

研究報文

穀類の品質に関する 2, 3 の性質について

足立晃太郎*

On some Properties of Cereal about the Quality

Kōtarō Adachi

穀類の品質のうち、米については主として本邦において、パン小麦については主として欧米において種々の見地から多くの研究があり相当の知見が得られている。

米の品質に関する研究として特にあげるべき報文としては田所¹⁾、岡村²⁾、近藤等³⁾⁴⁾によるものがある。なお穀類の品質に関する総説としては Kent-Jones⁵⁾、穀類一般に関しては近藤⁶⁾⁷⁾、木原⁸⁾等の概説がある。

パン小麦については小麦粉の製パン性に関する研究が主として行なわれ、物理学的・物理化学的、殊にレオロジー的研究ならびに化学的研究が多くなされている。

米及びパン小麦の品質検定法についても相当多数の研究、考案があり、就中後者において顕著である。

本題についての従来の知見を展望するに、なお研究すべき多くの余地があるものと考えられる。

本研究においてはその対象として日本および世界の主要穀類である米 (イネ *Oryza sativa*) およびパン小麦 (普通小麦) (*Triticum vulgare*) をとりあげたが、穀類一般についても考慮した。

1. 米粒の酸糖化度と品質との関係について

I. 緒言

米の品質検定に関しては従来物理・化学的、農学的見地から多くの研究が発表されてきた。その代表的なものの一例をあげると、岡村²⁾による「米穀の品質に関する研究」があり、米穀の品質に関係ある諸性質がとりあげられた。また田所¹⁾は「米の研究」の中でウルチ (粳)・モチ (糯) および日本各地産米について物理的・化学的・生化学的等広範囲にわたって詳細な研究を発表した。米の品質検定に関しては従来慣用の

方式のほか、新たに相当の特に研究・考案されたものがある。米の成分組成についての文献はきわめて多数あるが、米の品種間における成分組成には殆んど明らかな差は認められない。従って米の化学分析によっては、米の一般成分組成と米の品質との間の関係を知ることは困難であると考えられる。

一方米の品種または栽培条件等によってその品質に明らかに差異のあることが一般に認められている。これは米の微量成分による差異、澱粉、蛋白質の質的乃至量的差異、米粒組織の構造的差異等にもとづくものと考えられる。この点に関しては例えば伊藤⁹⁾、田所¹⁾等の研究があり、米の主要成分である澱粉や主要蛋白質オリゼニン等が各品種によってその性質を異にすることが認められた。

Warth¹⁰⁾¹¹⁾、近藤および笠原³⁾⁴⁾は品種を異にした米でアルカリによる崩壊状態に差異が認められることを観察し、この事実にもとずいて米粒を一定の条件下でアルカリ溶液中に浸し米粒が崩壊する状態を観察し、その結果は品種鑑識に適用しうるものと考えた。同著者等の研究結果によれば、米粒のアルカリによる崩壊性は澱粉の質的差異に関係する。米粒のアルカリによる崩壊性は米の品種によって異なり、米飯の食味および粘性に関係するもので、米の食品価値にも影響をおよぼし、米の品質検定において同法を実施することは有意義であると報告している。同著者等の研究は米の品種・品質を化学的に判定する一つの方法として着眼するところ、はなはだ興味あるものと考えられる。しかしこれはアルカリ処理による崩壊性を官能的に判定するものであり、定量的ではなく精密性を欠くものと考えられる。

著者の品種・品質判定法の原理は、米粒を一定温度条件下で硫酸水溶液で処理し、米澱粉の加水分解状

* 本学食品化学研究室

態を糖化度によって判定するものである。この方式に基づき一定量の米粒を一定濃度の硫酸溶液で同一条件下で酸分解し、米澱粉の糖化度を比較するに、酸糖化度もまた品種乃至品質鑑識に有効であることを認めた。酸分解を行なうには分解に適する条件を定める必要がある。著者は分解温度、分解時間、硫酸の濃度の3つの条件を考え、温度、時間を一定として酸濃度の変化による判定適当値を求めた。

II. 実 験

II. I. 酸分解法における適当な分解条件の決定

A 試 料

1944年京都市市販の5種の米を用いた。

B 実験方法および実験結果

上記試料を常法（常圧加熱乾燥法）により水分の定量を行なった結果は表1の如くであった。

表1により無水物としての米粒10gを秤取し、三つ

口フラスコに採り、一定濃度の硫酸300mlを加え沸騰湯浴中にて急速に内部温度を80°Cにして2時間保った後、直ちに冷却、濾過し炭酸鉛で中和して1ℓとする。供試液として10mlを採りベルトラン法により還元糖を定量し、残液300mlを用いてデキストリンの定量を行なった。濾紙上の残渣は乾燥秤量を反復して恒量値を求めた。結果は表2, 3, 4に示した。

C 考察および要約

上記実験結果より品種・品質の異なる米を硫酸溶液で加水分解した場合、米の品質の如何にかかわらず、2N-H₂SO₄で加水分解した場合において米澱粉の糖化度が最も大きく、残渣が小である。但しビルマ米および外地モチ米は1N-H₂SO₄で分解する場合、残渣は最も小である。モチとウルチの各白米を比較すると、2N-H₂SO₄分解においては品種如何にかかわらず、モチの方が残渣が小で還元糖生成量も小である。内地米

表 1

品 種 名	内地ウルチ米 (玄 米)	内地モチ米 (白 米)	ビルマウルチ米 (白 米)	内地モチ米 (白 米)	外地モチ米 (白 米)
含 水 量(%)	17.82	16.16	13.68	14.80	13.30

表2 残 渣 (%)

品 種 名	内地ウルチ米 (玄 米)	内地ウルチ米 (白 米)	ビルマウルチ米 (白 米)	内地モチ米 (白 米)	外地モチ米 (白 米)
硫酸濃度					
2N-H ₂ SO ₄	19.87	6.12	14.27	5.50	7.76
1N-H ₂ SO ₄	59.25	8.57	12.65	6.49	6.83
N/2-H ₂ SO ₄	19.95	11.95	15.03	6.96	7.99
N/4-H ₂ SO ₄	23.46	14.11	22.12	8.01	13.04

表3 還 元 糖 (%)

品 種 名	内地ウルチ米 (玄 米)	内地ウルチ米 (白 米)	ビルマウルチ米 (白 米)	内地モチ米 (白 米)	外地モチ米 (白 米)
硫酸濃度					
2N-H ₂ SO ₄	22.44	32.64	39.82	27.83	23.46
1N-H ₂ SO ₄	4.50	21.40	22.38	23.73	21.06
N/2-H ₂ SO ₄	6.59	6.60	8.75	7.55	5.87
N/4-H ₂ SO ₄	3.75	4.30	3.80	2.41	2.13

表4 デキストリン (%)

品 種 名	内地ウルチ米 (玄 米)	内地ウルチ米 (白 米)	ビルマウルチ米 (白 米)	内地モチ米 (白 米)	外地モチ米 (白 米)
硫酸濃度					
2N-H ₂ SO ₄	0.31	0.80	0.52	0.04	0.26
1N-H ₂ SO ₄	0.32	3.78	1.11	1.49	0.97
N/2-H ₂ SO ₄	0.87	11.02	1.26	1.72	1.11
N/4-H ₂ SO ₄	1.92	12.05	1.30	3.19	1.66

と外米（ビルマ米）のウルチ白米では外米の方が残渣が大であるが、還元糖生成量は大である。但し外地モチ白米においては反対の結果を得た。

玄米と白米を比較すると、玄米は残渣が大で糖化度も小である。従って糠層を残存する米粒は硫酸による分解作用を受け難い要因を持つものと考えられる。以上を要約すれば、

1. 硫酸溶液の濃度の増大により糖化度が大きくなり、2N-H₂SO₄において糖化度は最大となる。これにより以下本法においては2N-H₂SO₄を用いることにする。

2. ウルチ米はモチ米に比し加水分解によって生ずる残渣量は大であるが、還元糖量もまた大であって、これにより両品種の比較判定可能なるものと考えられる。また、外米ウルチ白米と内地米ウルチ白米を比較すると前者は残渣も大で、糖化度もまた大である。従って両垂種間における品質的差異は本質的に相当大きいものと考えられる。

II. II. 本法による精白度の判定

精白による米の品質の変化に関しては多くの研究がなされているが、その多くは化学分析によるものである。著者は2品種の玄米を精白し、精白度を糠の生成量によって定め、精白度の異なる同一品種の米試料を本法により処理し、米の糖化度と精白度との間に如何なる関係があるかを検べた。

A 試料

京都大学附属農産場の「千本旭」および大阪市東淀川区上新庄水田栽培の「神力」の2品種を用いた。

B 実験方法および実験結果

実験用精米機で前記2品種の米の精白を行なう。精白度は生成された糠の重量で定める。一定量の玄米をとり完全精白を行なった結果は表5の如くであり、これに従って3分搗、5分搗、7分搗の精白を行なった。常法に従い水分の定量を行なった結果は表6の如くであった。

(注) 精白度と米の成分組成との関係については鈴木¹²⁾の研究があり、一例としてその含水量をあげると下表の如く精白しても水分にはほとんど差のないことが明らかにされている。著者はこれより玄米、白米の如何にかかわらず、いずれも含水量一定とみなし玄米のみにて水分の定量を行なった。結果は表5、6の如くである。

くであった。但し水分定量は玄米のみにつき行なった。^(注)

無水物として2gの米を秤取し、実験Iの実験結果より2N-H₂SO₄を用い、他の条件は前記と同一とし本法を実施した。但し糖化液の稀釈は200 ml 定容とする。デキストリンの定量に供する液は150 ml とする。実験結果として表7, 8, 9の如き各定量値を得た。

表5 糖量 (g)

神力	20
千本旭	19

表6 含水量 (%)

(玄米)	
神力	11.7
千本旭	12.3

表7 残渣 (%)

品種名	精白度	玄米	3分搗	5分搗	7分搗	白米
神力		62.43	9.01	6.37	6.53	6.23
千本旭		71.28	7.92	6.88	4.06	5.80

表8 還元糖 (%)

品種名	精白度	玄米	3分搗	5分搗	7分搗	白米
神力		6.85	27.44	23.17	28.43	27.99
千本旭		4.05	29.55	26.36	36.35	26.93

表9 デキストリン (%)

品種名	精白度	玄米	3分搗	5分搗	7分搗	白米
神力		0.70	0.10	0.44	0.21	0.13
千本旭		0.32	0.03	0.26	0.16	0.07

C 考察および要約

著者は精白度の異なる2品種のウルチ米を試料として、精白度と酸糖化度との関係を比較検討したが、玄米と3分搗との間には還元糖量20%以上の大きい差異を認めた。この事実は米粒の糠層ことにその外層部が酸糖化度に大きい抵抗性を有することを示すものと考えられる。3分搗より白米に至る間の精白度は酸糖化度に対し特に見るべき影響を与えないといえる。但し品種間には酸糖化度に若干の本質的差異があるものと

精白度	玄米	5歩減	1割減	1.5割減	2割減	2.5割減
含水量 (%)	13.29	13.30	13.32	13.35	13.35	13.35

推定される。以上を要約すると、

1. 本法により玄米と精白米の間には硫酸による糖化度に明確な差異が認められた。

2. 糠層は硫酸溶液の加水分解作用に対して大きい抵抗性を有する要因をもつことが認められる。

II. III. 本法による米の品種判定

以上 I, II の実験結果より硫酸濃度を 2 N とし試料は玄米を用いる。硫酸で加水分解を行ない、その糖化度より品種判定を行なう目的でモチ 6 品種、外米 4 品種、内地ウルチ 20 品種について実験を行なった。

A 試料

京都大学附属農場産モチ米 30 品種を用いた。モチ米を脱穀し玄米を試料とした。

B 実験方法および実験結果

玄米各 2 g を秤取り前記の条件で加水分解を行ない、還元糖および残渣の定量を行なった。実験結果は表 10, 11, 12 に示した。

C 考察および要約

玄米についての表 10, 11, 12 の平均値を比較すると、外米が最も分解されやすく、また糖化度も大きい値を示している。

次にウルチ、モチの順であって実験 I の白米の場合と異なった結果を得た。ウルチの新米と古米を比較すると、古米の方がその糖化度ならびに残渣量も小であ

るといふ結果を得た。試料各品種の玄米の酸糖化度についてみると明らかに品種間に差異が認められた。この事実は前記の玄米と各精白米の酸糖化度の比較考察による結果よりみて、還元糖生成量の小なるものほど糠層の酸分解に対する抵抗性大なることを意味し、従って本性質は品種による品質の差異を判定する上において一基準を与えるものと推定される。

III. 摘要

1. 米の品種・品質の判定法として著者は硫酸水溶液による一定条件下の糖化度の比較、検討により、相当の信頼度をもってその目的を達し得るものと考えた。判定操作方式としては温度 80°C、糖化時間 2 時間とし、硫酸溶液の濃度は予備実験により 2N-H₂SO₄ を適当と認めた。

2. 本法により米粒の酸糖化度と精白度との関係につき実験した結果は次の如くである。精白度の大小にかかわらず精白米粒の硫酸による糖化率は玄米に比してはるかに高いことが明らかであり、また糖化度は精白度に必ずしも比例せず、玄米のみが精白米に比し著しく糖化度小なることを認めた。

3. 本法が米の品種・品質の判定に適し得るか否かについて実験した結果、品種の異なる玄米につき本法による米粒の酸糖化度は米の品種・品質の判定に有意義な基準を与えるものと考えられる。

表10 外 米 (玄米)

品 種 名	産 出 年 度	還 元 糖 (%)	残 渣 (%)	稻 型	備 考
ヤ ッ プ 粘 祖	1953	4.18	71.99	インド型	朝 鮮 米
高 脚 鳥 殻	1953	5.03	74.30	インド型	台 湾 米
白 殻 粘	1953	0.93	81.38	インド型	中国 (重慶) 米
Precose Allorio	1953	1.53	77.12	インド型	イ タ リ ア 米

還元糖平均値：2.97% 残渣平均値：76.19%

表11 モ チ 米 (玄米)

品 種 名	産 出 年 度	還 元 糖 (%)	残 渣 (%)	稻 型	備 考
赤 モ チ	1953	0.25	83.07	日 本 型	
白 モ チ	1953	2.18	83.07	〃	
黒 モ チ	1953	1.30	73.94	〃	
百 白 モ チ	1953	0.83	73.75	〃	
大 場 モ チ	1953	2.00	82.05	〃	
豊 年 モ チ	1953	0.83	76.86	〃	

還元糖平均値：1.26% 残渣平均値：78.76%

表12 ウルチ米(玄米)

品 種 名	産出年度	還元糖(%)	残 渣(%)	稻 型	備 考
愛 国	1953	0.97	79.81	日 本 型	
薩 摩	〃	1.10	80.30	〃	
雄 町	〃	3.20	67.76	〃	
神 力	〃	0.70	76.20	〃	
紫 細 稈	〃	0.90	80.18	〃	
Wataribune	〃	1.13	80.64	〃	日本からアメリカへ移出, カリフォルニアに産す。
大 場 早	〃	1.43	79.81	〃	
信 州 金 子	〃	1.05	82.65	〃	
大 和 錦	〃	1.05	82.01	〃	
権 八 島	〃	0.50	81.19	〃	
鍋 島 稻	〃	0.90	81.46	〃	
紫 稻 国	〃	1.59	81.15	〃	
豊 国 都	〃	1.53	77.81	〃	
穀 良	〃	2.68	72.30	〃	
農 林 1 号	1952	2.33	73.18	〃	
農 林 2 号	〃	1.75	84.76	〃	
農 林 3 号	〃	1.24	78.97	〃	
農 林 14 号	〃	0.36	83.66	〃	
陸 羽 132 号	〃	10.6	23.71	〃	
京 都 旭	〃	2.92	79.92	〃	

還元糖平均値：1.37% 残渣平均値：77.31%

2. 米の比重と品質との関係について

I. 緒 言

米の品質に關与する物理的要因の一つとして米粒の比重が考えられる。田所¹⁾は米粒の比重をこれと同容積の水の重量との比によって表わし、この値の如何は米の品質と密接な關係を有するといっている。岡村²⁾はこの点に關して、米粒の比重に關係する因子としてはその成分組成がまず考えられるといっている。即ち米の主成分である澱粉(比重1.47~1.63)その他の成分として灰分(比重2.5)、糖分(比重1.4~1.6)、セルローズ等細胞膜成分(比重1.25~1.45)、蛋白質(比重1.29)の組成が考えられる。油脂(比重0.892~0.99)、空氣(比重0.0012~)等は前述の諸成分に比し、比重を小とする因子と考えられる。殊に米粒組織中の空氣間隙は比重を低下せしめる一要因と考えられる。従って比重の大なることは内容成分の分布が密であること、即ち品質良好なることを意味するとしている。さらに一面においては米粒の比重は米の含水量と品種の特性とによっても左右されると考えられる。米の含水量には米の産地、栽培条件、乾燥程度、成熟度、氣候等環境的因子が關係するであろう。本研究において無

水物における米粒の比重および含水量と米の品質との關係につき再検討を試みた。

II. 実験および結果

II. I. 試 料

標準実用 1, 2 等ウルチ米, モチ米の各品種は農林省京都食糧事務所の分譲によるものである。その他のウルチ米, モチ米は京都府亀岡市余部町附近に栽培されたもので、亀岡市府立農事試験場の提供によるものである。外米は市販のものを用いた。

II. II. 実験方法

米粒の比重測定

米粒, 米粉無水物の比重はピクノメーター法により、この際器内を満たすには流動パラフィンを用いた。^(注)

米粒および米粒無水物の重量をそれぞれの実容積で除した数値を以てそれぞれの比重とした。比重(ρ)の計算は次式による。

$$\rho = \frac{(W_2 - W_0) \cdot \rho_s}{(W_2 - W_0) - (W_1 - W_s)}$$

但し W₀: ピクノメーターの重量

(注) 気泡を除去するため真空処理する。

W₁: ピクノメーターに試料を入れたときの重量

W₂: 試料を入れた後ピクノメーターに媒液を満したときの重量

W₃: ピクノメーターに媒液のみを満したときの重量

ρ_s : 媒液の比重

II. III. 実験結果

実験 I 米の精白度と比重および含水量との関係

表13 米の精白度と比重および含水量

試料	米粒気乾物比重	米粉無水物比重	含水量(%) (米粒気乾物)
玄米	1.39	1.41	15.48
3分搗	1.41	1.52	15.02
5分搗	1.52	1.61	14.62
7分搗	1.42	1.62	14.78
白米	1.43	1.63	14.97

実験 II 米の品質と比重との関係

試料はすべて玄米を用いて II, II の実験方法と同様の実験を行なった。

実験 III モチ米の比重と品質との関係

モチ米は任意抽出により3品種を、ウルチ米は1品種を選びこれを試料として I と同様の実験を行なった。

実験 IV 外米の比重と品質との関係

試料はビルマ, タイ, イタリア, 台湾, 中国産のものおよび内地米1種を用いて, II, II の実験方法と同

様の実験を行なった。

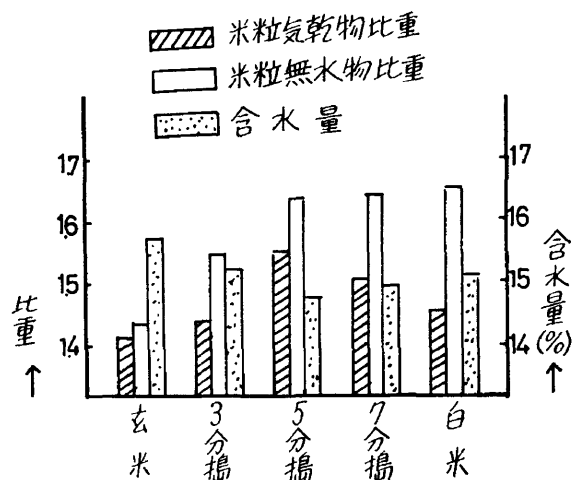


図1 米の精白度と比重および含水量の関係

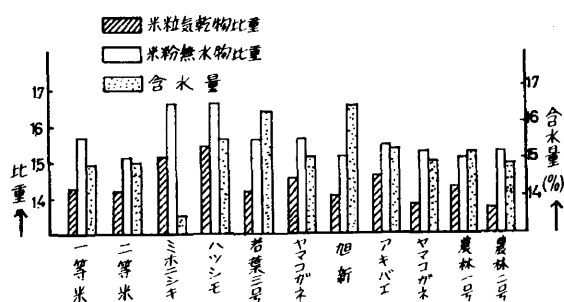


図2 米の品種による比重の差異 (新米)

表14 米の品種と比重との関係

	古米			新米			備考
	米粒気乾物比重	米粉無水物比重	含水量(%) (米粒気乾物)	米粒気乾物比重	米粉無水物比重	含水量(%) (米粒気乾物)	
1等米	1.59	1.67	14.59	1.42	1.56	14.88	古米は農林22号
2等米	1.46	1.53	17.81	1.41	1.50	15.00	新米は旭4号
ミホシキ	1.46	1.58	14.47	1.51	1.67	13.51	搗減(%) 14.8
ハツシモ	1.56	1.63	13.07	1.53	1.67	15.66	" 14.0
若葉3号	1.42	1.46	13.60	1.41	1.55	16.41	" 12.0
ヤマコガネ	1.42	1.52	14.57	1.44	1.55	15.11	" 22.6
豊千本	1.44	1.54	15.48				
新旭				1.40	1.50	16.49	搗減(%) 26.2
アキバエ				1.45	1.53	15.26	" 12.2
ヤマコガネ				1.37	1.51	14.88	" 21.0
農林1号				1.42	1.49	15.17	" 15.3
農林2号				1.37	1.52	14.88	" 14.8

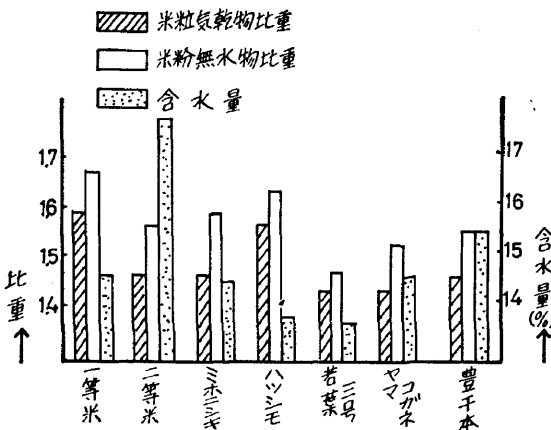


図3 米の品種による比重の差異 (古米)

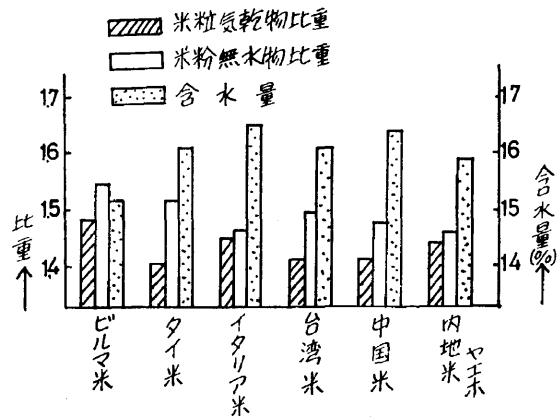


図5 外米の比重

表15 モチ米の比重と品質との関係

	米粒気乾物比重	米粉無水物比重	含水量 (%) (米粒気乾物)	搗減 (%)
モチ 1 等	1.50	1.60	13.84	9.3
モチ 2 等	1.49	1.57	13.35	13.0
旭モチ	1.40	1.58	14.06	23.0
寿モチ	1.47	1.58	17.33	20.1
羽二重モチ	1.48	1.54	17.07	16.0
ヤマコガネ	1.44	1.55	15.11	22.6

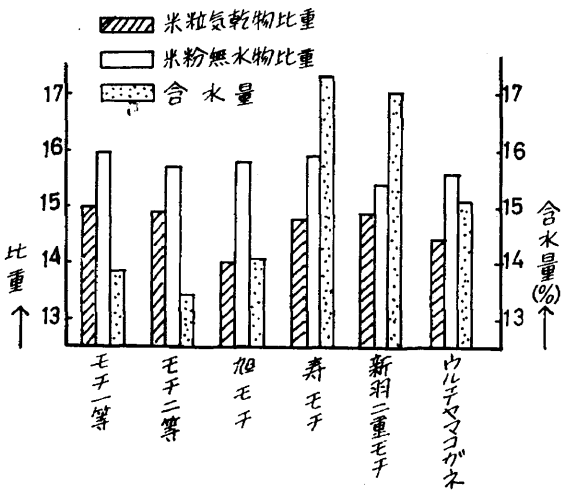


図4 モチ米諸品種の比重

実験V 異なる温度における貯蔵による比重の変化
異なる相対湿度即ち35%, 52%, 68.8%の3条件下¹³⁾に内地米および外米を30日間貯蔵し、貯蔵による比重の変化を測定した。結果は表17に示す如くである。

表17 異なる湿度における貯蔵による比重の変化

	米粒気乾物比重	含水量 (%)	備考
内地米	1.60	14.68	貯蔵前
外米	1.50	12.89	
内地米	1.50	14.74	日照下に保存
外米	1.60	14.50	
内地米	1.30	15.36	日光遮断して空気に保存
外米	1.31	14.35	
エツナン12号	1.54	12.16	湿度35%に保存
ビルマ米	1.48	11.61	
内地米	1.52	12.31	湿度52%に保存
外米	1.47	11.74	
内地米	1.43	14.62	湿度68.8%に保存
外米	1.45	15.25	

表16 外米の品質と比重との関係

	米粒気乾物比重	米粉無水物比重	含水量 (%) (米粒気乾物)	備考
ビルマ米	1.48	1.54	15.16	外米
タイ米	1.40	1.51	16.13	
イタリア米	1.42	1.46	16.47	準内地米
台湾米	1.40	1.49	16.10	
中国米	1.41	1.47	16.39	
ヤエホ	1.44	1.46	15.92	内地米 (対照)

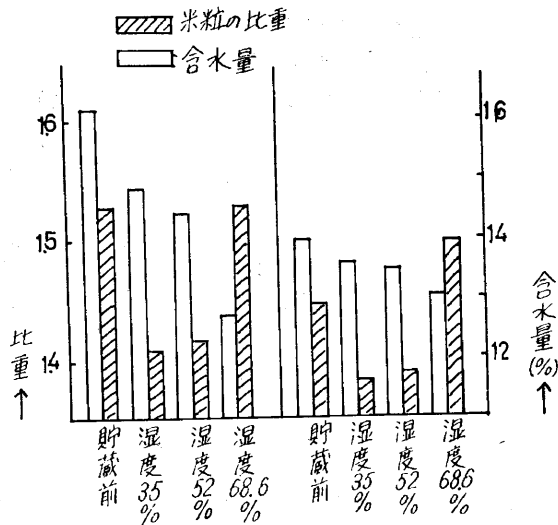


図6 内地米, 外米の貯蔵による比重の変化

III. 考 察

III. I. 米の精白度と比重との関係については、米粒気乾物についての測定結果にみる如く5分搗において最大値1.52を示し以下7分搗、白米、3分搗、玄米の順に小となっている。最大値と最小値の比重の差異は比率として約8.5%である。すなわち玄米およびこれに近い3分搗米において比重が小さいことは、内胚乳と糠層の比重の差異に基因するところが大きいと考えられ、その原因として両者間の成分組成の差異ならびに組織構造の差異が推定される。この際、組織の空気間隙の大小もまた関係がある。同一条件における米粒気乾物の含水量を参考に示したが、米粒気乾物の比重小なる玄米および3分搗米の含水量が、他の精白米に比しやや大きいことはそれらの成分組成の差異に基づくものであろう。

次に各精白度の米粉無水物についてみると、米粒気乾物の比重と全く異なる関係を示している。すなわち米粉無水物の比重においては白米が最大であり、以下精白度の小なるものほど比重が小となっている。この事実は上述の推定を裏づけるものと考えられ、内胚乳の比重は糠層のそれに比し相当大きいものといえる。

III. II. 米の比重と諸品種の関係については、各図・表に示す如き結果を得た。この際各標品(玄米)の同一条件下の米粒気乾物の含水量を参考に示したが、この数値は必然的に米粒の比重に関係するであろう。また米粒気乾物と米粉無水物の比重の関係には上述の考察を適用しうるであろう。図・表にみる如く米粒気乾物の比重は品種により新米において最小値と最大値の間に約0.15の差異があり、古米においては同様に0.21の差異が認められる。さらに各品種間にそれぞ

れ多少の差異が認められた。比重の大なることは米粒内容成分の充実度の大なることを表わすものであるから、この点に関して米粒ないし米粉の比重は一つの品質判定基準を与えるものと考えられる。

III. III. モチ米の比重と品質との関係については実験結果よりみて、モチ米・ウルチ米それぞれの比重の平均値は前者の方が大きいといえる。供試各品種間にはウルチ米各品種間にみられるような比較的大きい差異は認められない。

III. IV. 外米の比重と品質との関係については実験結果よりみて、米粒の比重に関しては内地米と本質的な差異は存しないものと考えられる。

III. V. 異なる湿度における貯蔵による米粒比重の変化についての実験結果は図・表に示す如くである。結果よりみて、貯蔵環境の相対湿度は米粒の比重と反比例的な関係にあることが明らかである。この事実はあらかじめ推測されたところであるが実験結果より確認した。

IV. 摘 要

1. 米の精白度を比重との関係は気乾米粒については5分搗米が最大値を示し、以下7分搗米、3分搗米、玄米の順に小となる。

2. 各精白度の無水米粉の比重は白米が最大であり、以下7分搗米、5分搗米、3分搗米、玄米と精白度の小なるものほど比重も小となる。

3. 米の比重と品種の関係については、気乾米粒の比重は品種により異なり、新米においては最小値を示すそれと最大値のそれとの間に約0.5%の差異があり、古米においては同様に約0.21%の差異が認められる。

4. モチ米、ウルチ米それぞれの比重の平均値は前者の方が大きい。供試モチ米各品種間にはウルチ米各品種間にみられるような比較的大きい差異は認められない。

5. 外米と内地米との米粒の比重に関しては本質的な差異は認められない。

6. 異なる湿度に貯蔵することによる米粒比重の変化については、比重は貯蔵湿度と反比例的な関係にある。

3. 米飯の品質について

I. 緒 言

外米(準内地米を含む)を米飯として用いる時、内地米に比較して幾多の欠点が指摘されてきた。この問題について尾崎¹⁴⁾は両者の消化吸収率および熱利用率を比較した結果、外米はなんら内地米に劣るものでは

ないとしている。従って両者は成分組成的には補足し得ない何等かの物理・化学的な性質または組織学的な米粒構造の相違等も相当の影響を米の品質におよぼしていると考えられる。

要するに単一な要素の比較等によっては十分差異を見出すことはできず、各要因の総和が飯米としての価値に大きな影響を与えていると考えられる。著者はこの問題について内地米および外米の一定状態における吸水率、乾燥速度および米糊の粘弾度の測定等物理的乃至物理化学的な見地から比較して米の品質に関して検討を試みた。

II. 実 験

II. I. 試 料

表18に示す如き内地米5品種、外米4品種について物理的、物理化学的性質について分析を試みた。

表18 試 料

品 種	精白度	採集年	産 地
農 林 29 号	白 米	1955年	京都府奥丹後
農 林 12 号	〃	〃	〃
金 南 穂	〃	〃	京都府南山城
旭 4 号	〃	〃	京都府奥丹後
越 南 5 号	〃	〃	〃
イ タ リ ア 米	〃		輸 入 品
タ イ 米	〃		〃
カ リ フ ォ ル ニ ア 米	〃		〃
ビ ル マ 米	〃		〃

II. II. 実験方法および実験結果

A 水分の定量

試料の水分定量を行なった結果は表19の如くである。イタリア米を除いた他の外米に比較して水分含有量がわずかに小である。

B 米粒の水浸による吸水率および蒸炊による吸水率

秤量した試料を25°Cの水中に30分水浸する。表面に付着した水分をあらかじめ拭い去った米粒を濾紙上にひろげ、米粒表面の水分を速かに除去する。この試料を秤量して水浸による吸水率を測定する。水浸中ビー

カーの水がやや白濁したので湯浴上で乾燥して米粒からの水中移行物を秤量したがきわめて微量であるので実験誤差の範囲とみなしこの数値は無視することとした。次に30分間水浸した試料を蒸炊する。すなわち試料を茶こし器に採取し30分間約100°Cの水蒸気中で蒸炊する。次に速かに恒量にした秤量管の中に試料を採り密栓する。蒸炊した試料の秤量結果は表20の如くである。

表20 米の水浸・蒸炊による重量増加率 (%)

品 種	水浸増量	蒸炊増量
農 林 29 号	38.09	40.89
農 林 12 号	33.75	36.22
金 南 穂	37.35	41.16
旭 4 号	37.70	40.48
越 南 5 号	42.88	48.35
イ タ リ ア 米	41.27	45.05
タ イ 米	35.64	37.39
カ リ フ ォ ル ニ ア 米	42.54	46.03
ビ ル マ 米	41.98	45.64

この測定結果によると水浸による吸水率の最も大きい越南5号は、蒸炊した場合の吸水率も最も大きく、これに反し水浸による吸水率の最も小さい農林12号は蒸炊した場合も同様に吸水率は最も小さい価が得られた。水浸による吸水率についてみると、タイ米の35.64%を除いた他の外米は、いずれも内地米よりもはるかに高い吸水率を示している。内地米においても越南5号のみは例外で、全試料中で最も大きい吸水率を示している。水浸による吸水率としては全体として外米の方が吸水率が高いといえよう。米の蒸炊による吸水率についてみるに、タイ米を除いた他の外米は、内地米に比してはるかに大きい吸水率を示している。但し内地米においても越南5号は例外で最も大きい吸水率を示している。また蒸炊により水浸の場合に比し如何程重量が増加したかをみると、タイ米はその差1.75%で最も差の大きい越南5号で5.47%である。越南5号およびタイ米を除いた品種では、水浸した試料が蒸炊により重量の増加する場合は外米の方が大であるといえ

表19 含 水 量 (%)

形状	品種								
	農林29号	農林12号	金南穂	旭4号	越南5号	イタリア米	タイ米	カリフォルニア米	ビルマ米
米 粒 (白米)	14.89	14.95	15.22	15.68	14.81	16.00	14.50	14.73	14.17
米 粒 (白米)	13.73	13.41	13.85	14.28	13.04	13.40	12.19	12.87	12.55

る。

C 蒸炊飯の一定湿度における乾燥速度

この実験においては蒸炊米が一定の時間・温度・湿度の下では如何様に重量に変化を来たすかを検するため、その乾燥速度を測定した。まず試料として同一の条件の下で蒸炊したものを使用する。Bの米の水浸による吸水率および蒸炊による吸水率に使用した飯をシャーレに移し水平に展置する。一定湿度を保つために塩化アンモニウム (NH₄Cl) および硝酸カリウム (KNO₃) の混合過飽和水溶液を入れたデシケーター中に採取し、恒温器中で30°Cに保つ。この相対湿度は68.6%の恒常値となる¹³⁾。恒温器内のデシケーターにシャーレに移置した蒸炊米を採取し、一定の時間・温度・湿度における乾燥速度を測定する。デシケーター内ではシャーレは蓋を除去し秤量は共蓋として行なう。測定結果は図7に示す如くである。

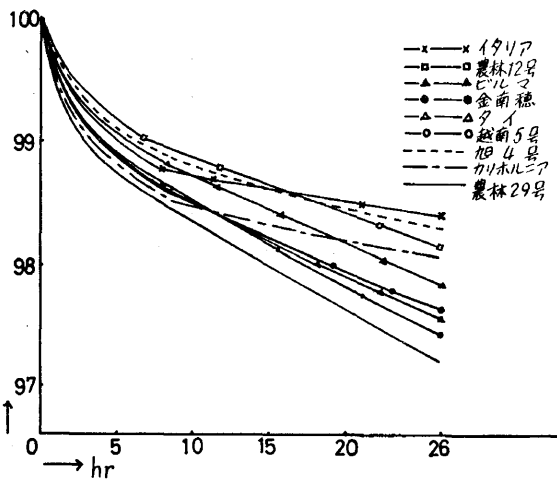


図7 米粒の蒸飯乾燥速度

約8時間までは、いずれもその乾燥速度は急速であるがさらに時間が経過すると共に乾燥速度は低下する。乾燥率の大きいものの順は農林29号、越南5号、タイ米、金南穂、ビルマ米、カリフォルニア米、農林12号、旭4号、イタリア米である。各試料の粒形を示すと図8の如くである。

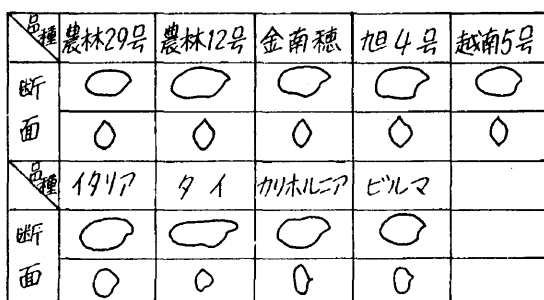


図8 米粒の形状

この結果から考察するに蒸炊による乾燥速度は粒形の長短の特徴にみる如く日本型・インド型両亜種^(注)の特性に関係しているものの如くである。

D 米粉の水浸による吸水率および蒸炊による吸水率

Bに準じ米を試料として同様の実験を行なった。試料を製粉機により粉末としさらに1mmのふるいを通して米粉を試料として用いた。用いた米はいずれも白米である。試料約10gを秤取し25°Cにおいて30分間水浸する。後ガラスフィルターで減圧濾過した米粉をガラスフィルターと共に秤量する。次に水浸秤量した試料をガラスフィルターと共に約100°Cの水蒸気中で30分間蒸炊し、後、ただちにこれをデシケーターの中に移し密閉する。室温となった試料をガラスフィルターと共に秤量する。結果は表21の如くである。

米粉を使用した場合は米粒の場合に比し、水浸、蒸炊両過程ともに吸水率は大きい。農林12号および旭4号を除いた内地米と、水浸による吸水率を比較すると、外米の方が吸水率は大きい。また蒸炊による吸水率も農林12号、タイ米以外は全体として外米の方が吸水率大といえる。また米粒の場合にはBにおいて試料中最も小さい吸水率を示した農林12号が粉末状態において内地米中最大の吸水率を示す事実は、米粒組織の構造あるいは成分組成上に原因があるのではないかと考えられる。

表21 米粉の水浸・蒸炊による重量増加率 (%)

品 種	水浸による増量	蒸炊による増量
農 林 29 号	76.95	77.81
農 林 12 号	86.21	87.55
金 南 穂	77.34	83.92
旭 4 号	79.01	84.60
越 南 5 号	78.71	80.00
イ タ リ ア 米	99.63	103.47
タ イ 米	97.61	79.98
カ リ フ ォ ル ニ ア 米	86.90	88.51
ビ ル マ 米	83.95	84.80

また蒸炊増量%と水浸増量%の差が金南穂、旭4号、越南5号、イタリア米と、農林12号、カリフォルニア米、ビルマ米と比較した場合、前者がはるかにその差大なる事実も、また同様の要因にもとづくものと

(注) *Oryza sativa* subsp. *japonica* および *Oryza sativa* subsp. *indica* この両型を交種 (var.) とする分類もある。

考えられる。

粒状において吸水率最も小なる農林12号が粉末状態においては内地米中最大の吸水率を示し、しかも蒸炊増量%と水浸増量%の差異が他の内地米よりはるかに小であるという事実は興味あるものと考えられる。

E 蒸炊米粉の一定湿度における乾燥速度

本実験もCに従って行なった。まずDで蒸炊後秤取した試料を一定の時間、温度、湿度の下に保つ。これらの条件は前記と同様である。デシケーター中にガラスフィルターと共に蒸炊された試料を換置し、毎2時間間隔で秤量する。相対湿度68.6%における蒸炊された米粉の乾燥速度は図9の如くである。

乾燥5時間まではいずれも乾燥度曲線は比較的急速に下降しているが、時間の経過とともに緩徐になっている。このグラフより外米中イタリア米は54時間で、試料の含水量を最初のそれと比較した乾燥度は94.39%、ビルマ米は94.47%と大きく、タイ米は95.47%、カリフォルニア米は95.39%でその乾燥度は小さい値を示している。54時間経過後の乾燥度を大きいものから順にあげるとイタリア米、ビルマ米、農林12号、越南5号、農林29号、カリフォルニア米、タイ米、旭4号、金南穂となる。

F 米糊の粘弾度の測定

外米が内地米に比較してその米飯が食味不良であり、触感および咀嚼感も粗硬であるという事実は米糊の粘弾度に関係しているのではないかという想定の下に本実験を行なった。まず各品種とも同一濃度の米糊を作る。すなわち各品種の含水量より計算して10%濃度の米糊を作る。各品種に加えた水分と米粉の重量比

は表22の如くである。

表22 濃度10%米糊における米粉と水の比率

品 種	混 合 量	
	米 粉 (g)	水 (ml)
農 林 29 号	11.59	98.40
農 林 12 号	11.54	98.45
金 南 穂	11.60	98.39
旭 4 号	11.66	98.33
越 南 5 号	11.50	98.50
イ タ リ ア 米	11.54	98.45
タ イ 米	11.38	98.61
カ リ フ ォ ル ニ ア 米	11.47	98.52
ビ ル マ 米	11.43	98.56

まず10%の濃度とした米粉懸濁液を90°Cの湯浴上で5分間攪拌しつつ糊化させる。これを直ちに結晶皿に傾注し一定湿度のデシケーターに入れる。この場合、デシケーターの底部にはクロム酸カリウム (K₂CrO₄) の過飽和水溶液を入れ、20°Cの恒温器に保つとデシケーター内部の相対湿度は88%の一定値となる¹³⁾。20°Cにおいて24時間静置する。これを図10に示す如き(静的)粘弾度測定装置にて粘弾度を測定し各品種のそれぞれについて比較した。一定目盛まで円筒管の沈下するに要した水の ml 数をもってその強度を示す。結果は表23の如くである。

この結果よりみると全体的に外米の方がわずかに内地米よりゼリー強度すなわち粘弾度の大きなることを示している。

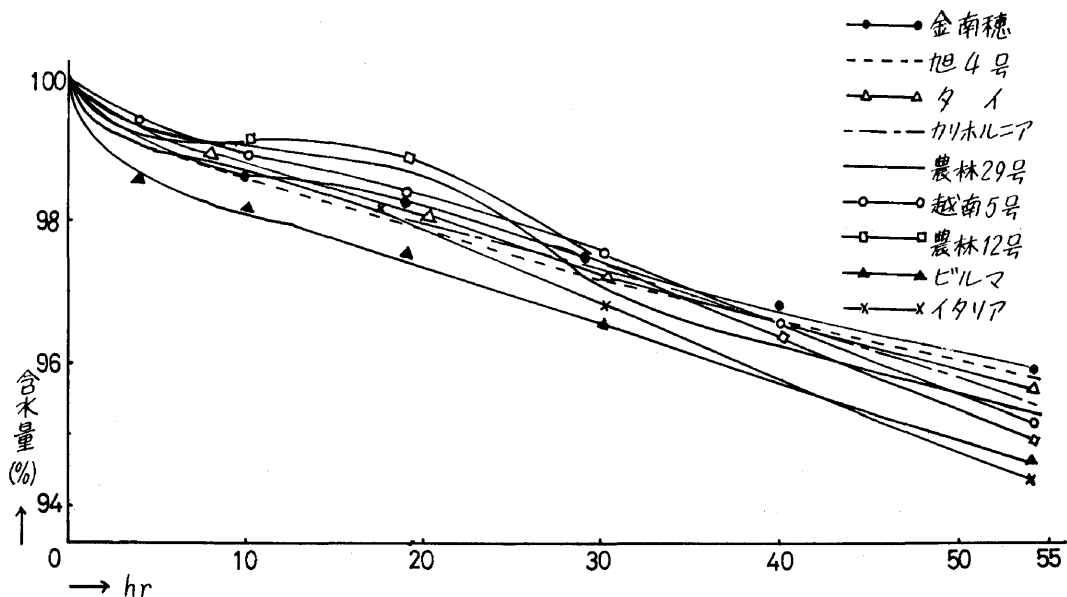


図9 蒸炊米粉の乾燥速度

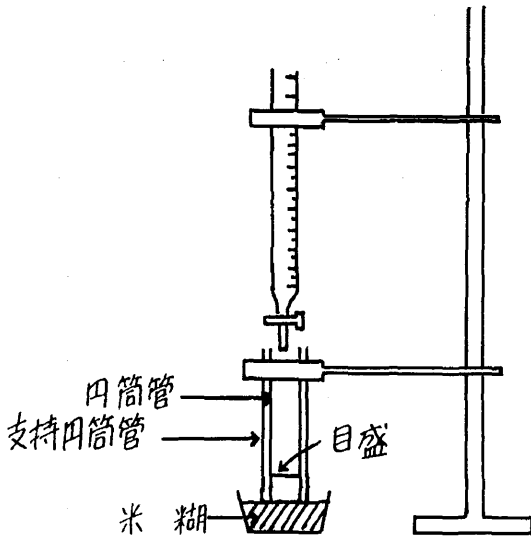


図10 (静的)粘弾度測定装置

表23 米糊の粘弾度

品	種	粘弾度 (g/cm ²)
農林	29号	2.3
農林	12号	4.2
金南	穂	3.2
旭	4号	3.2
越南	5号	2.6
イタリア	米	3.1
タイ	米	5.2
カリフォルニア	米	3.3
ビルマ	米	4.2

III. 考 察

以上の実験により外米および内地米の物理的乃至物理化学的性質を比較検討した。米粒、米粉の水浸による吸水度および蒸炊による吸水度は、吸水に関する実験B、Dの結果からみて外米の方が内地米より吸水度が大なることが明らかである。この事実から米飯においては加える水の量を内地米に比し外米は多量とすべきであると考えられる。またCの結果より米粒を炊飯した場合、一定湿度の下での乾燥度は日本型およびインド型両亜種の特性によるものであろうと推定される結果を得たが、外米は内地米に比し一般に乾燥度も大きいと考えられる。またFの米糊のゼリー強度測定結果より外米の方が内地米よりその測定値が大きいことを示した。Mitchell¹⁵⁾等によると米糊の粘弾性は含有されている脂肪量に関係しているというが、本実験結果はそれとは直接的関係が明らかではない。福場¹⁶⁾の研究によるとタイ米、ビルマ米等外米の澱粉は日本型米の澱粉に比してグルコースの線状結合部の総和が大

であると報告している。このことは実験Fで外米が内地米よりも粘弾性大であるという結果を示したことと一致する。

本実験結果により明らかにされた事実は、日本型およびインド型両亜種間の米の品質、特に米飯の食味に関し若干の根拠を与えるものと考えられる。外米と内地米を比較するに両者の水分吸収速度の差異、乾燥速度の差異、米糊の粘弾性の差異等物理的性質、米粒組織の構造の差異等がすべて飯米としての品質に関係するものと推定されるが、本研究においては客観的事実を示すにとどめる。

IV. 摘 要

外米および内地米を物理的見地、とくに米粒および米飯の吸水率および吸水速度についての実験結果から比較考察した結果、次の結論が得られた。

1. 米粒の気乾状態における含水量はイタリア米を除いた他の外米すなわちタイ米、カリフォルニア米、ビルマ米等インド型に属するものは内地米に比し一般的にわずかに小である。
2. 米粒、米粉の水浸、蒸炊による吸水率および吸水速度は内地米より外米の方が大である。
3. 蒸炊飯の一定湿度における乾燥速度は日本型に比しインド型のものの方が小である。
4. 米糊の粘弾度は内地米より外米が大きい。

4. 穀類の硬度およびパッキング強度と品質との関係について

I. 緒 言

一つの穀粒を粒状物体と考え、その集団を一つの集合体としてみる場合、土砂その他の粒状物の集合体と同様の物理的諸性質を有するものと考えることができ。この際集合体の特性は粒状物体の容積・形状・表面の性質・硬度乃至レオロジー的諸性質等によって規定されるものと想定される。

本研究においては粒状物体すなわち穀粒の集合体の一物理的性質として、その見かけ上の全容積の(応力一歪)曲線から求められた歪率を「パッキング強度」なる概念の下にとらえ、これを物理的方法によって解析することにより穀類の品質との関連性を追求しようとした。

この際、穀粒の種的特性・同一種内の品種的特性についても併せて考慮した。なお穀粒の硬度についても「パッキング強度」との関係の有無をたしかめるため検討した。

II. 実 験

II. I. 試 料

A ウルチ：美穂錦

モチ：農林5号

他に外米および準内地米をも用いた。

B 大麦：伊勢裸

C パン小麦：(硬質)

マニトバ2号, マニトバ3号

(中間質)

日本産1品種, ハードウィンター

(軟質)

ウェスタンホワイト

上記各試料(気乾物)の粗蛋白質および含水量は表24の如くである。

表24 試料の成分組成

	品 種 名	粗蛋白質 (%)	含水量 (%)
米	ウルチ (美穂錦) 玄米	6.93	13.8
	" " 白米	5.87	14.2
	モチ (農林5号) 玄米	7.15	14.1
	" " 白米	6.21	14.2
大 麦	伊 勢 裸 玄麦	7.92	13.8
	" 白麦	6.33	13.6
パン小麦	マニトバ2号	12.91	14.0
	マニトバ3号	13.37	14.2
	日本産1品種	10.78	13.8
	ハードウィンター	10.92	13.8
	ウェスタンホワイト	9.32	13.6

II. II. 実験方法

1. 硬度測定

手動式穀粒硬度計(木屋製作所製)によって測定した。

2. パッキング強度測定

図11に示す如き装置を用いて測定した。本装置はほぼ密着する金属製内外二筒よりなり、外筒に試料を入れ内筒には荷重用としてベアリングボールを入れる。

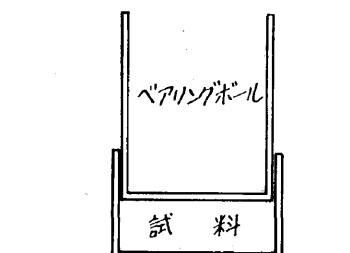


図11 パッキング強度測定装置

無荷重時の目盛を0点とし、鉛直荷重量は円筒外側面の目盛で読みとる。

3. 穀粒の含水量の調製¹³⁾

気密容器としてデシケーターを用い内部の相対湿度を一定とするため、Na₂HPO₄・12H₂OおよびKC₂H₃O₂の過飽和水溶液をそれぞれデシケーター底部に入れた。

この場合20°Cにおける器内の相対湿度はそれぞれ95%および20%の一定値を保つ。

4. 計 算 法

A 硬 度

得られた測定値につき算術平均値、モード値および標準偏差の各々を求めた。

B パッキング強度

荷重量は1cm²当りの鉛直加圧重量(g)で表わす。これを計算式で示すと

$$P = \frac{(a \times b) + c}{\pi \cdot r^2}$$

但し、P = 荷重量(g/cm²)

r = 内筒底面の内半径 (cm) = 4.5cm

a = ベアリングボール1個の平均重量 (g) = 5.3g

b = ベアリングボールの数

c = 内筒の重量 (g)

パッキング強度は容積変化指数として表わす。

試料上に内筒のみを静置した時の試料上端水平面の外筒底面よりの垂直距離100とし、荷重時の同距離をこれに対する指数として表わし、これを以てパッキング強度とする。

III. 実験結果および考察

III. I. 穀粒の硬度と穀類の種・品種・含水量の関係

穀類各種および同一種に属する各品種についての穀粒硬度測定値を表25に示す。

穀類の硬度と種との関係は表25にみる如く大麦(裸麦)においては実験試料3種のうち玄麦、白麦とも硬度は測定範囲を超え、はなはだ大である。米とパン小麦についての測定値を比較すると、米はウルチ、モチの別によって相当の差がみられるが、米各品種玄米とパン小麦玄穀の各々の気乾物平均(モード値)はそれぞれウルチ=7,モチ=6,パン小麦玄穀平均=6.4となりほとんど差異が認められない。故に本実験範囲においては米、裸麦、パン小麦3種(玄穀)のうち、裸麦は特に硬度大であり米、パン小麦は平均値としてほぼ同様と考えられる。

(注1, 2)
表25 穀類の硬度 (kg)

	品 種 名	水 分 (%)	モー ド 値	平均値	標 準 偏 差
米	美穂錦 (玄米)	12.9	7	6.81	0.98
		13.8	7	6.55	0.87
		14.5	7	6.08	1.63
	美穂錦 (白米)	13.2	4	6.40	2.83
		14.2	8	6.87	1.46
		15.1	5	5.34	1.57
	農林5号 (玄米)	12.7	6	6.08	1.22
		14.1	7	6.85	0.93
		14.9	7	7.55	1.57
		13.1	4.6	5.99	1.48
		14.2	4	4.19	1.06
	農林5号 (白米)	15.1	4	4.51	1.42
大 麦	伊勢裸 (玄麦)	13.8	—	—	—
		14.6	—	—	—
		—	—	—	—
小 麦	マニトバ2号	13.2	8.9	7.53	1.50
		14.0	7	7.84	2.08
		15.2	7	6.98	1.57
マニトバ3号	13.4	6	6.74	1.73	
	14.2	6.8	7.83	1.71	
	15.0	7.8	6.66	1.71	
ハードウィンター	13.0	8	8.57	2.20	
	13.8	8	7.91	1.53	
	14.9	7	7.53	2.08	
内地小麦	12.6	7	6.77	1.90	
	13.8	6.7	7.35	1.76	
	14.8	7	6.97	1.77	
ウエスタンホワイト	12.7	6	6.21	1.33	
	13.6	5	6.05	1.26	
	14.3	7	6.54	1.97	

米はウルチ、モチ玄穀気乾物の硬度を比較するとほぼ同様であるがモード値はモチの方が約25%大きい。ウルチ、モチの白米について比較すると玄穀とは異なりそれぞれ8および4でありウルチの方が約2倍の硬

(注1) 大麦(裸麦)についての測定値は使用した穀粒硬度計の測定範囲を超えるため示し得ない。
(注2) 本表はグラフとしても示した(図12~22)。

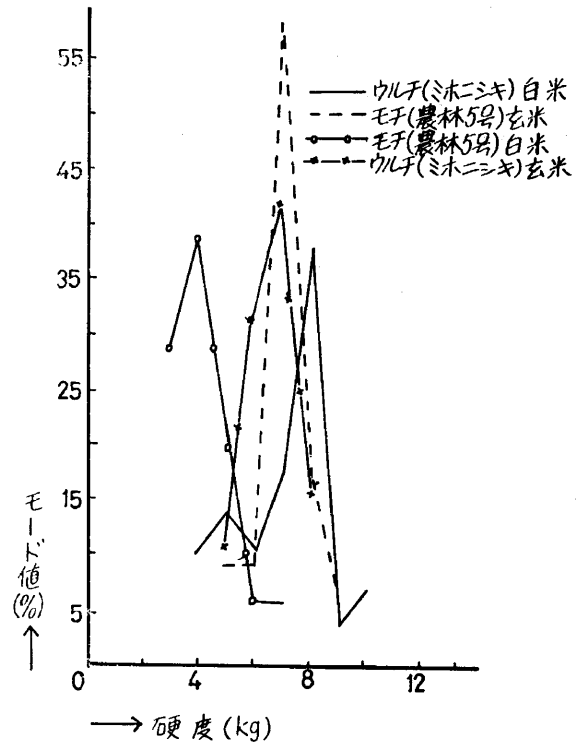


図12 ウルチおよびモチの精白度と硬度(気乾物)

— 含水量 14.5%
- - - 含水量 13.8%
—●— 含水量 12.9%

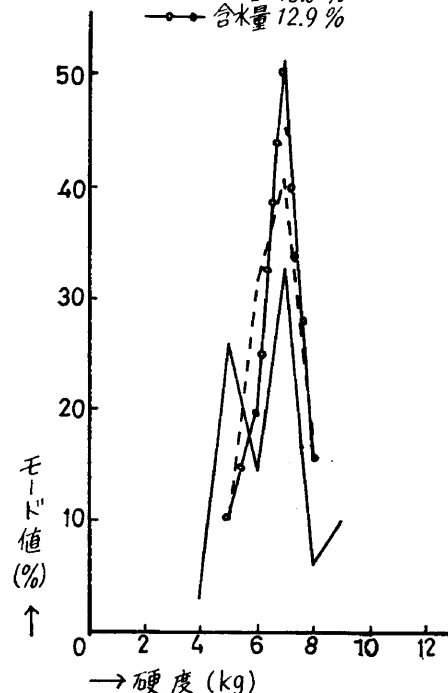


図13 ウルチ(ミホニシキ)玄米

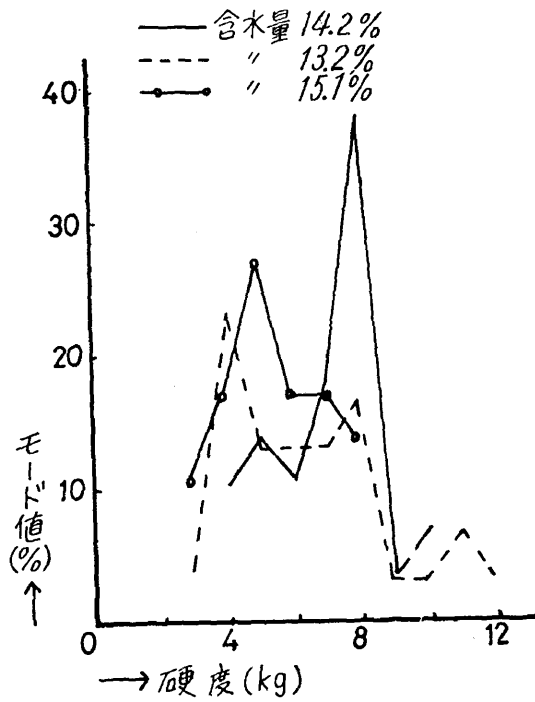


図14 ウルチ (ミホニシキ) 白米

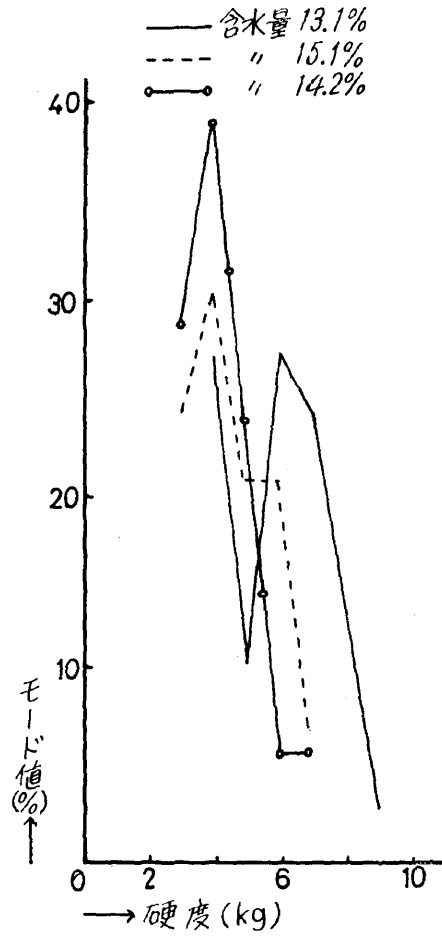


図16 モチ (農林5号) 白米

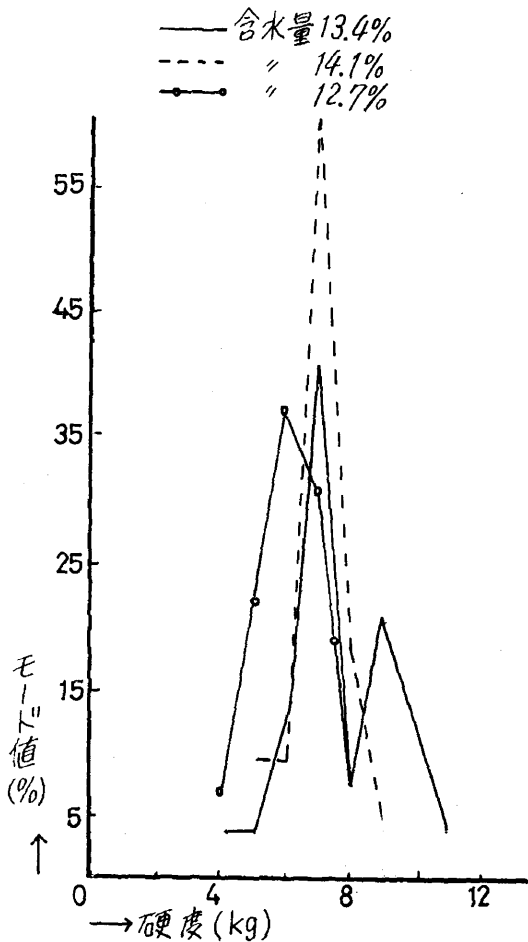


図15 モチ (農林5号) 玄米

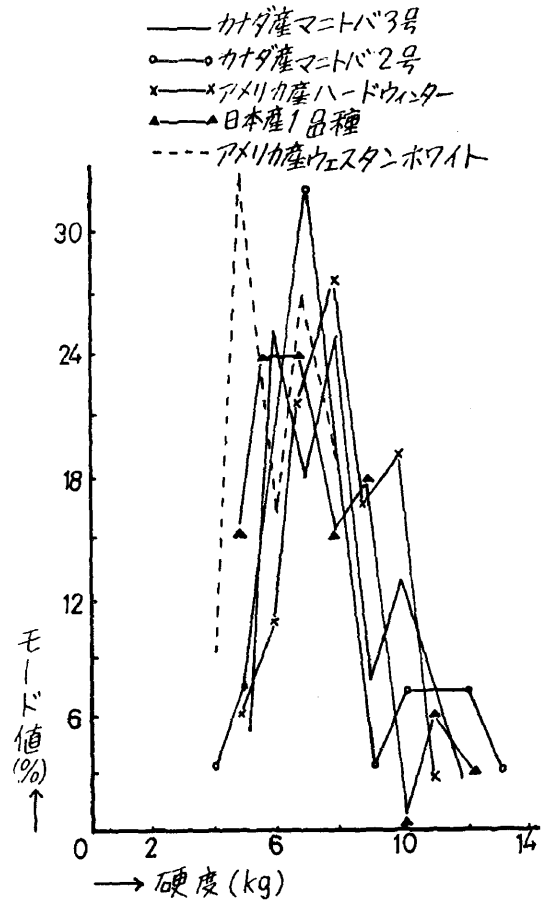


図17 小麦各品種の硬度 (玄穀気乾物)

度を示している。次に含水量と硬度との関係は玄米、白米ともに含水量の範囲内においては含水量小なる程、すなわち乾燥度大なる程、硬度が大きい傾向を示している。

パン小麦について実験に供した試料各品種と硬度との関係は図17に示す如くである。硬度はモード値により比較すると明らかに小麦穀粒の硬質・中間質・軟質の区別に対応する相関関係がみられる。小麦穀粒の硬度は主として麩質の質および含有量に関係あることは、既往の多くの研究結果より容易に推測されるものである。このことは従来一般に硝子率として表わされる数値とほぼ比例的な関係にあるものと考えられる。試料各品種において穀粒の含水量と硬度の関係を図18～22に示し検討した。

米粒におけると同様、小麦穀粒の硬度はモード値によって比較すると含水量小なる程、すなわち乾燥度大なるほど大きい傾向を示している。この際二頭曲線の分布を示すものはその平均値により比較した。本実験試料の含水量の範囲内においては、硬度はほぼ7～7.5kgにある。

Ⅲ. Ⅱ. パッキング強度と穀類の種・品種・精白度・含水量との関係

測定装置は前掲図11の如くであるが、鉛直荷重量は

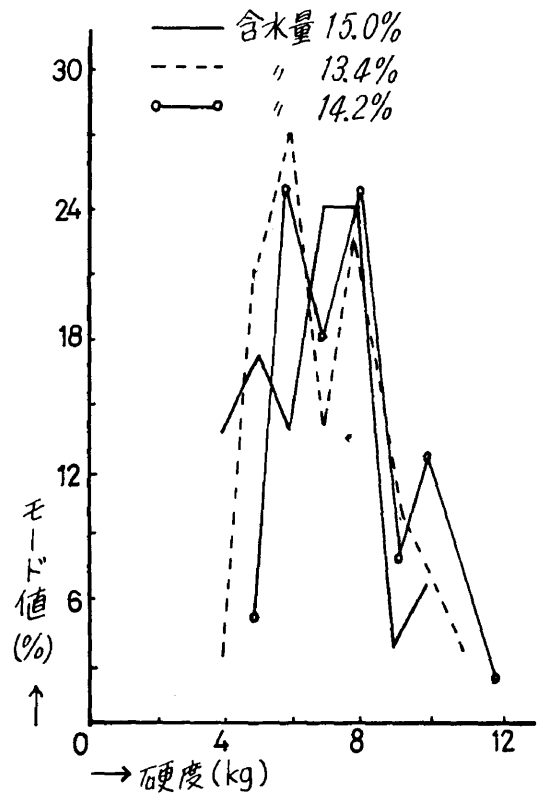


図19 マニトバ3号

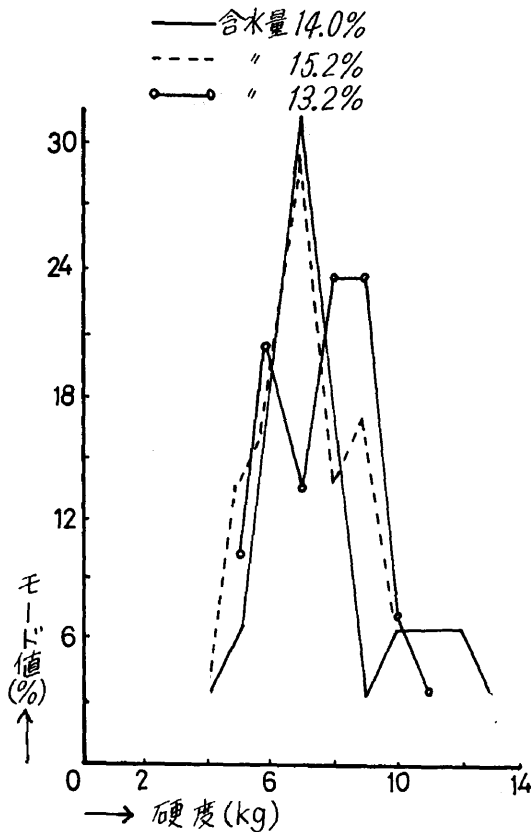


図18 マニトバ2号

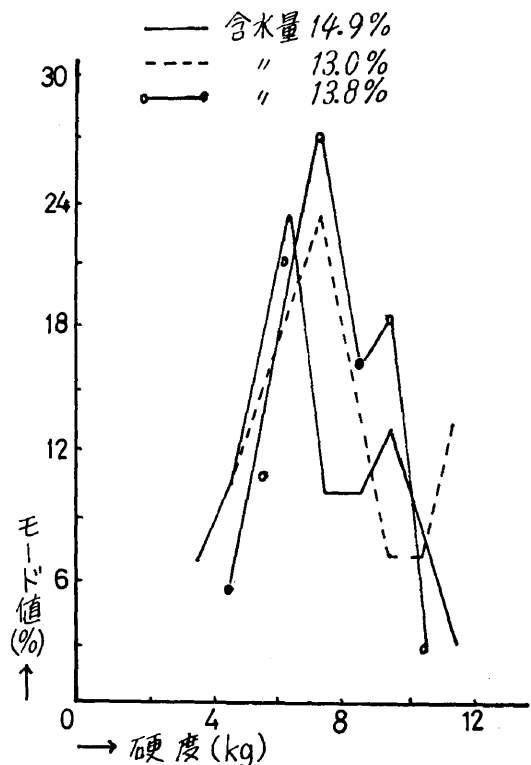


図20 ハードウィンター

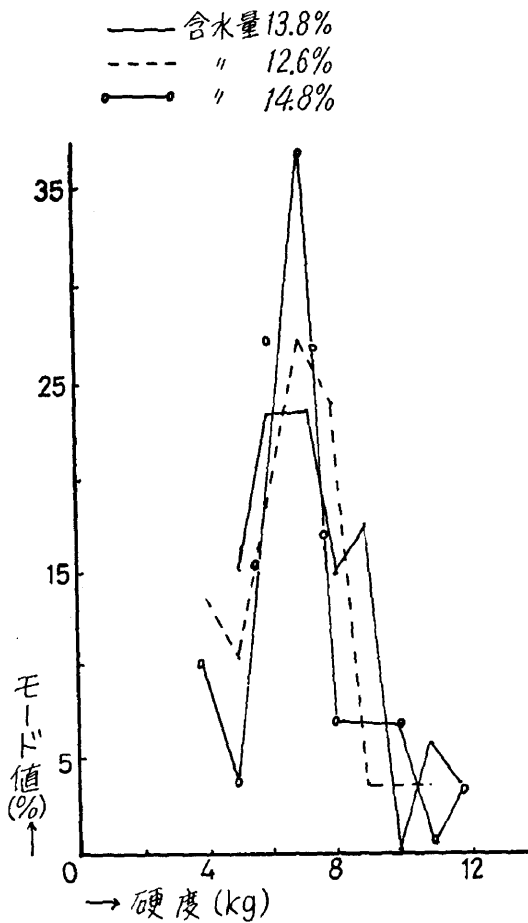


図21 日本産小麦 (中間質)

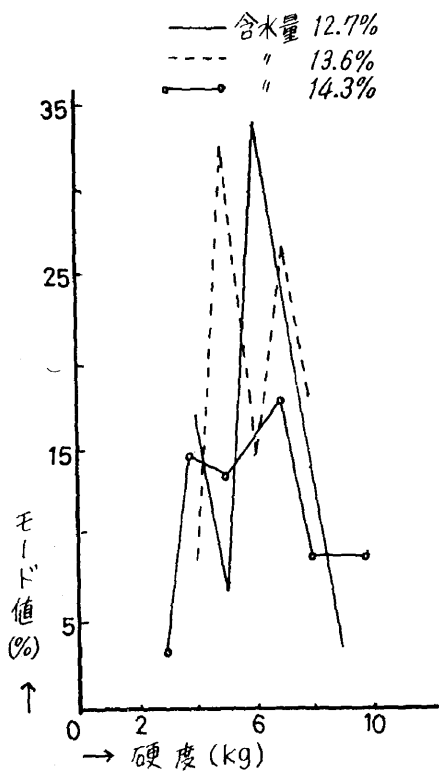


図22 ウェスタンホワイト

装置の規格により最大171g/cm²までとした。実験試料は外筒内部容積無荷重静置状態において 100 ml とした。この際、試料上端水平面の外筒底平面よりの垂直距離は約13cmである。測定時には外筒を試料上端水平面に静置し、静かにベアリングボールを増加して荷重量を大きくした。結果は図23~35に示す如くである。

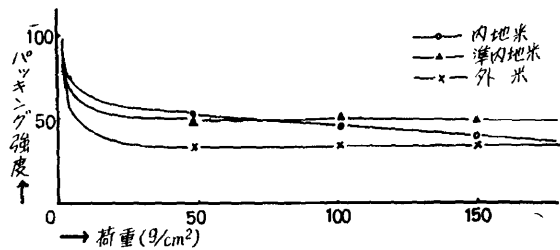


図23 ウルチ白米 (気乾物)

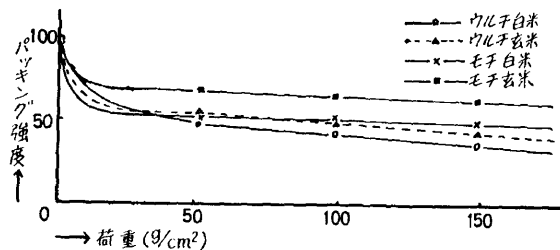


図24 ウルチ米およびモチ米 (気乾物)

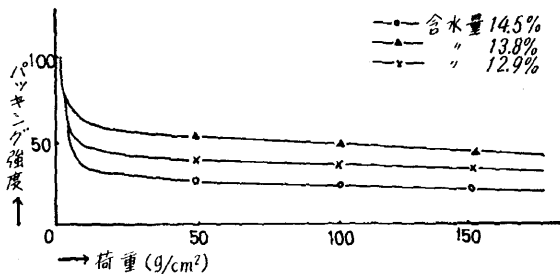


図25 ウルチ (ミホニシキ) 玄米

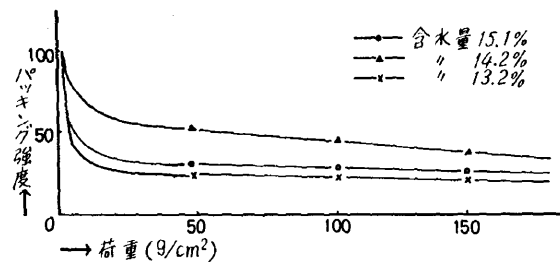


図26 ウルチ (ミホニシキ) 白米

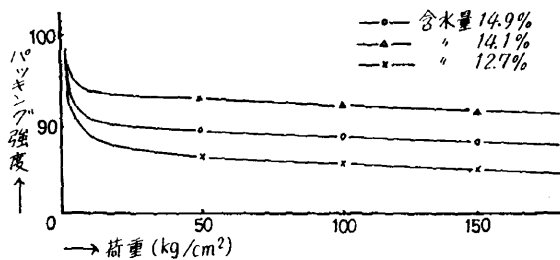


図27 モチ (農林5号) 玄米

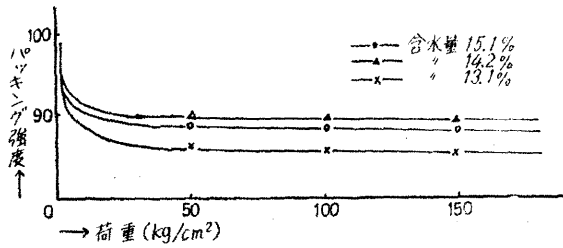


図28 モチ (農林5号) 白米

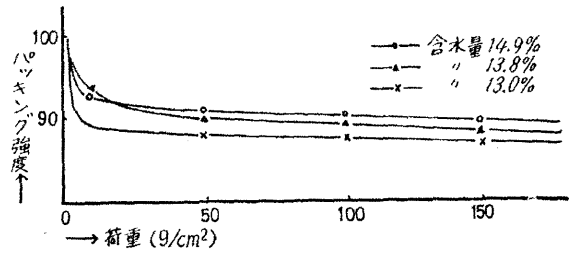


図33 ハードウィンター

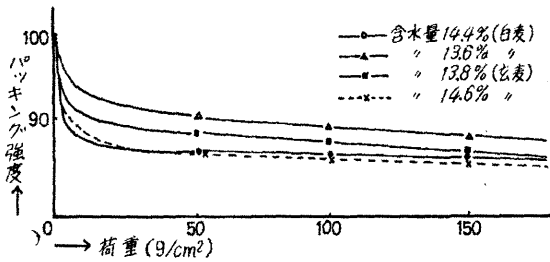


図29 裸麦 (伊勢裸)

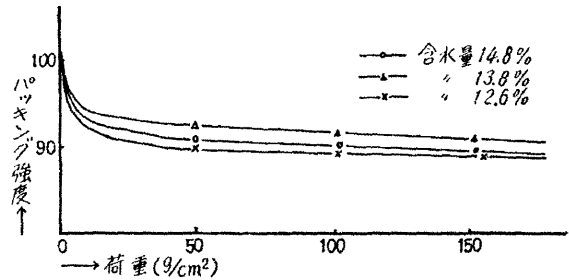


図34 日本産一品種 (中間質)

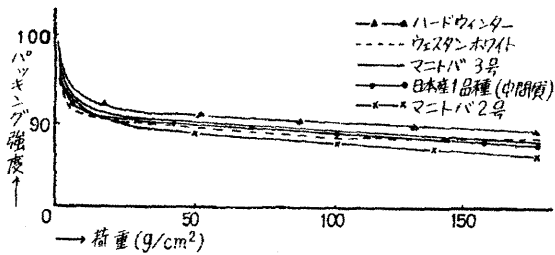


図30 パン小麦 (気乾物)

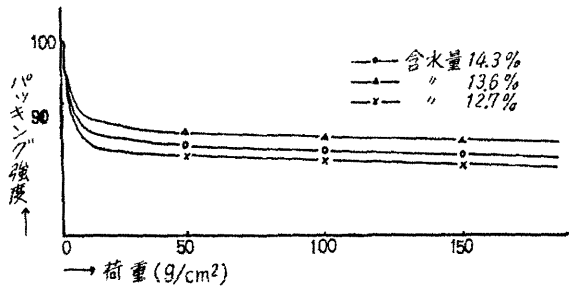


図35 ウェスタンホワイト

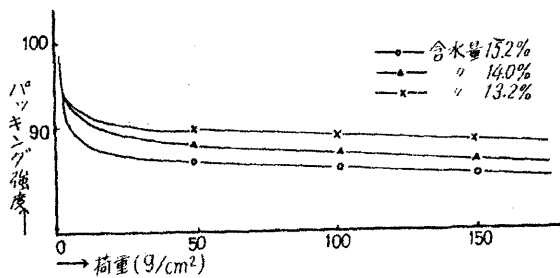


図31 マニトバ2号

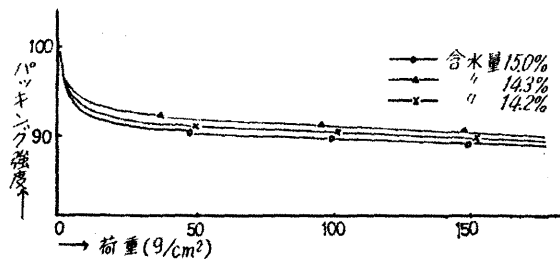


図32 マニトバ3号

パッキング強度と穀類の種との関係は、無荷重静置容積 (穀粒間の空間容積を含む) に対する荷重時の容積比の数値によって試料3種の玄穀気乾物についての結果を概観すると、容積比の大きさ、すなわちパッキング強度の大きさは米、パン小麦、裸麦の順となっている。この事実はパッキング強度を穀粒の特性の判定基準とする場合、穀粒表面の物理的性状、穀粒の大きさ、形状等の物理的性質が関与するものと考えられ、これらが総合的に (応力-歪) 曲線に表われるものと推測される。図23~35にみる如く曲線は荷重増加に従い荷重約20 g/cm以内において比較的急速にほぼ恒常値に達する事実より、パッキング強度特性値は曲線が恒常値に達する前の変化速度最大の変曲点としこの値を定義する。パッキング強度平均値は

$$\text{米} \begin{cases} \text{ウルチ} = 93 \\ \text{モチ} = 95 \end{cases} \quad \text{パン小麦} = 92 \quad \text{裸麦} = 91.7$$

である。

パッキング強度と品種との関係は、米において図23にみる如く、いわゆる内地米、準内地米、外米を比較

すると明らかに前二者が大である。これはおそらく両品種間の粒形の差異によるところが大きいと考えられる。ウルチ、モチによる差異は図24にみる如く白米においては殆んどみられず、玄米においてはモチの方が約3%大である。なお供試各品種につき含水量の異なる試料についての実験結果を図25~29に示す。測定グラフ判定においては穀粒の含水量の影響が大きいから当然このことを考慮しなければならない。また供試品種僅少のため一般的結論を求めることは困難であるが品種の特性は明らかに存在するものと考えられる。パン小麦各品種における実験結果(図30~34)によると、パッキング強度と品種的特性との関係は米におけるとほぼ同様といえる。但し、パン小麦においては粒質とパッキング強度の直接的関係は認められず、また穀粒の含水量の差異は米の場合に比し、パッキング強度に比較的小さい影響を与えるという事実が認められる。このことは穀粒内容物の物理的状态もまたパッキング強度に何等かの影響を与えることを示すものと考えられる。

パッキング強度と穀粒含水量の関係は各種試料の含水量を考慮したすべての実験結果により、パッキング強度は穀粒含水量の影響を受けることが大きい。但し米および裸麦に比しパン小麦においてはその影響比較的小である。なおこの関係において特に注目すべき点はほぼ気乾状態に近い含水量の範囲内においては、パッキング強度は必ずしも含水量の大小には平行的関係にはあらず、一定の含水量においてその最大値を示す事実である(図25~29, 図31~35)。この事実の究明は今後の研究にまつこととする。

穀粒のパッキング強度と硬度との関係は実験結果によれば、これら二つの物理的性質間には特に指摘すべき直接的な相関関係は認められなかった。

IV. 摘要

1. 穀類の種・品種、従ってその品質、精白度との間には一定の相関関係が認められる。これらの関係は本研究における実験試料および実験範囲においては一般的僅少の差異によって示されるが恒常的なものと考えられる。

2. パッキング強度と穀類の上記諸性質の間においても恒常的な関係が存在する事実が認められた。パッキング強度に関与すると予測される諸因子の分析を試みたが、穀粒の粒形、穀粒表面ないし表層部の物理的性質および特に穀粒の含水量はパッキング強度に比較的大きい関係があるものと考えられる。

3. 穀粒硬度とパッキング強度の間には直接的関係

は認められなかった。

5. 米の吸水性および結合水と品質との関係について

I. 緒言

米の品質に関する研究は、米の品質検定上また米穀貯蔵上必須の事項である。米の品質については従来化学的・物理的・農学的研究等が多くなされている。しかし米の品質は化学的研究のみによっては判然としない場合が多い。岡村¹⁾は米穀の品質に関する研究を行ない、米の食味に関する主要な因子として米のpH値、米の水溶性乾固物量をあげている。沢村²⁾は水による浸出物の多い白米は品質が劣ると報告し、山崎³⁾は国産米の大・中・小の米粒について各々その結合水を定量した結果、實際上とくに食味良好な飯米として使用されている中粒米の結合水量が最大であったと述べている。著者は米粒の吸水性および結合水と品質との間にある種々の関係があるものと推定して本研究を行なった。

米粒の一定温度および一定時間における吸水量、吸水速度、一定温度の飽和水蒸気中における米粒の吸湿度ならびに結合水量等を測定して、これらの性質と品質との関係を検討した。この際、従来米の品質判定の基準として用いられている比重、干粒重、含水量、米粒の形状等の特性による品質検定法をもあわせて考慮した。

II. 実験

II. I. 試料

品質の検定を目的とするため、良質米と不良米を供試料とした。

- 内地米：(1) 旭白米 (1954年大阪市東淀川区上新庄産)
 (2) 旭玄米 (1954年大阪市東淀川区上新庄産)
 (3) 旭新米 (1955年大阪市東淀川区上新庄産)
 (4) 農林1号 (1954年山口県大津郡谷町字向津貝の山間部産白米)
 (5) 北海道米 (1955年北海道小樽市附近産の多土志白米)
- 外米：(1) イタリア米 (京都市市販白米)
 (2) ビルマ米 (京都市市販白米)

北海道米は旭米、農林1号の内地米に対し準内地米であり、その品質は一般に劣るとされている。外米の中でイタリア米は比較的品質良好とされているが、ビ

ルマ米は食味不良で通例内地米との混炊により食用に供されている。

II. II. 実験方法

1. 吸水度

恒温槽中に大型試験管を懸垂し、米粒試料5gを入れて水20mlを注入する。恒温槽を各々20°C, 40°C, 60°Cの一定温度に保ち水浸後5, 10, 15, 20, 30, 40, 50分, 1, 2, 3, 5, 6, 15時間後に濾紙を用いずにヌッチェで濾別する。吸水米重は重量既知の秤量管で秤量する。

計算は次式に従った。

$$x = \frac{C - B - A}{A} \times 100$$

但し、A = 試料の重量

B = 秤量管の重量

C = 秤量管 + 吸水米の重量

x = 吸水度 (%)

である。

2. 吸水米の蒸炊による重量増加度

1の方法で秤量した吸水米を茶濾し様の蒸器に採り100°Cの水蒸気で1時間加熱後、重量既知の秤量管で秤量する。

計算は次式に従った。

$$\frac{C - B - A}{A} \times 100 - x = \text{蒸炊による重量増加度 (\%)}$$

但し、A = 試料の重量

B = 秤量管の重量

C = 秤量管 + 蒸炊米の重量

x = 吸水度

である。

3. 水浸溶出物

1の方法による吸水米より濾別した濾液を重量既知の蒸発皿に移す。温浴上で蒸発乾固後100°C~110°Cの乾燥器で1時間乾燥し秤量する。

計算は次式に従った。

$$\frac{C - B}{A} \times 100 = \text{水浸溶出物 (\%)}$$

但し、A = 試料の重量

B = 蒸発皿の重量

C = 蒸発皿 + 蒸発乾固物の重量

である。

4. 結合水および自由水

試験管でアンプルを作り104°C~110°Cで恒量にしてこれをアンプル重量とする。アンプルに米粉末約3gを投入し正確に秤量してアンプル重量を差引き試料重量とする。^(注)

(注) アンプルは一端を開放して真空処理後、ガスバーナーで封ずる。

常法で水分定量を行ない含水量とする。含水量測定後のアンプルは五酸化磷を入れた真空デシケーター中で恒温に達するまで真空乾燥を行なう。真空デシケーター中で脱水した量を結合水とした。

計算は次式に従った。

$$\frac{C - D}{A} \times 100 = E = \text{含水量 (\%)}$$

$$\frac{C - F}{A} \times 100 - E = \text{結合水 (\%)}$$

但し、A = 試料の重量

B = アンプルの重量

C = 試料 + アンプルの重量

D = 105°C± で恒量に達した試料入りアンプルの重量

E = 含水量%

F = P₂O₅ を乾燥剤とした真空デシケーター中で恒量に達した試料入りアンプルの重量

である。

5. 吸湿度

30°Cの孵卵器中に蒸溜水を入れたデシケーターを置く。飽和水蒸気でみたされたデシケーター内にアンプルを入れ、恒量に達するまで放置後秤量しアンプル重量とする。これに試料約5gを入れ上記デシケーター中で恒量に達するまで放置後秤量する。

計算は次式に従った。

$$\frac{D - C}{A} \times 100 = \text{吸湿度 (\%)}$$

但し、A = 試料の重量

B = アンプルの重量

C = 試料 + アンプルの重量

D = 吸湿米の重量 + アンプルの重量

である。

6. 物理的性質

千粒重：米粒1000粒をとり化学天秤で秤量する。

米粒の形状：巾、厚さ、長さを各品種50粒についてマイクロメーターを用いて測定する。

比重：米粒5g前後を正確に秤取し、ピクノメーターを用いて測定する。

比重計算法は2, II. II. と同様である。

III. 実験結果および考察

III. I. 吸水度

上記方法により測定した結果を図36~38に示した。一定温度における7品種の米粒の吸水量を比較すると水温60°Cにおける吸水の場合(図38)

1. 本実験試料中最も品質劣等とみなされるビルマ

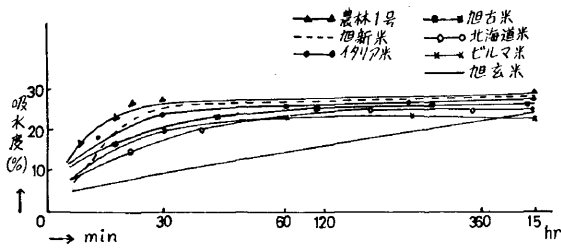


図36 吸水度 (20°C)

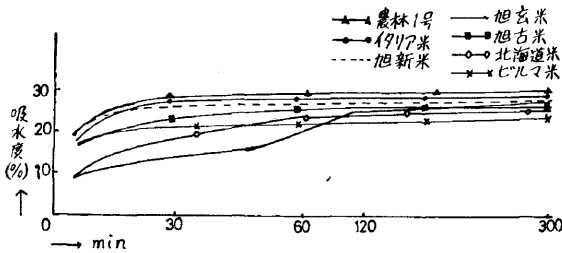


図37 吸水度 (40°C)

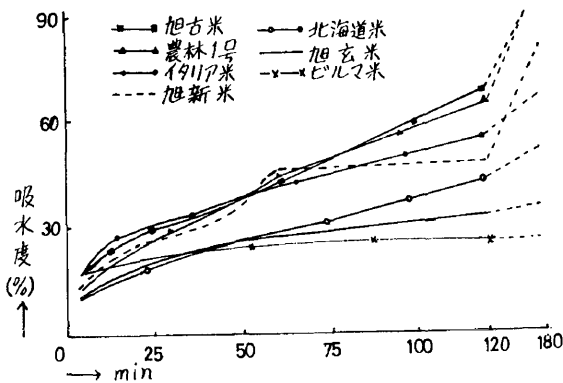


図38 吸水度 (60°C)

米は水温60°Cの他、20°C、40°Cいずれの場合もその吸水量において最小であった。

2. 内地米の旭米と農林1号は吸水量がほぼ同量であった。

3. 北海道米はイタリア米より吸水量が小さかった。これは北海道米が新米であるため、両者を比較することは妥当ではないが、旭新米と比較すれば、明らかに北海道米の吸水量は小である。

4. 新米と古米の吸水度を比較すると、40分間吸水まではその差約5%で古米の吸水量大であるが、50~60分で両者はほぼ同量の吸水値を示した。以後2時間まで新米の吸水度は殆んど変化がみられないが、古米はさらに吸水度が増大する。

5. 白米と玄米では40分間吸水までその差8~9%で白米は玄米に比し吸水度が大きであるが、次第にその差は大となり2時間後には35%の差を示した。

6. 旭米と北海道新米をのぞき他の5品種について、水温60°C、2時間の吸水度の順位は旭米、農林1

号、イタリア米、旭玄米、ピルマ米であり、この順位は公称品質規格と一致している。

7. 各品種の吸水度における差は水温60°C (図38)における吸水の場合に顕著である。

8. 水温20°Cおよび40°Cの場合 (図36, 37) 各品種間の吸水度の差は小であり、また各品種とも吸水度がほぼ平行している。但し、玄米のみが20°Cで5時間、40°Cで1時間までの吸水度において他の品種と平行した吸水率を示していない。

9. 北海道米、旭玄米をのぞいて20°C・30分、40°C・20分の吸水でほとんど吸水飽和量に達する。北海道米20°C・2時間、40°C・3時間、玄米は40°C・2時間吸水を以て、ほとんどその吸水飽和量に達することが明らかである。

10. 玄米は20°C・15時間まで吸水量が増大した。

11. 図38より明らかなように60°Cにおいて吸水飽和量を測定することは、炊飯温度に近いので組織が崩壊するため困難であった。

12. 一定試料の各温度における吸水度を比較すると、旭米は40°C・5分、20°C・5分において約8%の

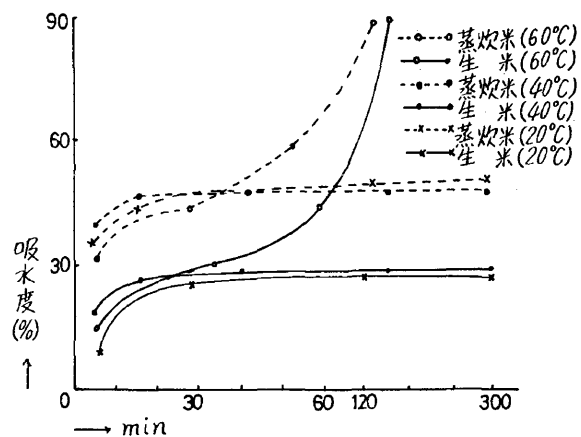


図39 農林1号

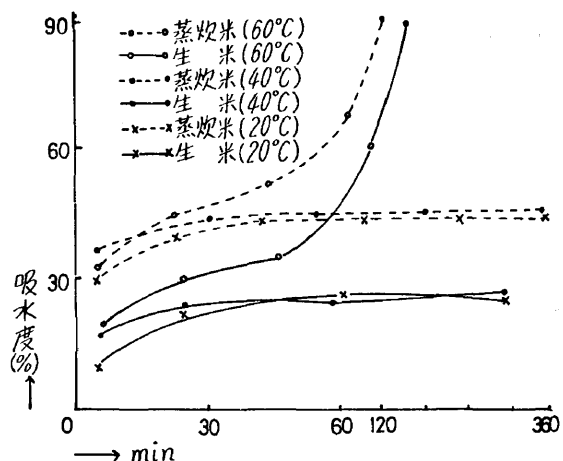


図40 白米 (旭)

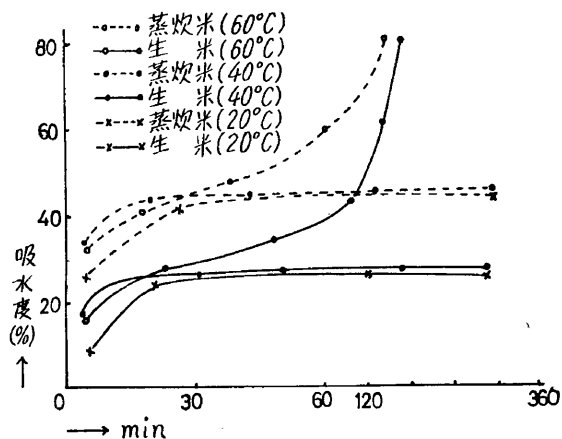


図41 新米 (旭)

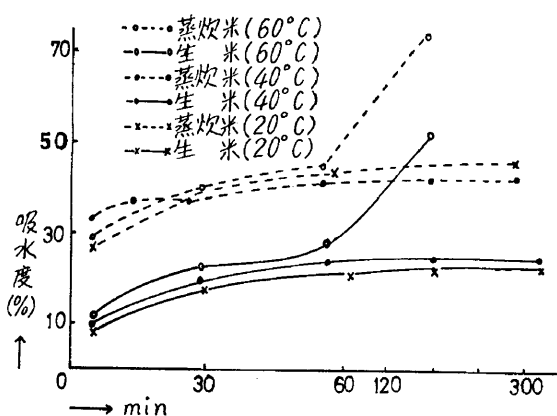


図43 白米 (北海道多士志)

差を示し、40分以後は吸水量の変化小であった(図40)。

13. 旭新米およびビルマ米においても40°C・5分、20°C・5分で約8%の差を示し、30分以後は変化が小であった(図41)。

14. 北海道米は40°C、20°Cともにその吸水度が大差はみられなかった(図43)。

15. 玄米は水温20°C、40°C、60°Cにおける各吸水率はそれぞれ同程度の差を示した。玄米の時間一吸水曲線が他の白米試料と異なっているのは糠層によって吸水力が抑制されるためと考えられる。

16. 吸水速度を単位時間(1分間)に吸水する水量として算出すると図49~51の如くである。各温度における吸水速度を比較すると40°C>60°C>20°Cの順となった。

17. 水浸5~10分までの水浸速度は20°C>40°C>60°Cとなった。

18. 10~20分の吸水速度は60°C>20°C>40°Cとなった。

19. 20~30分の吸水速度は殆んど差がみとめられなかった。

20. 30~40分の吸水速度は比較的小であった。40分

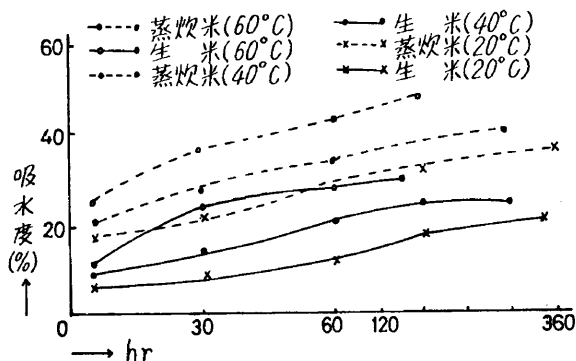


図42 玄米 (旭)

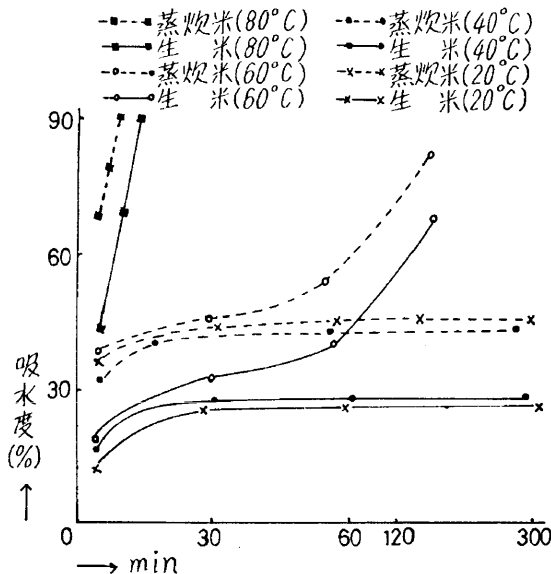


図44 イタリア米

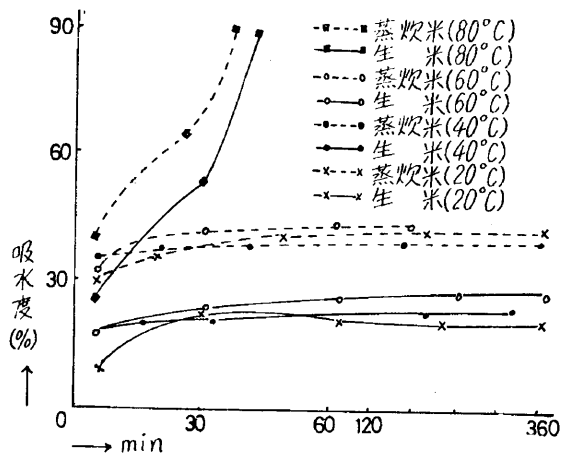


図45 ビルマ米

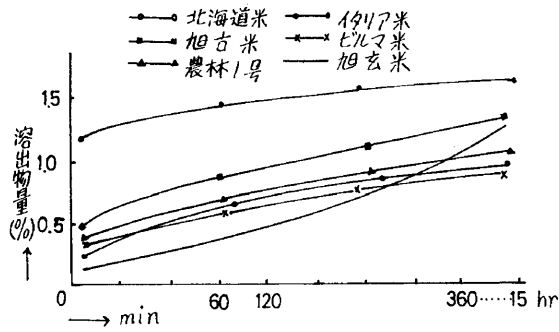


図 46 水浸溶出物 (40°C)

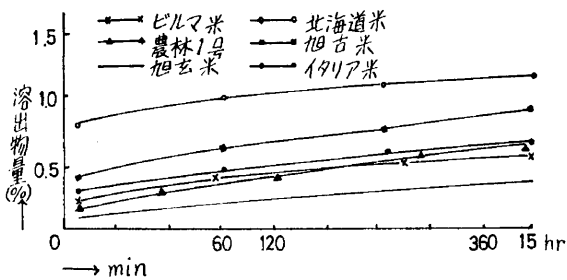


図47 水浸溶出物 (20°C)

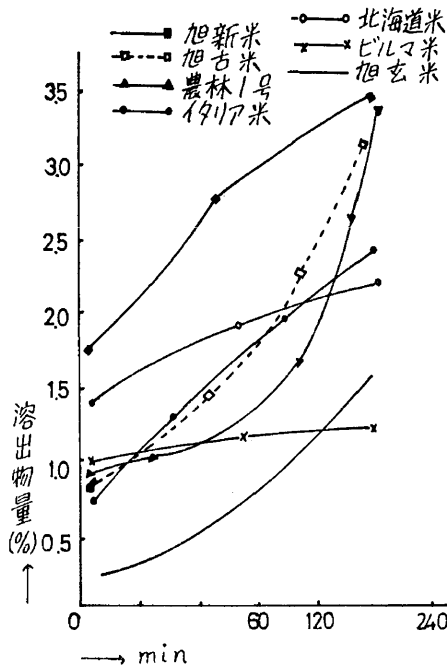


図48 水浸溶出物 (60°C)

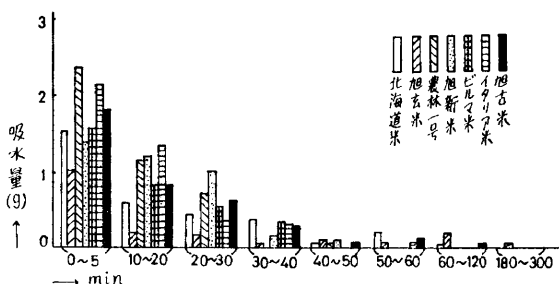


図49 吸水速度 (20°C)

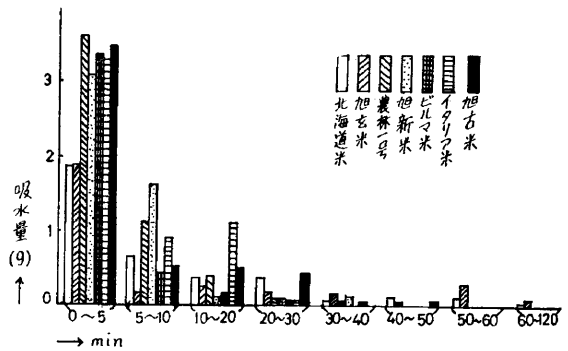


図50 吸水速度 (40°C)

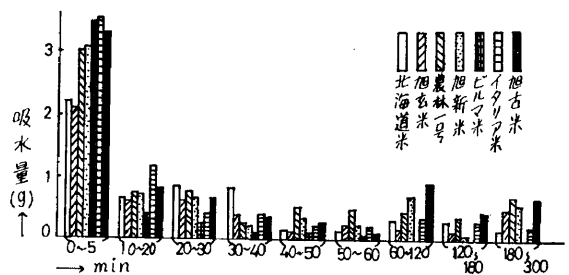


図51 吸水速度 (60°C)

以後、水温20°C、40°Cにおける吸水速度の変化は小であるが、60°Cにおいては3時間まで次第に吸水速度が増大した。

21. 他の品種も旭米とほとんど同様の吸水速度の変化を示した。

III. II. 吸水米の蒸炊による重量増加度

図39~45において試料に対する増量度を点線で示した。吸水により増量した値を実線で示し、点線で示される数値と実線で示される数値の差が吸水米を蒸炊することにより増加した重量となる。蒸炊はその条件によって吸水増量度の誤差を生じる可能性が考えられるが、一般に吸水米に比し約20%の増量を示し、公称品質規格による増量の差はほとんどみとめられなかった。

III. III. 水浸溶出物

前記の方法により水浸溶出物を測定した結果を図46, 47, 48に示した。低温短時間浸水では玄米が最大であった。高温、長時間になるに従ってその量は増大する。60°C・3時間水浸による溶出物の量は旭米3.44%、農林1号3.34%、旭新米3.22%、イタリア米2.42%、北海道米2.20%、旭玄米1.54%、ビルマ米1.19%であり、この順位は公称品質規格の順位と一致している。

III. IV. 自由水および結合水の分別定量

米の成分中、澱粉、糖、セルローズ等は分子中に存在する多数のOH基と水の分子との間のできる水素結

合によって、また蛋白質は水素結合の他に側鎖のイオンの水和によって水を強く結合保持していると考えられている。米粒に含まれる水分のうち自由水とこれと性質を異にし、上記諸成分と強く結合していると考えられる水分は結合水 (bound water) と推定される。

生体成分の結合水については、東¹⁹⁾の総説があるが、要約すると結合水の性質、定義、定量法には確定的なものではなく、いずれも理論的可能性に基づくものである。定義の一例をあげると²⁰⁾、蛋白質の透電的挙動によって結合水を二種に区別し、第一種結合水は非回転性結合水 (高周波電場で水分子の双極子が回転できないもの)、第二種結合水は沈降、拡散または電気泳動に際し蛋白質と行動を共にする水、すなわち蛋白質の水和水 (water of hydration) と考えられるものと定義している。すなわち前者は分子論的なもので、例えば蛋白質中のアミノ基などと水素結合を作っているものと考えられ、後者はコロイド化学的なもので、蛋白質のような親水コロイドと直接結合してコロイドを安定化させる水と考えられる。乾燥米粒の結合水は乾膠体 (xerogel, dried-up gel) の保持する水、すなわち第一種結合水であると考えられる。この種の結合水の定量法として著者は P₂O₅ を乾燥剤として真空状態で失なわれる水分を結合水とした。この方法の根拠は、Hermas²¹⁾の著述中に P₂O₅ と共に長期間保った乾膠体はもはやゲルとしての性質を失なったものであるという推定にもとづく。

なお結合水の定量法には、Scatchard²²⁾²³⁾、Frith、Tuckett²⁴⁾、Stacey²⁵⁾、Zimm²⁶⁾、Debye²⁷⁾等によるものがあるが、これらの方法によって得られた定量値にはかなりの相違があり、現在確定的な定量法はない。山崎¹⁸⁾は加熱乾燥法を用い、105°Cにおける加熱により減量した重量を通常の含水量すなわち自由水とし、さらに120°Cにおける加熱により減少した重量を結合水量とみなしている。著者は高温加熱による測定法は、

その減量をすべて水分の蒸散によるものと想定することは適切でないと考えた。すなわち高温加熱による澱粉のデキストリン化その他の重量変化が想定されるからである。故に著者は前記の方法 (III. IV.) によって測定した定量値を仮に結合水量とみなし、表26の結果を得た。

この結果は通常の水分定量値 (自由水量) を超えてさらに残存する微量の水分 (結合水) が存在することを示すものと推定される。

新米の北海道米と旭米は、その自由水量において上位を示し、ビルマ米が最小値を示した。イタリア米は旭米と近似する値を示した。以上のことから自由水量について新米、古米の間に約0.5~1%の差を認めた。一般に食味不良といわれるビルマ米の自由水量は他の品種に比して最小であった。結合水量の大なるもの頃は旭新米、旭米、農林1号、北海道米、イタリア米、旭玄米、ビルマ米となる。この結果は、山崎¹⁸⁾の品質良好な中粒米は結合水量大であるとの報告とも一致し、本法による測定結果は公称品質規格の順位と結合水量の多少による順位とは対応することを示すものと考えられる。ただし玄米については別に考慮する必要があると思われる。

III. V. 吸湿度

前記の方法により吸湿度を測定した結果を表27に示した。

吸湿度は玄米を除き試料の含水量が大きいほど小なる結果を示し、すなわち含水量小なるものほど吸湿度大であり、外米は内地米に比して吸湿度が大であった。旭米とビルマ米を比較すると、前者3.77%に対し後者は5.06%でありその差は1.29%であった。

III. VI. 物理的性質

1. 千粒重

千粒重を測定した結果、表28の値を得た。

この結果より千粒重は品種間に相当の差異が認めら

表26 米の自由水および結合水

	北海道米	旭新米	旭米	イタリア米	旭玄米	農林1号	ビルマ米
自由水 (%)	14.62	14.04	13.31	13.45	13.66	13.08	12.56
結合水 (%)	0.42	0.91	0.54	0.31	0.22	0.43	0.09

表27 吸湿度

	ビルマ米	イタリア米	旭米	北海道米	旭玄米
吸湿度 (%)	5.06	4.02	3.77	3.51	3.31
含水量 (%)	12.56	13.45	13.51	14.62	13.66

表28 千 粒 重 (白米)

	北海道米	農林1号	旭新米	ビルマ米	旭米	イタリア米
千粒重 (g)	19.93	19.85	19.65	20.33	21.01	22.41

表29 米 粒 の 形 状 (平均値)

	旭米	旭新米	旭玄米	農林1号	北海道米	イタリア米	ビルマ米
厚さ (mm)	1.95	1.93	2.07	1.96	2.42	2.03	1.92
長さ (mm)	5.01	5.13	5.20	5.11	4.61	4.98	5.56
巾 (mm)	2.86	2.80	2.96	2.77	2.86	2.97	2.59

表30 比 重 (平均値)

	旭新米	旭米	ビルマ米	農林1号	北海道米	イタリア米	旭玄米
比重	1.316	1.408	1.398	1.409	1.410	1.414	1.390

れる。

2. 米粒の形状

米粒の巾, 厚さ, 長さについて測定の結果は表29の如くであった。

北海道米は他の内地米に比して厚さ大であり, 長さは小であった。イタリア米は内地米に比して巾, 厚さともに大であり長さはやや短かいが, その形状は内地米に近似している。ビルマ米は内地米に比して巾は小であり, 長さ大である。

3. 比 重

前記の方法により比重を測定した結果は表30の如くであった。

比重については旭新米が7品種中最小であり, ビルマ米, 旭玄米が比較的小であった。その他の品種はほぼ同様の値を示した。なお米粒の比重と品種・品質・精白度等の関係については前述した。

IV. 摘 要

米の吸水度による品質検定法を見出そうと試みて7品種の試料を用い, 種々の温度における米粒の吸水度を測定し, あわせて結合水および米粒の物理的性質の測定・検討を行なった。

1. 米の品質検定上, 吸湿度において最も顕著にその差を示すのは水温60°Cにおける吸水であり, 60°C・2時間吸水で検定するのが最も適当であると考えられる。

60°C・2時間吸水における吸水度は旭米67.5%, 農林1号65%, イタリア米55%, 旭新米46%, 北海道米43%, ビルマ米26.5%であった。旭新米と古米につい

ては60°C・2時間で21.7%の吸水量の差が認められた。北海道新米については比較する古米のデータが得られなかったが, 旭米の新古にみられる吸水度の差からおよそ同程度すなわち約5%の差を示すと推定される。従って吸水度の差の大きさの順位は旭米, 農林1号, 北海道米, イタリア米, ビルマ米となる。この順位は結合水含有量の順位とも一致した。

2. 新米・古米の吸水度を比較すれば表31の如くである。

表31 新・古米の吸水度 (%)

温 度	吸水時間(hr)	新 米 (%)	古 米 (%)
20°C	15	26.5	25.0
40°C	15	26.5	25.0
60°C	2	48.0	68.0

水温20°Cおよび40°Cにおける15時間吸水では, 新米は古米に比し吸水度が15%大であるが, 高温になるに従って60°C・2時間では全く逆となり, 古米68%, 新米48%でその差20%である。低温で新米の吸水度が大きくなるのは, 新米の米粒の吸水が容易であることを示し, 古米の場合, 高温になるに従って吸水力が新米の吸水力より大となっている。その原因については今断定し得ないが米の新古により吸水性に本質的差異があるものと推定される。

3. 炊飯時に米を洗滌後一定時間水浸し後加熱すると良好な米飯が得られるとされているが, 水温20°Cにおける水浸においては, 約30~40分, 水温40°Cにおけ

る水浸では20~30分でほとんどその吸水飽和量に達することから、夏期は水洗後水浸20~30分後に炊飯するのが適当と考えられる。但し玄米は水浸約15時間、供試北海道白米は約2時間が適当であった。

4. 吸水米の蒸炊による含水量の増加は、各品種とも室温における吸水度より約20%の増量を示したが、品種によって著しい差は認められなかった。

5. 水浸溶出物は玄米が小であった。それは表皮糠層が水溶成分の溶出を妨げるからであると考えられる。20°Cおよび60°Cで北海道米の溶出物が著しく多いのは水溶性の物質が多いためと思われる。

6. 60°C・3時間水浸による溶出物量を溜の大なるものから順に記すると旭米3.44%、農林1号3.34%、旭新米3.22%、イタリア米2.42%、北海道米2.2%、旭玄米1.54%、ピルマ米1.19%となる。この順位は公称品質規格の順位と一致する。よって品質良好なる程60°C・3時間における水浸溶出物量は大となるものと考えられる。

7. 米の品質検定において、結合水の測定によりその含有量大なる程、品質が良好であることを認めた。結合水量大なるものの順位は旭新米、旭米、農林1号、北海道米、イタリア米、旭玄米、ピルマ米であった。この順位は公称品質規格の順位と一致するものと考えられる。

8. 水分含量は新米と古米との間に約0.5~1%の差が認められた。

9. 吸湿度は玄米を除いて、水分含量小なるもの程大である。玄米は精白米に比し糠層の存在のため吸湿速度ならびに吸湿度が小であった。

6. 凍結真空乾燥粉末グルテンの品質について

I. 緒言

小麦グルテンの二成分とされているグリアジンとグルテニンの二種の蛋白質中、前者は水によって膨潤する際大きい粘性を示し、後者はこの際粘性は劣るが強い拡張性を有し、両者相まって製パン時に不可欠の要素をなしている。

本研究において著者は、凍結真空乾燥法によりグルテンの乾燥粉末の試作を試み、これが製パン以外の諸種の食品加工的用途にも利用され得べきかの可能性について検討した。主要な実験項目はその復元性、レオロジー的性質およびその他の物理的性質、実際の諸種食品加工の利用等である。

II. 実験

II. I. 乾燥粉末グルテンの調製

試料として強力小麦粉（日本製粉会社製品「イーグル」）を用いた。試料500gを採り水400mlを加えて充分混捏し、常法により湿糞（収量280g）を作る。この湿糞をドライアイスとともにジャー中に約2時間放置して完全に凍結させ、これを速かに約0.3m³ずつの細片に分割し、真空凍結乾燥器の試料フラスコに採取し、再び前記のジャー中で完全凍結せしめた後、乾燥器に連結して真空乾燥せしめる。得られたグルテン乾燥物の収量は試料（気乾物、含水量8.19%）500gにつき約50gであった。その性状は、やや淡黄色を帯び多孔質で密度小さく、グルテン特有の微弱な臭気を有する。本品をさらに製粉機を用いて微細な粉末とし製品を得た。調製品は可及的にその変性を最小にとどめ、従って復元性も大なるものと予測されるが、これについては以下の本文にゆずる。

II. II. 乾燥粉末グルテンの性状

1. 吸湿性

粉末製品および対照として試料小麦粉それぞれ10.0gを20°C、相対湿度81%の気密容器内に20時間保ち秤量した結果、前者は10.408g、後者は10.364gとなり、前者の方がわずかに吸湿性大であったが、特に問題とする程ではない。

2. 容積比重

無荷重で粉末製品および試料小麦粉を各10ml採取し、それぞれの見かけ上の容積比重を測定すると、前者は0.405、後者は0.552であり、粉末調製品は試料小麦粉に比し、0.715:1.000の如く約28%小であった。

3. 復元性

調製粉末グルテンに水を加えて充分混捏し、常法により湿糞を調製してその性状を検するに、通常の如く小麦粉より直接調製した対照とほとんどその差異は認められなかった。なお本法によって調製した乾燥粉末グルテンの諸品質については後記の如く実地に諸種の加工食品の結着剤として応用したものについて比較検討したが、本研究においては特に「かまぼこ」についての実験結果を示す。

III. 実験結果および考察

III. I. 「かまぼこ」の結着剤としての応用

原料：魚肉「かれい」および「うおせ」各等量。

原料配合比

{ <table border="0"> <tr><td>魚肉</td><td>100</td></tr> <tr><td>砂糖</td><td>8</td></tr> <tr><td>食塩</td><td>2</td></tr> <tr><td>本調製品</td><td>10</td></tr> </table>	魚肉	100	砂糖	8	食塩	2	本調製品	10	(対照)	{ <table border="0"> <tr><td>魚肉</td><td>100</td></tr> <tr><td>砂糖</td><td>8</td></tr> <tr><td>食塩</td><td>2</td></tr> <tr><td>小麦粉</td><td>10</td></tr> </table>	魚肉	100	砂糖	8	食塩	2	小麦粉	10
	魚肉	100																
	砂糖	8																
	食塩	2																
本調製品	10																	
魚肉	100																	
砂糖	8																	
食塩	2																	
小麦粉	10																	

「かまぼこ」の試作は通例方式による。

なお比較のため市販品二種をも実験試料に供した。

これ等は試作品, 対照品, 市販かまぼこA, 市販かまぼこBの順にそれぞれ標品①, ②, ③, ④とし, 次のような比較検査を実施した。

III. II. 粘弾性試験

圧縮荷重による歪率について試験を行なった。すなわち荷重時間一定, 荷重変化の測定により(応力-歪)曲線図形を, また荷重一定時における歪の時間的変化の測定により(荷重時間-歪)曲線図形を求めた。さらに「かまぼこ」の如き純弾性体でないものはヒステリシスを示すので荷重除去後の歪の変化についても測定した。弾性測定装置は著者考案の槓杆式のものを用いた。(感量200mg, 歪の有効最小目盛は1/10mm)²⁸⁾。

1. (応力-歪)の測定 図52にみる如く応力約150g/cm²までは標品①, ②共に歪はほぼ同等, さらに応力大となるに従い標品①は②に比し歪は小となり, 最大荷重時400g/cm²においては歪の比は①:②=0.9:1.0, すなわち約10%前者の方が小となる。(この際, 一定量の荷重は毎10分間とした)。また測定値より求めたヤング率(応力/歪)も対応的に①が②より大きく, 変形し難いことを示している。この事実は乾燥粉末グルテンは「かまぼこ」の品質を向上させる一要因をなすものと認める。

次に荷重の増加に伴う歪の増大と, これと継続的

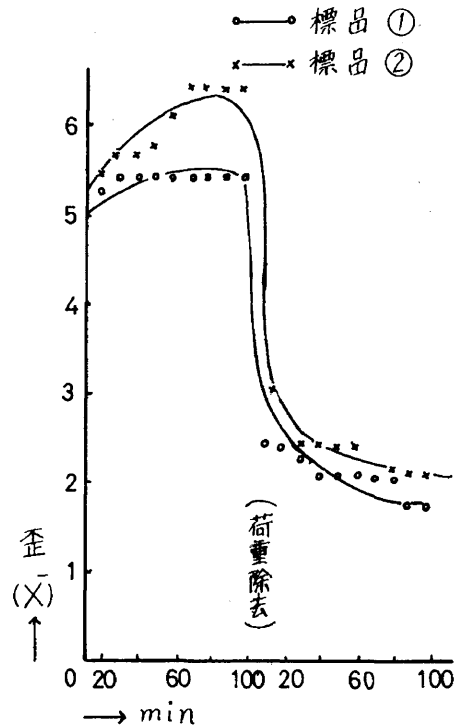


図 35 (時間-歪)線図{荷重=700(g/cm²)}

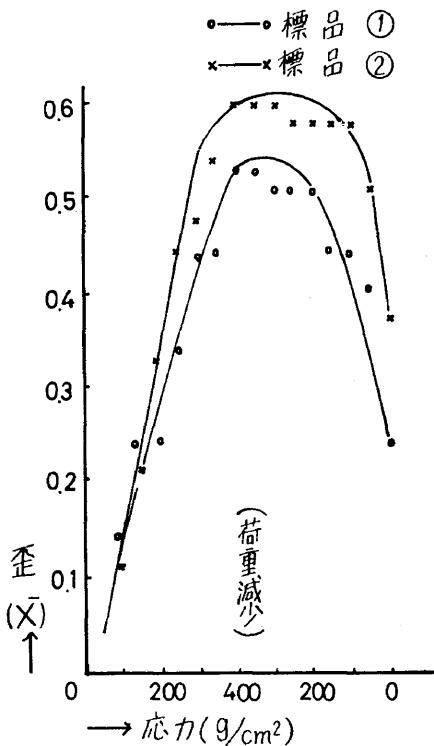


図52 (応力-歪)線図{最大荷重400(g/cm²)}

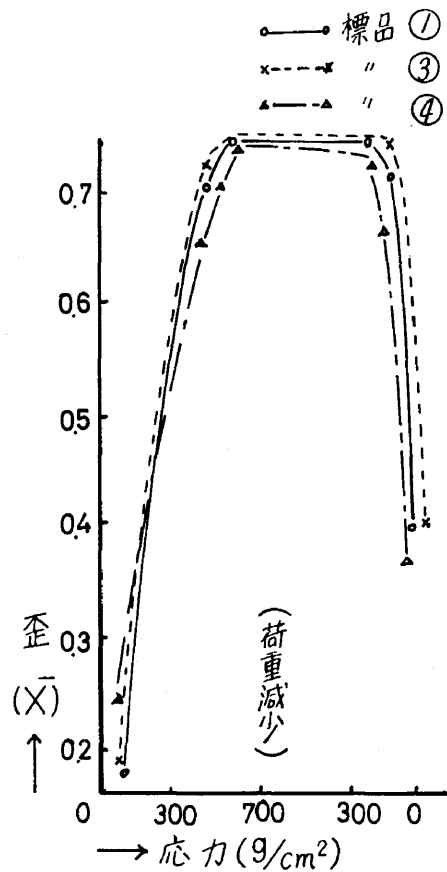


図54 (応力-歪)線図{最大荷重700(g/cm²)}

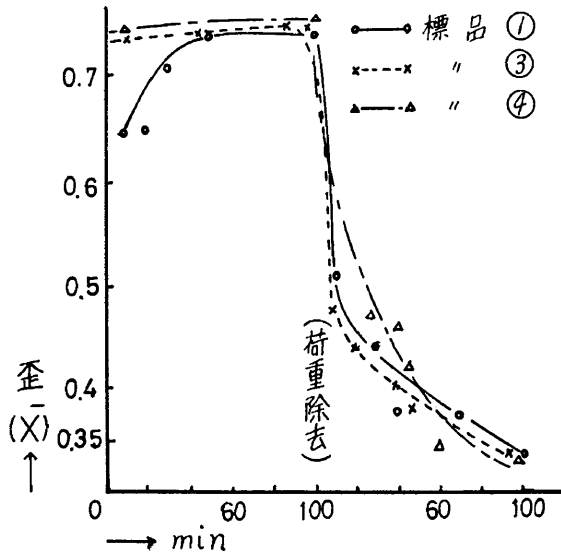


図55 (時間—歪)線図{荷重=700(g/cm²)}

に測定された荷重最大時より徐々に荷重を減少した場合の歪の変化傾向を図54によって観察すると、標品三種共ほぼ同様の結果が認められた。この場合粉末グルテンを結着剤として用いた標品①と市販品二種③、④の間にはほぼ共通性が認められたことは、市販品においても別途適当な結着剤が用いられていることを示すものと考えられる。なお荷重増加および減少時の(応力—歪)図形がほぼ対称的であることは標品①が比較的弾性大なることを示している。

2. (時間—歪)の測定

図53に示す如く、結着剤として小麦粉を用いたものは荷重後約70分でクリープ現象がみられるが、粉末グルテンを用いた①は約30分でクリープがみられ且つ前者に比し長時間にわたりこの状態が認められる。また荷重除去後、両者ともに急速に歪を回復するが、100分後に至ってもなお相当の永久歪が残り、最高歪に対する永久歪の比は標品①では31.9%、標品②では32.4%でありほとんど差異は認められない。

図55は参考として、標品①および③、④における(時間—歪)線図を示したものであるが、クリープは三者ともにみられるが、標品①に対し③、④は荷重直後よりクリープを示す点が異なっている。しかし最大歪は三者とも同様であり、荷重除去後の歪の回復状況もほとんど同様である。

3. 官能試験²⁹⁾³⁰⁾

本実験に供した標品①については、主として乾燥粉末グルテンが「かまぼこ」製造用の結着剤として有効であるか否かを推定する目的としたものであるから、標品の色、味、香等に関しては特に考慮しなかった。

「かまぼこ」の品質上重要な一因子とされているいわゆる「足」、すなわち「そしゃく感」は市販品上質のものとはほぼ同等のものと判定された。

なお乾燥粉末グルテンを結着剤として、獣肉および魚肉を原料とするソーセージや肉だんごの実験的試作をも行なったが、前述と同様の試験の結果、いずれも実用に適するものと推定される。

IV. 摘 要

小麦グルテンの食品加工における結着剤としての利用の可能性を検討する目的の下に、凍結真空乾燥法によって乾燥粉末グルテンを調製し、その復元性、レオロジー的性質について研究した。実地的応用としては「かまぼこ」製造用の結着剤として本調製品を用い、上述の見地から種々検討した。実験結果によれば、本品は復元性およびレオロジー的性質とともに食品加工用結着剤として実用に適するものと考えられる。なおその貯蔵性乃至使用上の便宜等については特に追求しなかったが、これ等の性質も併わせて有するものと推定される。

文 献

- 1) 田所哲太郎：米の研究, 1, (1929), 2, (1931), 3, (1932)
- 2) 岡村 保：米穀の品質に関する研究, 大原農業研究所特別報告第5号 (1940)
- 3) 近藤, 笠原：農学研究, 32 (1941)
- 4) 近藤, 笠原：農学研究, 33 (1942)
- 5) Kent-Jones, D. W., Amos, A. J. : *Modern Cereal Chemistry* (1950)
- 6) 近藤万太郎：穀物講義, 養賢堂 (1938)
- 7) 近藤万太郎：食物講座, 第12巻, 雄山閣 (1937)
- 8) 木原芳次郎：穀類, 雄山閣 (1946)
- 9) 伊藤：日農化, 4 (1928)
- 10) Warth, F. J., Darabsett, D. B. : *Agr. Res. Inst., Pusa, Bul.* 38 (1914)
- 11) Warth, F. J., Darabsett, D. B. : *Agr. India, Chem. Ser* 3, 135~146 (1914)
- 12) 鈴木：農学会報, 187, 189 (1918)
- 13) Hodgman, C. D. : *Handbook of Chemistry and Physics*, Edit. 35, 2309 (1953)
- 14) 尾崎準一：食糧化学, 雄山閣 (1948)
- 15) Mitchell, Wm. A., Zillman, E. : *Trans. Am. Assoc. Cereal Chemists*, 9, 64 (1951)
- 16) 福場：日農化, 28, 38 (1954)
- 17) 沢村：農学会報, 51, 31~18 (1910)

- 18) 山崎：日本化学会誌, **60**, 845~848 (1941)
- 19) 東 健一：赤堀, 水島編蛋白質化学, **4**, 127, 共立出版 (1956)
- 20) Buchanan, T. J., Haggis, G. H., Hasted, J. B., Robinson, B. G. : *Proc. Roy. Soc.*, **A213**, 379 (1952)
- 21) Hermas, J. J. : Flow Properties of Disperse Systems., 63, Interscience Pubs. Inc., New York (1953)
- 22) Scatchard, G. : *Am. Scientist*, **40**, 61 (1952)
- 23) Scatchard, G. Gee, Weeks, C. : *J. Phys. Chem.*, **58**, 748 (1954)
- 24) Frith, E. M., Tuckett, R. F. : *Liner Polymers*, 214 (1950)
- 25) Stacey, K. A. : *Light Scattering in Physical Chemistry*, (1956)
- 26) Zimm, B. H. : *J. Chem. Phys.*, **14**, 164 (1946)
- 27) Debye, P. : *J. Applied Phys.*, **15**, 338 (1944)
- 28) 足立, 北村：本誌, **11**, 23 (1961)
- 29) Kramer, A. : *Food Technol.*, **10**, 391 (1956)
- 30) 吉川, 佐藤：食品の品質測定, 光琳書院 (1963)