

植調

JAPR Journal

第49巻

第8号

雑草種を評価対象としたイネのアレロパシー研究 松尾 光弘

春播きソバー大豆輪作体系における漏生ソバの発生と防除 住吉 正

ドローンの農業分野での活用 渡邊 修



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

キクンジャベズ

1キロ粒剤・ジャンボ・フロアブル

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

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

オシオキMX

1キロ粒剤

サンバード

1キロ粒剤30

イネキング

1キロ粒剤・ジャンボ・フロアブル

クサトリ-DX

1キロ粒剤75/51・ジャンボH/L
フロアブルH/L

アールタイプ

1キロ粒剤

フォローアップ

1キロ粒剤

草枯らしMIC



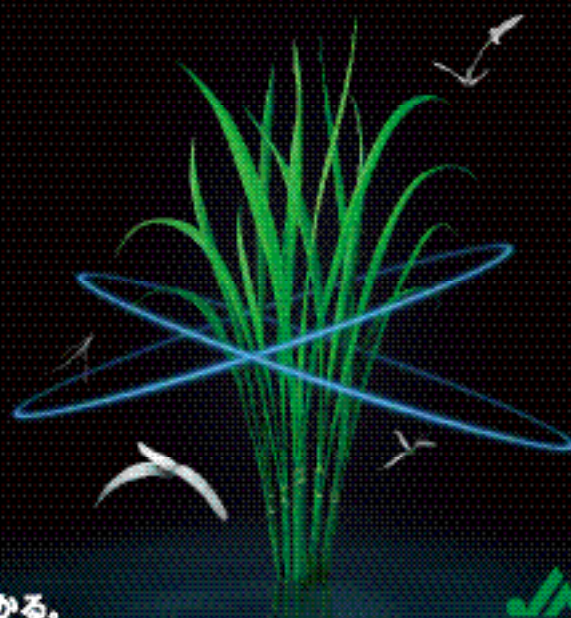
三井化学アグロ株式会社

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/>



ボデーガード

ボデーガードは頼れる
水稲用一発除草剤。
2成分で、しぶとい雑草にも有効。
白く枯れるから、効果がひと目でわかる。



2成分。
白く枯らして、
稲を守る。



■ お客様相談室 | ☎ 0120-575-078 |

9:00~12:00、13:00~17:00 土・日・祝日を除く

※殺虫剤にはラベルをよく読んで下さい。食作物の収穫以降には使用しないで下さい。
※本剤は小児の手が届くところに置かないで下さい。 ※はライエルグループの登録商標



Bayer CropScience

バイエル CropScience 株式会社

クミアイ化学工業株式会社



自然たっぷりの田畑を未来に

公益財団法人日本植物調節剤研究協会 評議員
三井化学アグロ株式会社 代表取締役社長

谷 和功

本年（2015年）4月に三井化学アグロ（株）の社長を仰せつかった。農業事業は素人に近い状態からのスタートなので、皆さんに支えられながら、何とか半年が過ぎたところである。

生まれは大阪…とはいっても、富田林という南河内の田舎に江戸時代から続く庄屋の分家で、すなわち農家であるが、祖父の代からはご多分に漏れず、農業ではない仕事为主となっている。今回、農業に関わる仕事をする事となり、何かの因縁を感じるとともに、安全、安心、安定的な食糧確保に貢献できることは、大きな喜びである。

今もまだ実家の周りは田畑に囲まれているが、小さいころの遊び場所は、この田畑と農業用水路であった。そこには、自然がたっぷりで、タニシ（名前から親しみを感じる）、カブトエビ、コブナやドジョウ、ミズスマシやゲンゴロウ、トンボやホタル、ザリガニやカエル、それらを狙う青大将やマムシなどがいて、それらを捕まえて遊んだものである。中でも一番大きな農業用水路は、応神天皇陵などの古市古墳群の堀に川から水を引くために建設されたという歴史あるもので、そこでの蛸狩り…今のように見るだけでなく、本当に網で狩ってしまうもの…は、楽しい初夏の行事であった。

ある時期から、これらの小動物がいなくなり、農業のせいだと聞かされた。その後、学年も進み、田畑で遊ぶこともなくなったので、このような話は忘れてしまっていたが、化学会社に就職して、最初に配属された工場で農薬を作っていたので、また気になるようになり、環境に影響を与えない農薬が必要だと思っていた。実際、農薬はそのようなものになっていき、数十年前から、田畑や用水路の環境は、ずいぶんよくなってきており、先に述べたような小動物が数多く戻ってきている。今も実家に帰ると、周りの田畑を眺めたり、用水

路の掃除に参加したりしているが、これら小動物がたくさんいるのに驚かされる。

弊社では、『田んぼの生きもの調査』おうえん隊」を結成し、消費者、農家などの方々と田んぼに入り、生きもの調査を体験しながら、これからの農業や食、環境について真剣に考えていこうという取り組みをしている。今年も何回かの調査を行い、7月30日には、文部科学省で開催された「霞が関子ども見学デー」に「田んぼの生きもの」を出展し、子供たちがブース前で列をなすほどの好評を博した。農薬が、自然、環境との調和を図りつつ、農業生産に貢献しているということを理解していただく良い機会になったと思っている。

「草」という点では、やはり子供のころから、あぜ道のつくしを採り、ヨモギで餅を作り、秋の彼岸花を見て育った（「植調」の表紙の写真は懐かしい草ばかりである）。しかし、今は実家で放置している畑に生える雑草の駆除に苦労している。草は刈っても刈っても育ってきて、除草剤にもお世話になるが、その威力に感心する。

先日、ミラノ万博に行った折、イタリアの穀倉地帯のコメ農場を訪問する機会を得た。一見日本の稲作地帯に似た風景だが、ヒエをはじめとする雑草が多いのにびっくりした。半分以上がヒエという、農業として成り立っているのか？ といういらぬ心配をするほどの田んぼも散見され、日本の自然と一体化した美しい田園風景とは大違いであった。直播のせいもあるが、日本の農業の技術の確かさときめ細やかさを改めて感じる事ができた。

これからも、高品質の製品・サービスを農業生産者の皆様に提供し、安全、安心な食糧を安定的に届けるという社会課題に貢献するとともに、美しく自然がたっぷりの田畑を未来に残していけることを願っている。

雑草種を評価対象としたイネのアレロパシー研究

宮崎大学農学部
附属フィールド科学教育研究センター

松尾 光弘

はじめに

水稻栽培において、直接的あるいは間接的に害を及ぼす要因の一つである雑草の防除として、1950年代後半より除草剤が使用され始めた。その結果、水稻栽培期間中における水田での管理作業時間に占める除草の割合が年々と減少していった。しかし、除草剤を含む農薬の過剰使用が環境汚染あるいは作物残留などの問題へと発展することになり、農薬の使用を低減した環境保全型農業の中での雑草制御技術の開発が徐々に求められるようになった。新たな雑草制御技術の一つとして、生物を利用した防除法についても研究が取り組みられ、このうち植物を利用した制御技術ではアレロパシーによる雑草制御の可能性も期待され、様々な植物種についてアレロパシー活性の研究が開始された。それらの中で、食用作物では品種間あるいは系統間で活性に差異が見られることが分かったことから、耐雑草性品種の作出を目標としてアレロパシー活性の高い品種・系統の選抜が行われた。

イネのアレロパシー研究の開始と問題点

イネ (*Oryza sativa* L.) 品種・系統間におけるアレロパシー活性の評価については、1980年代後半より日本およびアメリカで開始され、その後は国際イネ研究所 (IRRI) を中心に世界

的に研究が進められるようになった。大量のイネ品種・系統の中から活性の高い品種・系統を選抜するために、各研究機関がそれぞれ開発した生物検定法により評価がなされてきた。その中で、雑草種子は休眠を有するために不斉一な発芽をし、活性評価のためのバイオアッセイに用いるには休眠を覚醒させる等の前処理が必要であることから、迅速で且つ簡易な活性評価に使用できる検定植物の検索についても、品種間差異の評価と併せてこれまでに検討されてきた。そこで、藤井・澁谷 (1991) は一般的に阻害物質に対する感受性が高く、またこれまでのアレロパシー研究の中でバイオアッセイに用いられてきた (藤井ら 1990) 理由から、雑草種ではなくレタス (*Lactuca sativa* L.) を検定植物として採用し、寒天培地を用いて生きている植物の根から放出される化学物質による作用を約5日で評価できるプラントボックス法を開発した。この方法により、イネ品種間に活性の強弱があることが証明された (藤井ら 1992)。

しかしながら、レタスを検定植物としたアレロパシー活性の評価が、雑草種を検定植物とした評価と対等であるかどうかは不明であった。Ebana ら (2001) はアメリカの圃場評価においてアレロパシー活性の高いイネ品種とされた「PI312777」の水抽出液を用いて、アメリカコナギ (*Heteranthera limosa* (Sw.) Willd.) とレタスに対する影響を比較調査し、両植物に対する活性に正の相関を認めた。このことは、

すなわち、レタスを指標としたイネ品種のアレロパシー活性の評価が、水田雑草種であるアメリカコナギに対しても同等に評価できることを意味している。一方、松尾ら (2011) はアメリカコナギと同じミズアオイ科の一年生雑草であるコナギ (*Monochoria vaginalis* (Burm.f.) Presl var. *plantaginea* (Roxb.) Solms-Laub.) がレタスあるいはアメリカコナギと比較してイネのアレロパシー活性に対する反応性に差異があるとした。すなわち、同じ科の雑草種であつてもアレロパシー活性による影響には種によって違いがあり、また、レタスを指標とした評価とコナギを指標とした評価が対等ではなかったことから、イネ品種のアレロパシー活性の評価には検定植物として水田の主要な雑草種を用いる必要があることが明らかとなった。

そこで、コナギ以外の主要な水田雑草種について、イネのアレロパシー活性に対するレタスとの反応の比較、およびそれら種への反応から活性の品種・系統間差異が見られるのかを明らかにするために、日本に限らず世界各国での水稻栽培における主要雑草種であるイヌビエ (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. var. *crus-galli*) およびアメリカの圃場試験で評価対象とされたホソバヒメミソハギ (*Ammannia coccinea* L.) (Dilday ら 1998, 2001) を検定用植物として評価を行った。

表-1 フェノール性化合物によるイヌビエおよびレタス幼植物の地下部への影響

濃度 (ppm)	対照との比率 (%)						
	1	5	10	50	100	500	1,000
イヌビエ種子根長							
p-クマル酸	101.7	104.3	101.8	92.7	95.7	1.1 **	0.9 **
カフェー酸	114.5 *	112.0	109.1	105.7	101.8	72.3 **	7.9 **
バニリン	108.0	94.8	110.1	109.8	103.8	91.2	23.9 **
フェルラ酸	105.2	103.9	103.2	118.2 **	103.2	32.4 **	1.2 **
イヌビエ全冠根長							
p-クマル酸	101.5	70.6	86.5	96.4	121.9	15.9 **	7.5 **
カフェー酸	115.9	101.8	91.6	70.0	65.8 *	133.9 *	171.8 **
バニリン	80.5	98.9	107.5	86.5	98.5	103.0	167.6 **
フェルラ酸	104.2	106.0	104.7	76.9	58.1 **	261.9 **	55.9 **
レタス幼根長							
p-クマル酸	94.4	102.9	100.2	50.9 **	62.6 **	20.7 **	0.0 **
カフェー酸	95.0	76.3 *	88.7 *	87.1	73.3 **	87.1	57.5 **
バニリン	107.4	98.8	80.9 **	65.6 **	76.1 **	25.7 **	6.0 **
フェルラ酸	92.1	97.4	85.7 *	92.9	58.1 **	11.6 **	4.3 **

1)*は5%レベル, **は1%レベルで対照区と比較して有意差有り (Tukey-Kramer法)。

イヌビエとレタスの反応比較 (松尾・鹿嶋 2014)

まず、イネ根から抽出・同定された p-クマル酸、カフェー酸、バニリンおよびフェルラ酸の4種のフェノール性化合物 (松尾ら 1999) がイヌビエの初期生育に及ぼす影響について、レタスと比較検討を行った。それぞれのフェノール性化合物の濃度が1～1000ppmとなるように調整したペトリ皿内ろ紙上に休眠覚醒済みのイヌビエ種子およびレタス (var. Great Lakes 366, 以下 同) 種子を播種した後、イヌビエは30℃一定、12時間日長下で5日間、レタスは25℃一定、暗条件下で3日間それぞれ培養して、イヌビエは種子根および全冠根の長さを、レタスは幼根の長さを測定した。

その結果、イヌビエ種子根ではいずれのフェノール性化合物の場合も500ppm以上の濃度において伸長の抑制効果が見られた (表-1)。しかしながら、イヌビエ全冠根ではカフェー酸およびフェルラ酸において100ppmの濃度で伸長抑制効果が見られたものの、それら2つの化合物は500ppm

では逆に伸長促進効果を示し、さらに1,000ppmの濃度の場合にカフェー酸では伸長促進効果を、フェルラ酸では伸長抑制効果をそれぞれ示した。このように、イヌビエ冠根の伸長に対する影響はフェノール性化合物の種類とその濃度によって様々に変動することが明らかとなった。一方、レタス幼根に対しては5～50ppmの濃度ですべてのフェノール性化合物がその伸長を有意に抑制しており、更に濃度が高くなると抑制効果は著しかった。以上より、4種のフェノール性化合物によるイヌビエ初期生育への影響について、レタスと比較すると種子根の伸長を抑制する化合物はほぼ同じであったが、有意に抑制されたそれら化合物の濃度は異なることが明らかとなった。すなわち、フェノール性化合物に対するイヌビエとレタスの反応は異なっていた。さらに、イヌビエ種子根と全冠根との比較から、根の種類によってフェノール性化合物に対する反応が異なっていることも明らかとなった。

イネのアレロパシー活性が6葉期の個体で高いとされている (Ebanaら 2001) ことから、イヌビエの初期生育に対するイネ6葉期の培養液に

よる影響を検討した。6葉期となるまで砂耕栽培したイネ植物体は、実験開始4日前に1日間水道水中にポットを浸漬し、各品種の培地中に含まれる養分除去を行った後、新たな水道水に入れ替えてさらに3日間培養し、イネ各品種の株元から培養液を回収した (図-1)。回収した培養液をペトリ皿内ろ紙上に添加した後、休眠覚醒処理済みのイヌビエ種子およびレタス種子をそれぞれ播種して、イヌビエは30℃一定、12時間日長下で6日間、レタスは25℃一定、暗条件下で5日間それぞれ培養して各幼植物の形質を調査した。

その結果、イヌビエおよびレタスのいずれの器官においても無イネとの間に有意な差異が見られなかった (図-2)。すなわち、本法ではイネのアレロパシー活性に対する明確な品種間差異が確認できなかった。しかし、イネ品種間で見た場合に培養液による影響の差異がイヌビエの鞘葉および種子根のみに見られた。これは、それらが発芽後に最初に発生・伸長する器官であるために外的環境に影響を受けやすいものと考えられた。本実験の結果は、6葉期でのイネ根圏におけるアレロパ



図-1 イネ株元からの培養液の回収

シー活性が非常に弱く、そのために品種間差異が明確ではなかったことを示唆するものである。したがって、今後は6葉期以外のイネについてもそれぞれ評価を行う必要がある。

ホソバヒメミソハギとレタスの反応比較 (松尾ら 2015)

イヌビエの場合と同様に、イネ根から抽出・同定された *p*-クマル酸、カフェー酸、バニリンおよびフェルラ酸の4種のフェノール性化合物 (松尾ら 1999) によるホソバヒメミソハギの発芽および初期生育への影響について検討した。各フェノール性化合物の濃度がそれぞれ 10 ~ 1000ppm となるように調製したペトリ皿内ろ紙上に、ホソバヒメミソハギ種子を播種して 30℃一定、12 時間日長下で 7 日間培養して発芽率を測定した。また、初期生育への影響については、各フェノール性化合物を添加したペトリ皿内ろ紙上に、予め発芽させた個体を播種して 30℃一定、明条件下で 3 日間それぞれ培養して幼根長を測定した。

その結果、ホソバヒメミソハギ種子は4種のフェノール性化合物のいずれにおいても 10 ~ 1,000ppm の濃度下では全く発芽しなかった。すなわち、これらフェノール性化合物が 10ppm 以上の濃度で存在した場合に、ホソバヒメミソハギ種子は発芽できない可能性が示された。コナギ、アメリカコナ

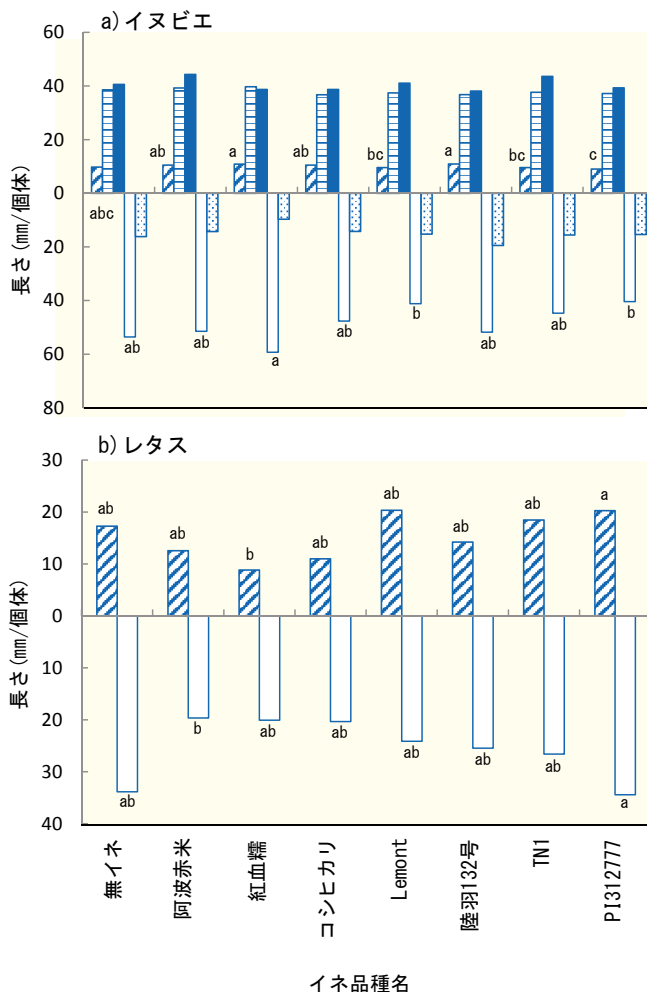


図-2 イネの培養液によるイヌビエおよびレタス幼植物への影響
1) 異なるアルファベットは 1% レベルで有意差あり (Tukey-Kramer 法)

■下胚軸・鞘葉 ■第1葉 ■第2葉 □幼根・種子根 ■全冠根

ギ、イヌビエおよびレタス種子のフェノール性化合物に対する反応 (松尾ら 2011, 松尾・鹿嶋 2014) では、1 ~ 500ppm の濃度でいずれも発芽が認められていることから、ホソバヒメミソハギ種子はフェノール性化合物による発芽阻害に対する感受性が極めて高いものと考えられた。また、イヌビエ (種子重; 約 1.75mg) (中山ら 2000) では発芽阻害は認められず、コナギ (種子重; 約 0.18mg) (中山ら 2000) あるいはアメリカコナギ (種子重; 約 0.07mg) (岡武ら 1979) では 1000ppm の高濃度下で発芽が阻害されたのに対して、ホソバヒメミソハギ (非常に微小なため種子重は測定不能) では低濃度下であっても発芽が阻害さ

れたことから、その影響の差異には種子の大きさが関与している可能性があり、今後は雑草種間あるいはその要因について検討する必要がある。ホソバヒメミソハギの発芽個体に対する影響については、4 種のフェノール性化合物の中でカフェー酸では低濃度においても幼根の伸長を阻害したのに対し、他の物質では 500ppm 以上の濃度において伸長を阻害していた (表-2)。すなわち、ホソバヒメミソハギに対してカフェー酸は幼根伸長を強く阻害する効果があることが明らかとなった。これまでのコナギ、アメリカコナギあるいはイヌビエを対象とした試験 (松尾ら 2011; 松尾・鹿嶋 2014) では、低濃度のフェノール性化合物による幼

表-2 フェノール性化合物によるホソバヒメミソハギ幼植物の地下部への影響

濃度 (ppm)	対照との比率 (%)				
	10	50	100	500	1,000
p-クマル酸	125.3	59.9	34.8	13.7 *	8.9 *
カフェー酸	23.7 **	33.9 *	13.1 **	9.9 **	11.0 **
バニリン	104.5	49.9	30.8	12.1 *	14.5 *
フェルラ酸	92.4	157.8	93.9	0.0 **	0.0 **

1)*は5%レベル, **は1%レベルで対照区と比較して有意差有り (Tukey-Kramer法)。

根の伸長阻害が顕著ではなかった。したがって、雑草種によっては特定の化合物に対して感受性が高い場合があり、今後は雑草種の幼根伸長とイネ根から抽出・滲出している化合物との関係について、フェノール性化合物に限らず評価する必要がある。以上より、ホソバヒメミソハギは発芽に対して4種のフェノール性化合物に対する影響を受けやすく、また幼根伸長に対しては特にカフェー酸による影響を受けやすいことが明らかとなった。

イヌビエの場合と同様に、6葉期のイネ根圏土壌から採取した培養液を用いて、ホソバヒメミソハギの初期生育に対する影響を検討した。まず、ホソバヒメミソハギ種子が正常に発芽して幼根が伸長していたことから、培養液中にフェノール性化合物が含まれていると考慮しても、フェノール性化合物に対する実験結果から10ppm以上の濃度で存在している可能性は低いことが推察された。ホソバヒメミソハギ幼根長は、イネ品種・系統間によって差異が認められ、特に「阿波赤米」および「ロイリケラシ」の場合に対照と比較して有意に短く、また「阿波赤米」はイネ品種・系統間で比較しても有意に短かった (図-3)。一方、「Lemont」では無イネの対照と比較してホソバヒメミソハギ幼根長が有意に長かった。したがって、イネ根圏からの培養液がホソバヒメミソハギの幼根伸長に影響し、品種・系統によっては阻害あるいは促進する効果が見られる、すなわち品種・系統間差異があることが明

らかとなり、これによりホソバヒメミソハギの幼根伸長を強く阻害する品種・系統を見い出せるものと考えられた。「Lemont」はアレロパシー活性が認められない商用品種であることから、アメリカでのイネのアレロパシー活性評価における対照品種とされている (Dilday ら 2001)。本実験の中で、「Lemont」の培養液は幼根伸長を阻害せず、むしろ促進していた。この結果は、アメリカでの圃場評価の中で阻害活性が見られないとする見解を支持するものである。一方、Dilday ら (1998, 2001) が行った圃場評価では、「TN1」がホソバヒメミソハギの発生個体数を60%減少させたとしている。しかし、本実験では対照との差異が見られなかったことから、圃場評価では土壌溶液によるアレロパシー活性以外の要因が関与している可能性が高いものと推察された。レタスを検定植物とした場合、「Old basmati」の培養液によりレタス発芽個体は全く伸長しなかった。すなわち、「Old basmati」の培養液にはレタスの伸長阻害物質が含まれているものと推察された。その他のイネ品種・系統の中で、「TN1」および「コシヒカリ」ではレタス下胚軸長および幼根長が、また「紅血糯」では下胚軸長が、他の品種・系統と比較してそれぞれ短かった。すなわち、レタスの初期生育に対するイネ根圏からの培養液の影響に品種・系統間差異があることが分かったが、その反応はホソバヒメミソハギ幼根の場合と異なっていた。コナギ種子根およびアメ

リコナギ種子根に対しては「紅血糯」あるいは「コシヒカリ」の培養液が (松尾ら 2011)、イヌビエ種子根に対しては「Lemont」あるいは「PI312777」の培養液 (松尾・鹿嶋 2014) がそれらの伸長を阻害したことを考慮すると、本実験による結果も含めて各雑草種によって影響を受けるイネ品種・系統はそれぞれ異なっていることが推察された。また、特定の品種・系統が複数の雑草種の初期生育に対して強い阻害活性を示す訳ではなく、特定の雑草種のみ強い活性を示している可能性が高いことも示唆された。すなわち、イネのアレロパシー活性は雑草種に対して選択的であるものと考えられた。

今後の展望

イネのアレロパシー活性における品種・系統間差異を明らかにするため検定方法とその評価がこれまでに行われてきたが、その中でもイネ根圏から採取された培養液を用いたアレロパシー活性の評価法により、コナギ、アメリカコナギおよびホソバヒメミソハギのそれぞれの雑草種に対して高いアレロパシー活性を示すイネの品種・系統が明らかとなった。今後は、さらに多くのイネ品種・系統の培養液を供試して活性の差異を評価する必要がある。また、それにより活性が高いと判断された品種・系統の雑草制御に対する有効性を確認しなければならないが、そのためには水田環境に近い条件下での評価が必要となる。ところが、検定方

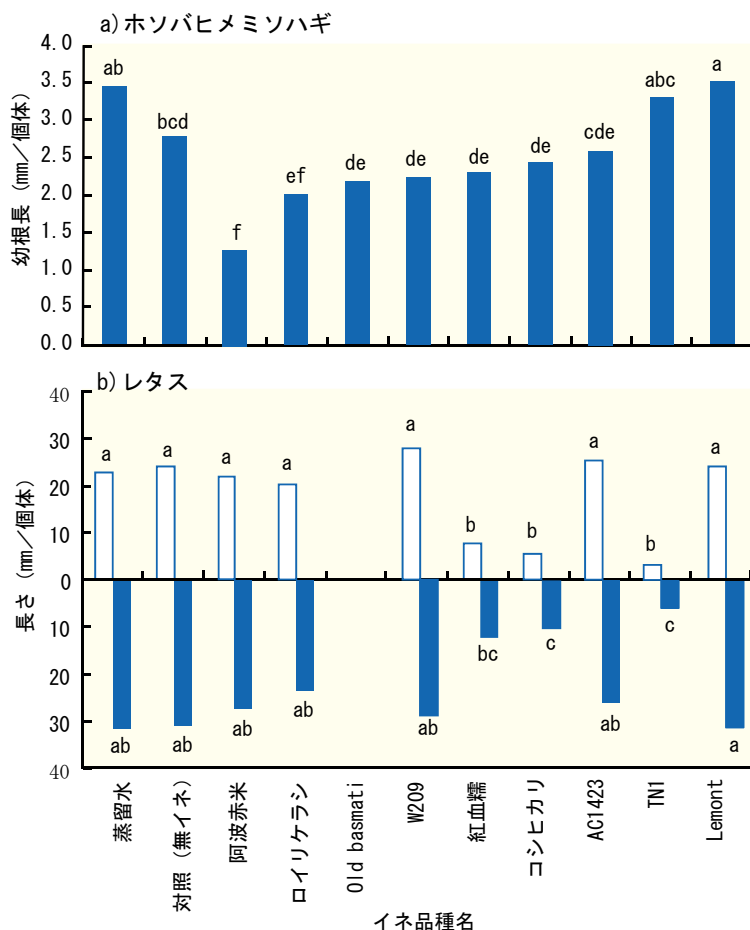


図-3 イネの培養液によるホソバヒメミソハギおよびレタス幼植物への影響
1) 異なるアルファベットは5%レベルで有意差あり (Tukey-Kramer 法)
□下胚軸 ■幼根

法の違いによってはこれまでの研究によって活性が高いとされるイネ品種・系統が異なる等、結果に影響する可能性がある。したがって、今後は培養液を用いて水田環境にアプローチした条件下での評価、例えば雑草が生育する水田土壌に培養液を添加する等により、雑草制御に有効なイネ品種・系統をさらに選抜していく必要がある。一方、培養液による評価方法ではイヌビエに対するイネ品種・系統間でのアレロパシー活性の差異が明らかにできなかった。

今後は、あらゆる水田雑草種を用いることのできる新たな検定方法を確立させる必要がある。これらの解決が、耐雑草性イネ品種・系統の作出に大きく貢献できるものと期待される。

引用文献

- Dilday, R.H. *et al.* 1998. Allelopathic activity in rice for controlling major aquatic weeds. In M. Olofsdotter ed., *Allelopathy in Rice*. International Rice Research Institute, Philippines, 7-26.
- Dilday, R.H. *et al.* 2001. Allelopathic

potential in rice germplasm against ducksalad, redstem and barnyard grass.

Journal of crop production 4, 287-301.

Ebana, K. *et al.* 2001. Variation in the allelopathic effect of rice with water soluble extracts. *Agronomy Journal* 93, 12-16.

藤井義晴ら 1990. 他感作用物質検索のための発芽・生育試験の、ロジスチック関数 (RICHARDS 関数) を用いた解析. *雑草研究* 35, 353-361.

藤井義晴・澁谷知子 1991. 寒天培地を用いた他感作用検定手法.(2) 根の分泌物による他感作用の検索. *雑草研究* 36(別), 150-151.

藤井義晴ら 1992. イネ (*Oryza sativa*) のアレロパシープラントボックス法によるアレロパシーを持つ可能性のあるイネの探索. *雑草研究* 37(別), 158-159.

松尾光弘ら 1999. イネ品種におけるアレロパシー物質の抽出・単離と評価. *雑草研究* 44(別), 186-187.

松尾光弘ら 2011. イネのアレロパシー活性に対するコナギおよびアメリカコナギの感受性の差異. *日作九支部会報* 77, 25-30.

松尾光弘・鹿嶋佑一 2014. イネのアレロパシー活性に対するイヌビエとレタスの反応比較. *日作九支部会報* 80, 1-6.

松尾光弘ら 2015. ホソバヒメミソハギに対するイネのアレロパシー活性の品種・系統間差異. *日作九支部会報* 81, 1-4.

中山至大ら 2000. 「日本植物種子図鑑」. 東北大学出版会, 宮城県仙台市, p.575, p.588.

岡武三郎ら 1979. 水田の新しい帰化雑草 *Heteranthera limosa* について. *雑草研究* 24, 113-116.

春播きソバー大豆輪作体系における漏生ソバの発生と防除

国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構
九州沖縄農業研究センター
水田作研究領域

住吉 正

はじめに

近年、九州や沖縄の一部地域において、品種「春のいぶき」を用いたソバの春播き栽培が普及している。初夏に収穫され、需要の高まる盛夏に新蕎麦が出荷できる新しい作型として町おこしなどの重要なアイテムともなっている。

九州では3月中下旬に播種して6月には収穫できるため夏作物との輪作が可能であり、九州沖縄農業研究センターでは新たな輪作体系としての「春播きソバー大豆」輪作体系の確立・普及を目指した技術開発に取り組んできた。しかしながら、本輪作体系では、大豆作付け中における前作ソバの脱粒種子からの漏生による雑草害が懸念されたため、漏生ソバの実態把握と防除技術開発の研究を並行して進めることとなった。以下に紹介する研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「広域・大規模生産に対応する業務・加工用作物品種の開発」において実施中の研究の一部であり、「春播きソバー大豆」輪作体系の確立に向けた研究の途中経過である。



写真-1 春播き栽培に適したソバ「春のいぶき」(2012年5月11日撮影)

1. 春播きソバ収穫時におけるソバ種子の脱粒状況

表-1は、九州沖縄農業研究センター(福岡県筑後市)において、2012年～2014年の6月にソバ「春のいぶき」をコンバイン収穫した圃場に残存したソバ種子を回収調査した結果である。コンバイン収穫後の圃場に、ソバ種子は刈り残しや地表面への落下により残存し、この内、落下した種子は黒色～茶褐色の充実したものと、茶色の不充実及び一部が損傷した不完全なものに分けられた。本来なら収穫物となる充実した種子は、433～1,355粒/m²と、年次や圃場によって大きく変動した。「春のいぶき」の種子千粒重は33g程度で、脱粒した種子は14.3～44.7kg/10aと換算され、当該圃場の春播きソバの坪刈り収量が150～300kg/10a程度であったことから、コンバイン収穫時の脱粒量は、収量の概ね10～15%前後と推定された。

また、回収した種子について、湿潤ろ紙床、30℃、明条件での発芽率

を調査し、回収した種子数に発芽率を乗じて発芽可能種子数を算出した。その結果、充実種子の発芽率は22～84%、不充実種子の発芽率は1～13%となり、不充実種子にも発芽能力があることが判明した。これらの結果から圃場に残存した発芽可能な種子数は、概ね200～1,300粒/m²と推定された。

2. 漏生ソバの発生推移

前記のソバ種子の脱粒状況を調査した圃場で、その後の漏生ソバの発生状況を調査した。調査は2012年と2013年に行ったが、結果はほぼ類似していたので、2013年の結果を図-1に示した。

当該圃場では、2013年6月7日にソバ「春のいぶき」をコンバイン収穫して不耕起の状態で放置し、7月8日に耕起して大豆「フクユタカ」を播種した。ソバ収穫後における漏生ソバの発生は、大豆播種までの間に多く認められ、期間中の生存個体数の最大値は、220本/m²(2012年は219本/m²)

表-1 ソバ種子の脱粒状況

年次	圃場番号	回収数*			発芽可能種子数
		充実	不充実	その他**	
2012年	1	593	957	331	347
	2	698	2,067	91	211
	3	1,329	3,057	60	350
	4	433	1,604	148	167
2013年	—	734	945	50	573
2014年	—	1,355	1,043	6	1,279

* 6月にソバ「春のいぶき」をコンバイン収穫した圃場において、50cm×50cm、4～6反復で調査。数値はm²当たりの粒数。 ** その他の種子は、刈り残し、または調査時に出芽あるいは土中発芽していた種子。

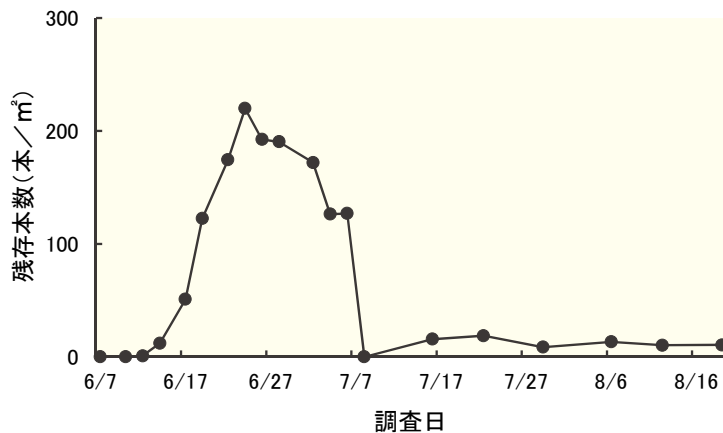


図-1 漏生ソバの発生消長 (2013 年)
2013 年 6 月 7 日ソバ収穫, 7 月 8 日大豆播種。各区 50cm×50cm, 4 反復調査。



写真-2 大豆播種前における漏生ソバの発生状況 (2014 年 6 月 28 日撮影)



写真-3 大豆群落内における漏生ソバの生育 (2012 年 8 月 21 日撮影)

であった。一方、大豆播種後の漏生ソバの発生は少なく、生存個体数の最大値は 19 本/㎡(2012 年は 12 本/㎡)であった。

ソバ収穫から大豆播種までの期間における調査は、ソバ栽培時の畝の上面と溝部分とに分けて実施した。2012 年は初めに溝部分で発生が始まり、畝上面での発生は遅れて開始したが、2013 年は畝上面と溝部分の双方でほぼ同時に発生がみられた。いくつかの別の圃場や別の年次にも観察を行ったが、溝部分での発生が早い場合と、場所による差が無い場合が認められ、降雨や土壤水分条件が関与したものと推察された。

特記すべきこととして、2012 年には期間中に集中豪雨があり、溝部分の個体が枯死して、個体数の急激な減少が認められた。また、別の年次には、乾燥による枯死も観察された。

3. 漏生ソバの生育に及ぼす水管理の影響

前記の 2012 年の発生消長の調査で、畝の溝部分に発生した個体が集中豪雨によって枯死する状況が観察された。そこで、降雨等を活用した漏生ソバの防除の可能性を探るため、漏生ソバの生育に及ぼす水管理条件の影響を

検討した(住吉・佐々木 2015c)。

(1) 試験方法

試験は 2013 年及び 2014 年に、九州沖縄農業研究センター(福岡県筑後市)において行った。水田土壌を詰めた 1/5,000 a ポットを用い、① 2013 年 5 月 10 日、② 2013 年 6 月 10 日及び③ 2014 年 7 月 4 日に、土壤表層にソバ「春のいぶき」種子をポット当たり 10 粒宛混和した。ポットは雨よけハウス内に設置し、ソバの子葉期または 1 葉期から一定期間を冠水、湛水及び湿潤条件とし、それ以外の期間及び対照区は毎日灌・排水した(各 3 ポット)。冠水区は深型のポットを

用いて約 8cm の湛水深でソバが水没する条件としたが、2014 年のソバ 1 葉期からの処理では完全には水没できなかった。湛水区は 3cm の湛水深、湿潤区は湛水しない程度のひたひた水で管理した。生存状態を適宜観察し、種子混和後 24 ~ 28 日目の生存個体数及び生育量を調査した。

表-2 水管理の影響

試験区	処理開始時期	処理期間	生存率	最大葉齢	試験
対照区	—	—	100	3.5~5.0	1, 2, 3
冠水区	子葉期	1日	47~52	4.5~5.0	2, 3
	子葉期	2日	0~8	(4.5)	2, 3
	1葉期	1日	93	5.5	3
	1葉期	2日	80	5.0	3
湛水区	子葉期	1日	90	4.2	1
	子葉期	2日	64	5.5~5.7	2, 3
	子葉期	3日	18~96	4.3~5.0	1, 2, 3
	1葉期	2日	82	5.5	3
湿潤区	1葉期	3日	81	5.5	3
	子葉期	3日	94~95	3.8~5.0	1, 2
	子葉期	7日	69~86	4.0~4.5	1, 2

1/5,000 a ポット、「春のいぶき」種子土壌表層混和(10 粒/ポット)。数値は生存率(%), 及び残存した最大個体の葉齢(本葉)。試験① 2013.5.10 種子混和, 28 日後調査, ② 2013.6.10 種子混和, 24 日後調査, ③ 2014.7.4 種子混和, 24 日後調査。

表-3 漏生ソバの発生に及ぼす耕耘の影響 (2013 年) ¹⁾

	耕耘区	不耕耘区
発芽可能な脱粒種子数 ²⁾	573	
大豆播種前の漏生ソバ発生数 ³⁾	109	220
出芽可能な埋土種子数 ⁴⁾	228	97

1) 2013 年 6 月 7 日にソバ「春のいぶき」を収穫し、耕耘区では翌日耕耘した(約 15cm 深)。数値は全て㎡当たりの換算値で示した。

2) 脱粒種子は 50cm×50cm、6 反復で回収し、30℃明条件で 10 日間の発芽率を調査して発芽可能種子数を算出した。

3) 漏生ソバの発生は、各 50cm×50cm、8 反復で調査した。数値はソバ収穫から大豆播種までの期間における残存本数の最大値を示した。

4) 埋土種子は、大豆播種直前(7 月 8 日)に、各 30cm×30cm×深さ 15cm、6 反復で土壌を採取し、コンテナに詰めて灌水管理し、ソバの発生本数を調査した(8 月 19 に再耕耘、10 月 31 日まで調査)。

(2) 試験結果

3 回の試験の結果をまとめて表-2 に示した。漏生ソバの生育は冠水によって大きく影響を受け、子葉期から 2 日間の冠水によって大半の個体が枯死した。しかしながら、子葉期から 1 日間の冠水では約半数の個体が生存し、排水後は良好に生育した。また、1 葉期から 1～2 日間の冠水処理(実質は深水状態)では大半の個体が生存した。

湛水区及び湿潤区において一定程度の枯死個体が認められたのは、2013 年 6 月開始の湛水 2～3 日間区、同湿潤 7 日間区及び 2014 年 7 月開始の子葉期から 2 日間湛水した区で、それ以外の条件では枯死個体はほとんど認められなかった。2013 年の試験では、湛水区及び湿潤区ともに 5 月開始の試験よりも 6 月開始の試験で枯死した割合が高く、水管理による漏生ソバの生育への影響には試験時期による差が認められ、気温等の気象条件の関与が示唆された。

松浦ら(2004)は、耐湿性の異なるソバ品種を用いて湛水条件下での生育を観察し、耐湿性の強い品種は地表面付近における不定根の発生が旺盛であることを観察している。本試験でも、湛水や冠水処理を行った個体で不定根の発生が顕著に確認されたことから、品種「春のいぶき」は比較的耐湿性の

表-4 漏生ソバの発生に及ぼす耕耘の影響 (2014 年) ¹⁾

	耕耘区	不耕耘区
発芽可能な脱粒種子数 ²⁾	1,279	
大豆播種前の漏生ソバ発生数 ³⁾	498	518
出芽可能な埋土種子数 ⁴⁾	341	239

1) 2014 年 6 月 12 日にソバ「春のいぶき」を収穫し、耕耘区では 6 月 16 日に耕耘した(約 15cm 深)。数値は全て㎡当たりの換算値で示した。

2) 脱粒種子は 50cm×50cm、6 反復で回収し、30℃明条件で 10 日間の発芽率を調査して発芽可能種子数を算出した。

3) 漏生ソバの発生は、各 50cm×50cm、6 反復で調査した。数値はソバ収穫から大豆播種までの期間における残存本数の最大値を示した。

4) 埋土種子は、大豆播種直前(7 月 14 日)に、各 30cm×30cm×深さ 15cm、6 反復で土壌を採取し、コンテナに詰めて灌水管理し、ソバの発生本数を調査した(8 月 13 及び 9 月 2 日に再耕耘、11 月 18 日まで調査)。

強い品種と推察される。

以上のことから、水管理によって漏生ソバを枯殺するためには、比較的長期間ソバが冠水するような条件が必要であり、水管理を漏生ソバの防除へ活用することは難しいと考えられた。

4. 漏生ソバの発生に及ぼす耕耘の影響

一般的に、雑草種子は耕耘による露光や種子への傷付けによって発芽が促進される。ソバ収穫後の漏生ソバの発生状況調査で、大半は大豆播種時までに発生することが明らかとなったが、その発生量を増加させて大豆播種時の耕耘等により防除できれば、大豆作中に発生する漏生ソバを減少させることができると考えられる。そこで、ソバ収穫後の耕耘が漏生ソバの発生に及ぼす影響を検討した(住吉・佐々木 2015b)。

(1) 試験方法

試験は 2013 年及び 2014 年に、九州沖縄農業研究センター(福岡県筑後市)において行った。ソバ「春のいぶき」を 6 月に収穫した圃場を用い、脱粒したソバ種子を回収して前記同様に発芽率を調査し、発芽可能な種子数を算出した。試験区として耕耘区と不耕耘区を設けて漏生ソバの発生状況を調査するとともに、大豆播種期に各区から

作土を採取してコンテナに詰め、ソバの発生本数を調査して出芽可能な埋土種子数を推定した。

(2) 試験結果

2013 年の結果

調査対象圃場の春播きソバ収穫後の発芽可能な脱粒種子数は約 600 粒/㎡であった。ソバ収穫後から大豆播種までの期間に、耕耘区では㎡当たり約 100 個体、不耕耘区では約 200 個体が出芽し、耕耘によって漏生ソバの発生数が減少した。大豆播種期に採取した土壌からのソバの出芽数は、耕耘区では㎡当たり約 200 個体、不耕耘区では約 100 個体と換算され、耕耘により大豆播種期の出芽可能な埋土種子量が増加した(表-3)。

2014 年の結果

調査対象圃場の春播きソバ収穫後の発芽可能な脱粒種子数は約 1,300 粒/㎡で、2013 年よりも多かった。ソバ収穫後から大豆播種までの期間に、耕耘区及び不耕耘区ともに㎡当たり 500 個体前後が出芽した。大豆播種期に採取した土壌からのソバの出芽数は、耕耘区では㎡当たり約 340 個体、不耕耘区では約 240 個体と換算され、耕耘により大豆播種期の出芽可能な埋土種子量が増加した(表-4)。

これらの結果は、耕耘によって土壌中に埋没したソバ種子は、不耕耘で土壌表面に置かれた状態のものよりも発

表-5 土壌処理剤による漏生ソバの防除効果 (2014 年)

	発生本数	地上部重
ジメテナミド・リニュロン粒剤	16.0±0.0	6.3±0.6
トリフルラリン粒剤	18.7±0.9	7.4±0.6
プロメトリン・ベンチオカーブ粒剤	18.0±0.6	5.6±0.6
ベンチオカーブ・ペンディメタリン・リニュロン粉粒剤	13.0±1.2	3.7±0.4
無処理区	17.7±0.7	6.4±0.5

1/5,000a ポット試験 2014 年 6 月 23 日「春のいぶき」種子混和 (各 20 粒), 翌日除草剤処理 7 月 22 日 (処理後 28 日目) 抜き取り調査。数値は, 発生本数: 本/ポット, 地上部重: g/ポットで, 平均値 ± 標準誤差を示した。

芽しにくく, 大豆播種時期まで未発芽の状態で生存する割合が高いことを示唆している。すなわち, 春播きソバ収穫後の耕耘は, 大豆播種期におけるソバの埋土種子量を増加させる可能性があり, ソバ収穫後から大豆播種までの間を不耕起で管理した方が, 結果として大豆播種期の埋土種子量が減少し, 防除に有利となると考えられた。

総合防除が求められる除草剤抵抗性スズメノテッポウの防除においては, 浅耕播種技術や晩播の導入によって小麦播種前の雑草発生数を増加させることにより, 埋土種子数を減らすことができ, 防除に有効であることが示されている (大野ら 2014)。本試験の結果は, 耕耘等の方法は異なるものの, 不耕起管理により耕起した場合に比べてソバの発生数を増加させることができ, 除草剤抵抗性スズメノテッポウの総合防除で示された埋土種子低減効果と同様な効果が期待できることを示している。

5. 除草剤による漏生ソバの防除効果

試験は九州沖縄農業研究センター (福岡県筑後市) において, いずれも水田土壌 (沖積軽埴土) を詰めた 1/5,000a ポットを用いて行った (住吉・佐々木 2015a)。

表-6 土壌処理剤による漏生ソバの防除効果 (2015 年)

	発生本数	地上部重
ジメテナミド・リニュロン粒剤	18.7±1.2	12.3±0.9
トリフルラリン粒剤	24.0±2.1	13.2±0.3
プロメトリン・ベンチオカーブ粒剤	24.7±0.9	12.6±0.4
ベンチオカーブ・ペンディメタリン・リニュロン粉粒剤	11.0±1.0	3.5±0.5
無処理区	25.7±0.3	17.5±0.8

1/5,000a ポット試験 2015 年 6 月 30 日「春のいぶき」種子混和 (各 30 粒), 翌日除草剤処理 7 月 29 日 (処理後 28 日目) 抜き取り調査。数値は, 発生本数: 本/ポット, 地上部重: g/ポットで, 平均値 ± 標準誤差を示した。

(1) 土壌処理除草剤の効果

試験は 2014 年及び 2015 年に実施し, 結果をそれぞれ表-5 及び表-6 に示した。

無処理区におけるソバの発生本数は, 2014 年は 17.7 本/ポット (出芽率 89%), 2015 年は 25.7 本/ポット (出芽率 86%) で, 2 カ年とも出芽は良好であった。除草剤処理区における発生本数は, 2014 年は 13.0 ~ 18.7 本/ポット (無処理区対比 73 ~ 106 %), 2015 年は 11.0 ~ 24.7 本/ポット (同 43 ~ 96 %) で, 発生本数の減少が最も大きかったのはベンチオカーブ・ペンディメタリン・リニュロン粉粒剤で, 次いでジメテナミド・リニュロン粒剤であった。一方, トリフルラリン粒剤及びプロメトリン・ベンチオカーブ粒剤は 2 カ年とも発生本数への影響はほとんど認められなかった。

地上部重では, 2014 年はベンチオカーブ・ペンディメタリン・リニュロン粉粒剤区で無処理区に対して減少が認められたが, その他の区では無処理区と同等であった。2015 年はいずれの除草剤処理区においても地上部重が無処理区よりも減少し, 減少の程度はベンチオカーブ・ペンディメタリン・リニュロン粉粒剤区が最も大きかった。

本試験の結果, 漏生ソバの発生に対する土壌処理除草剤の防除効果は, 除草剤の種類によって異なるものの, 最も効果の高かったベンチオカーブ・ペンディメタリン・リニュロン粉粒剤においても, 発生本数は無処理区比 43 ~ 73 %, 地上部重は同 20 ~ 58 % であり, 年次による変動が大きく, また抑制の程度も不十分と判断される。したがって, 供試した土壌処理除草剤は, いずれも大豆作における漏生ソバの防除手段としては効果不十分と考えられた。今後, 未供試の土壌処理除草剤による防除効果の検討が望まれるものの, 種子の大きい漏生ソバを土壌処理除草剤で防除することは非常に困難であると言わざるを得ない。

(2) 茎葉処理除草剤の効果

試験は 2012 年に実施し, 1 ~ 6 葉期のソバに対するベンタゾン液剤 (100ml / 10a) の効果を検討した。

結果を表-7 に示した。無処理区におけるソバの発生本数は 17.7 本/ポット (出芽率 59 %) で, 前記の土壌処理除草剤試験の結果に比べて出芽率は劣ったものの, 除草効果の判定には十分な発生本数と判断された。ソバの 1 ~ 6 葉期にベンタゾン液剤を処理した区では, ソバは完全に枯死した。

以上のことから, 茎葉処理除草剤ベンタゾン液剤は, 漏生ソバの防除に対

表-7 ペンタゾン液剤による漏生ソバの防除効果

	処理時期				無処理
	0.5～1L期	2L期	4L期	6L期	
残存本数	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7±1.2
地上部重	0.0	0.0	0.0	0.0	12.1±0.6

1/5,000a ポット試験。2012年7月23日「春のいぶき」種子混和（各30粒）。各処理時期にペンタゾン液剤を100ml/10a、散布水量100L/10aで処理。9月4日（播種後43日目）抜き取り調査。数値は、残存本数：本/ポット、地上部重：g/ポットで、平均値±標準誤差を示した。

して6葉期までの処理で十分な効果を示すことが明らかとなった。ペンタゾン液剤による大豆作における雑草防除では、雑草種による感受性の差異が報告されており、タデ科雑草は比較的感受性が高いことが示されている（澤路ら 2006; 渋谷ら 2006）。ソバもタデ科であることから、同等な感受性を有するものと推察される。

おわりに

以上みてきたように、暖地の「春播きソバー大豆」輪作体系において、ソバ収穫時に脱粒した種子の大半は大豆播種前に発芽・出芽してしまい、ごく一部が大豆栽培中に漏生ソバとして発生することが明らかとなった。前述の調査結果からは、大豆作中の漏生ソバの発生本数は10～20本/m²程度で、一般的な雑草の発生量からみれば、それほど多い発生量とは言えない。しかしながら、土壌処理除草剤による漏生ソバの防除効果は不十分であり、雑草害回避の観点からは大豆生育期における防除手段の投入が必須であると考えられる。

大豆栽培で最も一般的に実施されている生育期の雑草防除として中耕・培土があるが、帰化アサガオ類やホオズキ類を対象とした試験で、中耕・培土による除草効果は畝間中央部の雑草に対しては高かったものの、株間の雑草に対しては劣ったことが示されている（住吉 2011）。土壌処理除草剤の影響を受けずに大豆とほぼ同時に発生した

漏生ソバは、中耕・培土実施時には十分に生育していることが予想され、大豆の株間では中耕・培土の影響はほとんど受けられないものと推察される。

大豆の生育期に使用できる除草剤の内、前述の試験では茎葉処理除草剤ペンタゾン液剤の効果を確認し、使用時期として提示されている雑草6葉期までの効果は、漏生ソバに対しても十分であった。したがって、漏生ソバの防除は本剤を適期に用いることで可能である。これ以外には非選択性除草剤の畦間・株間処理（浅井 2012）による防除が考えられる。除草剤の種類によって一部の雑草種に対する効果に変動がみられるものの、タデ科雑草のイヌタデを含む条件での試験で十分な効果が確認されており（田中 2009）、漏生ソバの防除にも有効と推察される。

このように、大豆栽培における漏生ソバ対策は、茎葉処理除草剤の適切な利用によって容易に達成されるものと考えられるが、処理適期を逃すリスクや、他の混生する雑草に対する防除手段の優先、除草コストの低減なども考慮すれば、除草剤以外の耕種的防除法の活用も意義あるものと思われる。前述のように、ソバ収穫後から大豆播種までの間を不耕起で管理することで大豆播種時の埋土種子量を減らすことができると考えられることから、このような耕種的防除法を積極的に活用すべきである。今後、現地への指導と技術の普及が望まれる。

引用文献

- 浅井元朗 2012. 生育期における省力的で効果的な除草剤の畦間・株間処理法は？。「収量・品質の向上と安定生産のための大豆づくりQ&A 増補改訂」, 全国農業改良普及支援協会, 152-153.
- 松浦朝奈ら 2004. 冠水処理に対するソバの栄養成長反応の種間差異, 日作九支報 70, 100-101.
- 大野礼成ら 2014. 水稲後作コムギにおける除草剤抵抗性スズメノテッポウの発生を低減できる浅耕播種技術を核とした総合防除, 雑草研究 59, 195-203.
- 澤路聖之ら 2006. ペンタゾン液剤の大豆に対する初期薬害の品種間差異と畑地雑草に対する草種別効果について, 雑草研究 51 (別), 130-131.
- 渋谷知子ら 2006. ダイズ作における一年生広葉夏畑雑草のペンタゾン感受性の種間差, 雑草研究 51, 159-164.
- 住吉正・佐々木豊 2015a. 春播きソバー大豆体系における除草剤による漏生ソバの防除効果, 九州の雑草 45, (印刷中).
- 住吉正・佐々木豊 2015b. 春播きソバ収穫後の耕耘が後作大豆における雑草化ソバの埋土種子量に及ぼす影響, 第78回九州農業研究発表会専門部会発表要旨集, 15.
- 住吉正・佐々木豊 2015c. 春播きソバ収穫後の漏生ソバの生育に及ぼす水管理条件の影響, 第78回九州農業研究発表会専門部会発表要旨集, p.16.
- 住吉正 2011. 九州地域の大豆畑における帰化アサガオ類の発生実態と生態に関する研究, 農業および園芸 86, 433-440.
- 田中十城 2009. 大豆生育期の雑草防除に活用できる新たな除草剤畦間散布装置, 植調 42, 417-422.

ドローンの農業分野での活用

信州大学農学部
農学生命科学科

渡邊 修

小型無人飛行体(Drone, Unmanned aerial vehicle)は、GPS やコンパス、高度計を組み合わせた自律飛行制御、バッテリーの小型化、カメラの小型化と高性能化などによって、災害現場や農林業分野で活用が進みつつある。ラジコンヘリは飛行操作自体を楽しむものに対して、ドローンはカメラによる空撮や物資の運搬など移動飛行体を用いて何らかの操作を行うことを特徴としている。これまで農業生産環境の観測は、衛星や航空機などの空撮画像を適切に処理することによって行われてきた。衛星画像は広域観測、多波長観測、過去の植生や土地利用の把握等に大きな成果を上げてきたが(秋山 2012)、例えば圃場内で作物と雑草を簡易に区分するような画像処理を行うには解像度の点で限度がある。LANDSAT などの地球観測衛星は観測頻度が月に 2 回程度で、雨天や曇天では画像が取得できず、観測に必要な時期の画像を得にくい点がある(秋山ら 2003)。航空機は最適な時期を選んで、流域レベルなど広域スケールの観測において安定して高い解像度の画像を得ることができるが、撮影業務の委託には多くのコストがかかり、大規模プロジェクトなどを組む必要がある。

近年急速に普及しつつあるドローンは、低コスト化と操作が容易な点から大学等の研究室や個人レベルで普及しつつあり、実験的に様々な空撮を行うことができる。研究におけるドローンの有用性は、ユーザーが観測時期を自

由に決定できること、低空(高度 15 ~ 100m) 撮影によって、地上分解能 1 ~ 5cm の超高解像度画像を得ることが可能となっている。農業分野では、衛星が不得意な部分をドローンで補う使用法が現実的である。ドローンは圃場上空でカラスやハトが飛ぶ高度で自由な時期に高解像度の画像を得ることができることから、農業分野における様々な活用が期待されている。具体的には作物の生育状態、雑草の発生状態、病気による葉色の変化など、調査者が農道や畦、圃場内を歩いて観察していた情報収集を、ドローンを活用することで、これまで得ることができなかった視点で新たに評価できる可能性を持つ。ドローンの使用事例はまだ少ないことから、ここでは主に農業分

野における雑草群落検出の可能性について紹介する。また、ドローンで使われている技術があまりに急速に発展していることから、ユーザーとしてどのような危険性や問題点があるのかを整理する。

ドローンの撮影システムと飛行条件

圃場上空の任意の高度でカメラを直下視に固定して撮影できればどのような機体でも構わないが、ドローン(マルチコプター)として一般に普及しているものは、バッテリー駆動の 4 枚ローターを持つクアッドコプターである(図-1)。ローター対角軸のサイズは、DJI 製の Phantom2 で



図-1 DJI 製の市販機体と専用通信機
左: Inspire1, 右: Phantom2vision+

35cm, Inspire1 で 60cm であるが、これより大きいサイズになると現場への機体の持ち運びに大きな労力がかかる。ローターが 6 枚もしくは 8 枚の機体はドローンに搭載できる重量（ペイロード）が大きく一眼レフカメラや特殊なセンサーなどを搭載できるが、バッテリー重量に加え機体全体の重量が大きくなるため、コスト面や墜落リスクからプロの撮影や特殊な観測場面に使用が限られる。ドローン（クアッドコプター）の飛行可能時間は、カメラ本体および姿勢制御を行うジンバルの重量、バッテリーサイズ、標高（空気密度）、風速など気象条件によって異なるが、市販の機体では約 8 分から 15 分程度である。飛行時間が 10 分程度では撮影のための時間が短いと感じることもあるが、操縦者の集中力やローターの負荷を考慮すると、1 回のフライトで 10 ～ 15 分程度は妥当である。撮影範囲を広げドローンを長時間運用するときは、気象条件やローターの負荷を考慮しながら複数のバッテリーを使用する。現地でドローンを運用するとき、機体の挙動や緊急時の回避行動などを考慮すると、目視で確認できる範囲で実際にフライトする必要がある。専用通信機の電波は最大 500m 程度に到達し、遠隔操作が可能であるが、目視で確認できる範囲は飛行高度を含めおおむね 300m 以内である。

ドローンは加速度センサーとジャイロによる機体姿勢制御、GPS と高度計による位置制御が行われ、初心者で

も簡易にホバリングさせることができる。一定高度でホバリングできれば、カメラ撮影に集中でき、仮に飛行スキルが未熟なユーザーでも目的の地点や高度で撮影を行うことが可能である。しかし、後述するように機体の性能を過信しすぎるとアクシデントが生じることもある。実際の飛行で生じるアクシデントは、バッテリーの電圧低下と突風による制御不能、コンパスキャリブレーションのエラーによる制御姿勢の不安定化、GPS 衛星のロスト、2.4GHz 帯特有の誤動作などである。小型のドローンは風の影響を受けやすく、強風条件下では姿勢制御のためにバッテリー消費が大きくなり、飛行可能時間が大きく減少する。バッテリーが低下した状態では、機体制御が不安定になり、電圧低下による自動帰還モードになると着陸のための機体制御が困難となる。また、突風で制御不能になった例は各地で多数報告されており、高性能 GPS コンパスを搭載していても、突風を回避することは難しい。ドローンを飛行させる気象条件としては、無風もしくは微風で、基本的には風速 6 m/s 以下で行う必要があるが、実際は 3m/s 程度までが無難である。また、操縦者と機体との通信は 2.4GHz の電波を利用するが、この電波帯は無線 LAN などに使用されており、都市部や住宅地で無線 LAN の電波が飛び交う環境では誤動作が引き起こされることもある。GPS コンパスを搭載した機体で、衛星の補足数が一定以上（おおむね 6 個以上）確保さ

れているケースでは、緊急時にホームポイント（ドローンを飛ばした地点）に自動帰還する機能があるが、自動帰還モードになると、直進的にホームポイントに戻ろうとするため、ターンポイントとホームポイントの間に障害物があると制御不能のまま衝突することもある。改正航空法（国土交通省 2015）では飛行場周辺に加え、住宅密集地帯でのドローンの飛行が原則禁止されており、運用するときには注意が必要である。また、墜落時の事故等に対応する「産業用無人ヘリコプター総合保険」などの加入も考慮したほうがよい。

ドローンによる圃場の撮影

ドローンを利用した圃場撮影は小型カメラを利用するが、カメラの種類や性能は多岐にわたるため、ここでは DJI 製の一般的な機体に搭載されているカメラと画像について紹介する。Inspire1（静止画 12.4M pixel, image size=4000×3000）を使用し高度 50 m から撮影すると、撮影範囲は画像 1 枚で約 54.4a、解像度は約 2.1cm/pixel である（図-2）。国内の平均的農地（約 30a）を 1 筆撮影するには、高度 50m から撮影した画像 1 枚でカバーできるが、複数の圃場を撮影するにはドローンを一定高度で移動させながら画像を取得する必要がある。このとき事前に地図画像上でフライトコースを設定し、空撮を行うポイ

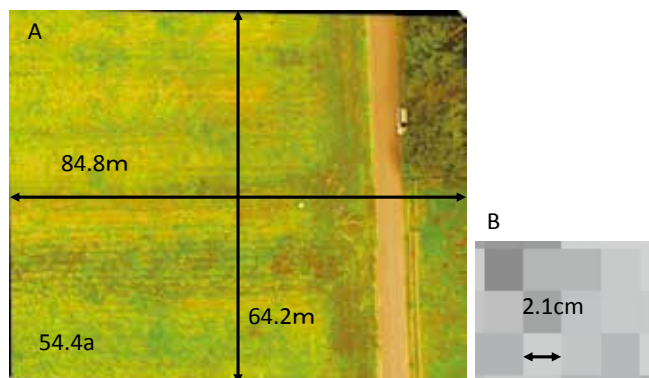


図-2 高度約 50 mから撮影した牧草地 (A)
画像サイズは 4000×3000pixel、1 枚の撮影範囲は約 54.4a で、解像度は約 2.1cm/pixel (B) である。

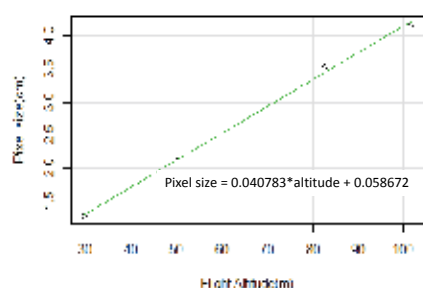


図-4 飛行高度 (Flight Altitude : m) と地上分解能 (Pixel size : cm) の関係式
Inspire1 (12.4M pixel, image size=4000x3000) 付属のカメラを使用。

ント数と撮影高度、撮影範囲を設定する (図-3)。撮影範囲と撮影高度、バッテリー持続時間の関係については、ある程度の飛行・撮影経験が必要であり、広範囲を撮影するのであれば、複数のバッテリーを交換しながら実施する必要がある。使用するドローンと飛行制御アプリの中には、フライトコース、撮影ポイント、撮影高度をソフト上で事前に設定し、自動飛行できるものもある (井上ら 2014)。このとき、撮影された画像がある程度オーバーラップすることが重要で、後述するように複数の画像を貼り合わせる際には、画像のオーバーラップが大きいほど、貼りあわせの精度が高くなる。また、ドローンは上空で風の影響を受け、さらに移動しながら撮影するため、ピントが不鮮明な画像が多い。ピントのズレは画像解析に重大な影響を与えるため、できる限りシャッタースピードを

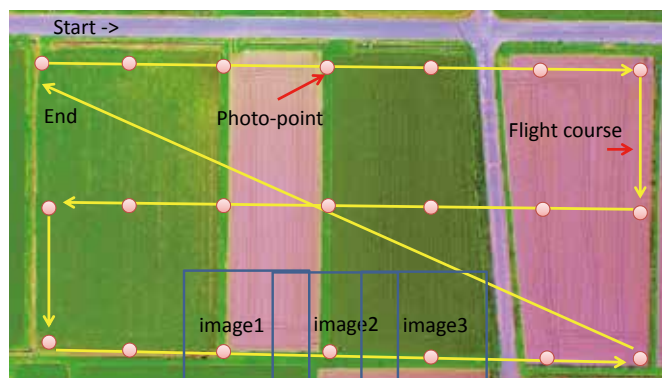


図-3 ドローンを利用した複数圃場の撮影事例
飛行ルート、撮影高度は圃場の配置や範囲で任意に設定。実際に撮影するときには、画像 (image) のオーバーラップが大きくなるように撮影ポイントを設定することが重要。

早くし、多くの画像を取得して良好な画像を選択することが必要である。

画像解像度 (地上分解能 : pixel size) は飛行高度 (altitude) によって直線的に変化し、今回使用した Inspire1 のカメラでは、y を pixel size(cm), x を高度 altitude(m) とすると、 $y = 0.040783x + 0.058672$ で近似できる (図-4)。ただし、高度計の誤差と幾何補正の誤差を含むことから、ここで示した式はあくまで目安であり、実際に運用するときには、飛行高度と地上分解能の関係を手持ちの機材で確かめる必要がある。

複数画像のオルソ化と幾何補正

GPS コンパスを搭載し、機体制御とカメラ制御が一体化したシステムで撮影された画像は、撮影時の緯度経度座標と高度が自動で記録される。この情報は画像ファイルの EXIF (Exchangeable image file format) に記録されているため、位置情報を扱うアプリで利用可能である。空撮画像が数枚ならば、画像処理ソフトで目視と手作業による合成画像作成も可能であるが、数十から数百枚の画像を対象にするには、オーバーラップした画像のマッチングを自動で行う専用ソフトで空撮画像合成を行うことが現実的

である (図-5)。このような画像処理に適したソフトとして、自動オルソモザイクの機能を持つ Photoscan や Pix4DMapper などがある。オルソモザイク処理の特徴として、一般的には画像のオーバーラップが多いほど合成画像の品質が高くなる。ソフトの使用方法や特性については、内山ら (2014) の地形図作成方法などがあり、ここでは割愛するが、膨大な数の画像処理を行うには専用ソフトの活用は不可欠である。実際、ドローンを購入して撮影した後、画像処理をどのように行うかは、現実には大きな問題がある。画像処理を行って目的の作物・雑草群落を抽出し、面積等を測定するときには、ユーザー側で高精度に画像処理を行う必要がある。研究目的で高品質の画像を利用した解析を行うには、画像処理やリモートセンシングの専門家もしくは専門業者に委託して適切に画像処理を行う必要があり、この部分での敷居は高い。

写真測量の原理から、画像上のスケールと現実の距離を対応させるには、幾何補正とオルソ化 (正射投影) が必要である。空撮画像を撮影するとき、圃場区画や道路、水路、建築物など、他の地図画像から緯度経度が参照可能な地物を写しこんであれば、外部標定として GCP (Ground Control Point) ポイントを追加でき、高い精

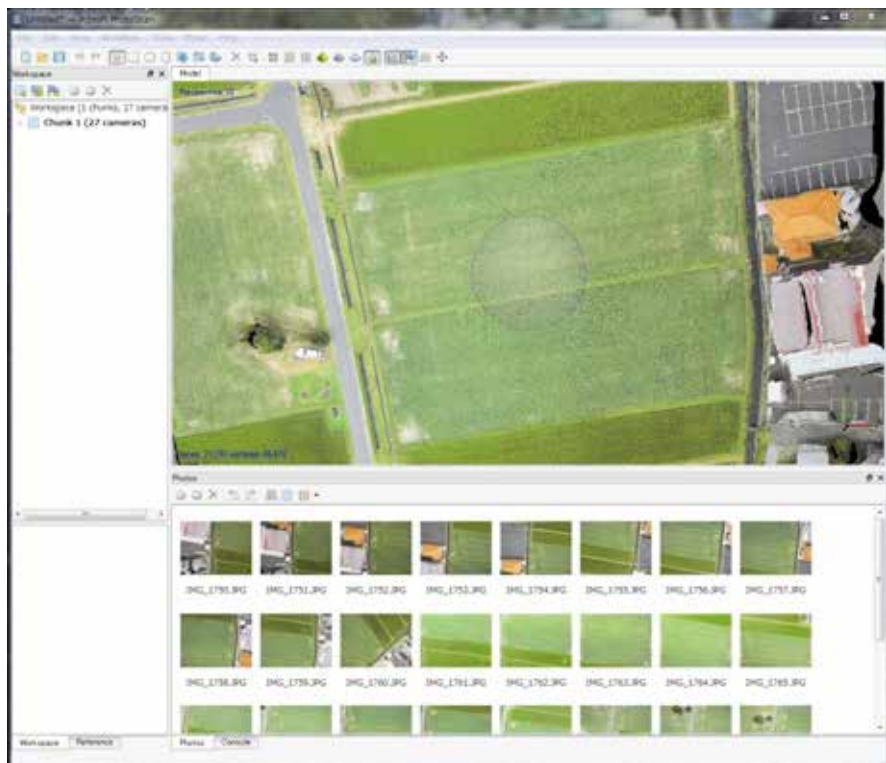


図-5 複数の空撮画像の自動オルソモザイク化

ここではオーバーラップした画像をステレオマッチングし、1枚の合成画像を作成した (AGI 社 Photoscan)。

度で幾何補正ができる。広大な牧草地や森林などでは、GPS マーカーや測量ポールなどを画像上で参照できるようにする必要があり、さらに地形に起伏がある場合には、標高値も取得する必要がある。空撮画像の簡易な幾何補正を行うソフトとしては、オープンソースの QGIS (Quantum GIS) のジオレファランサーなどを利用し、国土数値情報の道路要素や建物要素のレイヤーと対応しながら位置合わせすることも可能である。一般的な圃場では、道路等に面していることから、GCP ポイントを他の数値地図から得て幾何補正できる。

高精度の画像処理を行う必要がなければ、ドローンで高画質動画を取得する方法もある。Inspire1 は 4k 対応の動画を取得でき、ハイビジョンに匹敵する画質を得ることができる。農家が直接動画をみながら、必要とする情報を画像の中で確認することで、特殊な画像処理を行うことなく、作業の時期

やタイミングなどを判断するときの材料として使える。

圃場における雑草群落の観測事例

ここでは大豆播種後に発生する帰化アサガオ類のマルバルコウの空撮を行った事例を紹介する。大豆圃場にお

けるマルバルコウの一般的な防除体系として、初期のベンタゾン全面散布と中期のグルホシネート畦間処理が行われる。ここでは 2015 年 7 月 5 日に大豆播種、7 月 27 日にベンタゾンを散布し、その 2 日後と 11 日後に空撮を行った (図-6)。現地で発生している雑草はほぼマルバルコウのみで圃場の畦際に多く発生し、条間で分布している状態が把握できる。ベンタゾン散布後 11 日の画像で条間の植物体が消え、マルバルコウが枯死した状態が確認できた。今回、空撮を行った現地では 8 月上旬の異常高温と少雨のため大豆の生育が極端に悪く、8 月上旬の 10 日間で大豆の成長が確認できないほどであった。また、土壌の反射が非常に強く、空撮画像では芽生えや小型の個体をほとんど認識できなかった。空撮画像において土壌反射が雑草判別を妨げる報告があり (Torres-Sánchez *et al.* 2014, Thorp 2004)、高解像度画像



2015/07/29 (ベンタゾン処理2日後)

2015/08/05 (ベンタゾン処理11日後)

図-6 ドローンによるマルバルコウが発生したダイズ圃場の撮影
撮影高度は約 30m。

を利用しても地上部の植生情報を確実に得ることが難しいケースがある。このような条件を回避するには、薄曇りの日照条件や土壌がある程度湿って黒色に近い状態で撮影することで、土壌からの反射を低く抑え、地表部分の植生群落を観測できる可能性がある

このように、気象や日射条件によっては、ドローンの高解像度画像を利用しても地表のすべてが見えるわけではなく、仮に雑草の芽生えの情報を得ることができなければ、雑草管理において問題雑草の発生量を過小評価する危険性がある。一方、ある程度雑草群落がまとまって分布していれば、特殊な画像を処理することなしに、現地での遠観調査に準じた観測が可能になるかもしれない。農業生産の現場で、ドロー

ンを利用して雑草発生状態を把握するには、観測条件を考慮しながら、高解像度の画像を撮影するとともに、作物の播種ラインから外れた場所に生えている植物を検出することで、雑草の発生状態を把握することが期待される。圃場での観測条件や植生の検出精度に関しては、さらに研究を進める必要がある。

農業分野でのドローンの活用と今後

今回は作物群落における雑草発生の観測事例について紹介した。ドローンは上空を移動しながら地表面を撮影し、ステレオマッチングの原理によって三次元測量が可能であるため（内山

ら 2014, 井上ら 2014), 作物の生育状態, 例えば群落高やギャプの有無, 倒伏状態などを簡易に可視化できる(図-7, 渡邊ら 2015)。また, 植物の病害や湿害による葉色の変化は, RGB 画像のみで高精度に検出できるため, 病害発生の範囲や発生圃場の検出などに大きな強みを持つ。土壌の状態をモニタリングするとき, 基本的に水や湿った土壌は太陽光を吸収する特徴があり, 土壌水分含量が多い場所は RGB の反射値が相対的に低くなる。作付が行われていない時期の圃場を定期的に撮影し, 反射値から土壌水分量を推定するモデルを作成することで, 土壌水分含量推定マップを作成できる。

ドローンによる圃場の観測は, 特定



図-7 ドローンの空撮画像から作成した DSM (digital surface model) 画像
写真は大豆圃場を直下視した画像に三次元情報を与えて自動合成したもの(渡邊ら 2015)。

の場所に雑草が発生しているような site specific な情報を得ることに大きな特徴がある。このような雑草発生情報は、除草剤をどのような場所に使うべきか、特に大規模農家の作業と資材投入判断のベースとなるであろう。一方、作物と雑草の判別は可能になるが、雑草種別に画像分類することは難しいであろう。ある程度、葉色や群落の形状など特徴的な形質を統計手法でグルーピングすることは可能になると思われる。近未来的なイメージとしては、大規模農家がドローンを飛ばし、外部の専門業者が画像処理と解析を行い、その結果をすぐに農家が受け取れるようなシステムを作ること、空間情報を高度に活用した先進的農業が推進されるかもしれない。

今回記述した内容の一部は「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業（うち産学の英知を集結した革新的な技術体系の確立）」の北信越水田輪作コンソーシアムの課題である「北信越地域における高性能機械の汎用利用と機械化一貫体型を基軸とした低コスト・高収益水田輪作の実証」の中で実施したものである。

引用文献

- 秋山侃 2012, リモートセンシングを基盤技術とした生態系研究－衛星生態学へのアプローチ－, システム農学 28(4), 137-144.
- 秋山侃・川村健介 2003, Landsat 5号の快晴データ取得率に関する農林業分野からの一考察, 写真測量とリモートセンシング 42(3), 29-34.

国土交通省 2015, 改正航空法航空法の一部を改正する法律案について, http://www.mlit.go.jp/report/press/kouku02_hh_000083.html

内山庄一郎ら 2014, SfM を用いた三次元モデルの生成と災害調査への活用可能性に関する研究, 防災科学技術研究所研究報告第 81 号, 37-60.

Thorp KR and Tian LF 2004, A Review on remote sensing of weeds in agriculture. *Precis Agric* 5(5), 477-508.

Torres-Sánchez, J. *et al.* 2013, Configuration and Specifications of an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Early Site Specific Weed Management. *PLoS ONE* 8(3), 1-15.

井上公ら 2014, 自然災害調査研究のためのマルチコプター空撮技術, 防災科学技術研究所研究報告 第 81 号, 61-98.

渡邊修ら 2015, ドローンによる高解像度空撮画像を用いた圃場群落の三次元モデル作成, 北陸作物学会報 51(別), 23.



ヒルムシロ

(蛭蓆・蛭筵・蛭席・眼子菜・蛭藻・阿古免草)

(公財)日本植物調節剤研究協会
兵庫試験地 須藤 健一

単子葉植物ヒルムシロ科ヒルムシロ属の多年生水草。浮葉性で、先が少し尖った楕円形の葉を水面に浮かべる。池などの水深の深いところに生育するものは沈水葉を持つが、水田などの浅いところのものは浮葉だけとなる。落水後の水田などでは葉が立ち上がり陸生葉となる。地下茎の先端にバナナの房状の殖芽を形成し、越冬、増殖する。除草剤に感受性が高く、今や水田で見かけることは、ほとんどなくなってしまった。

日本在来水草であるが、昔から歌に詠われることはほとんどなかった。そんな中、万葉集の東歌に、読み人知らずの相聞歌が 1 首ある。

安波(あは)峰(を)ろの 峰ろ田に生(お)はる
たはみづら 引かばぬるぬる 吾(あ)を言(こと)
な絶え (巻 14)

安房の山里の田に生えるヒルムシロは引っ張ると茎や

根が切れてしまうが、貴方が私を訪ねてくるのを絶やさないで、という女歌である。「たはみづら」がヒルムシロであるというが、万葉人も田に入り、この引くとすぐに切れてしまうヒルムシロを取っていたのかもしれない。

田に生えたと瞬く間に水の面を覆ってしまうが、花も目立たず、地味な水草である。そんな「たはみづら」を歌に詠み込む万葉の「読み人知らず」氏は、草々に想いを寄せることのできる女性だったに違いない。

「ヒルムシロ」は「蛭」が「昼寝」をするために水面に浮かんだ「蓆」という。それにしても浮葉の表は水をはじいて滑りやすそうである。そんなところで昼寝をするのだろうか。先日、田の中の草を探っていたら、ヒルが 2 匹、私の手首に休みにきた。食事のためだったのかもしれないが、休むのなら蛭蓆の上にしてもらいたいものである。

北海道植物図鑑，原松次先生の 東京府立園藝学校卒業論文

公益財団法人
日本植物調節剤研究協会
技術顧問
森田 弘彦

北海道の植物相は本州以南でのそれとかなり異なる。雑草に関しても，例えば畑雑草のオヒシバやホトケノザは珍しい植物であり，水稲用除草剤の適用性試験ではミズガヤツリやクログワイは評価の対象外で，また，コナギの欄はミズアオイと書き替えられる（図-1）。

筆者は，1979年ごろに札幌市近郊の水田で「コナギ」の幼植物を採集して育てたところ，長い花序に青い花を着けたので，これはミズアオイであった。その後，石狩地方南部の水田に生育し，北海道での水稲用除草剤の効果評価に供される「コナギ」はミズアオイであることを確かめたが，北海道における本物のコナギの分布について確かな情報がなかった。その頃に，国立科学博物館の奥山春季先生監修の「植物採集ニュース」などに胆振地方を中心に北海道の植物情報を精力的に発信しておられた，文化女子大学室蘭短期大学植物学教授の原松次先生に知己を得て，先生の「北海道いぶり地方植物目録（1979）」にコナギの記載があることを知った。フラサバソウ，オオブタクサなどの帰化植物や，カゼクサ，

ウリカワなど北海道に稀な雑草の分布情報を多数持ち，「北海道植物図鑑 上（1981 図-2）」に「全国に分布し，道内では石狩―胆振以南のようである。」として，1997年7月に北海道伊達市で撮影したコナギの画像を掲載された。このコナギについて，1981年の秋に室蘭市の文化女子短期大学に原先生をお訪ねしたところ，伊達市の現地水田までご案内いただき，種々のご教示を頂いた。コナギは，イネ収穫後の水田で成熟した果実を着けた花茎を地に伏せていた。翌年，伊達市産のコナギと埼玉県鴻巣市の農事試験場水田産のコナギを育てたところ，後者は秋になっても花を着けなかったが，前者は開花した（図-3）。伊達市のコナギは，夏の日長の長い北海道でも開花して種子を残す性質を持つことが知られた。

筆者はその後札幌市を離れて熱帯のスリランカに赴任し，熱帯の水田に我が物顔で繁茂するのを見て，熱帯から北緯42度まで稲作に伴ってきたコナギの執念を感じた（図-4）。

原先生は1985年3月に短期大学を退職されて札幌市に居を移され，ほぼ同時に結成された「北海道植物友の会」の副

会長として札幌近郊をはじめとする植物の調査研究と市民への知識普及に尽力されたが，1995年11月に享年78歳で逝去された。「北海道植物友の会」の会報は「菩多尼訶」で，江戸時代後期の宇田川榕庵がラテン語のbotanicaに日本語をあてた植物学書「菩多尼訶経（1822）」に由来する。

原先生の経歴と業績は，「菩多尼訶12 原先生特別追悼号（1996）」に詳しい（参考 http://www.asahi-net.or.jp/~KC7M-MZSM/bota12/bota_12.htm）。また，1917年に現在の川崎市多摩区の農家の6人兄弟の末っ子に生まれ，少年



図-1 代表的な水田の一年生広葉雑草、本州以南のコナギ（左）と北海道のミズアオイ（右）



図-3 北海道伊達市産コナギ（右）と埼玉県鴻巣産コナギ（左）の着花の違い：札幌市で栽培



図-2 北海道の植物や雑草の新知見を提供した「北海道植物図鑑（噴火湾社）」



図-4 熱帯のスリランカで出会った水田雑草コナギ

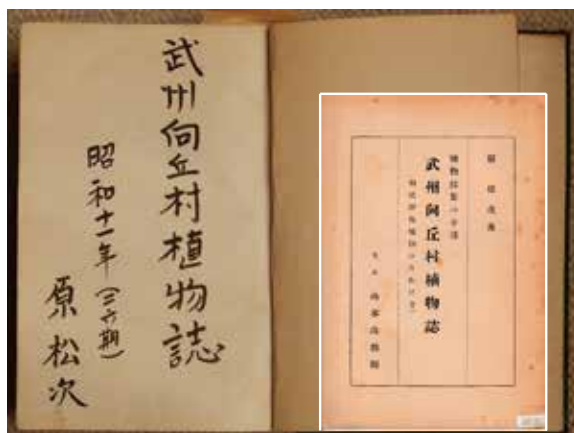


図-5 原松次先生の東京府立園藝学校卒業論文の刊本（前）と稿本（後）

～青年時代に牧野富太郎博士の指導を受け、北海道に渡ってから、いぶり植物友の会を主宰し、前出の「北海道植物図鑑（1981～1985 図-2）」の出版までの、植物との付き合いをご自身で語った「植物にとりつかれて—自然観察の手引きとして—（北海道の自然と生物1，1989）」がある。

さらに、「菩多尼訶12」に紹介されていない原先生の著作として、A5判、45頁＋5頁の「植物採集の手引き 武州向丘村植物誌（類似野外植物のみわけ方）（1936）」があつて、神奈川県内の植物に関する古い文献としてしばしば引用される（以下「刊本」 図-5前）。「序」には、

「著者原松次君は自ら號を愛草人と稱する程にして植物の鑑定に明く、東京府立園藝学校に在學中、既に知名の植物愛好家に知らる。（中略）同君の卒業に際し提出せる論文二冊、（一冊は向丘植物目録にして調査せる植物一千二百種）の内一冊植物誌を多数の精密なる同君の寫生圖を割愛し、記事のみを茲に印刷に附し、青少年の植物愛好者の参考として同君の許可を得て發刊せり。」

と「東京府立園藝学校博物標本室 梅野博次郎」氏による刊行の経緯が記されている。「武州向丘村」は現在の神奈川県川崎市多摩区の小田急小田原線向ヶ丘遊園駅の周辺で原先生の故郷、「府立園藝学校」は現在の東京都立園芸高等学校のことである。

背表紙に「武州向丘村植物誌 第廿六期卒業論文 原松次」と書かれ、B4判、縦書きの罫紙を袋とじにして手書きの本文188頁に、B5判の画用紙で48枚の植物のペン画（うち、25枚は両面を使用したため、全73図）を挿入した冊子が、「多数の精密なる寫生圖」を含む「卒業に際し提出せる…植物誌」にあたるものと思われる（以下「稿本」図-5後）。

「刊本」では、「稿本」の「緒言」と「前言」を合わせ、かなりの部分を省略して「はしがき」とし、巻末に「植物雑感（府立園藝学校校友会雑誌第41号所載）」と「索引」が加えられた。「稿本」での「梅野先生など諸先生への謝辞」は省略され、この部分の欄外には鉛筆で「不用」と書かれているので、この冊子が印刷に使われたことが伺われる。「刊本」では本文も多

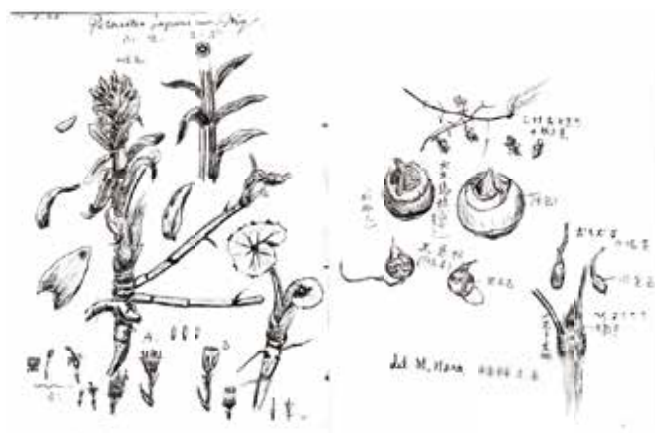


図-6 「武州向丘村植物誌（稿本）」の植物図から「ふき（路傍植物之部）」（左）と「こけおとぎりの越冬芽・黒滋姑・おもだかの塊茎・へらおもだかの新芽（池川植物之部）」（右）

少変更され、「池川植物之部」のコナギでは以下のものである。

「稿本」 こ（古）なぎ みずあふひ科

水田中に生ず。其の葉が幾分「竹柏」に似てゐるからか、葉に廣狭あり、其の生へ始めは、狭く線形である。次第、巾廣き葉を出すのである。枝梢に、軸を抽き、紫色花をつける。花蕊の状態面白い。果となるや、軸曲りて、下向する。

「刊本」 コナギ（みずあふひ科）

水田中に生じてゐる。葉には廣狭がある。その生へ始めは狭く線形である。次第に巾廣い葉を出す。枝梢に軸を抽き紫色花をつける。花蕊の状態面白い果を結ぶと軸が曲つて下向する。

植物のペン画は精密かつ立体感にあふれた立派なもので、「ふき（路傍植物之部）」と「黒滋姑・おもだかの塊茎など（池川植物之部）」をここに転載した（図-6）。図では、1枚に複数の植物が描かれる場合もあり、それらの65点に（昭和）10.2.24から（皇紀）2596（=1936）.1.5までの日付がある。68点のうち、3月に32点、4月に20点を描き、4月15日には1枚物を10点作製している一方、5、6、10月にはゼロである。昭和10（1935）年の冬から春にかけて描画に集中したことが分かるが、「稿本」での「山地植物之部」の最後、「たうげしば」の説明の次にその理由が書かれている。

「私の観察したのは、毎年冬季であるが故に、春、夏、秋、をおろそかにしてゐるので、観察不十分の点が多々あり、今後研究したら、面白い結果が現はれることだらう。」

夏から秋にかけての時期には、牧野富太郎博士の指導の下で東京植物同好会の採集会への参加で多忙だったのであろう。

原松次先生ご自身の「植物にとりつかれて」にも、卒業論文とその刊本には触れられていない。「稿本」は学校に提出されて先生のもとに戻らなかったのであれば、それが原因かもしれない。なお、原先生は「北海道植物友の会」に尽力されたが、1937年に結成された「北海道植物研究會」の会報「蝦夷雑記」の第一號（1938）と第二號（1941）の会員名簿に「原松次」とある。太平洋戦争の始まる時期の「北海道植物研究會」について原先生にお尋ねしたところ、「名簿に名前のあることを含めて全く記憶にない。」とのことであつた。

植調協会だより

試験成績検討会(再録)

●平成27年度畑作関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：平成27年12月2日（水）10：00～17：00

3日（木） 9：30～14：00

場所：浅草ビューホテル

●平成27年度水稲関係生育調節剤試験成績検討会

日時：平成27年12月7日（月）13：00～17：30

場所：浅草ビューホテル

●平成27年度水稲関係除草剤直播栽培・畦畔・休耕田適2 試験成績検討会

日時：平成27年12月9日（水）11：00～17：00

10日（木） 9：30～12：00

場所：浅草ビューホテル

●平成27年度水稲関係除草剤試験成績中央判定会議 〈判定会議〉

日時：平成27年12月10日（木）13：00～17：00

11日（金） 9：30～17：00

場所：浅草ビューホテル

〈判定結果発表〉

日時：平成27年12月14日（月）10：00～12：00

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

●平成27年度野菜花き関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：平成27年12月16日（水）10：00～17：00

17日（木）10：00～16：00

場所：浅草ビューホテル

訂正のお知らせ

第49巻7号，20頁，表-2に誤りがありましたので，訂正してお詫び申し上げます。

表中第1行 雑草生育ステージと使用薬量 誤 (g ai/ha)
正 (g ai/m²)

編集後記

関東はここのところの好天が続いています。9月には鬼怒川が氾濫したことも記憶に新しいところですが，数年前に，私の住む町で収穫間近の田んぼが，台風による豪雨のため水に沈んでしまっているのを見たことがあります。丹誠込めてきた米が一瞬にしてだめになってしまったわけです。科学が進歩した現在，災害の危険な地域もある程度推定されるようになりましたが，やはり水害を避けることはできなかったわけです。

信州大の渡邊修准教授にはドローンの農業場面での利用についてご紹介いただきました。リニューアルした植調誌では，ドローンの画像をカラーで紹介します。

九州沖縄農業研究センターの住吉正上席研究員はこぼれた春播きソバが後作の大豆に影響を与える危険性があることから，実態研究の一端を紹介いただきます。

雑草耐性品種の作出を目標としてアレロパシー活性の研究が行われており，松尾光弘宮崎大学教授はレタスを指標として活性をはかるという新しい視点で研究を行っています。

(編集子)

植調第49巻 第8号

- 発行 平成27年11月16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
電話(03)3832-4188 FAX(03)3833-1807
- 発行人 小川 奎
- 印刷 (有)ネットワン

© Japan Association for Advancement of Phyto-Regulators (JAPR) 2015

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)
電話 (03)3833-1821

SDSの水稲用除草剤有効成分を含有する「新製品」

ホットコンピフロアブル(テニルクロール/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)
ブルゼータ1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル(ベンゾビスクロン)
ツインスター1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル(ダイムロン)
月光1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(カフェンストロール/ダイムロン)
銀河1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)
イネヒーロー1キロ粒剤(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)
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)
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)
ビッグシュアZ1キロ粒剤(ベンゾビスクロン)
ニトリウム/テッケン1キロ粒剤(ベンゾビスクロン)
クサスイープ1キロ粒剤(ベンゾビスクロン)
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)
プレキープ1キロ粒剤/フロアブル(ベンゾビスクロン)
ザンテツ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
ベンケイ1キロ粒剤(ベンゾビスクロン)

「ベンゾビスクロン」含有製品

SU抵抗性雑草対策に! アシカキ、イボクサ対策にも!

シロノック(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)	カービー1キロ粒剤
オークス(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)	ハイカット/サンパンチ1キロ粒剤
サスケ-ラジカルジャンボ	ダブルスターSB(1キロ粒剤/ジャンボ/顆粒)
トビキリ(1キロ粒剤/ジャンボ/500グラム粒剤)	シリウスターボ(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)/ボランディアジャンボ	シリウスいぶき(1キロ粒剤/ジャンボ/顆粒)
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)	プラスワン(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)
スマート(1キロ粒剤/フロアブル)	プレスステージ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)	フォーカード1キロ粒剤
イネキング(1キロ粒剤/ジャンボ/フロアブル)	イネエース1キロ粒剤
ピラクロエース/カリユード(1キロ粒剤/フロアブル)	ウエスフロアブル
忍(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/ブレッサフロアブル
ハーディ1キロ粒剤	

クログワイ*の 根も止める！ 塊茎も減らす！

問題雑草・クログワイ*をはじめ、ホタルイ
など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
抑えることができる。除草成分「**アルデア**」*
配合の水稻用除草剤シリーズが登場。
未来につながる雑草防除を、お勧めします。

* 剤型・地域によって登録雑草は異なります。
詳しくは、製品ラベルに記載されている適用表をご覧ください。
※アルデアはメタゾスルフロンの愛称です。

誕生！ 多年生雑草も抑える除草成分、
「**アルデア**」配合の除草剤シリーズ。



地上部だけでなく
地下部も…

ツインスター®

1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ®

問題雑草に強い

(アルデア + ダイムロン)

月光®

1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ®

ノビエにより長く

(アルデア + カフェンストール + ダイムロン)

銀河®

1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ®

抵抗性雑草®により強く

(アルデア + ピラクロニル + ダイムロン)

コメット®

1キロ粒剤/ジャンボ®/フロアブル/顆粒

抵抗性雑草®に効果アップ

(アルデア + テフリトリオン + ピラクロニル)



日産化学工業株式会社

〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-7-1 TEL: 03 (6860) 4110 受付時間/9:00~17:30 (土・日・祝日除く)
<http://www.nissan-agro.net/>

®は登録商標 #SU(スルホニルウレア)抵抗性雑草

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・空袋等は農場などに放置せず、適切に処理してください。

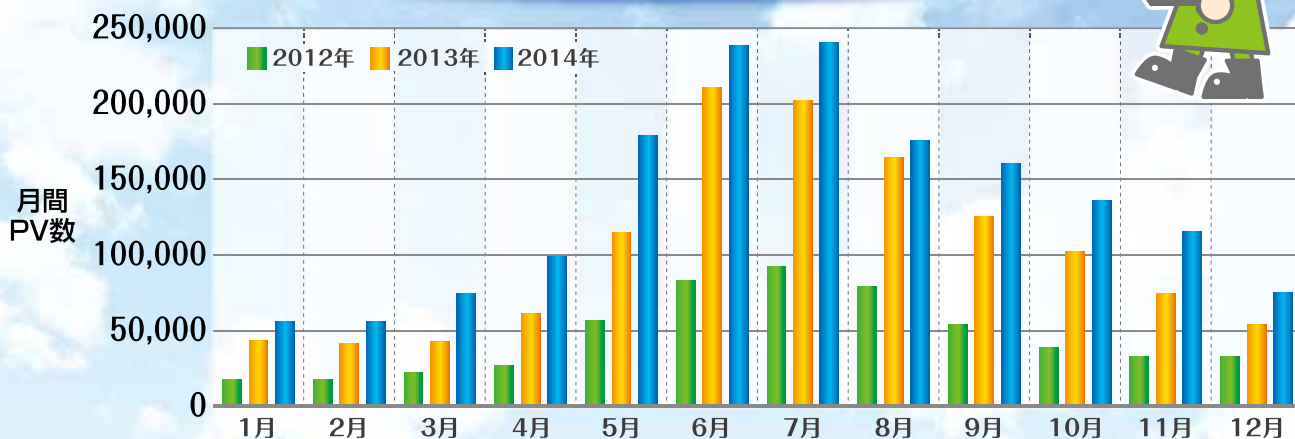
明日の農業を考える



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/>

利用者がどんどん増えています



「**病害虫・雑草の情報基地**」は、営農・指導の現場で
広く支持されているウェブサイトです。

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

病害虫・雑草の情報基地

検索

<http://www.boujo.net/>

しつこい畑地雑草を きれいに抑えます!



作用性の異なる3種の除草剤の混合剤です。

大豆、小麦・大麦、とうもろこし、ばれいしょ、にんじんの雑草防除に

クリアター

乳 剤 細粒剤F



●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。



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 TEL:03-3822-5036
ホームページ <http://www.kumiai-chem.co.jp>

©クミアイ化学工業(株)の登録商標

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

スケガチ® 1キロ粒剤

ヒエクッパ® 1キロ粒剤

フルチャージ® 1キロ粒剤

フルイニング® 1キロ粒剤

タイズミドル® 1キロ粒剤

そのままだけ
散布ができる **アンカマン® 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
〒550-0002 大阪市西区江戸堀1丁目3番15号

販売 **ISK 石原バイオサイエンス株式会社**
〒112-0004 東京都文京区後楽1丁目4番14号

ホームページ アドレス
<http://ibj.iskweb.co.jp>

アワード部門

● 品牌： 上海大众

Copyright ©2011 by DePaul or its affiliates. All rights reserved. デュポン・サービス, The extension of service TM, HYPOCOTYME はデュポン社の特許および登録商標です。

第49巻 第8号 目次

- 1 巻頭言 自然たっぷりの田畑を未来に
谷 和功
- 2 雑草種を評価対象としたイネのアレロパシー研究
松尾 光弘
- 7 春播きソバー大豆輪作体系における漏生ソバの発生と防除
住吉 正
- 12 ドローンの農業分野での活用
渡邊 修
- 17 (コラム) ヒルムシロ
須藤健一
- 18 (連載) 北海道植物図鑑, 原 松次先生の東京府立園藝学校卒業論文
森田弘彦
- 20 植調協会だより・編集後記

No.8

表紙写真 《ネズミギ》



ネズミギ花期

イネ科ドクムギ属。明治初期に牧草として導入された。牧草名イタリアンライグラス。緑化資材としても利用され、逸出したものが道ばた、空き地、土手、河原などで野生化し、全国に広まった外来雑草。ムギ作においては減収ばかりでなく、種子混入による品質低下を引き起こし、ムギ畑の強害草となっている。グリホサートに抵抗性タイプが現れている。(表紙写真は全農教原図、他は雑草大鑑より)



ネズミギ分げつ期



ネズミギ節間伸長期



ネズミギ小穂