

雑草抑制力を持つイネの研究の現状

農業研究センター 小 荒 井 晃

1. はじめに

稲育種において収量・食味・品質の他に耐病性・耐虫性・耐冷性・耐倒伏性などの諸特性は従来から重視されてきている。さらに近年は、米をめぐる状況の変化とともに、品種に対する要望も多様化し、新たに具備しなければならない特性が増えてきている。例えば、直播向け品種には低温出芽・苗立ち性、低酸素出芽性などの特性が必要である。

現在、水田の雑草防除では除草剤による化学的手段が主流を占めている。しかし、近年は環境への配慮と省力化の要請から、化学除草剤以外の方法を含めた環境と調和した持続的生産が可能な水田雑草防除技術の確立が求められており、それに対応する品種として耐雑草性もしくは雑草競合力が、具備すべき新しい特性として考えられるようになってきた^{21, 22, 23)}。

イネと雑草間の相互作用に関する研究は、もっぱらイネが雑草から受ける害の側面から行われてきたが、イネの雑草を抑制する機能に関連する研究はごくわずかである。しかし、イネの形態的形質は、品種としての特性以外にも栽培法などでも制御できるのでこれを雑草制御に活用出来る可能性がある。本稿では、イネの迅速な生育および競争に有利な形態による雑草競合力に関する研究の現状について概説する。本稿を読んで興味を持ち、更に詳しい内容について

知りたい方は、文末の引用文献を参考にして頂きたい。

2. 研究の現状

国際稲研究所 (IRRI) のKhushは、今後のイネの品種改良の方向として雑草制御の観点から以下の5点について言及している^{*)}。

(1) 雑草競合力 (迅速な生育および競争に有利な形態)

(2) アレロパシー

(3) 嫌気条件下での栽培に対する適性

(4) 寄生植物に対する耐性

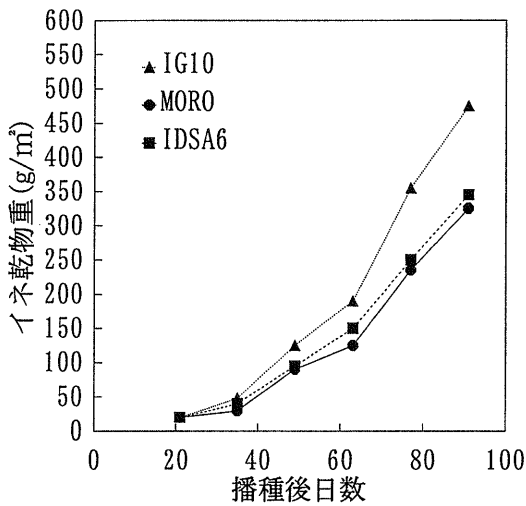
(5) 非選択的除草剤に対する耐性

本稿では、(1)について概説する。(2)は世界各地で精力的に研究が行われてきており、日本国内においても農環研・他感物質研や大学等で研究が行われている^{5, 6)}。(4)は、*Striga*属や*Orobanche*属を中心に研究が行われてきており^{25, 26)}、(5)はUSA、カナダおよびEU諸国を中心に、組換え技術による除草剤抵抗性遺伝子のイネへの導入に関する研究が行われている²⁴⁾。

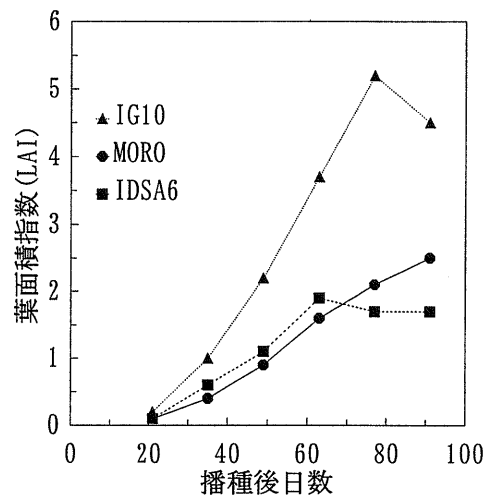
上記(1)に関する研究は、現在までに研究報告が数報出ている。そのほとんどが1990年代の報告であることから、この研究テーマがいかに近年注目を浴び始めたものかわかる。

以下に代表的な研究事例について、紹介したい。

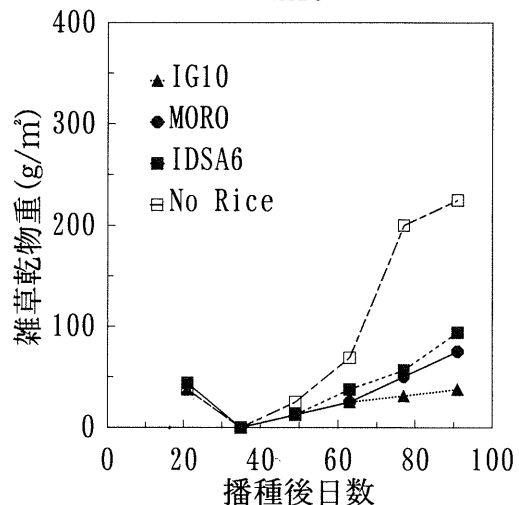
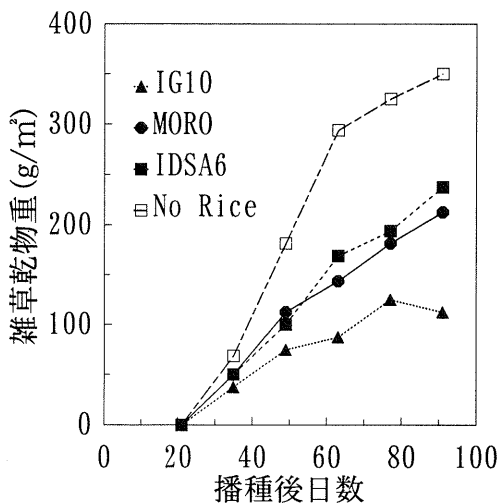
(1) West Africa Rice Development Assoc

図-1 イネの乾物重の推移^{a)}

iationのJohnsonらは、*O. sativa*の在来種(Moro berekan, 日本型, 陸稲)と改良種(IDSA6, 日本型, 陸稲)および*O. glaberrima*(IG10)を用いて、雑草競合力の試験を行った⁸⁾。*O. sativa*の乾物重は、両品種間でほとんど差はなく播種91日後で約350g/m²になった。それに対し*O. glaberrima*の乾物重は、約470g/m²になった(図-1)。播種後直ちに除草剤による雑草防除を行い、その後適宜手取り除草を行った区(VM0), 播種14日

図-2 水稻のLAIの推移^{a)}

まで手取りによる雑草防除を行い、その後雑草を放任した区(VM14), 播種28日後に1回だけ手取りによる雑草防除を行った区(VM28)の3区で、葉面積指数(LAI)の比較を行うと、*O. sativa*は、両品種ともVM0でLAIが2前後で、VM14, VM28ではLAIは約1になる(図-2)。それに対して、*O. glaberrima*はVM0で約5, VM14およびVM28で約3になる。また比葉面積、群落内の

図-3 水稻群落内の雑草乾物重の推移^{a)}

光合成有効放射量は、*O. sativa*の2品種ではほぼ同じだが、*O. glaberrima*は*O. sativa*と比較して、比葉面積は大きく、群落内の光合成有効放射量は小さく推移した。このように*O. glaberrima*は*O. sativa*に比べて光競合力に優れ、*O. sativa*の2品種間の雑草競合力の差は大きくない。その結果、*O. glaberrima*は*O. sativa*に比べて、雑草のバイオマスを約50%程度にする(図-3)。ここでは、供試された*O. sativa*が2品種のみであることから、IG10が雑草競合力に優れていることは明らかなものの、*O. glaberrima*が*O. sativa*に比べて光競合力に優れていると確実には言えない。さらに解析を続けIG10の光競合力の要因が解明されることが期待される。

(2) I R R I の Garrityらは、IR系統を中心として25品種の陸稲を供試してオヒシバ、ハマスゲを優占種とする雑草群落との競合力を検討し、その結果、発生密度が高くない場合には、収穫時の雑草の乾物重と陸稲の草丈との間に有意な相関

関係があり、発生密度が増え、高密度の場合には、その関係が判然としなくなることを報告している(表-1, 図-4)⁷⁾。また播種60日後の雑草と陸稲の各形質との間には、収穫時ほどには高い相関関係はない(表-2)。ここでは、イン

表-1 異なる雑草発生量における成熟期の陸稲の各形質と雑草乾物重との相関係数⁷⁾

年	雑草量	陸稲各形質	
		草丈	収量
1983	小(n=26)		
	雑草乾物重	-0.88**	-0.48**
1983	中(n=26)		
	雑草乾物重	-0.80**	-0.59**
1984	小(n=23)		
	雑草乾物重	-0.76**	-0.55**
1984	中(n=23)		
	雑草乾物重	-0.84**	-0.59**

*および**は各P=0.05, 0.01で有意

表-2 異なる雑草発生量における播種60日後の陸稲の各形質と雑草乾物重との相関係数⁷⁾

年	雑草量	陸稲各形質			
		草丈	乾物重	分けつ数	葉面積指数
1983	小(n=25)				
	雑草乾物重	-0.78**	-0.42*	-0.33ns	n. d.
1983	中(n=25)				
	雑草乾物重	-0.69**	-0.39*	-0.16ns	n. d.
1984	小(n=25)				
	雑草乾物重	-0.30**	-0.66**	-0.22*	-0.48**
1984	中(n=25)				
	雑草乾物重	-0.26ns	-0.50**	-0.10ns	-0.60**

*および**は各P=0.05, 0.01で有意, n. d.は数値なし

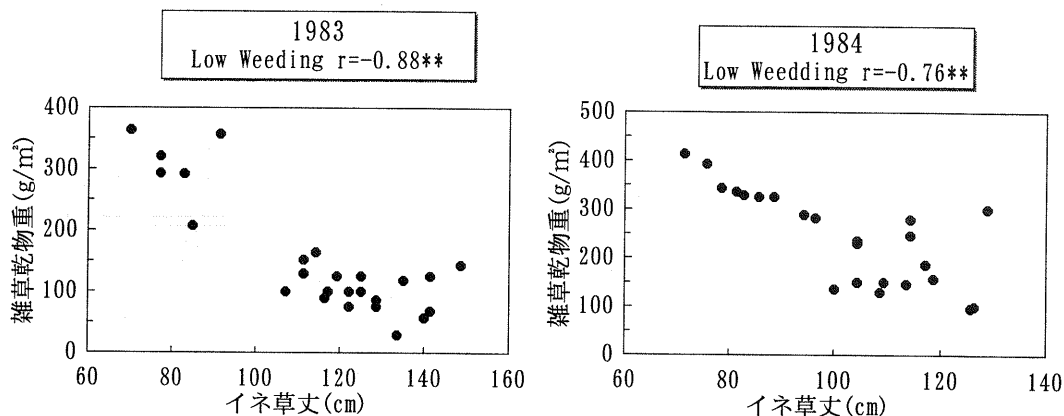


図-4 イネの草丈と群落内に発生した雑草の乾物重との関係⁹⁾

ド型品種を多く供試することによって、*O. sativa*の品種間で雑草競合力に差があることを見いだしている。しかし、雑草競合力とイネの形質との解析は、成熟期および播種60日後でしか行っていない。雑草競合力とイネの形質との関係は、成熟期の形質より、生育初期もしくは中期の形質の方が重要であろう。

(3) I R R I のNimらは、3品種を用いて播種密度を変えて直播栽培における雑草競

合力の解析を行い、雑草（カヤツリグサ科雑草が優占）の乾物重は、イネの乾物重と負の相関関係があることを報告している¹³⁾。

(4) オレゴン州立大学のRanasingheらが、イヌビエの乾物重と水稻5品種の移植4週後および成熟期の乾物重・草丈・茎数および葉面積との相関関係の解析を行い、いずれの水稻の形質も移植4週後の方が成熟期よりも相関関係が有意に高いことを報告している^{15,16)}。GarrityらやRanasingheらが報告するように、これらの相関関係は、雑草の発生密度の程度により判然としなくなる。筆者らも、コナギが非常に高密度で発生した場合には、相関関係が判然としなくなるとことを確認している。この問題については、さらなる検討が必要である。

雑草に対する水稻の競合力の品種間での差とは逆に、水稻に対する雑草の競合力の草種間差も検討されている。I R R I のCatonらは、イネ-雑草競合モデルを開発した^{1,2,3)}。このモデルは、イネの草丈に対する雑草の草丈比 (H)、

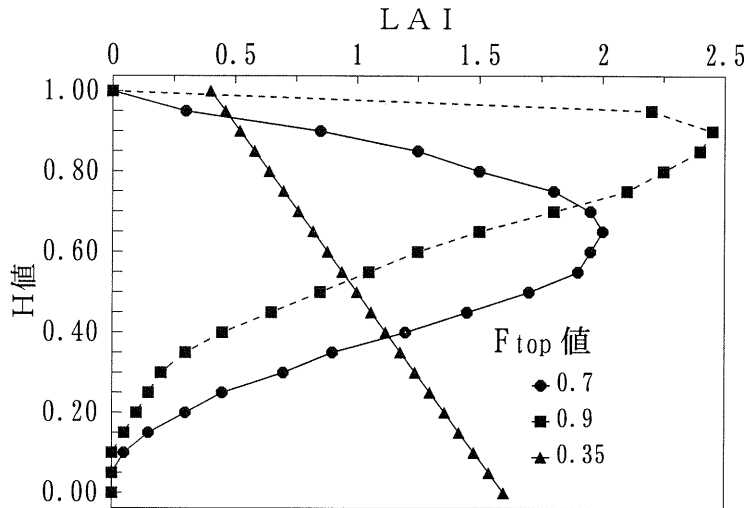


図-5 異なる群落構造をもつ雑草の層別葉面積⁴⁾

層別葉面積の分布を表す値 (F_{top} : 全ての葉面積が最上部に分布していれば1.0, 最下部に分布していれば0.0とする) および雑草の葉の角度比 (K_{leaf} : 垂直を0.0, 水平を1.0とする) からイネの収量を予測する。

このモデルを使って、種々の葉群構造をとる雑草のイネに対する競合力をモデル実験で確かめた。図に表される層別葉面積をとる3種の雑草 (F_{top} 値: 0.35, 0.70, 0.90) (図-5)は、 $F_{top}=0.35$ ではほとんど減収しないが、 $F_{top}=0.70$ および $F_{top}=0.90$ で大きく減収する ($H=1.25$, $K_{leaf}=0.60$) (図-6)。 $F_{top}=0.70$, 0.95でもHが低くなると減収は小さくなり、 $H=0.5$ では、ほとん

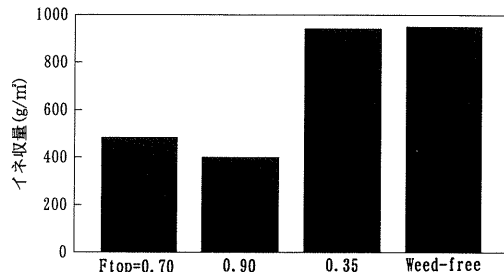


図-6 F_{top} 値が異なる雑草による水稻への雑草害 (モデル実験)⁴⁾

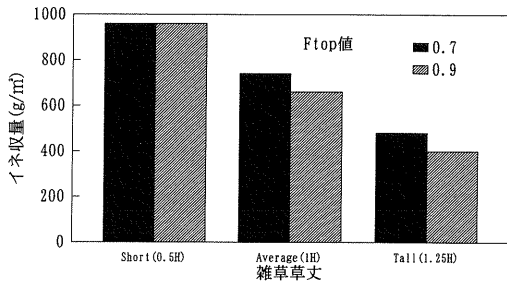


図-7 H値が異なる雑草による水稻への雑草害 (モデル実験)⁴⁾

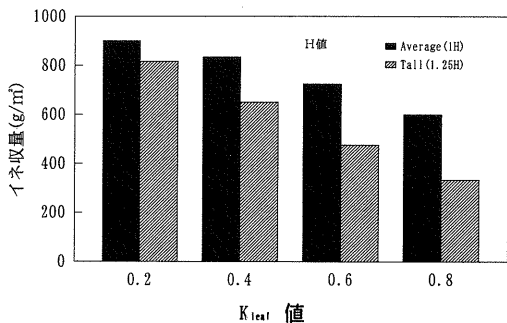


図-8 K_{leaf}値が異なる雑草による水稻への雑草害 (モデル実験)⁴⁾

ど減収しなくなる(図-7)。またK_{leaf}が、大きくなるほど減収し、その程度は、Hが大きくなるほど大きくなった(図-8)⁴⁾。雑草種を通して、水稻に対する競合力を評価しようとする試みは、大変興味深い。光競合力だけでなく、栄養競合の面からの解析も進め、雑草種の水稲競合力を明らかにすることによって、水稻に雑草害を与えない雑草種を使用した畦間マルチによる雑草制御などいろいろな可能性があると思われる。

上記のように海外での研究事例は、ほとんどがインド型品種を供試している。筆者らは、日本に広く分布する一年生広葉雑草であるコナギを供試して、草型を異にする47品種の日印型水稻の群落内での生育を圃場試験によって解析した^{9,10,11,17,**)}。その内容については、雑草研究に投稿する予定である。

橘らは、水稻6品種を用いて、発生時期の異なるタイヌビエとの競合力を検討し、水稻の草高30~40 cmにおける水稻葉面積、乾物重および群落内相対照度とタイヌビエ乾物重との間に高い相関関係があることを報告している^{18,19,20)}。

今後取り組むべき問題

上述のように、国内外で、水稻の雑草競合力に関する研究が近年行われてきているが、供試雑草がコナギやタイヌビエなどまだわずかの草種のみである。水稻の雑草競合力は雑草種や栽培条件などで変動する。筆者は雑草競合力を群落内の光強度との関係から解析しているが、この群落内の光強度に大きな影響を与える水稻の形質については、さらに十分な解析をする予定である。

水稻群落内の光合成有効放射量は1日の間に变化する。その一日の変化が与える光競合への影響を適正に評価する必要があるが、Catonらが雑草の葉身の角度から雑草種の競合力を解析したように、水稻の葉身についてもそれを適用して解析する必要があると考える。

供試雑草もタイヌビエ、コナギなどの草種だけでなく様々な草種について検討を加え、多くの雑草種を通して適用できる雑草競合力を評価するモデルを構築する必要がある。

おわりに

雑草競合力の研究は、さらに発展が期待される研究分野である。今後も多くの研究者たちにより研究が行われ、雑草競合力の優れた水稻品種の開発や既存の品種の雑草競合力を強める栽培技術の確立が望まれる。

*) Khush, G. S.: Rice varietal improvement

for weed management. (1994) [会議資料]

**) 農業研究センター・水田雑草研究室：研究成果情報関東東海平成11年度，(2000刊行予定)

引用文献

- 1) Caton, B.P., T. C. Foin and J.E. Hill:
A plant growth model for integrated weed management in direct-seeded rice: I. Development and sensitivity analyses of monoculture growth. Field Crop Research 62:129-143(1998)
- 2) Caton, B.P., T. C. Foin and J.E. Hill:
A plant growth model for integrated weed management in direct-seeded rice: II. Validation testing of water-depth effects and monoculture growth. Field Crop Research 62:145-155(1998)
- 3) Caton, B.P., T. C. Foin and J.E. Hill:
A plant growth model for integrated weed management in direct-seeded rice: III. Interspecific competition for light. Field Crop Research 63:47-61(1999)
- 4) Caton, B.P., A. M. Mortimer, T.C. Foin, J.E. Hill, K.D. Gibson and A.J. Fischer:
Weed morphology effects on competitiveness for light in direct-seeded rice. Proceedings of the 17th Asia-Pacific Weed Science Society Conference:116-120(1999)
- 5) 藤井義晴：雑草耐性イネの研究開発の現状，植調 31(4)，137-143(1997)
- 6) 藤井義晴：植物間のアレロパシーのバイオアッセイによる検定法—プラントボックス法とサンドイッチ法—，植調 33(9)，362-368(1999)
- 7) Garrity, D.P., M. Movillon and K. Moody:
Differential weed suppression ability in upland rice cultivars. Agronomy Journal 84:586-591(1992)
- 8) Johnson, D.E., M. Dingkuhn, M.P. Jones and M.C. Mahamane: The influence of rice plant type on the effect of weed competition on *O. sativa* and *O. glaberrima*. Weed Research 38:207-216(1998)
- 9) 小荒井晃・森田弘彦：コナギに対する水稻の抑制力の差の品種間差の光量子量による解析，雑草研究 44(別)，202-203(1999)
- 10) 小荒井晃・須藤 充・芝山秀次郎：水稻品種間におけるコナギとの競合性の差異，雑草研究 39(別I)，100-101(1994)
- 11) 小荒井晃・須藤 充・森田弘彦：草型を異にする水稻品種のノビエとの競合性の差異，雑草研究 40(別I)，160-161(1995)
- 12) Moorthy, B.T.S.: Crop-weed competition in short-duration varieties of rice (*O. sativa*) under dry-sown and wet-sown conditions. Indian Journal of Agricultural Science 66:234-236(1996)
- 13) Nim, H., K. Moody, R. P. Robles, E. C. Paller Jr., J.S. Lales and W.C. Cosico:
Rice (*O. sativa*) plant traits conferring competitive ability against weeds. Proceeding of Northeast Asian Area Weed Science Symposium of China, Korea and Japan:15-20(1996)
- 14) Noguchi, K. and W.M. D. Wasala: Comparison of growth characteristics among early maturing rice varieties in Sri Lanka. 雑草研究 34(別)，21-22(1989)
- 15) Ranasinghe, L.L., and G.D. Crabtree:

- Effects of delaying starter fertilizer application on rice (*O. sativa*)-barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) competition. Proceedings of the 17th Asia-Pacific Weed Science Society Conference: 83-88(1999)
- 16) Ranasinghe, L. L., and G. D. Crabtree: Plant characteristics associated with rice (*O. sativa*)-barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) competition. Proceedings of the 17th Asia-Pacific Weed Science Society Conference: 99-104(1999)
- 17) 須藤 充・小荒井晃・赤間芳洋: 水稻品種のコナギ(一年生広葉雑草)に対する競合性, 育種学雑誌 44(別I), 161(1994)
- 18) 橘雅明・伊藤一幸・内野彰・汪光熙: 寒冷地における水稻の草型の差異とタイヌビエの生育量, 雑草研究 42(別I), 180-181(1997)
- 19) 橘雅明・渡邊寛明: 水稻品種の草型の差異が発生時期の異なるタイヌビエの生育に及ぼす影響, 雑草研究 43(別), 54-55(1998)
- 20) 橘雅明・渡邊寛明・内野彰・古原洋: タイヌビエ生育量を抑制する水稻草型形質の時期別解析, 雑草研究 44(別), 200-201(1999)
- 21) 高橋昌一: 巻頭言 耐雑草性(1), 植調 27(6), 220(1993)
- 22) 高橋昌一: 巻頭言 耐雑草性(2), 植調 31(4), 135(1997)
- 23) 高橋昌一: 巻頭言 耐雑草性(3), 植調 33(4), 130(1999)
- 24) 與語靖弘: 除草剤耐性作物について, 植調 31(5), 178-187(1997)
- 25) Yoneyama, K., Y. Takeuchi, M. Ogasawara, M. Konnai, Y. Sugimoto and T. Sassa: Cotylenins and fusicoccins stimulate seed germination of *Striga hermonthica* (Del.) Benth and *Orobancha minor* Smith. Journal of Agricultural and Food Chemistry 46, 1583-1586(1998)
- 26) Yoneyama, K., M. Ogasawara, Y. Takeuchi, M. Konnai, Y. Sugimoto, H. Seto and S. Yoshida: Effect of jasmonates and related compounds on seed germination of *Orobancha minor* Smith and *Striga hermonthica* (Del.) Benth. Bioscience Biotechnology and Biochemistry 62, 1448-1450, (1998)

最新 除草剤・生育調節剤解説 1998年版

企画・編集／財団法人 日本植物調節剤研究協会
B5判 285頁 本体5,000円(税別)

ジャンボ剤、フロアブル剤、1キロ粒剤など最近の水田除草剤16剤。畑地・非農耕地除草剤5剤。水稻倒伏軽減剤1剤について、特長、使い方、性質、試験成績などを解説。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
Tel.03-3833-1821 Fax.03-3833-1665