

# 水稲乾田直播栽培における ヒメタイヌビエの埋土種子数と 必要な防除回数

農研機構 西日本農業研究センター  
中山間営農研究領域  
橘 雅明

## はじめに

水稲乾田直播栽培は、低コスト生産や作業分散、規模拡大などの目的で各経営体に導入されている。乾田直播栽培では乾田状態で水稲の種籾を播種するが、その後湛水を開始する時期は、出芽前から水稲4葉期頃まで幅があり（農林水産省農業研究センター1997）、一般的には苗立ちの安定や特に温暖地以南ではスクミリンゴガイによる食害回避のため、播種後1か月頃に湛水を開始することが多い。その場合、水稲出芽前までの非選択性除草剤または土壌処理剤の散布、乾田期間の1～2回の茎葉処理剤の散布、湛水後の一発処理除草剤の散布、の計3～4回の除草剤処理で雑草防除を行うことになる（杉本1999; 石井2014）。水稲の低コスト生産を目指しているにもかかわらず、乾田直播栽培では移植栽培や湛水直播栽培より除草剤の処理回数が多くなり、除草コストがかさんでしまう。しかし、実際には圃場ごとに雑草の発生状況は大きく異なるため、上述のような画一的な除草体系だけでなく、圃場の発生草種や埋土種子数に応じた適切な除草体系を選択することで、除草コストを低減できる可能性がある。著者は寒冷地の水稲湛水直播栽培でのタイヌビエ (*Echinochloa oryzicola* Vasing.) を対象とした研究において、埋土種子数が少なくなると必要除草期間が短くなることを報告している（橘ら2014）。それを踏ま

え、水稲乾田直播栽培において除草剤処理回数削減を念頭に置き、中国地方で秋季に残存が目立つヒメタイヌビエ (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. var. *formosensis* Ohwi) の埋土種子数と防除に必要な除草剤処理回数との関係を検討した。

## 1. 埋土種子の設定

試験は2013～2015年の3年間、広島県福山市の所内圃場で実施した。前歴で雑草管理の行き届いた圃場を選び使用した。作付体系はオオムギ・水稲の二毛作とし、水稲作試験前年の11月にヒメタイヌビエ種子を70粒/m<sup>2</sup>、1,200粒/m<sup>2</sup>、5,000粒/m<sup>2</sup>、10,000粒/m<sup>2</sup>の4水準量で播種した後、オオムギ品種「トヨノカゼ」を耕起同時播種してヒメタイヌビエ種子を土壌に混ぜ込んだ。ヒメタイヌビエの埋土種子数の水準については、内山ら（2009）が農家圃場で調査した事例の最大値7,200粒/m<sup>2</sup>を考慮して設定した。オオムギを5月下旬に収穫した後、水稲品種「きぬむすめ」を各年5月28日に乾田不耕起直播機

MJSE18-6（条間30cm・1条耕うん幅7cm深さ6cm）で部分耕播種した。春季に生存しているヒメタイヌビエ種子の数を把握するため、播種粒数の水準区毎に10～30点の土壌を採取し（1点体積376.8cm<sup>3</sup>）、1mmの篩を用いて水洗し、ヒメタイヌビエの種子を回収した。ピンセットの先で押しも潰れないものを生存種子として計数し埋土種子数とした。2014年と2015年の70粒/m<sup>2</sup>播種区、2015年の1,200粒/m<sup>2</sup>播種区と5,000粒/m<sup>2</sup>播種区では、播種粒数よりヒメタイヌビエの埋土種子数が多かったが、その他の区では埋土種子数が播種粒数を超えることはなかった（表-1）。推定精度の指標である相対標準誤差は、2013年の70粒/m<sup>2</sup>播種区を除き、やや大まかな鳥瞰的研究でみられる値の0.4（久野1986; 高柳2004; 中山ら2011）より小さく（表-1）、埋土種子数が残草量に及ばず影響を調べる研究としては標準的な精度といえる。調査の結果、ヒメタイヌビエの埋土種子数の年次変動は大きかった（表-1）。その原因として、播種用に採種したヒメタイヌビエ種子の稔実率や圃場での種子の

表-1 試験区のヒメタイヌビエ埋土種子数（橘ら2017より抜粋）

秋季 播種量 (粒/m <sup>2</sup> )	播種翌年春季の埋土種子数 (粒/m <sup>2</sup> )		
	2013年	2014年	2015年
70	53 (0.59)	159 (0.35)	451 (0.22)
1200	637 (0.27)	756 (0.29)	1473 (0.17)
5000	2787 (0.15)	3463 (0.15)	5135 (0.08)
10000	5135 (0.19)	7126 (0.16)	9196 (0.10)

( ) 内の値は相対標準誤差を示す。

表-2 除草体系の概要（橘ら 2017 より一部改変）

除草体系	除草剤処理日, 除草剤種類・薬量			
	水稲出芽前非選択性除草剤 播種後7～9日	乾田期ノビエ5葉期茎葉処理剤 播種後22～30日	湛水後一発処理除草剤 播種後32～36日(湛水後2～3日)	湛水後中後期剤 湛水後28～33日
4回処理	グリホサートカリウム塩液剤 500mL/10a	シハロホップブチル・ベンタゾン 液剤1000mL/10a	イマズスルフロン・ピラクロニル・プロモ ブチド粒剤1000g/10a	ペノキススラム水和 剤100mL/10a
3回処理 (慣行)	グリホサートカリウム塩液剤 500mL/10a	シハロホップブチル・ベンタゾン 液剤1000mL/10a	イマズスルフロン・ピラクロニル・プロモ ブチド粒剤1000g/10a	—
2回処理A	グリホサートカリウム塩液剤 500mL/10a	シハロホップブチル・ベンタゾン 液剤1000mL/10a	—	—
2回処理B	グリホサートカリウム塩液剤 500mL/10a	ビスピリバックナトリウム塩液剤 100mL/10a	—	—
2回処理C	グリホサートカリウム塩液剤 500mL/10a	ビスピリバックナトリウム塩液剤 150mL/10a	—	—
2回処理D	グリホサートカリウム塩液剤 500mL/10a	ビスピリバックナトリウム塩液剤 200mL/10a	—	—
2回処理E	グリホサートカリウム塩液剤 500mL/10a	カルフェントラゾンエチル・フル セトスルフロン水和剤30g/10a	—	—
2回処理F	グリホサートカリウム塩液剤 500mL/10a	ペノキススラム水和剤 100mL/10a	—	—
2回処理G	グリホサートカリウム塩液剤 500mL/10a	ハロスルフロンメチル水和剤 180g/10a+シハロホップブチル 乳剤100mL/10a	—	—
無除草	—	—	—	—

グリホサートカリウム塩液剤（有効成分含有率48%，散布液量50L/10a），シハロホップブチル・ベンタゾン液剤（有効成分含有率3%・20%，散布液量100L/10a），ビスピリバックナトリウム塩液剤（有効成分含有率2%，散布液量100L/10a），カルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロン水和剤（有効成分含有率20%・10%，散布液量100L/10a），ペノキススラム水和剤（有効成分含有率3.6%，散布液量100L/10a），ハロスルフロンメチル水和剤（有効成分含有率5%，散布液量100L/10a），シハロホップブチル乳剤（有効成分含有率30%，散布液量100L/10a），イマズスルフロン・ピラクロニル・プロモブチド粒剤（有効成分含有率0.9%・2%・9%）。

死滅率が年次で異なった可能性や圃場に元々存在していた埋土種子数が年次で異なった可能性がある。そこで、播種粒数を説明変数とせず、埋土種子数を量的説明変数として取り扱い統計解析することにした。

## 2. 除草体系の設定

除草体系として4回処理，3回処理，2回処理（7種類），無除草の計10水準を設定した（表-2）。水稲出芽前に非選択性除草剤または土壌処理剤を行うのが慣行であるが，土壌処理剤の除草効果や水稲への初期薬害の程度が土壌水分によって異なる場合があるため，本研究では，効果の安定している非選択性除草剤を使用した。その後は，2回目として乾田期のノビエ5葉期に処理する茎葉処理剤5剤を使用，3回目として湛水後一発処理除草剤1剤，4回目として茎葉処理剤1剤を使用した。

## 3. ヒメタイヌビエの出芽の推移

ヒメタイヌビエの出芽の推移を把握するため，無除草区内の一部に調査区を設置し，各年5月下旬から8月中旬までの期間に3～4日の間隔でヒメタイヌビエの出芽数を調査し，出芽個体を除去した。調査区の面積は，埋土種子数に応じて0.15～0.9㎡とした。

埋土種子数の多い区では出芽数が多かった。播種後しばらく降水量が少なく乾燥していた2013年は，播種後21日の6月18日まで出芽が少なかったが，その後約1週間で多数出芽し，播種後30日の6月27日にはヒメタイヌビエの埋土種子数637粒/㎡区で累積出芽率が71%，5,135粒/㎡区で90%となった。2014年は播種後23日の6月20日に累積出芽率が87%

以上となった。2015年は播種後21日の6月19日に累積出芽率が87%以上となった（図-1）。これらことから，乾田期におけるノビエ5葉期茎葉処理の時期は年次で異なるが，その時点でのヒメタイヌビエの累積出芽率は9割近くになると予想される。

## 4. 埋土種子数および除草体系とヒメタイヌビエの圃場残存量

秋季に圃場に残存したヒメタイヌビエの量を把握するため，9月上旬に各区0.3㎡の面積内の個体数を計数し，その地上部を採取した。個体数が少ない場合には適宜採取面積を拡大した。その後，採取物を80℃に設定した乾燥機で48時間乾燥させ，地上部乾物重（以下，残存量）を測定した。ヒメタイヌビエの残存量に0.5を加え，Box-Cox変換したデータを目的変数とし，年次，埋土種子数の対数値，除

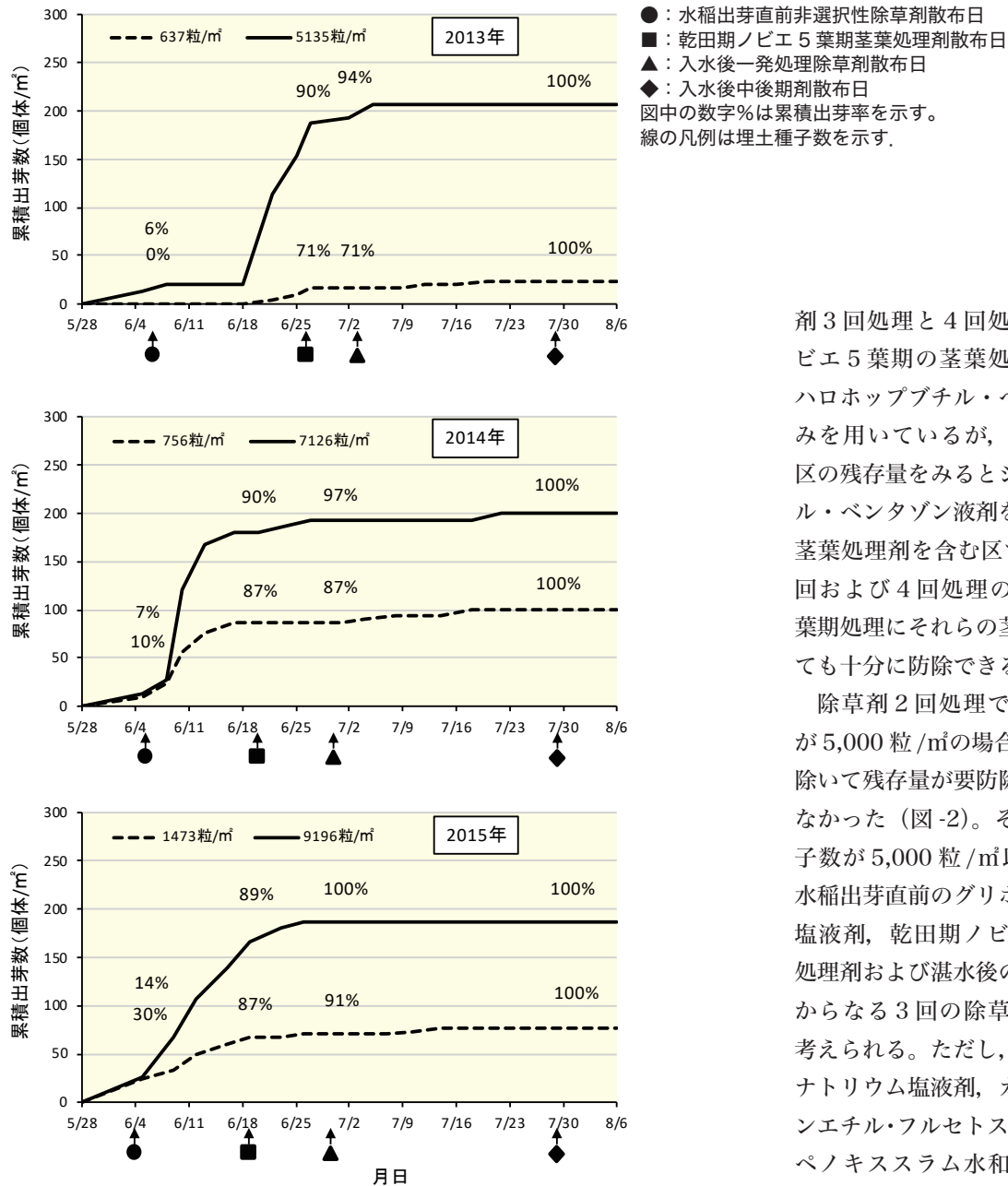


図-1 無除草区におけるヒメタイヌビエ累積出芽数の推移 (橘ら 2017 より一部改変)

剤3回処理と4回処理では乾田期ノビエ5葉期の茎葉処理剤に慣行のシハロホップブチル・ベンタゾン液剤のみを用いているが、除草剤2回処理区の残存量をみるとシハロホップブチル・ベンタゾン液剤を含む区より他の茎葉処理剤を含む区で概ね少なく、3回および4回処理の乾田期ノビエ5葉期処理にそれらの茎葉処理剤を用いても十分に防除できると考えられた。

除草剤2回処理では、埋土種子数が5,000粒/m²の場合に2回処理Fを除いて残存量が要防除水準以下とならなかった(図-2)。そのため、埋土種子数が5,000粒/m²以上の場合には、水稲出芽直前のグリホサートカリウム塩液剤、乾田期ノビエ5葉期の茎葉処理剤および湛水後の一発処理除草剤からなる3回の除草剤処理が必要と考えられる。ただし、ビスピリバックナトリウム塩液剤、カルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロン水和剤、ペノキスラム水和剤のアゼガヤに対する効果は低いので(橘ら 2017)、ヒメタイヌビエに加えてアゼガヤも多発する圃場では、除草体系にアゼガヤに効果の高いシハロホップブチル含有剤(住吉 2008)を組み込む必要がある。2回処理Fについては埋土種子数が多い場合でも残存量は少ないが、生データでは10g/m²以上の値が散見され(橘ら 2017)、3回以上の除草剤処理に比べると除草効果がやや不安定と考えられる。

埋土種子数が1,000粒/m²以下と少ない場合には、2回処理B, D, E, F

草体系を説明変数として分散分析を行った。ヒメタイヌビエの残存量に対する各要因の効果としては、年次、除草体系、埋土種子数が有意であり、それらの交互作用は有意でなかった。この分散分析モデルからヒメタイヌビエの残存量期待値を算出し、以下で結果を述べる。生データは原著論文(橘ら 2017)を参照されたい。水稲乾田直播栽培で問題となっているヒメタイヌビエの要防除水準は定まっていない

が、橘ら(2013)が推定した北東北地域の飼料イネ栽培における秋季のタイヌビエ許容残存量11g/m²を参考に、残存量が地上部乾物重10g/m²以下の水準を必要とされる雑草防除の目安(以下、要防除水準)とする。

埋土種子数が多くなるにしたがい、ヒメタイヌビエの残存量は増加したが、除草剤3回処理と4回処理では埋土種子数が多い場合でも残存量は要防除水準以下であった(図-2)。除草

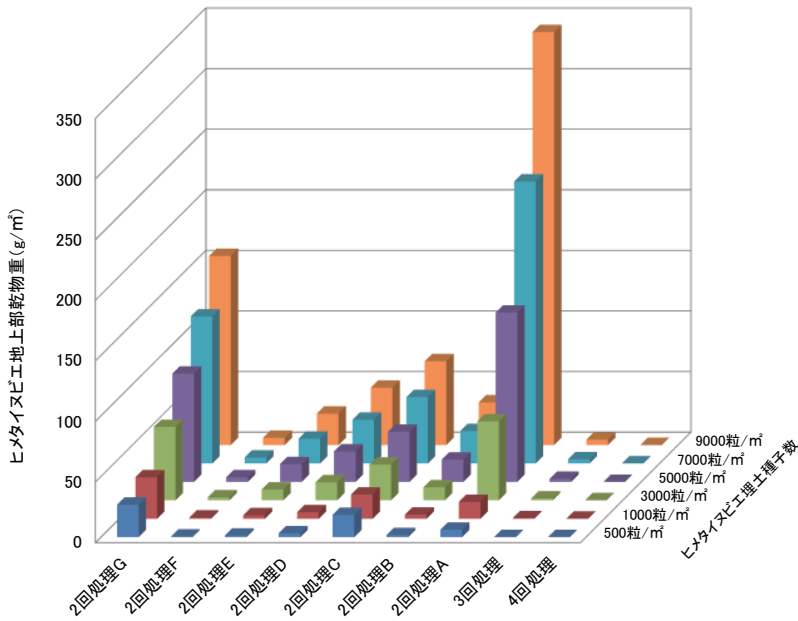


図-2 分散分析モデルより算出したヒメタイヌビエ残存量の期待値 (橘ら 2017 より作成)

でヒメタイヌビエ残存量は少なく、水稲出芽直前のグリホサートカリウム塩液剤処理と乾田期ノビエ5葉期のビスピリバックナトリウム塩液剤、カルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロン水和剤またはペノキスラム水和剤処理からなる2回の除草剤処理でヒメタイヌビエの防除は可能と考えられる(図-2)。しかし、2回処理Dのビスピリバックナトリウム塩液剤の200mL/10a処理では水稲に強い初期葉害が生じた。ビスピリバックナトリウム塩については、高い薬量で生育抑制が強くなる報告 (Chauhan *et al.* 2011) もあることから、注意する必要がある。乾田期ノビエ5葉期にビスピリバックナトリウム塩液剤の薬量150mL/10aを処理した2回処理Cでは、残存量が10g/m<sup>2</sup>以上であった。しかし、これは2014年の乾田期ノビエ5葉期処理時に風が強く、薬液の飛散が見られたことで除草効果が劣ったためと考えられ、気象条件に問題がなければ、埋土種子数が少ない場合に2回処理Cでヒメタイヌビエを防除できると考えられる。2回処理Gで残存量が多かったのは、シハロホッ

プブチルとハロスルフロンとの混用による拮抗作用 (Scherder *et al.* 2005) と考えられる。

## おわりに

ヒメタイヌビエについては埋土種子数が少ない場合 (1,000粒/m<sup>2</sup>以下) には除草剤の処理回数を慣行の3回から乾田期の2回だけに削減することが可能と考えられた。除草剤2回処理において、ヒメタイヌビエの埋土種子数が多くなるほど残存量が多くなる理由として、①2回目の除草剤処理後に出芽する後次発生個体が残存量の主体でその個体数が埋土種子数に比例する場合と、②2回目の除草剤処理によって枯殺されなかった生残個体が残存量の主体で生残個体数が埋土種子数に比例する場合の2通りが考えられるが、生データからは後者②が主な原因と考えられる (橘ら 2017)。この結果は、山根 (1976) も報告したように、水稲乾田直播栽培の雑草防除において、乾田期間に実施する除草剤処理の除草効果が重要であることを示している。

## 引用文献

- Chauhan, B. S. *et al.* 2011. Growth response of direct-seeded rice to oxadiazon and bispyribac-sodium in aerobic and saturated soils. *Weed Science* 59, 119-122.
- 石井俊雄 2014. 岡山県における水稲乾田直播栽培の研究と普及. 日本作物学会中国支部研究集録 54, 1-2.
- 久野英二 1986. 「生態学研究法講座 17 動物の個体群動態研究法 I - 個体数推定法 -」. 共立出版, 東京, pp.55-57.
- 中山壯一ら 2011. 埋土種子調査のためのサンプリング計画. 雑草研究 56, 53-61.
- 農林水産省農業研究センター 1997. 日本型直播稲作導入指針. つくば, pp. 1-217.
- Scherder, E. F. *et al.* 2005. Antagonism of cyhalofop grass activity by halosulfuron, triclopyr, and propanil. *Weed Technology* 19, 934-941.
- 杉本真一 1999. 水稲不耕起乾田直播栽培における雑草防除体系. 植調 33, 301-308.
- 住吉正 2008. アゼガヤに対する各種除草剤の防除効果. 日本作物学会九州支部会報 74, 56-58.
- 橘雅明ら 2017. 水稲乾田直播栽培におけるヒメタイヌビエおよびクサネムの埋土種子数と防除に必要な除草剤処理回数との関係. 雑草研究 62, 97-109.
- 橘雅明ら 2013. 北東北地域の飼料イネ栽培におけるタイヌビエの許容残存量. 雑草研究 58, 177-182.
- 橘雅明ら 2014. 北東北地域の飼料イネ湛水直播栽培における栽培管理と各種要因がタイヌビエの収穫期残存量に及ぼす影響. 雑草研究 59, 57-64.
- 高柳繁 2004. 関東黒ボク土地帯における主要一年生畑雑草の定量的発生予測. 中央農業総合研究センター研究報告 5, 23 - 58.
- 内山かおりら 2009. 水稲有機栽培における雑草防除法と埋土種子量の関係. 東北の雑草 9, 10-13.
- 山根国男 1976. 水稲乾田直播栽培における雑草の発生生態と防除に関する研究. 兵庫県農業試験場特別研究報告, 1-120.