

腹白米に関する研究

腹白部の組織ならびにでんぷんに 関する二、三の知見

田代 亨・江幡守衛

(名古屋大学農学部)

腹白米が保持する白色不透明な腹白部は、従来粒の透明化の過程で取り残された部位だと考えられてきた。⁵⁾しかし、筆者ら¹⁰⁾は登熟過程中的の生玄米を追跡調査した結果、一端透明化した粒が脱水過程で腹白を発現することを明らかにした。さらに、この脱水と腹白発現との関係は実験室内においても確認することができた。すなわち、透明化した生玄米を室内に放置すると、粒からの脱水が進むにしたがって腹白が発現することが明らかになった。

この現象は腹白の発現には水分放出にともなう粒の脱水収縮過程が大きく関与していることを示唆するものと考えられる。この場合、当然貯蔵物質の大部分を占めるでんぷん粒の脱水収縮が腹白の発現に係わることが予想される。一方、でんぷん粒の非晶質部(ゲル相)では吸水時の膨潤や脱水時の収縮が強度に行なわれると言われている。²⁾そこで、腹白発現とでんぷん粒の結晶性との関連について検討を加えた。

また、走査電子顕微鏡の観察から、腹白部は胚乳細胞を満たす複粒でんぷん粒間に空隙が存在し、明らかに porous な組織であることを認めた。⁹⁾

このことは腹白部において貯蔵物質の蓄積が劣るとともに、でんぷん粒の発達も劣ることを示唆するものと考えられる。そこで、腹白部の生成との関連からでんぷん粒の発達と貯蔵物質の蓄積の問題についても検討を加えた。

材 料 お よ び 方 法

供試材料は本学圃場で栽培した金南風を用いた。粒厚が1.8～2.2 mmの範囲にある玄米を選別し、これらの中から腹白米と完全米を選び出し、それぞれの実験に用いた。

選別した腹白米は搗精し、糠層を除去した後、腹白の白色不透明部のみをメスを用いて掻き取った。同様にして、完全米からも腹白部に対応する位置の透明部を掻き取った。

でんぷん粒の精製分離³⁾は表面活性剤(ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム、1%液)を用いて行なった。でんぷん粒は蒸留水で洗浄後、アルコールで脱水した。

でんぷん粒のX線回析は自記X線回折装置(理学電機製)を使用して検討した。測定条件はNi フィルター使用による $\text{CuK}\alpha$ 線、電圧40 KV、電流20 mA、フルスケールカウント 8×10^2 cps、発散スリット 1° 、受光スリット0.15 mm、散乱スリット 1° であった。なお、測定材料は風乾状態のものであった。

腹白組織の比重は5℃の水中に約一週間浸漬した完熟米から氷結ミクロームを用いて白色不透明部の組織片を切り出し、組織片の体積と重量(乾物重)から見掛けの値を算出して求めた。また、同様な方法で粒の背側から透明部の組織片を切り出し、その組織片の見掛けの比重を得た。なお、この実験には25粒を用い、5反復した。材料には白色不透明部の大きい内外層腹白品種の鶏脚 紬と 世界一を用いた。でんぷん粒の粒径は200～300粒を測定して求めた。

結 果

1. 白色不透明部および透明部のでんぷん粒の微結晶構造

白色不透明部(腹白部)と透明部(腹白部に対応する完全米の腹側部)とから得たでんぷん粒の微結晶構造をX線回折によって検討した。

表1 白色不透明部および透明部のでんぷんの相対結晶化度

白色不透明部	透明部
27.1%	29.2%

その結果、図1に示したように白色不透明部、透明部いずれのでんぷん粒も共に結晶形はA図形特有な回折曲線⁷⁾を描き、両者の間には大きな差異が認められなかった。しかしながら、各環の形状を吟味すると両部位のでんぷん粒で、その結晶性に多少の差異があると判断されたので、図1に示した

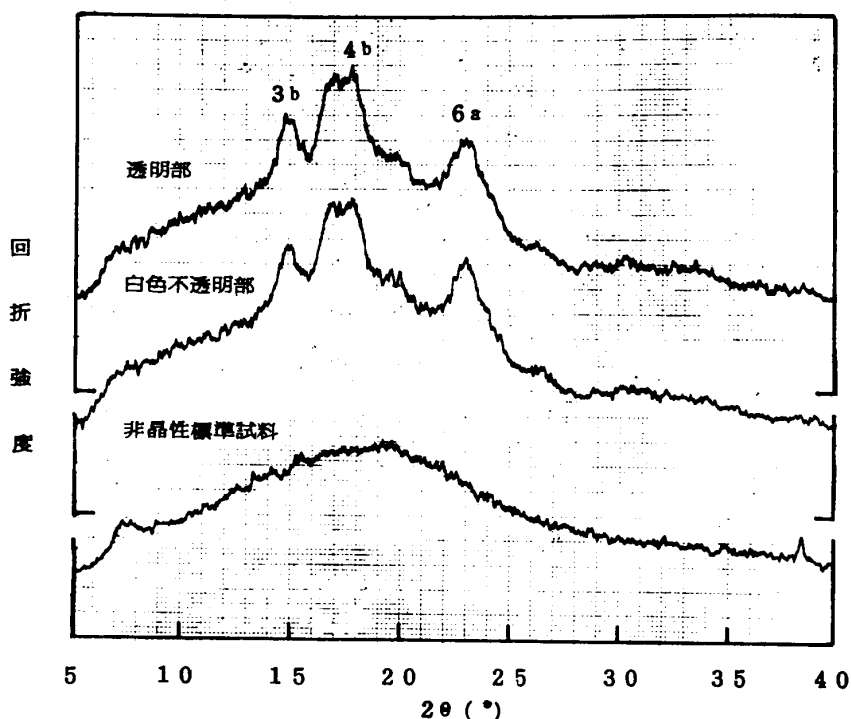


図1 白色不透明部、透明部および非晶性標準試料のでんぷんのX線回折曲線

相対結晶化度の計算法

$$\text{Cr I} = \frac{14b - \text{IAM}}{14b} \cdot 100$$

Cr I: 相対結晶化度

14b: 4bの回折強度

IAM: 2θ=19.2 (非晶性試料が極大の回折強度を示す)の回折強度

計算法ででんぷん粒の相対結晶化度¹⁰⁾を算出した。表1に示したように、白色不透明部のでんぷん粒の相対結晶化度は透明部のそれよりも低い値をとることが明らかになった。この結果は白色不透明部のでんぷん粒の結晶性が透明部のそれに比べて僅かながらも低いことを意味すると解釈できる。

2. 白色不透明部組織および透明部組織の見掛けの比重

白色不透明部組織(腹白部)の見掛けの比重を求め、透明部組織(背側部)のそれと比較検討した。この結果は表2に示したように、白色不透明部組織は透明部組織に比べて見掛けの比重が劣り、組織全体として porous ででんぷん粒やたん白質などの貯蔵物質の充填

表2 白色不透明部組織および透明部組織の見掛けの比重

品 種	白色不透明部組織	透明部組織
世界一	0.97 ± 0.05	1.06 ± 0.03
鶏脚仙	0.99 ± 0.03	1.16 ± 0.03

表3 白色不透明部および透明部の単粒でんぷん粒の粒径

	白色不透明部	透明部
長 径	$5.0 \pm 1.6 \mu$	$6.0 \pm 1.9 \mu$
短 径	4.3 ± 1.4	5.1 ± 1.6

度が低いことが定量的に明らかになった。

3. 白色不透明部および透明部の単粒でんぷん粒の粒径

白色不透明部（腹白部）と透明部（腹白部に対応する完全米の腹側部）から得た単粒でんぷん粒の粒径をそれぞれ測定した。その結果、表3に示したように、白色不透明部の単粒でんぷん粒は透明部のものより約1 μ 程度も粒径が劣っていることが判明した。

考 察

白色不透明部と透明部のでんぷん粒の微結晶構造を比較検討した結果、両部位のでんぷん粒は回折図形が共にA図形を示し、結晶形には違いが認められなかったが、結晶性の面では多少の差異が存在することが明らかになった。

でんぷん粒の結晶性は白色不透明部のものの方が透明部のものより僅かながらも劣っている、つまり腹白を発現した粒（腹白米）の腹側部のでんぷん粒は腹白を発現しない粒（完全米）のそれに比べて結晶性が悪いことが分った。このことは腹白¹⁰⁾が米粒からの水分放出の微妙な変化に反応して発現する事実とともに、登熟過程で米粒が高含水率を保持する時期では認められず、含水率が低下するとともに発現し、しかもその発現率も増加する事実と符合するものと考えられる。

でんぷん粒の非晶質（ゲル相）は吸水に際して膨潤し易く、乾燥に際して収縮し易いとされている²⁾。このことから類推すれば、非晶質部の割合が大きいでんぷん粒ほど膨潤・収縮の変化が敏感であるとともに大きいと考えられる。この関係からして、腹側部のでんぷん粒の結晶性が悪い場合、高含水率時にはでんぷん粒の膨潤が大きくなり易いため、でんぷん粒間には白色不透明の原因となる空隙が形成し難くなる。しかし、乾燥に際して含水率が低下してくると、逆にでんぷん粒の収縮は大きくなり易いため、でんぷん粒間には空隙が形成され易くなると考えられる。このため、腹側部のでんぷん粒の結晶性が悪い米粒ほど腹白の発現が一層助長されるものと言えよう。

腹白の白色不透明部の生成の原因についてはたん白質の量的問題とする考え方⁴⁾とでんぷんの量的問題とする考え方⁸⁾の2つが推論されている。筆者ら⁹⁾は胚乳組織の形態観察から、後者の立場に立ち、でんぷん粒の発育（量的・質的な変化）とその蓄積の低下が白色不透明部の生成の原因ではないかと推察し

た。

白色不透明部組織へ貯蔵物質の蓄積が劣っていることはすでに長戸⁶⁾が硬度の面から、筆者ら⁹⁾は形態的面から、それぞれ証明している。今回の実験結果は白色不透明部組織が porous であることを確認するとともに、さらに数量的にこの点を裏付けたものと考えられる。

でんぷん粒は米粒の発育とともにその大きさが増大すると報告されている¹⁾。白色不透明部のでんぷん粒が透明部のそれよりも粒径が劣っていることは、腹側部の胚乳細胞内ででんぷん分子の生合成能力が早目に低下し、でんぷん粒の発達が途中で止まったと解釈できる。

以上述べた事柄からして、腹側の当該部位ででんぷん分子の生合成能力が低下し、でんぷん粒の発達が劣るとともに、その当該部位への貯蔵物質の蓄積が劣るような場合に、腹白は生成し易いものと言えよう。

本研究の遂行にあたり、でんぷん粒の理化性に関して御助言を賜った名古屋大学農学部並木満夫教授、小林一清博士、祖父江信夫博士に感謝の意を表する。

引 用 文 献

1. Brioners, V. P., L. G. Magbanus and B. O. Juliano. 1968. Cereal Chem. 45:351-357.
2. French, D. 1972. Denpun Kagaku 19 : 8-25.
3. 福場博保 ・ 久下尚子 ・ 稲垣長典 1958. 澱粉工業会誌 6:27-29.
4. 稲垣乙丙 1899. 農学会誌 47 : 14-15.
5. 長戸一雄 ・ 小林喜男 1958. 日作紀 27 : 204-206.
6. ——— 1962. 日作紀 31 : 102-107.
7. 二国二郎編集 1965. デンプンハンドブック . 朝倉書店 . 58-105.
8. Rosario, A. R. D., V. P. Brioners, A. J. Vidal and B. O. Juliano. 1968. Cereal Chem. 45 : 225-235.
9. 田代亨 ・ 江幡守衛 1975. 日作紀 44 : 205 - 214.
10. ——— ・ ——— 1976. 日作紀 投稿中 .
11. Wellwood, R. W., C. B. R. Sastry, M. M. Micko and L. Paszner. 1975. Mokuzai Gakkaishi 21:272-277.