

高レベルの還元型グルタチオンをもつ形質転換ジャガイモにおける種々の環境ストレスにより引き起こされる酸化障害に対する耐性向上

Amin Elsadig Eltayeb^{1,3)}・山本祥平¹⁾・Mohamed Elsadig Eltayeb Habora¹⁾・松窪由衣¹⁾・青野光子²⁾・辻本 壽⁴⁾・田中 淨¹⁾

(¹⁾鳥取大学・農学部 植物機能学研究室, ²⁾国立環境研究所・生物圏環境部, ³⁾鳥取大学・乾燥地研究センター, ⁴⁾鳥取大学・農学部 植物遺伝育種学研究室)

ジャガイモ (*Solanum tuberosum* L.) は世界で1番の非穀物性食用作物であり、栽培面積、収量、価値から見て、世界で栽培されている作物の中で重要性が4番目の位置にある。環境ストレス耐性を向上させるために、私たちはシロイヌナズナのグルタチオン還元酵素遺伝子 (*AtGR1*) を過剰発現させたジャガイモを作出した。形質転換ジャガイモは非形質転換体と比べて、6.5倍のGR活性、5.8倍の還元型グルタチオン含量、2.2倍のグルタチオン-S-トランスフェラーゼ活性を保持した。興味深いことに、非形質転換体と比べて、形質転換植物はデヒドロアスコルビン酸還元酵素 (DHAR) 活性の減少を示したが、相対的な

還元型アスコルビン酸含量は高いが相対的な酸化型アスコルビン酸 (DHA) は低かった。これらは活性なグルタチオン非依存のDHA還元経路が *in vivo* で存在する可能性を示している。形質転換植物はメチルピオロゲンやカドミウムに対して耐性の向上を示した。乾燥ストレスにさらしたときに、形質転換植物は非形質転換体と比べて、回復の速度が速く、可視障害の程度も低かった。これらの結果は、グルタチオンレベルを制御ことは多様な環境ストレスに対する耐性を向上させた産業に利用できる形質転換ジャガイモの開発において信頼できる研究戦略になる。
Breeding Science 60: 101-109 (2010)

チューリップ ビリディフローラ品種の萼片化した花被片における2つの *DEFICIENS-like* 遺伝子の発現量減少

平井雅代^{1,2)}・落合利紀³⁾・菅野 明⁴⁾

(¹⁾北海道大学大学院・農学研究院, ²⁾日本学術振興会特別研究員, ³⁾日本被服株式会社, ⁴⁾東北大学大学院・生命科学研究所)

改変 ABC モデルによれば、多くの単子葉植物ではクラス B 遺伝子が whorl 1 から 3 で発現しているため、whorl 1 と 2 の器官がどちらも花弁状構造をとっていると考えられている。チューリップのビリディフローラ品種群は、whorl 1 と 2 の花被片に緑色の縞模様が入っている。この表現型は、改変 ABC モデルにおけるクラス B 変異体であると予想される。本研究では、花被片の表現型が雄ずいの表現型と関連していることを明らかにした。また、野生型のチューリップから2つのクラス A 遺伝子 (*TGSQA* および *TGSQB*) を単離し、クラス A およびクラス B 遺伝子

(*TGDEFA*, *TGDEFB* および *TGGLO*) のノーザンハイブリダイゼーション解析により、ビリディフローラ品種群では *TGDEFA* と *TGDEFB* の発現量が野生型と比較して低下していることを明らかにした。この結果より、2つの *DEF-like* 遺伝子である *TGDEFA* および *TGDEFB* の発現量低下がビリディフローラ品種群の表現型に関与していることが示唆された。またこの発現量低下はアミノ酸配列の相違によると考えられた。
Breeding Science 60: 110-120 (2010)

熱中性子照射におけるアルファ粒子および陽子の相対的生物効果比は生物効果により異なり、かつ互いに相関をもつ

鶴飼保雄・山下 淳

(農業生物資源研究所・放射線育種場)

著者らは、アルファ粒子および陽子の相対的生物効果比(RBE)を同時に推定する方法を最近提示した。本論文では、オオムギ(*Hordeum vulgare* L.) 種子の熱中性子照射における葉緑素突然変異率および4種のM₁効果のRBEを推定する。アルファ粒子および陽子のRBEはともに、発芽率、草丈、穂数で低く、種子稔性および突然変異率では高かった。したがって、タイプの異なる放射線の比較において、M₁効果は突然変異率の代用として

必ずしも正確ではないといえる。突然変異率についてのアルファ粒子のRBEは130.3で、これまで植物で報告されたどの値よりもずっと高かった。突然変異率についての陽子のRBEは106.4であった。著者らの知る限りでは、この値は植物の熱中性子照射における最初の報告である。アルファ粒子のRBEと陽子のRBEは有意な相関を示した($r=0.939$, $P<0.05$)。

Breeding Science 60: 121–129 (2010)

Suppression subtractive hybridization 法を用いたダイコン (*Raphanus sativus*) の根形に関与する遺伝子群の同定

Haitham E. M. Zaki・横井修司・高畑義人

(岩手大学・農学部)

ダイコンは重要な野菜であり、その根形において大きな変異をもっている。多様な根形の発達や遺伝を支配する機構を理解するために、異なった根形を持つ2品種、すなわち長形で肥大するタイプ(Lt)「耐病総太り」と肥大しないタイプ(St)「小瀬名」の根でそれぞれ特異的に発現している遺伝子群の同定を試みた。形態学的な調査から2品種間の根の肥大の差異は播種後4週間目に始まることが明らかとなった。この時期の根を用いて suppression subtractive hybridization 法により、St (tester) × Lt (driver) のサブトラクションから140のESTsを、逆向きのサブトラクションから70のESTsを単離した。これらのESTs

のうち、それぞれのサブトラクションで単離したESTsのうち、102と52のESTsは既知の遺伝子と高い相同性を示し、残りの38と18のESTsは一致した遺伝子が見られなかった。選抜した11の遺伝子を用いて上記の2つのダイコン品種の根における遺伝子発現を定量RT-PCR分析で解析した結果、各サブトラクションに従って、特異的に遺伝子発現していることが明らかとなった。これらの結果はダイコンの根形の形成機構と遺伝を理解する上で貢献するであろう。

Breeding Science 60: 130–138 (2010)

SSR マーカーに基づくネギの品種分類および同定

塚崎 光¹⁾・本城正憲^{2,3)}・山下謙一郎¹⁾・小原隆由¹⁾・小島昭夫¹⁾・大澤 良²⁾・若生忠幸¹⁾

(¹⁾野菜茶業研究所, (²⁾筑波大学大学院・生命環境科学研究科, (³⁾現:東北農業研究センター)

ネギ (*Allium fistulosum*) 30品種を用いて、SSR マーカーに基づく分類と形態特性に基づく分類とを比較するとともに、SSR マーカーを用いたアサインメントテストによる品種同定の可能性を調査した。SSR マーカー29座におけるアリル頻度に基づくクラスター分析の結果、「Iwatsuki-2」を除くほぼ全ての品種が、形態特性に基づいて分類された品種群、すなわち、加賀群、千住群および九条群に分類された。「Iwatsuki-2」は加賀群に属すると考えられていたが、分子データからは九条群に属する可能性が示唆された。アサインメントテストによる品種同定におい

て、個体レベルで行った場合は89.1%の個体が元品種に正しく割り振られた。一方、任意の4個体をグループとしてアサインメントテストを行った場合、正答率は99.3%に向上した。これらの結果は、他殖性作物であり品種内の多型性が高いネギの品種同定に、アサインメントテストが有効であることを示唆している。ただし、品種の誤同定を避けるためには、対照となる品種データに真の由来品種が含まれていることが重要であることが示唆された。

Breeding Science 60: 139–152 (2010)

Oryza sativa と *O. rufipogon* の種間交雑後代を用いたイネのセジロウンカ (*Sogatella furcifera*) 抵抗性に関する量的形質遺伝子座の同定

陳 潔¹⁾・黄 徳潤¹⁾・王 磊¹⁾・劉 光傑^{1,2)}・庄 傑雲¹⁾

(¹⁾中国水稲研究所, ²⁾アーカンサス大学・イネ研究普及センター)

水稲品種 Xieqingzao B と野生イネ *Oryza rufipogon* 系統の交雑に由来する戻し交雑組換え自殖系統と BC₃F₃ 世代の染色体部分置換系統群 (CSSLs) を用いて、イネのセジロウンカ (*Sogatella furcifera*) 抵抗性に関する量的形質遺伝子座 (QTLs) を同定した。セジロウンカ放飼後の幼苗致死率の QTL 解析の結果、3 個の QTL が検出され、いずれも野生イネの対立遺伝子が幼苗致死率を抑制していた。すなわち、染色体 2 の短腕上の SSR マーカー RM1285-RM555 間に位置する *qWph2*, 染色体 5 の長腕上の SSR マーカー RM3870-RZ70 間に位置する *qWph5*, 染色体 9 の長腕

上の SSR マーカー RG451-RM245 間に位置する *qWph9* である。これらのうち、*qWph9* が最も安定した幼苗致死率の抑制効果を示した。*qWph9* に関する野生イネ対立遺伝子をホモに持つ 7 系統の CSSL をもちいてセジロウンカに対する抵抗性を検定した結果、感受性品種に較べて平均して 55% 程度まで幼苗致死率が抑制された。野生イネ *Oryza rufipogon* に由来する *qWph9* の野生イネ対立遺伝子は今後のイネ育種上有用な対立遺伝子である。

Breeding Science 60: 153–159 (2010)

ダイズ種子における新しいデンプン含量測定法の確立と品種間差

鄭 雨炫¹⁾・原田久也²⁾・阿部 純¹⁾・山田哲也¹⁾・喜多村啓介¹⁾

(¹⁾北海道大学農学院, ²⁾農業生物資源研究所・基盤研究部)

既知の報告ではダイズ種子におけるデンプン含量は約 1% であり、この重要な作物で高デンプンに関する遺伝的変異の報告は少ない。我々は遺伝資源においてデンプン-ヨード反応を用いて強い反応 (濃い色) を示した 34 品種・系統を見出した。さらに詳細なデンプン定量のため、耐熱性アミラーゼとジニトロサリシリック酸 (DNS) 溶液を用いた新しい定量法を確立した。

この方法の実証のため、既存の定量法であるグルコースオキシダーゼ (GOD) 法と比較した。その結果、DNS 法は GOD 法との間で非常に高い相関を示した。また、この新しい定量法は GOD 法に比べ簡便かつ迅速である。この DNS 法を用いて我々は 2–7% のデンプン含量を示すいくつかの系統を見出した。

Breeding Science 60: 160–163 (2010)

Brassica rapa L. における形態形質を支配する量的形質遺伝子座の検出

久保中央^{1,2)}・齊藤誠範¹⁾・塚崎 光³⁾・近藤友宏⁴⁾・松元 哲³⁾・平井正志^{1,2)}

(¹⁾京都府立大学大学院・農学研究科, ²⁾京都府農業資源研究センター, ³⁾野菜茶業研究所, ⁴⁾日本農林社)

アブラナ属の種は形態に関して著しい変異を示す。しかしながら、この変異性の背景となる遺伝的機構はほとんど知られていない。我々は、ハクサイとカブの交雑に由来する 188 の F₂ 植物を作成し、いくつかの形態形質 (結球性、葉の欠刻、毛茸、および、カブの肥大性) を 94 個体ずつ 2 回 (2005 年と 2007 年) 測定した。毛茸を除き、これらの形質には F₂ 植物に明確な分離は認められず、それらの形質は複数遺伝子によって支配されていることが示唆された。我々は連鎖地図を作製して量的形質遺

伝子座 (QTL) 解析を行い、結球性、葉の欠刻、毛茸、カブのサイズ、および、カブの重量について、2007 年と 2005 年にそれぞれ 8 個と 14 個の QTL を検出した。QTL に連鎖した AFLP 断片は、配列特異的 (STS) マーカーへ変換した。本研究で検出された QTL およびその連鎖マーカーは、ハクサイやカブの栽培品種の育種過程で、形質の選抜に有用な情報を提供し得る。

Breeding Science 60: 164–171 (2010)

加熱調理後の褐変を生じない食用オオムギ新品種「白妙二条」の育成

塔野岡卓司¹⁾・河田尚之^{1,2)}・吉田めぐみ^{1,3)}・吉岡藤治¹⁾・小田俊介^{2,4)}・八田浩一¹⁾・波多野哲也^{2,3)}・藤田雅也^{1,2)}・久保堅司²⁾

(¹⁾作物研究所, ²⁾九州沖縄農業研究センター 筑後研究拠点, ³⁾九州沖縄農業研究センター, ⁴⁾現:作物研究所)

「白妙二条(しらたえにじょう)」は、作物研究所と九州沖縄農業研究センターとの共同育成による食用二条オオムギの新品種で、2009年に品種登録出願された。「白妙二条」は、外国より導入されたプロアントシアニジンフリー突然変異系統 ant28-494 を1回親、食用二条オオムギの基幹品種「ニシノホシ」を反復親とする戻し交配育種法により育成されたプロアントシアニジンフリー品種である。「白妙二条」は、「ニシノホシ」とほぼ同等の農業特性を有し、多収でオオムギ縞萎縮病I型ウイル

ス系統およびうどんこ病に対して抵抗性である。赤かび病に対しては、「ニシノホシ」と同様に、開花期には高度の抵抗性を示すが、開花10日後の蒴殻抽出期には感受性を示す。「白妙二条」の種子休眠性は「ニシノホシ」よりも有意に弱い。「白妙二条」は優れた精麦品質を有し、加熱後褐変の原因となるカテキンとプロアントシアニジンを欠失するため、加熱調理後の精麦粒には褐変が生じず、白度も高い。

Breeding Science 60: 172–176 (2010)