

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 17 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25450008

研究課題名(和文) オオムギの芒の形態を支配する遺伝子の単離と解析

研究課題名(英文) Cloning of a gene controlling awn length in barley

研究代表者

武田 真 (TAKETA, SHIN)

岡山大学・資源植物科学研究所・教授

研究者番号：40216891

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：穂の先端の針状突起である芒は、オオムギでよく発達している。鳥獣による食害防止、種子の散布や土壌への埋没の役割があるだけでなく、葉緑体を有し活発に光合成し、種子に光合成産物を直接に輸送し、収量に10 - 30%の貢献があるとされる。しかし、芒が長すぎると降雨の際に水滴が付着しやすく、植物体が倒れたり、カビ害が発生する。そのため芒の長さを適切に制御する遺伝子の特定が重要である。本研究では遺伝子の染色体上の位置を決定し、イネ科のモデル植物であるイネとの比較から短芒遺伝子scaの候補遺伝子を探索した。

研究成果の概要(英文)：Molecular cloning of a short awn gene in barley was attempted by map-based cloning approaches. For a short awn gene (sca), we have identified several candidate genes.

研究分野：植物遺伝育種学

キーワード：オオムギ 遺伝子 芒

## 1. 研究開始当初の背景

オオムギを始めとする麦類の芒(ぼう)は葉緑体、維管束、ならびに気孔を有し、光合成器官として機能するほかに、蒸散作用により乾燥・高温ストレスを回避する役割があると考えられている。オオムギの芒は穀粒収量の10~30%に貢献すると推定されており、芒が長いほど多収との報告もある。しかし、世界を見渡してみると東アジア地域の在来オオムギには、芒が通常の半分程度の長さの短芒や芒の全くない無芒系統が高頻度で見られる。その理由として、モンスーン気候の多雨条件下では長芒は風雨の抵抗を強く受けて植物体が倒伏したり、雨滴が穂に付着して穂発芽を起こしやすくなるため、短芒の方が有利になることが考えられる。したがって、オオムギの安定生産のためにはそれぞれの地域の環境条件に合うように芒の長さや形態を最適化することが重要とみられる。

オオムギは芒の形態形成機構を探るための材料として最適である。二倍体であるオオムギでは芒に関する突然変異体が自然変異および人為変異を含めて多数存在し、遺伝的多様性が豊富である。イネ科作物で最初に芒の伸長を支配する遺伝子として単離されたのは、申請者が中心となって行ったオオムギの短芒遺伝子 *lks2* である (Yuo ら, *Journal of Experimental Botany*, 2012 年)。この遺伝子は SHI 転写遺伝子で、芒の細胞分裂を制御している。この遺伝子の異常で芒の細胞数が約半分に減少し短芒化することが判明した。その後、2013 年および 2014 年にイネの芒長遺伝子単離の論文が中国から報告された。これらの研究でオオムギとイネでは異なる遺伝子の変異で芒長が制御されていることが示唆されている。

オオムギの芒の長さの遺伝制御機構の解明を目的として、新たな短芒変異体 (*sca*) 遺伝子の単離を目的として研究を行う。

## 2. 研究の目的

芒は穂先に着性した針状の突起で、イネ科固有の重要な器官である。イネの芒は光合成をほとんど行わないため、芒の無いものが選抜されてきた。しかし、オオムギの芒は活発に光合成を行い収量に貢献するほか、蒸散作用により乾燥・高温ストレス回避に重要な役割を果たすとみられている。本研究の目的は、オオムギで発達している芒の形態を支配する主要な遺伝子を単離し、芒の形態(長さおよび形状)を決めるメカニズムを解明することである。本研究では人為的に誘発された短芒突然変異遺伝子 *sca* (*short and crooked awn*) の単離を目的として実施した。この研究を通して、異なる生産環境条件下において生産性を最大にするオオムギの芒の形態を明らかにすることを目指す。

## 3. 研究の方法

オオムギ過性品種赤神力の EMS 処理で誘発された短芒突然変異体 *sca* の農業形質を調査した。

次に、*sca* 変異体と長芒品種 Morex とを交雑した F<sub>2</sub> 集団 262 個体を供試し、*sca* 遺伝子のマッピングを行った。イネとの遺伝子の並行性を利用して、原因遺伝子の存在する領域を絞り込み、候補とみられる遺伝子のオオムギホモログの塩基配列を *sca* 変異体と赤神力で比較し、原因遺伝子の特定を試みた。

さらに Harrington と *sca* との交雑 F<sub>2</sub>342 個体で分離した劣性ホモ 80 個体(短芒型)もマッピングに利用した。

## 4. 研究成果

芒長を温室での鉢植え栽培と圃場栽培材料を用いて調査したところ、*sca* 変異体の主列芒長は赤神力の相対比で温室では 41%、圃場では 46% に短縮していることがわかった。

オオムギ 3H 染色短腕上の *sca* 遺伝子領域はイネの第 1 染色体とマイクロシンテニーの関係にあることを利用してマーカーを開発し候補領域の絞り込みを進めた。9 個のイネ遺伝子由来の多型マーカーが得られた。さらに Harrington と *sca* 変異体の F<sub>2</sub> 集団で出現した *sca* 劣性ホモ個体を加えて詳細なマッピングを行った。その結果、独自開発マーカーの SC65023 と CA50813 で *sca* 遺伝子を挟み込んだ。SC65023 にはイネ遺伝子 LOC\_0s01g12740、CA50813 にはイネ遺伝子 LOC\_0s01g13740 がそれぞれ対応し、その間のイネの物理距離は 0.6 Mb である。その範囲にイネでは 123 個の遺伝子がアノテーションされており、その中にオオムギ *sca* 遺伝子の相同遺伝子があると考えられた。6 種類の独自開発マーカーは *sca* と共分離した。そのうち 4 種類の遺伝子 cytochrome P450、ethylene-responsive protein、OsIAA3、および helix-loop-helix DNA-binding domain を、原品種赤神力と OUM206A の間で配列比較したが違いはなかった。未調査の共分離する 2 遺伝子を含めて上述のイネ対応領域内には MYB family 転写因子や abscisic acid insensitive 8 などの候補となりうる遺伝子があり、今後調査する必要がある。

## 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 6 件)

(1) Matthias Jost, Shin Taketa, Martin Mascher, Axel Himmelbach, Takahisa Yuo, Fahimeh Shahinnia, Twan Rutten, Arnis Druka, Thomas Schmutzer<sup>1</sup>, Burkhard Steuernagel, Sebastian Beier, Stefan Taudien, Uwe Scholz, Michele Morgante, Robbie Waugh, Nils Stein., A homolog of Blade-On-Petiole 1 and 2 (BOP1/2) controls internode length and homeotic changes of the barley inflorescence. *Plant*

Physiology(印刷中)

(2) Himi, E. and Taketa, S. (2015). Barley *Ant17*, encoding flavanone 3-hydroxylase (F3H), is a promising target locus for attaining anthocyanin/proanthocyanidin-free plants without pleiotropic reduction of grain dormancy. *Genome* 58: 43-53.

(3) Himi, E. and Taketa, S. (2015) Isolation of candidate genes for the barley *Ant1* and wheat *Rc* genes controlling anthocyanin pigmentation in different vegetative tissues. *Molecular Genetics and Genomics* 290:1287-1298.

(4) Himi, E., Matsuura, T., Maekawa, M. and Taketa, S. Real-time PCR mediated diagnosis of hemizyosity at the *Tamyb10-D1* locus controlling grain color in wheat. *Molecular Breeding* (2015) 35:90. DOI 10.1007/s11032-015-0251-3

(5) Damien P. Belobrajdic, Stephen A. Jobling, Matthew K. Morell, Shin Taketa, Anthony R. Bird (2015): Wholegrain barley -glucan fermentation does not improve glucose tolerance in rats fed a high-fat diet. *Nutrition Research* 35(2):162-168

(6) Shin Taketa and Eiko Himi (2014): Barley anthocyanin-less 1 (*Ant1*) encodes an R2R3 MYB transcription factor that is orthologous to the *C1* gene of maize and rice. *Barley Genetics Newsletter* 44: 1-3.

〔学会発表〕(計 8件)

(1) 宇部尚樹, 西坂美穂, 上野琴巳, 武田 真, 石原亨. オオムギ属植物における防御関連二次代謝産物 日本農薬学会 島根2016年3月.

(2) 小久保悠, 西坂美穂, 宇部尚樹, 上野琴巳, 武田 真, 石原亨. イネ科植物におけるトリプトファン関連二次代謝産物の蓄積 日本農薬学会 島根2016年3月

(3) 武田 真・菊池優一: オオムギ4H染色体長腕端部に座乗する劣性春播性遺伝子の効果と標識遺伝子との位置関係。日本育種学会第127回講演会。玉川大学。2015年3月21日。育種学研究17(別1) p.90.

(4) 武田 真「はだか麦の遺伝学」日本作物学会四国支部・日本育種学会四国談話会公開シンポジウム「伊予はだか麦の未来を考える」2015年11月26日 愛媛大学農学部、松山

(5) 氷見英子・塔野岡卓司・武田 真: オオ

ムギプロアントシアニンレス(*ant*)遺伝子が種子休眠におよぼす効果の準同質遺伝子系統を用いた解析。日本育種学会第125回講演会。東北大学。2014年3月22日。育種学研究16(別1) p.61.

(6) 武田 真・片山布美子・氷見英子: オオムギ白穎(*albino lemma*)突然変異体の分子遺伝学的解析。日本育種学会第125回講演会。東北大学。2014年3月21日。育種学研究16(別1) p.89.

(7) 掛田克行・松田彩乃・山根美樹・佐藤和広・武田 真: 形質転換によるオオムギ種子の皮裸性決定遺伝子 *Nud* の機能証明。日本育種学会第125回講演会。東北大学。2014年3月21日。育種学研究16(別1) p.90.

(8) 菊池優一・武田 真: オオムギ短芒突然変異体の形質発現とマッピング。日本育種学会中国支部会談話会。鳥取大学乾燥地研究センター。2014年12月20-21日.

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕  
出願状況(計 0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕  
ホームページ等  
[http://www.gels.okayama-u.ac.jp/profile/kouza/areas03\\_pstress.html](http://www.gels.okayama-u.ac.jp/profile/kouza/areas03_pstress.html)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

武田 真 (TAKETA, Shin)

岡山大学・資源植物科学研究所・教授

研究者番号: 40216891

(2)研究分担者  
なし。( )

研究者番号：

(3)連携研究者  
なし。( )

研究者番号：