

除草剤を使用しない水田雑草防除法検索システム開発の試み

山形県置賜総合支庁西置賜農業技術普及課 大場 伸一

はじめに

現在、国内では持続的社会形成の緊急性が唱えられているが、これは農業分野でも例外ではなく、その目標は生産性と品質の向上におかれていた状況から目指す方向が徐々に変わってきた。ここ十数年で環境に配慮した農業の実践と普及に向けて多様な施策が講じられ、それに呼応して生産現場では今までの技術の洗い直しと整理が行われ、また同時に新しい技術の開発が手掛けられている。

山形県では、1985年に農業試験場（現山形県農業総合研究センター）において「有機栽培の経営的評価」の研究がまとめられており、現在のように環境問題が声高に叫ばれる以前、比較的早い時期から有機農業に代表されるような環境に配慮した農業に着目してきた。その後農業試験場置賜分場（現山形県置賜総合支庁産地研究室）および農業試験場で引き続き有機農業を課題とした研究開発が進められてきた経緯がある。

有機農業の実践においては多くの課題が指摘されているが、山形県高畠町で昭和40年代後半から活動している「高畠町有機農業研究会」を対象とした松村ら（1991）の水稲に関する調査によれば、雑草防除が解決すべき重要な課題のひとつとしてあげられている。また、大場（1996）は手押し除草機を用いる場合の水稲有

機栽培の1戸当り限界面積について述べており、1戸当たり2人の労働力の場合に取組める面積は0.8ha程度であるとしている。特別栽培農産物表示ガイドラインやエコファーマー認定そして有機農産物認証は環境に配慮した具体的な農業推進の施策であるが、現在の実態は除草剤を使用することも可能である特別栽培農産物やエコファーマー認定は徐々に増加しているのに比べ、有機農産物の認証は少ない。これは雑草防除技術開発が大きな課題になっているためであることが容易に推測できる。

水稲の雑草防除技術の変遷を振り返ると手取り除草、雁爪の使用、手押し除草機の開発そして除草剤の開発と進み、除草剤の普及によって雑草防除の労力は格段に軽減した。除草剤が日本で使用されるようになって50年を超えるが、現在、雑草防除とは除草剤を使用することとほぼ同義となっている。しかし一方では環境に配慮した農業が注目されるようになり、近年は除草剤を用いない雑草防除法についても種々の研究、技術開発が手掛けられるようになってきた。（浅野・磯部 1995；原田ら1997；室井ら2005；芝山1996；鈴木・原田1999；鈴木・大場1995）

著者らも物理的方法、生理生態応用、生物利用の3つの視点で除草剤を用いない場合の種々の技術開発を試みてきたが（大場2002；大場ら1998；大場ら2001）、しかしこれらの防除法は、

現在の除草剤並の技術水準には達していないのが現実である。処理後一定期間経過した時の残草量は除草剤処理と比較すれば、明らかに多く、そして最大の防除効果を得るためにはその技術を実施する条件が限られていることが多い。従って条件を吟味しないで技術導入した場合には防除効果が十分に得られないことがしばしば見られる。

そこで著者らは、現在試みられている除草剤を用いない雑草防除法を効率的に導入するため、その防除水準と特徴を整理し、更に導入する際の条件を検討した。そしてこれに基づいて、除草剤を用いない防除法を実施しようとする時、その栽培の条件によって導入されるべき最適な雑草防除法を検索するシステム開発を試みたので紹介したい。

雑草防除法の特徴と導入条件

ここでは主に山形県立農業試験場、同置賜分場、山形県内農業者現地ほ場において試験、調査された中から山形県において指導技術として実用化されたもの、あるいは比較的容易に実用化が可能な10種の方法について、それらの特徴とその防除効果が高まる条件を整理した。

なお、ここで示した防除法の多くは防除効果の点において現在の除草剤技術の水準に達しているとは言えず、また防除法によってもその効果の差は大きい。表-1で示したようにほ場等の条件が適合しなければ最大の効果が得られ難く、導入条件の許容幅も狭いと考えられる。さらに投入労働時間が多くなる、投入コストが大きくなるなどの課題を抱える場合や、また水稻の生育と収量においても除草剤技術の水準より劣る場合もある。このようにいずれの防除法でも改善の余地は大きく、さらに期待されるその

効果においても前提となる栽培項目とその条件の精査が大きなポイントとなる。

雑草防除法検索システムの開発

ここでは農業者の経営条件あるいはほ場条件によって最も適合する防除法を選択、決定できるシステムの構築を試みた。

前項で取り上げた10の防除法ではその防除効果を高めるため、あるいはコストや水稻の生育を考慮する時、ほ場面積、灌漑水量、減水深などの栽培条件がどのような状態であるかが防除法選択時の大きなポイントとなる。

労働負荷が大きい防除法の場合には労働力の多少が導入条件になると同時に、広い面積で実施することは適当ではないとみなされる。一方、資機材が高価格の場合には一定以上の面積で実施し、面積当たりコストを下げる考え方が重要となる。品種では穂数型か穂重型か、地帯別では初期莖数が確保し易いかどうか、出穂期が遅れることはないかが着目点となる。苗種では生育量の確保、安定した出穂期、また深水処理の場合に水没しない十分な草丈であるかがファクターとなる。さらに当該ほ場の雑草量の水準がどれ位であるかが防除効果に影響するが、これを除草剤使用歴で推測した。加えて優占する草種も重要な条件となる。これらの項目を表-2のように整理し、条件別にそれぞれのカテゴリーに分類した。

これらの条件のカテゴリー毎にそれぞれの防除法を実施した場合、より高い防除効果を得ることができるかどうかをチェックしたものが表-3である。このチェック表が本システムの柱となっており、11項目の栽培条件のチェックによって適合する防除法を選択することが可能となる。

表－１ 防除法の特徴と導入条件

防除法	特徴と導入条件
深水管理	田植え直後から8～10cmの深水とし稲の生育とともに水深を深くして出穂前45日頃には15～20cmの水位とする。田植え直後からの深水が重要となるので、苗は中苗か成苗、出来れば成苗を用いることが必須の条件となる。また、この技術ではヒエ類の抑制は可能であるが、マツバイやコナギを抑制することは難しい。したがって、マツバイやコナギ発生の多いほ場では活性炭スラリーや他の方法との組み合わせが必要となる。
紙マルチ	紙をマルチングしながら田植えをする紙マルチ専用田植え機を用いる。田面を紙で覆うため、雑草の発生は一年生、多年生とも抑制するが、植付け穴や、紙と紙の合わせ目からの発生がみられることがある。一方、地温が上昇しにくいいため、水稻の生育確保が難しくなるので、黒色の紙マルチ（市販品）を用いるなどの工夫が考えられる。また、紙は40～50日で溶解するが、溶解後土中窒素が発現して葉色が急に濃くなることが多いので、草姿の乱れや葉いもちの発生に留意しなければならない。
乗用除草機	株間と条間を同時に除草処理するもので本機として植付け部をとりはずした田植え機を利用する。6条処理用と8条処理用がある。無除草区と比較した防除効果は、条間が約90％、株間は約60％である。作業能率は6条用で1時間当たり25aで移植後10日以内に1回目の処理を行い、以降10日毎にさらに2回の処理を行うことが防除効果を高めるポイントとなる。ほ場内では、枕地での機体の旋回によって稲の踏みつぶしが発生し、枕地だけの収量は60～70％減となるので、1筆面積が大きいほ場や農道ターンが出来るほ場に適する。
活性炭スラリー	スラリー化した活性炭を田植え直後から10a当たり10リットル以上投入し、さらに7～10日毎に同量を2～3回連続して投入する。ほ場内で均一に拡散させるため、少量ずつの投げ入れや水口からの点滴投入などの工夫が必要となる。この方法でも雑草は残り、とくにコナギの抑制は難しい。したがって、除草機など他の方法との組み合わせを考慮する必要がある。
代かき水量	マツバイの多いほ場では代かき時の水量を少なくすると、代かき水に浮くマツバイ個体が少なくなり、代かき後、10日～2週間はマツバイの発生が少なく経過する。またコナギの発生が多いほ場では代かき時の水量を通常の2倍程度にすると、代かき後2週間程度の間はコナギ発生が少なく経過する。しかしこの方法では約2週間も経過すると、急激に雑草発生が多くなるので、除草機や活性炭スラリーなどとの組み合わせが必要となる。
2回代かき	代かきを2回行うが、1回目と2回目の代かきの間隔を出来るだけあけることがポイントになる。しかし田植え時期が遅くなる場合には、水稻の収量減を引き起こしてしまうので、田植えの目安としては5月25日を晩限とする。この方法でも雑草発生が抑えられると見込める期間は10日～2週間である。
アイガモ	田植え後3週間にふ化後4週間のアイガモを10a当たり10羽放飼する。したがって、アイガモの確保、田植え日の決定など事前の準備が重要になる。またアイガモが逃げないように、さらに外敵が侵入しないように、ほ場の周囲を網等で囲うことが必要であり、夜間の避難場所となる小屋を設けることも考えなければならない。出穂後はアイガモが穂を食べるのでは場からひきあげるが、その後は残飯や屑米、購入飼料などを給餌する。
コイ	移植後1週間に2歳コイを10a当たり250尾、45日間放飼する。水深は10～15cmとし、田面も均平にすることが重要となる。1筆面積が広がるとは場の均平度合いが低くなるので、概ね10aを目安にし、これより広い場合にはほ場内を仕切ることも考えなければならない。放飼期間終了後は水尻から落水しながら、作溝機で3～5m間隔に溝を掘り、その溝に沿って水口方向に寄ってくるものや溝に残ったコイを回収する。この方法では放飼前と放飼後に貯留しておく池などが必要となる。またサギ類による被害にも留意しなければならない。
米糠	移植直後に米糠を田面に散布することで雑草発生を抑制することが出来る。量は多いほどその効果が高いが、水稻生育への影響もあらわれるので10a当たり100～150kg程度を目安とする。田植え後日数が経過してからの散布処理では抑制効果が低下するので、2日以内に処理する。また減水深の大きいほ場でも効果の低下がみられる。無除草と比較した防除効果は約60％であり、他の方法との組み合わせが必要となる。
手押し除草機	手押し除草機は従来から広く行われているもので、条間では土のかき回しによる雑草の埋め込み効果が大きく、また除草機を押した時に跳ね上げられる泥が株間の雑草にかぶさる効果も期待できる。従って一定速度で除草機を押しながら歩くのではなく、1歩進む毎に腕を伸ばしながら体重をかけてザッ、ザッと押すことがポイントとなる。近年、手押し除草機の改良にも取り組まれており、株間除草効率も高くなっている。手押し除草機は労働負荷が大きく、1人で処理できる面積が限られる。

表－２ 除草法を選択するための項目と条件

項目	条件	項目	条件	項目	条件
労働力	1人 2人以上	地帯 (標高)	平坦 中山間 山間	灌漑水量	十分量 豊富
技術を適用し ようとする水田面積	10a～29a 30a～1ha 1ha以上	土壌型	埴土 壤土 砂土	当該ほ場の 無除草剤歴	1年目 2,3年目 4年以上
品種	はなの舞 あきたこまち どまんなか はえぬき ササニシキ ひとめぼれ コシヒカリ	1筆面積	10a未満 10a～29a 30a以上	多い雑草の 種	ヒエ類 コナギ マツバイ
		苗種	稚苗 中苗 成苗(ポット苗)	減水深	1.5cm未満 1.5cm以上

表－３ 栽培項目と防除法

項 目	条 件	深水管理	紙マルチ	乗用 除草機	活性炭 代かき 水量	2回 代かき	アイガモ	コイ	米ぬか	手押し 除草機
労働力	1人 2人以上	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
技術を適用し ようとする水田 面積	10a～29a 30a～1ha 1ha以上	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
品種	はなの舞 あきたこまち どまんなか はえぬき ササニシキ ひとめぼれ コシヒカリ	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
地帯	平坦 中山間 山間	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
土壌型	埴土 壤土 砂土	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
1筆面積	10a未満 10a～29a 30a以上	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
苗種	稚苗 中苗 成苗(ポット苗)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
灌漑水量	十分量 豊富	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
当該ほ場の無 除草剤歴	1年目 2,3年目 4年以上	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
多い雑草の種 類	ヒエ類 コナギ マツバイ	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
減水深	1.5cm未満 1.5cm以上	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○

除草剤を使わない雑草防除法の開発は現在も進んでいますが、残念ながらそのどれもが、防除効果、水稻の生育、投入コストの面で、除草剤と同等という訳ではありません。また、除草剤に比較して多くの条件制約も受けます。

このシステムは現場条件や富農条件に、より適合する雑草防除法を選択するものです。技術の特徴をよく理解して雑草発生を抑え、また安定的に水稻の生育を確保することに努めてください。

次の条件を選択してください

労働力	1人
技術を適用しようとする水田面積	30a~1ha
品種	はえぬき
地帯	平坦
土壌型	埴土
1筆面積	30a以上
苗種	成苗(ポット苗)
灌漑水量	豊富
当該水場の無除草剤歴	4年以上
多い雑草の種類	マツバイ
湛水深	1.5cm以上

検索

図-1 検索画面

【検索した条件】
 湛水深: 1.5cm未満/適用水田面積: 1ha以上/労働力: 2人以上/1筆面積: 30a以上/無除草剤歴: 4年以上/品種: はえぬき/多い雑草: ヒエ類/土壌型: 埴土/苗種: 成苗(ポット苗)/地帯: 平坦/灌漑水量: 豊富/

【適用できる除草法】
 紙マルチ
 兼用除草機

もどる

図-2 検索した条件

ここで紹介する検索システムは表-3に示すチェック表にもとづき、パソコンディスプレイ上で検索できるように組み立てたものである。図-1は検索画面、図-2、図-3は検索結果の一例である。このシステムは山形県農業情報システム「やまがたアグリネット(あぐりん)」のWeb上で有機農業除草法データベースとして公開されている(アドレスは<http://www.agrin.jp/cgi/hp/organic/organic.cgi>)。

除草剤を使わない水田雑草防除法選択のために [紙マルチ]

紙をマルチングしながら田植えをする紙マルチ専用田植え機を用いる。田面を紙で覆うため、雑草の発生は一年生、多年生とも抑制するが、植付け穴や、紙と紙の合わせ目からの発生がみられることがある。一方、地温が上昇しにくいため、水稻の生育確保が難しくなるので、黒色の紙マルチ(市販品)を行うなどの工夫が考えられる。また、紙は40~50日で溶解するが、溶解後土中窒素が発現して葉色が急に濃くなることが多いので、草姿の乱れや葉いもちの発生に留意しなければならない。



図-3 検索された防除法の例

今後の課題

このシステムでとりあげている各防除法については、すべての項目の条件毎に防除効果の裏づけとなる十分な数値が得られてはいないものもある。従って栽培項目の条件毎にそれぞれの防除法で高い効果が期待できるのか否かを、経験的に判断せざるを得なかった場合も含んでいる。この点は今後データを積み重ねることが必要である。またその条件に適合するか否かのチェックにおいて、防除水準の評価に必ずしも明確な基準を設けてはいないので、各項目、各条件毎にスコア化することなどによって一層の客観性を付与することに改善の余地がある。ここで示した防除効果の判定はそれぞれの単一の方法によった場合のものであるが、現場では防除法を複数組み合わせることも考えられるので、

そのようなケースに対応できる組み立ても検討されなければならない。

またこのシステム自体の地域適応性に関しては、山形県域を越えた広域的な検証は十分とは言えない。今後広くデータを積み重ね、適応性拡大の可能性を探ることも必要であろう。

冒頭でも述べたように、除草剤が開発、使用されるようになってからは雑草防除に要する労力は軽減され、防除効果も飛躍的に高まった。しかし一方で、有機農業などの取り組みもなされている中、除草剤を用いない雑草防除法の技術開発が同時に進められることは、今後とも十分に意義のあることと考えられる。

引用文献

- 浅野紘臣・磯部勝孝 1995. アイガモを利用した水田の雑草防除とイネの生育. 雑草研究41(別1):102—103.
- 原田博行・大場伸一・鈴木雅光 1997. 水稻の無農薬栽培における雑草防除技術の開発: 第4報 再生紙マルチ栽培による水田雑草防除と水稻の生育. 東北農業研究50:75—76
- 松村和則・青木辰司 1991. 有機農業運動の地域的展開. 家の光協会:31—40.
- 室井康志・小林勝一郎・高井茂樹 2005. ヒメタイヌビエの生育に対する米ぬか粉剤ならびにペレット剤の作用. 雑草研究50:169—175.
- 大場伸一 1996. 水稻の無農薬栽培における雑草防除. 日本植物調節剤研究会東北支部会報31:16—19
- 大場伸一 2002. 水田雑草発生に及ぼす米ぬか水面散布の影響. 雑草研究47(別):116—117.
- 大場伸一・鈴木雅光・原田博行 1998. 水稻無農薬栽培におけるコイ利用の水田雑草防除. 山形農試研究報告32. 21—40.
- 大場伸一・鈴木雅光・原田博行・鈴木泉 2001. 水稻有機栽培のための各種雑草防除法の有効性と課題. 東北の雑草1:30—35.
- 芝山秀次郎 1996. 活性炭スラリーの湛水処理による水田雑草の発生防止効果. 雑草研究41(別1):48—49.
- 鈴木泉・原田博行 1999. 水田用雑草抑制材(活性炭溶液)による雑草防除法. 東北農業研究52:67—68
- 鈴木雅光・大場伸一 1995. 水稻の無農薬栽培における雑草防除技術の開発: 第2報 再生紙マルチによる水田雑草防除. 東北農業研究48:59—60

日本帰化植物写真図鑑

清水矩宏・森田弘彦・廣田伸七／編著 B6判 548頁 本体価格4,300円

●帰化植物630余種を1,700余点のカラー写真で紹介。飼料作物畑の雑草害と対策も解説

全国農村教育協会
http://www.zennokyo.co.jp

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
TEL03-3833-1821 FAX03-3833-1665