

[主要研究成果名] 種子着生数を3倍にするオオムギ六条性遺伝子の単離
[要 約] 二条オオムギにおいて穂の一部の器官の発達を強制的に抑えている遺伝子の単離に成功した。この遺伝子はわずか1塩基の突然変異でその機能は失われて抑制が解かれ、六条になることが明らかとなった。イネ科作物の進化と栽培起源、および高収量性の観点から画期的な発見である。
[キーワード] イネ科、ゲノム、栽培化、突伝変異、転写因子、収量
[担 当] 農業生物資源研究所・植物ゲノム研究ユニット、QTLゲノム育種研究センター、重点支援
[連絡先] 029-838-7482 [分類] 知的貢献

[背景・ねらい]

六条オオムギは食品や飼料として、二条オオムギはビール醸造用として世界で広く栽培されている主要穀物である。考古学的には、オオムギは約1万年前にまず二条オオムギが栽培化され、その後、穂に3倍の種子を着け、収量の多い六条オオムギが急速に普及した。作物栽培起源研究の気運の中、この栽培化にあたって重要な役割を果たした六条性遺伝子を取り出し、進化の原因を解明することが世界的な関心事であった。

[成果の内容・特徴]

1. 全てのオオムギは穂軸に3個の小花小穂を着けるが、全ての小穂が結実するタイプの六条オオムギと、3個のうち中央の小穂だけが結実するタイプの二条オオムギに分けられる(図1)。この条性の違いは1遺伝子支配であり、二条が遺伝的に優性である(遺伝子型 *Vrs1*)。すなわち、*Vrs1*は二条オオムギで側列の小穂の発達を強制的に抑制している(図1)。
2. *Vrs1*の詳細な連鎖地図と物理地図の作成をすすめ、遺伝子の単離に成功した。単離した遺伝子 *Vrs1*は予想通り二条オオムギの両側の小穂原器でのみ発現していることが明らかとなり、小穂自身の発達を抑えていることが示された(図2)。一方、わずか1塩基の突然変異でその機能は失われ、両側の小穂も発達し、六条オオムギになることを明らかにした(図3)。
3. この遺伝子 *Vrs1*からつくられるタンパク質は、他の遺伝子の働きを制御すると推定される、HD-ZIP_I型の転写因子であることが明らかになった(図3)。48系統の突然変異体を分析したところ *Vrs1* 遺伝子の塩基配列に機能欠損をもたらす変異が認められた(図3)。これ以外の7系統の突然変異体では *Vrs1* 遺伝子の転写レベルが著しく低下したことが形態変化の原因であった。
4. *Vrs1* 遺伝子のDNA塩基配列を用いた進化系統解析の結果、*Vrs1* (二条) から *vrs1* (六条) への突然変異には有意に異なる3つのルート (a1, a2, a3) が認められるため(図4)、一万年のオオムギ栽培の歴史の異なる時代・地域でこの変異が独立に生じたと考えられる。

[成果の活用上の留意点、波及効果、今後の展望等]

1. 国内で既に得られていたイネゲノム塩基配列解読情報を近縁のオオムギに適用した成功例であり、今後、他のイネ科作物における同様の研究に応用できる。
2. イネ科作物の進化や栽培起源の研究ばかりではなく、作物の収量性改良にも利用できる重要な成果である。

[具体的データ]

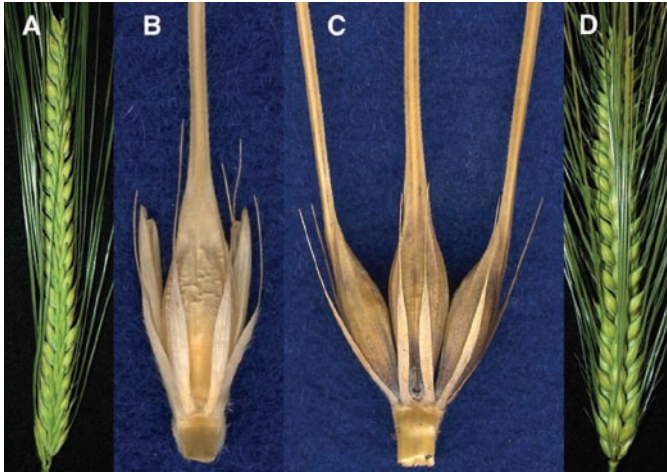


図1. オオムギの穂の構造
二条の側列の小穂は発達が抑制されて種子を着けない。A 二条、B 二条の三小穂、C 六条の三小穂、D 六条。

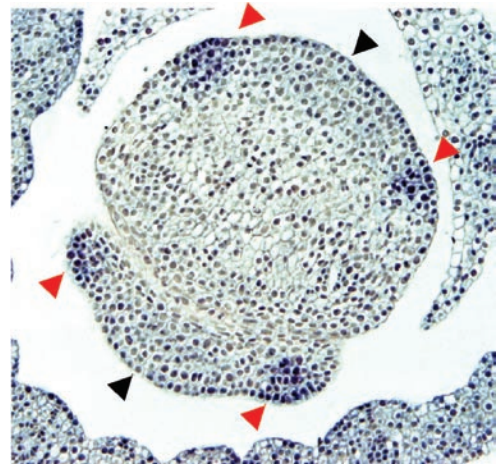


図2. 二条オオムギ幼穂における遺伝子発現 *Vrs1* 遺伝子は側列小穂の原器部分(赤矢印)で働き、器官の発達を強く抑制している。

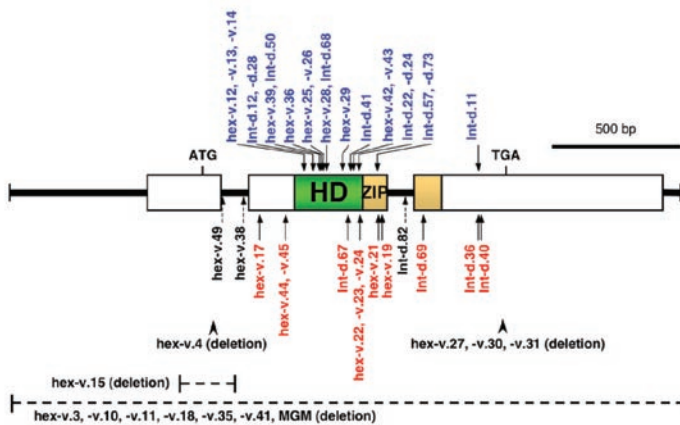


図3. 六条性突然変異体の *Vrs1* 遺伝子の変異点の解析
アミノ酸置換 (青字)、終止コドンの形成 (赤字)、スプライシング変異、および欠損変異 (deletion) が、形態変異の原因である。

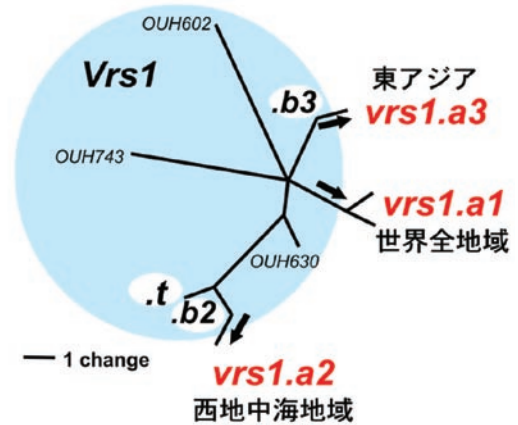


図4. *Vrs1* 遺伝子のDNA塩基配列にもとづくオオムギ系統解析
Vrs1 (二条) から *vrs1* (六条) の進化には3つの独立した系譜が認められる。

[その他]

研究課題名: オオムギの穂の形態形成に関与する遺伝子の単離と構造解析

オオムギ条性遺伝子の単離とその構造解析

予算区分: 「多様性ゲノム」、中期計画課題コード: A02、研究期間: 2005~2007年度

「遺伝地図とミュータントパネルを利用した単離および機能解明」、中期計画課題コード: D-1-1-1、研究期間: 2000~2004年度

研究担当者: 小松田隆夫、Mohammad Pourkheirandish、Congfen He、Perumal Azhaguvel、松本隆、矢野昌裕、田切明美

発表論文等:

1) Komatsuda T, Pourkheirandish M, He C, Azhaguvel P, Kanamori H, Perovic D, Stein N, Graner A, Wicker T, Tagiri A, Lundqvist U, Fujimura T, Matsuoka M, Matsumoto T, Yano M (2007) Six-rowed barley originated from a mutation in a homeodomain-leucine zipper I-class homeobox gene. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 104:1424-1429.

2) 特許申請: 国内出願 小松田隆夫、矢野昌裕、松本隆「オオムギ条性遺伝子とその利用」特願 2005-359826 平成17年12月14日提出 (所内整理番号 独183) (および同国際出願)。