

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月 5日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2009～2011

課題番号：21380003

研究課題名（和文）

ゲノム情報を利用した高バイオマスイネ作出に関する遺伝育種学的研究

研究課題名（英文）

Breeding and genetic studies on high yielding rice increasing biomass products.

研究代表者

北野 英己 (KITANO HIDEMI)

名古屋大学・生物機能開発利用研究センター・教授

研究者番号：50144184

研究成果の概要（和文）：食用イネを対象に、エネルギー作物に特化した高バイオマスイネの作出の可能性を検討するとともに、エネルギー作物として付与すべき遺伝形質の同定を試みた。イネ遺伝資源の中から標準的なイネ品種に対して極長稈のポカリ、ノナボクラなどの品種をもとに出穂期や草型等を改変した易栽培系統群を育成して特性調査を行い、高バイオマスイネとして利用するための固定化を進めた。また、既存の突然変異体の中からバイオマスが増大した変異体やバイオマスの利用効率に関わると考えられる稈質や稈の強度に関わる変異体を多数選抜し、これらの系統の特性解析とゲノム情報を利用してリグニンやセルロース組成などに関わると思われる変異形質を支配する原因遺伝子の単離を行った。

研究成果の概要（英文）：Breeding and genetic studies were conducted on the rice increasing biomass products. We developed some improved high-biomass yielding strains with some moderate plant shape, productive on the normal cultivation, from progenies of the F₁ of two local variety, NonaBocra, Pokkali and some other dwarf strains with *Slr1* or *sd1*. These strains have produced the 1.5 – 2.0 times dry matter products. We also detected and isolated some mutant genes on the rice culm structure, which will be controlling the usability of biomass products.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	5,900,000	1,770,000	7,670,000
2010年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
2011年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
総計	14,500,000	4,350,000	18,850,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・育種学

キーワード：バイオマス、QTL、イネ、遺伝子単離、突然変異

1. 研究開始当初の背景

(1) CO₂排出にともなう温暖化など、地球規模での環境悪化を防止するための対応が求められている中で、石油や原子力エネルギーに代わるバイオエタノールを始めとする植物のバイオマス生産能を利用した環境重視型の新エネルギーを得るための研究開

発が進められている。

(2) 一方で、トウモロコシの例に見られるように食料とエネルギーの競合関係が生まれることで世界的な食料価格の高騰を招き、発展途上国を中心に食料不足が懸念される事態が生じている。

(3) 食用作物を対象にエネルギー作物とし

での利用を可能にし、食料との競合リスクを回避するためには、対象作物の栽培技術体系を大きく変えることなく、且つエネルギー作物としての能力を十分に備え高バイオマス生産を実現できるエネルギー生産に特化した専用品種の開発が必要となる。

2. 研究の目的

(1) 食用イネを材料にエネルギー作物としての特性を備えた高バイオマスイネの作出を試みるとともに、エネルギー作物として付与されるべき遺伝形質の同定とそれらを育種へ応用するための可能性を検討する。

(2) また、高度に集積しつつあるゲノム情報を利用して高バイオマス生産に役立つ有用遺伝子を単離・同定する。

3. 研究の方法

(1) 研究材料にポカリ、ノナボクラなどの高バイオマスを有する在来品種を用いて、不良形質を排除し現場の栽培技術を大きく変更すること無く容易に栽培可能となるよう出穂期、草丈、草型などの農業形質を改変し、通常の圃場に展開できる高バイオマス中間母本系統の育成を試みる。そのため、これらの高バイオマス品種に *Slr1-d* など草型(草丈)、やシク形質に対して優良形質を有する系統群を交配して後代から優良形質を備えた系統を選抜する。また、これらの系統の特性解析を行ってバイオマス生産に対する効果を検討する。

(2) イネの膨大なゲノム情報を利用して分蘖性、リグニン形成など稈質の改変による栽培特性やバイオマス生産性増大に役立つ有用遺伝子の単離を行う。

4. 研究成果

(1) 大型の草姿で知られる高バイオマスのポカリ (Pokkali) やノナボクラ (NonaBocra) は、極晩生で巨大化するため、国内において通常の水田圃場に展開することが難しい (図1)。

そのため、この高バイオマス性を保持し、出穂期、草型を改変した系統群を選抜し特性解析を行うことにより育種への利用可能な中間母本を育

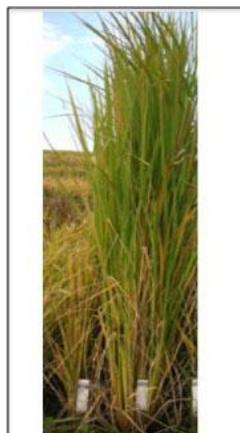


図1. 巨大なバイオマスを有するノナボクラ

成した。

選抜した系統群 (F₅ 世代) は、系統によっては若干分離が見られたが、草型、出穂期等はほぼ固定しており、1株当たり乾物重は、標準的な日本晴、コシヒカリに比べて子実収量では余り差が認められなかったが、茎葉部乾物重では2倍以上の増大を示していた。

(2) 栄養成長期から出穂期にかけて高位分蘖を多発する特異な突然変異体 (NM3-691) を見だし、この原因遺伝子を同定しバイオマス増大に利用可能かを検討した。この変異体はホモ型で半稔性を示し、子実収量は30%程度に低下するが、自殖個体の表現型は安定しており自殖系統としての維持は問題なく可能であった。また、出穂後の乾物重は、高位分蘖が多発する効果のため作出親の1.5-2.0倍を示した(図2)。この変異体は、高位分蘖の多発によって栄養体(茎葉部)を特異的に増大する効果を示すことが確認されたため、マップベースクローニングによる原因遺伝子の単離を試みたが、予期に反して分離集団における変異体の分離の歪みが大きく解析が困難で、現段階では未だ同定に至っていない。

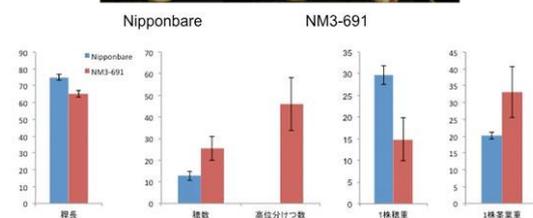


図2. NM3-691 の生植成長期でのバイオマスに関連する形質

(3) バイオマスに関わる QTL を同定する目的でコシヒカリと直立多収型の日印交雑系統、ST-1 とコシヒカリの交雑分離集団を用いて、バイオマスに関係する形質を対象に QTL 解析を行った結果、収穫指数の増大に関わる有意な QTL が検出された。収穫指数は、個体の全収量に対する子実収量の割合を示すため、本形質を支配する QTL は、1株穂重や1株茎葉重が検出される QTL の座乗領域との関係が注目されたが、これらの QTL とは異なる位置に存在していた。この第3染色体上に検出された本 QTL 領域には、穂数に関わる QTL が重なって存在することが明らかになった。現在、本 QTL についてもファインマッピングの作業を進めているが、未だ単離・同定には

至っていない。

(4) バイオマスの利用効率を上げるためには、乾物の生産性ととも成分が問題になる。また、乾物の大部分を占める稈形質は、倒伏などの農業形質と深く関連するので、成分と植物体の栽培特性との両側面からの検討が必要になる。ここでは、稈形質特性から選抜した突然変異体系統の細胞構造や細胞壁成分に注目して解析を進めるとともに、幾つかの変異体の原因遺伝子の単離・同定を行い、その内の3種の遺伝子単離に関する研究成果を公表した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

① Sato-Izawa, K., Nakaba, S., Tamura, K., Yamagishi, Y., Nakano, Y., Nishikubo, N., Kawai, S., Kajita, S., Ashikari, M., Funada, R., Katayama, Y. and Kitano, H. *DWARF50 (D50)*, a rice (*Oryza sativa* L.) gene encoding inositol polyphosphate 1, 5-phosphatase, is required for proper development of intercalary meristem.

Plant, Cell & Environment 査読有 in press 36巻 2012 DOI: 10.1111/j.1365-3040.2012.02534.x

② Sato, K., Kawamura, A., Obara, T., Kawai, S., Kajita, S., Kitano, H. and Katayama, Y. Isolation of rice dwarf mutants with ectopic deposition of phenolic components including lignin in parenchyma cell walls of internodes. Plant Cell Rep. 査読有 30巻, 2011, pp. 2195-2205.

③ Sato, K., Ito, S., Fujii, T., Suzuki, R., Takenouchi, S., Nakaba, S., Funada, R., Sano, Y., Kajita, S., Kitano, H. and Katayama, Y. The carbohydrate-binding module (CBM)-like sequence is crucial for rice CWA1/BC1 function in proper assembly of secondary cell wall materials. Plant Signaling & Behavior 査読有 5巻 2010 No. 11, pp. 1-4.

[学会発表] (計9件)

① 保浦徳昇、安藤考紀、藤城靖子、石原亮太、池田真由子、松岡信、土井一行、北野英己 収穫指数の異なるコシヒカリとST1の交雑F₂集団を用いた穂数に関するQTL解析. 日本育種学会第121回講演会 2012年3月30日 宇都宮大学

② 石原亮太、保浦徳昇、北野英己 直立強稈性イネST2の稈形質に関するQTL解析. 第19回育種学会中部地区談話会 2011年12月10日 三重大学

③ 北野英己: イネの生産性向上に向けた取り組み. 植物科学シンポジウム 2011年12月2日 コクヨホール 東京(品川)

④ 中野利哉、本庄弘樹、坂紀邦、尾賀俊哉、池田真由子、保浦徳昇、北野英己 イネの1穂粒数増加に関わる遺伝子が異なる肥培条件において収量関連形質に及ぼす効果. 日本育種学会 第120回講演会 2011年9月23日 福井県立大学

⑤ 保浦徳昇、長戸康郎、北野英己 イネ高位分けつ変異体NM3-691の表現型解析. 日本育種学会 第120回講演会 2011年9月23日 福井県立大学

⑥ 保浦徳昇、安藤考紀、池田真由子、中野利哉、土井一行、北野英己 多収イネ系統を用いた植物体構造の特徴解析. 日本育種学会第119回講演会 2011年3月28日 横浜市立大学

⑦ 森中洋一、西村明日香、平野恒、保浦徳昇、Ordornio R., 北野英己、松岡信 リグニン合成酵素 Cinnamyl alcohol dehydrogenase (CAD)欠損がイネの植物体強度と稲ワラの酵素糖化性におよぼす影響. 日本育種学会第119回講演会 2011年3月28日 横浜市立大学

⑧ 山村卓也、柴田洋佑、土井一行、池田真由子、高師知紀、芦荻基行、松岡信、北野英己 イネの収量関連形質の遺伝解析 日本育種学

会第 117 回講演会 2010 年 3 月 26 日 京都大学

⑨ 柴田洋佑、山村卓也、土井一行、池田真由子、芦荻基行、松岡信、北野英己 準同質遺伝子系統を用いたイネの稈径の遺伝解析 日本育種学会第 17 回中部談話会 2009 年 11 月 27 日 静岡大学

〔図書〕(計 1 件)

① 西尾 剛、吉村 淳、他、文永堂出版、植物育種学、2012、298

〔その他〕

ホームページ等

www.agr.nagoya-u.ac.jp/~yuuyo/

6. 研究組織

(1) 研究代表者

北野 英己 (KITANO HIDE MI)

名古屋大学・生物機能開発利用研究センター・教授

研究者番号：50144184

(2) 研究分担者

土井 一行 (DOI KAZUYUKI)

名古屋大学大学院・生命農学研究科・准教授

研究者番号：80315134