

環境条件に伴う水稲デンプンの理化学性の変化

吉野 実・野口純隆
(鹿児島県農業試験場鹿屋支場)

YOSHINO, M. and NOGUCHI, S.

Variation of Physico-chemical Properties of Rice Starch according
to the Various Circumstances Conditions

緒 言

本報告は昭和35年から37年にわたり農技研西ヶ原で研究を行ない、その後、鹿児島県農業試験場鹿屋支場において、さらに一部実験を加えてとりまとめたものである。

最近、食味に関する研究が要望され、米質に関する研究についても古くは岡村¹⁾、近くは佐藤²⁾、長戸³⁾、倉沢⁴⁾、三鍋⁵⁾、渡辺⁶⁾らの報告がある。一般にデンプンの物理化学的性状としてはその粘弾性、アルカリ反応などが試験されているが、これらと併行して X-Ray Diffractometer による X 線回折曲線による結晶構造についても検討されている^{7,8)}。一方、ペーパー・クロマトグラフィーによるアミロース、アミロペクチンの分別定量が試みられ、この方法によつてモチ、ウルチの差異などが追究されてきた。

樹作らはデンプンの生成はその生成過程における生体内の温度条件およびデンプン生成の場における器官の水分含量、塩類濃度さらに溶存する塩類の種類が密接に関連していることを報告⁹⁾している。従つて水稲においても子実デンプンと一時的貯蔵デンプンである茎秆内デンプンではデンプン粒の大きさ、アミロース含量、X 線回折曲線にもおのずから差異が予想される。子実デンプンと茎秆内デンプンの差異についてはすでに長戸、渡辺らの成績があるが、本報告は子実デンプンと秆内デンプンの相違を主として Diffractometer による両者の結晶構造の差異について述べる。

実験 I

第1表 施肥設計

区 別	N (g)	P ₂ O ₅ (g)	K ₂ O (g)
少 窒 素 区	0.2	5.0	1.5
多 窒 素 区	3.0+2.0*	5.0	1.5
少 燐 酸 区	1.0+1.0*	1.0	1.5
多 燐 酸 区	1.0+1.0*	10.0	1.5
少 加 里 区	1.0+1.0*	5.0	0
多 加 里 区	1.0+1.0*	5.0	5.0

*印は穂肥

子実デンプンは第1表に示す施肥設計に基づき 1/2,000 アール・ポットで栽培した水稲農林25号を供試

した。子実デンプンは収穫時の籾を、秆内デンプンは出穂または収穫時の秆から分離精製した。

X-Ray Diffractometer “Geiger-flex” を使用したが、その諸条件は第2表のごとくである。

第2表 X-Ray Diffractometer “Geiger-flex”
の諸条件

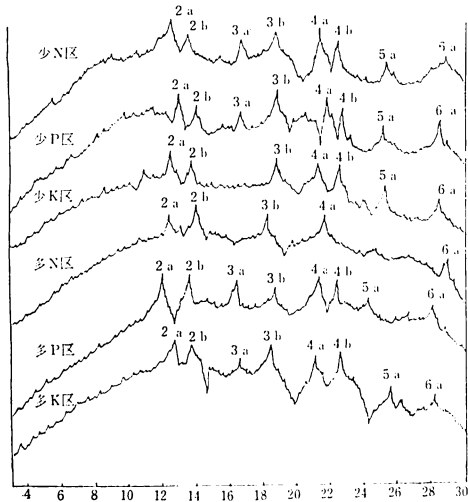
Radiation	;	Fe K α
Filter	;	Mn
K V A	;	30
M A	;	7
Scanning speed	;	2° per min
Multiplier	;	1
Scale factor	;	2
Time constant	;	8 or (4)
Divergency slit	;	1°
Receiving slit	;	0.4 mm
Chart speed	;	2 cm per min

一般にデンプンの結晶構造はA、B、Cの3つの型に大別される。すなわち、トウモロコシのようなイネ科のデンプンは第1環のないA型、馬鈴薯、甘藷のごとき地下茎や根のデンプンは第1環を有し且第6環が6a、6bの2つにわかれているB型、両者の中間型でマメ類にみられるC型である。

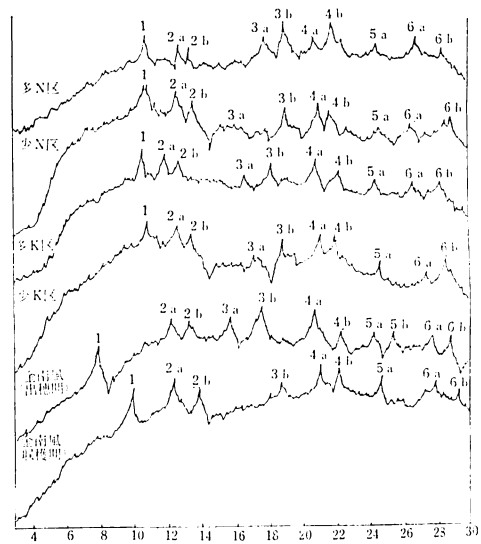
水稲農林25号の各処理区における子実デンプンのX線回折曲線は第1図のごとくである。すなわち、いずれも第1環を欠いた典型的なA型を示した。しかし、その秆内デンプンは第2図のごとく、いずれも第1環が存在し、且第6環が6a、6bの2つにわかれたB型を示した。同時に桿試験でえられた水稲金南風の出穂期および収穫期の秆内デンプンについて試験したが同様にB型を示した。ただし、この場合は出穂期と収穫期で第1環の位置に若干の位置的ずれが認められた。このように水稲デンプンでは器官の相違によつて結晶構造上に差異がみられた。しかし3要素の各処理間では本質的な影響はみられなかった。

またデンプンは直鎖のみのアミロースと側鎖をもつアミロペクチンからなっているが、両者の割合はデンプン

第1図 水稲農林25号各区の子実デンプンのX線回折曲線



第2図 稈内デンプンのX線回折曲線



ブンの性状に大きく影響するものと考えられるので、ペーパー・クロマトグラフィーによつて子実および稈内デンプンのアミロース含有率を測定した。結果を第3表に掲げた。稈内デンプンのアミロース含有率は概して子実デンプンより低い値を示した。

第3表 各区デンプンのアミロース含有率(対乾重%)

区別	部位	子実デンプン	区別	部位	稈内デンプン
多	N 区	20.0	多	N 区	16.7
多	P 区	20.0	多	少 N 区	18.6
多	少 K 区	18.6	多	少 K 区	16.5
少	N 区	21.2	少	少 K 区	12.1
少	P 区	18.6	金南風(出)		18.6
少	K 区	18.6	金南風(収)		20.0

実験Ⅱ

実験Ⅰはデンプン生成の場における水分や塩類濃度、塩類の種類などの稲体内的環境条件の差に基づくデンプンの結晶構造上の差を中心に試験したが、実験Ⅱは登熟期間における外的環境条件、とくに温度条件が白米およびデンプンの諸性質に及ぼす影響について検討した。

水稲金南風を早期および普通栽培(ポット試験)し、かつ登熟期間中の温度条件を登熟前期と後期にわけて温度処理を行なつた。温度の処理期間は第4表のごとくである。処理温度は低温を 20°C、高温を 30°C としたが、これは昭和33~35年にわたる 8 月上旬と 9 月下旬の平均気温を参考として決定したものである。

第4表 登熟期の温度処理期間

早期栽培	登熟前期低温処理 8月14日~8月28日(多N区は8月28日~9月11日)
	登熟後期低温処理 8月29日~9月19日(多N区は9月12日~9月27日)
普通栽培	登熟前期高温処理 8月31日~9月13日(多N区は9月11日~9月25日)
	登熟後期高温処理 9月14日~10月5日(多N区は9月26日~10月9日)

同時に参考試験として外米 BASMATI をポット栽培し、前記の早期栽培区と同様に登熟期間(8月21日~9月6日)を低温処理し、その影響を金南風と比較した。

X線回折の結果はそれぞれデンプン特有の曲線を示したが、各肥料要素間にはほとんど差異が認められず、ただ温度処理の影響について若干の傾向がみられた。すなわち、登熟期の低温条件は結晶性を高める方向に作用するのが認められた。

Mc ready の方法に準じて比色法でアミロース含有率の変化を示すと第5表のごとくである。あまり明確な傾向はみられないが登熟期の低温処理はアミロース含有率を高め、これに反して高温処理はこれを低下させる傾向を示した。

また白米のアルカリ検定を実施し、温度処理の影響の苦しいことを認めた。すなわち、早期栽培における白米のアルカリによる崩壊度は登熟前期低温処理が最

第5表 デンプンのアミロース含有率(対乾重%)

A) 早期栽培		無処理	登熟前期 低温処理	登熟後期 低温処理
対照	区	17.3	18.4	19.8
多	N区	—	20.5	19.5
少	N区	18.0	18.1	19.5
多	P区	18.1	19.3	19.5
少	P区	18.1	19.8	18.1
多	K区	16.5	17.4	17.5
少	K区	17.0	17.4	18.1

B) 普通栽培

B) 普通栽培		無処理	登熟前期 高温処理	登熟後期 高温処理
対照	区	17.4	17.0	17.0
多	N区	19.5	17.5	17.3
少	N区	17.4	15.0	17.3
多	P区	17.3	16.2	16.2
少	P区	18.1	15.0	18.0
多	K区	17.5	15.0	17.4
少	K区	17.4	15.0	17.3

注) BASMATI, 無処理(38.0) 低温処理(30.0)

も顕著で、次いで登熟後期低温処理、温度無処理の順であつた。普通栽培では逆に、温度無処理が最も著しく、次いで登熟後期高温処理、登熟前期高温処理の順であつた。このように両栽培とも登熟期における低温条件はアルカリ反応を(+)の方向に、高温条件は(-)の方向に作用し、とくに登熟前期の温度条件がいずれも大きくアルカリ反応指数に影響を及ぼすことを認められた。

また食味ではわれわれ日本人にあまり歓迎されない外米 BASMATI はアルカリに対する崩壊度は低く、いわゆるアルカリ指数は少ないことを認めた。

肥料要素の影響はあまり顕著でなかつた。

実験Ⅲ

外的環境条件としての土壌水分が白米のアルカリ反応に及ぼす影響をみようとして、水田栽培と土壌水分の乏しい畑作水稲とを比較した。試験設計は第6表のとおりである。白米のアルカリ検定の結果は窒素施用量間では明らかな傾向はみられないが、水田水稲は畑作水稲に比べて崩壊度がやや顕著であつた。

考 察

以上の諸結果を考察すると、従来水稲デンプンの結晶構造はA型とされていたが、これは子実デンプンについてのみいえることで、器官を異にした稈内デンプンはB型を示すことを認めた。この事実からデンプンの結晶構造は本来その種に固定的なものではなく、本質的には器官によって、換言すればデンプン生成場における内外環境諸条件の差異によって大きく規制されるものと推定した。

第6表 試験設計

試験区の構成と施肥量(kg/a) :

区名	項目	硫 安 肥					過 石	塩 加	堆 肥
		基肥	追 肥						
			5月18日	5月29日	6月10日	6月24日			
水田栽培	N少量区	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	9.0	2.5	120
	N中量区	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	9.0	2.5	120
	N多量区	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	9.0	2.5	120
畑栽培	N少量区	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	9.0	2.5	120
	N中量区	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	9.0	2.5	120
	N多量区	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	9.0	2.5	120

播種月日：4月10日(直播)

収穫月日：8月10日

かん水方法とかん水量：

水田栽培・たん水かんがい(2葉期たん水状態とする)

畑栽培・畦間かんがい、5日間断30mm、

かん水期間6月10日～7月23日、7回、

合計210mm。

また早期米について食味または米質が問題になっているが、本試験におけるアルカリ検定の結果からすれば登熟期を比較的高い温度条件下にむかえる早期栽培に対して、これをその登熟前半期を低温条件下に置くこと普通栽培と同じような比較の顕著なアルカリ反応を示した事実から早期米の米質—食味—には登熟前期の温度条件が大きく関与しているかが推測される。アミロース含有率についても若干の成績をえたが、これらは登熟過程の推移との関連およびその生理的内容についてさらに追究する必要がある。そして各実験結果においても肥料要素による影響は温度ほど顕著でなかつたが、この問題は昼夜間の温度隔差の問題などとともに今後の研究課題と考える。

おわりにX線回折実験において御指導を賜わつた農技研化学部渡辺裕枝官、北炭石炭化学部佐藤昭夫氏に厚く感謝します。同時にデンプンの理化学性について御教示を賜わつた阪大産業科学研究所長二国教授、同研究室檜作博士に深謝します。

引用文献

- 1) 岡村：米穀の品質に関する研究、大原農研(1940)
- 2) 佐藤：日作紀28, 1, 28 (1959)
- 3) 長戸、小林：日作紀27, 4, 443(1959)
- 4) 倉沢、伊賀上、早川、大上：農化33, 3, 25(1959)
- 5) 三鍋：日作紀24, 3, 147 (1956)
- 6) 渡辺、梅景：日作紀27, 4, 441 (1959)
- 7) 植田、太田：日作紀25, 2, 81 (1957)
- 8) 檜作：農化32, 9, 661 (1958)
- 9) Susumu Hizukuri, Michiko Fujii, Ziro Nikuni : Biochem. Biophys. Acta, 346~348 (1960)