(ii) これらの高生産能細菌を中心として斜面培養に類縁性のある 98 試料より分離した 177 株の L-グルタミン酸生産細菌を選出し詳細な菌学的性質を調べた。これらの細菌は菌体色素, 酸素要求, ミルク培養, NO_2 生成等の species key により 10 species に分類された。

(iii) これら新 10 菌種の Bergeys Manual of Determinative Bacteriology (第 7 版) における分類地位を考察した結果, *Brevibacterium* 属に所属せしめるのが最も妥当であることを知った。さらに既知 *Brevibacterium* 属菌種と比較した結果厳密には一致する菌種がない新菌種と認めた。10 菌種中 L-グルタミン酸生産性優秀なものは 5 菌種であるので, これらに *Brevibacterium lactofermentum*, *Brevibacterium saccharolyticum*, *Brevibacterium flavum*, *Brevibacterium immariophilum*, *Brevibacterium roseum* と命名した。これらの細菌は土壌・汚水・海産物・野菜・果実等から分離され自然界に広く分布している。特に分離頻度最高の *Brevibacterium flavum* は最も分布が広いと考えられる。

(iv) これら強力細菌の菌学的特徴を一括して記載し L-グルタミン酸生産細菌の菌学的範囲を明らかにした。また L-グルタミン酸生産の面から考えて biotin 単独要求もしくは biotin·thiamine 複合要求という興味ある生理的特徴のあることも指摘できた。

本研究のために貴重な菌株を御分与下されました武田醸酵研究所, 大阪大学工学部寺本四郎教授, 東大応微研菌株保存室, 並びに種々御助言・御指導を賜りました東大名誉教授坂口謹一郎, 東大応微研所長朝井勇宣, 同助教授飯塚廣諸先生等に厚く御礼申し上げます。

(1) 朝井勇宣・相田 浩等: <i>Bull. Agr. Chem. Soc. Japan</i> , 21 , 134 (1957).	<i>Appl. Microbiol.</i> , 3 , 24 (1953).
(2) 木下祝郎等: <i>Proc. Intn. Symposium on Enzyme Chemistry Tokyo-Kyoto</i> , p. 464 (1957).	(8) E. Leifson: <i>J. Bact.</i> , 66 , 24 (1953).
(3) 蘇遠志・山田浩一: <i>Bull. Agr. Chem. Soc. Japan</i> , 24 , 69 (1960).	(9) M. Levine: <i>Laboratory Technique in Bacteriology</i> , 1954, p. 398.
(4) 太田修二・田中政民: <i>アミノ酸</i> , 1 , 50 (1959).	(10) W. L. Gaby, E. Free: <i>J. Bact.</i> , 76 , 442 (1958).
(5) 土井新次等: 同上, 2 , 26 (1960).	(11) 飯塚 廣・駒形和男: 農化関東支部 第 195 回講演会 (1959).
(6) "Manual of Microbiological Methods", Published by the Society of American Bacteriologist Committee on Bacteriological Technique (1957).	(12) "Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7th Edition", Published by the Williams and Wilkins Company (1957).
(7) 朝井勇宣・奥村信二・角田俊直: <i>J. Gen.</i>	(13) H. J. Conn, I. Dimmick: <i>J. Bact.</i> , 54 , 291 (1947).
	(14) P. L. Sgueros: <i>ibid.</i> , 69 , 28 (1955).

[農化 第 36 卷, 第 2 号, p. 159~162, 1962]

米の貯蔵過程におけるリン酸化合物の変化 (第1報)*

貯蔵期間中の無機リン酸の増加

斎尾 恭子, 久保 彰治 (農林省食糧研究所)

昭和 36 年 7 月 12 日 受 理

米あるいは他の穀類種子について, 登熟期や発芽期における各種の成分変化の研究は多い。しかしその二つの期間をつなぐ貯蔵期, もしくは休眠期中の変化について, 貯蔵生理上の知見を与えるような研究は数も少なく, その成分変化の過程の概略が示されているにすぎない。

著者らおよび堤は, 先に米粒を貯蔵しておく際に, 米粒の外層部に多くふくまれる塩素の大部分が内部へ移行する事実をみとめ⁽¹⁻⁴⁾, 久保はさらにこれをより広い意味の粒内電解質移動現象の一部であることをみとめた⁽⁵⁾

* Biochemical Changes of Phosphorous Compounds in the Rice Kernel during the Storage. Part I. Increase of Inorganic Phosphorous during the Storage.
By Kyoko SAIO and Shoji KUBO (Food Research Institute, Ministry of Agriculture and Forestry)

これらの事実の貯蔵生理的意義の解明にも関連して、著者らは米粒貯蔵間の成分変化について、主にリン酸化合物の動態という点を中心に研究をはじめた。米粒中のリン酸化合物のいちばん大きな部分を占めるのは、登熟期に粒内に転流した無機リン酸がフィチンとして集積されたもので、このフィチンは発芽に際して逆に無機リン酸を分離して活性化することがみとめられている。そのことから貯蔵中にフィチン態リンが漸次無機リン酸になることもあろうと類推される。

一方、玄米倉庫貯蔵中のリン酸化合物の増減を測定し、貯蔵間に水溶性無機リンが減少し、フィチン態リンが一時急増し、その後やや減少すると述べている報告もある⁽⁶⁾。

リン酸化合物は米粒の生体代謝にとっても、主要な位置を占めているはずであり、著者らの実験はその貯蔵期における変化の過程を明らかにし、また他の成分変化との相互関係を知ることを目的とするものである。

第 1 報においては、主としてそれらのうち貯蔵期の無機リン酸量の変化を現象的に追求した結果を報告する。

実験並びに考察

実験 1. 貯蔵条件のことなる米粒内リン酸化合物の分割定量 1958 年度秋、愛知県農業試験場玉野分場で収穫された水稻、千本旭と愛国（この土地では必然的に愛国は早期的栽培条件となる）の 2 品種を第 1 表のごとき実験条件で 1959 年 1 月より 10 カ月間貯蔵した。なお、これら貯蔵区において、著者らが先に報告した⁽⁴⁾ 比較的低温による発芽状態の観察では、H 1 区は発芽率が 0 になり、米の変質がもっともいちじるしく、H 2 区

実験区	貯蔵温度 (°C)	貯蔵デシケーター中の相対湿度 (%)	飽和塩の種類
H 1	22	81.0	(NH ₄) ₂ SO ₄
2		72.5	NH ₄ Cl·KNO ₃
3		56.0	Mg(NO ₃) ₂
4		49.5	KCNS
5		44.5	K ₂ CO ₃
L 1	5	82.5	(NH ₄) ₂ SO ₄
2		65.0	NaBr
3		52.5	KCNS
4		45.0	K ₂ CO ₃
5		39.8	CaCl ₂ ·6 H ₂ O

もかなり変質しているようであるが、これに比して L 4, L 5 区は発芽率の低下もみられずその保存性は高いと考えられる。これら各貯蔵区の玄米を粉碎し、30 メッシュの篩を通して分析試料とした。各リン酸化合物の分析法は、主に Pons らの方法に準じたが、Pons らが油性種子を実験材料として用いたのに対し、著者らは澱粉性種子である米を使用したのて、玄米の分析にあたっては、酸可溶性リン、フィチン態リンの抽出に先立って行われる脱脂の操作を省略して、全リン、0.75 N トリクロル酢酸可溶性リン（酸可溶性リンと称する）、無機リン酸、フィチン態リンを定量した。

第 2 表 貯蔵条件のことなる玄米内リン酸化合物の W. Pons 法による分割定量

品種	実験区	水分 (%)	全リン	酸不溶性リン (計算値)	酸可溶性リン	フィチン態リン	無機リン
(玄米乾物 100 g 中の P mg)							
千本旭	H 1	16.0		(52.8)	247.9	231.0	10.6
	2	16.0		(57.5)	243.2	225.0	8.5
	3	14.2		(56.4)	244.3	226.2	6.3
	4	13.6		(60.9)	239.8	229.1	5.9
	5	13.4		(64.4)	236.3	224.2	5.9
	L 1	17.4		(56.0)	244.7	241.5	6.3
	2	15.7		(60.7)	240.0	223.6	5.0
	3	15.2		(57.0)	243.7	223.5	5.0
	4	14.3	301.4	(57.8)	242.9	219.8	5.0
	5	13.8	300.0	(61.1)	239.6	226.2	5.1
平均			300.7				
愛 国	H 1	15.5	352.9	(39.1)	307.9	282.4	14.8
	2	14.6		(43.7)	303.3	288.2	11.4
	3	13.2	343.1	(61.3)	285.7	281.6	8.2
	4	12.4		(56.3)	290.7	263.8	7.8
	5	12.4	345.9	(60.9)	286.1	276.5	7.8
	L 1	16.0		(49.7)	293.3	281.9	8.0
	2	14.6	345.4	(62.2)	284.8	273.1	6.9
	3	13.9		(59.0)	288.0	275.1	6.8
	4	13.2	347.6	(64.1)	282.9	267.0	6.6
	5	12.8		(70.2)	276.8	263.1	6.7
平均			347.0				

その分析結果を第 2 表に示す。貯蔵条件の影響は無機リン酸量の変化に顕著にみいだされ、条件の良い L 5 区と悪い H 1 区の比較においては倍以上の差が認められる。また、H 区は L 区に比して総じて高く無機リン酸の変化に対する温度の影響は強いようにみえる。なお本実験では、条件の影響はリン酸化合物の 0.75 N TCA への溶不溶の度合に僅かな変化をみせている。すなわち、L 5 区では酸可溶性リン酸化合物が少なく、酸不溶性リン酸化合物の多い傾向があり、H 1 区では逆に酸可溶性リン酸化合物が多く、酸不溶性リン酸化合物の少い傾向がみえる。

品種の比較では、愛国は千本旭よりも全リン含有量が多く、また貯蔵条件の影響も大きく受けているようにみえる。貯蔵期間の含有水分は愛

国の方が千本旭よりも少なかったにもかかわらず、この変化が大きかったことは注目に値する。

実験 2. 実験室内貯蔵における米粒各部のリン酸化合物の変化 1959 年宮城県で収穫された水稻、品種ササングレを、翌年春から約 30° に保った恒温箱中で、飽和硫酸アンモニウムを入れて湿度を調整したデシケーター内に貯蔵し 2 カ月と 6 カ月経過した後に分析に供した。米粒の胚芽部分はメスを用いて徒手にて分別し、その残部を小型のテスト・パーラーで歩止り 88% まで精白してぬか部と胚乳部とに区分した。ぬか部はそのまま、胚乳部は小型ミルで粉碎、胚芽部分は乳鉢でかるくすりつぶして分析試料とした。リン酸化合物の分割分析は Pons らの方法に準じた。

その結果を第 3 表に示す。表中全粒のリン酸化合物量は胚乳部、ぬか部および胚芽部の分析値の和として計算により求めた。

この実験の試料処理段階で徒手で胚芽を分離する際、はく離した胚芽の全粒に対する重量 % が貯蔵前後の試料につき不同となった。また搗精の技術や水分変化の問題等からも搗精歩止りを全く一定に押えることはできないので 3 つの試料の分別 % には

第 3 表 各組織区分における貯蔵中のリン酸化合物の変化

貯蔵期間 (カ月)	区分	区分割合 (%)	全リン	酸可溶 性リン	フィチン 態リン	無機 リン	リン脂質 態リン
(玄米乾物 100 g 中の P mg)							
0	胚芽	3.06	66.6	60.1	58.8	1.7	2.8
	ぬか	8.80	186.5	177.6	174.9	1.7	3.8
	胚乳	88.14	87.7	45.8	32.9	2.2	0
	(全粒)		(340.8)	283.5	266.6	5.6	(6.6)
2	胚芽	3.35	66.6	62.4	60.4	2.6	2.3
	ぬか	8.65	180.5	176.5	171.0	2.5	3.8
	胚乳	88.00	92.1	48.6	30.7	3.5	0
	(全粒)		(339.2)	287.5	262.1	8.6	(6.1)
6	胚芽	3.38	61.2	56.5	54.8	2.7	0.4
	ぬか	8.69	197.6	186.0	183.0	2.2	0.5
	胚乳	87.95	89.8	47.1	30.0	5.9	0
	(全粒)		(348.6)	289.6	267.8	10.8	(0.9)

実験 1 においては、貯蔵条件の不良化に伴い無機リン酸の増加す

るのを認めたが、ここでも貯蔵期間の経過に従っていちじるしく無機リン酸が増加するのをみとめることができる。この増加はぬか部、胚芽部および胚乳部のいずれの区分においても観察されるが、貯蔵段階の進行したものでは、外層よりも胚乳部の無機リン酸の増加がめだつ。これは著者らや堤が先に報告した米粒内無機元素の粒内への移行と関連して、外層でリン酸が無機態となって移動しやすくなったためにその分が内層に移行したのではないかと想像されるので、この点はなお研究の余地がある。なお貯蔵の後期、リン脂質の急速な減少も注目される。

第 1 図 玄米倉庫貯蔵中の無機リン酸の経時的変化

●——● 13° RH 75%
▲·····▲ 10° RH 80%
×- - -× 常温常湿

実験 3. 玄米倉庫貯蔵中の無機リン酸の経時的変化および塩素の粒内移動 実験 2 に使用した宮城産ササングレに加えて、秋田産ササングレを用い実際の倉庫貯蔵間の玄米中の無機リン酸の変化を、やや細かく経時的に観察した。両試料とも 2 つは収穫翌年の 1 月から茨城県土浦市の低温倉庫に保管されたもので、10°、相対湿度 80%; 13°、相対湿度 75% にそれぞれ温湿度を調節した 2 区についての結果であり、他の 1 つはこれらとの比較として、普通の倉庫に温湿度無調節のまま貯蔵されたものである。その結果を第 1 図に

第 4 表 倉庫貯蔵玄米の粒内塩素移動

貯蔵期間 (カ月)	宮城県産ササシグレ			秋田県産ササシグレ		
	比較	13° 75%	10° 80%	比較	13° 75%	10° 80%
0	0	0	0	0	0	0
1	1.5	1	0.5	0	0	0
2	9	7.5	2	0	0	0
3	12	12.5	9	0.5	0.5	0
4	15	12.5	9	11	4.5	5
5	15	15	15	15	9	4
6	15	15	15	15	9.5	4
7	—	—	—	15	11.5	5
8	—	—	—	15	14.5	8
9	—	—	—	15	13.5	7
10	—	—	—	15	15	12

示す。

低温貯蔵区は比較区にくらべて、無機リン酸の増加程度は少く、1年間の貯蔵では無機リン酸量は出発点の約 1.3~1.6 倍となるにすぎないが、比較区では 7, 8, 9 月の夏の高温期を経過することにより急増し、その後も徐々に増加して、1年間の貯蔵では約 2.3~2.7 倍となっている。低温 2 区、すなわち 13°, 75%; 10°, 80% 区の間には有意な差がみとめられない。宮城産は秋田産より貯蔵出発点においてすでに無機リン酸が多く、またその増加率もいく分高い。これらの試料における塩素の粒内移動を参考のため観察した結果を第 4 表に示す。これは測定時に任意に選んだ玄米

15 粒につき、さきに著者らが提案した方法で塩素を組織染色し⁽⁶⁾、完全に胚乳部に塩素の移動したものを 1、移動の明らかでないものを 0.5、全く移動していないものを 0 としてその点数の総和で示した数値である。ここでも宮城産は秋田産より塩素の粒内移動が早い、全般に塩素の移動の時期は、無機リン酸の増加の時期にかなり先行している。第 4 表と第 1 図の対照からも、塩素の粒内移動と無機リン酸の増加とが直接に関連した現象ではないという著者らのさきの推定はうなづけられると考えている。

この無機リン酸の増加が、米種子の貯蔵期における生理変化のいかなる代謝の結果であるかは、現在のところ明らかではないが、一般的に無機リン酸の増大を測定することによって、玄米の貯蔵によって生ずるある生理変化の度合を知ることができるように考える。

要 約

種々なる貯蔵条件においた米種子について、主に Pons らの方法に従ってリン酸化合物の分割分析を行ない、貯蔵間のリン酸化合物の変化を観察した。その結果、貯蔵期間の増加、あるいは貯蔵条件の不良化にともなって、無機リン酸の増加が顕著にみとめられた。これは貯蔵期における米種子のある生理変化の度合を示す 1 つの指標となると考える。無機リン酸の増加量は、貯蔵中の温度および湿度に影響される。なお、十分に水分をもった米粒中での塩素の移動は、無機リン酸の増加より早期におこる。

終りに臨み、本実験に用いた試料の 1 部を御便宜いただきました農林省農業技術研究所明峰英夫技官に感謝いたします。

- (1) 久保彰治, 堤 忠一: 本誌, 33, 421(1959).
- (2) 久保彰治, 藤田恭子: 本誌, 33, 424(1959).
- (3) 久保彰治, 藤田恭子: 本誌, 34, 572(1960).
- (4) 久保彰治, 藤田恭子: 本誌, 34, 575(1960).

- (5) 久保彰治: 本誌, 34, 689 (1960).
- (6) 田村太郎, 泉 良江: 食糧研, 6, 15(1952).
- (7) W. A. Pons, M. F. Stansbury, C. L. Hoffpauir: J. A. O. A. C., 36, 492 (1953).