

雑草競合力の強い水稻品種とその評価法

農研機構西日本農業研究センター
水田作研究領域

橘 雅明

はじめに

作物栽培は、ある一面で雑草との戦いとも言われる。水稻 (*Oryza sativa* L.) 作で一般的な湛水した田に苗を移植する栽培法は、耕地内に発生する雑草種を減らし、水稻と雑草の生育差をつけて競争を優位にするといった雑草防除上、理にかなったものとなっている。それでも除草剤が使われていなかった1949年には、水田での除草に10a当たり約50時間を要していた。その後、除草剤の普及により、ようやくその重労働から解放され、2012年には除草時間が1.4時間にまで減少した(日本植物調節剤研究協会2014)。このように、有機栽培を除き、現在の日本の稲作は除草剤なしには成り立たない状況となっている。そのため、水稻育種の場面でも栽培時の除草剤処理を前提とし、雑草との競争性を考慮することなく、多収を目的に群落内に光が多く透過するよう短程で直立型の葉身を持つ形態に水稻を改良してきた(藤田ら1997)。しかし、近年、更なる水稻生産の低コスト化や環境負荷低減の観点から除草剤使用量の削減が求められるようになってきている。そこで、最小限の除草剤利用と競争力の強い水稻品種の利用といった将来的な雑草防除の姿を見据え、対雑草競合力の強い品種にはどういった特徴があるのか、またそれを評価するにはどういった方法があるのか、を明らかにするため、強害雑草であるタイヌビエ

エ (*Echinochloa oryzicola* Vasing.) を対象に秋田県大仙市において一連の研究を実施した(橘2015; 橘ら2015a; 橘ら2015b)。本稿ではその概要を紹介する。

1. 地上部形態の異なる水稻品種群落内に混植されたタイヌビエの生育

地上部形態の異なる水稻品種として、短程・直立型の「短銀坊主」、中程・直立型の「あきたこまち」、長程・直立型の「亀の尾」、長程・直立型の「昭通麻線谷」、中短程・開張型の「南京11号」、短程・開張型の「矮脚南特」の6品種を供試した。水稻は5月中下旬に条間30.5cm、株間15cm、1株3本植えて稚苗を手植えた。タイヌビエは水稻移植後10日頃に水稻株を対角線で結んだ交点上の条間に1株1本植えて混植した(図-1)。施肥量はN、P₂O₅、K₂Oをそれぞれm²当たり8gとした。

供試水稻品種の群落内に混植したタ

イヌビエの成熟期地上部乾物重(以下、タイヌビエ残存量)を表-1に示した。タイヌビエ残存量の品種による多少には一定の傾向が認められ、「短銀坊主」区で最も多く、次いで「あきたこまち」区で多かった。その他の「亀の尾」、「昭通麻線谷」、「南京11号」、「矮脚南特」の4品種区では若干変動が



図-1 混植区の様子
水稻条間に見えるのが千鳥に植えたタイヌビエ(橘ら2015aより)

表-1 供試水稻品種群落内のタイヌビエ残存量

品種区名	タイヌビエ地上部乾物重 (g/m ²) ¹⁾			
	1996年	1997年	1998年	1999年
短銀坊主区	364 a ²⁾	305 a	460 a	383 a
あきたこまち区	289 ab	267 ab	316 b	307 ab
亀の尾区	173 b	184 abc	128 c	294 ab
昭通麻線谷区	148 b	120 c	135 c	218 b
南京11号区	167 b	168 abc	116 c	174 b
矮脚南特区	200 b	140 bc	134 c	186 b

1) タイヌビエ地上部乾物重は成熟期の9月に測定した。

2) 各年の同一英小文字間に5%水準で有意差なし(Tukey-HSD法, n=3)。(橘ら2015aより)



図-2 異なる草型の水稲品種群落内に混植されたタイヌビエの草姿
左から順に南京11号区、矮脚南特区、あきたこまち区、短銀坊主区、昭通麻線谷区、亀の尾区 (橋 未発表)

あるものの、「あきたこまち」区より少なく、タイヌビエ残存量は「短銀坊主」区の半分程度であり、長稈型や開張型の品種区ではタイヌビエの生育が抑制されていた。各品種区に混植されたタイヌビエの最終的な草姿は大きく異なり、草丈や茎数に違いがみられた(図-2)。生育抑制の過程を捉えるためにタイヌビエの草丈と茎数の推移をみると、草丈では移植後70日頃から品種間に違いがみられ、水稲稈長の長い「亀の尾」区と「昭通麻線谷」区では草丈が他の品種区に比べて高くなる可塑性を示した(図-3)。一方、タイヌビエ茎数では移植後40~50日以降に品種区間でより顕著な差異がみられた。タイヌビエ残存量の少ない品種区では、移植後40~50日以降の茎数の増加がタイヌビエ残存量の多い品種区に比べて少なかった(図-3)。さらに、タイヌビエ残存量と成熟期のタイヌビエ全長およびタイヌビエ茎数との関係を見ると、残存量と全長との間には相関関係が認められなかったが、残存量と茎数との間には正の相関関係

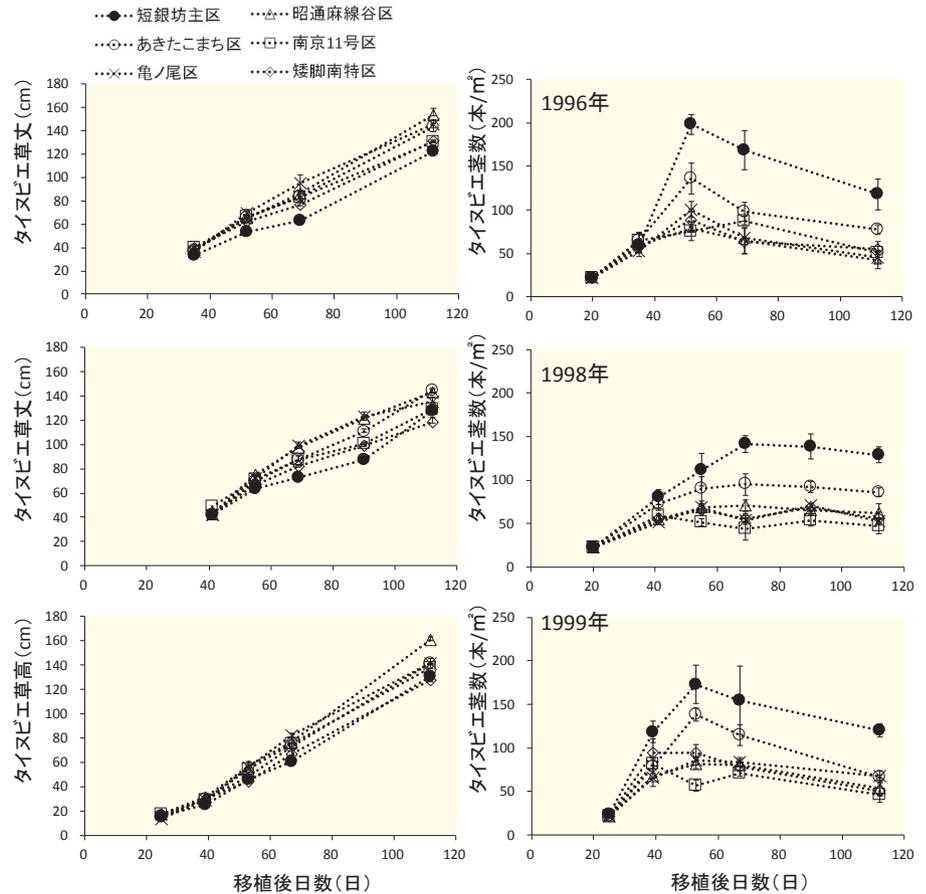


図-3 タイヌビエの草丈と茎数の推移

エラーバーは標準誤差 (n=3) を示す。タイヌビエ草丈の最終調査日の値は全長の値、1999年の移植後67日までのデータは草高の値。(橋ら2015bより)

が認められた(図-4)。以上のことから、タイヌビエ残存量の抑制は移植後40日頃の茎数抑制を通じて顕在化していると考えられる。

2. タイヌビエに対する水稲品種の競合力の評価指標

長稈型と開張型の水稲品種がタイヌビエの生育を抑制することが明らかになったが、それらの品種の競合力を一元的に評価できる指標はないものだろうか。1.の試験では、タイヌビエを混植した区だけでなく、水稲のみの単植区も設けており、生育時期別に単植区における水稲形質や群落内への光の透過率と混植区におけるタイヌビエ残存量との相関を調べた。先ず生育期のデータとの相関をみると、水稲草高については1998年の移植後39~41

日の測定時期にタイヌビエ残存量と負の強い相関関係を示したが、それ以外に相関は認められなかった。水稲茎数についてはタイヌビエ残存量と相関関係が認められなかった。水稲地上部乾物重とタイヌビエ残存量については概ね負の強い相関関係を示した。群落内相対光子束密度とタイヌビエ残存量については概ね正の強い相関関係を示した。次に収穫期のデータとの相関をみると、1998年の穂数がタイヌビエ残存量と正の強い相関関係を示したが、それ以外に相関は認められなかった(表-2)。この傾向は、混植区でのデータを用いた解析結果と概ね同様であった(データ省略)。単植区における水稲形質はその品種の潜在能力を示していると考えられ、評価試験においてタイヌビエを混植し、さらに他の雑草を手取り除草する労力を踏まえる

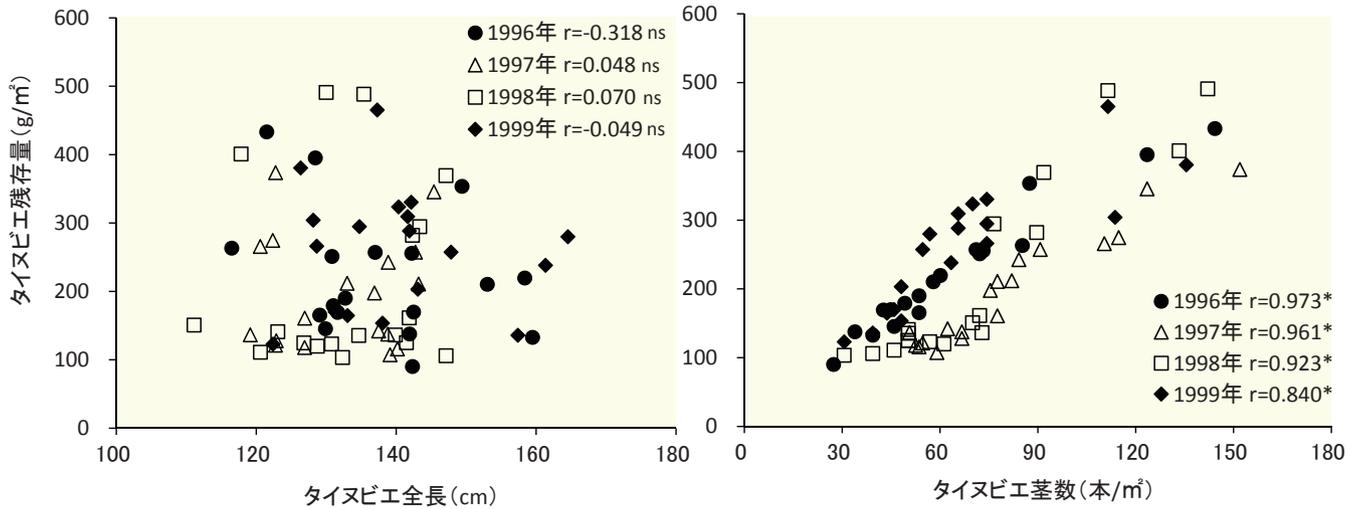


図-4 成熟期におけるタイヌビエの全長、茎数と地上部乾物重との関係

タイヌビエ残存量は成熟期である9月の地上部乾物重の値。rは相関係数(n=18)、*は5%水準で有意であること、nsは有意でないことを示す。(橘ら2015bより)

と、水稲単植区で測定した形質を評価の指標として用いる方がきわめて省力的である。なお、これらの結果はタイヌビエ残存量にとって生育早期における水稲との競争が重要であり、初期生長の早い水稲品種が養分と光に関する競争で優位に立つことを示している。

移植後39～41日の水稲単植区における群落内相対光量子束密度はタイヌビエ残存量との相関が強く、その関係は年次間で安定しており、水稲品種の生育抑制力を最も良く反映している指標といえる。しかし、測定には比較的高額な機器が必要となる。そこで、ものさしだけで計測できる水稲株の草冠短径、草冠長径、草高のデータを用いて、水稲株が占有する空間の体積をイメージし、上記3形質の積と群落内相対光量子束密度との関係を調べた。その結果、上記3形質の積と群落内相対光量子束密度との間には強い負の相関関係が認められた(図-5)。そこで、さらに26品種・系統を供試し、単植区における3時期の群落内相対光量子束密度と水稲株の草冠短径、草冠長径、草高の積のデータを用いてタイヌビエ残存量との関係を解析した。測定時期としては移植後39～40日に測定したデータとタイヌビエ残存量との相関が最も強く、群落内

表-2 単植区の水稲各種形質等と混植区のタイヌビエ残存量との相関係数

水稲形質等	年	移植後25日～27日	移植後39日～41日	移植後53日～55日	収穫期
水稲草高	1998年	—	-0.954 *	-0.800 ns	-0.397 ns
	1999年	-0.614 ns	-0.582 ns	-0.426 ns	-0.108 ns
水稲茎数	1998年	—	0.563 ns	0.683 ns	0.971 *
	1999年	-0.314 ns	0.116 ns	0.430 ns	0.738 ns
水稲地上部乾物重	1998年	—	-0.898 *	-0.924 *	0.220 ns
	1999年	-0.920 *	-0.955 *	-0.655 ns	-0.199 ns
群落内相対光量子束密度	1998年	—	0.969 *	0.885 *	—
	1999年	0.855 *	0.937 *	0.765 ns	—

タイヌビエの植え付け時期は水稲移植後10～11日。群落内相対光量子束密度は地上高5cmで測定した。収穫期の水稲草高欄は水稲稈長、水稲茎数欄は水稲穂数、水稲乾物重欄は水稲風乾重との相関係数を示す。n=6。—は未調査。*は5%水準で有意、nsは有意でないことを示す。(橘ら2015aより)

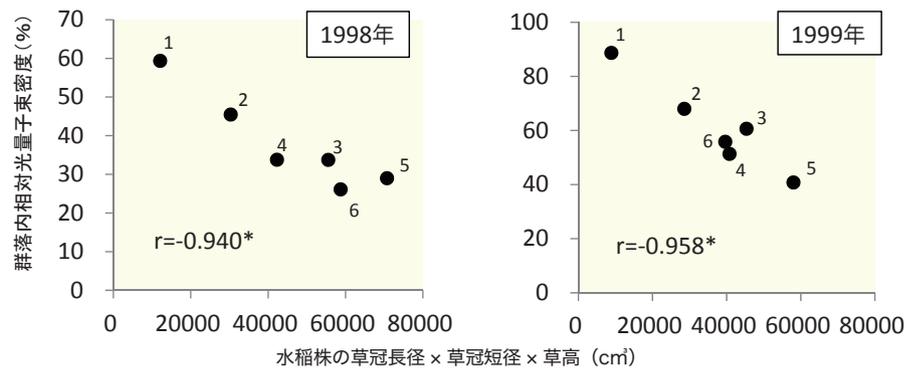


図-5 水稲単植区における稲株の草冠長径、草冠短径、草高の積と群落内相対光量子束密度との関係
水稲移植後39～40日に測定。rは相関係数(n=6)。*は5%水準で有意、nsは有意でないことを示す。マーカー数字1:短銀坊主、2:あきたこまち、3:亀の尾、4:昭通麻線谷、5:南京11号、6:矮脚南特。(橘ら2015aより)

相対光量子束密度との相関係数は $r = 0.754$ 、水稲草高、草冠短径、草冠長径の積との相関係数は -0.674 であった(図-6)。以上の結果から、移植後40日頃の水稲株の面的広がりを示す

草冠の長径、短径と水稲草高の積を指標として、タイヌビエに対する水稲品種の競合力の簡便な評価が可能と考えられた。

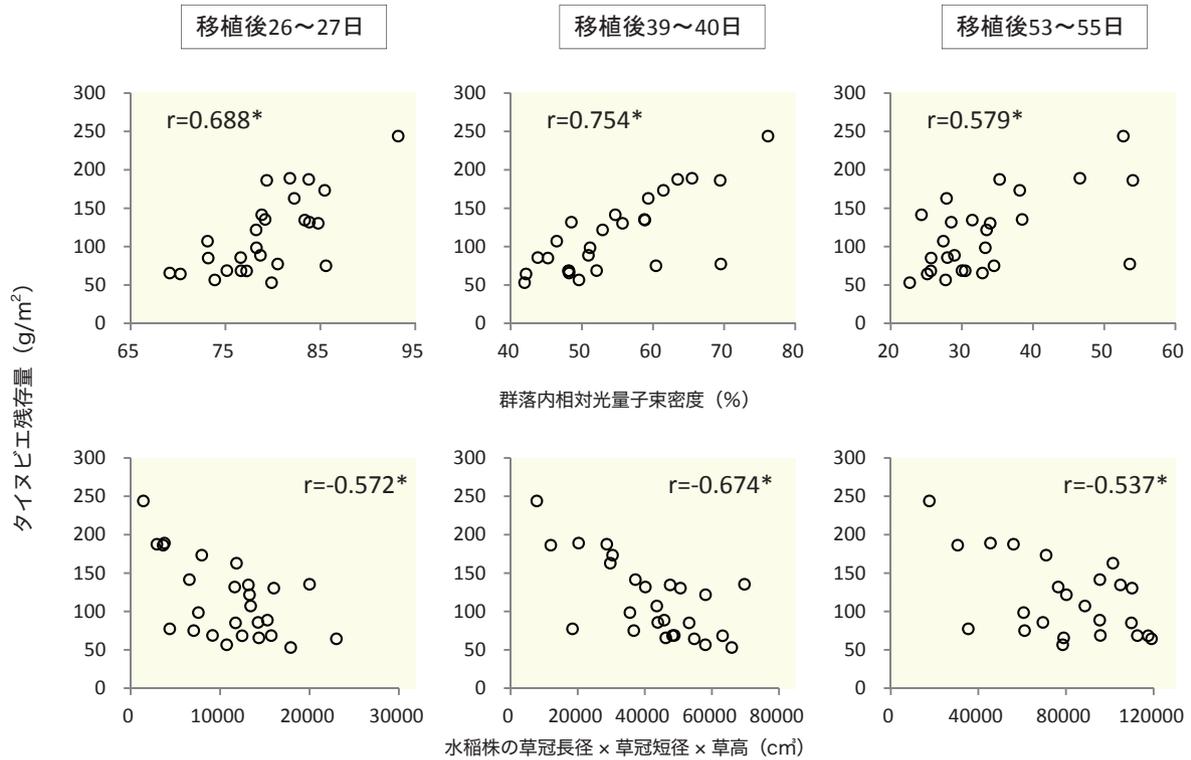


図-6 単植区の水稲各種形質等とタイヌビエ残存量との相関関係
rは相関係数(n=26)。*は5%水準で有意。(橘ら 2015a より)

3. 競合力の異なる水稲品種間でのタイヌビエ必要除草期間の差異

タイヌビエに対する競合力に水稲品種間差異のあることが明らかになったが、その違いは必要除草期間において、どの程度の差を生じるのであろうか。一般的な食用品種「あきたこまち」と競合力の強い「昭通麻線谷」および「南京11号」の3品種を供試し、異なる時期にタイヌビエを水稲群落内に混植あるいは自然発生させて、タイヌビエ残存量を調査した。水稲移植後の除草期間と雑草重との間にはロジスティック曲線で表される関係のあることが示されている(鈴木・須藤 1975)。そこで、タイヌビエの出芽日を、混植した0.5葉期の個体については植え付けの2日前とし、土壌攪拌後に自然発生した個体については土壌攪拌の2日後として、タイヌビエの出芽日(X)と成熟期地上部乾物重(Y)との関係に「 $Y=c/(1+\exp(-a*(X-b)))$ 」 a:

増加率, b: 変曲点, c: 漸近線」の式で表されるロジスティック曲線をあてはめた。水稲移植後から任意の出芽日までの期間を完全に除草した場合、任意の出芽日以降に出芽したタイヌビエ個体の残存量の合計が、最終的な残存量となる。しかし、出芽日が遅くなると水稲との競争でタイヌビエにとって不利な条件となるため、後次発生したタイヌビエ個体の残存量は急激に少なくなり(Chisaka 1977; 橘ら 2014)、最終的な残存量に占める後次発生個体の割合は小さくなる。そのため、出芽日が遅い場合、任意のタイヌビエ残存量とするために必要とされる除草期間は、各水稲品種のロジスティック曲線から逆推定したタイヌビエの出芽日(水稲移植後日数)とほぼ等しくなると考えられる。その場合、任意の残存量に対応するタイヌビエ出芽日の水稲品種による違いは、水稲品種間における必要除草期間の差異ともいえる。

3カ年を通じ、ほぼ全ての出芽時期

で「昭通麻線谷」区および「南京11号」区のタイヌビエ残存量は「あきたこまち」区に比べて少なかった。「昭通麻線谷」区のタイヌビエ残存量の「あきたこまち」区に対する比率は、各出芽日の平均で1998年が46%、2001年が63%、2002年が48%であった。「南京11号」区のタイヌビエ残存量の「あきたこまち」区に対する比率は、各出芽日の平均で1998年が35%、2001年が41%、2002年が52%であった(図-7)。タイヌビエ残存量が水稲風乾重の3%程度で収量に大きく影響しないと考えられる50g/m²およびタイヌビエの繁殖源増加防止の観点で許容される残存量(橘ら 2013)以下である10g/m²となる出芽日を表-3に示した。タイヌビエの残存量を50g/m²とした場合、「昭通麻線谷」区および「南京11号」区の出芽日は「あきたこまち」区より、1998年は5~6日、2001年は6日、2002年は3~4日早かった。タイヌビエの残存量を10g/m²とした場合、「昭通麻線谷」区および「南

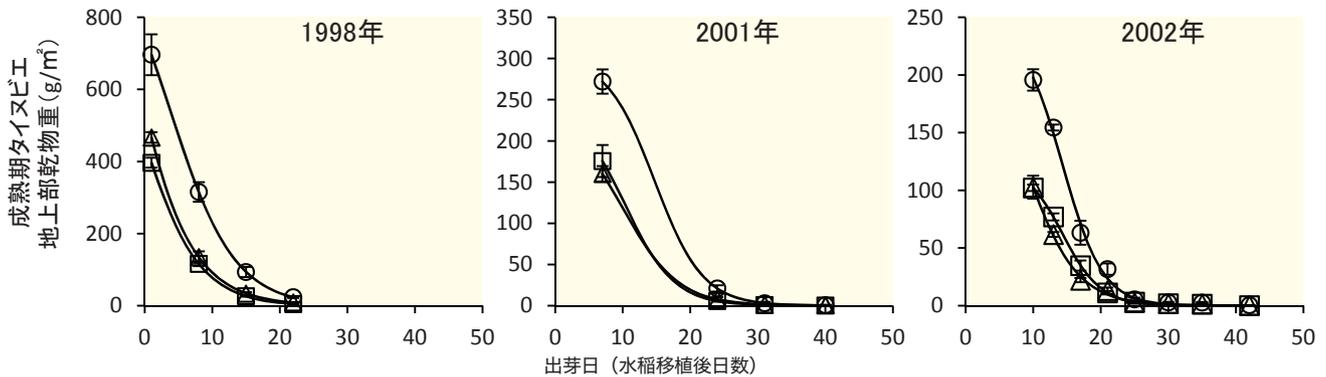


図-7 タイヌビエの出芽時期と成熟期乾物重との関係

<p>1998年</p> <p>○あきたこまち区 $y=1093/(1+\exp(0.209*(x-3.686)))$ $R^2=0.971$ △昭通麻線谷区 $y=2173/(1+\exp(0.203*(x+5.384)))$ $R^2=0.993$ □南京11号区 $y=1054/(1+\exp(0.226*(x+1.237)))$ $R^2=0.995$</p>	<p>2001年</p> <p>○あきたこまち区 $y=303/(1+\exp(0.281*(x-14.720)))$ $R^2=0.991$ △昭通麻線谷区 $y=238/(1+\exp(0.242*(x-9.967)))$ $R^2=0.990$ □南京11号区 $y=246/(1+\exp(0.275*(x-10.333)))$ $R^2=0.968$</p>	<p>2002年</p> <p>○あきたこまち区 $y=243/(1+\exp(0.337*(x-14.373)))$ $R^2=0.985$ △昭通麻線谷区 $y=261/(1+\exp(0.257*(x-8.328)))$ $R^2=0.974$ □南京11号区 $y=125/(1+\exp(0.349*(x-14.314)))$ $R^2=0.992$ (橘 2015 より)</p>
--	---	--

表-3 成熟期乾物重から推定したタイヌビエの出芽日¹⁾

タイヌビエ 地上部 乾物重 (g/m ²)	1998年			2001年			2002年		
	あきた こまち区	昭通麻線 谷区	南京11号 区	あきた こまち区	昭通麻線 谷区	南京11号 区	あきた こまち区	昭通麻線 谷区	南京11号 区
50	18	13	12	21	15	15	18	14	15
10	26 ²⁾	21	19	27	23	22	24	21	21

1) 値は第1図のロジスティック曲線から逆推定したタイヌビエの出芽日(移植後日数)。
 2) 斜字は外挿して求めた値。
 (橘 2015 より)

京11号」区の出芽日は「あきたこまち」区より、1998年は5～7日、2001年は4～5日、2002年は3日早かった。出芽日の差異を必要除草期間の差異とした場合、競合力の強い水稲品種では、「あきたこまち」に比べ、タイヌビエの必要除草期間が3～7日間短くなると考えられる。「あきたこまち」区におけるタイヌビエの残存量がm²当たり10gとなる必要除草期間は水稲移植後24～27日であることから、最初に処理した除草剤の残効がこの時期より前に切れる場合、2回目の除草剤処理が必要になる。一方、必要除草期間の短い「昭通麻線谷」と「南京11号」では、2回目の除草剤処理は不要である。

以上のように除草剤使用量を削減するには、タイヌビエの茎数を可能な限り抑制できるように早期の生育が旺盛な競合力の強い水稲品種を選択することが有効と考えられる。

引用文献

Chisaka, H. 1977. Weed damage to crops: yield loss due to weed competition. In "Integrated Control of Weeds" ed. by Fryer, J.D. and S. Matsunaka, University of Tokyo Press, Tokyo, pp.1-16.

藤田学ら 1997. 青森県水稲新品種間のヒエに対する競争力の変異-草型と光競争の関係-。日本作物学会東北支部会報 40, 53-54.

日本植物調節剤研究協会 2014. 「植調五十年史」。日本植物調節剤研究協会, 東京, pp.

314.

鈴木光喜・須藤孝久 1975. 水田雑草の発生生態 第3報 水稲稚苗移植田における雑草の発生消長と雑草害。雑草研究 20, 114-117.

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.

橘雅明 2015. 寒冷地における地上部形態を異にする水稲品種間でのタイヌビエ必要除草期間の差異。雑草研究 60, 1-4.

橘雅明ら 2015a. 寒冷地における水稲のタイヌビエに対する生育抑制力を簡易に評価する方法。雑草研究 60, 35-42.

橘雅明ら 2015b. 寒冷地における競争力の強い水稲品種によるタイヌビエの生育抑制の過程。雑草研究 60, 153-157.