

登熟程度をことにした米粒の2・3の性質について*

高野圭三・野津幹雄（作物学研究室）

Keizo TAKANO and Mikio Nozu

Some Qualities of Rice Kernels in Ripening

緒 言

米粒を新鮮なまま、ただちにろ紙電気泳動法によって検索した場合に、米粒の組織蛋白の泳動像は出穂完了後4週間目においてはじめて4分画を認めることができ、その後は1年経過した場合でも変化をみないことについては、すでに報告した⁽¹⁰⁾。今回は「米」としての性質をいくらかでも探知したいと考え、外觀形・色などから異なった米粒をえらび、いわゆる青米・未熟米・早刈米等の分類の概念をも含めるとともに発芽能力を有することを前提として若干の項目について調査した。この前提は今後米粒の理化学的性質の変化に伴う現象を追求するために有意な基準を与えるものと考えている。

実験材料・方法

供試品種は昭和37年乃木浜干拓地本学圃場に栽培した農林17号と愛知旭である。開花完了後1週間目ごとに4回にわたって採取した。採取の際には比較的均一なものを抜き穂し、そのまま室内で風乾し、糲摺りは昭和38年2月に、調査は3月中旬から6月中旬にわたって行なった。調査は品種と登熟の異なった8試料群について各試料群より比較的大きい米粒を選んだ。調査の方法は下記に基づいて行なった。

粒形：各試料群より50粒の長さ、幅、厚さを Dial Cariper で測定した。

水分含量：約2gの米粒を75°~80°Cで3時間、100~105°Cで5時間乾燥後秤量した。

千粒重：水分含量を測定した試料から乾物千粒重を算出した。

発芽の有無：径9cmのシャーレーにろ紙を敷き、その上に50粒ずつ並べて25°C恒温器中で発芽させ、その有無を観察した。

pH：米粒5gに石英砂1gを加え磨砕し50ccを加えて振盪し、24°Cに3時間放置し上澄をガラス電極で測

定比較した。

粗灰分：約2gを500°Cで5時間処理し秤量した。

エーテル抽出物：米粒を乳鉢で磨砕し、約5gを円筒ろ紙（東洋ろ紙 No.84 size 25×90mm）に入れ、ソックスレー抽出器で20時間抽出、エーテル回収後80°Cで2時間、デシケーターに1日放置して秤量し粗脂肪として比較した。

アルカリによる崩壊：各試料群より7粒を径9cmのシャーレーに入れ2.4% KOH 25ccを加え、25°Cに24時間放置した後、遠沈し（3,000 rpm 10分）、上澄液5ccをとり蒸留水を加えて100ccにし、ルゴール液（水50cc + KI 2.5g + I 1g）⁽¹¹⁾ 1.5ccを加えて発色させ、日立分光度計で吸光度割合を測定した（ $\lambda=625m\mu$ ）。なお崩壊の様相についても観察した。

遊離アミノ酸：ペーパークロマトグラフィーによって検討した。⁽¹¹⁾

米粒組織泳動蛋白：前報と同じく、ろ紙電気泳動法によった。操作法は電気泳動研究会ろ紙電気泳動標準操作法に従った。⁽¹⁰⁾

実験結果・考察

米粒が登熟するにつれ外觀が変化するに伴って内的性質にも変化が起るであろうこと、また収穫後の貯蔵の間に米粒内で変化している性質についても同様であろうことの報告はすでに多くみられているが、「米」を明確に説明するにはまだ多くの問題がのこされている。本報は良好な「米質」をもつ米粒は当然発芽能力をもっていなければならないと考え材料の選択に当たってもつねにこのことを考慮して考察を進めている。なお実験材料の採取を開花完了後4週間目までにとどめたのは、ろ紙電気泳動法によって4分画が認められる時期に達しているからである。

1. 水分 筆者の一人高野がすでに米粒は貯蔵の環境湿度に支配されやすいことから同じ貯蔵環境下では水分含量の差を認めがたいとしたことに一致する。⁽¹²⁾

2. 乾物千粒重 水分含量に数パーセントの差異が生

* 1963年7月日本作物学会中国支部大会において講演。

登熟程度の異なる米粒の性質 (表I)

試料 No.	品 種	採 取 期 (開花完了 後からの 日数)	粒 形 mm			水 分 %	千 粒 重 (乾 物) g	発 芽			
			長さ	幅	厚さ			96 時 間 %	46 時 間 %	96 時 間 (37年産) %	96 時 間 (36年産) %
1	農林17号	7日目	5.14	2.84	1.75	15.26	15.79	99	92	56	0(10日)
2	農林17号	13	5.22	2.94	1.87	15.37	19.40	100	94	86	82(16日)
3	農林17号	20	5.32	3.01	1.94	15.51	23.77	98	98	96	98(23日)
4	農林17号	28	5.45	3.06	2.03	15.75	24.04	100	64	94	—
5	愛知旭	7	5.11	2.80	1.79	15.24	17.00	97	96	72	0(10日)
6	愛知旭	13	5.13	2.86	1.90	15.25	20.48	100	94	78	20(16日)
7	愛知旭	20	5.13	2.89	1.93	15.35	21.67	100	80	78	50(23日)
8	愛知旭	28	5.35	3.07	1.99	15.27	21.03	99	68	98	— ↑ 出穂後日数
調査月日	1962. 9. 20		1963. 3. 9			'63. 3. 9	'63. 3. 9	'63. 3. 13	'63. 3. 11	'63. 9. 2	'63. 9. 2

じた場合を仮定したので乾物で表示した。登熟が進むに従って千粒重が大きくなるのは当然のことであるが、千粒重を乾物で表示することは、米質をマスの的に比較する場合に欠くことのできない調査項目の一つであると考えられる。

3. 発芽 発芽能力を有すると言うことは本報実験条件の前提であり、結果はそれを満足させるものであった。しかし発芽処理48時間目においては登熟初期の米粒において発芽率が高く、本実験条件では登熟初期の米粒において芽切りまでの時間が短いことを示している。なお同試料において8月下旬(梅雨、夏を経過したもの)に調査した結果では登熟初期の米粒ほど発芽率は低下する傾向があり、また昭和36年に採取しデシケーターに貯蔵した米粒においても、登熟後期のものに比較して初期の未熟米は極度に発芽率を低下させることがわかっている。貯蔵法が米質に及ぼす影響を調査する際には、栽培調整はもとより、米粒の熟度を考慮に入れなければならない。

4. pH 本実験で米粒のpHは6.65から7.08の範囲に含まれたが、登熟不十分な米粒はどちらかと言えばpHが低下する傾向にある。なお登熟完了した米粒においては貯蔵期間を経過するにつれてpHは低下する⁽¹³⁾。米粒のpHは食味とも関係している⁽³⁾と思われ、このように一連の変化を示す項目は米の性質を比較するのによい基準になると考えられる。

5. 粗灰分 登熟にともなって含有割合(%)が低下して行くことがわかった。このことは米粒の大部分を占めるでんぷん等の蓄積して行くことによるものであり、一方一粒当りの粗灰分の絶対量は増加する。

6. エーテル抽出物 米粒の色が異なっているので抽出物の色は当然異なっている。エーテル抽出物について

はすでに報告したように含有率(%)は登熟するにつれて低下した。また愛知旭に比して農林17号において含量が多いようであるが、このことは農林17号は糠の層が厚いといわれていることと関係があるかもしれない。

7. アルカリによる崩壊 米粒のアルカリ崩壊に関し最近では倉沢、諫山が、また古くから多く試みられている⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁸⁾。なお精米の膨潤崩壊度の基準も写真で示されているが⁽⁹⁾、筆者らの用いる米粒は発芽能力を有する米粒であること、崩壊した米粒への指数の与え方に対する客観性の問題から各試験群を一括してヨード反応による着色程度から米粒のアルカリ崩壊性を検定した。その結果は一般に登熟程度の異なった米粒は崩壊性に差異を生ずることを示すのに充分であった。すなわち登熟するに伴ってでんぷん含量の変化があるにもかかわらず米粒は2.4% KOH 溶液に対して崩壊し難い性質に変って行く。このことは米粒の充実程度・果種皮に関係していることを示唆する。表Iの数値は崩壊粒数は崩壊し始めたものから、透明になったものまでを含んでいる。その崩壊状態は(図A)の通りである。同試料の遠沈上澄液のヨード反応で、吸光度割合は試料No. 4, 8を基準にして表示したものであるが、明らかに登熟を異にして差を認めることができ、またこの差は粒重を考慮することによって明瞭に表われると考える。なおアルカリ崩壊の様相についても観察した。一般に米粒が崩壊される場合、背側からはじまり、果種皮と胚乳部が分離した場合には果種皮に胚がついており、胚乳部に糊粉層細胞がついて分離されることが多い。崩壊の順序は写真で示した(図C1~10)。

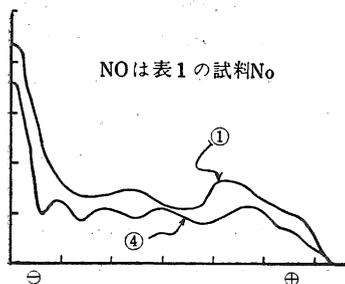
8. 遊離アミノ酸 9種類のアミノ酸の内明確なスポットを呈するのは前報と同じ様にアスパラギン酸、グルタミン酸、グリシン、ヒスチジン、アラニン、バリンで

pH (ガラス電極)	粗灰分		エーテル抽出物 %	アルカリによる崩壊		
	%	mg/100粒		崩壊数 %	ヨード反応 割合	吸光度
6.65	1.34	20.5	3.38	5%	57.0	31.0
6.80	1.22	23.9	3.17	5%	64.5	39.0
6.92	1.20	28.3	2.93	5%	66.0	41.5
6.99	1.20	29.6	2.70	5%	90.0	60.0
6.82	1.37	24.3	2.59	5%	58.0	36.0
6.85	1.37	27.0	2.44	5%	60.5	39.0
7.08	1.37	29.5	2.29	5%	86.0	57.0
7.00	1.40	30.5	2.23	5%	90.0	60.0
No. 4, 8 を基準にした場合						
63.6.21	62.3.26	63.3.26	63.3.26	63.6.14	63.6.14	

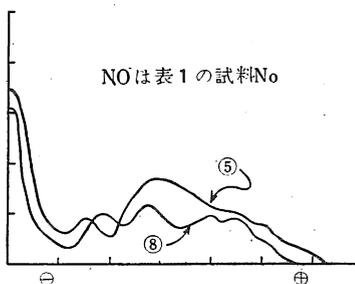
熟の程度・貯蔵の環境・その時間等、複雑な要因の結果として米粒に生ずるであろう性質の調査・検討にあたっては発芽能力・粗灰分・エーテル抽出物・アルカリによる崩壊・ろ紙電気泳動法は一応検討されるべき価値があると考える。

摘 要

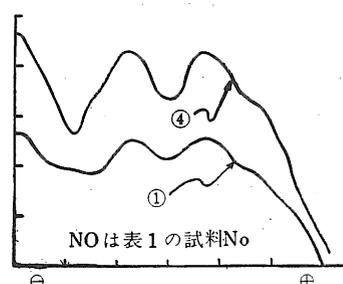
登熟過程を追って米粒の組織泳動蛋白を新鮮な植物の状態では検索した結果はすでに報告したが、今回は青米・未熟米・早刈米等の問題をも考慮して発芽能力を有することを前提とし、抜き穂後室内にて風乾した米粒について調査した。このことは米粒の理化学的性質の変化に伴



登熟程度の異なる米粒の泳動蛋白吸光度曲線 (図1)



登熟程度の異なる米粒の泳動蛋白吸光度曲線 (図2)



登熟程度の異なる米粒胚部の泳動蛋白吸光度曲線 (図3)

あり、各試料群の間に種類における顕著な差異は認められなかった (図B)。量的な問題は他の方法に譲らなければならないが、スポットの色・大きさから見て登熟程度が進むに従ってアスパラギン酸、ヒスチジンのスポットが一層明確になった。

9. 米粒組織泳動蛋白 登熟程度の異なった米粒 (風乾米粒) のろ紙電気泳動像は登熟過程における米粒 (新鮮米粒) の泳動像とは全く異なっており、両者間には明確な差異が認められる。乳熟期以後の米粒は風乾 (水分約15%) されることによって組織蛋白の消長があったようで、新鮮なものに比し、登熟後期の米粒の蛋白泳動像に近づく傾向があるように思われる (図1, 2)。とくにこの蛋白の消長は後述する胚の蛋白泳動像が優先して表示されるように観察され、風乾処理は胚の後熟を与えているとも考えられる (図3)。胚部蛋白泳動像はいずれも2分画を示している。またこの2分画は登熟程度が進むにしたがって顕著になった。なお貯蔵の年次を経過するにつれてこの2分画の吸光度曲線のピークは弱さを欠き胚蛋白の2分画は不明瞭となって行く。

以上10項目の調査結果を説明したが、品種・栽培・登

熟の程度を異にした各米粒の共通な結果からつぎのようなことが言える：①米粒は登熟の異なったものであっても貯蔵の環境が同一であれば、水分含量はほぼ同一を示す。②粗灰分は登熟に伴って%は減少するが、1粒当りの絶対量は増加する。③エーテル抽出物は登熟程度が進むにつれて%は減少する。また愛知旭より農林17号において含量が多いようである。④米粒のアルカリによる崩壊については登熟するにつれて崩壊し難くなる。なお米粒が崩壊される場合は米粒の背側から始まり、果種皮と胚乳部が分離した場合には果種皮には胚がついており、胚乳部に糊粉層細胞がついて分離されることが多い。⑤ペーパークロマトグラフィーによる米粒遊離アミノ酸の明確なスポットは6種類で、そのうちアスパラギン酸、ヒスチジンは登熟に伴って多くなる。⑥ろ紙電気泳動法による米粒組織蛋白は新鮮なものとは異なった泳動像を示すが出穂完了後4週間目に4分画が認められることは前報と全く同じである。なお胚部における分画はいずれも2分画であり、登熟に従って一層明確になった。

文 献

1. 相見靈三：細胞生理学実験法 1953, 東京, p. 188
2. 諫山忠幸：米 1961, 東京, p. 313
3. 岩田久敬：食品化学 1958, 東京, p. 257
4. 近藤万太郎・笠原安夫：農学研究 32: 28~48, 1941
5. 近藤万太郎・笠原安夫：農学研究 33: 161~196, 1942
6. 倉沢文夫：農業技術 18 (6): 265~268, 1963
7. 宮本 璋・杉本良一：ろ紙電気泳動シンポジウム第一集 1953, 東京, p. 220
8. 鈴木 裕・竹生新治郎・谷 達雄：農化 33: 275, 1959
9. 食糧研究所：食糧 4号: 22~24, 1961
10. 高野圭三・野津幹雄：島根農大研報 10 (A): 1~4, 1962
11. 高野圭三・野津幹雄：島根農大研報 9 (A): 1~6, 1961
12. 高野圭三：島根農大研報 6 (A): 1~10, 1958
13. 高野圭三・野津幹雄：日作紀 29 (2): 217, 1961
14. 高野圭三・野津幹雄：日本作物学会中国支部 研究集録7, p. 1962

Summary

Hitherto, in interpreting the fluctuation of water soluble protein extracted from rice kernel in ripening stage, fresh rice kernel has been used. Dried rice kernel capable of germination was used in the present work. The authors believe that such consideration for material is important for the study of the quality of rice kernel. In this paper, rice kernel with ripening was investigated on changes of physical and chemical characters. The results obtained are summarized as follows:

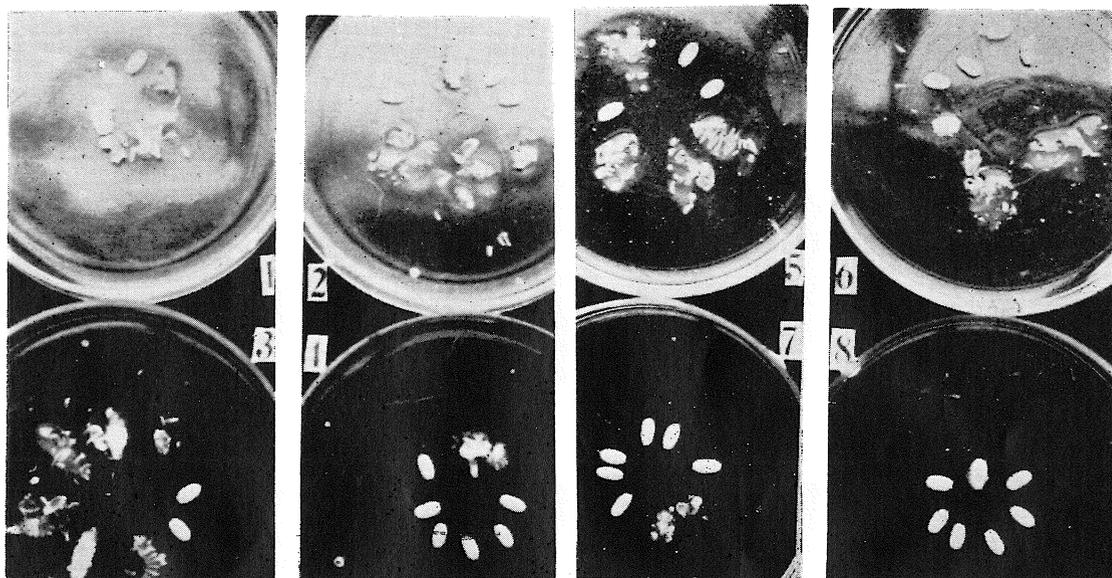
1. The decrease of both crude-ash and ether-extract content (%) was shown with ripening but the increase was recognized in absolut content (mg) in a kernel. The content of ether extract in the variety named "Norin No. 17" was richer than "Aichi-asahi".

2. Rice kernels by means of alkali test (2.4 % KOH, 25°C, 24 hrs.) were resistant to disintegrate in later ripening.

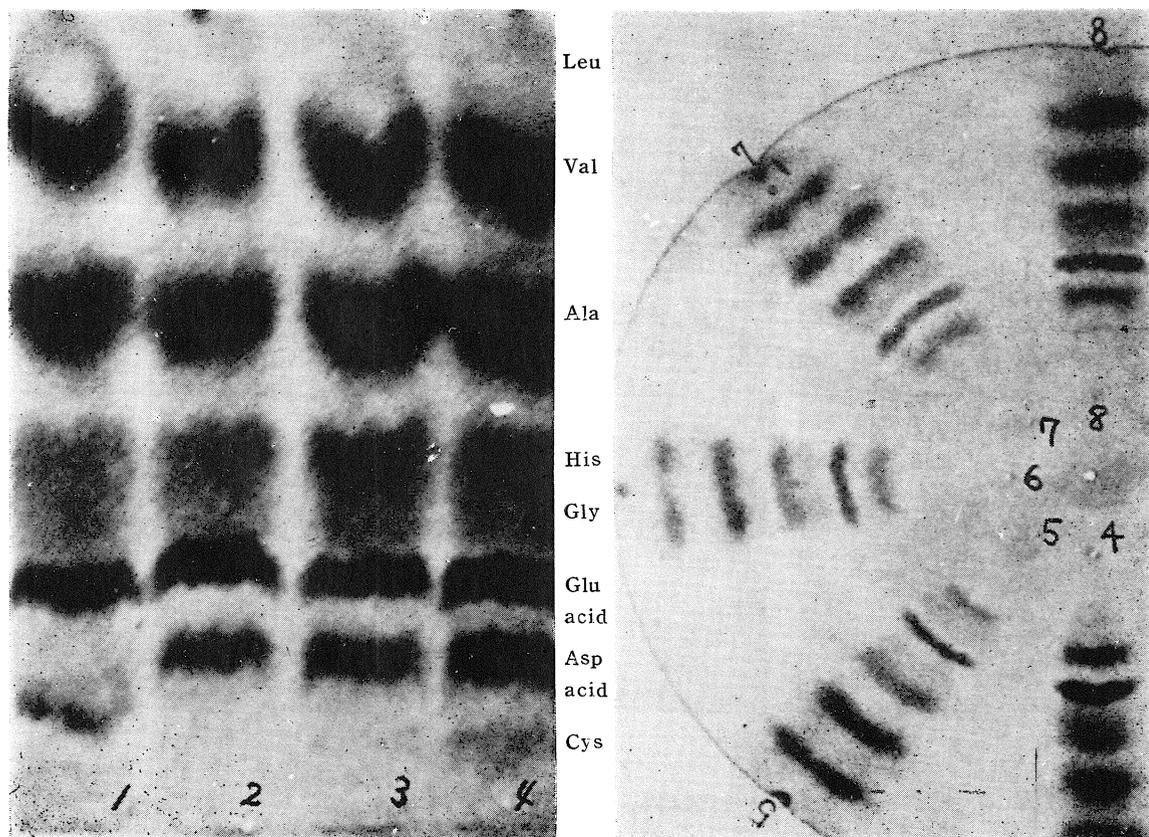
3. Nine amino acids from rice kernel were observed in any time of ripening, while content of aspartic acid and histidine went on increasing with the progress of ripening.

4. The difference between fresh and dried materil for 3-weeks duration after flowering was always observed on paper electro phoretic pattern of water soluble protein from rice kernel. Four bands on the patterns were founded in the material in later ripening as previously reported.

There were 2 fractions of water soluble protein in embryo part of kernel and with ripening, the bands of these fractions were more clearly shown on electrophoretic patterns.

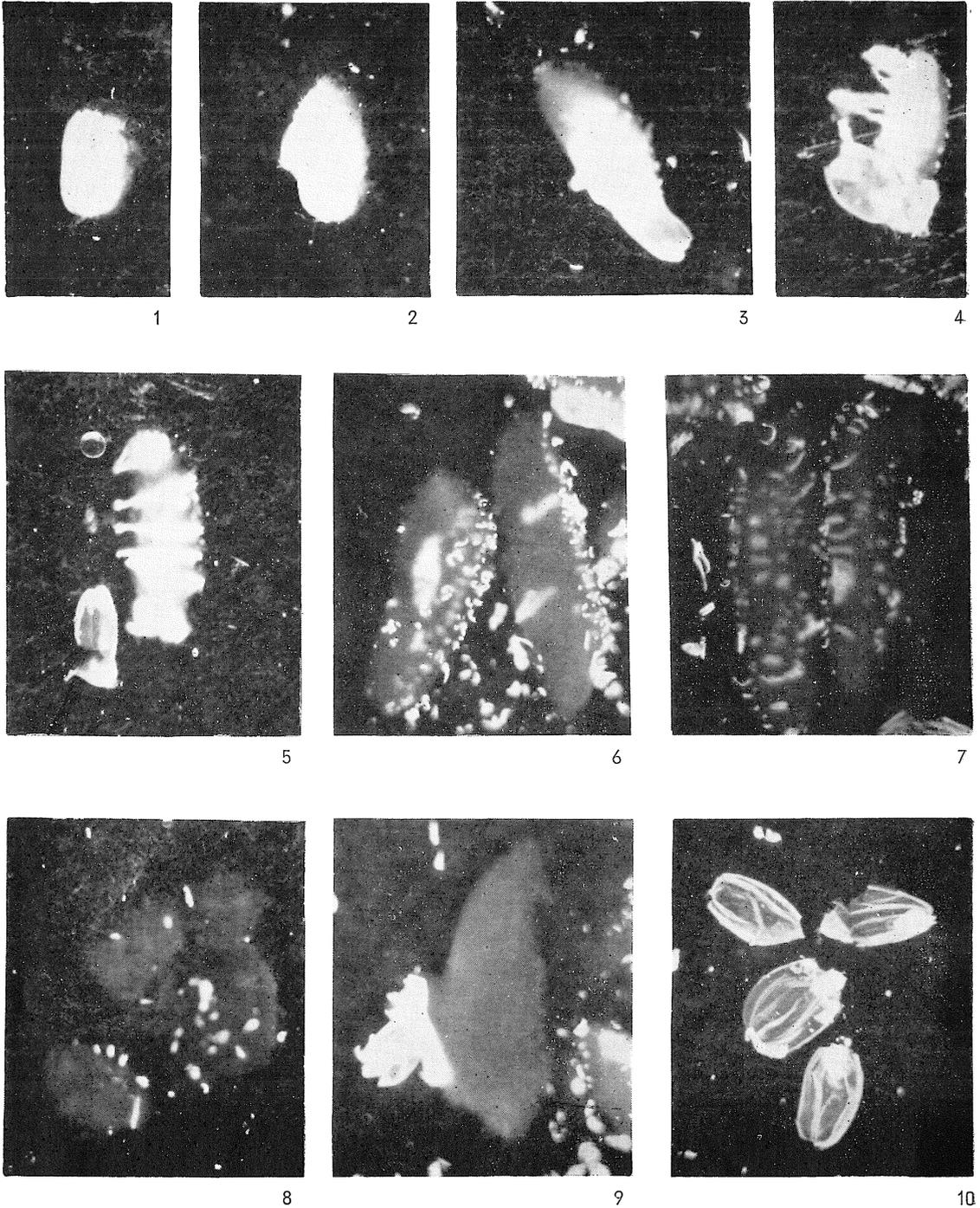


登熟程度の異なる米粒のアルカリ崩壊 (図A)



登熟程度の異なる米粒の遊離アミノ酸 (図B)

登熟程度後期におけるアルカリ崩壊の様相 (図C)



説明：1, 2, 3, 6時間～12時間までの状態。 4, 5, 12時間を経過したころの状態。果種皮は胚乳部から分離される。 6, 7, 8, 24時間までの状態, 胚乳部についているのは糊粉層細胞。
9, 例外もある。 10, 胚は果種皮につく。