

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	徐 銓
論文題目	An active transposon <i>mPing</i> facilitates the discovery of useful flowering time mutant genes in rice (イネにおける活性型転移因子 <i>mPing</i> による迅速な有用開花期突然変異遺伝子の探索)		
(論文内容の要旨)			
<p>世界3大穀物であるイネの生産性向上は、急速に進行する地球人口の増加に見合う食料生産を確保する上で極めて重要な課題である。イネの出穂開花性は栄養生長相から生殖生長相への転換を決定する特性であり、栽培地域の環境条件にあわせた相転換時期の最適化が物質生産効率の改善には不可欠である。イネの出穂開花性には日長感応性(感光性)が大きく関わっており、イネゲノム解読以来数多くの開花期に関連する感光性遺伝子の機能解析がなされてきた。とりわけ、感光性遺伝子<i>Hd1</i>と<i>Ghd7</i>とはイネ感光性の鍵となる遺伝子である。これら遺伝子は感光性だけでなく、<i>Ghd7</i>は穂の着生初数に、<i>Hd1</i>は<i>Ehd1</i>との交互作用によって穂の分枝数(枝梗数)の増減に深く関与する。したがって、感光性遺伝子の機能は開花期制御に加えて穂数や穂当たり初数など生産性に直接関連する形質にも大きく影響する。以上のことから、開花期に関連する遺伝子の多面的な機能の解析を進めることは、イネの適応性ならびに生産性を効率的に改善していくために必須である。</p> <p>開花期関連遺伝子の機能解析については、多くの先行研究が長日植物のモデルであるシロイヌナズナにおいて実施されている。イネに比べてシロイヌナズナにおける分子生物学的研究が加速する背景には多様な突然変異遺伝子の効率的な利用がある。イネにおいても、本研究室には水稻品種銀坊主の種子ガンマ線照射により誘発された多様な開花期突然変異系統が保存されている。しかし、イネでは突然変異系統を体系的に用いた遺伝解析が大規模に実施された例は極めて少ない。最近になって銀坊主は転移因子の一種MITEに分類される<i>mPing</i>の転移活性が極めて高い特異な品種であり、銀坊主ゲノム内では<i>mPing</i>は1000コピー以上にまで増幅していることが明らかになった。これに対して、標準的な水稻品種では<i>mPing</i>の転移が抑制されていて、コピー数は50コピー前後である。このため、これら品種と銀坊主との間には<i>mPing</i>挿入箇所に着しい差異がある。両者間の<i>mPing</i>挿入多型をDNAマーカー(<i>mPing</i>-SCARマーカー)として利用すれば、日本イネ品種間の交雑後代であっても、ゲノム全体を網羅する分子遺伝学的地図を用いたQTL解析が可能となる。本研究では、銀坊主由来の開花期突然変異系統と<i>mPing</i>-SCARマーカーとを組み合わせた利用が突然変異遺伝子の同定ならびに機能解析における大幅な効率化に有効であることを示した。</p> <p>まず、銀坊主に誘発された早生突然変異系統HS254の変異遺伝子<i>se15</i>の特性解析と原因遺伝子を究明した。HS254の特性解析の結果、<i>se15</i>は感光性抑制だけでなく、穂数や穂当たりの初数の増加による収量関連形質にも大きな影響を及ぼすことが明らかになった。HS254と品種日本晴との交雑F₂集団96個体を用いた開花期と<i>mPing</i>-SCARマーカーとの分離分析から、<i>se15</i>が染色体10のMK10-13から長腕末端の間に座乗すること、その領域に開花期関連遺伝子0s10g0577600が含まれていることを明らかにした。0s10g0577600はシロイヌナズナの開花期関連遺伝子<i>ELF6</i>のホモログでjumonjiC(JmjC)ドメインをもつ。HS254の0s10g0577600には原品種にはない7塩基欠失が第6エクソンにあり、<i>se15</i>は0s10g057600の機能喪失型対立遺伝子と推察できた。</p> <p>つぎに、突然変異系統と原品種との間に存在する<i>mPing</i>挿入多型を利用して、原品種銀坊主との交雑後代F₂集団各96個体を用いて早生突然変異HS57およびHS113の突然変異遺伝子の座乗染色体領域の同定を試みた。この結果、HS57およびHS113の突然変異遺伝子は、それぞれ染色体6および染色体5に座乗していることを明らかにした。HS57の突然変異遺伝子は既存の開花期遺伝子<i>Hd1</i>近傍に座乗していた。塩基配列解析の結</p>			

果、HS57では*Hd1*遺伝子座上流に転移因子*Ping*の挿入が確認されHS57では*Hd1*の発現量が大きく減少したことから、*Ping*の挿入による*Hd1*の発現抑制が早生化の原因と推察された。HS113の突然変異遺伝子の該当領域には既知開花期関連遺伝子はなく、新規の開花期突然変異遺伝子であることが判明した。

最後に、銀坊主に誘発された不感光性突然変異遺伝子*se13*、*hd1*および*ghd7*がイネの生産性に及ぼす効果を基本栄養生長性遅延突然変異遺伝子*ef1-h*の背景下で調査した。同一の遺伝的背景での比較試験の結果、各不感光性遺伝子が収量関連形質に及ぼす効果を明瞭に捉えることができた。

以上のことから、*mPing*-SCARマーカーを利用して銀坊主に誘発された多様な開花期突然変異遺伝子の機能解析を効率化することにより、生産性と開花期関連遺伝子との関係の解明に大きく貢献できることを明らかにした。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

イネは短日植物であり、長日から短日への日長の季節変化に応じて開花が制御されている。わが国の高緯度地域である北海道の稲作には感光性遺伝子 *Ghd7* の機能喪失が大きな役割を果たすなど、開花期遺伝子と地域適応性との密接な関係は古くから指摘されてきた。近年、分子生物学的手法とゲノム解読の成果を駆使した遺伝子の機能解析が進むにつれて、これら開花期遺伝子と生産性との関係が予想以上に強く、穂数や穂の着生粒数にも大きな影響を与えることが明らかにされてきた。このため、生産性向上に有利な開花期遺伝子を特定して育種に積極的に用いることの重要性が認識され始めた。本論文は品種銀坊主の開花期突然変異系統は多様な突然変異遺伝子の同定に極めて利用価値が高いこと、ならびに遺伝的背景を同じくする突然変異系統が開花期遺伝子の生産性に及ぼす効果の評価に極めて有効であることを示したものである。評価される主な点は以下の通りである。

1. 遺伝的に近縁となる交雑集団において、*mPing*-SCARマーカーをゲノム情報とあわせて利用することにより、従来のQTL解析と詳細マッピングを組み合わせた手法よりも遥かに簡便に突然変異遺伝子を特定できることを明らかにした。
2. *mPing*の転移活性が高い銀坊主を利用すれば、原品種と突然変異系統との交雑後代を用いても突然変異遺伝子を特定でき、作用力の弱い突然変異遺伝子であっても遺伝解析が容易であることを示した。
3. 銀坊主という同一の遺伝的背景下で解析することにより、突然変異遺伝子が開花期以外の収量関連形質に及ぼす影響を評価できることを示した。

以上のように、本論文はイネの開花期遺伝子の機能解析を迅速かつ効率的に進める手法を開発し、イネ育種にとって重要となる地域適応性と生産性との向上に有用な知見を示したものであり、育種学、作物学および植物生理学に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成26年 2月 14日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、平成 27年 9月 30日までの間当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降（学位授与日から3ヶ月以内）