frac{T - T_b}{TU}$	有効積算気温	吉田ら (2001), 木村・石岡 (2014)
2	$DVR = \frac{1}{G_1} \times \frac{1}{1 + \exp\{-A_1(T - T_{h1})\}}$	ロジスティック式	宮川ら (1996)
3	$DVR = \frac{1 - \exp\{-A_1(T - T_{h1})\}}{G_1}$	飽和型関数	Horieら (1995)
4	$DVR = \frac{1}{G_1} \times \exp\left(\frac{1}{273.15 + T_s} - \frac{1}{273.15 + T} \times \frac{E}{8.31}\right)$	アレニウス式に基づく温度変換日数式	金野・杉原 (1986), 古畑・原 (2013)
5	$DVR = \frac{1}{G_1} \times \frac{2(T - T_b)^\alpha (T_o - T_b)^\alpha - (T - T_b)^{2\alpha}}{(T_o - T_b)^{2\alpha}}$	β 関数	Wang and Engel (1998)
6	$DVR = \frac{1}{G_1} \times \left[\left(\frac{T - 5}{T_o - 5} \right) \left(\frac{42 - T}{42 - T_o} \right)^{\frac{42 - T_o}{T_o - 5}} \right]^\beta$	パラメータを最少化した β 関数	Nakagawaら (2005)

いずれの式も DVR の計算値が負となる条件では、DVR=0 とした。

式1 TU: ある発育相が完了するまでの有効積算気温 (°C), T_b : 下限温度

式2, 3 A_1 : 温度に対する反応係数 (°C⁻¹), T_{h1} : DVR が最大値の 1/2 になるときの気温 (°C), G_1 : 対象とする発育相の最小日数 (日)

式4 T_s : 標準温度, E : 活性化エネルギー

式5, 6 T_b : 下限温度, T_o : 最適温度, T_c : 上限温度, α は $\alpha = \ln 2 / \ln[(T_c - T_b)/(T_o - T_b)]$ で表される。 β : 温度反応に関する係数

2020 年までの水稻の栽培試験結果から、早生品種「ふさこがね」、中生品種「コシヒカリ」、晩生品種「あきだわら」の乾直栽培の発育データを抽出して利用した。各品種の種子は乾籾を使用し、播種深度 2 ～ 3 cm として、手播きおよび不耕起播種機により播種した。各年次の播種日、出芽揃期 (図-1)、出穂期を発育モデルのパラメータ決定に利用した。出穂期予測モデルの精度評価に、新潟県農業総合研究所、富山県農林水産総合技術センター、石川県農林総合研究センター、千葉県農林総合研究センターから提供いただいた栽培試験の結果を利用した。

気象データは、谷和原水田圃場は気象観測装置の観測値を使用した。気象観測装置がない栽培地については、1 km×1 km のメッシュの農研機構メッシュ農業気象データ (大野ら 2016) に試験圃場の緯度・経度を入力して抽出した日平均気温を用いた。日長時間は日照時間とし、緯度と暦日から計算される赤緯と時角により算出した (長澤 1999)。

2. 出芽揃期予測モデル

出芽揃期の予測には、気象観測値から日々の発育速度 (DVR) を計算し、発育段階の量的な変化を推定する発育指数 (DVS) 法 (堀江・中川 1990) を用い、播種時の DVS を 0 として、播種日の翌日からの DVR の積算値が 1 に達する日を予測された出芽揃期とした。出芽揃期までの DVR はその日の日平均気温 (T) の関数と仮定して、表-1 の 6 つの式を比較した。各 DVR 式から推定した出芽揃期の推定値と実測値の残差二乗和が最小になるように、各 DVR 式のパラメータを Python (version 3.9.7) ライブラリの Differential Evolution (差分進化法) により決定した (Storn and Price 1997)。

3. 出穂期予測モデル

出穂期の予測には、出芽を考慮しないモデルをモデル A とし、播種日から出穂期を以下の標準モデル式のみで予測した。パラメータ決定に用いたデータは出芽揃期の実測値も記録されているため、モデル B として実測の

出芽揃期を起点とした出穂期も標準モデル式で予測した。予測出芽揃期で分割するモデルをモデル C とし、出芽揃期予測式の中で予測精度が高かった 2 つの式と標準モデル式とを組み合わせ出穂期を予測した (モデル C-2, C-4)。

標準モデル式

$$DVR = \frac{1}{G_2} \times \frac{1 - \exp\{B(L - L_c)\}}{1 + \exp\{-A_2(T - T_{h2})\}}$$

ここで、L は日長時間 (h), T は日平均気温 (°C), A_2 は温度に対する反応係数 (°C⁻¹), B は日長に対する反応係数 (h⁻¹), T_{h2} は DVR が最大値の 1/2 になるときの気温 (°C), L_c は限界日長 (h), G_2 は対象とする発育相の最小日数 (日) である。なお、 $L \geq L_c$ の場合には $DVR = 0$ とする。各モデルで推定した出穂期の推定値と実測値の残差二乗和が最小になるように、標準モデル式のパラメータを差分進化法により決定した。

表-2 播種から出芽揃期を予測する DVR 式の予測精度

品種	データ数	式1			式2			式3		
		r	RMSE	MAE	r	RMSE	MAE	r	RMSE	MAE
ふさこがね	21	0.761	4.36	3.81	0.780	4.17	3.62	0.739	4.48	3.76
コシヒカリ	20	0.780	4.37	3.70	0.807	4.09	3.55	0.725	5.32	4.15
あきだわら	22	0.741	4.32	3.68	0.744	4.30	3.68	0.599	5.73	4.32
品種	データ数	式4			式5			式6		
		r	RMSE	MAE	r	RMSE	MAE	r	RMSE	MAE
ふさこがね	21	0.776	4.19	3.62	0.726	4.41	3.81	0.720	4.71	3.86
コシヒカリ	20	0.807	4.05	3.20	0.806	4.09	3.55	0.780	4.36	3.85
あきだわら	22	0.726	4.40	3.64	0.735	4.41	3.73	0.727	4.48	3.86

一つ抜き交差検証によって算出された出芽揃の予測値と実測値間の相関係数 (r), 二乗平均平方根誤差 (RMSE), 平均絶対誤差 (MAE)。

品種ごとに最も高い r, 最も小さい RMSE と MAE を太字で示した。

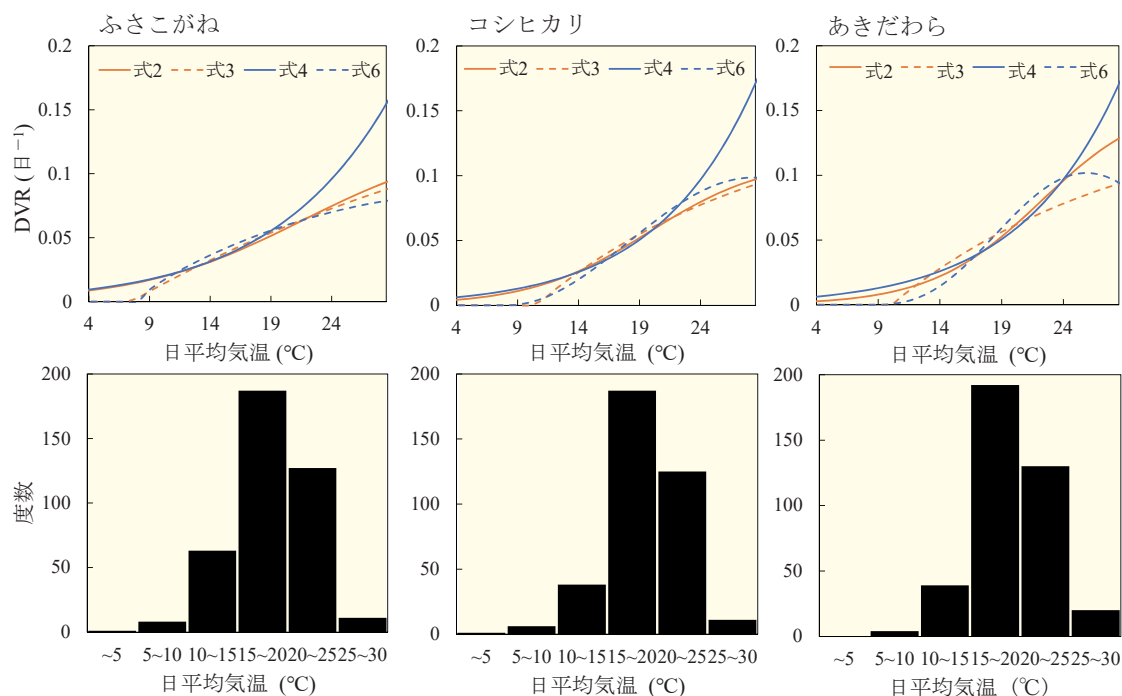


図-2 播種日から出芽揃期における出芽揃期予測式の気温-DVR 曲線と日平均気温の頻度分布

結果および考察

1. 出芽揃期の予測

乾田直播の播種から出芽を予測する先行研究の多くは、有効積算温度法により予測が行われている (宮川ら 1996; 吉田ら 2001; 木村・石岡 2014; 牧ら 2016; 濱寄・根本 2020)。本研究では、単純な有効積算温度法である式 1 による予測よりも、ロジスティック式 2 を用いた場合にいず

れの評価においても予測精度が高まった (表-2)。また、アレニウス式に基づく温度変換日数式 4 の予測精度も高かった。予測精度が高かった式 2, 4 と予測精度が低い式 3, 6 の気温に対する DVR の反応を比較してみたところ (図-2), 式 2 と 4 は日平均気温 10°C 以下の条件でも DVR は 0 にならず、一方、式 3, 6 は気温が 10°C を下回ると DVR が 0 になってしまうために予測精度が低くなったと考えられた (図-2)。種子発芽の第 1 段階である吸水は物理的吸水であり、温度に関わら

ず進む (高橋 1962)。また、第 2 段階である発芽準備期で水稻の浸種水温は 10 ~ 15°C が適するとされているが、5°C 5 日間の浸種であっても、品種によって発芽は遅れるものの催芽 (30°C) 3 日で発芽率 90% に達することが示されており (橋本 1985), 低温条件でも発芽プロセスは進むと考えられる。よって、乾田の播種から出芽揃期を予測した本研究では、低温でも発育が進むロジスティック式を用いたモデルの予測精度が高くなったと考えられた。既報のいくつかは浸種粉・催芽粉を播

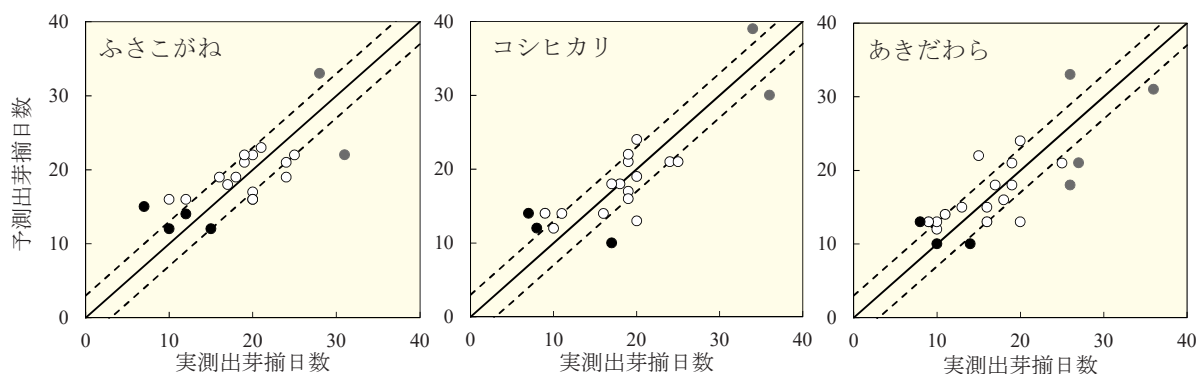


図-3 出芽揃期までの日数の実測値と式2を用いた予測値との比較
 予測値は一つ抜き交差検証による検証結果を示す。実線は誤差0日、点線は実測±3日を示す。灰色の丸は
 出芽揃まで26日以上かかったデータ、黒丸は6月中旬以降の極晩播のデータを示す。

表-3 パラメータ決定用データの交差検証による出穂期予測モデルの予測精度の比較

品種	データ数	モデルA			モデルB			モデルC-2			モデルC-4		
		r	RMSE	MAE	r	RMSE	MAE	r	RMSE	MAE	r	RMSE	MAE
ふさこがね	21	0.947	4.58	3.81	0.968	3.59	2.52	0.945	4.34	3.52	0.946	4.36	3.48
コシヒカリ	20	0.981	3.02	2.30	0.985	2.66	2.20	0.981	2.72	2.10	0.978	2.88	2.20
あきだわら	22	0.962	4.22	3.23	0.973	3.52	3.05	0.972	3.56	2.59	0.972	3.61	2.59

一つ抜き交差検証によって算出された出穂期の予測値と実測値間の r と RMSE, MAE。

品種ごとに最も高い r 、最も小さい RMSE と MAE を太字で示した。

種する乾直栽培であり(宮川ら 1996; 木村・石岡 2014)、温度依存性が低い吸水過程をモデルに考慮する必要がないため、有効積算温度法が選択されたのかもしれない。早生品種の「ふさこがね」は気温が 10°C 以下のときの式2, 4における DVR が高い(図-2)ことから、低温での出芽速度が他2品種とは異なる可能性も示唆された。

予測出芽揃期の RMSE は、3品種共通して予測精度が高い式2において「ふさこがね」で4.17日、「コシヒカリ」で4.09日、「あきだわら」で4.30日であった(表-2)。濱寄・根本(2020)らは乾直水稻の出芽始について、許容される予測誤差は RMSE が3日程度と述べている。出芽始と出芽揃期で予測した発育ステージが異なるため、単純な比較はできないが、本研究で用いたモデルによる出芽揃期の予測精度はやや不足していると考えられた。3品種ともに出芽揃期までの日数が26日以上要したデータ、さらに「コシヒカリ」と「あきだわら」では6月中旬以降の極端な遅播きになったデータへ

の当てはまりが悪く(図-3)、データ点数の少ない低温または高温に対する DVR の予測精度が不十分であることや、気温以外の土壤水分条件などが影響している可能性が考えられた。それらの極端な条件を除くと、RMSE は「ふさこがね」で3.39日、「コシヒカリ」で3.27日、「あきだわら」で3.46日となり、許容される範囲の誤差と考えられた。

2. 出穂期の予測

本研究で出芽揃期の予測精度が高かった2つの式による出芽揃期予測モデルと標準モデルを組み合わせることで、乾直水稻の出穂期予測精度が向上するか検討した。まず、パラメータ作成に使用したデータを学習データと検証データに分割して行う交差検証では、播種日から出芽を考慮せずに標準モデルのみによって出穂期を予測した場合(モデルA)と比較し、実測出芽揃期から(モデルB)の出穂期の予測精度は3品種とも大きく向上した(表-3)。また、出芽揃期予測モデルと組

合せて予測出芽揃期から出穂期を予測するモデルCによっても誤差が小さくなり、予測精度が向上した(表-3)。福井県の例では、湛水直播栽培の「ハナエチゼン」および「キヌヒカリ」において、深播きの場合等には播種期を起点とする DVR の推定式より苗立ち期を起点とした推定の方が、幼穂形成期、出穂期の推定誤差が小さいことが報告されている(酒井ら 2000)。乾籾を用いた乾直において出芽・苗立ち過程を考慮した出穂期予測モデルの報告はないが、表-3で示されたように出芽揃期を起点にした出穂期の予測精度は、播種日を起点としたものより大きく向上したことから、直播栽培における出穂期予測精度の向上には、出芽・苗立ち過程をモデルに組み込むことが重要であると示唆された。

次に、パラメータ作成に利用していない評価用データを用いてモデルの予測精度評価を行った結果、出芽を考慮しないモデルAと比較し、予測出芽揃期で分割したモデルC-2では、「コシヒカリ」と「ふさこがね」は予測誤

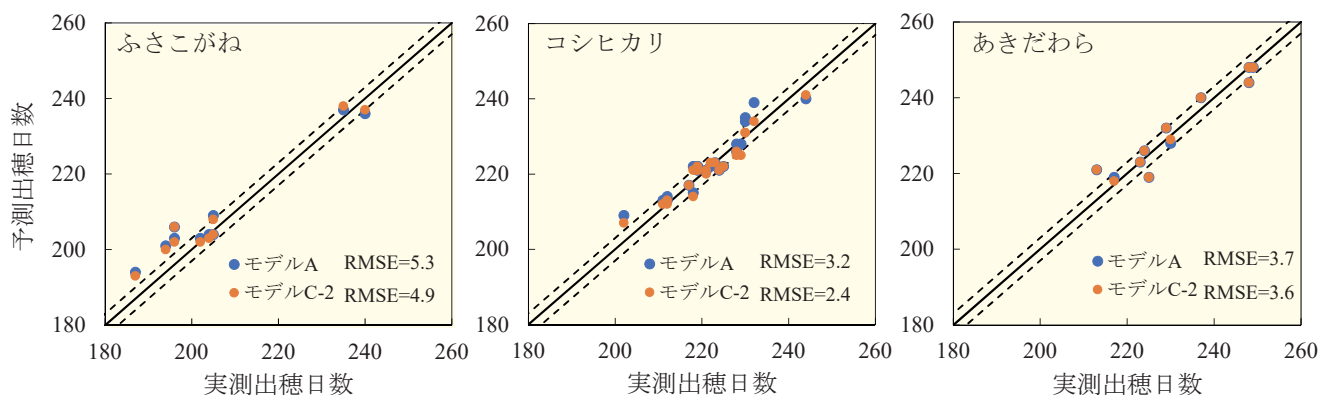


図-4 出穂期の実測値と出穂期予測モデル A およびモデル C-2 を用いた予測値との比較
パラメータ決定に用いていない検証用データに対する予測。実線は誤差 0 日、点線は実測 ±3 日を示す。

差 RMSE が大きく改善し、「あきだわら」においてもやや RMSE が小さくなった (図-4)。「あきだわら」において、予測出芽揃期で分割したモデルで予測精度があまり向上しなかった理由として、学習データの不足や偏りなどにより出芽揃期予測モデルの精度が不十分であることが考えられた。

表-3 で示したように 3 品種すべてにおいて実測の出芽揃期を用いた出穂期予測モデル B が、予測出芽揃期で分割するモデル C よりも出穂期の予測精度が高いことから、乾田直播栽培においてより精度が高いモデルを作成するには、出芽揃期の予測精度の向上が重要であることが示唆された。古畑・原 (2014) は、日平均気温ではなく、最高気温と最低気温を組み入れたアレニウス式により低温条件の出芽率の推移をより精度よく推定可能なことを報告している。また、本研究では、乾籾の吸水過程を気温のみで説明したが、今後は土壌水分等の吸水に関わる要因をモデルに組み込むことや、最高最低気温を考慮することにより、出芽揃期の予測精度向上が可能かどうか検討する必要があるだろう。

おわりに

以上のように、乾直播籾の出芽揃期の予測モデルおよび出芽過程を考

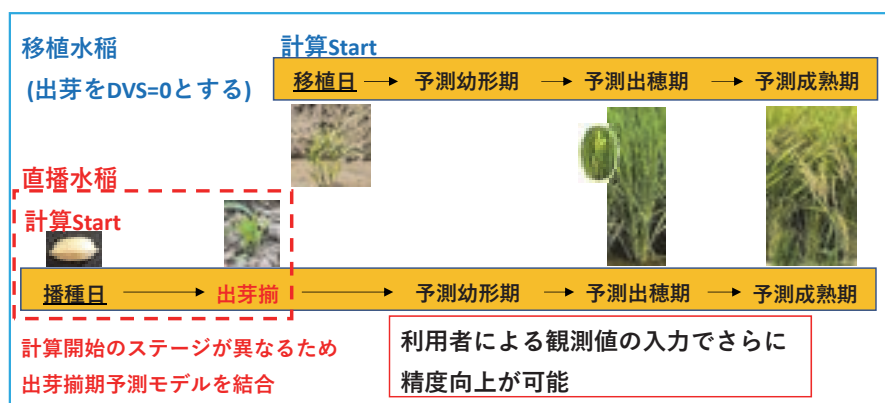


図-5 直播水稻発育予測 API の概要

慮した出穂期予測モデルを開発した。出芽揃期の予測においては低温でも発育が進むロジスティック式の予測精度が高かった。出穂期の予測においては播種日から出芽揃期を予測し、予測出芽揃期から出穂期を予測するモデルにおいて、播種から出穂期を直接予測するモデルよりも予測精度が高いことが示された。ただし、出芽揃期実測値からの出穂期予測精度が最も高かったことから、乾直播栽培の出穂期の予測精度をより高めるためには、出芽揃期予測精度の向上が重要であることが示唆された。

本研究で開発したモデルは「NARO 栽培管理支援 API16 水稻 直播発育予測」として、農業データ連携基盤 WAGRI を通じて提供されており、地点情報 (緯度・経度)、モデルのタイプや品種、播種日を入力することで、

出芽揃期や幼穂形成期、出穂日、成熟日の予測値を出力する機能を備えている (図-5)。さらに、出芽揃期、幼穂形成期、出穂期のいずれかの観測値の入力があれば、その後の予測値を補正する機能も備えている。現在はまだ品種数が限られているが、今後さらに栽培データを蓄積し、対応品種を順次拡大していく予定である。

謝辞：

新潟県農業総合研究所、富山県農林水産総合技術センター、石川県農林総合研究センター、千葉県農林総合研究センターの皆様には栽培データの提供をご快諾いただいた。現地圃場調査においては、有限会社横田農場、農事組合法人アグリさきもとの 2 法人にご協力いただいた。また本研究の遂行にあたって、農研機構中日本農業研究

センターの安本知子氏・小島誠氏，農研機構 農業情報研究センターの中川博視氏には，共同研究者として多大なご協力をいただいた。出穂期予測モデルの作成には，「PyCroParasol (農研機構職務作成プログラム 機構-X15)」のソースコードの一部を使用した。ここに記して心より御礼申し上げます。

引用文献

- 古畑昌巳・原嘉隆 2013. アレニウス式とアメダス気象データを利用した北陸地方における湛水直播栽培の播種早限の推定. 日本作物学会紀事 82, 402-406.
- 古畑昌巳・原嘉隆 2014. 平均気温と気温日較差が寒冷地における湛水直播水稻の出芽・苗立ちに及ぼす影響. 日本作物学会紀事 83, 203-209.
- 濱崎孝弘・根本学 2020. 北海道の乾田直播水稻の雑草防除時期判断支援を目的とした水稻出芽始予測法. 生物と気象 20, 49-54.
- 橋本良一 1985. 水稻における水温および浸種日数と発芽率との関係. 北陸作物学会報 20, 11-12.
- 堀江武・中川博視 1990. イネの発育過程のモデル化と予測に関する研究 第1報 モデルの基本構造とパラメータの推定法および出穂予測への適用. 日本作物学会紀事 59, 687-695.
- Horie, T., Nakagawa, H., Centeno, H.G.S. and Kropff, M.J. 1995. The rice crop simulation model SIMRIW and its testing. In: Matthews, R.B., Kropff, M.J., Bachelet, D. and van Laar, H.H. eds., Modeling the Impact of Climate Change. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, 51-66.
- 金野隆光・杉原進 1986. 土壌生物活性への温度影響の指標化と土壌有機物分解への応用. 農業環境技術研究所報告 1, 51-68.
- 木村利行・石岡将樹 2014. 水稻乾田直播栽培における「つがるロマン」, 「まっしぐら」の生育予測. 東北農業研究 67, 3-4.
- 牧夏海ら 2016. 水稻-麦類二毛作体系における水稻の麦間直播技術の実態と技術展開について. 中央農業総合研究センター研究報告 25, 17-28.
- 宮川英雄ら 1996. 水稻の折衷直播における播種期から出穂期までの発育と気温の関係. 秋田県農業試験場研究時報 35, 27-34.
- 長澤工 1999. 日の出・日の入りの計算. 地人書館, 東京, 1-160.
- Nakagawa, H., Yamagishi, J., Miyamoto, N., Motoyama, M., Yano, M. and Nemoto, K. 2005. Flowering response of rice to photoperiod and temperature: a QTL analysis using a phenological model. Theor. Appl. Genet. 110, 778-786.
- 中嶋泰則ら 1992. 水稻の不耕起乾田直播栽培に関する研究 出芽率及び初期生育の促進法. 愛知農総試研報 24, 11-18.
- 農林水産省大臣官房統計部 2020. https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500201&tstat=000001013460&cycle=7&year=20200&month=0&tclass1=000001013651&tclass2=000001019774&tclass3=000001164327&stat_infid=000032186328&tclass4val=0 (2022/10/20 閲覧).
- 大野宏之ら 2016. 実況値と数値予報, 平年値を組み合わせたメッシュ気温・降水量データの作成. 生物と気象 16, 71-79.
- 大谷隆二ら 2013. 大区画圃場におけるブラウ耕乾田直播を核とした2年3作水田輪作体系. 農業機械学会誌 75, 220-224.
- 酒井 究ら 2000. DVR 式による福井県の湛水直播水稻の幼穂形成期および出穂期の予測. 福井県農業試験場普及に移す技術 http://www.agri-net.pref.fukui.jp/shiken/hukyu/data/h12/_fukyu1104.pdf (2022/10/20 閲覧).
- 澤田寛子ら 2023. 乾田直播水稻の出芽揃期の予測法および出芽過程を考慮した出穂期予測モデルの開発. 日本作物学会紀事 92, 321-330.
- Storn, R. and Price, K. 1997. Differential evolution - a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces. J. Global Optim. 11, 341-359.
- 高橋成人 1962. 稲種子の発芽に関する生理遺伝学的研究. 東北大学農学研究所彙報 14, 1-87.
- 宇野史生ら 2019. 発育予測モデルによる水稻品種「石川 65 号」の出穂期推定. 北陸作物学会報 54, 38-40.
- Wang, E. and Engel, T. 1998. Simulation of phenological development of wheat crops. Agric. Syst. 58, 1-24.
- 安本知子ら 2020. 作期移動をした乾田直播水稻の出穂期予測. 日本作物学会紀事 89, 285-298.
- 吉田朋史ら 2001. 水稻の生育予測診断技術 (第4報) 有効積算気温に基づく不耕起乾田直播水稻の出芽期予測. 愛知県農業総合試験場研究報告 33, 41-48.

気候変動が農業に及ぼす影響と適応 —2023 年の事例を含めた水稻品質、 ダイズ、北海道への適地移動—

九州大学大学院
農学研究院
広田 知良

気候変動による農業生産への様々な影響が深刻化している。2023 年の 9 月末に日本学術会議より、国内農業に対する気候変動の影響と適応策に関する見解が公表された（日本学術会議 2023）。この見解公表後、2023 年は観測史上、最も高温年となり、農業への影響がさらに顕著となった。そこで、本稿では、この日本学術会議での報告をベースに、2023 年の気候が我が国の農業にさらにどのような影響を与えたか、および適応の現状を解説する。気象庁から公開されている気象観測データ（気象庁 2024a）および農林水産省の作物統計データと米穀の農産物検査結果等（農林水産省 2024a; 2024b）を主に用いて、筆者の見解を示す。

本論の構成は、まず、近年の日本の気候の特徴および気温と降水量の変動の傾向を中心に述べる。そして、エルニーニョ現象のような熱帯域での海面温度が世界や日本の気候に与える影響を解説し、今後の傾向を推察する。

次に農業への影響を、全国的視点から、気温の影響が大きく現れる水稻の品質と降水変動の影響が大きいダイズを取り上げる。その後、我が国を代表する農業生産地帯で、かつ寒冷な気候帯にあり気候変動適応の観点では、地理的条件として南北移動の北側で、国内では最も有利とされる北海道での現状と展望を示す。

近年の日本の気候の特徴

近年の日本の気候の特徴として、夏（6－8 月）の極端な高温の頻度が増加している。夏が高温の場合、残暑が続く、秋も高温傾向である。秋の高温が続いた後で、初冬の 12 月に気温が低下して、ようやく低温となる傾向である。冬季（12－2 月）は、寒波によって一時的に低温になるが、全般的には気温は平年より高く、暖冬傾向である。春（3－5 月）は、2015 年以降の気温が平年より高い年が継続しており、2024 年で 10 年連続となった（気

象庁 2024a; 広田ら 2021）。通常は平年より高い年もあれば低い年もあるので、近年の春の傾向は異例ともいえる。2023 年はこのような近年の日本の気候の特徴が良く現れ、全国的に記録の高温となった（図-1、気象庁 2024b）。特に北日本は平年と比べての高温傾向が顕著で、平年値（1991－2020 年の 30 年平均値）と比較して +1.9℃となった。なお、東日本では +1.4℃、西日本では +0.9℃であった。

日本の夏と冬の天候に及ぼすエルニーニョ現象などの海面温度の影響と今後の傾向

地球全体の気温は長期的な上昇傾向である温暖化に加えて、熱帯域にある太平洋中西部の広域の海面温度の状態を示すエルニーニョ現象（あるいはラニーニャ現象）によっても影響を受ける。エルニーニョ現象もラニーニャ現象も発生しない場合は、貿易風（東風）により、海面付近の暖かい海水が太平洋の西側に吹き寄せられる。エル

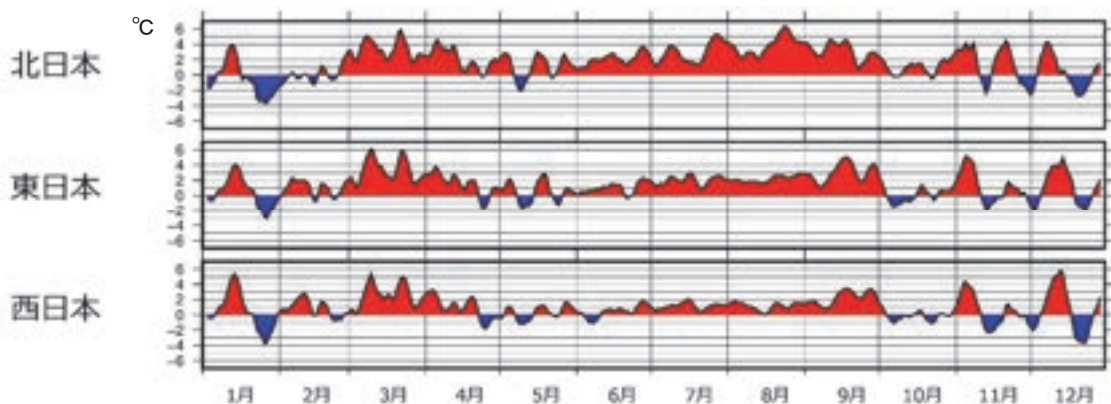
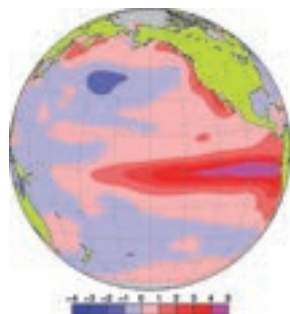


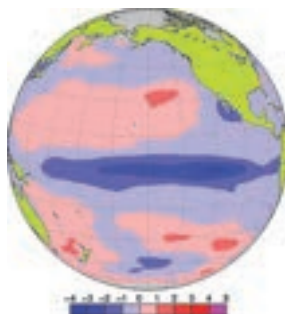
図-1 平均気温平年偏差（5日移動平均）、2021 年 1 月～12 月
気象庁、2024 2023 年（令和 5 年）の日本の天候より引用

エルニーニョ



大気の熱が吸収しにくい
(気温が上昇しやすい)

ラニーニャ



大気の熱が吸収しやすい
(気温が上昇しにくい(停滞期))

地球上の西太平洋赤道付近を中心とした広域の海面温度の状態

<https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/data/elnino/learning/faq/whatiselnino.html>

図-2 1997年11月の月平均海面水温平年偏差(エルニーニョ現象 左)及び、1988年12月の月平均海面水温平年偏差(ラニーニャ現象 右) (気象庁を基に広田追記)

エルニーニョ現象は、太平洋熱帯域の貿易風が通常より弱くなることで発生する。太平洋の西側に溜まっていた暖かい海水が東へと広がる状態である。東側での深海からの冷水の湧昇が減るために、東側で海水温が上昇し、対流活動である積乱雲が盛んに発生する海域が通常より東側にシフトする。エルニーニョ現象発生時は全球の海面温度が全体的に高く、大気の熱が海洋に吸収されにくい傾向で全球の気温も高くなりやすい(図-2, 気象庁 2024c; 2024d)。

逆にラニーニャ現象は、貿易風が通常より強くなることで、太平洋西側で海水温が高くなり、西側海域での対流活動である積乱雲の発生がさらに盛んになる。ラニーニャ現象発生時は全球の海面温度が全体的に低く、大気の熱が海洋に吸収されやすく、この現象が卓越するときは、地球全体の気温も上昇しにくい(図-2, 気象庁 2024c; 2024d)。海洋はエルニーニョ現象の発生が多い時期であるエルニーニョモードとラニーニャ現象の発生が多い時期であるラニーニャモードが、十数年前後で、交互に現れる傾向にある(図-3)。ちなみに、1998年に大規模エルニーニョの発生後、2015年前後ま

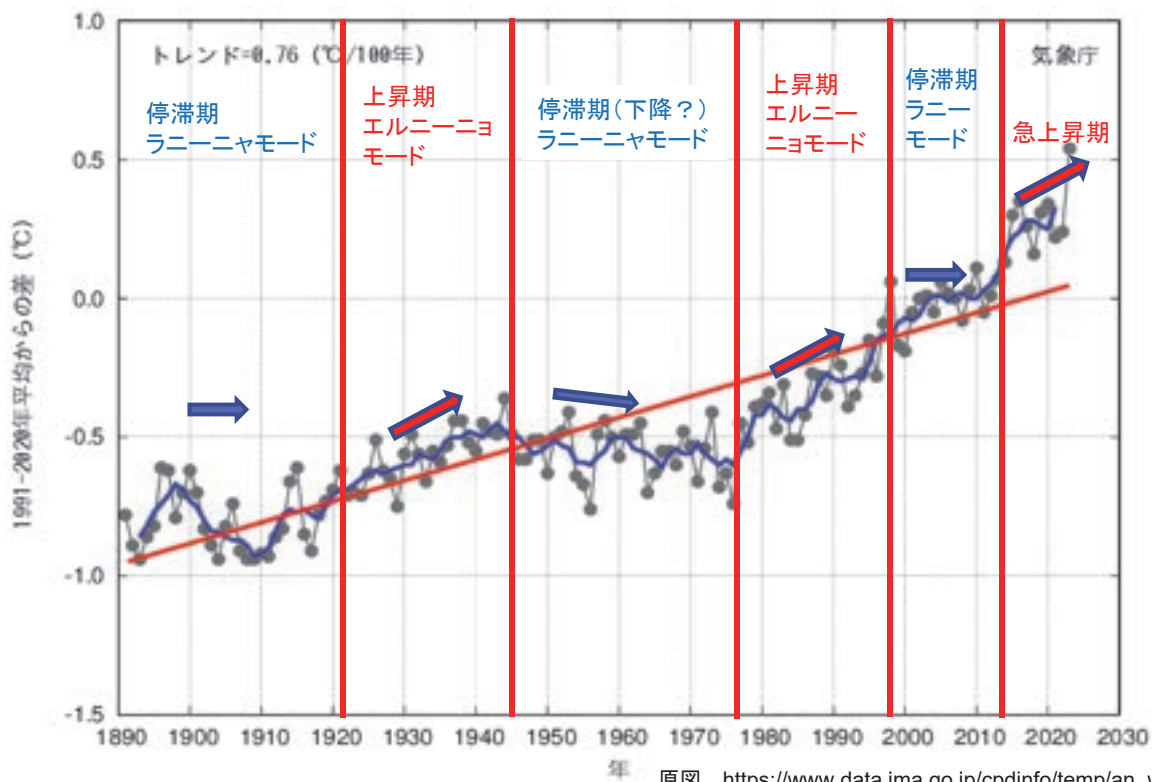
では、ラニーニャモードであり、この時期の地球全体の気温は上昇しにくい停滞期であった(気象庁 2024d; 広田ら 2021)。

日本の天候や気温もエルニーニョ現象やラニーニャ現象により熱帯付近の海面温度の空間分布が変化することで影響を受ける。海面温度の空間分布の変化により、対流活動が活発になる海域分布が変化して、大気場の気圧配置が変わる。特に日本の冬と夏の気圧配置に影響を与える。着目すべきポイントはフィリピン付近の海面温度と対流活動である。

エルニーニョ現象の発生時は、積乱雲が盛んに発生する海域が通常より太平洋東側にシフトするため、西側にあるフィリピン沖の対流活動は不活発となる。そのため、冬は西高東低の冬型の気圧配置が弱まり、大陸からの寒気の吹き出しが弱くなり、暖冬で気温が高めの傾向となる。また、北日本の雪解けは早くなる。夏は太平洋高気圧の張り出しは弱い傾向にあり、そのため、天候は曇りがちとなり日照不足、長雨のリスクが高まる。一方、ラニーニャ現象が発生したときは、フィリピン沖の対流活動が活発になる。その結果、

冬は、西高東低の冬型の気圧配置が強まり、寒冬で気温が低めとなり多雪傾向となる。夏は太平洋高気圧の張り出しが強くなることで晴天日が多く、高温傾向となる(図-4, 気象庁 2024e)。

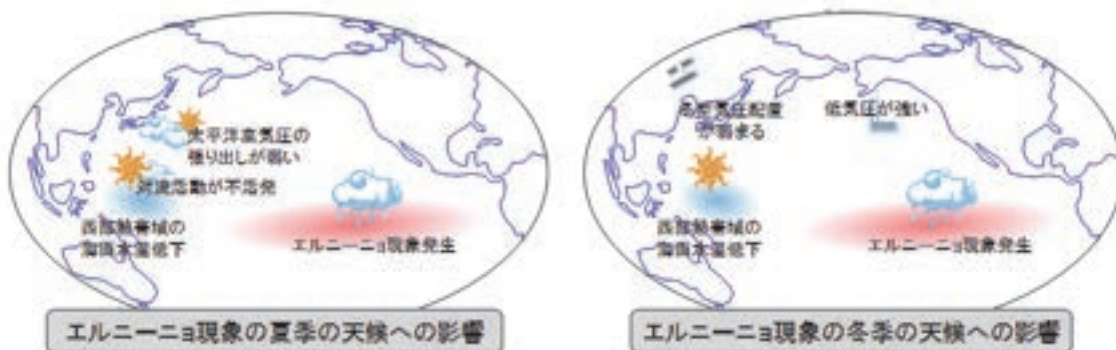
ちなみにエルニーニョ現象やラニーニャ現象以外にも、エルニーニョもどき現象(ラニーニャもどき現象)やインド洋での海面温度分布やダイポールモード現象も日本の天候を左右する。エルニーニョもどき現象(ラニーニャもどき現象)は、熱帯太平洋の東部と西部で海面温度が平年より低く(高く)、中央部で海面温度が高く(低く)なることにより、フィリピン付近の対流活動に影響して、ひいては日本の夏と冬の天候にも左右する(気象庁 2024f)。夏季にインド洋熱帯域で海面温度が高いと、インド洋全域で海面気圧が低めになり、赤道に沿って西太平洋まで低気圧場が伸張する傾向となる。このときフィリピン付近を中心に下降流となり、積乱雲の活動が不活発となり、日本付近では太平洋高気圧の北への張り出しが弱くなり、北日本を中心に多雨・寡照となる傾向があり、沖縄・奄美では高温となる傾向が見られる(気象庁 2024e)。一方、インド洋ダイポールモード現象は、平常時と比較した海面温度や大気の対流活動が、インド洋熱帯域南東部で低温・不活発、西部で高温・活発というように、東と西で逆符号の偏差パターンとなることである。インド洋熱帯域の海面温度が南東部で平常より低く、西部で平常より高くなる場合を正のインド洋ダイ



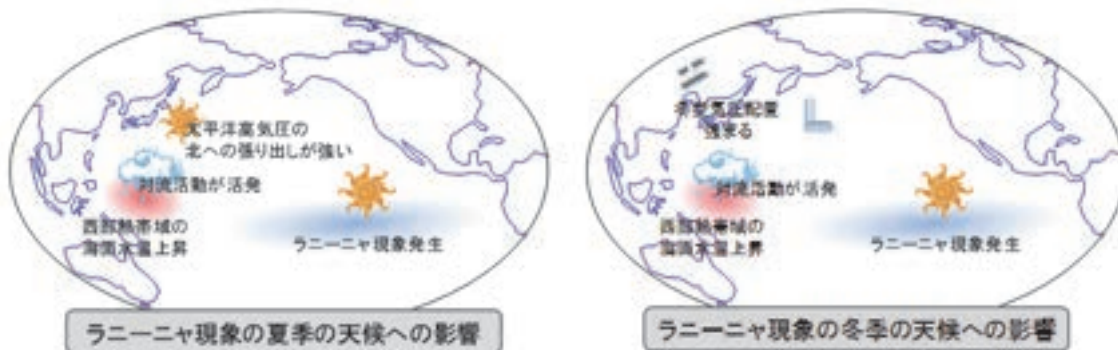
原図 https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_wld.html

図-3 世界の平均気温偏差およびエルニーニョモードとラニーニャモード（気象庁を基に広田改訂）

エルニーニョでは(夏:寡照(日照不足), 暖冬傾向)

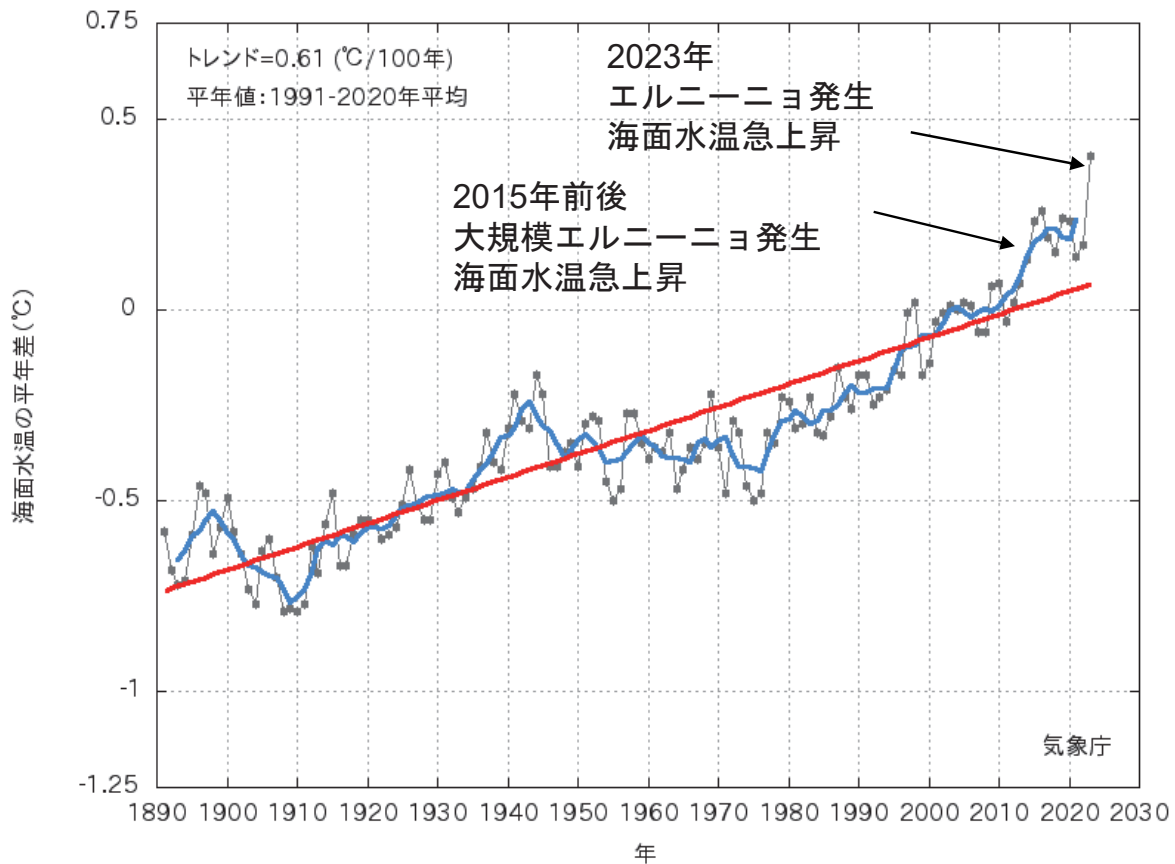


ラニーニャでは(夏:気温:高温, 冬:気温:低温, 多雪傾向)



<https://www.data.jma.go.jp/cpd/data/elnino/learning/faq/whatiselnino3.html> 気象庁

図-4 日本の夏・冬の天候とエルニーニョ, ラニーニャとの関係



https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/shindan/a_1/glb_warm/glb_warm.html

図-5 海面水温の長期変化傾向（気象庁を基に広田説明追加）

ポールモード現象，逆の場合を負のインド洋ダイポールモード現象と呼ぶ。正のインド洋ダイポールモード現象が発生した年は，日本に高温をもたらす傾向が高い（気象庁 2024g）。これらの現象も数年に一度発生する。

このような，海水面温度の影響の観点から，今後，近未来の日本にもたらす気候変動の特徴を推察する。2015年前後の大規模エルニーニョの発生後，1998～2015年前後で生じていたラニーニャモードの気温の停滞期から，地球の気温は再び急激に上昇してきている（図-3）。さらに，この時期から地球の海水面温度も同様に上昇している。その後，2020～2022年，ラニーニャ現象は発生したが，地球全体の海水面温度は2015年以前よりも高い状態が続いている（図-5）。水の熱容量は大気より大きく，一旦温度が上がる

と大気より下がりにくい性質がある。つまり，全球的な海水面温度の上昇傾向からは，地球全体の傾向としては，ラニーニャ的な要素が弱まり，エルニーニョ的な気候がより強まっていると解釈できる。これは，2020年から3年連続でラニーニャが発生し一時的な寒波は発生したものの，冬季の気温は平年より高い傾向が続いていること，春の気温は，2015年以降，高温傾向が継続していること，地球全体の気温が2015年以降，上昇傾向にあることと整合する。さらに，2023年の地球全体の海水面温度は気温と共にさらに上昇している（図-5）。つまり，この海水面温度の傾向から，2015年度以降の春季の高温傾向と全般的な暖冬傾向（寒波は生じるものの）は，今後も継続すると推察される。また，夏が高温の場合，残暑も続き，秋も高温傾向が

継続されやすい。ちなみに，日本の夏は，フィリピン付近の海水面温度が高く，対流活動が活発になりやすい状態の時に高温になりやすい。2023年は，エルニーニョ現象であったが，フィリピン付近の海水面温度は高く，対流活動は活発であったので，日本付近は太平洋高気圧が発達して猛暑となった。エルニーニョ現象発生でもフィリピン付近の対流活動が活発であった要因は，冬まで生じていたラニーニャ現象の影響が指摘されている（気象庁 2023）。全球の海水面温度が全般的に高くなっている状況では対流活動が活発になる時期や地域はより拡大すること考えられる。そのため，エルニーニョ現象でも猛暑になる確率もより高くなっていくことも想定される。

日本の近年の降水変動

気温上昇により大気中に含みうる水蒸気密度（水蒸気圧）は、より急激に増加する。また、温暖化の進行で北日本を含めて、日本の広範囲で高温化を生じている。そのため、短時間での大雨が発生しやすい対流性の降水条件の時期や範囲が広がっている。したがって、同じ場所では対流活動の活発が継続する線状降水帯の発生に伴う梅雨前線や秋雨前線の停滞や、台風等による豪雨災害も激甚化・広域化してきている。そのため、大雨に伴う浸水（冠水、滞水）被害も生じやすくなる。このような降水現象は時空間的に不均一になりやすいため、大雨および短時間強雨の発生頻度は有意に増加する一方で、降雨日数は有意に減少しており（文部科学省・気象庁 2020）、干ばつのリスクも高まっている。また地域毎で大雨や干ばつの被害程度やリスクにばらつきを生じやすい。これらの気象条件は大雨による冠水や滞水による湿害と共に干ばつによる干害や乾燥害リスクも高まっている状況といえる。

また、エルニーニョ現象が高まる傾向では、夏季の長雨や日照不足の可能性も高まると想定される。このような条件では、作物全体として呼吸量に対する光合成量が低下して、病害抵抗性が弱まり、糸状菌（カビ・菌類）や細菌が発生しやすい、すなわち、病害が発生しやすくなる。降雨が開花期前後に続くことで、不稔による収量減少の

リスク、麦類では、収穫期の長雨で、子実の充実が不足していると穂発芽を生じ、また倒伏による品質低下のリスクが高まる（日本学術会議、2023）。

高温が水稻品質に与える影響

夏季の高温はイネに対して、白未熟米や胴割れ米を生じ、品質低下を招く。2023 年は夏季の高温による影響が、新潟の「コシヒカリ」、山形の「つや姫」、北海道の「ゆめぴりか」と国内屈指の高級ブランド米で良く知られている銘柄で顕著に現れたのが象徴的である。

新潟の「コシヒカリ」は高温耐性品種ではなく、2023 年の猛暑で、新潟県の一等米比率は 4.7% と一等米がほとんどないともみさせる状況で過去最低となった（農林水産省 2024b）。山形の「つや姫」は高温耐性品種と評価されており、これまでの年では、高温の影響を受けておらず、山形県の一等米比率は 90% を超えていたが、2023 年は、山形県の一等米比率は 51.1% と、大きく落ち込み、過去最低となった（農林水産省 2024b）。寒冷な気候帯で栽培している北海道の「ゆめぴりか」は、2023 年の記録的な猛暑で初めての高温による基準品率の低下（タンパク質含有量の上昇）を生じた（北海道農政部 2024; 北海道農政部・北海道農産協会 2024）。つまり、山形の「つや姫」と北海道の「ゆめぴりか」の 2023 年の事例は、高温耐性や気象の両面でこれまでの常識が覆されたことが特筆される。近年、様々な高温耐

性品種の開発と普及も進みだしているが（農林水産省 2024c）、2023 年の例のように今後も温度上昇やそれに伴う降水や日照等の気候の変化は急激となることも予想され、さらなる高温耐性品種の開発が求められる、いわゆる“いちごっこ”の状況となると予想される。

また、米の品質低下は高温ばかりでなく、日照不足によっても生じ、北海道も含めて全国的に発生しうる（広田ら 2021; 日本学術会議 2023）。今後、エルニーニョ現象が卓越する気候条件も十分想定されるので、この観点から育種ばかりでなくより高度な栽培技術の開発も一層必要となる。

ダイズへの影響と降水変動

イネと作付けを同じくするダイズの単収は、東北以南の都府県では 2000 年前後の 180kg/10a であったが、2020 年前後は 120 kg/10a であり、20 年で 60kg（約 3 割）も下げる減収傾向である（農林水産省 2024a）。北部九州（福岡県、佐賀県）では 2013 年より以前は、200kg/10a 以上の収量水準で、佐賀県では単収 300kg/10a 近くまで達したこともあり、全国的にもダイズの単収水準が高かった。しかし、2015 年前後以降は、単収は 200 kg/10a を下回る年が続き、100 kg/10a 以下の年もあり、“豊作無し、良くて平年作”と言われるほど状況が悪化している。東北以南ではダイズは畑地ではなく主に水田転換畑で作付けさ

れ、排水条件が良好でないなど、土壌条件が必ずしも、ダイズ栽培に適していない。さらにコムギ収穫後の梅雨時期前後での作付けが多く、このような土壌、作付け条件では、大雨による播種遅れ、初期生育不良、湿害、台風による倒伏などで減収を招きやすい。

2023 年は北部九州では、猛暑、高温ではあったが、これらの大雨による播種遅れ、初期生育不良、湿害、台風による倒伏などが生じない条件となり、たとえば、佐賀県で、単収 211kg/10a と久しぶりに減収を逃れた。また、北海道の十勝やオホーツクでは、ダイズを水田転換畑ではなく本来の畑作物として栽培し、大雨による播種遅れ、初期生育不良、湿害、台風による倒伏も生じにくい作型である。単収も 250 ～ 300kg/10a 前後と高水準である。これらのことから、東北以南のダイズの減収の気象的要因は温暖化による気温上昇が直接的な影響を与えているのではなく、温暖化に伴う大雨などの降水現象の変動が影響を与えており、さらに、必ずしも好適な条件ではない水田転換畑での栽培が、降水による悪影響を助長しているといえる。

北海道の農作物への影響

大規模農業地帯である北海道は国内の農業生産の大きなシェアを占める。したがって、気候変動が北海道農業に与える影響は、国内の農業総生産量に直結する。北海道は寒冷な気候帯であるため、作物の高温影響は生じにくい

と考えられがちである。

ところで、北海道ならではの冷涼な気象条件に適している代表的な畑作物のコムギ（全国シェア約 7 割）、バレイショ（全国シェア約 8 割）、テンサイ（全国シェア 10 割）は、2010 年以降の高温と長雨により、減収年がたびたび生じている（広田ら 2021）。バレイショの単収は近年、長期的にも減少傾向である（農林水産省 2024）。春の低温と夏の高温の組合せが畑作物の減収のリスクを最も高める。春低温と夏高温の組み合わせはラニーニャ現象の時に生じやすい（広田ら 2021）。コムギは夏が高温で登熟期間が短縮され、過繁茂で茎数や穂数が多い状態に日照不足が重なると、子実の充実不足で細麦が多発し、製品収量が低下する。開花時期の多雨も収量を減少させる。テンサイは夏から秋の高温多湿条件が褐斑病などの病害発生を助長し、糖分含量の低下を招き製糖量を低下させる（日本学術会議 2023）。

2015 年以降は春の高温傾向が 10 年連続で継続しており、冬季の積雪・土壌凍結で作期が限定される北海道では初期生育にはプラスの効果となる。ただし、2015 年以降はエルニーニョ傾向の特徴である日照不足や長雨が 2 ～ 3 年に一度の頻度で生じており、この日照不足や長雨による減収を生じている。また、これ以外でも極度の干ばつを生じた場合は減収となる（広田ら 2021）。

2023 年の猛暑は前述のように、水稲にも影響が及んだ。北海道ではタマネギなどの野菜も多くの品目でこれま

でに経験のない顕著な悪影響を生じた。また、テンサイも夏季の高温被害を生じた。一方で、興味深いことに、バレイショとコムギは 2023 年の顕著な高温にも関わらず、減収とならなかった（北海道農政部 2024）。春の高温による初期生育の早まりや改善が、夏季の高温被害を避けることにつながったとみられる（広田ら 2021）。

また、北海道では前述のように春季の気温や生育期の積算気温の上昇により、作物や作型の選択肢が広がりつつあり、新規作物としてサツマイモやラッカセイの導入が図られている（広田ら 2021）。2023 年の気候は、これらの新規作物の導入をさらに広げる機会になったとも考えられる。

謝辞

本原稿は西尾善太氏（東京農業大学）と安武大輔氏（九州大学）に原稿に目を通して頂き、コメントを頂いた。記して謝意を表する。

引用文献

- 気象庁 2023. 令和 5 年梅雨期の大雨と 7 月後半以降の顕著な高温の特徴と要因について～異常気象分析検討会の分析結果の概要～. <https://www.jma.go.jp/jma/press/2308/28a/kentoukai20230828.pdf>. (2024 年 8 月 15 日確認).
- 気象庁 2024a. 過去の観測データ検索. <https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/index.php>. (2024 年 8 月 15 日確認).
- 気象庁 2024b. 2023 年の日本の天候. https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/stat/tenko2023_besshi.pdf. (2024 年 8 月 15 日確認).
- 気象庁 2024c. エルニーニョ / ラニーニャ

現象・<https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/elnino/index.html>. (2024 年 8 月 15 日確認).

気象庁 2024d. 地球温暖化と十年規模変動. http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/mar_env/knowledge/ohc/hiatus.html. (2024 年 8 月 15 日確認).

気象庁 2024e. エルニーニョ / ラニーニャ現象 > エルニーニョ / ラニーニャ現象に関する知識 > 日本の天候に影響を及ぼすメカニズム. <http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/data/elnino/learning/faq/whatiselnino3.html>. (2024 年 8 月 15 日確認).

気象庁 2024f. 太平洋の海面水温に見られる年～数年規模の変動. https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/db/climate/knowledge/pac/pacific_annual.html. (2024 年 8 月 15 日確認).

気象庁 2024g. インド洋に見られる海面水温の偏差パターンと日本の天候. https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/db/climate/knowledge/ind/ind_doc.html. (2024 年 8 月 15 日確認).

北海道農政部 2024. 作物展望. ニューカン トリー 2024 1 月号, 48 - 62.

北海道農政部・北海道農産協会 2024. 令和 6 年度に向けての米づくり. <https://hokkaido-nosan.or.jp/products/rice/komedukuri/page-9643/>. (2024 年 8 月 15 日確認).

広田知良・中辻敏朗・小南靖弘監修 2021. 北海道の最新農業気象. 気候変動に対する営農技術最前線. 北海道協同組合通信社. (2024 年 8 月 15 日確認).

文部科学省・気象庁 2020. 「日本の気候変動 2020 一大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書」(2020 年 12 月公表).

<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/index.html>. (2024 年 8 月 15 日確認).

日本学術会議 2023. 見解 気候変動に対する国内農業の適応策と食料安定供給へ果たす農業生産環境工学の役割. <https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-25-k230926-15.pdf>.

農林水産省 2024a. 作物統計. <https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/index.html>. (2024 年 8 月 15 日確認).

農林水産省 2024b. 米穀の農産物検査結果等. <https://www.maff.go.jp/j/seisan/syoryu/kensa/kome/>. (2024 年 8 月 15 日確認).

農林水産省 2024c. 令和 5 年夏の記録的高温に係る影響と効果のあった温暖化適応策等の状況レポート. <https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/ondanka/attach/pdf/report-70.pdf>.

統計データから

米の全体需給の状況の推移

今年の夏の猛暑は大変であったが、毎日食べる米がスーパーマーケットなどの売り場から姿を消し、「令和の米騒動」とも言われた。9 月に入って新米が出回り落ち着いたが、消費者を一時的に不安にさせた。

そこで、農林水産省のお米を巡る資料から、米の総需要量と生産量・作況指数の推移をポイント的に抜粋し、表-1 に示した。

米の総需要量、生産量ともに年々減少している。需要量は 1963 (昭 38) 年の 1,341 万 t から 2023 (令 5) 年には 804 万 t と 60% に、生産量も 1967 (昭 42) 年の 1,445 万 t から 2023 年には 791 万 t の 55% にまで減少している。

表-1 では需要量に比べ生産量が上回る年をグリーンで、その逆をピンクで示した。1967 (昭 42)、1975 (昭 50)、1977 (昭

52) 年は豊作 (作況指数 112, 107, 105) で米の余剰が問題となり、過剰米処理が行われた。一方、1980 (昭 55)、1993 (平 5)、2003 (平 15) 年は作況指数のそれぞれ 87, 74, 90 と不作年に当たり、生産量は需要量の 80% 台程度にしか確保出来ていない。

このように、米の短期的な需要量には大きな変動がないものの、生産量はその年の気象の影響に左右される不安定性がある。近年の 2015 (平 27) 年以降は、需要量に見合う生産量が安定的に確保されていたが、2024 年の米騒動は前年産の作況指数が 101 と不作ではなかったにも拘わらず、少しの供給と需要のバランスの崩れで生じたものであり、やはり国民の主食である米は余裕のある生産量の確保が重要である。(K. O)

表-1 米の全体需給の状況の推移

年 産	1963	1967	1970	1975	1977	1980	1984	1986	1988
総需要量 万t (A)	1,341	1,248	1,186	1,196	1,148	1,121	1,094	1,080	1,058
生産量 万t (B)	1,281	1,445	1,089	1,317	1,310	975	1,185	1,165	993
作況指数	101	112	93	107	105	87	108	106	97
B/A %	95.5	115.7	91.8	110.1	114.1	87	108.3	107.9	93.9

年 産	1991	1993	1994	1998	2003	2008	2013	2018	2023
総需要量 万t (A)	1,061	971	861	946	891	842	832	813	804
生産量 万t (B)	960	783	1,198	896	779	882	872	821	791
作況指数	95	74	109	98	90	102	102	98	101
B/A %	90.4	80.6	139.1	94.7	87.4	106	104.8	101	98.3

注) 総需要量は、国内消費仕向量 (陸稲を含み、主食用 (米菓・米粉を含む) のほか、飼料用、加工用等の数量) である。

生産量は、国内生産量 (「作物統計」の水陸稲の収穫量の合計に、飼料用米の数量を加えた数量) である。

山梨県の大豆作における 難防除雑草とその防除

山梨県農政総務課

石井 利幸

山梨県担い手・農地対策課

向山 雄大

山梨県総合農業技術センター

上野 直也

1 背景および目的

山梨県の大豆は、主に転作作物として県中北地域を中心に生産されている。作付面積は1940年代の6,000haをピークに減少に転じ、2013年頃からは約200haで推移している（農林水産省）。近年は、大規模法人による受託生産が定着するなど面積の減少は下げ止まっているが、担い手の高齢化などに対応した効率的な栽培管理技術の確立が求められている。また、反収については、全国平均を下回っており、産地の維持、発展のためには、その安定化を図ることが必要になっている。反収の安定化には、その阻害要因を把握し、これに基づいた対策技術を講じることが重要である。大豆の生産性阻害要因には、湿害、窒素施肥、病虫害、雑草害などが挙げられ、それぞれについては多くの研究がなされてきた。例えば、湿害については、耕うん同時畝立播種栽培技術（細川 2004; 2007）、窒素施肥については、深層施肥栽培技術（池田 2000）、病虫害については、茎疫病や黒根腐れ病防除技術（仲川 2019）が確立されている。雑草害については、除草剤を用いた化学的防除（松浦 2005; 澁谷・浅井 2006）、中耕培土による物理的防除（有原 2000）が有効とされ、産地で普及しているが、近年は担い手の高齢化、気候変動などに対応した新たな安定多収化栽培技術を確立する必要性が高まっている（森田 1999; 島田 2006）。ま

た、帰化アサガオ類などの外来種の発生が拡大し、以前にも増して生産性が不安定になっている。本県においても、2015年から3カ年にわたり生産性阻害要因に関する実態把握を行ったところ、マルバルコウなどの帰化アサガオ類やエノキグザなどが残草し、低収化を招いている圃場が散見されている。大豆の雑草対策は全国的な課題となっており、今般、新たに登録された除草剤の除草効果や大豆への影響について検討がなされているが（澁谷 2015; 2019）、播種時期や気象条件が異なるため、産地毎に実証し、最適な防除体系を確立することが必要である。

そこで本稿では、本県大豆産地で発生している草種に対する新規登録除草剤の防除効果を明らかにするとともに、これらを用いた防除体系の実証を行った成果を報告する。

なお、本試験は農林水産省委託プロジェクト「多収阻害要因の診断法および対策技術の開発委託事業」に参画して得られた成果である。

2 試験① 新規除草剤の 除草効果と大豆への影響

試験は2018年に山梨県北杜市内大豆生産圃場2カ所（以下、圃場A、B）で行った。供試品種は本県奨励品種の「あやこがね」を用い、圃場Aは土壌処理剤、圃場Bは茎葉処理剤の検討を行った。試験区は圃場Aがプロメトリン・S-メトラクロール水和剤区（300g/100L/10a、以下PM区）、ジ

メテナミドP・ペンディメタリン・リニュロン乳剤区（500ml/100L/10a、以下DPL区）、慣行区（ジメテナミド・リニュロン乳剤、500ml/100L/10a、以下DL区）、無除草区の計4区、圃場Bがフルチアセットメチル乳剤区（50ml/100L/10a、以下F区）、慣行区（ベンタゾン液剤、150ml/100L/10a、以下B区）、土壌処理剤単用区の計3区（いずれの区も土壌処理剤としてDLを処理）を設けた。圃場条件、栽培様式、試験規模および各薬剤の処理時期などの耕種概要は表-1のとおりである。施肥量、病虫害防除は各生産者の慣行で行った。残草程度の調査は、圃場Aが7月25日（中耕培土時）、圃場Bが8月17日（大豆開花盛期）に区内3カ所で行い、50cm四方内の残草状況を0（発生面積割合0%）、1（1%以下）、2（1～5%）、3（5～10%）、4（10～30%）、5（30～50%）、6（50%以上）の7段階で評価した。大豆への影響については、除草剤処理2週間後の薬害程度を無（薬害なし）、微（薬害あるが減収ないと推定）、小（薬害あり推定減収5%以下）、中（薬害あり推定減収6～15%）、大（薬害あり推定減収16%以上）の5段階で評価し、薬害が発生した区は薬害症状を記録した。さらに圃場Bについては、成熟期に坪刈りを行い、乾燥・脱穀・選粒後、農林省大豆調査基準（農林水産技術会議事務局・農林省農事試験場、1975）に準じて、子実収量、稔実莢数および100粒重を調査した。

圃場Aにおける草種別除草効果と

表-1 試験①の試験圃場および耕種概要

試験場所	標高	栽培様式	試験規模	播種日 (月/日)	土壌処理剤 処理日 (月/日)	茎葉処理剤 処理日 (月/日)	中耕培土 (月/日)
圃場A	830m	広畦 (畦幅75cm)	18m ² 4反復	6/13	6/15	未実施	7/25 8/10
圃場B	620m	広畦 (畦幅80cm)	30m ² 4反復	6/30	6/30	7/11	8/18

表-2 土壌処理除草剤の除草効果と大豆の薬害程度(圃場A)

試験区	残草程度				薬害	
	スベリヒユ	エノキグサ	シロザ ^a	ハキダメギク	程度	症状
PM区	0.0	0.5	0.0	0.3	無	—
DPL区	0.0	4.5	1.0	1.0	無	—
DL区(慣行)	1.0	2.0	2.8	1.0	無	—
無除草区	6.0	4.3	3.3	2.5	—	—

残草程度:0(発生面積割合0%),1(1%以下),2(1~5%),3(5~10%),4(10~30%),5(30~50%),6(50%以上)の7段階評価(観察)

薬害程度:無(薬害なし),微(薬害あるが減収ないと推定),小(薬害あり推定減収5%以下),中(薬害あり推定減収6~15%),大(薬害あり推定減収16%以上)の5段階評価(観察)

表-3 茎葉処理除草剤の除草効果と大豆の薬害程度(圃場B)

試験区	残草程度				薬害	
	コヒルガオ	オオオナモミ	ホソアオゲイトウ	シロザ ^a	程度	症状
F区	2.0	0.7	0.0	0.7	小	赤褐色斑点
B区(慣行)	0.7	0.3	1.0	0.7	小	白色斑点
土壌処理剤単用区	5.3	3.0	2.7	1.3	—	—

残草程度・薬害程度:表-2参照

大豆の薬害程度を表-2に示した。試験圃場はスベリヒユとエノキグサが多く、そのほかにシロザやハキダメギクの発生する圃場であった。PM区は発生していたすべての草種に対してDL区より高い除草効果が認められ、スベリヒユとシロザは残草がなかった。DPL区はDL区と比べてスベリヒユ、シロザに対して高い除草効果が認められたが、ハキダメギクは同程度となり、エノキグサは多く残草した。大豆への影響については、いずれの処理区においても薬害は認められなかった。

圃場Bにおける草種別除草効果と大豆の薬害程度を表-3に示した。土壌処理剤単用区ではコヒルガオ、オオオナモミ、ホソアオゲイトウの残草が多かったが、F区、B区ともに高い除草効果が認められた。F区は、コヒルガオとオオオナモミに対してB区よりやや残草が多かったが、実用上問題ない範囲の残草量であった。ホソアオゲイトウ、シロザに対しては、B区と同等以上の除草効果であった。大豆への影響については、F区で赤褐色斑点、B区で白色斑点の薬害が認められ

た。発症当初は若干の減収が懸念されたが、処理後に発生する新葉に薬害は認められず、観察では処理約1ヶ月後で回復し、その後の生育は土壌処理剤単用区と大きな差異は認められなかった。大豆の子実収量、稔実英数、100粒重に及ぼす影響を表-4に示した。子実収量は土壌処理単用区が146kg/10aであったのに対してF区が239kg/10a、B区が228kg/10aで多収となった。稔実英数も土壌処理剤単用区が330英/m²であったのに対して、F区とB区はそれぞれ495英/m²、

表-4 大豆の収量, 稔実莢数, 100粒重 (圃場B)

試験区	子実収量 (kg/10a)	稔実莢数 (莢/m ²)	100粒重 (g)
F区	239b	495b	32.7a
B区(慣行)	228b	517b	33.0a
土壌処理単用区	146a	330a	32.6a

子実重・百粒重:水分含有率15%換算値

表中の異なる英字間にはTukeyの多重比較により5%水準で有意差があることを示す。

表-5 試験②の試験圃場および耕種概要

試験場所	標高	品種	栽培様式	試験規模	播種日	土壌処理剤 処理日 (月/日)	茎葉処理剤 処理日 (月/日)	中耕培土 (月/日)	茎葉処理剤 処理時 大豆葉齢
圃場C	620m	あやこがね	広畦 (畦幅75cm)	200m ² /区 反復なし	7/8	7/8	7/24	8/6	2.0~2.5葉期
圃場D	830m	あやこがね	広畦 (畦幅77.5cm)	400m ² /区 反復なし	6/15	6/18	7/30	8/6	4.0~6.0葉期
圃場E	750m	あやこがね	狭畦・無培土 (畦間30cm)	250m ² /区 反復なし	6/19	6/19	7/24	未実施	4.5~5.0葉期

慣行区の土壌処理剤:DL

慣行区の茎葉処理剤:圃場CおよびD:未実施

517 莢/m²で多かった。100粒重は試験区の違いによる影響はなかった。

3 試験② 新規除草剤を組み合わせた新たな防除体系の実証

試験①において有効性が確認されたPMとFを用いた体系防除(以下,新防除体系)の実証試験を2019年に山梨県北杜市内大豆生産圃場3カ所(以下,圃場C,D,E)で行った。試験区は播種直後にPMを,大豆生育期にFを体系処理した実証区と生産者慣行の慣行区を設けた。供試品種は「あやこがね」を用いた。圃場条件,栽培様式,試験規模および除草剤の処理時期などの耕種概要は表-5のとおりである。施肥量,病虫害防除は各生産者の慣行で行った。残草調査は茎葉処理剤処理前(7月23日)および大豆開花始期(8月4日または8月5日)に実施した。調査方法は区内3カ所で50cm四方内の草種別残草個体数を計測するとともに,大豆開花始期調査時には草

種別乾物重を計測した。大豆への影響および成熟期の収量調査については試験①と同様の方法で行った。

新防除体系における除草効果と大豆の葉害程度を表-6に示した。各圃場の慣行区で発生が多かった草種は,圃場Cがコヒルガオ,圃場Dがエノキグサ,圃場Eがエノキグサ,シロザ,マルバルコウであった。実証区における土壌処理剤PMは,圃場CおよびDにおいて,すべての草種に対して慣行区より高い除草効果を示した。特に圃場Cでは,コヒルガオ,エノキグサ,圃場Eではマルバルコウに対して慣行区比50%以下であった。また,圃場Eは,エノキグサの発生数が多く,実証区で114.4個体/m²残草したが,観察では葉齢進展が慣行区より0.5葉程度遅く,一定程度の抑制効果が認められた。大豆への影響については,圃場Dで小程度の草丈抑制や葉齢進展の抑制が認められたが,回復は早く,その後の生育に大きな影響はなかった。茎葉処理剤の残草個体数は,各圃

場の優占草種を含むすべての草種に対して慣行区より少なかった。また,最終調査時における乾物重では慣行区に対して12~32%となり,新防除体系の高い除草効果が認められた。大豆への影響については,圃場Dにおいて処理直後に草丈抑制,縮葉の葉害が観察されたが,発生程度は軽微であり,回復は早かった。圃場CおよびEは葉害がなかった。大豆の子実収量,稔実莢数および100粒重は,いずれの圃場においても実証区と慣行区の差は10%以内であり,葉害などによる影響はなかった(データ略)。

4 考察

外来雑草を中心とした難防除雑草の大豆畑への侵入は全国的に問題化している。これらの侵入・まん延は生産者にとって雑草防除にかかる労力だけでなく,生産コストの増大につながることから除草剤を中心とした新たな防除体系の確立は急務である。

表-6 新防除体系による除草効果と大豆の薬害程度

(a)圃場C

試験区	草種	残草個体(個体/m ²)		乾物重(g/m ²)		薬害程度(無～大)	
		7/23	8/5	草種別	計 (対慣行区比)	PMまたは DL	F
実証区 (PM→F →中耕培土)	コヒルガオ	1.3	2.7	0.2			
	スベリヒユ	0.0	1.3	0.2	0.7	無	無
	エノキグサ	1.3	0.0	0.0	(12)		
	その他	0.0	8.0	0.3			
慣行区 (DL →中耕培土)	コヒルガオ	4.7	22.7	4.0		無	—
	スベリヒユ	0.0	2.7	0.9	5.9		
	エノキグサ	4.0	4.0	0.4	(100)		
	その他	0.0	12.0	0.6			

(b)圃場D

試験区	草種	残草個体(個体/m ²)		乾物重(g/m ²)		薬害程度(無～大)	
		7/23	8/5	草種別	計 (対慣行区比)	PMまたは DL	F
実証区 (PM→F →中耕培土)	エノキグサ	23.0	20.0	0.2		小 (草丈抑制、 葉齢進展 抑制)	微 (草丈抑 制、縮葉)
	スベリヒユ	3.5	0.5	0.1	0.8		
	ノボロキク	7.5	0.0	0.0	(15)		
	その他	36.5	18.0	0.5			
慣行区 (DL →中耕培土)	エノキグサ	41.5	40.0	1.3		無	—
	スベリヒユ	1.5	5.0	1.5	5.3		
	ノボロキク	7.5	3.5	0.8	(100)		
	その他	36.5	38.5	1.7			

(c)圃場E

試験区	草種	残草個体(個体/m ²)		乾物重(g/m ²)		薬害程度(無～大)	
		7/23	8/4	草種別	計 (対慣行区比)	PMまたは DL	F
実証区 (PM→F)	エノキグサ	114.4	61.6	1.7		無	無
	シロサ [*]	8.8	4.0	1.6	4.5		
	マルバハコウ	3.2	1.6	0.9	(32)		
	その他	5.6	10.4	0.3			
慣行区 (DL→B)	エノキグサ	133.6	94.4	3.2		無	—
	シロサ [*]	11.2	22.4	7.3	14.0		
	マルバハコウ	7.2	4.8	3.0	(100)		
	その他	5.6	18.4	0.5			

乾物重:圃場C及びDは8/5, 圃場Eは8/4に採取

薬害程度:表-2参照

試験①では播種直後に処理する土壌処理剤と大豆生育期に処理する茎葉処理剤について、それぞれの除草効果と大豆への影響について慣行剤と比較検討し、土壌処理剤はPM、茎葉処理剤はFの有効性について確認した。

PMは、幅広い草種に対して高い防

除効果を示し、大豆栽培における難防除雑草に有用な対策技術として利用が期待される。ただし、後作水稻に薬害を生じる恐れがあり、翌年の水稻栽培を避けることが望ましいとされていることから、大豆などの畑作物を連作する圃場において活用するよう留意す

る。なお、エノキグサに対しては、本試験では高い除草効果が認められたが、製造会社(日本化薬株式会社)によると効果が劣るとされているため、土壌条件や散布後の気象条件の異なる環境での確認が必要である。

Fについては、コヒルガオやホソア

オゲイトウなど複数の草種に対して高い除草効果を示した。大豆に対して若干の生育抑制が認められたものの、回復が早く、子実収量などへの影響はなかったため、本県の大豆栽培において有効な茎葉処理剤であると考えられる。これは既知の知見（澁谷 2020; 牛尾ら 2020）と同様の結果であり、全国的に問題となっている雑草対策に活用されることが期待される。ただし、処理直後の連続降雨や低温で葉害が助長される可能性を指摘されており（吉川ら 2020）、使用に当たっては大豆の生育状況や処理後の気象条件を考慮する必要がある。またアメリカセンダングサやオオイヌタデへの効果が低いとの知見（内海 2018）があることから、これらが多く発生している圃場ではベンタゾン液剤を使用するなど発生している草種に応じた除草剤の選択が必要である。

試験②では、PM と F を用いた新たな防除体系が多くの草種に対して除草効果が高いことを実証した。特に本県で発生が多くなっているエノキグサやマルバドクダミについても有効であることが確認でき、本県産大豆の安定生産に大きく貢献すると考えられる。ただし、高標高地などで播種を6月上旬に実施している地域は、要防除期間が長く、この体系だけでは十分な防除効果が得られない可能性があるため、非

選択制除草剤の畦間処理と組み合わせる（住吉・保田 2011）などの対応が必要である。

帰化アサガオ類をはじめとする外来雑草のまん延防止は大豆生産現場における喫緊の課題である。近年は、大豆出芽期に利用できる茎葉処理剤が開発されるなど、除草剤の選択肢が増えており、本成果を含む多くの実証事例を参考に産地ごとの最適な防除体系が確立され、大豆の安定生産につながることを期待する。

引用文献

- 住吉正・保田謙太郎 2011. 帰化アサガオ類に対する各種除草剤の防除効果. 日本作物学会九州支部会報 77, 47-50.
- 有原文二 2000. 5 中耕・培土の効果と実施の判断. 「ダイズ安定多収の革新技術」. 農文協, 204-221.
- 細川寿 2004. 大豆の耕うん同時畝立作業機による十年度転換畑の湿害回避技術. 農業機械学会誌 66(5), 14-16.
- 細川寿 2007. 耕うん同時畝立て播種栽培技術の開発. 第 223 回日本作物学会講演会要旨集, 384-385.
- 池田武 2000. ダイズ個体群の純生産に関わる要因. 日作紀 69(1), 12-19.
- 松浦和哉 2005. 大豆におけるベンタゾン剤葉害試験の取り組み. 関東雑草研究会報 16, 38-43.
- 森田弘彦 1999. イネ・ムギ・ダイズの病害虫と雑草対策 水田の主要雑草と防除 関東・東海地域. 今月の農業; 農薬・資材・技術 43(3), 74-78.
- 仲川晃生 2019. 最近の土壌病害, センチュウ害の診断と対策その6 “麦, 大豆類” ダ

イズの茎疫病・黒根腐れ病の発生生態と防除法. 土づくりとエコ農業 51(3), 10-14. 日本化薬株式会社アグロ事業部 2020.

<https://www.nipponkayaku.co.jp/agro/products/codals/index.html>(2024.6.15 閲覧).

農林水産技術会議事務局・農林省農事試験場 1975. 大豆調査基準.

農林水産省 2024. 作物統計: <https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/index.html> (2024.6.15 閲覧).

澁谷知子・浅井元朗 2006. ベンタゾン液剤（大豆バサグラン液剤）の特徴—大豆に対する葉害の品種間差と雑草に対する効果の品種間差. 植調 40(6), 225-231.

澁谷知子 2015. 大豆作の問題雑草大豆作における帰化アサガオ類対策—これ以上広げないために—. 植調 49(1), 3-7.

澁谷知子 2019. ダイズ作で全面散布できる茎葉処理除草剤ベンタゾン液剤とフルチアセットメチル乳剤のアレチウリに対する除草効果. 雑草研究 64(4), 155-160.

澁谷知子 2020. 大豆作における難防除雑草対策について. 雑草と作物の制御 15, 34-35.

島田信二 2006. 水田転換畑作ダイズの多収化戦略. 日作紀 75(3), 394-399.

牛尾昭浩・杉本琢磨・藤本啓之・榎悦朗 2020. 帰化アサガオ類の徹底防除が可能な大豆除草剤施用体系. 農作業研究 55(別 1), 78-79.

内海誠 2018. 新薬紹介 アタックショット. 植調 52(7), 559-564.

吉川進太郎・三浦恒子・加藤雅也 2020. フルチアセットメチル乳剤のダイズに対する葉害助長要因. 東北の雑草 19, 15-19.

淡路島におけるタマネギ雑草防除の思い出（3）

元兵庫県立農林水産技術総合センター
大西 忠男

1 除草剤の薬害の思い出

除草剤は上手に使いこなせばこれほど便利なものではなく、逆にひとたび薬害が出ればこれほど酷いものもない。それゆえ「諸刃の剣」にたとえられる。筆者が淡路島に赴任した前年にハービサンの薬害が出たことは、前述したが、それ以外にもいろいろな薬害の問題に遭遇してきた。薬害が発生すると「薬害が出ない除草剤を！」と普及員、営農指導員などから言われたことが今でも耳の奥に残っている。

昭和 55（1980）年 3 月 21 日に普及員から異常な生育のタマネギについて相談があった。農家に聞き取りしたメモの一部が図-1 である。品種は「もみじ」で、昭和 54（1979）年 11 月末に定植し、12 月 10 日頃にクロロ IPC 乳剤 10 アール当たり 300ml を散布した圃場が酷い状態で、その外の圃場でも軽度な症状が出た。クロロ IPC 乳剤散布時には土壌は湿っていたとのことであった。

2 薬害の再現の模索

農家から相談を受けるたび薬害症状の再現ができないものかと考えてきた。当時タマネギの灰色腐敗病対策でペンレート水和剤、トップジンM水和剤のタマネギ苗根部浸漬が行わ

れるようになった。そこで思いついたのが、除草剤の散布濃度の薬液にタマネギ苗を浸漬定植したらどのようなになるか？である。昭和 56(1981)年, 昭和 57(1982)年, 昭和 59(1984)年に登録があった除草剤, 試験中の除草剤について検討した。表-1 には、浸漬処理による薬害症状、収穫可能株率、鱗茎重、散布によって生じた薬害症状とタマネギ大辞典（農文協 2019 年）から引用した除草剤の系統名、作用機構を示した。クロロ IPC 乳剤は、浸漬処理により図-1 と似た生長点異常の症状となり、昭和 55（1980）年 3 月 21 日に持ち込まれた薬害が再現できた。本剤の作用性は、タンパク質合成阻害による細胞分裂阻害であることから原因はクロロ IPC 乳剤ではないかと考えられた。

なぜ薬害が出たのか？ 農家は除草剤散布時、土壌は湿っていたと言っていたが、昭和 54（1979）年 10 月～12 月まで雨が少ない状態が続いた。この気象データから見て土壌は乾燥していたと考えられる。筆者は植調協会の受託試験の処理を昭和 54（1979）年 12 月 6 日に行ったが、土壌が乾燥していたため処理前に動噴でたっぷり水をまいたことを記憶している。乾燥状態の時にクロロ IPC 乳剤を散布したためタマネギが吸収し薬害が発生したのではないかと推察した。

退職後にタマネギ栽培で初めて使用したモーティブ乳剤の

表-1 タマネギ苗の除草剤浸漬処理による薬害症状と収量に及ぼす影響および散布によって生じた薬害症状

除草剤の種類 濃度	系統名	作用機構	浸漬処理による 薬害症状	収穫可能株率(%)			鱗茎重(g) (無処理対比)			散布によって生じた 薬害症状
				1981年	1982年	1984年	1981年	1982年	1984年	
トレファノサイド乳剤 3000PPM	ジントロアニリン系	タンパク質合成阻害 による細胞分裂阻害	なし	100	100		145 (89)	188 (85)		認められていない
ゴーゴーサン乳剤 4000PPM			なし			100			157 (102)	認められていない
クロロIPC乳剤 3000PPM	カーバメイト系		処理後約15日頃より 生育遅延・枯死	7.5	12.5	0	60 (37)	117 (53)	0 (0)	生育の著しい遅延
アクチノール乳剤 1500PPM	ニトリル系	光合成阻害	なし	100			170 (104)			4月上旬に散布すると葉身 の一部が白変・湾曲
シマジン水和剤 500PPM	トリアジン系		処理後約15日頃より 生育遅延・枯死	92.5	100	60	123 (75)	161 (73)	92 (60)	定植後土壌の乾燥時に 散布すると生育が遅延する
グラメックス水和剤 1500PPM			生育遅延・葉身が 細くなる			100			91 (59)	生育遅延・枯死
バサグラン水和剤 2000PPM	ベンゾチアアジアジノン系		なし	100	100	100	179 (110)	202 (91)	152 (99)	4葉以上の時に散布すると 葉身が湾曲する
バサグランNa液剤 2500PPM 1800PPM (1982年) (1984年)			なし		100	100		213 (96)	133 (86)	4葉以上の時に散布すると 葉身が湾曲する
無処理 (水)				—	100	100	100	163 (100)	221 (100)	154 (100)

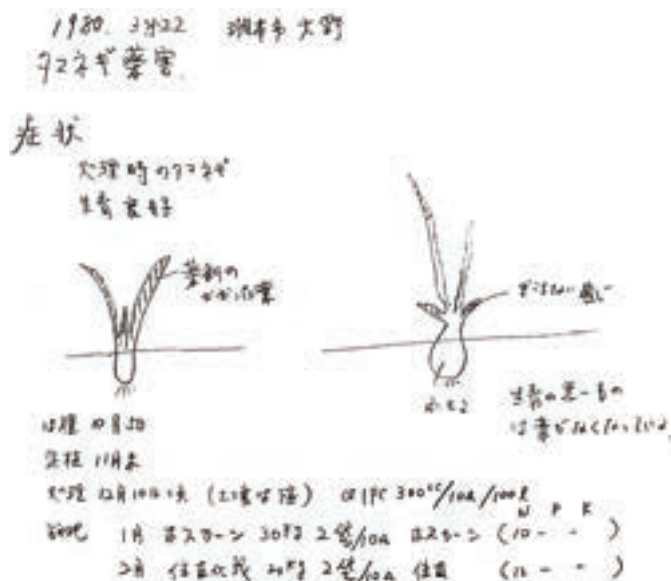


図-1 葉害聞き取りのメモの一部



図-3 淡路島の機械定植苗に発生した葉害

使用にあたって苗浸漬処理で葉害を確認した。その結果は図-2に示したように葉害は認められなかった。

以上のことからタマネギ苗の浸漬処理は、葉害を調べる方法として有効であると思う。

3 セル苗の機械定植が始まってから見られるようになった葉害

タマネギの機械化が確立されたため、タマネギ産地育成を行っているJAや生産組織が増えており、タマネギ栽培の減少に歯止めがかかるものと期待している。セル苗の機械定植が多くなってから淡路島や富山県の産地から、図-3のような症状の相談があった。筆者が加入しているJAでもセル苗の機械定植によるタマネギ栽培に取り組んでいる。4月下旬



図-2 モーティブ乳剤散布液浸漬処理の影響
2015年11月29日モーティブ乳剤散布液200mlを100lの水に希釈した液に浸漬後定植し、2016年6月4日収穫



図-4 姫路市の機械定植苗に発生した葉害

に撮影した葉害症状が図-4である。図-3とよく似ておりいづれも生長点に異常が生じた症状であった。

タマネギはどのような形態をしているのか？ タマネギを分解したものを図-5に示した。タマネギの葉の形状は下のほうが円筒状で、先のほうは筒状の葉となっている。茎盤(底盤)部から新しい葉が出てくる。前の葉の筒の中へ次の葉が、その筒の中へ次の葉が出てくることを繰り返す。茎盤に生長点がある。機械移植では、専用のセルトレーで育苗し苗が伸びると剪葉する。根鉢が付いているため定植後も直立状態である。そこに除草剤を散布すると剪葉した切り口から除草剤が入るのでは？ と想像されるが、確認をしたことがない。

筆者が行った植調協会の受託試験で供試した苗は、すべて地床苗であった。機械化が進みセル苗が増えてきたことからセル苗を用いた試験が必要と考える。

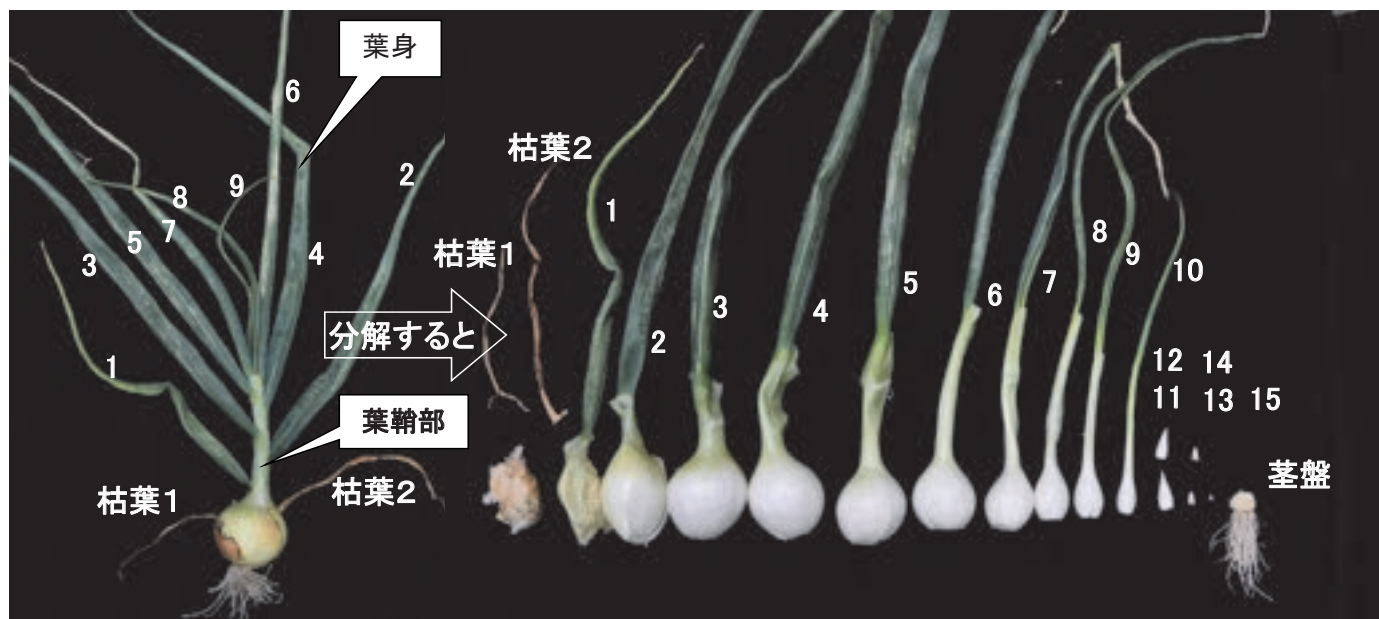


図-5 タマネギを分解すると

4 タマネギの葉害はどの程度まで許容できるか？

葉害について述べてきたが、これまでの経験からどのぐらいの葉害なら許容できるか？ を考えてみた。葉害の程度は枯死、生育の著しい阻害での肥大不良、葉の白変・褐変、葉折れなどがあるが、葉折れ程度は許容できると思われる。重複散布により肥大不良になった話を聞くことがある。これは除草剤の使用方法の問題である。

5 農家に除草剤を正しく使ってもらうために何を伝えるか

農薬は登録内容を確認し、使用上の注意事項をよく読んでから使用するのが基本である。筆者は除草剤を初めて使う農家からは「何倍に薄めて使うのか？」と聞かれることが多かった。

殺虫、殺菌剤の適応作物及び使用方法の表には、作物名、適用病害虫、希釈倍率、使用方法、使用時期、使用回数、散布液量が記載されている。

除草剤は処理方法で土壌処理型、茎葉処理型に分類でき、茎葉処理型は選択性と非選択性がある。いずれの除草剤の適応作物及び使用方法の表には、作物名、適用雑草名、使用量、使用方法、使用時期、使用回数、散布液量が記載されている。使用量と表示されているのは、「除草剤は、葉害を防ぐため倍率ではなく使用量（薬量）が重要である」ためである。

土壌処理型除草剤の使用量は、使用量を散布液量に希釈して均一に散布することが重要である。除草剤を散布すると地表面に処理層ができ、そこで発芽した雑草は除草剤により枯死する。処理層の写真が撮れないか？ 考え続けた。ゴルフ場の芝生の雑草防除の研究を行った時、長期残効型除草剤の効果持続性を見るため処理層の写真撮った。「最新

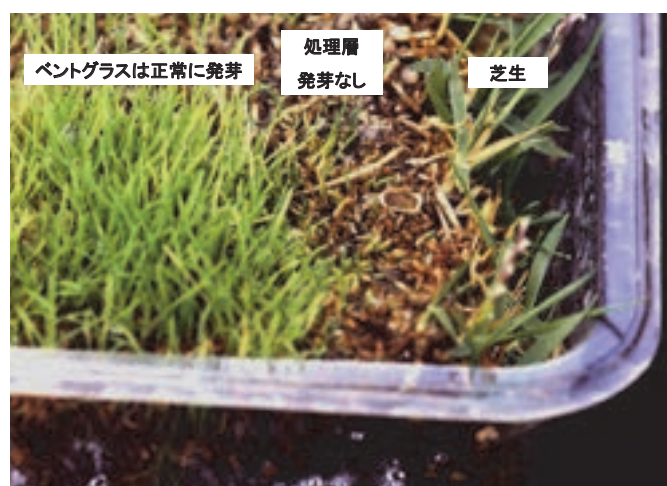


図-6 芝地にできた処理層

芝生・芝草調査法」(ソフトサイエンス社 2001(平成13)年 P262～263)から紹介する。芝生をホールカッターで抜き取り断面にベントグラスの種子を播種してベントグラスの発芽状況を見たのが図-6である。芝生の下層でベントグラスが発芽していない部分が処理層で、その下の層は正常に発芽しており除草剤はないと思われる。タマネギに散布された土壌処理型除草剤もこれと同様な処理層ができているものと推察される。土壌処理型除草剤を上手に使用するポイントは、雑草が発芽してからは効果がないので必ず発芽前に散布する。処理層をうまく作るには、細かく碎土し、土壌が湿っている時に除草剤を散布することである。

イネ科対象の茎葉処理型除草剤は、除草剤の適応作物及び使用方法の表には有効なイネ科雑草の葉期が記載されており

有効な葉期までに散布する。広葉雑草対象の茎葉処理型除草剤は適用雑草名に1年生雑草(イネ科を除く)の記載のみで、雑草の大きさが記載されていない。1年生雑草(イネ科を除く)ならどのような大きさの雑草にも効くのかと錯覚しそうである。対象雑草が小さい時期に散布することが大切である。

非選択制の茎葉処理剤の散布にあたってはドリフトに注意が必要である。特に畦畝間処理では、野菜にかからないように細心の注意を払うことが大切である。

除草剤の使い方などは、「今さら聞けない除草剤の話」(農文協 2021年)にまとめられているので参考にして欲しい。

6 久しぶりに淡路島のタマネギを訪ねて

淡路島のタマネギは、平成22(2010)年に「淡路島たまねぎ」で地域団体商標が登録された。「やわらかい」「甘い」タマネギとして人気を博するようになり、マスコミなどで取り上げられブランド品となっているのは喜ばしいことである。令和6(2024)年2月に筆者が出荷しているJAの直売所(以下直売所と言う)の研修で淡路島三原平野の野菜栽培を見学した。雑草は少なく昔ながらの風景が見られたが、タマネギ畑が少なくなっているのに寂しさを感じた。研修に参加した農家は雑草が発生していないのに驚いていた。また、同時期に友人に頼まれて淡路島の山間地の畑で大規模なタマネギ栽培を始めた農家を訪ねた。極早生種のタマネギを収穫していたが、雑草が激発しているのに驚いた。除草剤の使い方を十分理解していないのか毎年雑草が多く発生し、雑草対策に苦労していた。

7 定年後農業を行いながら感じたこと

(1) 暖冬状態で栽培するタマネギの除草剤使用について

淡路島に赴任した昭和45(1970)年頃は寒い冬であった。現在では暖冬が常態化している。そのため秋に定植したタマネギは、冬の間の生育が進みすぎる傾向である。また、雑草の発芽が早く生育も進む傾向にあると思われる。タマネギや雑草の生育状況を観察し、それらに応じた対応が必要である。暖冬のお陰で、2月頃から収穫できる極早生種の栽培が可能となっている。この作型では10月中旬頃の定植であるが、

定植後すぐに雑草が生えるので除草剤の散布タイミングを外さないことが大切である。また、高温時の除草剤散布となるので効果が短くなることや薬害が心配である。

(2) 農家の減少により農業をはじめ農業関連ビジネスの縮小への対応

筆者が加入しているJAの農家は、ほとんどが兼業農家で高齢化が進んでいる。その上、農業後継者は非常に少ない。これらのことは、筆者が出荷している直売所の状況からも明らかで、出荷を始めた15年前から比べると出荷者は著しく減少した。同様なことが淡路島でも起こっており、友人の集落では10年後には農業をする人がいなくなるのでは?と心配している。農業が廃れていくと農業関連ビジネスも影響を受けるのは避けられない。農業では失効も多くなったように思われる。これから新規の農業開発が行われるであろうか?心配である。そのためには、現在流通している農業をいかに上手に使いこなすかが重要であると考えます。

(3) 新規就農者の育成、応援の必要性

新規就農者の育成事業は全国各地で行われている。筆者はこの事業に関わり活動している。筆者が出荷している直売所には農業を始めた数人が出荷している。彼らの技術力アップを願って「世話を焼き爺さん」になり、時々農業技術の話をする。彼らに技術伝承ができればと願う毎日を送っている。

8 受託試験担当者に望むこと

植調協会の受託試験は、農業試験場の研究員が担当されていると思う。植調協会の受託試験がないと農業登録ができないことを知らないのか、口の悪い研究員はこの仕事を「ぶっかけ試験」と言っていた。筆者は植調協会の仕事ばかりしていると思ったのか「植調マン」と呼ばれたこともあり、今なお耳の奥から消えない。担当者は登録のためにはやらなくてはならない重要な仕事であるとの認識をもってあたって欲しい。最近の研究では専門に特化した研究を行っている者が多い。しかし、農家は、多種多様な知識、技術で農業を営んでいる。筆者の父は「農学栄えて農業滅ぶ」よく言っていた。

この言葉は東京農大初代学長の横井時敬氏の言葉である。明治時代に言われたことが現代でも通じる言葉である。多分筆者への戒めの言葉であったと思う。成果が農家の役に立ってこそ研究の使命であると考え。そのためには、農家の視点に立った研究が最も重要であると考え。日本においては病虫害防除や水稲の雑草防除の研究は多く行われているが、野菜作の雑草防除の研究はまだ少ない。これは「病虫害の被害では収穫皆無になるが、雑草による被害はそれまで至らず、雑草防除は手取りで可能である」との考えが背景にあり、雑草防除の重要性が認知されていないように思われる。今後農家が減少し、栽培の労働力の不足が予想される。そのため、雑草防除は重要な仕事であり、除草剤に頼るところも多くなると考えられる。多くの方々が雑草防除の研究をされることを願う次第である。

おわりに

淡路島に赴任して多くの方々にお世話になった。淡路分場の西岡政雄氏、石田こよし氏とは野菜栽培を共に行い、試験研究がうまくできた。普及員との連絡会は毎月開催され、研究内容を紹介し意見交換を行った。普及員の皆様には農家との橋渡しをしていただいた。普及員で特にお世話になったのは三原農業改良普及所の木村志津馬氏で、試験研究に対し多大な助言指導をいただいた。その上、本稿を書くに当たり「淡路中甲高黄1号」「同2号」の選抜・育成について話を聞かせていただいた。農業協同組合の営農指導員の方々には現地試験や農協の成績発表会でお世話になった。農業メーカーの担当者にいろいろご意見を頂きお世話になった。特にバサグランの情報を頂いた某農業メーカーの担当者がおられたお陰で、日本においてタマネギにバサグラン液剤の登録がとれた。世話になった方々に厚くお礼を申し上げます。

最後に本稿を寄稿させていただいた公益財団法人日本植物調節剤研究協会の皆様にお世話になり感謝します。 (完)

広 場

協会だより

試験成績検討会

- 2024年度畑作・草地飼料作関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会 (Web会議)

日時：2024年12月3日 (火) 10:00～17:00
4日 (水) 10:00～17:00

- 2024年度水稻関係除草剤直播栽培・畦畔等 適用性試験成績検討会 (Web会議)

日時：2024年12月11日 (水) 9:30～17:00
12日 (木) 9:30～17:00

- 2024年度水稻関係除草剤試験成績中央判定会議 (Web会議)

日時：2024年12月13日 (金) 9:30～17:00

- 2024年度水稻関係生育調節剤試験成績検討会 (Web会議)

日時：2024年12月17日 (火) 10:00～17:00

- 2024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 (Web会議)

日時：2024年12月18日 (水) 10:00～17:00
19日 (木) 10:00～12:00

人事異動等

2024年9月30日付

退職 技術顧問 (事務局) 中谷 敬子

2024年10月1日付

任 事務局技術部企画課 鈴木 宏

訃報

埼玉園芸試験地主任 高橋 兼一 (77歳)

2024年10月8日逝去

研究会等

- 第26回農薬バイオサイエンス研究会

タイトル：九州から切り拓くバイオサイエンスと病虫害管理の最前線

主催：日本農薬学会、農薬バイオサイエンス研究会

日時：2024年11月22日 (金) 13:30～16:30 対面開催

会場：崇城大学 メインキャンパス 生物生命学部生物生命学科 H号館2階 H205教室

(〒860-0082 熊本県熊本市西区池田4丁目22-1)

プログラム：

「病原性真菌におけるガラクトマンナン生合成とその生理的役割」

門岡 千尋 (崇城大学生物生命学部)

「生物間相互作用研究から見いだされる生理活性物質の作用機構と応用利用の可能性」

和佐野 直也 (九州大学大学院農学研究院)

「植物ホルモンと植物-昆虫間相互作用」

徳田 誠 (佐賀大学農学部)

「南九州・沖縄地域における本圃でのサツマイモ基病総合防除対策」

川部 眞登 (農研機構九州沖縄農業研究センター)

「海外飛来性害虫の殺虫剤抵抗性発達リスクとその管理」

秋月 岳 (農研機構植物防疫研究部門)

申込み：研究会サイトの専用申込みフォームからお申込みください。【11月20日 (水) まで】 <https://www.pssj2.jp/committee/bioscience/26.html>

- 日本雑草学会第39回シンポジウム

テーマ：身のまわりの雑草を見てみよう～牧野富太郎博士に学ぶ植物を分類して知ることの楽しさ～

日時：2024年11月23日 (土) 13:30～16:30

場所：東桜会館 (愛知県名古屋市中区東桜2-6-30)

定員：100名 (対面)

参加費：無料

参加申込み：日本雑草学会ホームページより

講演：

「市民共働調査でつなぐ～人・標本・自然環境の保全～」

田邊 由紀 (高知県立牧野植物園)

「雑草標本から読み解く自然史」

早川 宗志 (ふじのくに地球環境史ミュージアム)

「ヒトが作り出した環境で繁栄する植物たち：都市や農耕地に生える雑草の特徴と生態」

下野 嘉子 (京都大学)

「種によって異なる生態的特性と防除対策－大豆作の難防除雑草「帰化アサガオ類」を例に－」

浅見 秀則 (農研機構)

- 令和6年度日本学術会議公開シンポジウム

テーマ：総合的病虫害・雑草管理の課題と望まれる新技術

日時：2024年11月30日 (土) 13:00～16:50

運営方式：Zoomによるオンライン配信

講演：

「超音波を用いた新しい物理的害虫防除技術ーコウモリから逃げる蛾ー」

中野 亮（農研機構植物防疫研究部門）

「ジャガイモシストセンチュウの防除に向けてー孵化促進物質の単離構造決定と生合成研究ー」

水谷 正治（神戸大学大学院農学研究科）

「農業生産環境に広く分布するマイコウイルスの性状解析とその活用に関する構想」

森山 裕充（東京農工大学大学院農学研究院）

「ヘソディムに基づく土壌病害の予防的管理の重要性と今後の展望」

吉田 重信（日本学術会議連携会員・農研機構植物防疫研究部門）

「雑草の有害化を回避するためのデータ活用可能性とその展望」

松橋 彩衣子（農研機構植物防疫研究部門）

参加費：無料

参加申込み・問合せ：松本 宏 hmatsu@biol.tsukuba.ac.jp【11月23日（土）まで】

●日本雑草学会第64回大会（開催の概要）

日本雑草学会ウェブサイトにて大会案内が公開されましたので概要をお伝えします。ウェブサイトは随時更新されますので、参加予定の方は折にふれご確認ください。

<https://wssj.jp/conference/>

日時：2025年3月24日（月）、25日（火）

会場：

一般講演・ポスター発表、総会等：信州大学技術総合振興センター（SASTec）、信州大学工学部講義棟（〒380-8553 長野県長野市若里4-17-1）

（注：上記は予定会場。再告で確定会場を告知します。）

懇親会：信州大学工学部生協

（〒380-8553 長野県長野市若里4-17-1）

一般講演・ポスター申込み：

講演要旨の提出をもって発表申込みといたします。締切り後の講演要旨の修正はできません。発表者は正会員（学生会員を含む）及び日本農業学会会員、植物化学調節学会会員に限りです。

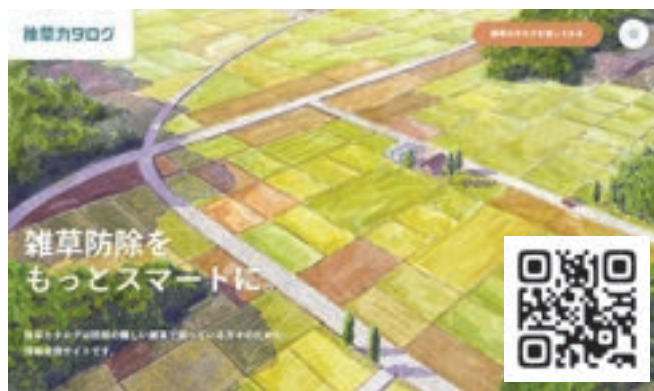
（講演要旨締切り日：2025年1月17日（金））

2024年12月に開設予定の参加・演題登録システムにてお申込みください。

大会参加事前申込み：

参加・演題登録システム（2024年12月にウェブサイト等に掲載予定）により、2025年2月21日（金）までにお申込みください。

■除草カタログ（試行版）公開のご案内



植調協会は Web サイト除草カタログの試行版を公開しました。（<https://joso-catalog.japr.or.jp/> 上記の二次元コードからアクセスください。）

除草カタログは、難防除雑草や外来雑草など様々な問題雑草ごとに有効な除草剤の処理時期・処理方法や各種技術と組み合わせた防除体系などとともに、全国各地で取り組まれた問題雑草防除の実践レポートが掲載された Web サイトです。

問題雑草で困っている農家や技術普及担当の方々に少しでも早くご活用いただきたいと考え、現時点では掲載草種数等が少ない状態ですが、試験運用を開始しました。

つきましては、本サイト改善のためのご意見やご要望を、サイト下部にある「当サイトへのご要望」リンク（下記 URL）からお寄せいただきますようお願いいたします。

ご要望受け付け URL

<https://forms.gle/nvkFNSNDR7WKqZZy7>

植調協会技術部企画課

植調第 58 巻 第 7 号

- 発行 2024 年 10 月 23 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

Quality & Safety

食の安全と環境保護に配慮した製品を提供し、
安定した食料生産に貢献してまいります。

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

アピロファースト1キロ粒剤(ベンゾピシクロン)

グッドラックジャンボ/150FG(ベンゾピシクロン)

ダンクショットフロアブル/ジャンボSD/200SD粒剤(ベンゾピシクロン/カフェンストロール)

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)

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)

ゲバード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)

レプラス1キロ粒剤/ジャンボ/エアー粒剤(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)

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)



軽量・少量自己拡散製剤 Swift Dynamic製剤(SD製剤)の製品

Swift Dynamic

イザナギジャンボSD
イザナギ200SD粒剤



ウィードコアジャンボSD
ウィードコア200SD粒剤



ダンクショットジャンボSD
ダンクショット200SD粒剤





オモダカ



ホタルイ



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・茎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

ジャスマ

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ・400FG

リサウェポン

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ・400FG

ウルティモZ

1キロ粒剤・フロアブル・ジャンボ・350FG

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

ソニックブームZ

1キロ粒剤

ガンクロスZ

1キロ粒剤

ソニックブーム

ジャンボ

ガンクロス

ジャンボ



**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。



®を付した商標は三井化学クロップ&ライフソリューション(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、新梢管理の省力に

日曹 フラスター® 液剤

メピコートクロリド

除 草 剤

イネ科雑草の防除に。-8葉期まで使用できます-

生育期処理
除草剤 ナブ® 乳剤

より強く、よりやさしく。進化した、畑作除草のキラ星

強さと、優しさで守る! 飼料用とうもろこし専用除草剤

日曹 アルファード® 液剤

たまねぎ・だいず・あすき・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 (他40作物以上に登録)

セトキシジム

-たまねぎは定植前(雑草発生前)でも使用できます-

フィールドスター®P 乳剤

ジメテナミドP

トラメゾン

日本曹達株式会社

〒100-7010 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
お問合せ (03) 4212-9655 (平日9~12時、13~17時 土日祝日を除く)

このアプリで
一気に問題解決!!

見つけて

AI診断・AI予測で
作物の問題を診断・早期発見

調べて

豊富なデータベースから
問題を検索・確認

対処する

問題に最適な農薬を紹介

スマートフォン用アプリ

レイミーのAI病害虫雑草診断

農作物に被害を及ぼす病害虫や雑草を写真からAIが診断し、
有効な薬剤情報を提供する、スマートフォン用の防除支援ツールです。

無料!
通信料を除く

※画面は開発中のものにつき、実際の仕様とは異なる場合があります。

■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。

開発

NICHINO
日本農業株式会社

参加

日産化学株式会社

NTT DATA 株式会社 NTTデータ CCS

日本曹達株式会社

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

豊かな稔りに貢献する 石原の水稲用除草剤

ISHIHARA
BIO
SCIENCE



ランコトリオンナトリウム塩がSU抵抗性雑草に効く!

- ・3.5葉期までのノビエに優れた効果
- ・SU抵抗性雑草に優れた効果
- ・無人航空機による散布も可能(1キロ粒剤)



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

セナイチ MX 1キロ粒剤 / ジャンボ

フルパグー MX 1キロ粒剤 / ジャンボ

スガイチ A 1キロ粒剤

ヒエックル A 1キロ粒剤

フルチャージ ジャンボ

フルイニグ ジャンボ

タイズミドル 1キロ粒剤

乾田直播 専用 **ハードパンチ** 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!

レオセータ 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル

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

マスラオ 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

メガセータ 1キロ粒剤
シヤンボ フロアフル 400Fg

忍 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。

農業・肥料に関する
総合情報サイト「e-農力」や
各種SNSにてB5



〒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
(または ☎ 03-6630-3322)

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

大地のめぐみ、まっすぐくへ
SCG 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。

畑作向け除草剤

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

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® **ユニホップ**®
サベルDE ハレイDE

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

サファットWK 丸和 **サファット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
TEL03-5296-2311 <https://www.mbc-g.co.jp>

第58巻 第7号 目次

1 巻頭言 植調協会の除草剤試験中間現地検討会
—支部長活動を通じて感じたこと—

伊達 寛敬

2 三重県における水田雑草発生の変化とヒレタゴボウの発生状況

大野 鉄平

7 〔田畑の草種〕^{くさぐさ} 目処萩・笹萩(メドハギ)

須藤 健一

8 乾田直播水稻の出芽揃期および出穂期予測モデルの開発

澤田 寛子・大角 壮弘

14 気候変動が農業に及ぼす影響と適応

—2023年の事例を含めた水稻品質, ダイズ, 北海道への適地移動—

広田 知良

20 〔統計データから〕 米の全体需給の状況の推移

21 山梨県の大豆作における難防除雑草とその防除

石井 利幸・向山 雄大・上野 直也

26 淡路島におけるタマネギ雑草防除の思い出(3)

大西 忠男

31 広場

No.114

表紙写真 〔メドハギ〕



土手, 空き地, 芝地などやや乾いた草地に生育するマメ科の多年草。
4~7月に根茎から出芽し, 8~10月に葉腋から出た短い花柄に蝶形
花をつける。(写真は©浅井元朗, ©全農教)



子葉は楕円形。第1, 2葉
は単葉で先がくぼむ。



扁平な約3mmの豆果に
1種子を入れる。



さく果は卵状長楕円形。中に
4~6個の種子がある。



種子は約
1.8mmで
黄緑色。