北海道産米の品質改善に関する研究

(第2報) 米澱粉アミロース含有率の差異

稲津 脩* 渡辺 公吉* 前田 巖**

(昭和51年10月5日受理)

Studies to Improve the Quality of Rice Grown in Hokkaido Part II. Amylose Contents of Rice Starches Obtained from Different Varieties of Rice Plant under Different Conditions

Osamu INATSU, * Kohkichi WATANABE* and Iwao MAEDA**

* *Hokkaido Central Agricultural Experiment Station
(Kamihoromui-cho, Iwamizawa-shi, Hokkaido, Japan)*

** *Hayashi-Gakuen Junior Women's College
(Ryodakaya, Konan-shi, Aichi-ken, Japan)*

The varieties of rice plant were cultivated in Hokkaido under different conditions and amylose contents of their starches were measured.

In general, the varietal difference of rice plant was the main contributing factor to the amylose contents of seed starches. Weather, soil (peaty or clay soil), location and harvest time had more or less effect to the amylose contents in that order.

緒 言

二國ら¹⁾は穂部の登熟温度条件が澱粉の物理・化学的性質に及ぼす影響を研究し、低温区は高温区よりもアミロース含有率が高くなることを認めた。稲作の北限地帯である北海道地方に栽培されるうるち米のアミロース含有率についての知見、とくに品種と栽培条件の関係については不明な点が多い。

前報²⁾では、北海道産米のアミロース含有率について本州産米との比較、品種と栽培地、品種と生産年次との相互関係を検討し、北海道産米の品質改善方法として低アミロース品種の選定ないしは育成の重要性を示した。本報は前報にひきつづき品種のアミロース含有率を中心に栽培条件、とくに収穫時期および土壌について検討した。

実験方法

1. 試験澱粉

1971・1972年度の2か年に、北海道立中央農業試験場稲作部内の泥炭質土壌水田と埴土質土壌水田に「ゆうなみ」、「ほうりゅう」の2品種を栽培し、出穂後30日目から10日ごとに収穫し分析試料とした。1973年度には泥炭質土壌水田のみに前記「ゆうなみ」、「ほうりゅう」を含む品種を栽培し、成熟期に達したものを収穫し分析に供した。栽培は各年とも当部慣行法によった。

2. 分析方法

米澱粉の調製法およびアミロースの分析は、前報²⁾と同一方法で行った。

実験結果および考察

1. 品種と収穫時期

本報告では、収穫適期の解明に資する目的もあって、水稻の登熟後半（出穂後30日より70日まで）について検討した。

* 北海道立中央農業試験場稲作部(北海道岩見沢市)

** 林学園女子短期大学(愛知県江南市)

「ゆうなみ」、「ほうりゅう」、「そらち」、「しおかり」の 4 品種を出穂後 30 日目から 70 日目まで 10 日ごとに収穫し、アミロース含有率を測定した結果を表 1 に示した。品種・収穫時期・土壌・生産年度と米澱粉アミロース含有率の関係を説明するために、表 1 に示した「ゆうなみ」、「ほうりゅう」のアミロース含有率を分散分析し表 2 に示した。また、品種と土壌・生産年度・収穫時期の 2 元表を表 3 に示した。

表 2 の分散分析から、収穫時期によってアミロース含有率が有意に相違する結果は得られず、さらに収穫時期に関係する交互作用分散も小さいことから、品種・土壌・生産年度が異なっても収穫時期によってアミロース含有率は相違しないことを知った。

W. BANKS ら³⁾ は大麦の開花後日数とアミロース含有率の関係について検討し、開花後 32 日目頃までアミロース含有率が高く推移するがそれ以降ほとんど変化しない結果を得ている。また、倉沢⁴⁾、滝⁵⁾ も水稻登熟前半にアミロース含有率が高まることを認めている。これらの研究報告はいずれも、登熟前半にアミロース含有率が高まり登熟後半ではほとんど変化しないとしている。したがって、登熟後半のアミロース含有率は変化しないとする本試験結果を支持するものと考えられる。

表 1～3 の結果から明らかなように、アミロース含有率は収穫時期を判断するための指標にすることは困難である。

2. 品種と土壌

表 1 に示したアミロース含有率は、「ゆうなみ」、「ほうりゅう」、「そらち」、「しおかり」ともに埴土質土壌より泥炭質土壌が高くなっていた。また、表 2 に示した分散分析では、土壌間のアミロース含有率の差が有意 ($P < 0.01$) なものであることを示していた。土壌間の分散は、品種および生産年度間の分散より小さい、したがって土壌間の差は品種間および生産年度間より小さいと考えられる。

供試した泥炭質土壌と埴土質土壌の性質は著しく異なっていた。たとえば、有機物(腐植)含有率は泥炭質土壌で 14.2%、埴土質土壌で 5.7% であった。また、出穂期の $\text{NH}_4\text{-N}$ の供給状態は、泥炭質土壌で 1.26 mg/100 g 乾土であるのに対して、埴土質土壌は 0.70 mg/100 g 乾土であった。土壌の相違は養分供給状態が著しく異なることを意味するものであって、本試験では水稻に対する養分供給の多い泥炭質土壌が埴土質土壌より顕著に高アミロースであると予測した。しかしながら、両土壌のアミロース含有率の差は 0.8% と僅少であった。両土壌

表 1. 米澱粉のアミロース含有率およびヨウ素親和力

試料 番号	生産 年度	品 種	土 壌	収穫 時期	ヨウ 素親 和力	アミロ ース含 有率
				日		%
57	1971	ゆうなみ	泥炭質土壌	30	4.66	24.5
58				40	4.66	24.5
59				50	4.47	23.5
60				60	4.47	23.5
61				70	4.56	24.0
62			埴土質土壌	30	4.47	23.5
63				40	4.37	23.0
64				50	4.37	23.0
65				60	4.47	23.5
66				70	4.33	22.8
67		ほうりゅう	泥炭質土壌	30	4.37	23.0
68				40	4.47	23.5
69				50	4.37	23.0
70				60	4.26	22.4
71				70	4.56	24.0
72			埴土質土壌	30	4.28	22.5
73				40	4.47	23.5
74				50	4.37	23.0
75				60	4.37	23.0
76				70	4.47	23.5
77	1972	ゆうなみ	泥炭質土壌	30	4.35	22.9
78				40	4.35	22.9
79				50	4.37	23.0
80				60	4.37	23.0
81				70	4.37	23.0
82			埴土質土壌	30	4.16	21.9
83				40	4.14	21.8
84				50	4.20	22.1
85				60	4.20	22.1
86				70	4.29	22.6
87		ほうりゅう	泥炭質土壌	30	4.16	21.9
88				40	4.07	21.4
89				50	4.16	21.9
90				60	4.14	21.8
91				70	4.07	21.4
92			埴土質土壌	30	3.80	20.0
93				40	3.99	21.0
94				50	3.91	20.6
95				60	3.84	20.2
96				70	3.86	20.3
97		そらち	泥炭質土壌	30	4.09	21.5
98				40	4.14	21.8
99				50	4.14	21.8
100				60	3.90	20.5
101				70	4.05	21.3
102			埴土質土壌	30	3.93	20.7
103				40	3.95	20.8
104				50	3.93	20.7
105				60	4.03	21.2
106				70	3.97	20.9
107		しおかり	泥炭質土壌	30	4.10	21.6
108				40	4.14	21.8
109				50	4.10	21.6
110				60	4.18	22.0
111				70	4.24	22.3
112			埴土質土壌	30	4.01	21.1
113				40	3.95	20.8
114				50	3.90	20.5
115				60	4.05	21.3
116				70	4.03	21.2

注) 試料番号 1～56 は第 1 報で取り扱った。

表 2. 1971・1972 年度の 2 か年の収穫時期・品種・土壌をこみにした分散分析

要 因	d. f.	M. S.	F_1 (H, V, S, Y)	F_2 (A)	F_3 ($V \times Y$ $S \times Y$)	F_4 (B)
全 体	39					
収穫時期 (H)	4	11.25	7.5*	n. s.		
品 種 (V)	1	921.00	614.0**	44.6**	3.4 ^{n. s.}	28.8**
土 壌 (S)	1	577.00	384.7**	27.9**	26.2 ^{n. s.}	
生産年度 (Y)	1	2464.00	1642.7**	119.3**	9.1 ^{n. s.}	
H × V	4	16.50	11.0*	n. s.		
H × S	4	10.50	7.0*	n. s.		
H × Y	4	15.50	9.2*	n. s.		
V × S	1	9.00	6.0 ^{n. s.}	n. s.		
V × Y	1	271.00	180.7*	13.1**		
S × Y	1	91.0	60.7**	4.4 ^{n. s.}		
3 要因以上の 交互作用 (A)	17	20.65				
V の交互作用 全 部 (B)	19	31.95				

表 3. 品種と土壌・生産年度・収穫時期の 2 元表

品 種	土 壌		生産年度		収 穫 時 期				
	泥炭質土 土 壌	埴土質土 土 壌	1971	1972	30	40	50	60	70
ほうりゅう	22.4	21.8	23.1	21.1	21.9	22.4	22.1	21.9	22.3
ゆうなみ	23.5	22.6	23.6	22.5	23.2	23.1	22.9	23.0	23.1
平 均 値	23.0	22.2	23.4	21.8	22.6	22.8	22.5	22.5	22.7

の養分供給状態によって起こる水稻の生育時期の相違, 具体的には水稻の出穂期～成熟期 (1971 年度, ほうりゅう) は, 泥炭質土壌 8 月 10 日～10 月 6 日, 埴土質土壌 8 月 8 日～10 月 3 日となっており, 2～3 日の登熟期間の差を認めた。登熟期間の遅れは澱粉形成期間の温度条件が低下することを意味しており, アミロース含有率の差がこうしたことに起因する可能性もあり, 今後さらに検討を要する点と考えられる。

3. 品種間アミロース含有率

前報²⁾では, 品種のアミロース含有率について明らかにした。本項では, 品種の早晩 (出穂期) とアミロース含有率について検討した。表 4 は北海道の主要 10 品種の出穂期とアミロース含有率を示したものである。アミロース含有率の低い方から「農林 20 号」, 「ほうりゅう」, 「そらち」, 「しおかり」, 「イシカリ」, 「石狩白毛」, 「ユーカーラ」, 「ゆうなみ」, 「なるかぜ」, 「マツマエ」の順であった。

出穂期とアミロース含有率の間には, 有意性 ($r=+$

表 4. 品種の出穂期とアミロース含有率

品 種	出 穂 期	アミロース 含 有 率
なるかぜ	8 月 6 日	24.6%
N 20 号	8 月 6 日	20.8
イシカリ	8 月 7 日	23.6
しおかり	8 月 6 日	23.4
ゆうなみ	8 月 7 日	24.5
石狩白毛	8 月 7 日	23.8
ほうりゅう	8 月 9 日	22.9
そらち	8 月 10 日	23.0
マツマエ	8 月 13 日	24.8
ユーカーラ	8 月 13 日	24.0

表 5. 北海道産米澱粉のアミロース含有率の変異

	品種	生産年度	土 壌	生産地帯	収時穫期
変異係数	4.95	3.29	2.89	2.66	0.53
(%)	$n=10$	$n=4$	$n=2$	$n=4$	$n=5$

0.322^{n.s.})は認められなかった。8月6日出穂した早生品種(北海道中央部地帯)どうしても、「農林20号」が20.8%であるのに対して、「なるかぜ」は24.6%と4%程度の差を認めた。これらの結果は、品種の早晚とアミロース含有率の間に密接な関係のないことを示唆するものと思われるが、この種の考察には多くの事例を必要とするため、さらに検討を要する。

以上のように、アミロース含有率は品種の差によるだけではなく生産条件によっても異なることを認めたが、それぞれの条件によって起こるアミロース含有率の変異の程度について知るため、表5に品種・生産年度・土壌・生産地帯・収穫時期の変異係数を示した。

変異係数の大きい方から品種(4.94%)、生産年度(3.29%)・土壌(2.89%)・生産地帯(2.66%)・収穫時期(0.53%)の順となっていた。生産年度・土壌・生産地帯などの環境条件は人為的に変えることが困難であるため、品種の遺伝的特性に基づくアミロース含有率の変動を利用して北海道産米のアミロース含有率を低下させる必要性を認めた。

栽培環境条件によって起こる品種の変異係数は、「ゆうなみ」(3.70%)に対して「ほうりゅう」(4.23%)が0.53%高くなっていた。北海道では、1971年は典型的な低温年(8月中旬平均気温 18.0°C)であったのに対し、1972年は高温年(8月中旬平均気温 23.2°C)であった。1971年の低温年では「ゆうなみ」、「ほうりゅう」とともにアミロース含有率が高くなっており、その差は0.44%であった。1972年の高温年では両品種ともアミロース含有率は低下しているが、その程度は「ゆうなみ」よりは「ほうりゅう」が大きく、その差は1.48%となっていた。アミロース含有率に対する品種の反応が年によって異なるのは、品種の順位が逆転するようなものではなく、その差が増減する程度であった。表2に示した品種の分散と品種に関係する交互作用の全部との比較(F_4)の結果から「ゆうなみ」、「ほうりゅう」の2品種の順位は生産条件によって有意に異なるものではないと考えられる。

これらの結果から、北海道内における品種間のアミロース含有率を論ずる場合には、品種の生産条件に対する反応を考慮しなければいけないものと考えられる。

要 約

北海道産米のアミロース含有率について知見を得るた

めに、前報²⁾にひきつづき品種のアミロース含有率を中心に生産条件との関係を検討した。

1) 「ゆうなみ」、「ほうりゅう」両品種ともに登熟(出穂後30日から70日まで)によるアミロース含有率の相違は認められなかった。したがって、アミロース含有率を収穫時期の指標として用いることは困難である。

2) 泥炭質土壌水田で生産した米は埴土質土壌水田のものに比較して、アミロース含有率は高くなっていた。このことは、稲の栄養状態によってアミロース含有率が異なる可能性を示唆するものと考えられる。

3) 生産年度の気候条件によって品種間のアミロース含有率は有意に異なることを認めたが、「ゆうなみ」と「ほうりゅう」の順位が変る程度のもではなかった。この結果は、品種のアミロース含有率を論ずる場合に生産条件の相違も考慮すべきことを示唆すると考えられる。

4) 品種の早晚とアミロース含有率は、正の相関を示したが有意な関係ではなかった。

5) アミロース含有率に及ぼす変異係数の高い方から品種(4.94%)・生産年度(3.29%)・土壌(2.89%)・生産地帯(2.66%)・収穫時期(0.53%)の順で、品種の変動は他の条件より大きいことを認めた。

6) 同一条件で栽培した北海道の水稲主要10品種のアミロース含有率は、低い方から「農林20号」、「ほうりゅう」、「そらち」、「しおかり」、「イシカリ」、「石狩白毛」、「ユウカラ」、「ゆうなみ」、「なるかぜ」、「マツマエ」の順であった。

この研究を行うに当たって、終始懇切なご指導を賜った林学園女子短期大学学長二國二郎博士、元北海道立中央農業試験場稲作部長小山八十八氏に深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) Z. NIKUNI, S. HIZUKURI, K. KUMAGAI, H. HASEGAWA, T. MORIWAKI, T. FUKUI, K. DOI, S. NARA and I. MAEDA: *Mem. Inst. Sci. Ind. Res., Osaka Univ.*, **26** (1969).
- 2) 稲津 脩, 渡辺公吉, 前田巖, 長内俊一: 澱粉科学, **21**, 115~119 (1974).
- 3) W. BANKS, C. T. GREENWOOD and D. D. MUIR: *Stärke*, **25**, 135~157 (1973).
- 4) 倉沢文夫, 山本幸正: 農化, **31**, 516~519 (1966).
- 5) 滝 基次: 農化, **33**, 778~781 (1968).