

登熟・貯蔵の程度を異にする米粒から見た「米質」の基準

高野 圭三[※]・野津 幹雄[※]

Keizo TAKANO and Mikio NOZU

Studies on the Standard of "Beishitsu" viewed from
the Some Qualities of Rice Kernels

結 言

品種の特性、栽培および貯蔵期間における環境要因などの結果として米粒に現われる理化学的現象、いわゆる「米質」の問題を追究するためにはなんらかの基準が必要である。加えて「米」としての性質をいくらかでも探知したいと考え、収穫年次ならびに登熟程度の異なった米粒を用い、発芽能力を指標として若干の項目について調査している。今回はろ紙電気泳動法による米粒水抽出蛋白、Guaiacol, TTC, ET 等の反応、アルカリ溶液に対する崩壊性等に関して調査した。

実験材料・方法

供試材料^(a)、泳動操作^(b)ならびに paperchromatography^(c) は前報に従った。Guaiacol 反応には各米粒群より20粒をとり水12ccを加えて磨砕し、遠沈(3000r.p.m.15分)、上澄10ccをとって1% guaiacol 0.2ccを加え、さらに1.5% H₂O₂を加え、30分後吸光度を測定した($\lambda=577\text{m}\mu$)。

TTC および BT の反応には玄米20粒を水に浸漬し、(20°C 24時間)洗浄し、ろ紙上で水を切った後水5cc、砂1gを加えて磨砕し、さらに水10ccを加えて遠沈(2000 r.p.m. 10分)し、上澄5ccに1% TTC 0.6ccを加え、BT反応には試料液5ccに1% BT 0.25ccを加え、28°C4時間後20% TCA を $\frac{1}{10}$ 容加えて反応を停止させ、酢酸 Ethyl 10ccを加えて振盪し、遠沈(3000r.p.m. 10分)で triphenyl formazan を抽出、分光光度計で酢酸 ethyl を基準にして吸光度を測定した(TTC $\lambda=480\text{m}\mu$, BT $\lambda=625\text{m}\mu$)。

アルカリ崩壊性については前報^(d)のように処理した後、5ccを採って50ccに fill upし、Lugol液 0.2ccを加えて直ちに吸光度を測定した($\lambda=625\text{m}\mu$)。

実験結果・考察

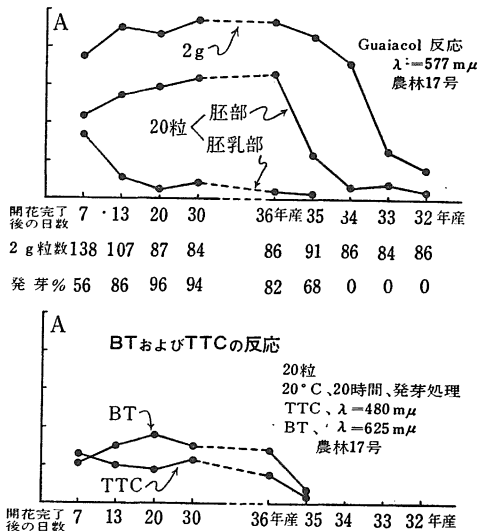
登熟ならびに貯蔵の程度の異なった米粒の一連の変化から完全な「米」の性質を把握しようとするのが目的であり、このことは今後米粒の性質を検討して行く場合の基準を与えてくれると考える。結果は愛知旭・農林17号共に同様な傾向を示した。またベニセンゴク・農林37号においても傾向は同じであった。ここでは、われわれの実験の今後の対象と比較の基準にされるであろう農林17号の結果を主体に述べたい。

米粒の泳動蛋白：新鮮な米粒の泳動像は開花完了後7日目には2分画が認められ、14日目においては、まだ7日目の像に近いが登熟するに伴って原点側にのこる蛋白ができ、30日目には明瞭な4分画を認めることができる。このような泳動パターンは、登熟程度が同じであっても室内で風乾することによっていくらか変化する。すなわち開花完了後7日目において2分画は認められないが、原点側にとどまる蛋白が存在し、風乾(水分約15%)される間に米粒蛋白に変化があったことがうかがわれる。なお新鮮な米粒において4週間目の像は、風乾による影響が認められず、4分画は明瞭である。このことは、未熟米、早刈り米は完熟米に比較して、収穫後ならびに貯蔵期間中において早い時期に蛋白の変化をきたすことを推察させる。登熟過程(新鮮米粒)において形成された4分画は「完熟米」におけるパターンと同じであって、この4分画は収穫後一年経過した米粒蛋白の泳動像においても明瞭である。しかし収穫後の年月の経過に伴って④側の分画から不明瞭になり、泳動蛋白も減少し、同時に発芽能力も減退あるいは消失する。本実験法の範囲においては開花完了後4週間を経過し、発芽能力を有する米粒の蛋白泳動像は4分画であると考えてよい。米粒蛋白の泳動像の変化は発芽能力の変化とも平行しているように考えられるので、特に風乾米粒胚部蛋白について検索した結果、開花完了後7日目、既に2分画が認められ、2分画は登熟程度が進むに従って一層明らかに観察できる。この2分画は貯蔵の期間を経過するとともに明白さを欠き、次第に消失することは前報と同じで

※ 作物学研究室

あった。このように胚部蛋白の泳動像の一連の変化から発芽能力を有する米粒胚部蛋白はろ紙電気泳動法において2分画であると言っても誤りでないと思う。なおこれらの結果は筆者らが今後米粒の内的性質の仕事をする場合の基準として充分考慮すべき価値があると信ずる。

米粒内遊離アミノ酸：paperchromatography において ninhydrine による spots の発色の濃淡と大きさから histidine は米粒の糠層に存在し、白米には存在しない。aspartic acid, glutamic acid は米粒胚部に多い。aspartic acid, glutamic acid は貯蔵期間を経過すると減少する旨報告したが、登熟程度を異にし、発芽能力を有する米粒の遊離アミノ酸は、登熟程度が異っても種類において変化はなく（ただし風乾米粒）、原点に近い方から aspartic acid, glutamic acid, glycine, histidine, alanine, Valine が明白である。しかし登熟・貯蔵を通じて安定な spot を示している Valine に比較して登熟程度が進むにつれて aspartic acid, glutamic acid, histidine の spots は発色の濃度を増した。上記のことから histidine は米粒の果種皮の形成とともに増加するが、貯蔵中における変化は少ない。登熟貯蔵において変化しやすい米粒内遊離アミノ酸は、胚部に多い aspartic acid, glutamic acid であるように思われる。しかし paperchromatography では量的決断は出しにくいので、変化しやすいと考えられる aspartic acid, glutamic acid については他の方法で検討したい。



第1図 登熟・貯蔵程度の異なった米粒の Guaiacol, TTC ならびにBTの反応

米粒の発芽能力の有無と guaiacol, TTC, ならびに BT の反応：peroxidase は植物界における分布がきわめて広いので呼吸となんらかの関係があると考えられたこともあるが、最近では catalase と同様植物体中に副産物として生じた H₂O₂ を除去するもので、peroxidase の最近の総説から呼吸経路と関係がないものであると考えた方がよい。

筆者らの結果は風乾米粒において登熟程度が進むにつれて本酵素の活性は増大しており、発芽歩合と平行し、貯蔵期間の経過に伴って減退して行くようである。一般に米粒においては胚部に強い活性が認められるが、未熟な米粒においては胚乳部(胚切除米粒)にもかなりの活性があることがわかった(第1図)。なお40年前 peroxidase の活力と種子の熟度との関係について後藤の報告があり、また同年代に米粒中の peroxidase の活力によって米の新古を鑑定する方法について麻生の報告がある。また最近においても用いられている方法でもある。

dehydrogenase の活性に TTC を用いた実験の結果は以前から多く報告されている。(5)(6)(7)(8) が本変法において胚をそのまま浸漬して6時間もすれば組織化学的の反応はあっても、磨砕した場合の反応はきわめて小さい。dehydrogenase 活性の強さは種子の発芽に伴って増大すること、ならびに発芽処理しない種子には活性がほとんどないことは従来から知られている。またその原因について種子中には apo-enzyme は存在するが Co-enzyme の DPN の欠乏のため活性が認められず、発芽処理によって DPN の増大するとともに活性が増大するといわれている。本実験においても発芽処理すると活性が認められるようになり、発芽能力のない米粒では活性は認めにくい。succinic dehydrogenase に specific な反応のある BT を用いた結果も TTC と同様な傾向であった(第1図の下)。米粒の、ことに発芽力などについて guaiacol 反応を応用する方法は発芽能力ならびに泳動の結果等と平行しているし、TTC の反応、BT の反応よりも着色程度による比較が容易であり、粒重、胚の生物的状态を考慮すれば今後使用に値することを再認した。

アルカリ溶液による米粒の崩壊とヨード反応：本項目については方法を検討し、米粒の性質の比較に本法が使用できるかどうかを考察したもので、予備的観察についてはすでに報告した。(9) 24% KOH, 25°C, 24hrs の処理において各米粒群の崩壊状態は肉眼的に異なっている。しかし肉眼的に崩壊が認められない時でも処理液にヨード反応が認められる場合がある。また各米粒群の中において個々の米粒は崩壊の状態が多岐にわたる。各米粒をアルカリ処理した後その崩壊状態によって5段

第1表 登熟程度の異なった米粒群の

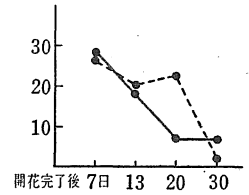
		アルカリ崩壊粒数							
試料No. ※		1	2	3	4	5	6	7	8
崩壊状態と粒数	- (0)	0	2	4	4	0	0	0	5
	± (1)	0	0	1	1	0	2	1	2
	+ (2)	0	1	1	1	0	1	0	0
	++ (3)	0	0	0	0	1	0	3	0
	+++ (4)	7	4	1	1	6	4	3	0

※ 試料No. 1~4は農林17号、5~8は愛知旭

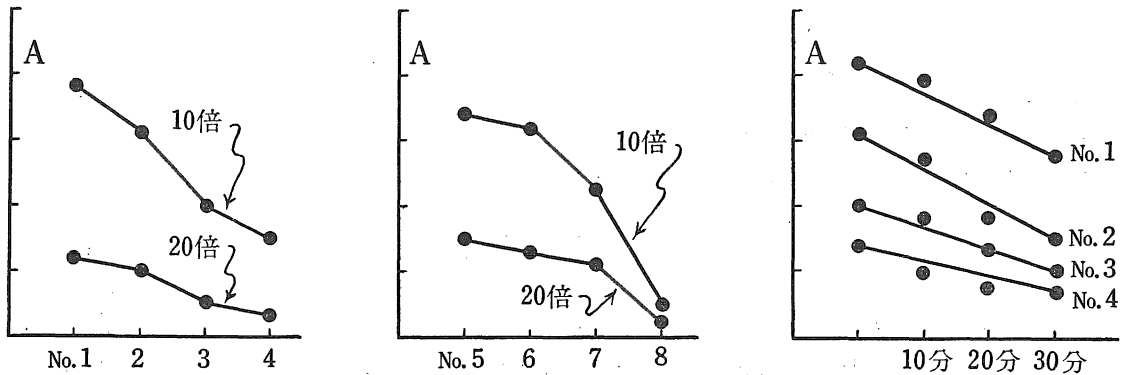
第2表 アルカリ崩壊度※

	指数					計
	0	1	2	3	4	
No. 1	0	0	0	0	28	28
2	0	0	2	0	16	18
3	0	1	2	0	4	7
4	0	1	2	0	4	7
No. 5	0	0	0	3	24	27
6	0	2	2	0	16	20
7	0	1	0	9	12	23
8	0	2	0	0	0	2

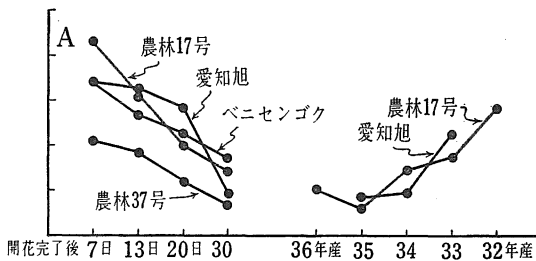
※ (崩壊指数) × (粒数)



第2図 登熟程度の異なる米粒群のアルカリ崩壊割合



第3図 アルカリ崩壊とヨード反応



第4図 登熟・貯蔵程度を異にした米粒アルカリ崩壊性のヨード反応による検定

するには不都合ではない(第3図)。また2.4% KOHに溶出された澱粉のその後の性質に時間的変化は考えないことにすれば、今後米粒のアルカリ崩壊試験に応用してもよい方法であると考えられる。本法によると、米粒は登熟初期において崩壊しやすく、登熟程度が進むにつれて崩壊しにくくなり、貯蔵の期間が経過するにつれて崩壊しやすい傾向にある(第4図)。玄米におけるアルカリ崩壊は米粒の果種皮の発達ならびに構造と関係があることは当然であろうが、これに関しては、いまだふれていない。

摘 要

「米質」を正しく表示するために米粒の性質に対する客観的基準を探索する目的で本実験を企画した。なお今回の米粒も発芽能力を有することを前提としている。登熟ならびに貯蔵の程度を異にした米粒について、ろ紙電気泳動法によって水抽出蛋白を検索した場合、泳動像は登熟ならびに貯蔵において一連の変化を示すことは前報に一致した。ことに米粒胚部蛋白の登熟貯蔵における変化は顕著であった。一方 paperchromatograph にて明確な spot を示す米粒の遊離アミノ酸の種類中、特に胚部に多い aspartic acid, glutamic acid の spot は登

階に分け各米粒に 0, 1, 2, 3, 4, 等の指数を与え(第1表), それぞれの粒数に乘じ各米粒群の崩壊度の指数とした(第1・2表, 第2図)。例えば全部(7粒)崩壊し, しかも7粒とも4の指数が与えられるならば $7 \times 4 = 28$ で崩壊度は最大である。これによると登熟程度の異なる米粒のように肉眼的に明確な差のあるものでは比較も容易であるが, 指数の与え方に主観のはいることが多いようである。そこで筆者らはヨード反応を利用し, 各米粒群のアルカリ溶液による崩壊の状態を一括して表示したいと考えた。ヨードによる澱粉の着色度は時間の経過とともに減退するが, 各試料群とも平行しており比較

熟に伴なって明白になり、貯蔵中に減少するように思われ、胚部蛋白の泳動像の変化と平行しているように観察できる。このような変化は米粒の発芽力ならびに酵素活性程度にも関連していると考えられるので guaiacol, TTC, BT を用いて検討した結果、一連の変化を認めた。ことに guaiacol 反応は米粒胚部の発芽能力の強弱を表示するのに簡易な方法である。米粒のアルカリ崩壊性とヨード反応を結びつけて実験した結果は登熟の異なった米粒群間における吸光度割合から米粒の性質を判定するための有意な差を与えるものと考えられる。

引用文献

1. 麻生慶二郎：農学会報, 265, 1924
2. Dayer, M.T. : Amer. J. Botany 40 ; 20, 1953
3. 後藤寛助：農学会報 272, 1924
4. 川崎甫：農作物審査の基準, 1958 明文堂 p.19
5. Mustakallio, k. k. and Telkkä, A : Science, 118 : 320, 1953
6. Seligman, A. M. and Rutenburg, A. M. : Science 113 : 317, 1951
7. 高野圭三：島根農大研報 6 (A) : 1~10, 1958
8. 高野圭三・野津幹雄：島根農大研報 9 (A-1) : 1~6, 1961
9. 高野圭三・野津幹雄：島根農大研報 10 (A) : 1~4, 1962
10. 高野圭三・野津幹雄：島根農大研報 12 (A) : 1~6, 1964
11. 高村芳三郎：日植病報 22 (4~5) : 225~229, 1957
12. 山崎勇夫：蛋白質核酸酵素 8 (11) : 87~91, 1964

Summary

In this paper, the author's studies were treated on the changes in some qualities of rice kernels in ripening stage or during storage with a view to make up a standard of "Beishitsu".

1. On the water-soluble proteins in kernels, 2 bands in embryo and 4 bands in endsperm on paper electrophoretic pattern were found as reported already. These bands on electrophoretic pattern were found to become with the ripening and to disappear with the decrease of germinating capacity during the storage.
2. Of the amino acids in rice kernels, aspartic acid and glutamic acid found to vary more rapidly than the rate in which other amino acids changed with ripening and during storage.
3. Guaiacol reactions in extracts from rice kernels were strong in ripening and were weak during storage.
4. Experiments combined with the alkaline disintegration and Jod reaction showed to be the significant method for the determination of "Beishitsu" in various maturity of rice kernels.