



Title	米の搗精と精白米の品質および食味：（第1報） 精米工場における基礎調査
Author(s)	川村, 周三; KAWAMURA, Shuso
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 16(4), 375-382
Issue Date	1989-09-05
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/12112
Type	departmental bulletin paper
File Information	16(4)_p375-382.pdf



米の搗精と精白米の品質および食味

(第1報) 精米工場における基礎調査

川村 周三

(北海道大学農学部農畜産加工機械学教室)

(平成元年6月2日受理)

Rice Milling, and Quality and Taste of Milled Rice

(Part 1) Basic Investigation at Rice Milling Plants

Shuso KAWAMURA

(Department of Agricultural Process Engineering, Faculty of
Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)

I. 緒 言

A. 動力精米機の歴史

我が国における動力精米機の開発は明治29年にさかのぼる²⁰⁾。これは、それまで水力または人力にたよっていた臼と杵による精米加工に、動力を導入したものである。しかし搗き臼による搗精は能率が低いために、アメリカで発明されたエンゲルバーク動力摩擦式精米機が明治30年に我が国に輸入された¹⁵⁾。このエンゲルバーク精米機は、現在の横型摩擦式精米機の原型となるものである¹⁸⁾。その後まもなく横型摩擦式精米機の国産品が生産されはじめ、改良を重ねつつ昭和初期までに搗き臼精米機にとって替わった。

一方、研削式精米機は19世紀後半にヨーロッパにおいて開発されたと言われており、これは比較的低速回転の堅型であった¹⁶⁾。我が国では高速回転の堅型研削式精米機が明治41年に国産化されており、それ以後さらに研究が進められ、昭和8年前後には酒造用精米に使用されるようになった¹⁸⁾。

精米機は基本的な上記の二種類に分類され²⁴⁾、これらの精米機はそれぞれ異なる搗精作用を持っている。すなわち、研削式精米機が高速で回転する金剛砂ロールの研削および切削作用により米粒表面を除去するのに対し、摩擦式精米機は米粒に圧力を加え米粒相互間の摩擦および擦離作用により糠層や胚芽を剥離するものである^{7,12)}。

酒造用精米ならびに精麦に用いられていた研削式精米機が飯用米に用いられるようになったのは、昭和36年に

横型の研削式精米機と摩擦式精米機とを組み合わせ、いわゆるコンパス式精米装置が出現してからである¹⁶⁾。このコンパス式精米装置は、1番機として研削式精米機を、2, 3, 4番機として摩擦式精米機を組み合わせ、これらを直列に配置して米を一回通過させるのみで搗精を行う方式である^{9,35)}。さらに、それぞれの精米機は送風機を用いて回転軸から円周方向に空気を噴出させ、搗精による温度上昇を抑制するとともに、米粒からの糠離れを促す噴風機能を合わせ持っている。

B. 精米工場の現況

従来からの我が国の精米施設は、多くが米穀配給業務の付属部門としていわゆる店頭精米の形態をとり、昭和38年には動力が10馬力未満の精米機を持つ施設が94%を占めていた³¹⁾。そこで消費者に対する良質精白米の確保と主食である米穀の安定供給のため、食糧庁は昭和38年と39年の両年にわたり、50馬力以上の精米機を設置しようとする工場に対して助成措置を行った。さらに大消費地の精米工場の近代化を積極的に推進し米穀流通機構の改善を計ることを目的に、食糧庁は昭和42年から46年までの5年間に200馬力以上の精米機を持つ精米工場の設置に対して助成措置を実施した。

その結果、精米機所要動力が50馬力(36.8kW)以上の精米工場は昭和59年には全国で624工場となり、我が国の精白米販売量の58%を供給している。これらの工場の内訳は精米機所要動力が50~100馬力の工場が65.9%、100~200馬力の工場が21.6%、200馬力以上の工場が12.5%である³⁰⁾。日本精米工業会では、このように

精米機所要動力が50馬力以上でかつ搗精前後の精選別設備を持つ精米施設をとくに大型精米工場と呼び、在来の店頭精米工場と区別している。

コンパス式精米装置は集約された構造で設置面積が小さく搗精能力が大きいという特徴を持っていることから¹⁶⁾、これらの大型精米工場の90%で用いられている。このような精米施設の大型化や近代化とともに、昭和45年から搗精の前処理として玄米の温度と水分とを調整する玄米調質操作が実用化されており、昭和59年で100カ所の大型精米工場において玄米調質装置が稼働している^{4,16)}。

C. 搗精および食味に関する研究

米の搗精に関する研究は長い歴史を持ち、昭和15年には現在の精米機の原型を研究開発した佐竹²⁰⁾の著書がある。さらに翌年出版された二瓶¹⁵⁾の著書には、米の諸性質、精米機の種類と搗精作用および使用法、精白米の品質判定法などについて論じられている。その後、谷ら^{21,25,26,27,28,29)}が我国産米の搗精歩留と玄米の性状および精白米の品質と等級について報告している。また川村⁶⁾は搗精時の米粒にかかる圧力の研究を、並河¹⁴⁾は研削式精米機の研究を行い、松田¹²⁾は精米機の搗精特性について調査研究している。

しかしながら、精米施設の近代化が押し進められて以降急速に普及したコンパス式精米装置の搗精特性や搗精方法に関する研究は少なく^{16,17)}、さらに玄米調質操作が一般化しつつあるにもかかわらず、玄米の温度や水分が搗精特性に与える影響を定量的に調査した例はわずかである^{16,24)}。

我が国における一人当たり一年間の精白米の消費量は昭和37年の118.3kgをピークに減少傾向にあり、昭和58年では75.7kgとなった³²⁾。しかしながらこれは、日本人の米に対する嗜好離れを示すものではなく、食品が多様化し食事の副食が豊かとなったことにより、食生活が少量多食へと変化したことを示すものである。そのため近年は米に対する消費者の関心が量から質へと変わりつつあり、とくに食味についての関心が高まりつつある。

米の食味を左右する要因は、農林省食糧研究所(現農林水産省食品総合研究所)によれば¹⁹⁾、①品種 ②産地 ③気候 ④栽培方法 ⑤農薬 ⑥収穫 ⑦乾燥 ⑧貯蔵 ⑨燻蒸 ⑩搗精 ⑪浸漬 ⑫炊飯器 ⑬蒸らしなどが挙げられている。これらの要因のうち米の品種、産地、気候、栽培条件などが食味に与える影響については、従来から数多くの研究で取り上げられて来た^{2,3,8,10,11,22,23,36,37,38)}。しかしながら、搗精と食味とを関連づけて論じた報告は

わずかである¹³⁾。

D. 本研究の目的

前述したように、精米工場は大型化、近代化されつつあるものの、搗精と精白米の品質および食味とを対比して検討された最適な搗精方法や、搗精のための玄米の最適な温度と水分条件等に関する技術についてはいまだに明確にされていない。このような現況に鑑み、筆者は米の搗精の合理化を目的に搗性と精白米の品質および食味に関する研究に着手した。

本報では、大型精米工場における搗精の実態を知る目的で行った基礎調査の結果を報告する。

第2報では、研削式精米機および摩擦式精米機の搗精特性を明らかにし、同時に実験に用いたこれらの精米機と実用大型精米機との搗精特性を比較検討する。その上で、搗精前の玄米条件として貯蔵による玄米の古米化、玄米温度、玄米水分などを取り上げ、これらが搗精特性に与える影響を明らかにする。

第3報では、搗精作用の異なる研削式精米機および摩擦式精米機とによる精白米の品質および食味について、物理化学特性の測定と官能検査とを通して明らかにし、これらを組み合わせた際の搗精方法について検討する。さらに搗精前の玄米温度や精白米の水分が精白米の品質および食味に及ぼす影響を究明する。

最後に第4報では、本研究で得た結果をもとに、搗精と精白米の品質および食味とから総合的に考察した最適な搗精方法と、搗精における玄米の最適な温度と水分とについて検討を加え、合理的に搗精を行うための基礎資料を提示する。

II. 精米工場における基礎調査

A. 目的

精米工場では冬期の低温時に搗精が困難であることや、玄米水分のばらつきにより均質な搗精を行いつらく、とくに低水分の玄米は搗精が困難であることが指摘されている¹⁶⁾。そこで本研究を行うにあたり、大型精米工場における原料玄米の温度や水分および搗精時の温度や水分についての状況を知り、よって研究室における実験の資料として、また考察の参考とする目的で基礎調査を継続して実施した。

B. 調査対象精米工場および調査方法

調査対象精米工場として、札幌市周辺に位置する4カ所の大型精米工場を選択した。

1. 調査対象精米工場

a. ホクレン札幌ライスステーション菊水工場

当工場は精米工場とこれに隣接する原料玄米貯蔵倉庫（貯蔵能力は玄米で30,000俵）により構成されている。精米装置は佐竹製作所製コンパス式精米装置 CP 4 A 型（所要動力80馬力）が2組設置されている。これにより当精米工場は、1日当たり玄米で約1,000俵（60トン）の処理能力を持っている。

なお、当精米工場は昭和56年8月に操業を打ち切り、その業務を次に述べる大曲工場に引き継いだ。

b. ホクレン札幌ライスステーション大曲工場（現パールライス札幌工場）

当工場はコングスキルド社製の木製サイロ24基（1基当たり貯留能力30トン）を玄米貯蔵サイロとして持ち、同時にこれを用いて玄米調質を行っている。精米装置は佐竹製作所製コンパス式精米装置 CP 4 C 型（80馬力）が1組と、CP 6 B 型（150馬力）が2組設置されている。これにより当精米工場は、1日当たり玄米で約2,500俵（150トン）の処理能力を持っている。

c. 北海道中央食糧精米工場

当工場はコングスキルド社製の木製サイロ8基により玄米調質を行っている。精米装置は佐竹製作所製コンパス式精米装置 CP 6 A 型（150馬力）が2組設置されている。これにより当精米工場は、1日当たり玄米で約2,000俵（120トン）の処理能力を持っている。

d. 小樽米穀精米工場

当工場はのむら産業株式会社製の調質装置により玄米調質を行っている。精米装置は佐竹製作所製コンパス式精米装置 CP 4 A 型（80馬力）が2組設置されている。これにより当精米工場は、1日当たり玄米で約1,000俵（60トン）の処理能力を持っている。

2. 調査方法

調査は搗精前の原料玄米の温度および水分について、また搗精中の精白米の温度および水分について行った。

a. 玄米温度

精米機張り込み前または玄米調質前の玄米の温度を20点以上測定した。すなわち、玄米貯蔵倉庫内の玄米、トラックにより輸送された直後の玄米、玄米張り込み口にて麻袋またはフレキシブルコンテナより取り出された玄米の温度を測定した。同時に外気温度および倉庫内温度を測定した。

温度測定には横河電機製作所製ポケットサーモメータ

TYPE 2541（精度0.1°C）を用いた。

b. 玄米水分*

玄米温度測定と同時に玄米を採取し、その水分を20点以上について測定した。

水分測定法は、農業機械学会の提唱する方法^{33,34)}（10g、粒、135°C、24時間法）に従った。すなわち、試料10g±1gを粒のままアルミ秤量缶に採取し1mgの精度の天秤で精秤し、135°C±2°Cに設定したオープン内で24時間乾燥して水分を算出し、湿量基準で表した。

c. 精白米温度

コンパス式精米装置を構成する4台の精米機の精白米排出口から流れ出る精白米の中に、ポケットサーモメータの温度センサーをそれぞれ置き、精白米温度を測定した。

d. 精白米水分*

精米機の精白米排出口から流れ出る精白米をそれぞれ4点ずつサンプリングし、その水分を10g、粒、135°C、24時間法により求めた。

C. 調査結果および考察

1. 玄米温度

Table 1 に精米工場で測定した玄米温度を示した。

Table 1 によれば、調査した範囲内で玄米温度は冬期には最低-4.7°Cとなり、夏期には最高26.2°Cに達することを知った。これにより年間を通しての玄米温度差は約31°Cであることが認められた。

このような玄米温度の変動は、精米機張り込み前の玄米温度が輸送中や貯蔵中に外気温度からの影響を大きく受けることを示している。冬期の低温玄米は搗精が困難であり、とくに精米工場始業時には玄米、精米機、工場内が低温のため搗精を行いつらいと言われている。

2. 玄米水分

Table 2 に精米工場で測定した玄米の水分を示した。調査した範囲内で、玄米の最高水分は1979年青森県産「ムツホナミ」1等玄米の16.8%であり、最低水分は1978年北海道産「イシカリ」1等玄米の14.7%であり、それらの水分差は2.1%であった。また、1979年8月18日のホクレンライスステーション菊水工場における調査例が示すように、1978年北海道産「ユーカラ」2等玄米は同一生産年、産地でありながら水分差は1.6%であった。

日本精米工業会が1976年宮城県産「ササニシキ」の

* 本研究において、玄米および精白米の水分は原則として10g、粒、135°C、24時間法により測定を行い、湿量基準で表した。これ以外の測定法により求められた水分値には、その測定法を付記して表した。

なお、本研究の水分測定法により求めた水分値を食糧庁の水分測定法である5g、粉碎、105°C、5時間法により求めた水分値に換算するには、玄米の場合は約1.0%を、精白米の場合は約1.1%を差し引く必要がある。

Table 1. Brown rice temperature measured at two rice milling plants, °C

Survey date	Mar. 15 1979	Jan. 8 1980	Jul. 21 1980	Jul. 16 1982	Aug. 6 1986	Feb. 16 1987
Survey place	HRSK	HRSK	HRSK	HRSO	HRSO	HRSO
Open air temperature	-1.1	-7.7	24.1	19.2	24.0	-1.0
Storehouse temperature	3.1	1.6	22.1	—	—	—
Ave. of kernel temperature	3.1	1.0	21.3	23.2	24.1	-1.9
Standard deviation	1.54	2.20	0.51	1.85	0.41	1.42
Max. of kernel temperature	7.0	3.2	22.4	26.2	24.6	-0.5
Min. of kernel temperature	0.5	-3.0	20.7	21.0	23.4	-4.7

HRSK=Hokuren Sapporo Rice Station at Kikusui, HRSO=Hokuren Sapporo Rice Station at Oomagari.

Table 2. Brown rice moisture content measured at two rice milling plants, % w.b. 135°C

Survey date	Nov. 4 1978	Mar. 1 1979	Aug. 18 1979	Feb. 7 1980	Jul. 16 1982	May. 19 1987
Survey place	HRSK	HRSK	HRSK	HRSK	HRSO	HRSO
Average of M.C.	15.6	15.2	15.9	16.3	16.1	16.2
Standard deviation	0.53	0.20	0.40	0.33	0.25	0.56
Maximum of M.C.	16.6	15.9	16.5	16.8	16.4	16.7
Production place	Hokkaido	Toyama	Hokkaido	Aomori	Akita	Yamagata
Crop year	1978	1978	1978	1979	1981	1986
Rice variety	Tomo-yutaka	Koshi-hikari	Yuukara	Mutsu-honami	Sasa-nishiki	Sasa-nisiki
Rice grade	2	1	2	1	2	1
Minimum of M.C.	14.7	15.3	14.9	15.7	15.5	15.5
Production place	Hokkaido			Hokkaido	Hokkaido	Akita
Crop year	1978	Same as above	Same as above	1979	1981	1986
Rice variety	Ishikari			Ishikari	Yuukara	Sasanisiki
Rice grade	1			2	1	1

HRSK=Hokuren Sapporo Rice Station at Kikusui, HRSO=Hokuren Sapporo Rice Station at Oomagari.

玄米水分について調査した例¹⁷⁾では、平均水分が14.6% (ケット水分計による測定値)、最低水分が13.4%、最高水分が16.0%であり、その差は2.6%であった。酒造用玄米に関する水分調査では³⁹⁾、最高水分は1976年産「トヨニシキ」3等玄米の16.4% (2g, 粉碎, 135°C, 3時間法による測定値)、最低水分は1978年産「日本晴」1等玄米の13.4%であり、その水分差は3.0%であったと報告されている。

近年、穀物乾燥機は自動制御が進み、電気抵抗式や誘電率式の自動水分計の精度は設定値の1%以内とされて

いる^{1,5)}。しかしながら実際には、乾燥終了後の玄米水分はかなりのばらつきを示していることを知った。水分の異なる玄米を同時に搗精することは、むら搗ぎの原因となり、これは精白米の外観を悪化させる一因となる。

3. 精白米温度

Table 3に搗精中の精白米の温度を示した。玄米調質を行わない場合の搗精終了直後の精白米温度は、玄米温度の影響を受けて変化した。冬期間に約0°Cの玄米を搗精すると、穀温は約30°C上昇し精白米温度は30°C近くとなった。一方、夏期間に30°C近くの玄米を搗精すると、

Table 3. Milled rice temperature of various milling stages measured at three rice milling plants, °C

Survey date	Dec. 21 1978	Aug. 18 1979	Jul. 21 1980	Mar. 6 1981	Jul. 16 1982	Dec. 9 1982	Aug. 12 1986
Survey place	HRSK	HRSK	HRSK	HRSK	HRSO	HCS	HRSO
Open air temp.	-4.5	28.5	24.1	-3.2	19.2	—	—
Milling plant temp.	23.0	27.0	25.5	18.3	24.0	24.0	27.5
Brown rice temp.	0.9	29.7	21.8	2.2	21.9	22.7	24.8
Temp. after 1st mill	12.6	36.2	30.9	11.5	27.0	26.2	28.8
Temp. after 2nd mill	21.1	40.3	37.5	18.8	32.9	33.8	33.2
Temp. after 3rd mill	27.1	44.5	42.2	25.5	36.0	37.0	37.1
Temp. after 4th mill	30.9	51.6	44.7	30.2	38.6	37.7	39.7
Risen temperature	30.0	21.9	22.9	28.0	16.7	15.0	14.9
Rice conditioning	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes

Risen temperature is calculated by difference between brown rice temperature and temperature after 4th mill.

HRSK=Hokuren Sapporo Rice Station at Kikusui, HRSO=Hokuren Sapporo Rice Station at Oomagari, HCS=Hokkaido Chuuoo Shokuryo.

Table 4. Milled rice moisture content of various milling stages measured at four rice milling plants, % w.b. 135°C

Survey date	Jun. 11 1979	Jul. 3 1979	Jul. 3 1979	Jul. 4 1979	Mar. 6 1981	Jul 16 1982	Dec. 9 1982
Survey place	HRSK	HRSK	OTB	HCS	HRSK	HRSO	HCS
Brown rice M.C.	—	15.9	16.8	16.4	16.5	16.4	16.7
M.C. after 1st mill	16.1	15.9	16.9	16.3	16.6	16.6	16.8
M.C. after 2nd mill	16.0	15.9	16.8	16.3	16.6	16.5	16.8
M.C. after 3rd mill	16.0	15.9	16.6	16.1	16.6	16.3	16.6
M.C. after 4th mill	15.9	15.9	16.5	16.0	16.6	16.3	16.6
M.C. reduction	—	0.1	0.4	0.4	0.0	0.2	0.2
Rice conditioning	No	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes

Moisture content reduction is calculated by difference between brown rice M.C. and M.C. after 4th mill.

HRSK=Hokuren Sapporo Rice Station at Kikusui, OTB=Otaru Beikoku, HRSO=Hokuren Sapporo Rice Station at Oomagari, HCS=Hokkaido Chuuoo Shokuryo.

穀温は約20°C上昇し精白米温度は約50°Cとなった。しかし、玄米調質を行った場合には、玄米温度は年間を通してほぼ一定であり、搗精終了時の精白米温度は35°Cから40°Cとなり、季節による変動はほとんど認められなかった。

1982年7月16日の調査例のように、21.9°Cの調質玄米を搗精すると穀温は16.7°C上昇して精白米温度が

38.6°Cとなった。同様に1980年7月21日の例のように、21.8°Cの無調質玄米を搗精すると、穀温は22.9°C上昇して精白米温度44.7°Cがとなった。これらの例から、調質玄米は同一穀温の無調質玄米に比べて穀温上昇が小さいことが認められた。これは、玄米の調質により穀温とともに水分も調整されるため搗精が容易となり、搗精による発熱が抑制されたことによるものである。

精白米温度の調査から、玄米の調質により年間を通して均質な搗精を行うことが可能となることが確認された。

4. 精白米水分

Table 4 に搗精中の精白米の水分を示した。

搗精終了直後の精白米水分は、調査した範囲内では最高が16.6%最低が15.8%であり、その差は0.8%であった。この精白米の水分差は、原料玄米のそれと比較すると小さい。これは、搗精前の混米または玄米調質等により水分差が小さくなったものと考えられる。

調質を行った玄米を搗精した場合、水分減少量は0.2~0.4%であった。一方、無調質の玄米を搗精した場合、水分減少量は0.0~0.1%であった。これは、調質により添加された水分は米粒の糠層や胚芽などの外周部に多く存在し、そのため搗精による水分減少量が大きくなったものと思われる。

III. 要 約

従来からの我が国の精米施設はその多くが米穀配給業務の付属部門として店頭精米の形態をとり、動力が10馬力未満の精米機を持つ小規模な施設が大部分であった。そこで食糧庁は昭和33~39年および昭和42~46年にわたり、大型精米工場の設置に対して助成措置を実施した。その結果、精米機所要動力が50馬力以上の大型精米工場は昭和59年現在で全国に624工場となった。さらに、精米施設の大型化とともに、搗精の前処理として玄米の温度および水分を調整する玄米調質操作が実用化されつつある。

このように、精米工場は大型化、近代化されつつあるものの、精米機の最適搗精方法や搗精のための最適な玄米の温度や水分条件等に関する技術についてはいまだに明確にされていない。

このような現況を背景に筆者は、搗精特性と精白米の品質および食味から総合的に考察した最適搗精方法と、搗精における最適な玄米の温度と水分とを究明することを目的に研究を行った。

本報では、大型精米工場における原料玄米の温度や水分ならびに搗精時の温度や水分などの状況を知る目的で、これらに関する基礎調査を継続して行った結果を示す。

1) 搗精前の玄米温度は冬期には氷点下、夏期には30°C近くとなった。原料玄米の水分は調査した範囲内では最低水分が14.7%、最高水分が16.8%であった。

2) 無調質玄米を搗精すると玄米から精白米への穀温

上昇が季節によって大きく異なり、調査した例では冬期間には穀温が0°Cから30°Cへと上昇し、夏期間には30°Cから50°Cへと上昇した。しかし、調質玄米の搗精による穀温上昇は季節による変動はなく、穀温およそ22°Cから38°Cへと上昇した。

3) 搗精による水分減少量は調質玄米で約0.3%、無調質玄米で約0.1%であった。

謝 辞

本論文は、筆者が北海道大学大学院農学研究科在学中に行った研究をもとに、博士論文としてとりまとめたものである。

本研究を実施するに当たり、終始懇篤な指導と貴重な指摘を数多く賜った元北海道大学農学部教授池内義則博士、ならびに同学部教授伊藤和彦博士に対し心から深謝する次第である。また本論文全般にわたって極めて有益な助言を賜った同学部教授南部悟博士、ならびに元同学部教授堂腰純博士に対し心からの謝意を表する。

本研究の完成には、同学部助教松田從三博士、およびともに協力して実験を行った同学部農畜産加工機械学教室の卒業生のみなさんの援助によるところがはなはだ多い。記して感謝の意を表する。

さらに、精米工場における調査を快諾され、長期間にわたる調査に協力いただいたホクレン札幌ライスステーション(現パールライス札幌工場)、(株)北海道中央食糧、小樽米穀(株)に対し心からの謝意を表する。

引 用 文 献

1. BEKKI, E.: Accuracy of Moisture Content Measured Automatically by Dielectric Moisture Meter. *Bull. Fac. Agri. Hiroasaki Univ.*, **37**: 40-58. 1982
2. 竹生新治郎・岩崎哲也ら: 米の炊飯嗜好特性に関する研究(1報)日本米と輸入米との比較. *栄養食糧*, **13**: 137-140. 1960
3. 竹生新治郎: コメの味. *食の科学*, **1**: 79-86. 1971
4. 伊藤和彦・川村周三ら: 玄米調質に関する研究(1報)薄い層の調質実験. *農機誌*, **47**: 169-175. 1985
5. 笠原正行・猪原明成: 米の過乾燥防止に関する研究(1報)自動水分検知装置の精度. *富山農試報*, **12**: 5-11. 1981
6. 川村 登: 搗精作用の研究. *農機誌*, **12**: 43-51. 1951
7. 川村 登・細川明ら: *農産機械学*. 文永堂, 17-26. 1980
8. 木根潤長光・谷喜久治ら: 米の食味改善に関する

- 研究(1-1)乾燥方法と食味に関する研究結果. 農水技術成果, 77: 5-7. 1974
9. 小峰卓一: 最近における精米機. 農機誌, 40: 589-591. 1978
 10. 倉沢文夫・金井美代ら: 新潟産米の米質特に食味について(1報). 新潟大農報, 11: 159-164. 1959
 11. 楠淵欽也: コメの味を規定するもの. 食の科学, 33: 31-38. 1976
 12. 松田良一: 精米機の搗精性能に関する実験的研究. 岐阜大農報, 17: 65-159. 1963
 13. 森高真太郎・山本憲子ら: 穀類に関する研究(11報) 精米温度と食味の関係. 武田研報, 32: 400-403. 1973
 14. 並河 清: 研削式精米機の研究. 農機誌, 21: 65-69. 1959
 15. 二瓶貞一: 精米と精穀. 地球出版, 1-623. 1941
 16. 日本精米工業会: 大型精米技術の進歩(1). 1-233. 1975
 17. 日本精米工業会: 大型精米技術の進歩(2). 1-219. 1980
 18. 野白喜久雄: 精米. 日醸協誌, 70: 89-93. 1975
 19. 農林省食糧研究所: 米の品質と貯蔵, 利用. 食糧技術普及シリーズ, 7: 1-122. 1969
 20. 佐竹利市: 穀類搗精機の研究. 糧友会, 1-206. 1940
 21. 鹿野忠雄・大高俊昭ら: 我国産米の搗精歩留について(5報) 精米における研米の効果と影響について. 食糧研報, 11: 97-100. 1956
 22. 志村英二・岡田正憲ら: 九州地域水稲品種の食味評価に関する研究(1) パネル選定と新旧品種の食味評価. 九州農試報, 17: 251-261. 1974
 23. 志村英二・岡田正憲ら: 九州地域水稲品種の食味評価に関する研究(2) 籾の乾燥法が食味におよぼす影響の品種間差異. 九州農試報, 17: 263-277. 1974
 24. SPADARO, J. J. et al: Rice: Production and Utilization; Milling Department of Food Science and Technology Univ. of CLA, 360-402. 1979
 25. 谷 達雄・鹿野忠雄ら: 我国産米の搗精歩留について(1報) 搗精歩留に基く銘柄区分の検討. 食糧研報, 7: 15-19. 1952
 26. 谷 達雄・鹿野忠雄ら: 我国産米の搗精歩留について(2報) 搗精歩留に基く等級格差の検討. 食糧研報, 7: 21-26. 1952
 27. 谷 達雄・鹿野忠雄ら: 我国産米の搗精歩留について(3報) 94%, 92% 搗精における歩留差及び搗精歩留の時期的変化. 食糧研報, 7: 27-29. 1952
 28. 谷 達雄・結城正太郎ら: 我国産米の搗精歩留について(4報) 搗精歩留と玄米の品質, 性状との相関及び搗精歩留の農業地帯別有意性の検討. 食糧研報, 11: 92-96. 1956
 29. 谷 達雄・鹿野忠雄ら: 我国産米の搗精歩留について(6報) 人工乾燥が米の搗精におよぼす影響. 食糧研報, 12: 65-68. 1957
 30. 谷 達雄: 大型精米工場の現場から. 農業施設誌, 14: 2-5. 1984
 31. 弓削利雄: とう精工場の現況について. 食糧管理報, 29: (3) 21-29. 1977
 32. 山路 健・小山智士ら: 日本の農業と食糧. 家の光協会, 1-246. 1980
 33. 山下律也: 「穀物の含水率測定方法基準」についての提案. 農機誌, 37: 445-451. 1975
 34. 山下律也: 「穀物の含水率測定方法基準」決定について. 農機誌, 38: 366. 1976
 35. 山下律也: 精米施設機械化の現況. 農機誌, 40: 592-597. 1978
 36. 安松克治・森高真太郎ら: 穀類に関する研究2報 精白米貯蔵中の食味の変化. 栄養食糧, 18: 130-133. 1965
 37. 吉川誠次・西丸震哉ら: 早期・早植栽培米の品質に関する研究(3部) 早期・早植栽培米の食味評価. 食糧研報, 20: 66-77. 1965
 38. 吉川誠次・山崎信蔵: 米の食味改善に関する研究(1-2) 食味保持と貯蔵方法の改善に関する研究結果. 農水技術成果, 77: 8-10. 1974
 39. 吉沢 淑・百瀬洋夫ら: 酒米適性についての研究(14報) 同一分析法による昭和51-53年産白米の性質の変動. 日醸協誌, 74: 563-564. 1979

Summary

In the past, most of the rice milling plants in Japan were installed at retail rice outlets stores, so milling was performed as part of their distributing service. The milling plants consisted mainly of small rice mills with a power lower than 10 HP. Subsequently, the Food Agency carried out measures for establishing large-scale milling plants during 1963-1964 and 1967-1971. By 1984, this resulted in 624 large-scale milling plants (larger than 50 HP) in Japan. Moreover, following the spread of these large-scale milling plants, rice conditioning operations — milling pre-processing of brown rice by adjusting the temperature and moisture content — were put to practical use.

As described above, milling plants have been becoming larger and modernized, but the brown rice temperature and moisture content for rice milling as well as the optimal milling method have not been clarified. Under these conditions, the

author has investigated the optimal milling method for rice mill as well as the optimal brown rice temperature and moisture content, with due consideration to milling characteristics, and quality and taste of milled rice.

Sampling tests have been continuously performed to measure the temperature and moisture content of brown rice and milled rice at large-scale milling plants. The following data have been obtained:

(1) The temperature of brown rice before milling was below 0°C in winter and 30°C in summer, with a moisture content between 14.7% and 16.8%.

(2) In milling nonconditioned brown rice, the temperature increase during milling (from brown rice to milled rice) showed a great difference with the season: in winter, it rose from 0°C to 30°C; and in summer, from 30°C to 50°C. In milling conditioned brown rice, however, the temperature increase did not change with the season: it rose from about 22°C to 38°C.

(3) The moisture reduction caused by milling was around 0.3% in conditioned brown rice and 0.1% in nonconditioned.