



Title	「田んぼの稲が白いご飯になるまで」：第1回：粳の自動品質検査
Author(s)	川村，周三；夏賀，元康
Citation	精米工業，222，10-14
Issue Date	2007-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/71288
Type	journal article
File Information	Ka2007-1 momi.pdf



連載：「田んぼの稲が白いご飯になるまで」

—第1回：籾の自動品質検査—

北海道大学 農学研究院 食品加工工学研究室

川村 周三

山形大学 農学部 生産機械システム工学分野

夏賀 元康

キーワード：米の共同乾燥調製貯蔵施設、収穫後技術、近赤外分析計、可視光分析計、タンパク質、整粒、品質区分

1. 「田んぼの稲が白いご飯になるまで」 連載にあたって

米の品質（食味）は品種、栽培環境（土壌や気候）、栽培管理技術、収穫後技術などの多くの要因によって決まる。米の生産と品質の研究に携わる多くの人々による品種改良や技術改良などの成果により、わが国の米の品質は年々向上している。とくに著者らが専門とする収穫後技術は、ここ十数年来の技術発展がめざましく、米の品質向上に大きく貢献していると考えられる。

そこで本誌「精米工業」において、稲が収穫されたのち籾と玄米を経て白いご飯になるまでの収穫後の過程（ポストハーベストプロセス）に沿って、最新の技術と情報をお伝えする連載を企画した。連載は以下のように、2007年1月から11月までの6回を予定している。この連載が米の収穫後技術の周知と更なる品質向上の一助にならんことを期待する。

1回、精米工業No. 222（本誌、2007年1月）

「籾の自動品質検査」

2回、No.223（3月）

「貯蔵のための籾の精選別」

3回、No.224（5月）

「自然の寒さを利用した籾の超低温貯蔵」

4回、No.225（7月）

「粒厚選別と色彩選別とを併用した玄米の選別」

5回、No.226（9月）

「無洗米の品質特性と貯蔵性」

6回、No.227（11月）

「精白米の賞味期限の設定」

2. 米の共同乾燥調製貯蔵施設における荷受から出荷まで

図1に最新の米の共同乾燥調製貯蔵施設（カンントリーエレベータ）における荷受から出荷までの流れの概略を示した。この中で、籾の品質検査、籾の精選別、籾貯蔵、玄米の色彩選別などの工程において、従来にはなかった新しい技術が使われている。

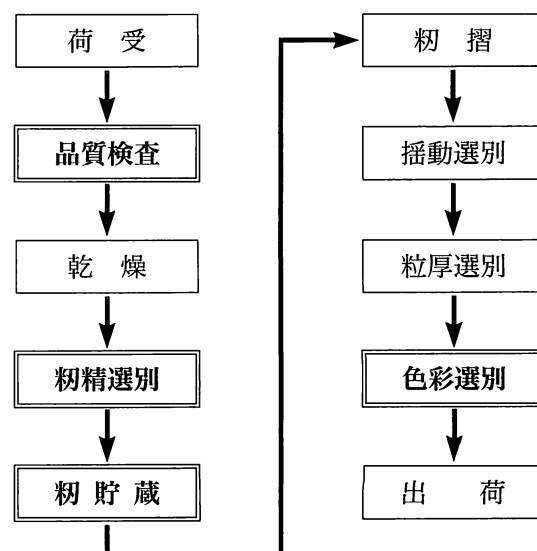


図1 最新の米の共同乾燥調製貯蔵施設（カンントリーエレベータ）における荷受から出荷までの流れ

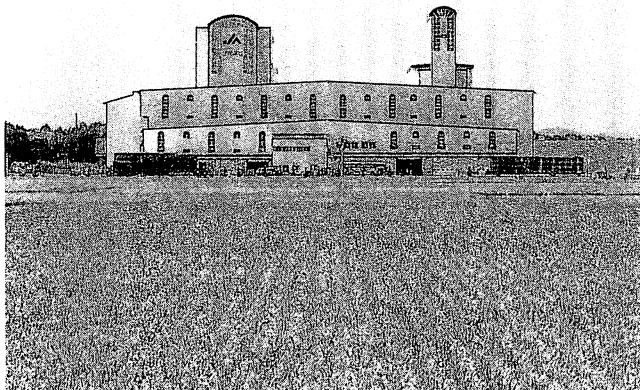


図2 米のカントリーエレベータ（上川ライスターミナル、計画処理数量：11,800㌧、貯蔵能力10,000㌧）

図2に北海道上川郡鷹栖町に建設されたカントリーエレベータ（上川ライスターミナル）の写真を示す。この施設は1996年に建設され（1期工事、写真の左半分、貯蔵能力5,000 t）、1999年に現在の規模となった（2期工事、写真の右半分、貯蔵能力5,000 t）。粳の荷受口は12口で、25t/hの能力の荷受ラインが6系列あり、計画処理量は生粳が約7,700 t、乾燥粳が4,100 tである。この施設は、近赤外分析計と可視光分析計（組成分析計）とを組合わせた粳の自動品質検査システム、循環型乾燥機（90 t×4基、60 t×6基、20 t×2基）、比重選別機を中心とした粳精選別システム、粳貯蔵能力10,000 t（417 tサイロ×12基、500 tサイロ×10基）、玄米色彩選別機（合計560チャンネル）を備えている。この施設はわが国では最大規模のカントリーエレベータの一つである。

3. 粳の自動品質検査システム

米の共乾施設における品質測定は、従来は荷受時や乾燥工程中および出荷時の水分測定が中心であった。また、自主検査のために乾燥した粳の粳摺歩留や良玄米歩留の測定、および肉眼による玄米の外観品質判定なども行われている。

近年、可視光や近赤外光を利用した米の非破壊品質測定技術により、玄米の整粒割合、水分やタンパク質を短時間で簡単に測定することが可能となっている。

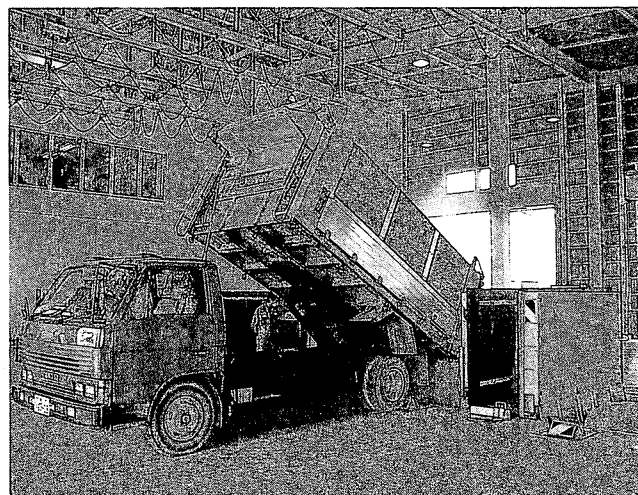


図3 カントリーエレベータでの荷受の様子

そこで可視光を利用した玄米の組成分析計（最近では穀粒判別器とも呼ばれる）と近赤外光を利用した成分分析計を組み合わせた自動品質検査システムを開発した。

図3に粳の自動品質検査システムの流れを、図4にその実用例の一つを示した。例えば、荷受時に計量機の後で自動的に採取した粳はインペラ式粳摺機で玄米となり、粒厚選別機を経た後に可視光分析計（組成分析計）と近赤外分析計にそれぞれ送られ、整粒割合と水分含量及びタンパク質含量を測定する。試料の搬送

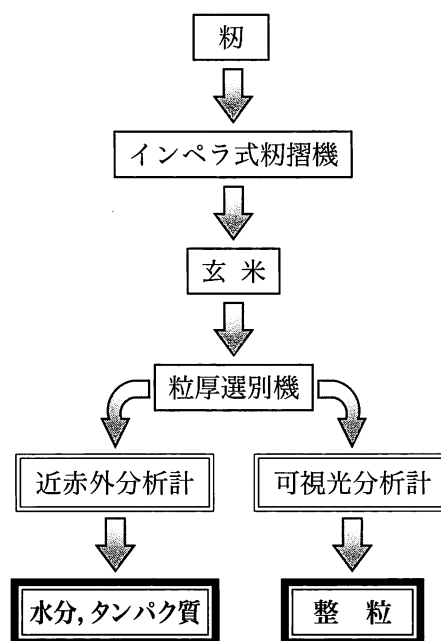


図4 粳の自動品質検査システムの流れ

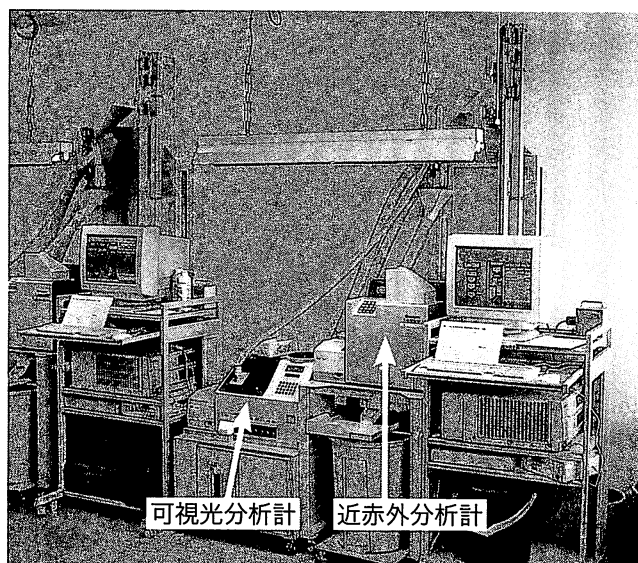


図5 籾の自動品質検査システムの一例（この施設では二組のシステムを使用している）

と測定はコンピュータに管理されて自動的におこなわれ、試料採取から5分程度で結果が表示される。なお、高水分生籾の場合はインペラ式籾摺機後の玄米に肌ずれが発生するため、整粒割合は測定できない。

この品質検査システムで使用している可視光分析計で整粒を測定した時の精度を図6に、近赤外分析計で水分とタンパク質を測定した時の精度を図7と図8に示した。タンパク質は、玄米を近赤外分析計で測定し精白米タンパク質を推定した時の精度である。いずれの測定においても、回帰式はほぼ $y=x$ であり、決定係数(r^2)は“1”に近く、測定の標準誤差 (Standard Error

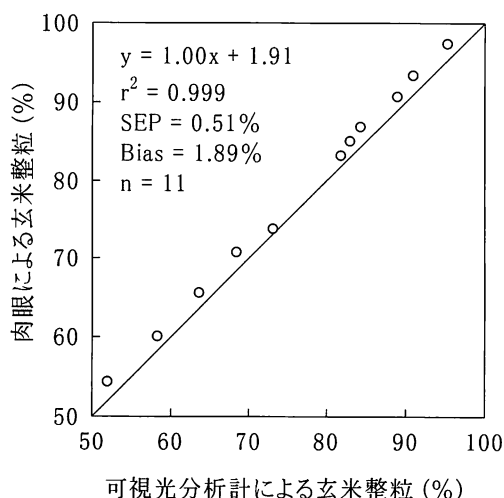


図6 可視光分析計（組成分析計）による玄米整粒の測定

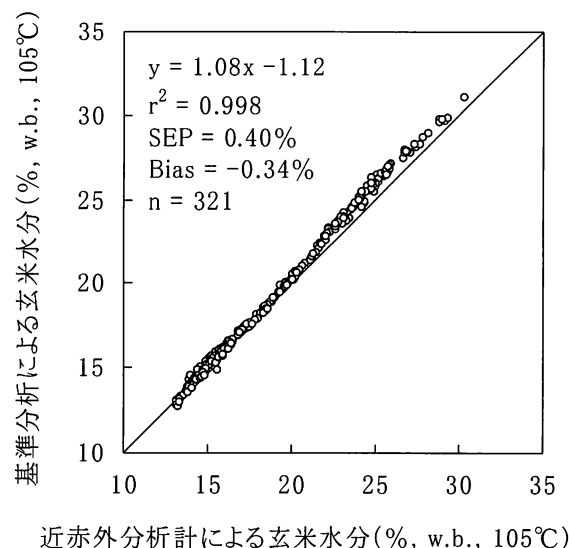


図7 近赤外分析計による玄米水分の測定精度

of Prediction : SEP) とバイアスは“0”に近く、高い測定精度を示している。

この品質検査システムは、共乾施設では、下見検査システムまたは自主検査システムとも呼ばれ、荷受籾の品質検査や乾燥籾（出荷玄米）の品質検査に用いられている。荷受籾の品質検査は荷受トラック1台ごとにおこなわれ、品質ごとに仕分けして（タンパク質含量と整粒割合で区分）その後の乾燥工程などがおこなわれる。品質区分はタンパク質で3区分（精白米タンパク質含量で6.8%以下，6.9～7.9%，8.0%以上），整粒で2区分（玄米整粒割合で80%以上，70～79%）の組合

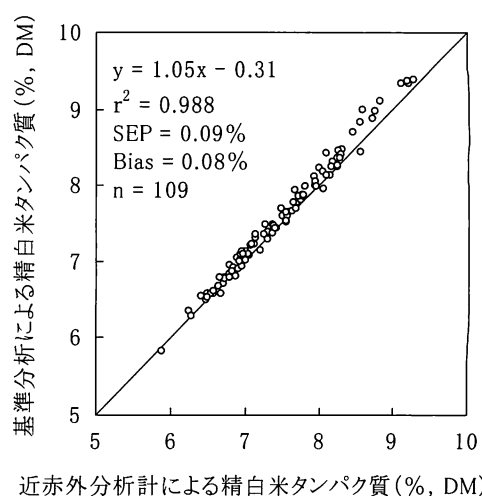


図8 近赤外分析計による精白米タンパク質の測定精度（玄米を近赤外分析計で測定し精白米タンパク質を推定する）

せで区分する。この品質区分は、生産者から荷受した
初に品質による価格差（プレミアム：奨励金）を付け
ることに利用されている。

共乾施設で荷受時に測定した品質情報を生産者に
フィードバックし、これを営農指導に役立てるシステ
ムが整備されつつある。荷受時の米のタンパク質は同
一地域同一品種であっても大きなばらつきがある。こ
のタンパク質のばらつきは、水田ごとの土壌の違いと
生産者ごとの栽培管理技術の違いによるところが大
きい。衛星から測定する水田の稲のタンパク質情報、
および荷受単位（荷受トラック）ごとの米の整粒割合
やタンパク質情報と各水田の土壌情報、生産者の栽培
管理情報および気象情報をデータベース化し蓄積す
ることにより、これらの情報を高品質米の生産に利用
することが進められている。

4. なぜ米のタンパク質が多いと品質が悪いのか？ なぜ米のタンパク質が重要なのか？

初品質検査ではタンパク質含量と整粒割合とを測
定して品質区分をする。しかもタンパク質含量が高
いと品質が悪いとされる。なぜ米のタンパク質が多
いと品質が悪いのか、について図9に示した。

炊飯前に精白米を研ぎ水に浸漬した際、タンパク質
は精白米の吸水を抑える働きをする。さらに加熱炊
飯する際にタンパク質はデンプンが膨潤する（炊飯
により米粒が膨らむ）ことを抑える働きをする。そ
の結果、タンパク質が多いと米飯が硬くなり粘りが
弱くなる傾向となる。

一方、日本人を含めた東アジアの人々（いわゆる、
照葉樹林文化帯に属する人々）は適度に柔らかく粘
りのある米飯を好むという類似した嗜好性を持つ
ている。その結果、タンパク質の多い米は食味評価
が低く品質が悪いとされる。

なお、米飯の粘りに影響を与える因子としては、
タンパク質よりもアミロース（デンプン中のアミロ
ース割合）の方が粘りに大きな影響を与える。しか
し、わが国では飯用うるち米（もち米や、新形質米
の低アミロース米や高アミロース米を除く普通の
うるち米）は永

年の品種改良の結果、アミロース割合が17～20%程
度の狭い範囲に収斂してきている。また、アミロース
は品種や登熟中の気温によりほぼ決定され、農家の
栽培技術によりアミロースをコントロールすることが
難しい。これに対して、タンパク質は施肥法など農
家の栽培技術によりコントロールすることが可能であ
る。さらに、タンパク質は近赤外分析計を用いると誰
でも簡単に短時間で測定することが可能であり、その
測定精度も化学分析法（ケルダール法）とほぼ同程
度の測定ができる。一方、アミロースは近赤外分析
計でも測定している（表示している）が、アミロ
ース割合の変動幅が小さい国産うるち米を測定す
るには測定精度が不十分であり、アミロースの化
学分析法（オートアナライザによる比色法）に代
わる簡便な生産現場での測定法は確立されてい
ない。

以上の結果、わが国のうるち米の品質検査にお
いては、アミロースよりも相対的にタンパク質の方
が重要であるとされている。

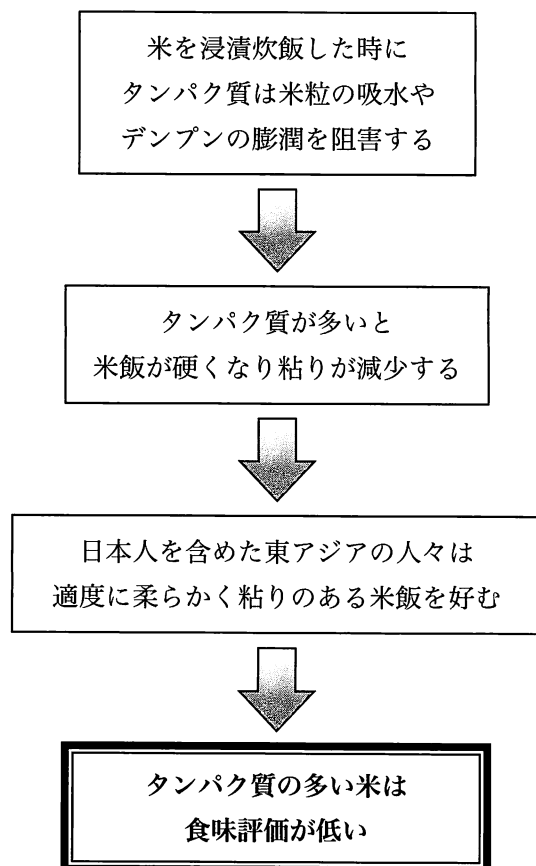


図9 なぜ米のタンパク質が多いと品質が悪いのか

参考文献

- 川村周三, 竹倉憲弘, 伊藤和彦. 近赤外透過型分析計による米の成分測定の精度とその改善. 農機誌, 64(1), 120-126, 2002.
- 川村周三. 北海道における米のポストハーベスト技術に関する研究. 農機北支報, 42, 1-7, 2002.
- Kawamura, S., M. Natsuga, K. Takekura, K. Itoh. Development of an automatic rice-quality inspection system (米の自動品質検査システムの開発). Computers and Electronics in Agriculture, 40, 115-126, 2003.
- 川村周三, 稲津脩, 吉川和男, 石渡健一, 吉田良一. 特集: ここまで来た! 北海道米, その無限の可能性. 農機北支報, 44, 133-172, 2004.
- 川村周三, 稲津脩, 夏賀元康, 竹倉憲弘. 特集: 高品質米の生産技術. 農機誌, 67(1), 3-23, 2005.
- 中尾佐助. 栽培植物と農耕の起源. 岩波新書, G103, 1966.
- Natsuga, M., S. Kawamura. Visible and Near-Infrared Reflectance Spectroscopy for Determining Physicochemical Properties of Rice (可視近赤外透過分光法による米の理化学特性の測定). Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers, 49(4), 1069-1076, 2006.
- 佐々木高明. 照葉樹林文化の道. NHKブックス, 422, 1982.
- 佐々木高明編著. 雲南の照葉樹のもとで. 日本放送出版協会, 1984.