

植調

JAPR Journal

第50巻

第10号

麦の収量性の向上とその安定化に向けた取り組み
—生育後期重点施肥の可能性—

渡邊 和洋

《特集》

果樹園の草生管理

カンキツ園における雑草の発生動向と除草剤等による草生管理

瀧下 文孝

リンゴ栽培における草生管理

船橋 徹郎

土着天敵利用からみた果樹園の下草管理

外山 晶敏



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)

明日の「農」を
支える力でありたい。

三井化学アグロの除草剤

アールタイプ®

1キロ粒剤・ジャンボ・フロアブル

シュオイデン®

1キロ粒剤・ジャンボ・フロアブル

アルファプロ®

1キロ粒剤75/51・ジャンボH/L
フロアブルH/L

クサトリ-BSX®

1キロ粒剤75/51・ジャンボH/L
フロアブルH/L

キクンジャ〜Z®

1キロ粒剤・ジャンボ・フロアブル

イネキング®

1キロ粒剤・ジャンボ・フロアブル

オシオキMX®

1キロ粒剤

フォロ-アップ®

1キロ粒剤

サンバード®

1キロ粒剤30

草枯らしMIC®

●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。



三井化学アグロ株式会社

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



カウンシル®
コンプリート

新登場



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

●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。

除草力“の”
カウンスル。
高葉期ノビエも、難防除も！



®はバイエルグループの登録商標

バイエルクロップサイエンス株式会社

東京都千代田区丸の内1-6-5 〒100-8262 www.bayercropscience.co.jp

お客様相談室 ☎0120-575-078

9:00~12:00, 13:00~17:00
土・日・祝日を除く

口絵 田畑共通広葉雑草に見る茎下部からの不定根発生 (本文 p27 参照)

協友アグリ株式会社 普及営業部 徐 錫元

ホシアサガオ



口絵-1 ダイズ畑に蔓延したホシアサガオ (2005年9月下旬, 愛知県安城市)



口絵-2 ダイズ畑でのホシアサガオの茎下部 (2007年9月中旬, 愛知県安城市)



口絵-3 水田でのホシアサガオ (2016年10月上旬, 愛知県安城市)



口絵-4 田面水中のホシアサガオの茎下部からの発根 (2007年9月上旬, 愛知県安城市)

アメリカセンダングサ



口絵-5 ダイズ畑でのアメリカセンダングサ (2007年9月下旬, 愛知県安城市)



口絵-6 ダイズ畑でのアメリカセンダングサの茎下部 (2007年9月下旬, 愛知県安城市)



口絵-7 水田でのアメリカセンダングサ (2007年9月下旬, 愛知県安城市)



口絵-8 田面水中のアメリカセンダングサの茎下部からの発根 (2015年7月上旬, 鳥取県米子市)

オオイヌタデ



口絵-9 ダイズ畑でのオオイヌタデ (2010年9月下旬, 愛知県安城市)



口絵-10 ダイズ畑でのオオイヌタデの茎下部(2010年9月下旬, 愛知県安城市)



口絵-11 水田でのオオイヌタデ (2010年9月下旬, 愛知県安城市)



口絵-12 田面水中のオオイヌタデの茎下部からの発根(2010年9月下旬, 愛知県安城市)

クサネム



口絵-13 ダイズ畑でのクサネム (2014年9月初旬, 愛知県安城市)



口絵-14 ダイズ畑でのクサネムの茎下部(2014年9月初旬, 愛知県安城市)



口絵-15 水田でのクサネム (2011年9月中旬, 愛知県安城市)



口絵-16 田面水中のクサネムの茎下部からの発根(2014年8月初旬, 兵庫県小野市)

アメリカツノクサネム



口絵-17 ダイズ畑でのアメリカツノクサネム (2007年9月上旬, 愛知県西尾市)



口絵-18 ダイズ畑でのアメリカツノクサネムの茎下部 (2011月上旬, 三重県鈴鹿市)



口絵-19 水田でのアメリカツノクサネム (2011年9月中旬, 愛知県安城市)



口絵-20 田面水中のアメリカツノクサネムの茎下部からの発根 (2011年9月中旬, 愛知県安城市)

ナガボノウルシ



口絵-21 水田でのナガボノウルシ (2016年8月上旬, 熊本県菊池市)



口絵-22 田面水のナガボノウルシの茎下部からの発根 (2016年8月上旬, 熊本県菊池市)

ヒレタゴボウ



口絵-23 畦畔でのヒレタゴボウ (2010年9月下旬, 愛知県安城市)



口絵-24 畦畔でのヒレタゴボウの茎下部 (2010年9月下旬, 愛知県安城市)



口絵-25 水田でのヒレタゴボウ (2015年9月上旬, 岡山市)

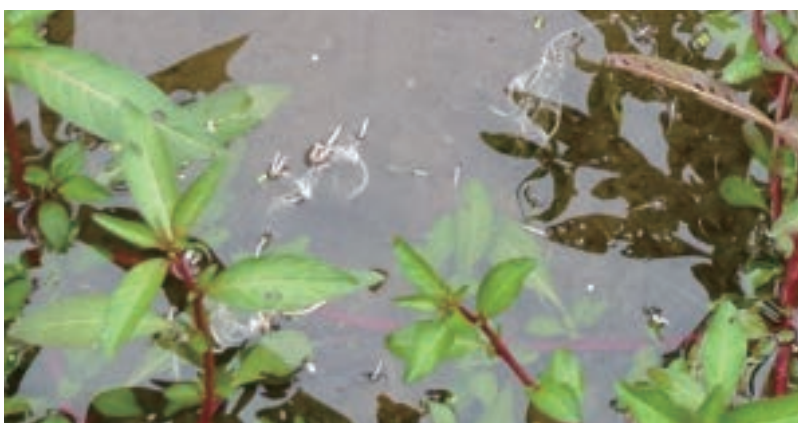


口絵-26 田面水中のヒレタゴボウの浮根 (2010年9月下旬, 愛知県安城市)

チョウジタデ



口絵-27 水田でのチョウジタデ (2016年9月上旬, 富山県入善町)



口絵-28 田面水中のチョウジタデの浮根 (2016年9月上旬, 富山県入善町)



万葉の雑草

公益財団法人日本植物調節剤研究協会 専務理事

横山 昌雄

湧水で有名な柿田川に出かけたおりに、三島の楽寿園に立ち寄る機会があった。ここには「万葉の森」という万葉植物の名称と例歌の立札が設置されているこぢんまりした植物園がある。万葉植物の多くは木本科で、草本科は少なく、水草はほとんど無かった。名勝楽寿園の小浜池は既に渇水しているので無理もない。

万葉集には四千五百十六首の歌が集まり、数多の植物が登場する。そのなかにはヒエ、コナギ、オモダカ、クログワイなどの現代の田畑で問題問題となっている雑草もみられる。ただ万葉種はそれぞれ古名として登場するので、現在のものと同じである証拠は乏しい。

春霞春日の里の植ゑ小水葱 苗なりと言ひし枝はさしにけむ
苗代の小水葱が花を衣に摺り なるるまにあぜかかなしけ
以上の二首にはコナギ（小水葱）が登場する。ここでは水田雑草ではなく、食用の草として使われている。

醬酢に蒜搗き合てて鯛願ふ 我にな見えそ水葱の羹
鯛が食べたいのに、なぎの吸い物など見せるな、と言っている。コナギは美味しいものと思われていなかったようだ。君がため山田の沢にゑぐ摘むと 雲消の水に裳の裾濡れぬ
この一首には「ゑぐ」を沢に摘みに行くところ。ゑぐはクログワイ、オモダカ、セリなどである説がある。摘むとあるので、万葉の時代には有用植物であったことが推測される。うち日さつ宮の瀬川のかほ花の 恋ひ寝らむ昨夜も今夜も
石橋の間々に生いたるかほ花の 花にしありけりありつつ見れば
以上の二首の「かほ花」がオモダカといわれている。賀茂真淵の説である。「かほ花」は美しい花の総称で、この二首はカキツバタとの説もある。

時代は下るが、枕草子の六九段に「草は菖蒲、菰、葵がいとをかし。神代よりして、さるかざしとなりけむ、いみじゅうめでたし。……。沢潟（おもだか）は名のをかしきなり。心あがりしたらむと思ふに。……」とあり、オモダカの評価は芳しくない。清少納言は菖蒲、菰、葵を花の美しさを褒めるが、オモダカは名前だけを褒めて、美しくもないのに「面高」（おもだか）と言う名を慢心していると皮肉っている。

とはいうものの、武家の時代になるとオモダカは武士たちには大人気で、オモダカの矢尻型の葉を模った紋章を陣羽織に織り込むほどである。戦を本業とする武士にはオモダカの矢尻葉が力強く思えたのであろう。江戸時代にはオモダカを模した家紋が多く現れ、武家以外の商人や役者たちにも拡がり、現代に至っている。

オモダカは水田ばかりでなく、あちこちで見かける。

私とイヌの散歩コースに、「おもだかや」の看板をかけた古風な花屋がある。上野の山の北側にある谷中霊園の一郭にお墓に供える花を扱う店である。明治中期まで上野の山の周辺は小川が流れ、田園地帯であったことから、「おもだかや」は周辺に生息していたオモダカに因んで命名されたと思っていた。ところが違っていた。名号の由来は浅草の芝居茶屋「おもだかや」で、歌舞伎小屋が浅草の猿若町から築地に移った際に、茶屋だけ上野の山に移ったそうである。また、テレビの中でもオモダカを見つけた。昨年の大相撲九州場所の千秋楽の結びの一番で、立行司木村正之介の装束にはオモダカの葉と花の丸い紋章が描かれていた。

オモダカは現在でも色々なところで活躍している。名誉のために万葉集の二首の「かほ花」はオモダカにしておきたいものである。

次の一首は万葉集の最後の載っている歌で、編纂者とされる大伴家持の一首がある。

新しき年の始めの初春の今日降る雪のいや重け吉事

新しき年、年の初め、初春と縁起の良い言葉を重ね、豊作を意味する白雪が積もることと併せて、新年に良い出来事が続くことを願って詠んだ一首である。

都から遠く離れた因幡の地で新しい年を迎えた宴席で降る雪を眺め、詠んだ歌で、万葉集の最後におくことで古豪の大伴氏が藤原氏の勢力に押され、衰退していることを憂い、一族の将来を万葉集の永久の繁栄に託したように思える。

この一首に詠っているように、あらゆる力を結集し、新しい酉年を日本農業の飛翔の年としたいものである。

麦の収量性の向上とその安定化に向けた取り組み ー生育後期重点施肥の可能性ー

農研機構 中央農業研究センター
東海輪作体系グループ

渡邊 和洋

はじめに

ーコムギ、オオムギの生産量目標ー

2015年農林水産省より、新たな食料・農業・農村基本計画が示された（表-1）。この中で2013年においてコムギで81万トン、オオムギで18万トンであった国内生産量を2025年にはそれぞれ95万トン、22万トンに増産することを目標としている。今度の基本計画では、麦の作付面積については大幅な拡大を想定していないので、この目標の達成のためには収量（反収）を、コムギでは2013年に386 kg/10aのものを452 kg/10a、オオムギでは308 kg/10aを373 kg/10a

に、それぞれ17.3%、21.1%向上させる必要がある。

コムギの目標収量は上記のとおり452 kg/10aであるが、北海道ではすでにこの目標レベルをほぼ達成している（2001～2015年平均：447 kg/10a、2015年は596 kg/10a）。その一方で、都府県では15年平均で316 kg/10aに止まっており、目標収量と100 kg/10a以上の開きがある。増産目標の14万トンのうち、仮に北海道と都府県とで7万トンずつを分担すると、目標収量は北海道では492 kg/10a、都府県では398 kg/10aとなり、後者では24%も収量性を高める必要がある。

これまでも県別のコムギ反収で400 kg/10aを超える事例はあるものの、一部の県に限られており、気象条件が恵まれた年においても400 kg/10aに達しないことが大半である。すなわち、収量ポテンシャルそのものを高めないことには、この収量目標を達成することは極めて困難であることを意味している。

その一方で、収量の安定化を図る技術開発も重要である。2001～2015年の全国の反収の最高値と最低値は、コムギで471 kg/10a、276 kg/10a、オオムギでは383 kg/10a、274 kg/10aであり、最高値を現段階での収量ポテンシャルと考えた場合、低収年はコムギで41.4%、オオムギで28.5%減収したことになる。これを実際の収穫量で示すと、コムギでは100.4万トンと57.1万トン、オオムギでは21.7万トンと16.1万トンとなる。食料自給率の向上のためには、生産力を高めることはもちろんのことであるが、年次間の収量の変動を最小限とし、実需者の買付計画に対して安定的に供給できるようにすることも必須である。

さらに、地域間や圃場間での収量差も大きい現状があり、収量が上がりにくい地域や圃場の生産性を高めていくことも必要である。そのためにはそれぞれの低収要因を把握するとともに、有効な対策技術を開発し、その導入指針を明らかにしていくことが重要である。

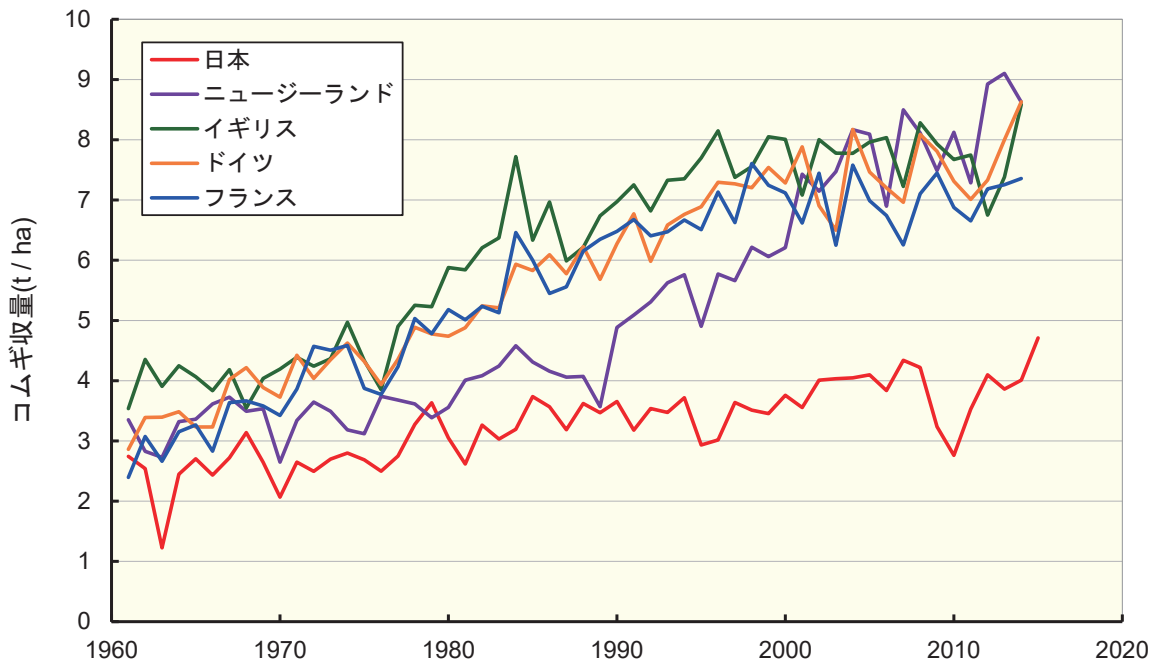
そこで本記事では、まずヨーロッパを中心に世界のコムギ多収事例を検証

表-1 食料・農業・農村基本計画（平成27年版）におけるコムギ、オオムギの増産指針

	2013年		2025年	増加	増加率
食料自給率	39%	→	45%	6%	15.4%
生産量(万t)					
コムギ	81	→	95	+14	17.3%
オオムギ*	18	→	22	+4	22.2%
合計	99	→	117	+18	18.2%
作付面積(万ha) **					
コムギ	21	→	21	±0	0.0%
オオムギ	5.9	→	5.9	±0	0.0%
合計	26.9	→	26.9	±0	0.0%
反収 (kg/10a)					
コムギ	386	→	452	+67	17.3%
オオムギ	308	→	373	+65	21.1%
合計	368	→	435	+67	18.2%

* 二条大麦，六条皮麦，裸麦の合計。

** 一定程度耕地利用率の拡大を目指しているため、実際には作付面積も拡大するものと考えられる。



Source: FAOSTAT, 日本の2015年のみ農林統計

図-1 日本とコムギ多収国におけるコムギ収量の変化

し、我が国におけるコムギの収量ポテンシャル向上の可能性を検討する。次に我が国におけるコムギ、オオムギの低収要因＝多収阻害要因を整理し、その克服に向けた技術開発の方向性について紹介していく。

世界のコムギの多収事例

我が国のコムギの収量レベルは、2015年産では北海道での豊作で471 kg/10aと過去最高になったが、通常370～420 kg/10aである。これに対し、ベルギー、オランダ、ニュージーランドでは800 kg/10aを、イギリス、ドイツ、フランスでも700 kg/10aを超えている。特に後の3国では生産量も2,000～4,000万トンに達している。こうした国々では、我が国とは異なり、排水性の良い畑地に作付けられ、また生育期間を通じて降水量が少なく、かつ登熟期の最高気温も25℃程度で麦の生育に適した気象条件となっていること、および播種から収穫までの栽培期間が長く、積算有効日射

量が多いことが多収の大きな要因である。

しかしながら、この50年間のコムギ収量の変化を見てみると（図-1）、1960年代には日本の方がやや低めではあるものの、イギリス、ドイツと比べても100 kg/10a程度の違いであった。この差は、おそらく圃場や気象条件に基づくものと考えられる。ところが、ヨーロッパ諸国では1970年代から2000年代にかけて収量が一気に右肩上がりに高まった。一方で、ニュージーランドではヨーロッパに約20年遅れて1990年代から収量が向上し、現在はヨーロッパを上回っている。ニュージーランドのこの1990年代の収量の急上昇は、ヨーロッパからの多収技術の導入の成果とのことである。

これらの結果が現在の我が国と多収国との収量性の開きであるが、この急激な収量性向上の要因について、以下に紹介する。

ヨーロッパにおけるコムギの収量性向上の要因

(1) 半矮性品種の導入と窒素施用量の増加

イギリスのローザムステッド研究所には、1855年から約170年間、ずっと同じ圃場でコムギの連作試験を実施している“Long-term Experiments”という有名な試験がある。ここで得られた約170回のコムギの収量データを基に、コムギの収量性向上の要因についてローザムステッド研究所自らが解析を行っている（Rothamsted Research 2006）。すなわち、研究所内圃場のコムギ収量の急激な上昇は、図-1で示したヨーロッパ各国において収量性が向上し始めた1970年代に先行する1968年に始まるが、この年から耐倒伏性に優れる半矮性品種が導入されている。これに合わせて、窒素の多投入が可能となり（N=14.4→19.4 kg/10a）、収量の増

加に直結した。その後もさらに施肥量を増やしたり、多肥に伴う病害への対策、あるいは連作障害への対策技術を取り入れた結果、研究所内で 900 kg/10a にまで収量を高めた。

(2) 新品種の絶え間ない投入

上述のとおり、半矮性品種の導入がヨーロッパにおけるコムギ収量性の向上の端緒となったが、その後も絶え間なく新品種が導入されてきたことも、収量性の向上が 40 年以上にわたって継続している重要な要因である。半矮性品種は程が短いことにより窒素多肥栽培が可能だけでなく、収穫指数 (Harvest Index: 全重に対する収穫部位の重量比) が高く、乾物の生産効率が高い側面も持ち合わせている。その一方で総乾物生産量がやや小さくなる傾向があるため、今日的な多収品種は耐倒伏性を維持しつつ、総乾物生産量も大きい傾向にある。また、出穂期頃に茎中の非構造性炭水化物含量が高く、出穂期までに蓄積した光合成産物を有効に収量に反映できる特性を持つようになってきている。

ドイツの種苗会社から頂いた資料によると、毎年数品種が市場にリリースされているが、最近の新品種は、1990 年の基準品種に比べて 15 ～ 20% 多収とのことである。

イギリスでは、2012 年からの 20 年間でコムギの収量を 20 t/ha に向上させることを目標とした研究プロジェクト『20:20 Wheat』が、上述のローザムステッド研究所等で取り組まれて

いるところである。この大きな目標に対しては、光合成機能自体の向上、耐倒伏性強化のための茎の物理性の改善、登熟期の葉色を維持させるための耐病性の向上、肥料の利用効率を高めるための根の機能の向上、さらには将来の気候変動を見据えた高温や水ストレスに対する耐性向上など、様々な面からの研究、品種育成が実施されている。

なお、20 t/ha = 2,000 kg/10a という収量目標は、日本人からすると現実離れした数字であるが、2015 年にイギリスの生産者が 16.5 t/ha の世界記録を達成したとの情報もあり、希求すべき妥当な目標である。

(3) 多収を実現する施肥体系

多窒素栽培が、コムギの収量向上の大きな要因であったことを述べたが、その施用方法について説明を加える。イギリス、ドイツのコムギは畑輪作体系の中で栽培されるため、前作物によって総窒素施肥量は調整されるが、N=16 ～ 23 kg/10a 程度が標準的である。これは、日本の一般的な日本麺用コムギの施肥量に比べて多くなっているが、近年作付けが広がりつつあるパン用コムギの施肥量と比べると極端に多いわけではない。しかし、施肥配分が日本の場合と大きく異なる。聞き取り調査と収集資料から著者がまとめたものなので、不正確な部分があるかもしれないが、イギリス、ドイツとも基肥は無施用であり、越冬後 2 ～ 3 月に 4 ～ 8 kg/10a 程度施用した後、

イギリスでは茎立ち期頃に 12 kg/10a を原則一気に (20kg を超える場合は分施)、ドイツでは茎立ち期から芒抽出期にかけて合計 20 kg/10a 程度を分施している。すなわち両国とも 20 ～ 24 kg/10a 前後の窒素を全量追肥により施用する『生育後期重点施肥』である。なお、倒伏防止のため、クロルメコート等の倒伏軽減剤の使用が一般的である。

生育後期重点施肥による増収は日本でも可能か

日本でも、近年収量が 500 kg/10a レベルに達している北海道では、冬季に積雪があることもあり、基肥無施用ではないものの比較的生育後期重点型の施肥体系である。しかし、積雪がない都府県では多くの場合、多収のためには越冬前の茎数確保と、早期に葉面積指数を確保することで乾物生産速度を高めることが重要と考えられ、そのため基肥重点型の施肥体系になっていることが多い。そこで、生育後期重点型の施肥により、我が国の温暖地の水田転換畑におけるコムギ栽培でも多収が得られるかについて検討を行った試験結果を紹介する (渡邊ら 2016)。

試験は三重県津市の水田転換畑圃場において、耐倒伏性が強い日本麺用コムギ「さとのそら」を供試し、小明渠浅耕播種栽培で実施した。標準の施肥量は、基肥一分げつ期追肥－茎立期追肥－止葉抽出期追肥をそれぞれ 7-0-3-3 kg/10a = 合計 13 kg/10a とした。

表-2 生育後期重点施肥と播種量の違いがコムギの収量および収量構成要素に及ぼす影響

試験区名	収量		穂数 (本/m ²)	穂実小穂数 (個/穂)	1小穂粒数 (粒/小穂)	1000粒重 (g)	1穂粒重 (g)	タンパク (%)
	(kg/10a)	(比)						
8-7033	444.3	ab 100	438.1	ab 11.7	a 2.21	a 39.3	a 1.01	b 8.99
8-2563	574.3	bc 129	477.8	b 12.1	ab 2.46	abc 40.5	b 1.20	ab 9.64
8-0763	606.9	c 137	476.8	b 12.5	abc 2.51	abc 40.5	bc 1.27	ab 9.80
8-2563CC	564.7	abc 127	481.1	b 12.1	abc 2.35	b 41.2	ab 1.17	ab 9.98
4-7033	436.8	a 98	367.7	a 12.6	bcd 2.32	ab 40.6	ab 1.19	b 9.17
4-2563	555.6	abc 125	389.7	a 12.9	cd 2.69	b 41.2	c 1.43	ab 9.87
4-0763	565.1	abc 127	396.8	ab 12.9	cd 2.72	ab 40.7	c 1.43	ab 9.90
4-2593	667.2	c 150	449.8	ab 13.3	d 2.74	ab 40.9	c 1.49	a 10.72
分散分析	**		**	**	**	*	**	**

※ 数値横の異なるアルファベットは、Tukeyの多重検定で5%水準で有意差があることを示す。

渡邊ら 2016より2014年のデータを抜粋。

これに対し生育後期重点施肥として、2-5-6-3、0-7-6-3 および 2-5-9-3 の施肥区を設けた。また、播種量を標準の 8 kg/10a と薄播きの 4 kg/10a とし、8-7033 区の場合、最初の 8 が播種量を示す。なお、8-2563CC 区は茎立期追肥に粒状の石灰窒素を用い、その他の茎立期および止葉抽出期追肥は硫酸で、基肥と分けつ期追肥は高度化成(14-14-14)で施用した。

この結果、収量は標準の 8-7033 区で 444 kg/10a であったのに対し、各

生育後期重点施肥区では 25 ～ 50 % 増加し、4-2593 区では 667 kg/10a の多収となった(表-2)。生育後期重点施肥区では、穂重が大きくなることに加えて、同じ播種量であれば穂数が増えることが寄与していた。また総乾物重が大きくなったことに加えて、収穫指数も大きくなった。

生育後期重点施肥で総乾物重が大きくなった要因としては、図-2 に示したように出穂期前頃～登熟期、すなわち日中の気温がコムギの生育に適した

20 ～ 25℃くらいで経過する時期に葉面積指数(LAI)が大きくなったことが特に重要であった。一方で、登熟期後半まで葉色が高く維持されたことから、純同化率(NAR)が生育終盤まで長期間維持された効果もあったと考えられる(図-3)。さらに、図-4 に示したように生育初期の茎数が抑えられたことにより、茎立期頃に茎間の同化産物の競合が少ないため茎の生存率(有効茎歩合)が高く、さらに茎立期追肥の増施により施用窒素が強勢な茎

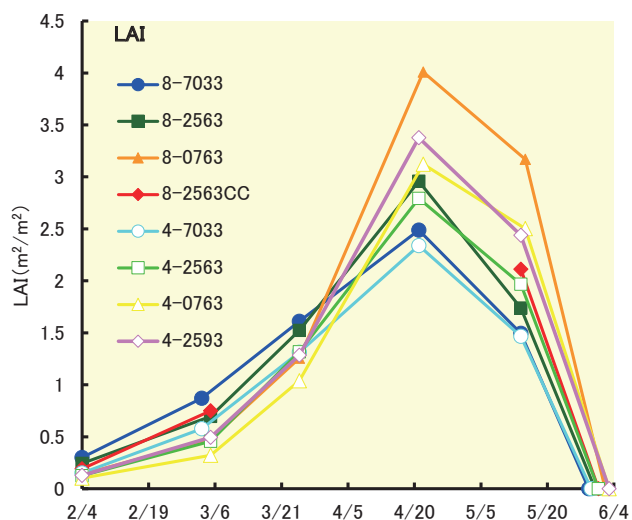


図-2 生育後期重点施肥と播種量の違いがコムギの葉面積指数(LAI)に及ぼす影響

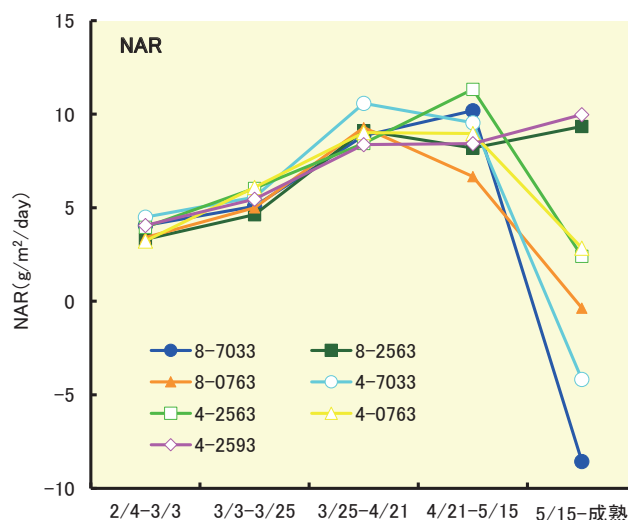


図-3 生育後期重点施肥と播種量の違いがコムギの純同化率(NAR)に及ぼす影響

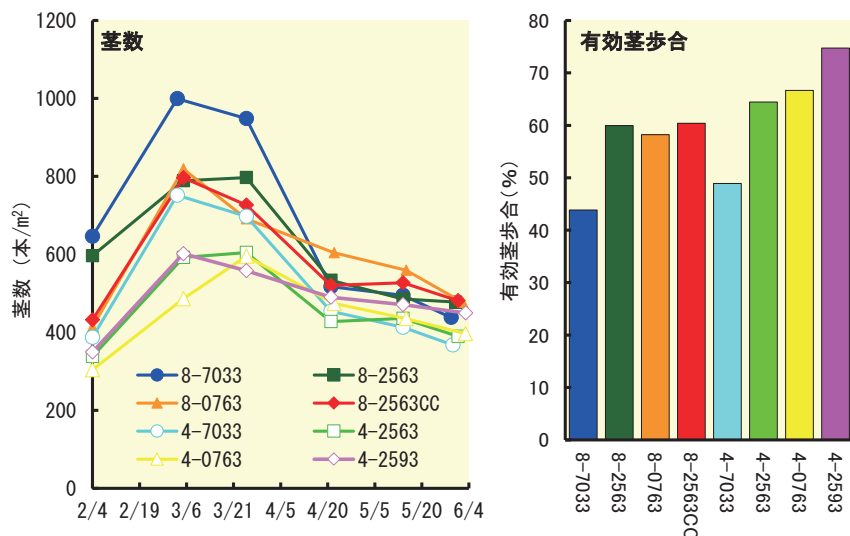


図-4 生育後期重点施肥と播種量の違いがコムギの茎数と有効茎歩合に及ぼす影響

に集中的に配分され、このことが高い LAI およびシンク容量の大きい穂の形成に繋がったものと考えられる。

通常の基肥重点型の施肥体系においても追肥を増施することで、登熟期の葉色を高く維持することができ、倒伏しない限り収量が高まることは経験的に知られている。しかし、生育後期重点施肥の場合、これに加えて初期の生育量を抑制した結果、草型が大きく変化することが特徴である。また、茎数が比較的少ないため、倒伏が発生しにくいことも重要である。本試験では、667 kg/10a の多収となった 4-2593 区でも倒伏は認められなかった。

生育後期重点施肥の問題点とその改善の方向性

以上のように、我が国の水田転換畑においても生育後期重点施肥によりコムギの多収化を図れる可能性が実証されたが、普及技術化に向けては以下に上げるような問題点がある。

- ① 成熟期が遅れる。特に基肥無しで顕著。
- ② 子実タンパク含量が過剰になったり、外観品質が低下することがある。
- ③ 硫安による追肥量を増やすと、麦

作後の土壌 pH が低下し、酸性化を助長する。

- ④ うどんこ病やさび病が多発することがある。

①と②については、すでに解決策の検討も行っており、茎立期追肥を十分施用しておけば、これまで子実タンパク向上のために行ってきた後期追肥（止葉抽出～開花期頃）を省略しても、高収を維持しつつ、熟期および品質面でも大きな問題のないレベルに改善できそうである。もちろん年次間差があるため、適正な追肥量を決定する生育診断法を併せて開発する必要がある。

③については、上記の試験で粒状の石灰窒素追肥（8-2563CC 区）を試し、土壌 pH の面からは効果を確認できているが、追肥後培土を行わないかぎり溶けが劣ることから、硫安による施用ほど増収効果が発揮されなかった。今後、作業効率の面からも尿素ベースの肥効調節型肥料を活用していくことで改善することを期待している。

また、一時期に大量の追肥を行うことによる環境負荷についても検証する必要がある。

- ④については、「さとのそら」では比較的発生は少ないものの、「チクゴイヅミ」で多発、「きぬあかり」、「シ

ロガネコムギ」でやや多等の品種間差があり、品種毎に適正な施肥法を検討する必要がある。また同一品種においてもまだ原因は不明であるが、年次や圃場によって発生程度が異なる。ただ、ヨーロッパでは、病害防除も含めた多収栽培技術体系となっており、技術パッケージとしての検討を進めていく必要もある。

以上のように、適切かつ積極的な新品種の導入とそれぞれの品種に適した生育後期重点施肥等の肥培管理法の再検討を行うことにより、我が国においてもコムギの収量ポテンシャルを大幅に向上させることは可能である。品質面を度外視してはいるが、あくまでも収量ポテンシャルを検証することを目的とした試験では、九州沖縄農研の水田転換畑圃場において N=27 kg/10a を生育後期重点施用したとき、1,000 kg/10a を超える多収が得られている（藤田ら 2015）。

コムギ・オオムギの低収要因＝多収阻害要因

収量ポテンシャルが向上しても、実際の生産現場においては、年次間の気象要因や土壌物理・化学性、排水性等の圃場要因の違いにより十分な収量が得られないことが多い。「はじめに」で収量の年次変動として、低収年にはコムギ、オオムギそれぞれ 41.4%，28.5% 減収したことを例示したが、これは全国の平均値であり、個々の圃場レベルで比較した場合、最大の減収

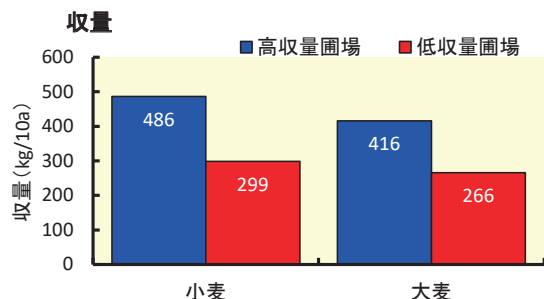


図-5 高収圃場と低収圃場のコムギとオオムギの平均収量

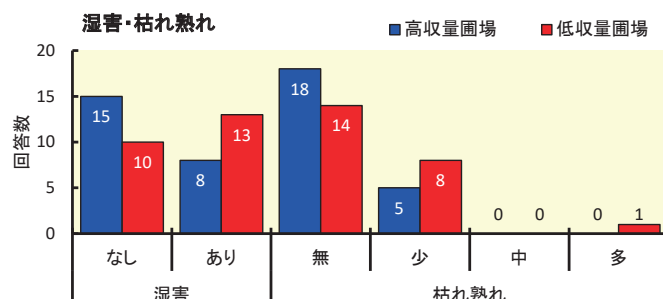


図-6 湿害および枯れ熟れの発生程度

率が遙かに大きくなることは容易に想像でき、極端なケースでは収穫皆無ということもあり得る。

コムギ、オオムギの多収阻害要因のうち、気象条件に関わるものについては、営農上の対策が困難なケースが多いが、圃場条件に関わるものについては、営農上の対策で一定程度克服することが可能である。そこで、まず収量が上がりにくい圃場における低収要因について、2013年に農林水産省生産局が主催し、3県で実施した「麦の低収要因調査」の結果を基に検討した。この調査は、同じ生産者がコムギまたはオオムギを作付けしている圃場の中で、反収の高い圃場と低い圃場を1対にして、収量、土壌の化学性、および聴き取り調査により圃場条件の違いを比較したものである。調査対は23対、合計46圃場についての調査結果である。

調査圃場のうち高収圃場の平均収量は、コムギ：486 kg/10a、オオムギ：416 kg/10aであり、農林統計の都府県の収量より高水準である。これに対して低収圃場では、コムギが38%低

い299 kg/10a、オオムギが36%低い266 kg/10aであった(図-5)。

まず、コムギ、オオムギの低収に関わると考えられる諸要因の発生状況について、生産者に聴き取りを行った。

(1) 湿害

湿害は、低収圃場の半数以上の57%で発生していて、やはり低収の大きな要因となっていた(図-6)。また、高収圃場でも35%で発生している。また、低収圃場では出芽勢が劣る事例が26%を占めるが、湿害の直接的な影響による発芽障害だけでなく、播種時の碎土率の低さが影響したことも考えられる(図-7)。湿害が原因で低収となっている場合は、高収圃場に対して40%の減収となったのに対し、湿害以外の要因で低収となっている場合は32%の減収となった(図-8)。なお湿害の場合、欠株や極端な生育抑制、あるいは圃場面に滞水が認められるような明らかなものの他にも、数%の収量低下を来す程度のものもあり、ここで数値には現れていない潜在的な発生もあるものと考えられる。

枯れ熟れ症状も、高収圃場でも発生が認められるが、低収圃場での発生が多くなっていた。枯れ熟れの発生にはいくつかの原因が考えられるが、湿害により根の張りが悪い場合に生じやすいことが知られている(図-6)。

以上のように、湿害がコムギ、オオムギの主要な低収要因となっていることが改めて浮き彫りとなった。

(2) 雑草害

高収圃場では雑草被害が認められるのは9%に満たないが、低収圃場では35%に達する(図-9)。また、雑草被害が認められる低収圃場の収量は、雑草被害なしの高収圃場より53%の減収となっており、雑草被害が低収要因となる頻度は湿害に比べると低いものの、被害が発生した場合の影響はより深刻である。なお、今回の調査の範囲で問題となっていた主要な草種は、スズメノテッポウ、カズノコグサ、ヤエムグラであったが、この他ネズミムギ、カラスムギ、カラスノエンドウ等が現在全国的に問題となっている。

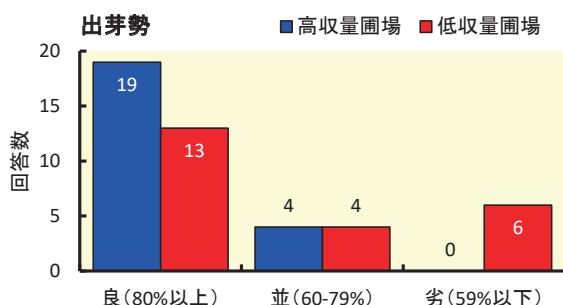


図-7 高収圃場と低収圃場のコムギ・オオムギの出芽勢

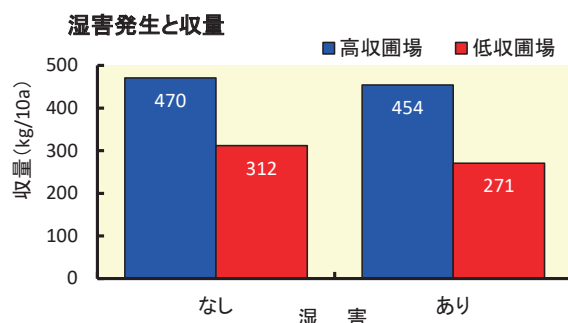


図-8 湿害の有無とコムギ・オオムギの収量との関係

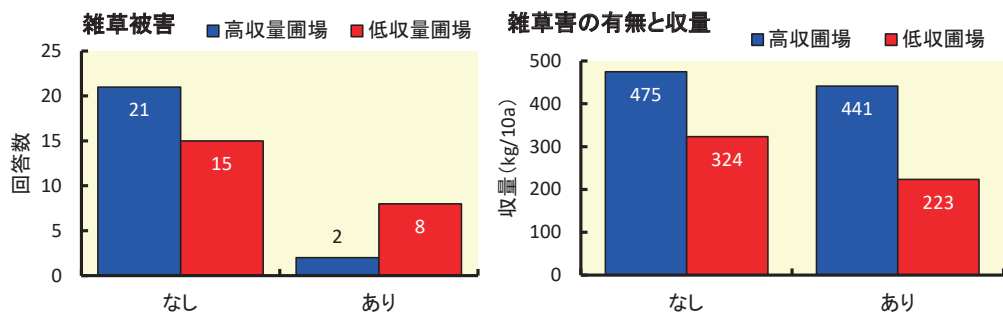


図-9 高収圃場と低収圃場の雑草被害とコムギ、オオムギの収量

(3) 土壌の化学性

土壌分析の結果、高収圃場と低収圃場で一定の差異が認められた項目は、表-3に示したように、交換性カルシウム、石灰飽和度、カリ飽和度、塩基飽和度、Mg/K比、可給態リン酸、可給態窒素、硝酸態窒素であった。このうち交換性カルシウム、石灰飽和度、塩基飽和度、Mg/K比、可給態リン酸および可給態窒素は低収圃場で低下し、その他は逆に増加した。しかし、いずれも適正值の範囲内での変動であった。なお、塩基飽和度およびMg/K比とも特に値が低い領域において低収圃場でより低い値を示す傾向があった。

一方、低収圃場のpHは平均5.68で、

高収圃場の5.76とほとんど差は認められなかったが、いずれも基準値下限の6.0を大きく下回っていた。圃場毎に見た場合、低収圃場の65%、高収圃場の70%が6.0未満であり、一部では5.0未満の圃場も認められた。石灰資材は、65%の圃場で投入されているので、投入量が十分でない可能性がある。また、石灰資材ありの場合は、高収圃場と低収圃場でpHおよび塩基飽和度には差は認められないのに対し、なしの場合は、低収圃場でこれらが低くなる傾向があった(図-10)。

CECは、A県ではもともと高く、低収圃場でむしろ高かったが、B県、C県では低収圃場で低くなる傾向が認められた。この両県では堆肥は1例

を除いて投入されておらず、有機物の消耗がCECの低下の要因になっている可能性が伺える。

実際の収量との関係においては、今回の調査の範囲では、明瞭な関係を示す土壌化学性の要因は認められなかった。ただし、全般にpHが低くなっており、麦の健全性が損なわれ、湿害等の他の低収要因の影響を受けやすくなっている可能性がある。

(4) その他の低収要因

今回の調査の範囲では、作付けられる品種によっては縞萎縮病による減収が認められた。また、地域によってはヤギシロトビムシによる食害の影響も認められた。

表-3 高収圃場と低収圃場の土壌化学性

		pH (H2O)	交換性Ca0 (mg/100g)	交換性Mg0 (mg/100g)	交換性K20 (mg/100g)	石灰飽和度 (%)	苦土飽和度 (%)	カリ飽和度 (%)	塩基飽和度 (%)	Ca/Mg	Mg/K	可給態P205 (mg/100g)
②高収量圃場	A県	5.60	382.0	51.4	28.2	55.67	10.63	2.64	68.94	5.63	4.65	10.60
	B県	6.03	328.2	31.9	21.5	62.31	8.06	2.35	72.72	10.23	3.81	38.70
	C県	5.52	306.5	65.1	46.4	68.27	17.50	5.72	91.48	4.88	2.94	48.56
①低収量圃場	A県	5.62	412.0	50.8	43.0	51.65	9.10	3.44	64.19	6.17	3.57	12.40
	B県	5.86	282.4	28.4	18.6	55.91	7.41	2.51	65.84	9.83	3.38	25.80
	C県	5.50	269.3	62.9	46.0	59.84	17.13	6.28	83.25	4.63	2.68	45.79
②高収量圃場		5.76	332.3	47.7	31.6	62.94	11.90	3.58	78.42	7.37	3.69	36.02
①低収量圃場		5.68	306.0	45.3	33.4	56.35	11.16	4.02	71.53	7.23	3.18	29.84
		全窒素 (%)	全炭素 (%)	微量元素(B) (mg/kg)	微量元素(Mn) (mg/kg)	微量元素(Cu) (mg/kg)	微量元素(Zn) (mg/kg)	微量元素(Fe) (mg/kg)	CEC (me/100g)	リン酸吸収係数 (mg/100g)	EC (m S)	NH4-N (mg/kg)
②高収量圃場	A県	0.23	3.13	0.20	17.34	4.58	5.36	71.6	25.0	1024.0		
	B県		2.01	0.35	13.15			282.6	18.3	759.0	0.06	
	C県	0.23	2.49	0.23	9.48	4.02	15.48	101.1	15.9	1192.1		2.85
①低収量圃場	A県	0.29	4.23	0.20	21.26	5.80	5.54	57.1	28.4	1228.0		
	B県		1.50	0.36	12.87			288.6	16.5	681.0	0.06	
	C県	0.23	2.43	0.24	10.17	3.27	16.30	76.0	14.8	1160.4		1.09
②高収量圃場		0.23	2.42	0.27	12.78	4.24	11.59	173.6	18.9	967.3	0.06	1.17
①低収量圃場		0.25	2.42	0.29	13.76	4.24	12.16	164.3	18.5	966.7	0.06	1.09

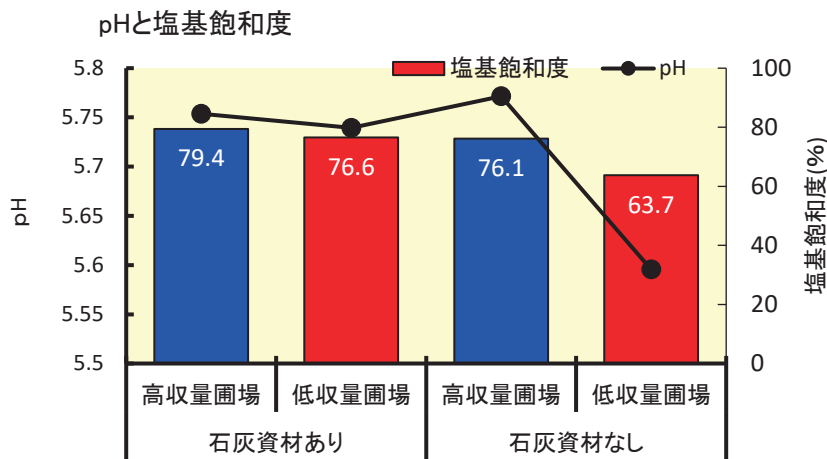


図-10 石灰資材の投入の有無が土壌 pH と塩基飽和度に及ぼす影響

『多収阻害要因プロ』の取り組み

このように紹介した「麦の低収要因調査」では、コムギ、オオムギの主な低収要因として、① 湿害、② 雑草害、③ 土壌の酸性化を抽出することができた。しかし、調査対象が3県のみに限られ、また、湿害発生の直接の要因となる土壌水分、地下水位および土壌物理性に関する調査は行われなかった。

そこで農林水産省では、麦類同様にポテンシャルに対して実収が上がらない大豆を含めて、その「多収阻害要因」を今一度整理し、個々の圃場において多収を阻害している要因を生産者自らが判定できる指標を策定する一方で、湿害や雑草害等への効果的な対策技術を開発し、先の判定指標に基づき適切な対策技術の導入を支援するマニュアルを作成することを目的にした委託プロジェクト、通称『多収阻害要因プロ』を開始した。研究期間は2015～2019年の5年間で、麦の課題には、全国の12道県、2大学が参画し、農研機構・中央農研センターがとりまとめを担当している。現在、1年目の「多収阻害要因実態調査」の結果を解析中

であるが、「麦の低収要因調査」では調査が行われなかった土壌物理性と排水性との関係も明らかにされつつある。

一方、湿害対策技術としては、既存の耕耘同時畝立て播種機や農研機構・農村工学部門で新たに開発されたカットドレーン、カットソイラの活用他、サブソイラ同時施工播種機の開発やチゼル深耕などについて取り組まれている。また、雑草対策では、除草剤の体系施用に加えて、耕起体系を組み合わせた総合的な対策も検討されている。

『多収阻害要因プロ』の成果については、取りまとめ次第紹介する機会を持ちたい。

多収阻害要因対策としての生育後期重点施肥

麦類の多収阻害要因で最も重要と考えられる湿害は、基本的に根が低酸素条件に遭うことで、その機能や伸長が阻害されることで引き起こされ、結果として水や窒素などの養分の吸収が阻害される。特に茎立期以降の乾物成長が盛んになる時期に十分な窒素を吸収できないことが、葉の黄化：LAIの低下や弱勢茎の枯死：有効茎歩合の低下の原因となる。そこで、湿害発生程度

に応じた追肥の増施用により湿害を軽減することも可能である。ただし、慣行の基肥重点施肥では追肥を行う時点ですでにかんりの量の窒素が施用されているため、追肥量を増量できる範囲に限られるのに対して、生育後期重点施肥ではその自由度が大きい。

また、生育後期重点施肥では初期生育量が小さいため、茎立期追肥時期には第1節、第2節分げつくらいまでしか発生しないが、これらは比較的強勢な分げつであるため、その出現は土壌水分の高低の影響を受けにくく、その後適切な追肥を行うことで、安定的な収量を得られることが期待できる。

さらに、これまで取り上げてこなかった麦類の多収阻害要因がある。「麦の低収要因調査」の聴き取り調査で、「適期播種が困難となった」との回答が多数寄せられており、その理由としては、「作付面積の拡大」が上げられていた。「天候が不順になった」との回答もあったが、過去50年の気象データを見る限り麦類の播種時期の降水量、降水日数には増加傾向は特に認められない。すなわち、播種関連の作業にかかる日数が増加したことで、雨天日に遭遇する頻度が高まったことを意味し、その根本的な原因は作付面積の拡大にある。

一般に適期播種ができない場合、播種時期が遅れることになる。遅播きになるほど気温が低くなるため、出芽まで日数が長期化し、逆に生育期間が短くなるだけでなく、無理な播種作業による出芽率の低下もあり、多収を得る

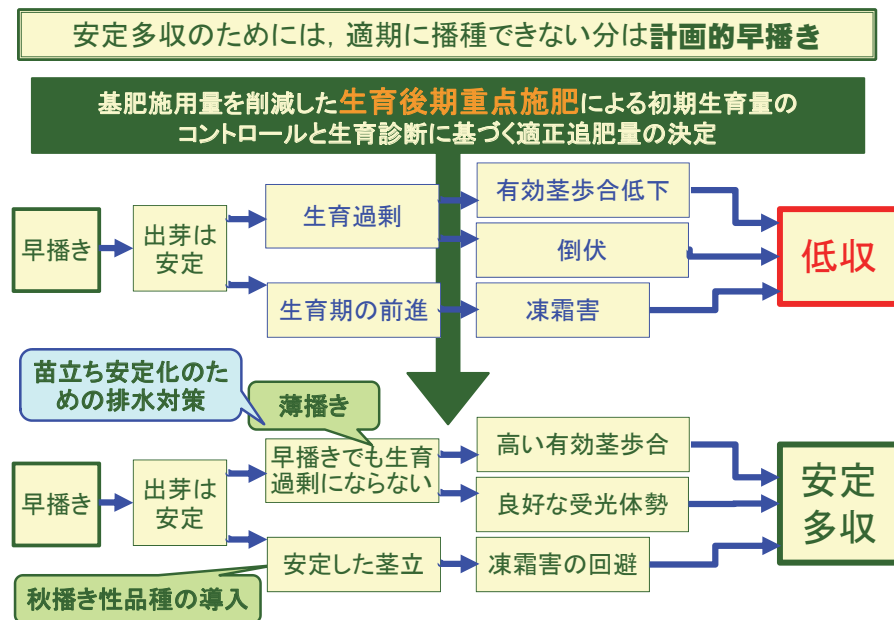


図 -11 作付面積の拡大に伴う播種長期化への対策

ことが基本的に困難となる。一方で、早播きを行った場合は、過繁茂となることが多く、その後凋落型の生育となったり、倒伏が生じたりすることで低収となるだけでなく、品種によっては茎立が早まり、凍霜害を受ける危険性も高まる。

以上のように、作付面積の拡大に伴い適期播種が困難となることが麦類の重要な多収阻害要因であり、今後も麦の作付けは一部の生産者にますます集積することが予想されるので、この問題はさらに深刻なものに

なるであろう。

この解決のためには、播種機の高速化や ICT, RT を活用した複数の作業機の同時運転などが期待される。一方で、早播きにより特定の病虫害の発生が助長されない条件では、茎立時期が安定した秋播き型の品種の早播き栽培と生育後期重点施肥との組み合わせも有効であると考え（図 -11）。すなわち、生育後期重点施肥では初期生育量が少ないため、早播き栽培で問題となる生育過剰、過繁茂になりにくく、適正な生育診断に基づいて追肥量を制

御することで安定多収が期待できる。

今後は、多収技術としてだけでなく、このように収量の安定化を図る観点からも、生育後期重点施肥の研究を進めていきたい。

引用文献

- 藤田雅也ら 2015. 暖地・温暖地における最近のコムギ品種・系統を用いた後期重点施肥による多収事例. 日本作物学会第 240 回講演要旨集 p.84.
- Rothamsted Research 2006. Guide to the Classical and other Long-term Experiments, Datasets and Sample Archive.

カンキツ園における雑草の発生動向と除草剤等による草生管理

農研機構 果樹茶業研究部門
カンキツ研究領域

瀧下 文孝

はじめに

カンキツ園は中部地方から西南日本にかけての沿岸部傾斜地に多く分布しており、梅雨前線や台風の大雨による土壌流亡防止の観点から、部分清耕や草生栽培を行うのが一般的である。また、カンキツは永年性作物であることから、稲作や畑作物のように園地全体を耕耘したり除草剤を全面に散布することは希であり、また、山間部の園地では周辺の森林や法面から雑草が侵入することも考えられ、他の作物に比べて草種が多いことが特徴と考えられる。カンキツ園に生える雑草は暖地性で比較的乾いた条件を好む種類が多く、温暖化に伴い南方系の雑草が徐々に分布域を広げ、また経済活動の国際化に伴い外来種も増加しつつある。本稿では当拠点での現状を事例としてカンキツ園での草種と生態、外来雑草の侵入状況、難防除雑草と対策等を明らかにし、効率的な草生管理法に向けての課題などについて述べさせていただきたい。

カンキツ園で見られた草種

カンキツ研究領域興津拠点（静岡市清水区）での雑草の分布は飛地を含めると表-1のとおりで、総計 50 科 200 種以上の草種が観察された。分類については遺伝情報に基づいた APG 体系によったため、これまでゴマノハグサ科に含まれていたオオイヌノフグリ等はオオバコ科に、ユリ科に含まれてい

表-1 カンキツ研究領域園場で観察された雑草の科名と種数

科名	在来種	外来種
キク科	17	24
タデ科	11	2
マメ科	12	4
オオバコ科	2	6
シソ科	5	1
アブラナ科	4	2
ヒルガオ科	3	6
その他双子葉植物	46	13
イネ科	21	14
カヤツリグサ科	6	0
ツユクサ科	4	2
その他単子葉植物	9	2
トクサ科	1	0
つる性植物	11	0
合計	152	76

た多くの植物が他の科に変更となった。外来雑草が占める割合は全体の 33.3%にのぼり、南方系の雑草も分布域を広げていることが確認された。外来雑草はキク科 20 種以上、イネ科 14 種、オオバコ科 6 種、ヒルガオ科 6 種等となった。キク科では種子を飛ばして増える種が多く、イネ科では牧草として導入された種が野生化したものが多かった。以下にカンキツ園で問題となる雑草の特徴を述べたい。

キク科

種子は風により飛ばされ、あるいは逆刺のある刺突起（トゲ）が動物に付着して分布を広げる種類が多くみられる。また、地下茎で越冬する多年生の難防除雑草も多い。キク科は筒状花のみ、あるいは筒状花と舌状花が混在するキク亜科と舌状花だけからなるタン

ポポ亜科とに分かれる。前者のセンダングサ属にはセンダングサ、アメリカセンダングサ、コセンダングサ等があり花の色、種子の形や刺の本数で区別できる。アメリカセンダングサは水田で問題となっており、短日条件下で花芽を形成するため開花前までに防除することで埋土種子を抑制することが可能である（小荒井 2015）。当拠点ではコセンダングサが多く、白い舌状花をもつコシロノセンダングサ（コセンダングサの変種）との中間的な性質をもつ個体も散見された（図-1）。短日条件下で花芽を形成するものと思われる、冬の寒さに耐えて生き残った個体が春先に開花する事例も観察された。長日条件下の初夏には花芽を形成せず秋になると穂を出して開花する。種子形成は春季と秋季に行われ、種子は衣服に付着して分布を広げるので難防除雑草といえる。セイタカアワダチソウは種子と地下茎で増殖し、アレロパシー成分を分布することから大群落を形成することがある。当拠点でまだ大きな問題は生じていないが、小さな群落のうちに手で引き抜くか移行性の除



図-1 コセンダングサ



図-2 アサガオ類の繁茂



図-3 マルバツユクサの繁茂



図-4 ネズミムギの繁茂

草剤を散布するなどして大群落を作らせないことが効果的と考えられる。チチコグサ属には在来種のアサガオやチチコグサがあるが、チチコグサモドキ、ウラジロチチコグサ、タチチチコグサなど外来種が知らぬ間に園地を占領していることがある。この他、外来タンポポ種群、ハキダメギク、ノボロギク、ベニバナボロギク、ヒメジョオン、ハルジオン、ヒメムカシヨモギ、オオアレチノギク等が外来種で、年間を通して生育しており当拠点の主要な雑草になっている。

ヒルガオ科

在来種のコヒルガオがあるが、夏から秋にかけて外来アサガオ類の繁茂が目立った。初夏まではツルだけが繁茂し8月から秋にかけて短日条件下で花芽形成して開花した。当拠点では飛地を含めてアメリカアサガオ、マルバアメリカアサガオ、アサガオ(園芸種)、マメアサガオ、ホシアサガオ、マルバルコウの繁殖が確認された。畑一面を覆うケースも見られ難防除雑草と考えられる(図-2)。

タデ科

在来種のコヒルガオがあるが、夏から秋にかけて外来アサガオ類の繁茂が目立った。初夏まではツルだけが繁茂し8月から秋にかけて短日条件下で花芽形成して開花した。当拠点では飛地を含めてアメリカアサガオ、マルバアメリカアサガオ、アサガオ(園芸種)、マメアサガオ、ホシアサガオ、マルバルコウの繁殖が確認された。畑一面を覆うケースも見られ難防除雑草と考えられる(図-2)。

通して繁殖し、カンキツ幼木と養水分の競合を起こすので要注意である。飛地では大型のオオイヌタデ、蔓性のイシミカワなどが観察された。

マメ科

クズ、フジ、ヤブマメ、ヤブツルアズキ等はつる性でミカンの樹に絡みつくるので厄介である。飛地ではマルバハギ、コマツナギ、メドハギ、アレチヌスビトハギが観察され、草丈が高いので問題となる。シロツメクサは平地畝間で草刈りを頻繁に行う箇所でも観察された。

ツユクサ科

単子葉植物で葉が厚いのが特徴である。特定の除草剤が効きにくいことや、草丈が低いので草刈り時に刈り残しが生じ増加傾向にある。ツユクサ属では3種が確認され青か水色の花を咲かせ越冬せずに種子で繁殖する。ツユクサは全国的に分布し3枚ある花弁のうち下の花弁が小さい。マルバツユクサは葉が丸くて暖地に分布し落花生のように地中花を咲かせることで知られている。シマツユクサは3枚の花弁がほぼ同じ大きさで葉が細く茎色も淡い。後2種は関西以西が分布域と記載され20年ほど前には見られなかったが、今回の調査で大群落を形成している箇所も観察され(図-3)、温暖化に伴い分布域を広げているものと推察される。ムラサキツユクサ属のミドリハカタカラクサは南米原産の多年草で

白い花を咲かせる。観賞用に海外から導入され野生化して雑草となった。耐陰性が強くカンキツの樹冠下や林の下に群落を作ることがあり、肥料分がカンキツと競合し作業上滑りやすいため難防除雑草といえる。

イネ科

イネ科雑草の多くはイチゴツナギ亜科、オヒゲシバ亜科、キビ亜科に分類され、イチゴツナギ亜科にはネズミムギ、ナギナタガヤのように牧草や草生栽培用に導入されたが雑草化したものが含まれる。オヒゲシバ亜科には在来種のコヒシバが、キビ亜科には在来種のコヒシバ、エノコログサ、イヌビエや外来種のアサギアザミ、タチスズメノヒエ等が含まれる。春から夏にかけて平地では南米原産のイヌムギが、傾斜地では欧米原産のネズミムギ(図-4)が優占していた。両種とも草丈が50cm以上ありカンキツの幼木と競合し作業性の悪化、肥料分の競合など問題が多いため、草刈りや除草剤で防除している。夏から秋にかけて平地ではオヒシバ、メヒシバ、エノコログサ、イヌビエ等が、傾斜地ではススキ、チガヤなどの多年草が繁茂し、草刈りに多くの労力を必要としている。スズメノヒエ属にはシマスズメノヒエ、タチスズメノヒエ、アメリカスズメノヒエ(バヒアグラス)があり、いずれも盛夏から秋にかけて生育が旺盛であった。



図-5 ホソバツルノゲイトウ



図-6 畝際への除草剤散布



図-7 傾斜地での草刈り作業

つる性植物

木本性ではアケビ、ヘクソカズラ、アオツヅラフジ、ガガイモ、キツタ、エビヅル、ノブドウ、テイカカズラ等が観察され、これらは一度繁茂すると防除が困難である。草本性のブドウ科ヤブガラシは樹に絡みつき開花期にはスズメバチが蜜を吸いに来るので問題である。タデ科イシミカワ、ナス科ヒヨドリジョウゴ、キンポウゲ科センニンソウ、ウリ科カラスウリ等が蔓で絡みつく。

季節的消長

上記以外の草種では年間を通して繁茂・繁殖するタイプと季節的に発生するタイプが見られた。前者ではヒユ科ホソバツルノゲイトウ (図-5)、アブラナ科イヌガラシなどが観察された。後者として春に繁茂する草種にオオバコ科ツボミオオバコ、オオイヌノフグリ、フラサバソウ、マツバウンラン、フウロソウ科アメリカフウロなどが見られ、夏から秋にかけてはトウダイグサ科エノキグサ、コニシキソウ、ヒユ科イヌビユ、スベリヒユ科スベリヒユ、キツネノマゴ科キツネノマゴなどが繁茂した。

除草剤を使用する上での注意点

傾斜地では梅雨、台風、秋雨前線時の大雨による土壌流亡を防止するため、法面では草生栽培を行い刈払い機

で刈り込み、テラス面では除草剤を併用するのが一般的である。法面では根が土壌深くまで伸びるススキ、チガヤ等が適する一方、吸収移行型除草剤が使えないのでセイタカアワダチソウなど宿根性の難防除雑草も繁茂しやすい。緩傾斜地では接触型除草剤と土壌処理剤を組み合わせ春草の繁茂を遅らせ、梅雨前は土壌流亡を防止するため接触型除草剤で地表面だけを枯らす。梅雨明け以降、大雨の心配が少なく生育が早い盛夏には吸収移行型の除草剤で根まで枯らすなどの工夫が必要となる (岩崎 2011)。

平坦地では大雨による土壌流亡の心配が少なく、根まで枯らす吸収移行型の除草剤を全面に使える優位性がある。列植えであれば乗用型草刈機で畝間を刈り、畝際、樹冠下等を除草剤で防除することもできる (図-6)。

除草剤は季節や草種によって使い分けることにより、効果的に草生管理を行うことが可能である。低温で効果の発現まで時間がかかる冬場には接触型除草剤と土壌処理剤を組み合わせ春草の繁茂を遅らせることができる。また、イネ科雑草と広葉雑草で効果が異なる除草剤があり、特定の雑草に効かない剤もあるので同じ剤を連用するとその草種が増え (鈴木 1985)、また抵抗性雑草を生じさせるので連用は避けたい。

カンキツ園での草種と管理法の変化

広瀬ら (1966) によると、カンキツ園では春から夏にかけてスズメノテッポウ、ムラサキカタバミが、夏から秋にかけてメヒシバ、ツユクサ、イヌタデが優占する。園地条件によっても異なり、傾斜地テラス面ではヤブガラシ、ネザサ、キツネノマゴが、傾斜地法面ではネザサ、トボシガラ、ススキが優占する。メヒシバ、ハマスゲは耐陰性が低く、照度が低いミカン成木園では耐陰性が高いツユクサ、ムラサキカタバミなどが優占する。伊藤によればヨモギ、メヒシバ、ハマスゲ、チガヤ、イヌタデ、アレチノギク、ヒルガオ、イヌビユ等がカンキツ園での主要雑草であった (鈴木 1992)。このように 1990 年代以前の報告では、近年侵入したと考えられる外来雑草の記載がみられない。カンキツ園での草種と管理法は時代とともに変化し、除草剤開発前後、吸収移行型除草剤の普及、除草剤耐性雑草出現以降で状況が大きく異なると考えられる。すなわち、除草剤が普及する以前ではいかに効率的に草刈り作業を行うかがテーマであり、傾斜地では刈り払い機 (図-7) が、平坦地では乗用型草刈り機 (図-8) やアタッチメント装着トラクターによる除草作業が雑草管理の効率化に大きく寄与した。除草剤の普及は除草



図-8 乗用型草刈機によるパヒアグラスの刈込み

の労力を大幅に軽減することを可能とした。1974年にはグリホサートが利用され始め（富永 2015）、吸収移行型除草剤がセイタカアワダチソウ等、宿根越年生雑草の防除を容易にしたと考えられる。一方で、この除草剤に強いとされるスギナ、ツユクサ科、タデ科雑草は増加傾向にある。2000年代に入り外来生物法が策定され環境や生態的側面から外来生物に対する意識が高まり、また、除草剤抵抗性のネズミムギ（市原ら 2016）やノゲイトウ等も報告されており、新たな時代を迎えているものと考えられる。

草種選択による草生管理の効率化

伊藤（1988）は果樹園の雑草管理において、質的調節のため要防除雑草とそうでないものに区別し、これに従い良質の管理し易い種組成に遷移させることの必要性を述べている。当拠点では、周年繁殖するコセンダングサ、多年生で地下茎があり繁殖力が旺盛なセイタカアワダチソウ、ギシギシ、除草剤が効きにくいツユクサ類やスギナ、つる性で枝に絡みつくとヤブガラシ、イシミカワ等は要防除雑草と考えられる。一方、草丈が50cm以下の草種はよほど繁茂しない限り一年生であれば枯れた残渣が有機物や栄養分の供給源になり、多年生では土壌流亡を

防ぐことができる。うまくコントロールすれば大型雑草の幼植物を抑制することも可能である。山家ら（2008）はナギナタガヤの草生栽培による土壌流亡、リン流出防止効果を報告している。ジャノヒゲは草丈が10cm程度の多年草で土壌流亡防止のためカンキツ園に植えられる。この他ダイカンドラ、センチピートグラス、イワダレソウ、ヘアリーベッチを用いて省力的な草生管理を行うことができる。パヒアグラスは適度な草丈で根が深いため、平地の畝間に草生し乗用型草刈機で刈れば省力的に管理することが可能で有機物の補給にもつながる（写真8）。

おわりに

今回雑草の調査を行い、カンキツ園での分布状況は20年前と比べて大きく変化していることを再認識した。その原因は外来雑草のさらなる侵入と定着、温暖化に伴う南方系雑草の分布域拡大、除草剤使用体系における難防除雑草の増加であると考えられる。このような条件下でカンキツ園の草生管理をいかに効率的・体系的に行うかは重要な課題であり、すでに指摘されているが問題の多い草種は防除し、管理しやすい草種をうまくコントロールすることが問題解決への近道であると思われる。新たに侵入した外来雑草や新規に開発される除草剤に関して最新の情報を集め、効率的なカンキツ園の草生管理を目指したい。

謝辞

本原稿を執筆するに当たり、雑草鑑定の御指導と文章の校閲を賜りました静岡大学農学部附属地域フィールド科学教育研究センター稲垣榮洋教授に深く感謝の意を表します。

引用文献

- 広瀬和栄・八木正房 1966. 暖地果樹園における雑草生態. 園芸試験場報告 B5.165-182.
市原実ら 2016. 静岡県内の水田周辺部におけるグリホサート抵抗性ネズミムギの分布. 雑草研究 61(1), 17-20.
伊藤操子 1988. 果樹園の雑草管理に関する基礎研究. 雑草研究 33, 82-88.
岩崎光徳 2011. カンキツ園の雑草管理法. 柑橘 2011. 1-12号.
小荒井晃 2015. 九州地区のクサネムおよびアメリカセンダングサの開花特性. 植調 49, 2-5.
鈴木邦彦 1985. カンキツ園の草管理.
鈴木邦彦 1992. 栽培技術の変遷に伴う雑草群落の変化 - 樹園地. 雑草研究 37, 195-203.
富永達 2015. 雑草のグリホサート抵抗性の進化とその機構. 農業および園芸 90(1), 126-133.
山家一哲ら 2008. カンキツ園でのナギナタガヤ草生栽培による地表面リン流出軽減効果の経時的変化. 日本土壌肥科学会雑誌 79(3), 303-306.

参考書

- 浅井元朗 2015. 植調雑草大鑑. 全国農村教育協会.
社団法人畜産技術協会 1994. 写真で見える外来雑草.
岩槻秀明 2014. 雑草・野草の暮らしがわかる図鑑. 秀和システム.
木場英久ら 2011. イネ科ハンドブック.
長田武正 1973. 人里の植物 I, II. 保育社.
高橋秀男・中川重年 編・監修 1984. 生物大図鑑植物 I, II. 世界文化社.

リンゴ栽培における草生管理

長野県果樹試験場

船橋 徹郎

樹園地における雑草管理は、雑草で形成された草生を管理することである。樹園地の草生は、雑草を刈り取ったり、除草剤を散布して管理され、駆除されることはない。

1. 長野県の果樹園における草生管理

雑草の刈り取りや除草剤散布に係わる労力不足、牧草を利用した草生の管理不備、マルチとしての敷わら資材の入手が困難であるなどの原因により、長野県の樹園地の草生は、乗用草刈り機による刈取り、あるいは、管理機による中耕、除草剤の散布により清耕状態にして管理されている。

近年の有機栽培指向に伴い、草生の刈り取りや除草剤の散布をせずに全面草生とする園地や、ナギナタガヤやヘアーベッチなどの特定の草を利用して草生を制御するという新しい発想の草生法を指向する園地も見られる。

果樹園の雑草管理は、園地の傾斜などを考慮した草生管理、土壌表面管理の一環として実施されている。

2. 長野県における土壌表面管理方法

長野県では土壌表面管理方法を、清耕法、草生法、マルチ法の3つに大別している。

(1) 清耕法

清耕法は、土壌の表面を管理機や除

草剤などにより、清耕（裸地）状態に維持する方法である。この方法は、果樹と草生との間に養水分の競合が少ないという利点がある。しかし、清耕法で長年くり返し管理すると土壌中の腐植は徐々に分解・消耗する。また、傾斜地では土壌表面を流去する雨水によって養分を豊富に含む表層土が侵食を受けやすく、養分供給能の低下につながりやすいので、積極的には推進していない。

(2) 草生法

草生法には、樹園地全体に草生とする全面草生法と果樹の樹冠下を清耕状態に維持し、作業通路を草生とする部分草生法がある。

草生は、土壌の団粒構造の発達を促すので土壌の孔隙率の増加が促進され、保水性や排水性が改善される。また、草生自身が、降水により生じる表面流去水の速度を遅くするなどの効果があり、降雨による侵食が防止される。通路部分を草生にすると深い土壌にまで根が貫入するので、スピードスプレイヤなどの大型機械の走行時の踏圧による土壌硬化を軽減することもできる。

窒素やカリ、カルシウムなどの塩基類の溶脱は、清耕法と比較し抑制される。また、草生地上部を刈り取った場合、有機物が補給されるので腐植が増加し、土壌の肥沃化に役立つ。夏季においては地温の上昇、冬季には降下を抑制する効果もある。

一方、草生法は、清耕法と比較して

土壌からの水分の蒸発量が多く、果樹との水分の競合が発生し易やすいため灌水の重要性が高まる。草生栽培により、シンクイムシ類、ハダニ類の増加が心配されるが、防除を徹底するとともに、草生地上部の刈り取りを十分に実施すればほとんど問題とはならない。

草生栽培は年に数回の草生地上部の刈り取りが必要であるため、清耕法と比較して、労力が必要となる。しかし、乗用タイプの小型草刈機の普及、乗用トラクター用のアタッチメントの開発・普及により草生とする草種を選択すれば刈取りに係る労力は軽減される。

(3) マルチ法

マルチ法は、土壌の表面を種々の資材で被覆し、雑草が繁茂し難くする管理法である。有機物で被覆する有機物マルチと、合成樹脂フィルムによるマルチに大別される。有機物マルチでは、稲わらや麦わら等のわら類が最も多く使われる。

これらの資材で地表面が被覆されると、地表面からの熱放射が抑制されるので、凍霜害が助長される。そのため霜害危険期である春先には利用できない。マルチ法は、清耕法、草生法と比較し、土壌の水分が保持されやすく、マルチの資材としてわらを被覆した場合は、土壌の腐植含有率も増加する。しかし、紋羽病の多発園では、わらマルチ等の未熟な有機物の表面施用は、紋羽病の発病を助長した例もあるため実施に当たっては注意が必要である。

3. 部分草生法について

部分草生法は、樹冠下を清耕状態で維持することにより樹と草の養水分の競合を防ぎ、樹（列）間を草生にして、刈草を樹冠下に投入し、有機物を補給することにより、地力の維持向上が図れる。

若木時代のリンゴ樹は、養水分の競合が発生しやすいため、樹冠下は清耕を維持し、養分を競合しないようにする必要がある。

また草生からの蒸散量を抑制するために刈り取りや除草剤の散布を頻繁に実施する必要があるが、刈り取った場合、樹冠下の清耕部分への敷草とすることにより、土壌からの水分の蒸発量を抑制することができる。

部分草生法は、果樹と草生との養水分の競合を防ぎ、地力の維持増強をはかるうえで、他の土壌管理法より優れている。

部分草生法は多くの優れた点があるが、樹冠下を清耕状態で維持するため、草刈り機による刈り取りや除草剤の散布が必要である。

4. 草生が果樹の樹体生育に与える影響

草生が果樹の樹体生育に与える影響は、古くから検討されている。

Atkinson は、草生は表層土壌のリンゴ樹根群の分布を明らかに抑え、帯状草生においては大部分の根が草生部分ではなく除草剤散布により裸地化し

た部分に分布することを報告している (Atkinson 1977)。

横田らは、リンゴ樹園地の土壌表面管理方法を違えた試験区を設置し、リンゴ樹の樹体生育と土壌の乾燥について検討をしている。ふじ /M.26/ マルバカイドウの2年生樹に対し、グリホサート系除草剤を年2回散布した場合のリンゴ樹の樹体生育は、中耕を含む清耕と比較し同等の生育となり、パラコート系除草剤の4回散布や、刈り取りによる管理と比較し良好な生育となると報告している。また、グリホサート系除草剤による管理は、試験区内の土壌 pH が 2.7 を超える回数が少なく、雑草との水分競合が緩和されたと考えられる (横田・清水 1983)。

伊藤らは、ミカン樹において、メヒシバをパラコート系除草剤により枯殺した場合2～3日中にミカン新根の旺盛な伸長が始まるのに対して、メヒシバを刈取った場合には伸長は緩慢でありと報告している。この現象は除草剤の散布によるメヒシバの根の活力の違いによるものと推察している (Ito *et al.* 1976)。

いずれの報告においても、草生が果樹の樹体生育に影響を与え、果樹の生産を安定化するためには草生管理が必要である。

5. リンゴの高密度植栽培における土壌表面管理

近年、イタリアやアメリカにおいて、リンゴ園の早期成園化と高収量をねら

いとした単位面積当たりの栽植本数を多くした高密度植栽培 (トールスピンドル) が行われている。現在、長野県においても、これまで普及を図ってきたわい化栽培と比較し、単位面積当たりの栽植本数を増した高密度植栽培の検討を行っている。

高密度植栽培で利用されるリンゴ樹の苗木 (フェザー苗) は、根域が狭く養水分の競合が発生しやすいため、植え付け直後から数年間は樹冠下の草生管理を実施し、リンゴ樹と草生の養水分の競合を回避する必要がある。

アメリカでは、植え付け2～4年目のリンゴ樹の高密度植栽培において、除草剤の散布期間を変えて樹冠下の草生管理を行う試験が実施され、7月以降樹冠下の草生管理を行わないと果実生産に影響を与え収益が減少するという報告がされている (Breth 2015)。

逆に、樹齢が進んだリンゴ樹の高密度植栽培において、イタリアでは、リンゴ樹の栄養生長を抑制し果実品質を向上する目的で秋季に樹冠下の草生を維持して窒素のコントロールを行うことが推奨され、草刈りによる草生管理を基本とすることが示されている (Guidelines for Integrated Pome Cultivation 2016)。

6. 果樹園における新たな土壌表面管理方法の模索

高密度植栽培は、単位面積当たりの収量が増加することが明らかとなっており、栽培管理作業のより省力化・軽労

化が望まれる。リンゴ樹の高密植栽培において着果管理作業や着色管理作業は、生育調節剤の利用と機械化により、単位収量当たりの管理作業時間が減少することが実証されている。今後、高密度植栽培の面積化が予想され、収穫作業や土壌表面管理作業についても、省力化を図る必要があると考えられる。

長野県果樹試験場では、現在、リンゴ樹の樹冠下を清耕とせず、栽培管理作業に支障がない程度に草生を維持する管理方法の検討を行っている。

具体的には、樹冠下の草生の刈り取りを効率よく実施できる管理機の開発実証や、低濃度の茎葉処理剤による草生の生育抑制・再生遅延、茎葉処理剤の散布時期、草生に対する灌水と草生の維持などの検討を行っている。

リンゴ樹の樹冠下を清耕とせず栽培

管理作業に支障がない程度に維持する管理法や、樹冠下の草生の維持を利用したリンゴ樹の樹勢コントロールについては、多方面からの検討が必要と思われる。

今後は、管理機の開発を含む草刈りの方法、除草剤の効率的な利用方法、果樹に対する灌水と液肥を組み合わせた灌水同時施肥、緩効性肥料を含む施肥量・施肥時期、通路を含めた草生を維持するための灌水方法、雑草の発生状況と病害虫の発生、野そ対策等多くの検討すべきことがあると考えられ、栽培、土壌肥料、病害虫の研究者が総合的に検討を進める必要があると考えられる。

引用文献

D. Atkinson 1977 Some observations on

the root growth of young apple trees and their uptake of nutrients when grown in herbicided strips in grassed orchards. Plant and Soil Vol. 46. No.2 pp.459-471.

横田清・清水悟 1983. 除草剤による果樹園の草生管理に関する研究. 第1報 パラコートおよびグリホサート散布園での土壌水分の消長とリンゴ幼木の成長. 雑草研究別号 22,27-28

Ito, M. *et al.* 1976 Some aspects of weed control in fruit trees. Proc. 5th Asian-Pacific Weed Sci. Soc. Conf. 351-354.

Deborah Breth.2015 Critical Weed Control Requirements in YoungHigh Density Apple Orchards. New York Fruit Quarterly winter

Guidelines for Integrated Pome Cultivation 2016 26th editionPublisher:AGRIOS Workgroup for Integrated Fruit Production in South Tyrol Haus des Apfels, Jakobistraße 1A, I-39018 TERLAN (BZ), Italy

田畑の草種

山椒藻（サンショウモ）

サンショウモ科サンショウモ属の一年生の水生シダ植物。1科1属で、世界に10種あるうちの本種が日本に自生する。長さ数センチから10センチほどの茎に、大きさ1cmほどの丸い葉を対生させ水面に浮かぶ。根はなく、水中に根のように見えるのは根状の水中葉。葉の表面に毛が密生し水をはじく。

その姿をミカン科のサンショウの羽状複葉に見立てて名づけられた。サンショウは縄文の時代から利用されており、山椒藻も古くから日本の池沼や水田などで、その可愛い姿を浮遊させていたはずである。しかしながら、可愛いだけで利用価値のない山椒藻は、万葉人などに歌に詠み込まれることはなく、浮き草として目に留まっていただけのようである。

万葉集、巻三「譬喻（ひゆ）歌」第390番、紀皇女（きのひめみこ）にこんな歌がある。

「軽の池の 浦廻（うらみ）行き廻（み）る

鴨すらに 玉藻の上に ひとり寝なくに」

「玉藻」は美しい藻。万葉集で詠われる「藻」は、若布や

（公財）日本植物調節剤研究協会
兵庫試験地 須藤 健一

昆布などの海のものがほとんどであるが、少ないながらも淡水のものもある。「軽の池」は奈良県橿原市にあった田圃のような人工の池で、さほど大きくもなかったものと思われる。その池の水面で朝日を浴びてキラキラと輝きながら浮遊する山椒藻と、その間を泳ぎ回る仲のいい二羽の鴨。それを見た紀皇女は、対になった山椒藻の二つの葉は、池で泳ぐ鴨が蹴散らしたとしても離れることはない、その鴨も、寝るときには蹴散らした山椒藻を枕に二羽一緒に寝ているであろうに、それにひきかえ私はあなたと一緒に過ごせないのです、と詠う。

紀皇女は天武天皇の皇女で、軽皇子（かるのみこ、後の文武天皇、軽の池は軽皇子のこととも）の妃であったが、弓削皇子からも慕われていたとか。彼女の歌は、一人寝の寂しさを詠ったものだが、このときの彼女は、片想いだったのか、恋人となかなか逢えなかったのか、それとも別れたばかりで寂しかったのか。

「玉藻」を「山椒藻」に置き換えて万葉人に思いを馳せてみた。

土着天敵利用からみた果樹園の下草管理

国立研究開発法人農業・食品産業技術
総合研究機構
果樹茶業研究部門

外山 晶敏

はじめに

果樹園の下草には複数の側面があり、そのいずれを見るかで管理方法に対する考え方も大きく変わる。病虫害防除一つをとっても、時に下草は病気や害虫の発生源として徹底した除草が推奨される。こうした立場や見方の違いを超え一つの解を得るためには、多面的な下草の功罪を整理し、そのそれぞれと管理技術との関係を明らかにした上で、総合的に改良を進めていく必要がある。本稿では、その一助となることを願い、害虫防除における「天敵の保全と利用」という立場から、下草の役割と利用可能性について考えてみたい。

1. 下草で天敵を温存する

本来、農環境には様々な土着の天敵が生息し、害虫の密度抑制に大きく貢献している。農業散布後にみられる害虫の多発、つまりリサージェンス（誘導多発生）は、無節操な農薬使用による、これら土着天敵類の排除に起因する。保全的生物的防除は、こうした攪乱を出来るだけ小さくし天敵類の働きを強化することで、害虫の密度抑制を試みる手法である。

保全的生物的防除では、天敵類の生息環境の維持が農業による影響の軽減と並んで重要である (Landis *et al.* 2000)。植生管理により、代替餌や寄主、隠れ家や越冬などに適した生息環境を

与え (habitat management)、天敵密度を高く維持することで害虫防除につなげようというアイデアは古くからあり、技術としての導入も様々な作目で試行されてきた (Landis *et al.* 2000; Gurr *et al.* 2004; Fiedler *et al.* 2008)。例えば、ヨーロッパ等で推奨されている園内や周辺へのビートルバンク (beetle bank) と呼ばれる緑地帯の設置は、チョウ目害虫やアブラムシ類などの害虫も餌とする広食性 (ジェネラリスト) 捕食者の徘徊性クモ類やゴミムシ類などに、越冬や生活に適した環境を積極的に与えようという試みである (Landis *et al.*

2000; Gurr *et al.* 2004)。多様な下草植生は、そこにすむ虫の個体数や多様性を増やし、結果的にそれら捕食者の餌環境を豊かにする。

果樹園の下草を対象にした取り組みも少なくない (Bugg & Waddington 1994; Altieri & Wyss 2004; Pfiffner 2004; Simon *et al.* 2010)。下草でクモ類やゴミムシ類などを保全しようという試みの他、アメリカのリンゴなどで草生効果によるハダニの生物的防除に多くの研究がある (表-1)。スペインのクレメンタインでは、オニウシノケグサ (*Festuca arundinacea*) の草生

表-1 海外におけるグランドカバーのハダニ防除効果に関する研究事例

作物	国	グランドカバー	効果※	出典***
リンゴ	アメリカ	自然草生	Positive	Croft (1975)
リンゴ	アメリカ	自然草生	Positive	Alston (1994)
リンゴ	アメリカ	自然草生	Null	Nyrop (1994)
リンゴ	中国	<i>Lagopsis supina</i> (コゴメオドリコソウ)	Positive	Yan <i>et al.</i> (1997)
リンゴ	アメリカ	<i>Dactylis glomerata</i> (カモガヤ)	Null	Stanyard <i>et al.</i> (1997)
リンゴ	アメリカ	自然草生	Positive	Schmidt <i>et al.</i> (2015)
リンゴ	イギリス	花の混植	Null	Fitzgerald & Solomon (2004)
モモ	アメリカ	自然草生	Negative	Meagher & Meyer (1990)
ワイン用ブドウ	アメリカ	<i>Sorghum halepense</i> (セイバンモロコシ)	Positive	Flaherty (1969)
ワイン用ブドウ	スイス	自然草生 (花)	Positive	Boller (1992)
カンキツ	中国	<i>Ageratum conyzoides</i> (カッコウアザミ)	Positive	Liang & Huang (1994)
カンキツ	フランス	自然草生	Positive	Mailloux <i>et al.</i> (2010)
カンキツ	フランス	<i>Neonotonia wightii</i> (マメ科の一種)	Positive	同上
カンキツ	スペイン	<i>Festuca arundinacea</i> (オニウシノケグサ)	Positive	Aguilar-Fenollosa <i>et al.</i> (2011)

※ ハダニ防除 (ハダニ抑制あるいは天敵強化) に対する効果

***出典詳細略



図-1 (a) ナミハダニ, (b) ミカンハダニ, (c) カンザワハダニ

で、天敵であるカブリダニ類の働きなどによるナミハダニ (*Tetranychus urticae* 図-1(a)) の抑制が報告されている (Aguilar-Fenollosa *et al.* 2011)。また中国では、カンキツ園に普通種のカッコウアザミ (*Ageratum conyzoides*) を優占させると、カブリダニが増えミカンハダニ (*Panonychus citri* 図-1(b)) の発生を抑えるとの報告もある (Liang 1994)。草の中は気温や湿度が夏でも適度に保たれ、餌となるハダニもほどほどに発生することに加え、カッコウアザミの例に見るように、一部の草花の花粉はカブリダニ類の有効な代替餌となる (McMurtry & Croft 1997)。

花は、寄生蜂やヒラタアブ類、ヒメハナカメムシ類といった昆虫の天敵類にとっても重要な餌資源となる。特に、花粉や花蜜に富み天敵温存効果に優れた植物はインセクタリアープランツ (insectary plants) と呼ばれ、園内あるいはその周辺に配置することで天敵類の働きを高める取り組みも進む。例えばヨーロッパやニュージーランドでは、樹列間にインセクタリアープランツのフラワーストライプ (flower strips) を作る試みがある。スイスでは、リンゴのアブラムシ防除に在来種で構成された花の混植が試され、捕食性天敵の増加によるアブラムシの密度抑制が報告されている (Wyss 1995)。ニュージーランドのワイン用ブドウでは、主産地のワイパラ地域を

中心にフラワーストライプによる害虫防除で大規模な実験が実施され、ソバ (*Fagopyrum esculentum*) やハゼリソウ (*Phacelia tanacetifolia*)、アリッサム (*Lobularia maritima*) の樹列間への植栽により、ハマキガ (*Epiphyas postvittana*) の生物的防除に成功している (Berndt & Wratten 2005; Fielder *et al.* 2008)。

2. ハダニ防除からみた下草管理—土天プロの成果から—

長らく日本の果樹栽培では、時に海外での研究成果が紹介される以上に、こうしたアプローチにスポットが当てられることは、ほとんどなかった (足立・三代 2012)。むしろ害虫防除の観点からは、発生源の除去を目的とした除草管理に重点が置かれることが多く、特にハダニ防除については、下草で越冬増殖した個体が樹に登るとされ、株周りにおける除草の重要性が強

調されてきた。

ところが、薬剤抵抗性の発達による有効薬剤の不足がよいと顕在化してくると、土着天敵の再評価とともに、植生管理にも注目が集まるようになった。農林水産省の委託プロジェクトとして20011～2014年に実施された「土着天敵を有効活用した害虫防除システムの開発 (土天プロ) —果樹における土着天敵利用」も、こうした流れの一環にある。

同プロジェクトでは、まず下草の功罪について実験による検証が行われた。除草剤で樹下を清耕に保つ「下草なし」のナシ樹と、除草を控え下草を繁茂させた「下草あり」の樹で、ハダニ及びカブリダニ類の発生動態が比較された。結果は、非選択性殺虫剤である合成ピレスロイド剤の散布により、「下草なし」の樹ではカンザワハダニ (*Tetranychus kanzawai* 図-1(c)) の多発がみられた (図-2)。つまり、リサーチが生じた。このことは、下草

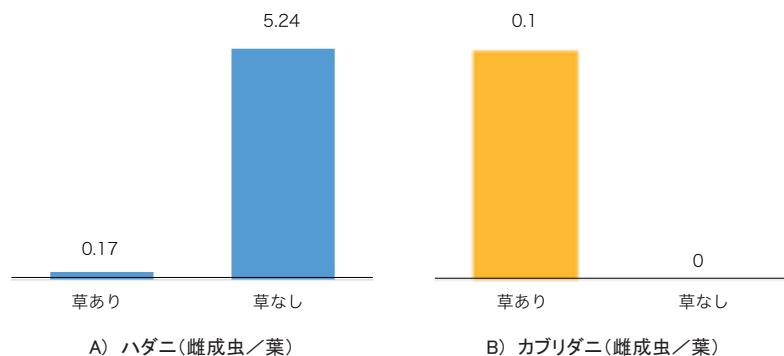


図-2 異なる下草管理間でのハダニ及びカブリダニの発生量比較
(「土着天敵を活用する害虫管理 最新技術集」より改図)



図-3 ハダニを捕食するミヤコカブリダニ
(岸本英成氏撮影)

が発生源と言われる *Tetranychus* 属のハダニでも、樹の周辺の下草を除去しただけでは完全に発生を抑えきれないことを示している（ちなみにミカンハダニなど *Panonychus* 属のハダニはもとから草本には寄生しない）。一方、除草を控えた「下草あり」の樹上では、ミヤコカブリダニ (*Neoseiulus californicus* 図-3) などがいち早く姿を現し、ハダニ密度を低く抑えた（図-2）。このことは、樹上に生息するカブリダニ類が殺虫剤の影響を受けたとしても、下草が供給源になり得ることを示している。

これらの結果は、ハダニ防除の観点からは、「天敵類の保全と働き強化」を下草管理の第一の目標とすべきことを示唆している。除草によるハダニの抑制は管理面積が広いほど効果的であると考えられるが、日本のように小さな圃場で且つ雑草の成長も早い環境にあっては、完全な発生源の除去は労力的にも費用的にも難しい。畑からハダニを閉め出すのではなく、初めから「ハダニは発生するもの」として、許容水準の中でうまく付き合っていくことを目標に防除戦略を考えた方が、現実的であり実際に有効であろう。

では、果樹園にはどのようなカブリダニ類が生息し、どのように働いているのか。保全的生物的防除を図るなら、まず保全対象の実態を把握しておく必要がある。

実は、樹上と下草でカブリダニ類の

種構成は大きく異なる。例えば関東のナシ園では、樹上ではコウズケカブリダニ (*Euseius sojaensis*)、下草ではマクワカブリダニ (*Neoseiulus makuwa*) やミチノクカブリダニ (*Amblyseius tsugawai*) などの優占的発生がみられる。これらは餌としてハダニ以外にも広く利用するジェネラリストのカブリダニ類で、生息環境に強い執着傾向がある。つまり、下草から樹上への供給はあまり望めないが、それぞれの生息環境においては、ハダニ密度が低い時から“ボディーガード”としての働きを期待できる。一方、ミヤコカブリダニやケナガカブリダニ (*Neoseiulus womersleyi*) などハダニへの依存度が高いスペシャリストのカブリダニ類は、ハダニ密度に敏感に反応し下草と樹との間を移動していると考えられ、下草からの供給も期待できる。実際に前出の実験では、殺虫剤により樹上のカブリダニ類が除去されたことで下草からの供給が強く働いたと考えられる。

これらを踏まえ、ハダニ防除の観点から下草管理について考えてみると、まず園内の下草でハダニを多発させないことが第一歩となる。そのためには、下草にすむジェネラリストのカブリダニ類に十分に働いてもらう必要がある。それらがうまく機能すれば、下草でのハダニ多発リスクは大きく下がる。具体的には、刈り過ぎに注意したい。ハダニに限らず花粉なども餌として利用する彼らにとって、少なくとも地面が広く露出するような強い除草は

好ましくない。また、ある程度の草丈があれば、葉散の影響緩和も期待できるかもしれない。

一方、農薬の散布は樹上にいるジェネラリストのカブリダニ類に少なからずダメージを与えるため、機動力のあるスペシャリストのカブリダニ類の働きも欠かせない。これらの温存・供給を下草に期待するには、カブリダニ類が下と上を往き来しやすい環境を作る必要がある。前出の実験は除草を控えたかなり極端な状況にあったが、幸いにも、別の実験では定期的に高刈りで除草管理した樹でもハダニ密度の抑制が認められている。ただし、株周りの狭い範囲でも清耕にすると抑制効果はみられない。小さなカブリダニ類にとって、草のない地面は砂漠のような環境なのかもしれない。速やかな樹上への移動を促すためには、幹の近くに至るまで下草を維持しておく必要がある。

実際にこうした下草管理を防除体系に組み込む試みとして、土天プロではリンゴのナミハダニ防除に成果がある。天敵に影響の少ない薬剤体系下で除草を控えることにより実用レベルでの防除が可能であることが、現地試験で実証されている (Funayama *et al.* 2015)。頻繁に機械除草を行う慣行の管理に対し、下草を積極的に残すことで、ミチノクカブリダニなどの草本に生息するカブリダニ類が温存され下草でのハダニ発生を抑制するとともに、樹上にも移動するケナガカブリダニを温存する効果があると考えられて

いる。また、雑草の繁茂に懸念がある場合には、シロツメクサ (*Trifolium repens*) の播種により、除草回数を減らしグランドカバーを維持する技術も提案されている。

ミカンでは、ミカンハダニの防除に、ナギナタガヤ (*Vulpia myuros*) によるミヤコカブリダニの温存が検証されている。地面を被覆したナギナタガヤが好適な越冬場所になることにより、樹上での同カブリダニの発生を早める効果が期待されている (Katayama et al. 2006)。

なお、本プロジェクトの成果は、「土着天敵を活用する害虫管理 最新技術集」及び「土着天敵を活用する害虫管理技術 事例集」として、農研機構のWebサイト (http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/pub2016_or_later/laboratory/narc/manuam/069415.html) で公開されている。

3. 研究展望

天敵の保全に加え、樹周辺への定着、それらの樹上への供給促進など、天敵の働きを効率化する、下草のより高度な利用が今後の課題となる。目標のひとつは、殺虫剤などの使用条件を緩めでも適用できるよう、ハダニの増殖に遅れる下草からのスペシャリストのカブリダニ類の供給を少しでも早めることである。そのためには、それらの温存により優れ、移動時間を短縮するような環境作りが求められる。また、現

在、果樹でも天敵製剤の利用が検討されているが、課題は放飼効率を上げることであり、ここでも下草への定着性向上が目標の一つとなる。

そこで期待されるのが、有用植物の活用である。すでに前出の土天プロでも複数の種が候補に挙げられており、それらを組み込んだ下草管理技術が検討されている。例えば、野草では、カタバミ (*Oxalis corniculata*)、イヌタデ (*Persicaria longiseta*)、ヤイトバナ (*Paederia scandens*) などでカブリダニ類が多くみられ (Wari et al. 2014)、オオバコ (*Plantago asiatica*) の花粉は多くのカブリダニ類にとって好適な餌であることが明らかになっている (Funayama 2014)。また、イネ科の草本では開花期に多くのカブリダニが穂に見られる他、葉に毛じが多いアップルミントなどでも定着が認められる。中国では、カッコウアザミの他、コゴメオドリコソウ (*Lagopsis supina*) のグランドカバーでもカブリダニの温存が報告されている (Yan et al. 1997)。除草頻度や強度を下げるための抑草とグランドカバーの維持という観点からは、価格が安いシロツメクサの他、多年性のダイカンドラ (*Dichondra repens*) なども候補に考えられるだろう。

作業やコストの面からは、樹の周りは除草しないという株元自然草生も選択肢の一つである。再現性など管理のマニュアル化が課題となるが、現状において株元の除草が少なからずほ場管理上の負担となっていることを考えれ

ば、省力を進める上でも検討する価値があるだろう。

一方、下草がハダニの発生源になることもあるという事実に対しては、技術の信頼性を担保する上で、慎重な原因分析と、それに基づく対策の提示が求められる。例えば、春から初夏にかけて春草の類いでハダニ密度の上昇がしばしば見られる。これらの植物には、その後の天敵増加に貢献が期待される一方、ハダニの初期発生源にもなり得ることに留意が必要である。ハダニと天敵類の力関係は常に一定というわけではない。栽培体系や、植生、季節により下草の功罪の天秤も変化する。シーズンを通してリスクを抑え天敵の機能を最大限に活用するためには、何に留意しどこを強化すればよいのか、植生と管理のデザインにメリハリを付けるツボを明らかにしたい。

その他の留意事項には、まず他の病害虫の発生を助長しないことが挙げられる。ハダニ以外、例えばゴマダラカミキリやコウモリガなどの発生が懸念されるような下草管理は避けなければならない。アザミウマやアブラムシも下草で増える可能性がある。非栽培期間におけるナシの黒星病対策 (落葉の処理) やリンゴでの野鼠対策などとの兼ね合いもあるだろう。樹への影響や、他の栽培・防除作業に対する配慮も不可欠である。また管理や経費においては、機械除草による慣行管理との比較で、あまり負担が大きくなるようにすることが導入・普及に際しての必要条件となる。

ハダニ防除に続く展開としては、花粉媒介昆虫の保全・強化や、アブラムシなど対象害虫の拡大も目標になる(足立・三代 2012)。その中では、ハゼリソウなど、有用昆虫類の強化に実績があるインセクタリアプランツの検討とともに、在来種を対象とした有用種の探索も課題となるだろう。外来種の利用制限という側面もあるが、適地適作は、管理の成功、ひいては防除の成功にもつながると考えられ(Fiedler et al. 2008)、今後、日本においても重要な研究テーマになるとと思われる。

おわりに

果樹の下草管理による天敵利用は、日本ではまだ試行錯誤の段にあり、取り組むべき課題も多い。しかし、下草を単なる雑草ではなく、資源として利用しようという試みはチャレンジングで魅力的である。これまでの雑草管理の目的と矛盾しないよう、それぞれと整合を図りつつ、天敵の温存という新たな価値を上乘せる技術の開発を期待したい。

本成果の一部は、農林水産省農林水産技術会議の委託プロジェクト研究「土着天敵を有効活用した害虫防除システムの開発」(平成 24 年～ 27 年度)によるものです。

参考文献

- 足立礎・三代浩二 2012. 果樹・茶園における土着天敵保全による生物的防除. 植物防疫 66(9), 488.
- Aguilar-Fenollosa, E. et al. 2011. Effect of ground-cover management on spider mites and their phytoseiid natural enemies in clementine mandarin orchards (I): bottom-up regulation mechanisms. *Biological control* 59(2), 158-170.
- Altieri, M.A. 2004. Insect ecology in orchards under cover-crop management. *Biodiversity and pest management in agroecosystems*, pp.111-123.
- Berndt, L.A. and S.D. Wratten 2005. Effects of alyssum flowers on the longevity, fecundity, and sex ratio of the leafroller parasitoid *Dolichogenidea tasmanica*. *Biological Control* 32(1), 65-69.
- Bugg, R.L. and C. Waddington 1994. Using cover crops to manage arthropod pests of orchards: a review. *Agriculture, ecosystems & environment* 50(1), 11-28.
- Fiedler, A.K. et al. 2008. Maximizing ecosystem services from conservation biological control: the role of habitat management. *Biological control* 45(2), 254-271.
- Funayama, K. and S. Sonoda 2014. *Plantago asiatica* groundcover supports *Amblyseius tsugawai* (Acari: Phytoseiidae) populations in apple orchards. *Applied Entomology and Zoology* 49(4), 607-611.
- Funayama, K. et al. 2015. Management of apple orchards to conserve generalist phytoseiid mites suppresses two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology* 65(1), 43-54.
- Gurr, G.M. et al. 2004. Ecological engineering, habitat manipulation and pest management. *Ecological engineering for pest management: Advances in habitat manipulation for arthropods*, pp.1-12.
- katayama, H. et al. 2006. Density suppression of the citrus red mite *Panonychus citri* (Acari; Tetranychidae) due to the occurrence of *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari; Phytoseiidae) on Satsuma mandarin. *Applied Entomology and Zoology* 41(4), 679-684.
- Landis, D.A. et al. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual review of entomology* 45(1), 175-201.
- Liang, W. and M. Huang 1994. Influence of citrus orchard ground cover plants on arthropod communities in China: a review. *Agriculture, ecosystems & environment* 50(1), 29-37.
- McMurtry, J.A. and B.A. Croft 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual review of entomology* 42(1), 291-321.
- Pfiffner, L. and E. Wyss 2004. Use of sown wildflower strips to enhance natural enemies of agricultural pests. *Ecological engineering for pest management: advances in habitat manipulation for arthropods*, pp.165-186.
- Simon, S. et al. 2010. Biodiversity and pest management in orchard systems. A review. *Agronomy for sustainable development*. 30(1), 139-152.
- Yan, Y.H. et al. 1997. Conservation and augmentation of natural enemies in pest management of Chinese apple orchards. *Agriculture, ecosystems & environment*, 62(2), 253-260.
- Wari, D. et al. 2014. Population survey of phytoseiid mites and spider mites on peach leaves and wild plants in Japanese peach orchard. *Experimental and Applied Acarology* 63(3), 313-332.
- Wyss, E. 1995. The effects of weed strips on aphids and aphidophagous predators in an apple orchard. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 75(1), 43-49.

田畑共通広葉雑草に見る 茎下部からの不定根発生 ー水田における生育のための適応反応ー

協友アグリ株式会社
普及営業部
徐 錫元

近年、家畜飼料や稲ワラ等の輸入増加にともない、それらに混入した種子による外来雑草が拡散している（浅井 2005；平岩ら 2007；徐 2007, 2009；清水ら 2001）。これらのうち、帰化アサガオ類（アメリカアサガオ、マルバアメリカアサガオ、マメアサガオ、ホシアサガオ、マルバルコウ等）、クサネム、アメリカツノクサネム、アメリカセンダングサ、オオイヌタデ、ヒレタゴボウ等は田畑共通雑草である（徐 2008, 2015）。水田では水管理の不備による田面の露出や中干し等による土壌水分が低下するような条件で発生すると考えられる。発生後、湛水条件下で枯死を免れた個体は、畑地とは異なり水中の茎下部より不定根を発生し、酸素濃度の低い水田環境への適応反応を示す。本報告では、この点について、数種雑草を例に紹介する。なお、ここで紹介するのは、開花期直前頃から結実期の成植物である。

1. ホシアサガオ（徐 2008, 2011）

熱帯原産のヒルガオ科の一年生である（清水ら 2001）。畑地では地上部の茎部からは不定根を発生しないが（口絵 -1,2）、水田では地際部分や茎下部から細い不定根が多数発生し、地際や水中に長く伸長している（口絵 -3,4）。水田では、他のマメアサガオ、マルバルコウ、アメリカアサガオ、マルバアメリカアサガオのいずれもホシアサガオと同様に水中茎部より不定根が発生し水田内に蔓延する。

2. アメリカセンダングサ（徐 2008）

北アメリカ原産のキク科の一年生で全国各地に見られる（清水ら 2001）。畑地では茎下部からは不定根は発生しない（口絵 -5,6）。これに対し、水田では茎下部から不定根が多数発生し、先端が土面に潜り込み土面に這うように伸長している（口絵 -7,8）。根は薄紫色。

3. オオイヌタデ

タデ科の一年生で全国各地に見られる。畑地では茎下部か

らは不定根の発生は見られない（口絵 -9,10）。これに対し、水田では水中の茎下部から不定根が多数発生し伸長している（口絵 -11,12）。

4. クサネム（徐 2008, 2015）

在来種のマメ科の一年生で、全国各地で見られている。畑地では茎下部からは不定根は発生しない（口絵 -13,14）。これに対し、水田では茎下部から細い不定根が放射状に多数発生している（口絵 -15,16）。

5. アメリカツノクサネム（徐 2015）

熱帯アメリカ原産のマメ科の一年生である（清水ら 2001）。ルイジアナ州などアメリカ南部の水田地帯での問題雑草である（Webster and Levy 2009）。著者は愛知県や三重県のダイズ畑や水田中で見ている。畑地では茎下部からは不定根は発生しない（口絵 -17,18）。一方、水田では茎下部が膨れ不定根が発生している（口絵 -19,20）。茎下部、不定根、根粒はスポンジ状で通気組織が発達している。

6. ナガボノウルシ

熱帯アフリカを原産とするナガボノウルシ科の一年生である（清水ら 2001）。熱帯地方に多く見られる。日本国内では近年、熊本県や福岡県など九州地域で見られている（川名・小嶋 1998；清水ら 2001）。著者は本種について畑地での発生を観察していないので言及できないが、水田条件下では茎下部より不定根が多数発生し水中に伸長している（口絵 -21,22）。

7. ヒレタゴボウ

熱帯アメリカ原産で（清水ら 2001）、後述するチョウジタデと同じくアカバナ科の一年生である。近年、関東以西で見られる（清水ら 2001）。著者は千葉県、静岡県、愛知県、三重県、岡山県、福岡県の水田で数多く発生を見ている（徐 未発表）。畑地では茎下部からの不定根の発生は見られない（口絵 -23,24）。一方、水田では茎下部がやや膨らみ不定根が発生する。土中の海綿状の根からは、水中を上向きに伸びる白い浮根が発生している（口絵 -25,26）。このような浮根の発生は、同じアカバナ科のチョウジタデも見られている（口絵 -27,28）。

この他、水田での茎下部からの不定根の発生は、タカサブロウ、タウコギ、ツクサでも見られている（徐 未発表）。

以上のように近年、田畑輪換圃場において、田畑の双方で問題となっている上述の雑草は、畑地では茎下部からの不定根は発生しないが、湛水条件下にさらされると茎下部より不

定根が発生する。また、アカバナ科のヒレタゴボウやチョウジタデでは浮根が発生する。

これらに関連して、畑作物のダイズでは湛水条件下に置かれると一般的には枯死するが、一部の品種では胚軸や根の2次通気組織が発達し、小型になるものの枯死することなく収穫まで至る。この通気組織は地上部と繋がり、大気中の酸素を地下の根部に供給でき、これらの湛水条件下の生存を可能にしている（島村ら 2003）。また、アメリカツノクサネムでは茎の地際茎部・不定根・根粒にスポンジ状の肥大組織が形成される（徐 2015）。これにより地上部から地下部組織まで連続した通気系が形成され、大気中の酸素を取り込み根や根粒へ供給し湛水下でも生育ができる。これは、耐湿性植物のアメリカツノクサネム等のセスバニア属の大きな特徴である（島村 2010）。

上述した湛水条件での不定根や浮根の発生、また、茎部の胚軸や根の2次通気組織の発達は、湛水条件下で生育する植物の適応反応と考えられる。

引用文献

浅井元朗 2005. 温暖地転作畑における最近の雑草問題—その背景と今

後の課題. 関雑研会報 16, 18-23.

平岩確ら 2007. 愛知県田畑輪換水田土壌における帰化アサガオ類の発生状況. 愛知農総試研報 39, 25-32.

川名義明・小嶋清 1998. 水田帰化雑草ナガボノウルシの発生・生育特性と除草剤の効果. 日作九支報 64, 31-33.

徐錫元 2007. 愛知県の農耕地における帰化アサガオ類の発生の現状と脅威. 植調 41(1), 17-23.

徐錫元 2008. 水田におけるアサガオ類の発生活長と数種大型雑草の水の中茎部からの不定根発生. 雑草研究 53 (別), 61.

徐錫元 2009. 東海・北陸地方のダイズ畑における新たな問題雑草. 雑草研究 54 (別), 133.

徐錫元 2011. 湛水下におけるホシアサガオおよびマメアサガオの水の中茎部からの不定根発生. 雑草研究 56, 235-237.

徐錫元 2015. 愛知県西三河地域の畑地と水田に発生するアメリカツノクサネム. 植調 49, 2-3, 20-21.

島村聡 2003. 湛水条件下で栽培したダイズにおける二次通気組織の形成と生育・収量. 日作紀 72, 25-31.

島村聡 2010. 大豆の耐湿性における二次通気組織の役割と機能. https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/h22_sympo_kouen4.pdf (2015年6月23日アクセス確認)

清水矩宏ら 2001. 「日本帰化植物写真図鑑」. 全国農村教育協会, 東京, pp. 242-250.

Webster E. and Levy R. 2009. Weed management. Louisiana Rice Production Handbook. LSU AgCenter. pp46-72.

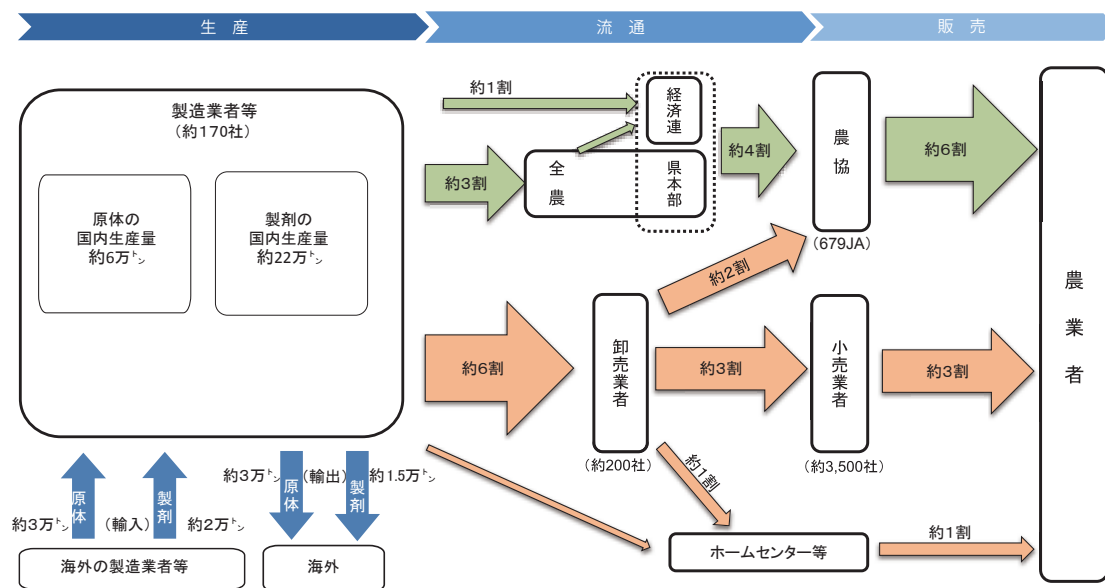
統計データから

「農薬の流通構造」

わが国における農薬の製造は、原体については国内生産が約6万トン、海外からの輸入が約3万トンの割合である。国内で出荷される製剤の約24万トンのうち、国内生産量は約22万トンと9割以上を占める。上位10社の国内向け製剤のシェアは6割強となっている。輸入製剤（約2万トン）を含む、出荷金額は約4,000億円規模である。また、原体が約3万トン、製剤が約1.5

万トン輸出されている。

製造業者から、卸売業者など商系に6割、全農など系統に4割の割合で出荷されているが、流通段階で卸売業者からも一部が農協やホームセンター等に流通しており、販売段階では、農協から約6割、商系（資材店など小売業者、ホームセンター等）から4割の割合で農業者に販売される構造になっている。（K.O）



農林水産省ホームページ「農薬をめぐる情勢」から引用

大豆圃場を占有する雑草

カロライナツユクサ

福岡県農林業総合試験場豊前分場

石丸 知道

Commelina caroliniana Walter ツユクサ科ツユクサ属

2010年大分県中津市で発生していたシマツユクサ *Commelina diffusa* Burm.f. らしき種を詳細に調査した結果、シマツユクサとは別種で国内未記録のカロライナツユクサ *Commelina caroliniana* Walter であることが確認された(中村 2012)。その後、本種は、西日本を中心に発生が確認されている(中村 2012; 小川 2013; 日原・橋越 2015; 一部未発表)。水田の畦畔や用水路の脇等で繁殖した本種は、大豆圃場に侵入し連作圃場を中心に発生域を拡大する。多発圃場では収穫を放棄した事例も見られ、防除法の確立が求められている(石丸 2014)。

■分布

原産地はアジア(インド、ネパール、バングラディシュ)。日本では、福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、香川、愛媛、高知、徳島、岡山、愛知、静岡、神奈川の各県で確認されている。本種はシマツユクサと酷似しており、従来はシマツユクサと報告されていた中に本種が区別されず混同されたままの状況であることが考えられ(中村 2012)、分布域はさらに広がる可能性がある。

■カロライナツユクサとシマツユクサの見分けるポイント

カロライナツユクサとシマツユクサを見分ける最も分かりやすいポイントは、種子である。カロライナツユクサの種子は濃い茶褐色で平滑であるが、シマツユクサの種子は茶褐色で網目模様をしている(写真-2)。

■カロライナツユクサの生態と茎葉処理剤の除草効果

本種は、土壌深度が0～15cmで出芽するが20cmでは出芽しない。葉齢に関わらず2日に1枚出葉し、主茎の葉の抽出と分げつの抽出には規則的関係がある。節ごとに根を下ろし、繁殖する。

本種への茎葉処理剤の除草効果は、ベンタゾン液剤とジクワット・パラコート液剤では、3葉以下では残草率が0%



写真-1 大豆圃場で繁茂するカロライナツユクサ



写真-2 カロライナツユクサ(左)とシマツユクサ(右)の種子(写真提供 中村功氏)

で、3.1～5葉期でも30%以下の残草率である。グルホシネート液剤は3葉以下では残草率が33%で、3.1葉以上では70%程度となり、グルホシネートPナトリウム塩液剤はいずれの葉齢でも残草率が50%以上である。グリホサートカリウム塩液剤はいずれの葉齢も枯死させることができない(石丸 2016)。

これらのことから、本種の茎葉処理剤による防除は、葉齢が3葉以下の時に、ベンタゾン液剤あるいはジクワット・パラコート液剤を散布すると効果が高い。

参考文献

- 石丸知道 2014. 福岡県北部における大豆雑草の発生状況と防除の実態. 九州の雑草 44. 3-5.
- 石丸知道 2016. 大豆雑草カロライナツユクサの生態と茎葉処理剤の効果. 九州の雑草 46. (投稿中)
- 勝山輝男 2013. ツユクサ属の外来種. FLORA KANAGAWA 75.896-900.
- 小川誠 2013. 徳島県産の新帰化植物カロライナツユクサ. 徳島県立博物館研究報告 23. 123-125.
- 日原由紀子・橋越清一 2015. 宇和島市津島町発見されたカロライナツユクサ *Commelina caroliniana* Walter. 愛媛植物研究会誌 46. 34-36.
- 中村功 2012. 日本未記録種 *Commelina caroliniana* Walter カロライナツユクサ(新和名)の報告. わたしたちの自然史 120. 11-15.

植物による採取

筑波大学教授
サイエンスライター

渡辺 政隆



人類の進化にとって火の使用が重要だったことは疑いない。火をコントロールできるようになったことで、狩りで仕留めた獲物の肉を焼いたり、暖をとったり、疎林を焼き払い植物を芽吹かせることで獲物となる動物を呼び寄せたりなどといったことが自在にできるようになったはずなのだ。

火の使用は、古くは80万年ほど前にさかのぼる。直立原人ホモ・エレクトゥスに近いハイデルベルク人（ホモ・ハイデルベルゲンシス。またエレクトゥスの亜種ホモ・エレクトゥス・ハイデルベルゲンシスとする考えもある）の遺跡から、たき火跡が見つっているのだ。自然発火した火を燃やし続け、暖をとったり肉を焼いたりしていたのだろうか。

イスラエル北東部、ヨルダン溪谷北部にある旧石器時代のベノートヤーコフ遺跡からは、78万年前のたき火跡が見つっている。2016年12月に発表された最新の研究成果によれば、その遺跡から55種類以上の食用可能な植物の遺物が見つかったという。それらの遺物が見つかった場所は、自然現象による堆積層とは明らかに異なる堆積物であることから、人類によってその場所に運ばれて堆積したものと判断できるといえる。動物の遺物や石器などもいっしょに見つっている。見つかった木の実、果実、種子、葉や茎、根菜などのなかには、現在の同地域からは見つからない種類10種も含まれていた。当時はそこに湖があったと考えられており、ヒシの実など食用可能なもの7種が確認されている。78万年前のその地域は、現在よりも植生豊かなエデンの園だったのかもしれない。アフリカを出た人類は、その地域を通してヨーロッパに広がっていったのだろうか。

見つかった異物のなかには、火で焼いた痕跡を残すものもあるようだ。加熱処理することによるあく抜きなどで、生では食べられないものを食用にしていた可能性もある。今回の調査では、植物繊維や薬、魚毒、道具製作に用いられた可能性のある植物種は調べていない。そこまで調査を広げれば、原人が自然環境を活用していた詳細がさらに明らかになりそう。

植物や肉をそのまま火にかざしても、熱処理ができる。し

かし、木の実や種子、根菜などを煮て調理するには容器が必要である。見つかっている最古の土器は1万5000年ほど前のものとされている。ネアンデルタール人は2万年ほど前に絶滅しているのに、その作者は現人であるホモ・サピエンス（クロマニヨン人）ということになる。そうした土器による調理の痕跡は、これまでも確認されていた。しかしそれらはみな、動物性食物の調理に使われていた痕跡だった。植物系食物の調理については、これまでなぜか確認されていなかったのだ。

それについても2016年の12月、新たな展開があった。北アフリカでなされた注目すべき発見が報告されたのだ。人類は1万年前に、野生植物を火にかけた土器で調理して食べていた記録が確認されたというのだ。リビアの砂漠で発掘された素焼き土器の内面に残っていたオイル成分を分析した結果、穀類や陸上植物の葉など、さまざまな植物成分が確認された。珍しいところでは水生植物も調理されていたようだ。サハラ砂漠のそのあたりも1万年前は緑豊かな水辺のオアシスだったのだろう。当時の人類はまだ、狩猟採集生活をしていて。野生の植物を調理することで、食生活の幅は、栄養面も含めて、格段に広がったはずである。

狩猟採集生活という、女たちが集めた植物と男たちが持ち帰った肉をみんなで分け合って食べるというイメージが浮かびがちである。しかしアフリカやアマゾンなどで狩猟採集生活をしている部族の研究によれば、狩りの獲物はしとめたその場で食べられることが多く、主食は採集した植物性のものだという。過去においてもそうだったと思われる。採集した植物の調理は、人類の生活に革命をもたらしたのではない。そしてそうした生活はのんびりしていて存外幸福なものだったはずである。人類の系統は、250万年もそうやって生活していたのだ。

中近東の肥沃な三日月地帯で農耕が開始されたのは1万年ほど前のこととされている。一般にはそれによって文明が発祥したとされている。たしかにそうなのだろう。しかしその文明は、社会を複雑にし、貧富の差をもたらした、あくせくと

働かねばならない制度をもたらした。宗教もその一貫として生まれた。以来、人類は小麦や米、トウモロコシなどの品種改良に精を出し、収穫量の増産に努めてきた。今話題の本『サピエンス全史』の著者ハラリは、それは誰にとっての幸せだったのかと問う。それは、たとえば小麦の繁殖戦略だったのではないかと。

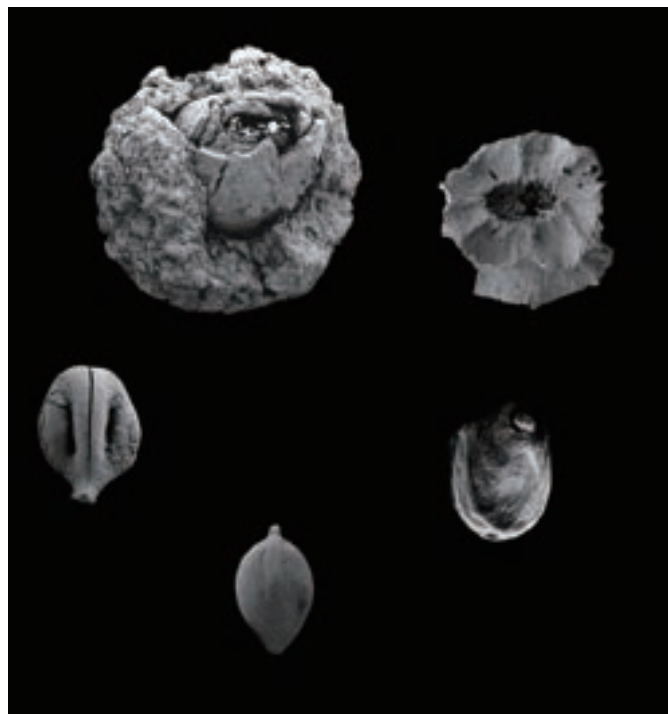
1万年前、小麦は中東の荒れ地に生える野草にすぎなかった。それが今は、小麦の作付面積は225万平方キロに及んでいるという。日本の面積のおよそ6倍にあたる面積だ。ふつうは、ヒトは小麦を栽培化したという言い方がされる。しかしほんとうにそうなのだろうか。われわれは小麦に家畜



化されたのだと、ハラリは言い切る。この逆転の発想には一理ある。

小麦や米を主食にすることで、ヒトは肥満を手に入れた。炭水化物に含まれる糖質は、体内で脂肪に変わり、運動によって燃やさないかぎり体内に蓄積していく。ヒトは肉を食べるから太るとは限らない。糖質を取り込むことでも太るのだ。なんということだ。いやもちろん、バランスのよい食事と適度な運動を心がければ問題はない。だが、食べるために運動するというのも、なんだか本末転倒ではないか。

しかし、すべては今さらの話なのである。



ベノトヤーコフ遺跡（左）とそこから見つかった78万年前の食用にされた果実と種子（右）（写真はヘブライ大学提供）

■協会だより

■試験成績検討会

●平成28年度茶園関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：平成29年3月1日（水） 13:30～15:00

場所：植調会館3階会議室

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6

TEL 03-3832-4188

■植物調節剤の研究開発事業に係わる試験研究課題

当協会では、植物調節剤の有効利用及び作物・雑草の生理・生態の解明を目的とした共同研究の一環として、大学、独立行政法人、都道府県の試験研究機関からの応募を受け、採択された課題について試験研究を委託している。

平成29年度「植物調節剤の研究開発事業に係わる試験研究課題」の概略は、以下のとおり。

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100万円（税込み）を上限とする。

5. 応募方法

当協会理事長宛に申し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

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

8. 申込み

期 限：平成29年3月末日

宛 先：技術部 企画調整課 岡本浩一郎

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6

TEL：03-3832-4188 FAX：03-3833-1807

E-mail：okamoto@japr.or.jp

必要書類：申し込み文書、試験研究実施計画書

■研究会等の報告

■農食事業研究会「雑草イネ・漏生イネ防除研究の現状と課題」

この研究会は平成28年度から開始した農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「水稻直播栽培における雑草イ

ネ・漏生イネの防除体系の確立と実用化」に関連して、平成28年12月14日に、大学、農研機構、農業試験場、普及機関等46名、農薬メーカー41名等、計109名の参加者で開催された。

この事業の代表機関は中央農業研究センター（研究総括者：内野彰上級研究員）で、共同研究機関として九州沖縄農業研究センター、信州大学農学部、宮城県古川農業試験場、茨城県農業総合センター農産研究所、長野県農業試験場、植調協会、普及・実用化支援組織として宮城県農林水産部、茨城県農業総合センター専門技術指導員室、長野県主要農作物難防除雑草対策プロジェクトチーム、（株）デリカにより実施されている。詳細は以下のサイト参照。

<http://www.naro.affrc.go.jp/org/narc/weedyrice/workshop2016.html>

■第22回農作物病害虫防除フォーラム

平成28年12月25日に農水省講堂において「第22回農作物病害虫防除フォーラム」が250名の参加で開催された。今回のテーマは「総合的な雑草防除対策に向けた取組と課題」で、このフォーラムで雑草がテーマとなったのは、初めてのことである。中央農業研究センターの小林浩幸雑草制御グループ長の基調講演に続き、「雑草イネと除草剤抵抗性雑草」「除草剤抵抗性スズメノテッポウの総合防除」「大豆作及び畦畔における帰化アサガオ類の総合防除」など最近の雑草問題をテーマにした講演が行われた。また、「薬用作物栽培における農薬適用拡大の課題」、および雑草と害虫の関わりについての「果樹園の下草管理による土着天敵の保護と利用」、「水稻畦畔の雑草防除と斑点米カメムシの防除」といった講演があった。植調協会からは「除草剤開発と普及の現状について」の講演を行った。

植調第50巻 第10号

■ 発 行 平成29年1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 宮下 清貴

■ 印 刷 (有)ネットワン

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

頒布価 500円（消費税・送料は含んでおりません）

販 売 株式会社全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6（植調会館）
TEL (03)3833-1821

SDSの水稲用除草剤有効成分を含有する「新製品」

ホットコンビフロアブル(テニルクロール/ベンゾビスクロン)
 ベンケイ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
 ナギナタ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
 ライジンパワー1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
 オオワザ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
 テマエース1キロ粒剤/フロアブル(ダイムロン)
 キクトモ1キロ粒剤(カフェンストロール/ベンゾビスクロン/ダイムロン)
 フルイニング/ジャイブ/タンボエース1キロ粒剤/ジャンボ/スカイ500グラム粒剤
 (カフェンストロール/ベンゾビスクロン)
 アールタイプ1キロ粒剤(ベンゾビスクロン)
 クサトリ-BSX1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
 ザンデツ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
 シリウスエグザ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/顆粒(ベンゾビスクロン)
 ニトウリュウ/テッケン1キロ粒剤(ベンゾビスクロン)
 ビックシュアZ1キロ粒剤(ベンゾビスクロン)
 ブルゼータ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
 プレキープ1キロ粒剤/フロアブル(ベンゾビスクロン)
 月光1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(カフェンストロール/ダイムロン)
 イネヒーロー1キロ粒剤(ダイムロン)
 銀河1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)
 ツインスター1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)

「ベンゾビスクロン」含有製品

SU抵抗性雑草対策に! アシカキ、イボクサ対策にも!

シロノック(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)	ハーティ1キロ粒剤
オークス(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)	カービー1キロ粒剤
サスケ-ラジカルジャンボ	ハイカット/サンパンチ1キロ粒剤
トビキリ(1キロ粒剤/ジャンボ/500グラム粒剤)	ダブルスターSB(1キロ粒剤/ジャンボ/顆粒)
イッテツ(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)/ボランティアジャンボ	シリウスターボ(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)
テラガード(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル/250グラム)	半蔵1キロ粒剤
キチット(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)	フォーカード1キロ粒剤
スマート(1キロ粒剤/フロアブル)	イネエース1キロ粒剤
サンシャイン(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)	ウエスフロアブル
イネキング(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)	フォーカスショットジャンボ/プレッサフロアブル
ピラクロエース/カリュード(1キロ粒剤/フロアブル)	クサスイープ1キロ粒剤
忍(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)	

A hand is shown holding a rice seedling by its green leaves. The roots of the seedling are visible and are positioned just above a surface of blue water. A single drop of water is falling from the roots, creating a series of concentric ripples on the water's surface. The background is a clear, light blue sky.

根も止める

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

これからの日本の米づくりに

アルテア®

配合除草剤シリーズ

<http://www.nissan-agro.net/altair/>



水稲用一発処理除草剤

除草効果、安全性、使い勝手で選ぶなら…

バッチリ

1キロ粒剤
フロアブル
ジャンボ

皆さまのおかげで
6年連続
普及面積
第1位

バッチリ効果にノビエへの
持続性をさらに強化!!

バッチリ LX

1キロ粒剤
フロアブル
ジャンボ

平成28年度 普及面積 1位 153,848ha (平成27年10月～平成28年6月)
平成27年度 普及面積 1位 157,163ha (平成26年10月～平成27年6月)
平成26年度 普及面積 1位 192,668ha (平成25年10月～平成26年6月)
平成25年度 普及面積 1位 190,676ha (平成24年10月～平成25年6月)
平成24年度 普及面積 1位 178,717ha (平成23年10月～平成24年6月)
平成23年度 普及面積 1位 188,191ha (平成22年10月～平成23年6月)
※普及面積はバッチリブランド(バッチリ、バッチリLX、デルタアタック)の合計です。
※バッチリLXとデルタアタックは同じ成分です。

Ⓡは協友アグリ(株)の登録商標です。

JAグループ
農 協 | 全農 | 経済連

登録商標 第4702318号

協友アグリ株式会社
東京都中央区日本橋小網町6-1
<http://www.kyoyu-agri.co.jp>

●使用前にはラベルをよく読んでください。
●ラベルの記載以外には使用しないでください。
●本剤は小児の手の届く所には置かないでください。
●空容器・空袋は圃場などに放置せず、適切に処理してください。

省力タイプの高性能
水稲用初・中期
一発処理除草剤シリーズ

問題雑草を
一掃!!

日農 **イッポン**

1キロ粒剤75・フロアブル・ジャンボ

日農 **イッポンD**

1キロ粒剤51・フロアブル・ジャンボ

この一本が
除草を変える!

田植同時処理可能!
(ジャンボを除く)

<写真はイメージです>

ライジンパワー

1キロ粒剤 フロアブル ジャンボ

雷神パワーで
バリツと雑草退治

<写真はイメージです>

●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届く所には置かないでください。●使用後の空容器・空袋等は圃場などに放置せず、適切に処理してください。

日本農薬株式会社

東京都中央区京橋1丁目19番8号
ホームページアドレス <http://www.nichino.co.jp/>



新規ヒ工剤 『フェノキサスルホン』配合除草剤 新発売

◆特長

- ①発生前～2.5葉期までのノビエに優れた除草効果。
- ②コナギやアゼナ類等の一年生広葉雑草にも有効。
- ③残効性に優れ、一年生雑草の後発生を抑制。

3成分で
雑草防除に隙なし

水稲用 初・中期一発処理除草剤

ベンケイ®

1キロ粒剤 ㊦250 ジャンボ



ガンコな雑草
ガンガン枯らす

水稲用 初・中期一発処理除草剤

ガンガン®

1キロ粒剤 ㊦250 ジャンボ



星の女神の
除草剤

水稲用 初・中期一発処理除草剤

グモスター®

1キロ粒剤75・51 (L) ㊦250
(L)ジャンボ (L)フロアブル



JAグループ

農協

全農

経済連

登録商標 第4702318号



自然に学び 自然を守る

クマイ化学工業株式会社

本社:東京都台東区池之端1-4-26 ㊦110-8782 TEL03-3822-5036
ホームページ <http://www.kumiai-chem.co.jp>

㊦:クマイ化学工業(株)の登録商標です。

●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届く所には置かないでください。●防除日誌を記帳しましょう。

豊かな稔りに貢献する 石原の水稲用除草剤



湛水直播の除草場面で大活躍!

非SU系水稲用除草剤

ブレキープ® 1キロ粒剤 フロアブル

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

高葉齢のノビエに優れた効き目

新発売

センイチ® MX 1キロ粒剤

フルパワー® MX 1キロ粒剤

スケッチ® 1キロ粒剤

ヒエックル® 1キロ粒剤

フルチャージ® 1キロ粒剤 ジャンボ

フルイニング® 1キロ粒剤 ジャンボ

タイズエドル® 1キロ粒剤

そのまま
散布ができる

アンカーマン® DF

乾田直播
専用

ハードパンチ® DF



フルセットスルフロン剤
ラインナップ

ISK 石原産業株式会社

販売 ISK 石原バイオサイエンス株式会社

ホームページ アドレス
<http://ibj.iskweb.co.jp>

私たちの多彩さが、
この国の農業を豊かにします。

®は登録商標です。

大好評の除草剤ラインナップ

新登場! **ゼータタイガー** 1キロ粒剤 ジャンボフロアブル

新登場! **ゼータハンマー** 1キロ粒剤

ズエモン 1キロ粒剤 ジャンボフロアブル

カットダウン 1キロ粒剤

ゼータワン 1キロ粒剤 ジャンボフロアブル

メガゼータ 1キロ粒剤 ジャンボフロアブル

ゼータファイヤ 1キロ粒剤 ジャンボフロアブル

ブルゼータ 1キロ粒剤 ジャンボフロアブル

オサキニ 1キロ粒剤

ショウリョクS 粒剤

忍 1キロ粒剤 ジャンボフロアブル

イッテツ 1キロ粒剤 ジャンボフロアブル

ショウリョク ジャンボ

ドニチS 1キロ粒剤

クラッシュEX ジャンボ

会員募集中 農業支援サイト **i-農力** <http://www.i-nouryoku.com> お客様相談室 0570-058-669

●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、まっすぐ人へ

sca GROUP



住友化学

「うまい、お米ができた！」

田んぼを守るために、より効果的、より省力的、より環境に配慮した、
雑草や害虫の防除の提案をしています。
デュポン社は生産者や消費者の喜ぶ顔を浮かべながら、日本の米作りを応援します。

DU PONT
The miracles of science™



powered by
RYNAXYPYR®

デュポン・プロダクション・アグリサイエンス株式会社 〒100-6111 東京都千代田区永田町2-11-1 山王パークタワー

Copyright ©2015 DuPont or its affiliates. All rights reserved. デュポンオーバル、The miracles of science TM、RYNAXYPYR®は米国デュポン社の商標および登録商標です。

第50巻 第10号 目次

- 1 口絵 田畑共通広葉雑草に見る茎下部からの不定根発生
徐 錫元
- 5 巻頭言 万葉の雑草
横山 昌雄
- 6 麦の収量性の向上とその安定化に向けた取り組み
—生育後期重点施肥の可能性—
渡邊 和洋

《特集》 果樹園の草生管理

- 15 カンキツ園における雑草の発生動向と除草剤等による草生管理
瀧下 文孝
- 19 リンゴ栽培における草生管理
船橋 徹郎
- 21 〔田畑の種々〕 山椒藻(サンショウモ)
須藤 健一
- 22 土着天敵利用からみた果樹園の下草管理
外山 晶敏
- 27 口絵解説 田畑共通広葉雑草に見る茎下部からの不定根発生
—水田における生育のための適用反応—
徐 錫元
- 28 〔統計データから〕 農薬の流通構造
- 29 〔こんな雑草こんな問題〕 カロライナツクサ
石丸 知道
- 30 〔連載〕道草・第8回 植物による搾取
渡辺 政隆
- 32 広場

No.22

表紙写真 《サンショウモ》



成植物の茎は3~10cm。まばらに分枝する。

サンショウモ科サンショウモ属。本州から九州に広く分布する一年生雑草。池沼や水路、暖地の水田に多い。水田に密生すると水温の上昇を妨げる。秋期に栄養体は枯死し、水中葉の基部に形成した球形の孢子嚢で越冬し、孢子によって繁殖する。近年は減少し、「準絶滅危惧」とされている。(植調雑草大鑑より。写真は©全農教)



葉は対生する。1葉は細裂して沈水葉となり、水中で根のように垂れる。根はない。