

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 7 日現在

機関番号：12605

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2012

課題番号：23658013

研究課題名（和文） 飼料・バイオ燃料兼用イネ品種開発のための強稈性と消化性・糖化性関連形質の解明

研究課題名（英文） Analysis of the traits associated with culm strength, digestibility and saccharification for the development of rice cultivars for feed and biofuel

研究代表者 大川 泰一郎 (OOKAWA TAIICHIRO)

(東京農工大学・大学院農学研究院・准教授)

研究者番号：80213643

研究成果の概要（和文）：水稻品種リーフスターと多収で太稈のタカナリとの間の交雑から新しい *gh* 系統を開発した。TULT-*gh*-5-5 は稈が極太で断面係数が著しく大きいことにより極強稈性をもち、極太稈、稈の皮層繊維組織が厚い特性は、リグニン含有率の低い飼料用・バイオ燃料用水稻品種の消化性・糖化性を維持しつつ、倒伏抵抗性を高める重要な形質であることが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：New *gh* lines derived from a cross between ‘Leaf Star’ and ‘Takanari’ with a thick culm and high yield were developed. The breaking strength of the basal internode was higher than both parents, because it had the highest section modulus. The results of this study suggested that the culm properties such as super thick culm and thick sclerenchyma contributed to superior lodging resistance in rice cultivars used for feed or biofuel use, maintaining good digestibility or high efficiency of saccharification.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・作物学・雑草学

キーワード：イネ、強稈性、消化性、飼料イネ、糖化性、バイオ燃料、バイオマス、リグニン

## 1. 研究開始当初の背景

飼料自給率およびエネルギー自給率向上をめざした飼料・バイオ燃料兼用イネ品種では、バイオマス生産量が高く、大型の植物体を支える倒伏抵抗性、すなわち強稈性をもち、飼料イネでは消化性、バイオ燃料用イネでは糖化性の高い特性をもつ品種開発を行う必

要がある。世界の飼料用およびバイオ燃料用作物の開発では、草高を大きくしバイオマス生産量を高めるとともに、それぞれ消化性、糖化性を高める育種が行われており、アメリカ合衆国ではソルガムなどのイネ科作物について、糖化性を阻害するリグニンに注目し、リグニン合成酵素の突然変異体を利用した

リグニン含量の抑制による、消化性および糖化性の改良に関する研究が行われている。一方で、リグニンは植物体を支持する稈の機械組織に集積し、稈強度を高め、倒伏抵抗性を高める重要な構成要素でもある。リグニン含量の少ないソルガム、トウモロコシなどの突然変異系統では、消化性・糖化性が高まる一方で、稈強度低下による倒伏が問題となっており、強稈性を併せ持つ形質への改良が重要な課題となっている(Li et al., Plant J. 2008)。

## 2. 研究の目的

ホールクロップを利用する飼料およびバイオ燃料兼用のイネ品種の開発において、地上部全体のバイオマスを支える強稈性と、消化性および糖化性の改良が重要な研究課題となる。しかしながら、これらの性質がともに優れるイネ品種はほとんど開発されていない。本研究では、世界に先駆けて、これまで実現が困難であった倒伏抵抗性と、飼料イネの消化性およびバイオ燃料用の糖化性を両立する全く新しいタイプ的水稻品種を開発するため、強稈性と高消化性・高糖化性を備えた品種・遺伝資源を用いて、消化性・糖化性、強稈性に関連し、ともに高める新規の稈の構造的性質および構成成分等の生理生化学的性質を解明することを目的とする。

## 3. 研究の方法

リーフスター(中国117号/コシヒカリ)、TULT-gh-5-5(リーフスター/タカナリ後代F<sub>8</sub>固定系統)、コシヒカリ、タカナリを本学農学部附属広域都市圏フィールドサイエンス教育研究センターFM本町水田において3反復で栽培した。2012年5月8日に播種し、22.2株/m<sup>2</sup>、1株3本の栽植密度で6月1日に移植した。肥料は基肥として化学肥料N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>Oの各成分で10、6、6kg施用した。

稈の挫折強度の測定は、精密材料試験機(テ

ンシロンRTG-1210、A&D社製)により行った。リグニンの定量はマイクロプレートリーダーを用いた多試料分析法により行った。

## 4. 研究成果

(1) 稈の挫折時モーメントはリーフスターがコシヒカリより大きく、リーフスターとタカナリの交雑後代系統のTULT-gh-5-5はさらに両親に比べて著しく大きかった。その要因を断面係数と曲げ応力に分けてみると、リーフスターは曲げ応力はコシヒカリと同様に高く、断面係数はコシヒカリより約2倍大きかった。TULT-gh-5-5はコシヒカリに比べて曲げ応力は小さかったが、断面係数が約4倍大きいことにより、稈の挫折時モーメントが大きくなった。(2) 断面係数を構成する外短径、稈壁の厚さについてみると、リーフスターは稈壁の厚さはコシヒカリと同様であったが、外短径はコシヒカリより大きかった。TULT-gh-5-5は外短径だけでなく、稈壁の厚さが著しく大きいことにより、断面係数が大きくなった。

(3) コシヒカリと同様に曲げ応力の大きいリーフスターは曲げ応力の小さいタカナリ、TULT-gh-5-5に比べて、皮層繊維組織が厚かった。リーフスターは他の品種に比べて、リグニン密度、セルロース密度が大きく、細胞壁成分が多く蓄積する特徴があった。(4) 皮層繊維組織の発達程度を皮層繊維組織細胞層数と皮層繊維細胞長から検討した結果、曲げ応力の大きいリーフスターはコシヒカリと同様、曲げ応力の小さいタカナリに比べて、皮層繊維細胞層数が多く、皮層繊維細胞が長く伸長していた。

これらのことから、TULT-gh-5-5は稈外径、稈壁がともに厚く断面係数が大きく、リーフスターは断面係数とともに曲げ応力が大きいことにより、稈の挫折時モーメントが大きく、曲げ応力が大きいリーフスターは皮層

繊維細胞層が厚く発達し稈に細胞壁成分が多く蓄積し、皮層繊維細胞長が長く伸長する特徴をもつことが明らかになった。

#### 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 1 件)

(1)須永薫子・本林隆・平沢正・大川泰一郎・帖佐直・東城清秀、粉碎程度が稲わら含有デンプンおよび可溶性糖の抽出に及ぼす影響、農業施設、査読有、42 巻、2011、 1-7

[学会発表] (計 3 件)

①杉山知里・松下景・田村泰章・坂井真・加藤浩・平沢正・大川泰一郎、ゴールドハル水稲品種リーフスターとその交雑後代系統の強稈性をもたらす要因、日本作物学会第 233 回講演会、2012 年 3 月 30 日

②本林隆・大川泰一郎・豊田剛己・平沢正、メタン発酵消化液の施用および密植が飼料イネ品種リーフスターの生育・乾物生産に及ぼす影響について、日本作物学会第 233 回講演会、2012 年 3 月 30 日

③Sugiyama, C., H. Kato, T. Hirasawa and T. Ookawa 2011. Properties of superior lodging resistance in a new *gh* line derived from a cross between rice cultivars, 'Leaf Star' and 'Takanari' developed for forage use. The 7th Asian Crop Science Conference, Bogor, Indonesia, 27-30 September, 2011.

[その他]

<http://www.tuat.ac.jp/~crop/>

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

大川 泰一郎 (OOKAWA TAIICHIRO)

東京農工大学・大学院農学研究院・准教授  
研究者番号：8 0 2 1 3 6 4 3