

酒米における心白発現の遺伝

神戸大学農学部教授 上島脩志

1. はじめに

酒造りの原料として用いられるコメには、醸造工程で扱いやすいこと、味や香りのよい酒ができることなどの観点から、通常の食用米とは異なった様々な特性が求められている。とくに従来から、大粒で心白が発現しやすくタンパク質含量の低いコメが酒造りに適するとされてきた。これらの特性の現れ方はイネの栽培環境によって大きく影響されるが、遺伝的な支配も受けている。したがって、粒大や心白発現程度などが様々に異なる品種を育成することも可能である。

品種改良を効率的に行うためには、対象とする形質がどのように遺伝するのか、またどのような機能をもった遺伝子に支配されているのかなどが明らかになっていることが望ましい。心白発現についてこれらに関する知見はまだ少ないが、以下にその遺伝的研究の現状を述べたい。

2. 心白の特徴

うるち品種において、良く稔実し粒全体が半透明で光沢のある玄米を完全米という。食用米は大部分が完全米であるが、まれに中央部だけが白色不透明となった米粒が見られることがある。このような米粒を心白米といい、食用米ではこれが多数混入するとみかけの品質が劣るとされている。しかし、心白米は乳白米や死米などの傷害米と異なり、むしろ登熟条件の良好な場合に発生することが多い。とくに大粒の酒造好適米（酒米）品種では心白米が発生しやすいが、1本の穂に実った種子でも心白米は無心白米より重い傾向がある。そして、心白米は吸水時に亀裂を生じ、この亀裂部から蒸し米内部へ麹菌糸が入りやすいため、麹造りには望ましい形質であるとされている。

玄米の内部構造をみると、完全米の胚乳細胞（でんぷん細胞）には角張った複粒でんぷん粒が隙間なく詰まり、この複粒でんぷん粒内には、多角体形の単粒でんぷんが緻密に集積している。一方、心白米の心白部では、複粒でんぷんと単粒でんぷんはともに丸みを帯び、これらのでんぷん粒間にはさまざまな程度の空隙が存在する。しかし、心白米でも、心白以外の部分のでんぷん蓄積状態は完全米とほぼ同じである。

3. 心白発現の品種間差異

心白の大きさ、形状、粒内の発現位置は同一品種でも粒によって異なるが、品種による特徴もみられる。心白は玄米横断面でみた形状によって、線状心白と眼状心白とに区別されており、酒米品種として有名な「山田錦」は線状心白が、「五百万石」ではそれよりやや厚い心白が発現しやすいとされている。心白が大きすぎると搗精時に碎米が生じやすいので、最近では、秋田県の吟醸酒用酒米品種「吟の精」のように、心白が点状に発現するものも育成されている。

ある品種でどの程度心白が発現するかを表す尺度として、ふつう、心白発現率（心白米歩合ともいう）が用いられ、これは、調査対象とする全粒数に対する心白米粒数の割合として求める。心白発現率は、一般の食用米品種では0~10%程度と低いが、酒米品種には90%を超えるものがある。したがって、うるち米品種の心白発現率には0~90%以上の大きな品種間差異が存在し、その変異は連続的である。一般に粒重の重い品種ほど心白発現率が高く、また、粒の幅が大きく長/幅比の小さい円粒の品種ほど大きな心白が発現しやすい。「山田錦」は千粒重が26~27 g で心白発現率は70%程度である。しかし上記の「吟の精」は、千粒重が26 g 程度と重いにもかかわらず、心白発現率は20~30%と低く、しかも心白の大部分は点状の小さいもの

であるという特異的な品種である。

4. 心白発現率の遺伝

酒米品種の心白発現に関する遺伝学的研究は非常に少ない。そこで、心白発現率の高い酒米品種とそれが低い食用米品種との間で数組み合わせの交雑を行い、得られた F₂ 集団について心白発現率の分離様式を調べた。その結果、心白発現率はほぼ連続的な分離を示し、平均値は両親の中間より低いことから、この形質には複数の遺伝子座が関与し、心白発現を促進する多くの対立遺伝子が劣性であると考えられた。また、これらの分離集団から推定された遺伝率は 0.533 ~ 0.897 と、粒重や稈長に劣らない高い値を示すこと、心白発現率と粒重との間に 0.365 ~ 0.795 の有意な相関のあることが明らかになった¹⁾。池上ら²⁾も「山田錦」と食用米品種「レイハウ」との雑種の解析からほぼ同様の結果を得ている。心白発現率と粒重との間に相関関係があることから、心白発現率に見られる変異の一部分は、粒重を支配する遺伝子の多面的作用によってもたらされるものと思われる。しかし、それだけでは変異のすべてを説明することはできないので、このほかにも心白発現に関係する遺伝的要因があると考えられる。

5. 心白発現に関与する遺伝子座

ある形質に多数の遺伝子座が関与していると考えられるとき、それらの遺伝子座が染色体のどこに存在するのかを明らかにするためには、AFLP や SSR などの分子マーカーで作成した連鎖地図を用いて QTL (Quantitative Trait Loci : 量的形質遺伝子座) 解析を行うのが有効である。この方法により、Yoshida ら³⁾ は、「山田錦」と食用米品種「レイハウ」との雑種において心白発現率に関与する QTL (遺伝子座) が第 12 染色体上にあることを明らかにした。また著者ら (未発表) は、インデカ型品種の「北陸 142 号 (夢十色)」と酒米品種「兵庫北錦」との雑種を解析し、第 2、第 6 および第 9 染色体上に心白発現率に関与する QTL を見出した。これらのうち、第 2 染色体上の QTL は粒重に関与する QTL と隣接して存在することから、心白の発現は粒重を支配する遺伝子の多面作用か、これと密接に連鎖する遺伝子によって支配されている可能性が示唆された。また、第 6 染色体上の QTL の位置は、もち・うるち性を支配する遺伝子 (*waxy* gene) の存在する位置とほぼ同じであった。このことから、*waxy* gene も心白発現に関与する遺伝子の 1 つではないかと推測している。上記と異なる品種や系統間の雑種を用いて解析すれば、さらに別の QTL が見出されるものと予測される。

6. 心白発現のキセニア現象と、胚乳特異的遺伝子の解析

心白は胚乳形質であるため、もち・うるち性と同様に F₁ 種子でキセニア現象が認められる可能性がある。そこで、心白発現率の高い酒米品種を母株とし、この低い食用米品種の花粉を交配して得られた F₁ 種子の心白発現率を調べたところ、これは母株の自殖種子より低くなっており、一方、その逆交雑では、F₁ 種子の心白発現率が母株の自殖種子より高くなる傾向が認められた⁴⁾。このことから、心白発現には胚乳ではたらく遺伝子が関与していると考えられる。川村ら⁵⁾ は、「山田錦」と「レイハウ」とを用い、胚乳における発現量 (mRNA 量) が品種間で異なるいくつかの遺伝子を見出している。このような遺伝子の中には、心白発現などの酒造適性に関与する遺伝子が存在する可能性があり、今後の研究の進展が期待される。

7. おわりに

登熟過程において、でんぷんは胚乳の内部にある細胞から蓄積が始まるといわれが、心白は登熟良好な玄米の中心部に現れる。そのため、心白がどのような機構で発現するのかは謎に包まれている。また、酒造適性があるか否かは米粒全体の性質によるものであり、外観的に認められる心白の有無はその一要因に過ぎないかも知れないが、この心白も品種・系統や栽培環境

が異なれば物理的・化学的性質も異なっており、それが酒造適性にも影響する可能性がある⁶⁾。したがって、心白の発現機構と酒造りに適した心白の特性を明らかにすることは興味深くまた重要な課題である。今後、上記のような QTL や胚乳特異的遺伝子の解析など様々な研究手法を用いてこれらが解明されることを期待したい。

文献

- 1) 上島脩志 他 (1981) 神大農研報 14 : 265-272.
- 2) 池上 勝 他 (2003) 育種学研究 5 : 9-15.
- 3) Yoshida, S. et al. (2002) Breeding Science 52 : 309-317.
- 4) 上島脩志・山本 仁 (1975) 近畿作物・育種談話会報 24 : 94-99.
- 5) 川村雅志 他 (2003) 育種学研究 5 (別冊 2)(印刷中)
- 6) 荒巻 功 他 (2000) 育種学研究 3 (別冊 2): 230.