

異種ゲノムの形質導入をした栽培イネ後代系統の農業形質変異

升水知佳¹⁾・児玉裕也・北ノ蘭涼一・井手一夫・稲崎 新・梶 亮太²⁾・小川紹文

宮崎大学農学部植物生産科学講座, ¹⁾ 株式会社 ウチムラ, ²⁾ 九州沖縄農業研究センター

(2007年1月29日 受理)

Variation of agronomic characters of introgression lines carrying wild rice, *Oryza officinalis* (C genome), traits in cultivated rice (*O. sativa*, A genome) background

Chika MASUMIZU¹⁾, Hiroya KODAMA, Ryoichi KITANOSONO, Kazuo IDE, Arata INAZAKI, Ryota KAJI²⁾, Tsugufumi OGAWA

Division of Plant Production Science, Faculty of Agriculture, University of Miyazaki

¹⁾ UCHIMURA Corporation

²⁾ National Agriculture Research Center for Kyushu Okinawa Region

Summary : In order to develop a rice with high amount of biomass, the variation of the agronomic characters in the progenies (F₄) from the cross between cultivated rices, *O. sativa* (A genome) and a wild rice, *O. officinalis* (C genome) (Norin 29 (4n)/*O. officinalis*//Koshihikari) was investigated.

Fourteen percent lines of the progenies showed spread plant type as well as 12 % lines of the progenies showed resistance to bacterial blight pathogen as those of the wild rice. The results indicate that these line of the progenies at least carry the chromosome segment in the wild rice.

Regarding agronomic characters, a large number of the progenies indicate much top dry weight and straw weight compared with those of parents or control varieties, such as Akenohoshi, Kusanohoshi and Hoshiyutaka etc. On the other hand, the size of grain in almost of the progenies was similar to those of the cultivated varieties, while some lines of the progenies showed much variation in heading date and plant type.

As the result, it is suggested that there is a high possibility of getting a new rice with much biomass compared with that of the present cultivated rice from this breeding method.

Key words : Rice, *O. officinalis*, Introgression line, Agronomic character, Biomass

緒言

わが国の放棄水田面積は、過剰在庫米の増加に伴う減反政策や米価低迷、高齢化、後継者不足などが原因で1970年代以降増加し、2000年農林業センサスの調査によると、8.4万haを上回っている(農林水産省 2000)。長年放置された水田を復田

するのは、大きな労力とコストが必要である。従って、長期的な視点では食糧不足の可能性も考えられることから、放棄された水田を維持しておくことが望ましい。

水田を維持・利用する一つの方法として水田作物によるバイオマス生産がある。バイオマスの利

活用の推進は、二酸化炭素の発生の抑制による地球温暖化の防止や循環型社会の形成に資するものとして期待されている(農林水産省 2005)。また、排水困難な水田では、水田作物、例えばイネによるバイオマス生産が有効である。

わが国のイネ品種改良においては、飼料イネ育成を目的として、栽培イネ間の交配により収量や稲体のバイオマスを増加させた新品种が開発されている(篠田ら 1989, 春原ら 2003)。しかし、野生イネの遺伝子を導入して栽培イネのバイオマスを増加させる試みはなされていない。

野生イネは栽培イネが選抜の過程で失ってきた耐病性、耐虫性や各種ストレス耐性に関与する遺伝子を保持していると考えられており、様々な新品种の育成に利用されてきた。例えば、国際イネ研究所(IRRI, フィリピン)において、一年生型のAゲノム野生種*O. rufipogon*の1系統からgrassy stunt virusの抵抗性遺伝子が同定され(Ling *et al.* 1970)、栽培イネとの交配によって「IR28」、 「IR29」そして「IR30」などの改良品種が生まれた(Khush *et al.* 1977)。これは野生イネの有用遺伝子を導入した最初の例である。また、BCゲノムを持つ*O. minuta*から白葉枯病抵抗性遺伝子やいもち病抵抗性遺伝子が、栽培イネに導入された(Amante-Bordeos *et al.* 1992)。このように、病害虫抵抗性遺伝子に着目し野生イネの遺伝子が栽培種に導入された事例は多い。一方、野生イネの遺伝子を導入することで収量が向上した例として、*O. officinalis* (CC) の遺伝子を導入した例がある(Jena and Khush 1984)。この研究で得られた後代系統が、1987年の試験で雨期・乾期を通じて最高収量をあげたという報告がある(IRRI 1988)。しかし、稲体のバイオマスの増大を意図して品種が開発されたことはなく、また報告も見られない。バイオマスのような多数の遺伝子が関与している量的形質の改良は、病害虫抵抗性遺伝子のような単一の遺伝子を組み換えるバイオテクノロジー技術では困難であり、多量の遺伝子を入れる必要がある。

本報では、従来の交配育種法を用いて野生イネ*O. officinalis* (Cゲノム) の遺伝子(染色体断片)を栽培イネに導入し、稲体のバイオマスが増大した系統を得る可能性を検討した。

まず、栽培イネの草型は直立性であり、また、白葉枯病に対して感受性であることから、戻交配後代系統の草型および白葉枯病抵抗性を調査して、野生イネの形質が導入された系統があるかどうかを確認した。そして、Cゲノム野生種を栽培イネと交配して得た後代系統について、農業形質にどのような変異が生じているかを解析し、バイオマスを増大した系統が得られる可能性があるかどうかを検討した。

材料および方法

1. 系統(WL)の育成過程

交配親である四倍性「農林29号」は農林生物資源研究所ジーンバンクから、また*O. officinalis*系統はIRRIから導入した。

1992年に、四倍性「農林29号」と*O. officinalis* (WR394, WR376)との交配を行い、交配数374穎花の内、6つの不完全粒が得られた。その後、これらの不完全粒は胚培養して4個体のF₁個体が得られ、そのうちの3個体が成植物となった。翌年にF₁個体をポットで養成し、「コシヒカリ」と交配してBC₁F₁種子を得た。1994年にBC₁F₁個体をポットで養成し、1995年にBC₁F₂個体、1996年にBC₁F₃系統を養成し、得られた種子(BC₁F₄)は低温貯蔵した(小川ら 未発表)。これらBC₁F₄系統種子を、2005年に戻交配後代系統(WL)として試験に供試した。

2. 系統(WL)養成

WL系統(392系統)と比較品種(8品種)は種子消毒を行った後、1~2日室温で催芽させ、系統ごとに苗箱に播種した。播種は4月28日に行った。育苗は、ビニルハウス内で行い、移植前37日(5月9日)に自然状態に移した。播種後48日目(6月15日)に、宮崎大学農学部附属自然共生フィールド科学教育研究センター・木花フィールド内東水田に1株1本植えて移植した(1系統:1列23~27株、行間30cm×株間15cm)。なお、基肥として10a当たりに鶏糞(だるま有機、窒素3%, 燐酸7%, 加里3%, 石灰15%, 苦土1.6%, 児湯養鶏農業協同組合)を92kg、高度複合肥料552(窒素15%, 燐酸15%, 加里13%, 株式会社アグロメイト)を39kg施用した。

3. 農業形質調査

WL全392系統については、出穂調査および立毛観察を実施した。また、立毛観察で選抜した93系統について、成熟期に各系統5株を収穫し、約1ヶ月間自然乾燥させた後、地上部全重、穂重、穂数、稈長、穂長、1穂籾数、粒重(籾)および粒形を測定した。各特性の調査方法は以下の通りである。

出穂・立毛調査: 移植後35日目からWL全系統(比較品種含む)について出穂調査を行い、系統ごとに出穂開始日を調査するとともに、全個体の10%が出穂した日を出穂始、50%が出穂した日を出穂期および80%が出穂した日を出穂揃とした。また、移植日から出穂開始日までの日数を出穂開始日数、移植日から出穂揃までの日数を出穂揃日数および出穂開始日数と出穂揃日数との平均値を平均出穂日数とした。また、出穂開始日から出穂揃までの日数を出穂期間とした。さらに、草型、特に株の開張性を立毛で調査した。

地上部全重: 各系統について、収穫した5株の重さを測定した。5株収穫できなかった数系統に関しては、収穫した全株の重さを5株の重さに換算した。

穂重: 各系統について、収穫した5株の穂の重さを測定し、地上部全重と同様に、5株収穫できなかった数系統に関しては5株の重さに換算した。なお、地上部全重から穂重を差し引いた値をわら重(g/5株)とした。

穂数: 各系統の株ごとの穂数を数え、1株あたりの平均穂数を算出した。

稈長: 各系統について、収穫した全個体中の最長稈の刈り際から穂首までの長さ(cm)を測定した。

穂長: 稈長を測定した稈の穂首から穂の先端までの長さ(cm)を測定した。

1穂籾数: 穂長を測定した穂の籾数を数えた。

千粒重(籾): 各系統について登熟した百粒(籾)の重さを測定し、千粒重に換算した。

粒形: 各系統10粒についての籾の長さ、幅および厚さを測定した。籾長および籾幅は、写真引き伸ばし機(Fujimoto Photo Industry 90M-S)を使用して、10倍に拡大し測定した。籾厚はDial Thickness Gauge(Ozaki MFG Co. LTD)を用いて測定した。得られた測定値の平均をその系統の代表値(mm)とした。

4. 白葉枯病抵抗性検定

WL392系統について白葉枯病抵抗性を圃場で接種検定した。接種に供した日本産イネ白葉枯病菌レースIB(T7156)は、農業生物資源研究所から分譲された。菌株は、西山(1977)の凍結保存法により-30°Cで貯蔵した後、脇本(1955)のジャガイモ半合成培地で、28°C、2日間培養し、蒸留水500ccを加えて接種源とした。接種は、移植後44日目に行い、接種法はKauffmann *et al.* (1973)の剪葉接種法を用いた。すなわち、上位葉5~10cmのところに菌液を付けたハサミで剪葉して接種した。1系統あたり1株ずつ接種し、接種後14日目に病斑の伸長程度により抵抗性の判定を行った。

結果

1. WL系統における開張型および白葉枯病抵抗性系統の出現頻度

WL系統の草型を立毛で調査し、株の開張程度によって分類したところ、栽培イネの特徴である直立型は338系統(86.2%)、供試した*O. officinalis*の特徴である開張型は25系統(6.4%)、中間型は27系統(6.9%)、1系統中に両型の個体が存在する分離系統は2系統(0.5%)であった。「コシヒカリ」および「農林29号」のもつ直立型以外の特徴が見られた系統は、全体の約14%出現した。

WL系統の白葉枯病抵抗性は、親品種である「コシヒカリ」、「農林29号」、WR376(*O. officinalis*)およびWR394(*O. officinalis*)の病斑伸長程度と比較して判定した。「コシヒカリ」および「農林29号」は病斑が時間とともに伸長し、止まることなく伸展した(感受性)。一方、WR376およびWR394は病斑の伸展が5cm程度で止まり、病斑の周囲に褐変が生じた(抵抗性)。白葉枯病に対して感受性である「コシヒカリ」および「農林29号」と同程度の病斑伸長を示す系統をS(感受性)とし、抵抗性をもつWR376およびWR394と同程度以下の短い病斑伸長を示す系統をR(抵抗性)とし、その中間の抵抗性を示す系統をM(中度抵抗性)とした。また、褐変反応を伴う抵抗性をR^B、褐変反応を伴う中度抵抗性をM^Bとした。検定の結果、Sは345系統(88.0%)、Mは1系統(0.3%)、M^Bは33系統(8.4%)、R^Bは10系統(2.6%)、Rは

3系統(0.8%)出現した。この内、抵抗性(R, R^B, MおよびM^B)を示す系統は全体の約12%であった。

2. WL選抜系統における農業形質の変異

WL系統の育苗期間は少雨多照で、苗の生育は順調であったが、梅雨入りは遅く(6月11日)、少雨状態が続いたため、移植はやや遅れ気味となった(6月15日)。その結果、育苗期間が長くなり(48日)、早生系統では不時出穂が観察された。6月は記録的な少雨状態であったが、7月に入ると梅雨前線の停滞により降雨もあった。8月も少雨状態が続いたが、6、7、8月と多照状態が続いたため、本田での生育は順調に経過した。しかし、9月5、6日に台風14号の襲来により、この時期前後に出穂した個体・系統は白穂が発生し、ほとんど稔実しなかった。また、台風により倒伏する系統が多く、系統の耐倒伏性の評価は行うことができなかった。

WL系統の開花期および成熟期における立毛観察により、バイオマスが増大していると推測した93系統を選抜し、出穂日数、地上部全重、穂重、穂数、稈長、穂長、1穂穂数、千粒重(籾)および粒形を調査して、多収品種(主に飼料イネ品種・系統)と比較することによって、野生イネ形質導入系統のバイオマスの増大変異を分析した。

まず、地上部全重においては、比較品種よりも

重いWL系統が多数存在した。WL系統の全重は211g~509gの間に分布し(比較品種:237g~301g)、比較品種の中で最も重かった「農林29号」(301g)よりも重い数値を示したWL系統は93系統中に48系統存在し、全体の52%に及んだ(Fig. 1)。また、比較品種に比べて全重および穂重双方が重い系統は22系統(24%)存在し(Fig. 1)、比較品種に比べて全重およびわら重双方が重い系統は37系統(40%)存在した(Fig. 2)。ただし、全重と穂数の間には、相関($r=0.567^{**}$)が認められた(Fig. 3)。

穂重においては、WL系統は85.3g~296.0gの間に分布し(比較品種:102.8g~160.3g)、比較品種の中で最も重かった「農林29号」(160.3g)よりも高い数値を示したWL系統は93系統中に25系統存在し、全体の27%に及んだ(Fig. 1)。また、穂重は地上部全重との間に相関が認められ($r=0.554^{**}$)、穂数との間にも相関($r=0.601^{**}$)が認められた(Fig. 4)。

わら重において、比較品種よりも重い系統が多数存在した(Fig. 2)。WL系統のわら重は82.6g~329.5gの間に分布し(比較品種:117.9g~161.5g)、比較品種の中で最も重かった「ホシユタカ」(161.5g)よりも高い数値を示したWL系統は93系統中に41系統存在し、全体の44%に及んだ(Fig. 2)。また、わら重は地上部全重との間にかなり高い相関が認められたが($r=0.838^{**}$)、穂数との

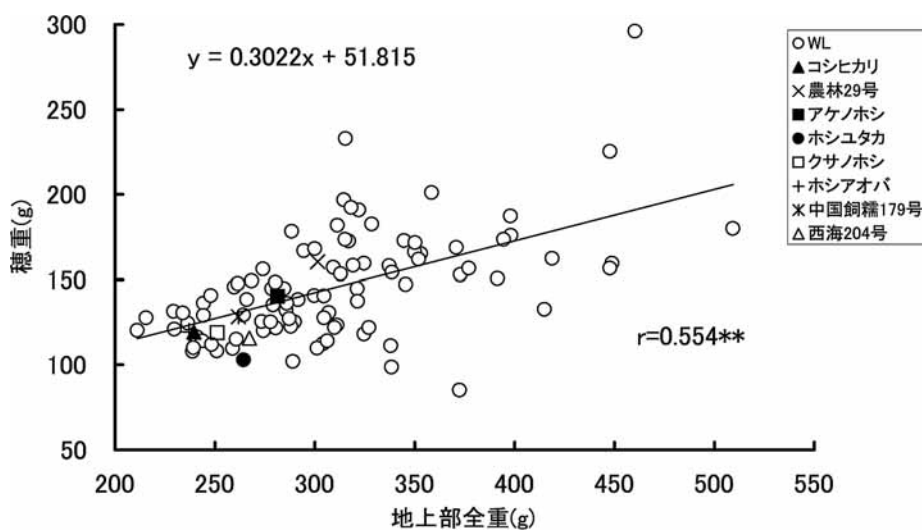


Fig. 1. Relationship between the top dry weight and the panicle weight in the selected line of the progenies (F₄:WL) from the cross (Norin 29 (4n)/*O. officinalis*/Koshihikari).

** : 1%水準で有意差あり。

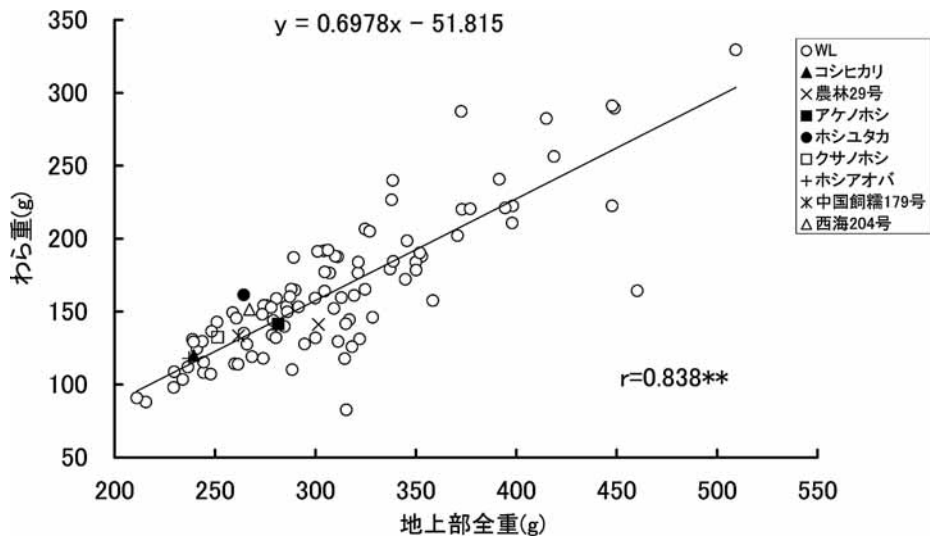


Fig. 2. Relationship between the top dry weight and the straw weight in the selected line of the progenies (F_4 : WL) from the cross (Norin 29 (4n)/*O. officinalis*//Koshihikari).
 **: 1%水準で有意差あり.

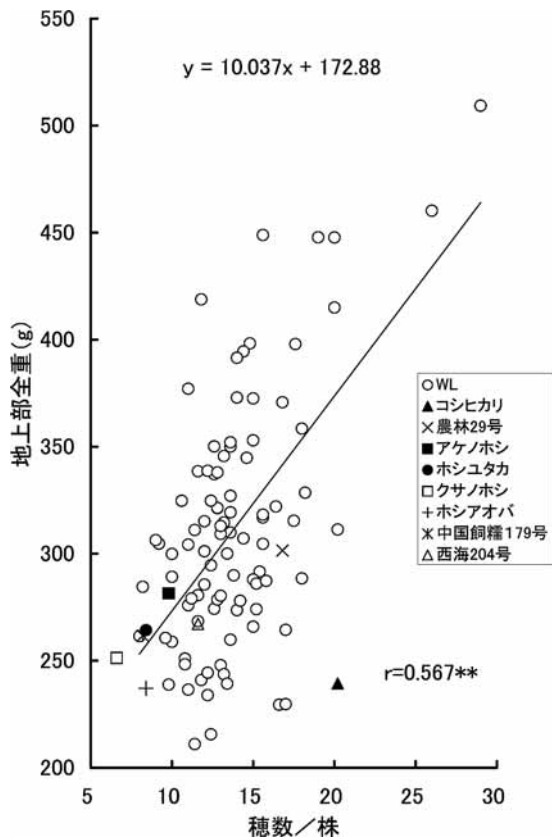


Fig. 3. Relationship between the number of panicles and the top dry weight in the selected line of the progenies (F_4 : WL) from the cross (Norin 29 (4n)/*O. officinalis*//Koshihikari).
 **: 1%水準で有意差あり.

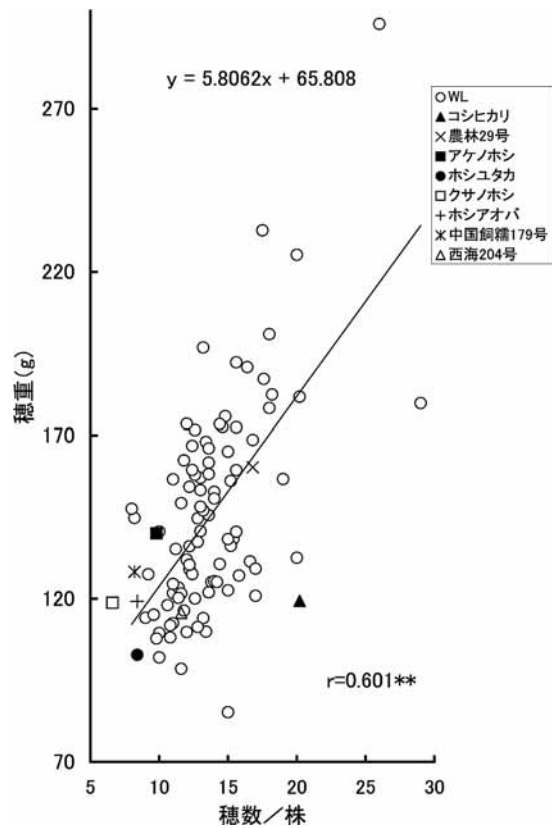


Fig. 4. Relationship between the number of panicles and the panicle weight in the selected line of the progenies (F_4 : WL) from the cross (Norin 29 (4n)/*O. officinalis*//Koshihikari).
 **: 1%水準で有意差あり.

間には弱い相関 ($r = 0.287^{**}$) しか認められなかった (Fig. 5).

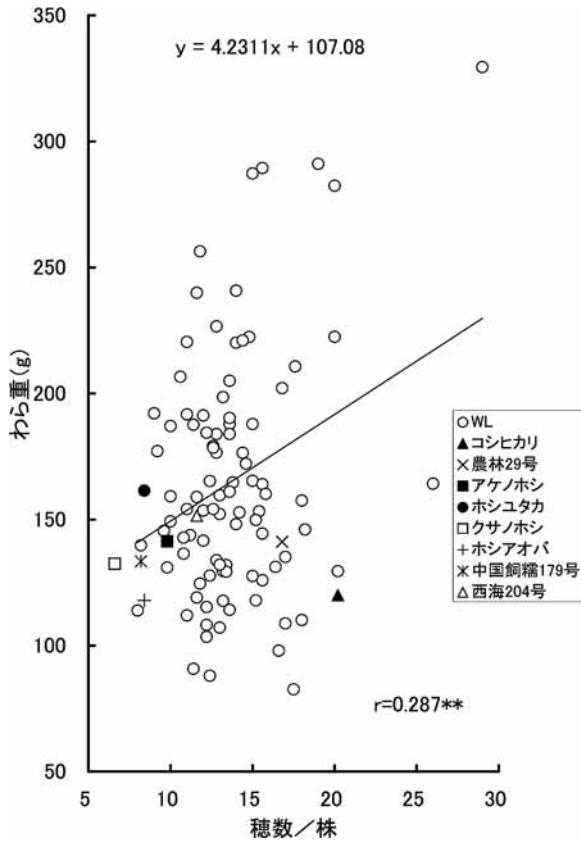


Fig. 5. Relationship between the number of panicle and the straw weight in the selected line of the progenies (F_4 : WL) from the cross (Norin 29 (4n)/*O. officinalis*//Koshihikari).
** : 1%水準で有意差あり.

稈長においては、比較品種よりも長い系統が多数存在した。WL系統の稈長は65 cm ~ 125 cmの間に分布し (比較品種 : 67 cm ~ 83 cm), 比較品種の中で最も長かった「西海204号」および「ホシアオバ」(83 cm)よりも高い数値を示したWL系統は93系統中に60系統存在し、全体の65%に及んだ (Fig. 6).

穂長においては、WL系統は16.2 cm ~ 30.3 cmの間に分布し (比較品種 : 19.8 cm ~ 25.3 cm), 比較品種の中で最も長かった「中国飼糯179号」(25.3 cm)よりも高い数値を示したWL系統は93系統中に16系統存在し、全体の17%に及んだ。比較品種に比べて稈長が長く、且つ穂長が長い系統は11系統 (12%) 存在した。また、稈長と穂長の間には有意な相関が認められなかった (Fig. 6).

1穂粒数においては、WL系統は120粒 ~ 403粒の間に分布し (比較品種 : 106粒 ~ 283粒), 比較品種の中で最も多かった「アケノホシ」(283粒)よりも高い数値を示したWL系統は93系統中に16系統存在し、全体の17%に及んだ (Fig. 7)。また、穂長と1穂粒数の間には相関が認められた ($r = 0.505^{**}$)。

千粒重 (粒) においては、WL系統は14.3 g ~ 28.1 gの間に分布し (比較品種 : 21.7 g ~ 36.1 g), 比較品種の中で最も重かった「ホシアオバ」(36.1 g)よりも高い数値を示したWL系統はなかった。また、1穂粒数と千粒重 (粒)の間には、弱い負の相関しか認められなかった ($r = -0.234^*$)。

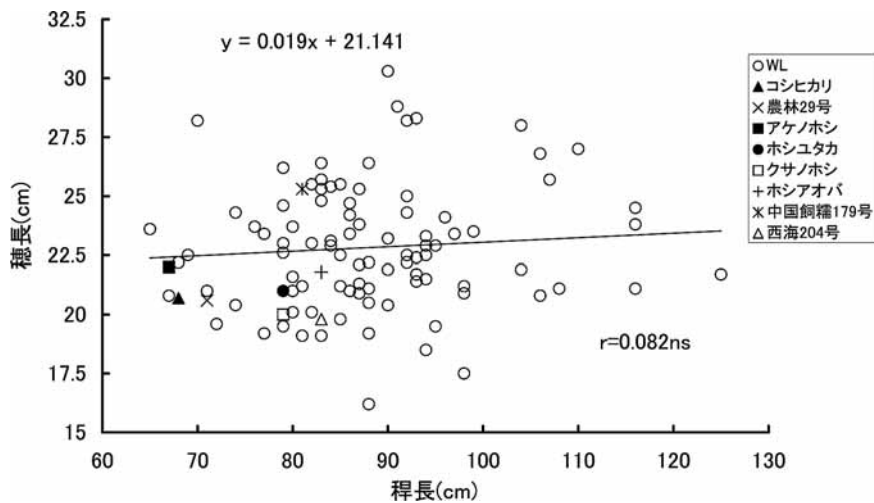


Fig. 6. Relationship between the plant height and the culm length in the selected line of the progenies (F_4 : WL) from the cross (Norin 29 (4n)/*O. officinalis*//Koshihikari).
ns : 有意差なし.

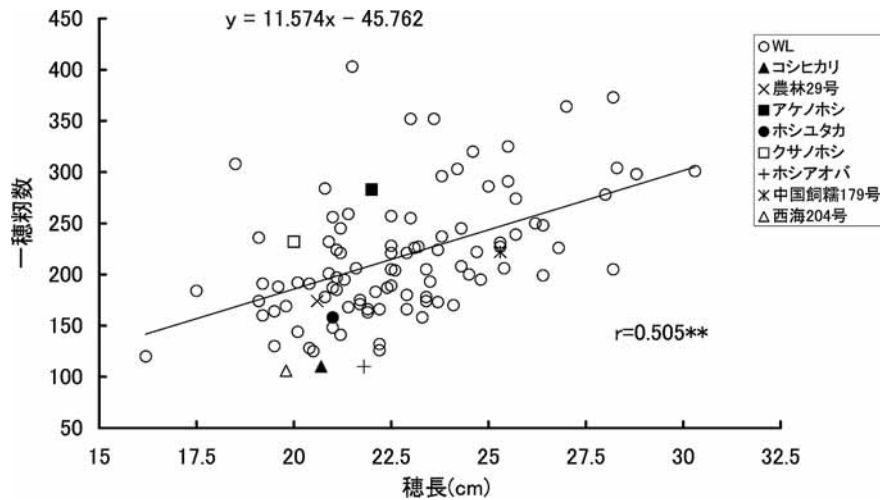


Fig. 7. Relationship between the panicle length and the number of grains per panicle weight in the selected line of the progenies (F₄:WL) from the cross (Norin 29 (4n)/*O. officinalis*//Koshihikari).

** : 1%水準で有意差あり.

粒形に関して、WL系統は栽培イネ親品種、「農林29号」および「コシヒカリ」と比較してやや長粒化する傾向にあったが、粒幅はあまり変わらないか、やや細くなる傾向にあった。結果として、粒大（粒長と粒幅の積）は栽培イネ親品種よりやや大きい系統が多かった。しかし、「ホシアオバ」および「西海204号」より大きい粒大のWL系統はほとんどなかった。WL系統の粒長は平均7.4 mmであり、「農林29号」（7.2 mm）より0.2 mm、「コシヒカリ」より0.3 mm長かった。また、WL系統の粒幅は「農林29号」と同じ平均3.2 mmであり、「コシヒカリ」より0.1 mm細かった。さらに、WL系統の粒大は平均23.7 mm²であり、「農林29号」（23.0 mm²）より0.6 mm²大きく、「コシヒカリ」（23.43 mm²）より0.3 mm²大きかった。粒大が最も大きかった比較品種「ホシアオバ」（30.0 mm²）より大きい系統は1系統（30.4 mm²）しかなかった。なお、野生イネ交配親であるWR376 (*O. officinalis*) の粒長は5.1 mm、粒幅は2.3 mmであり、栽培イネ比較品種およびWL系統と比較して極小粒であるが、野生イネ類似の小粒系統はWL系統には出現しなかった。また、比較品種のうち「ホシアオバ」、「クサノホシ」および「西海204号」は大粒であり、「ホシユタカ」はインド型のような細粒であったが、「アケノホシ」および「中国飼糧179号」は一般的な実用品種である「コシヒカリ」や「農林29号」と

類似の粒形であった。

平均出穂日数（出穂期）において、WL系統は変異が大きく、極早生～極晩生までの広範囲に広がっていた。すなわち、WL系統は39日～75日（比較品種：40日～73日）の間に分布した。出穂日数と全重の間には有意な相関が認められなかった。一方、出穂日数とわら重の間には弱い相関 ($r = 0.339^{**}$) が見られ、出穂日数と穂重の間には弱い負の相関 ($r = -0.303^{**}$) が見られた。また、WL系統の出穂期間は3日間～39日間と幅広く分布していた。比較品種の出穂期間が2日～8日の間に分布していたことから、8日を系統が固定している出穂期間の許容範囲とし、出穂期間が9日以上に及ぶ系統は遺伝子型が分離していると推定すると、選抜93系統の内、分離したと推定される系統の出現頻度は75%であった。

考 察

野生イネは栽培イネが失った有用遺伝子を保持しており、その利用価値は高い。本報では野生イネの形質に着目し、その遺伝子を栽培イネに導入することでバイオマスが増大した系統を開発することが可能かどうかを検討した。現代のバイオテクノロジー技術として、アグロバクテリウム法やパーティクルガン法等の遺伝子組換え技術が挙げられる。これは種の壁を越えて、ある特定の遺伝子のみを導入するものであり、単一の遺伝子によっ

て支配される病害虫抵抗性や除草剤耐性の導入に現段階では限られている。植物体のバイオマスは稈の長さや太さ、穂数、1穂粒数、粒の大きさ等、多数の形質つまり多数の遺伝子によって支配されている。従って、バイオマスの増大に關与する多量の遺伝子の導入には、現在の遺伝子組み換えの手法では限界がある。

従って、本報では野生イネの染色体断片を栽培イネに導入する手法として、交配育種法を採用した。交配育種にも様々な手法があるが、本研究では栽培イネとは遠縁の野生イネの染色体断片を、栽培イネに効率的に導入するためにSears (1956)の方法を応用した。この手法はイネの育種においても行われており、この手法によって、栽培イネとは遠縁の野生種、*O. officinalis* (CC)、*O. australiensis* (EE)あるいは*O. brachyantha* (FF)、から異種ゲノムが導入された。これにより、*O. officinalis*から、トビイロウンカおよびセジロウンカに対する抵抗性遺伝子が、*O. australiensis*から、トビイロウンカおよび白葉枯病に対する抵抗性遺伝子が、*O. brachyantha*から、白葉枯病抵抗性遺伝子が栽培イネに導入された (Jena and Khush 1990, Multani *et al.* 1994, Brar *et al.* 1996)。

本報においても異種ゲノムを1つもF₁ (AAC)を作り、その後の栽培種 (Aゲノム) との戻交配によって、野生イネ (Cゲノム) の染色体断片をAゲノムの染色体の一部に置換させることを試みた。また、F₁ (AAC) を効率的に得るために栽培イネの交配親として四倍性の「農林29号」を使用した。

栽培イネの交配親である「コシヒカリ」および「農林29号」の株は、分けつが開かず直立している。これは、直立型が多肥条件で多収を見込める草型として選抜されてきた結果である。一方、野生イネの交配親である*O. officinalis*の株は分けつが開く開張型である。開張型は、地際に沿って生育する特性に基づくものであり、野生イネの大きな特徴である。WL系統の草型は、392系統中、338系統は直立型、25系統は開張型、27系統は中間型、2系統は分離系統 (1系統中に両型の個体が存在している) であった。従って、少なくとも約14%の系統について野生イネ*O. officinalis*の遺伝子が導入されていると推定できた。

栽培イネの親系統である「農林29号」および「コシヒカリ」は供試した日本産イネ白葉枯病菌

レースIB (T7156) に対して感受性を示した。一方、野生イネの親系統である*O. officinalis*は同菌レースに対して褐変を伴う抵抗性を示した。WL系統の白葉枯病に対する反応は、392系統中、3系統は抵抗性、10系統は褐変反応を伴う抵抗性、1系統は中度抵抗性、33系統は褐変反応を伴う中度抵抗性、345系統は感受性を示した。従って、少なくとも約12%の系統について野生イネ*O. officinalis*の遺伝子が導入されていると推定できた。

わが国において現在多収および乾物増大を意図して育成されたものは、多用途利用できる多収イネあるいは飼料イネに限られている。そこで、本研究では戻交配後代系統 (WL) の比較品種として、多収イネや飼料イネを用いた。1981年に始まった超多収プロジェクトでは、外国イネの遺伝子を導入し、草型の改良、シンクサイズの拡大により超多収品種の育成が図られた。その結果、多くの多収品種が育成され、強稈で極めて1穂粒数の多い「アケノホシ」や、茎葉を含む地上部乾物重の大きい「ホシユタカ」が育成された。1999年から農林水産省が開始したイネホールクロップサイレージ用品種の開発研究によって、「クサユタカ」、「ホシアオバ」、「クサノホシ」、「クサホナミ」、「夢あおば」、「中国飼糯179号」、「ニシアオバ (西海204号)」等がホールクロップサイレージ用飼料イネ品種として各地で育成された。

選抜したWL93系統の農業形質を調査したところ、地上部全重が最も重かった「農林29号」よりも重い系統は48系統 (52%) 存在した。そのうち、穂重とわら重の双方が比較品種より重い系統は13系統 (14%) 存在した。地上部全重とわら重の相関係数は0.838**と高かった。また、比較品種に比べて全重とわら重の双方が重い系統は37系統 (40%) 存在し、比較品種に比べて全重と穂重の双方が重い系統は22系統 (24%) 存在した。これらのことから、「農林29号」より地上部全重が重かった系統については、同品種との全重の差が、わら重の差に起因するところが大きいと推定された。ただし、全重、穂重およびわら重は1株穂数との間に相関が見られたことから、穂数の多少が地上部全重の変異に影響している可能性がある。

出穂期間をもとに、分離したと推定した系統の出現頻度は75%であり、これについてはさらに個体選抜を繰り返す、固定化を図る必要がある。

以上のように、草型の立毛調査と白葉枯病抵抗性検定の結果から、栽培イネと野生イネの戻交配後代系統WLに異種ゲノム野生種*O. officinalis*の遺伝子が導入されている系統があることを確認できたことから、本手法によって野生イネの形質を栽培イネに導入できることが立証された。調査したWL系統は、比較品種よりも地上部全重の大きい系統が多数存在し、またバイオマスに關与する農業形質に大きなプラスの変異が見られたことから、野生イネの形質導入により飼料イネおよびバイオマスを増大した品種が開発できる可能性が高い。

要約

異種ゲノムをもつ野生イネ (*O. officinalis*) の遺伝子を栽培イネに導入するため、この野生種と栽培イネを交配した後代系統を育成し、後代系統の農業形質変異を分析した。

後代系統 (WL) の株の開張性について、栽培イネの特徴である直立型以外の形質を示す系統の出現率は14%であったことから、少なくとも全体の約14%の系統には野生イネの遺伝子が導入されていた。また、白葉枯病抵抗性について、供試した白葉枯病菌に対して抵抗性を示した系統は全体の約12%であったことから、少なくとも全体の約12%の系統には野生イネの遺伝子が導入されていた。

WL系統には比較品種に比べて地上部全重の重いものが多数存在していた。また、わら重が重いものが多数存在したことから、あるいは粒大が普通品種並みであったことから、子実よりも茎葉部の充実によってバイオマスが増大している傾向にあった。WL系統は比較品種より稈長が長いものが多く、今後は耐倒伏性評価が必要である。また、系統内で出穂期の変異が大きいものがあり、分離している可能性があるため、これについては個体選抜がさらに必要である。

後代系統 (WL) にはバイオマスに關与する農業形質に大きなプラスの変異があったことから、本手法による野生イネの形質導入によって、バイオマス増大系統を開発できる可能性があることが示唆される。

キーワード: イネ, 栽培イネ, *O. officinalis*, 形質導入, バイオマス

謝辞

本研究を実施するに当たり、圃場栽培において水田管理の労をとっていただいた農学部付属自然共生フィールド科学教育研究センター木花フィールド (農場) 蔭東清一技官に深く謝意を表す。また、材料の養成に当たり協力頂いた当講座作物学教育研究分野の教員、院生および専攻生諸氏に謝意を表す。

引用文献

- Amante-Bordeos, A., L. A. Sitch, R. Nelson, R. D. Dalmacio, N. P. Oliva, H. Aswidinnoor and H. Leung (1992) Transfer of bacterial blight and blast resistance from the tetraploid wild rice *Oryza minuta* to cultivated rice, *Oryza sativa*. *Theor. Appl. Genet.* **84**, 345-354.
- Brar, D. S., R. Dalmacio, R. Elloran, R. Aggarwal, R. Angeles, and G. S. Khush (1996) Gene transfer and molecular characterization of intro-gression from wild *Oryza* species into rice. *Rice Genetics* III, 477-486.
- IRRI (1988) 1987 Annual Report. IRRI, Manila, Philippines, p. 640.
- Jena, K. K. and G. S. Khush (1984) Embryo rescue of interspecific hybrids and its scope in rice improvement. *Rice Genet. Newsl.* **1**, 133-134.
- Jena, K. K. and G. S. Khush (1990) Introgression of genes from *Oryza officinalis* Well ex Watt to cultivated rice, *O. sativa* L. *Theor. Appl. Genet.* **80**, 737-745.
- Kauffmann, H. E., A. P. K. Reddy, S. P. Y. Hsieh and S. D. Merca (1973) An improved technique for evaluating resistance of rice varieties to *Xanthomonas oryzae*. *Plant Disease Rep.* **57**, 537-541.
- Khush, G. S., K. C. Ling, R. C. Aquino and V. M. Aquiero (1977) Breeding for resistance to grassy stunt in rice. *Plant Breeding Papers* **1** [4], 3-9.
- Ling, K. C., V. M. Aquiero and S. H. Lee (1970) A mass screening method for testing resistance to grassy stunt disease of rice. *Plant Disease Rep.*

- 56, 565-569.
- Multani, D. S., K. K. Jena, D. S. Brar, B. C. delos Reyes, E. R. Angeles, and G.S. Khush (1994) Development of monosomic alien addition lines and introgression of genes from *Oryza australiensis*. Domin. To cultivated rice *O. sativa* L. *Theor. Appl. Genet.* **88**, 102-109.
- 西山幸司 (1977) 凍結法による植物病原菌の保存. *植物防疫* 31 (11), 465-467.
- 農林水産省 (2000) 耕作放棄地のある農家数と耕作放棄地面積. 2000年世界農林業センサス, 第2巻, 農家調査報告書, 総括編, 農林水産省大臣官房統計情報部, 農林統計協会, p. 157.
- 農林水産省 (2005) バイオマスの利活用の動向食料・農業・農村白書, 農林水産省, 農林統計協会, pp. 216-217.
- Sears, E. R. (1956) The transfer of leaf rust resistance from *Aegilops umbellulata* to wheat. *Brookhaven Symposium in Biology* **9**, 1-22.
- 篠田治躬・鳥山國士・藤井啓史・柴田和博・山本隆一・関沢邦雄・小川紹文・岡本正弘・山田利昭 (1989) 多収性水稻新品種「アケノホシ」の育成. *中国農試報* 4, 13-27.
- 春原嘉弘・飯田修一・前田英郎・松下 景・根本博・石井卓朗・吉田泰二・中川宣興・坂井 真・星野孝文・岡本正弘・篠田治躬 (2003) 飼料用水稻新品種「クサノホシ」の育成. *近中四農研報* 2, 99-113.
- 脇本 哲 (1955) OP1 phage (*Xanthomonas oryzae* bacteriophage) の増殖に関する研究 (): 種々の条件下の一段増殖実験. *九州大学農学部学藝雑誌* 15 (2), 151-160.