

原 著

精白米の品質に及ぼす研削ロール温度の影響

水間 智哉

＜要 旨＞

本研究では、酒造用の試験精米機を使用して精米機内部に設置される研削ロールの温度が精白米品質に及ぼす影響について検討した。その結果、ロール温度が高い条件下で精米操作を行った場合、米温が急激に上昇することにより水分の揮散が誘発されて碎米の発生が増加することを示した。このことは、不要成分の除去という精米本来の目的を阻害して精白米の品質を低下させる要因であった。また、精米操作時に人的制御が可能な玄米温度についてもその影響を調べた結果、碎米の発生とともに、精米操作後の精白米形状にも影響を及ぼし精米品質を決定付ける大きな要因となることを明らかにした。以上の検討結果から、不要成分が少ない高品質の精白米を得るには、①研削ロール温度をできるだけ低くするとともに、②高温の研削ロールを使用せざるを得ない状況下においては用いる玄米の温度を低温に設定することが有効であると考えられた。

キーワード：醸造、精米機、研削ロール、温度条件、米粒形状

緒 言

清酒製造に用いられる原料米は、お酒の着色や雑味の発生によって酒質低下の原因となるたんばく質などの成分が十分に取り除かれている必要があるために¹⁾、食用米に比較してはるかに低い精米歩合に精米される。また、これらの不要成分は玄米表層からの距離とともに含有率が減少していくために、楕円体の玄米形状を保持したまま等厚に研削していく特殊な精米操作が必要となる。

現在の酒造用精米操作を取り巻く環境は大変きびしい状況といわれている。清酒業界は急速に売上が減少しているために²⁾、各メーカーは生き残りをかけて熾烈なコスト競争を行っている。電力を多く使用する精米操作は安価な夜間の時間帯のみで行われることが多く、そのため過密スケジュールでの精米機の稼働がさまざまな問題を引き起こしている。特に深刻な問題は、精米機内に設置されている米を削る砥石状の研削ロールが十分に冷却されないまま高温状態で連続して使用せざるを得ないケースが発生していることである。

著者は以前に実用機を用いて精米諸条件が精白米に

与える影響について検討した³⁾。しかしこの検討は実用機を使用したために、条件設定に多くの制約が生じてしまい精米温度が精白米に与える影響を調べることはできなかった。そこで、本稿では、酒造用実用機と同形式である横型研削式の小型テスト精米機を使用し、研削ロール温度が精白米品質に与える影響について検討した。

実験方法

1. 使用原料米

平成22年度福井県産五百万石を用いた。本品種は清酒醸造における代表的な酒造好適米である。

2. 精米方法

精米は、玄米50～200gの処理が可能な酒造用小型テスト精米機（㈱サタケ製TM05）を使用した。本精米機は研削型バッチ式のテスト精米機であり酒造用原料米に求められる低い精米歩合の精白米調製が可能である。

運転条件は、玄米張込み量150g、ロール回転数1000rpm（周速度628m/min）、ロール粒度#46とした。この条件は、予備的な実験において本精米機が想定する運転条件の範囲内でもっとも良好な精白米が得られ、かつ実用機の運転条件に近いものである。調製する精白米の精米歩合は吟醸酒グレードにも使用可能な60%とした。精米中の米粒の状態を把握するために、5分毎に排出口を開けて米粒重量を測定し、その後すばやく精米機に再投入するサンプリング操作を行うこととした。米温及びロール温度は精米機を稼動させた状態で非接触型温度計（㈱エイ・アンド・デイ製赤外線放射温度計AD-5615）を用いて計測した。

3. 検討条件

精米開始時のロール温度は20～60℃に設定した。また、精米機に供する玄米の米温も20～60℃に調整しあわせてその影響を調べた。ロールの温度調整は、精米機本体からロールのみを取り外し所定温度に設定した恒温器内に放置することによった。玄米の温度調整も恒温器内で同様に行ったが、水分の揮散を防止するためにナイロン袋に密封した状態で行った。

4. 分析方法

精白米の品質評価のために、碎米率、形状、たんぱく質含量および水分含量を調べた。碎米率は、精米後の精白米について目視により砕けた米を分離し、その重量比を算出した。精白米の形状は、米粒を楕円体とみなして3軸寸法（L: 長さ方向、W: 幅方向、T: 厚さ方向）を測定し、長短指数（W/T）と扁平指数（T/W）により数値化した。たんぱく質含量はケルダール法により測定した。水分含量は常圧135℃、3時間乾燥法により測定した。

実験結果および考察

1. 精米プロセスへの影響

精米開始時のロール温度を20℃、30℃、40℃、50℃、60℃にそれぞれ設定した場合の精米プロセスへの影響を調べた。図1には、20℃の玄米を精米した場合の米温の推移を示したが、使用したロールの温度が高いほど米温は短時間で上昇することが明らかになった。これは、酒造用精米機はロールと米が直接接触しその摩擦力によって表層が削り取られる研削式を採用しており、高温ロールを使用した場合には米粒との温

度差が大きく熱交換が速やかに進行したためと考えられた。

図2には同条件でのロール温度の推移を示した。低温のロールを使用した場合はロール温度の上昇がみられた。これは米を研削する際に生じる摩擦熱がロール温度にも影響を及ぼしたものと考えられる。一方、高温のロールの場合にはロール温度の低下が認められる。これは米との摩擦熱による熱量の増加分以上に、ロールの熱量の大気放出分が大きいためと考えられた。本検討では、1ロットでの玄米供給量は150gと一定にしている。玄米の供給量による米温やロール温度への影響については今後の検討課題である。

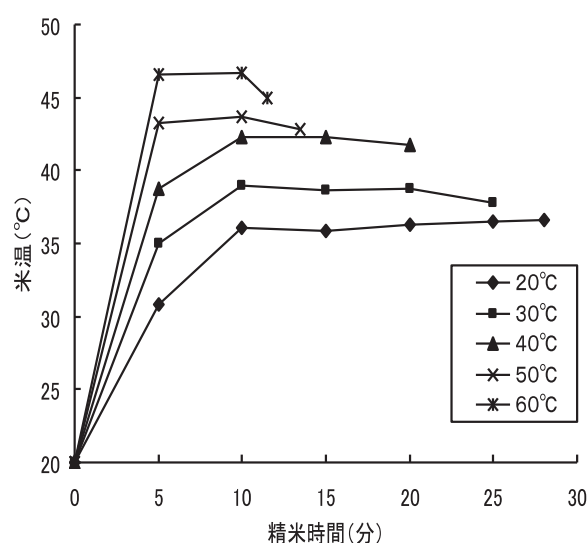


図1 米温の推移（20℃の玄米を精米した場合。精米開始時の研削ロール温度による違い。）

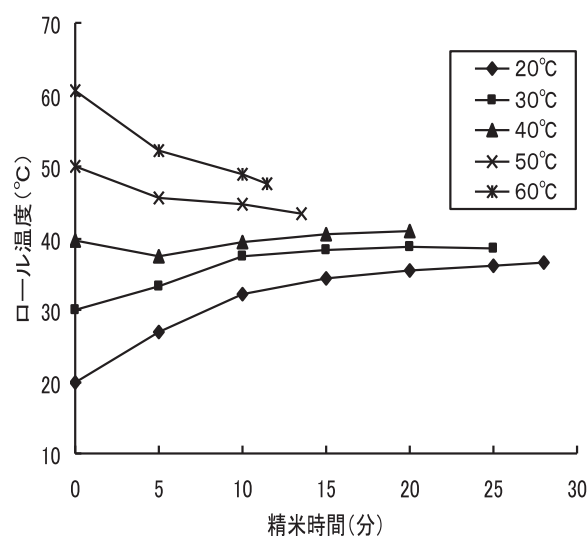


図2 研削ロール温度の推移（精米条件は図1に同じ）

次に、ロール温度が精米速度に与える影響について調べた。その結果、ロール温度が高いほど精米の進行がはやくなった（図3）。精米歩合の減少は、米粒表層の研削によって生じる糠の除去と、それとの分別ができない碎米の発生による損失によってもたらされる。高温のロールを使用した場合、碎米の発生が精米歩合の急激な低下をもたらし、本来の精米目的である不要成分の除去については不十分であるものと推測した。

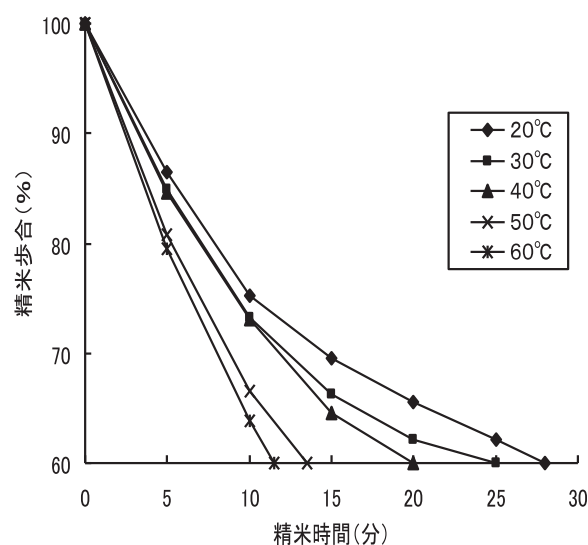


図3 精米歩合の推移（精米条件は図1に同じ）

2. 精白米品質への影響

1) 碎米の発生と精白米の形状

精米操作終了後の精白米について品質評価を行った。図4は精白米に含有する碎米の重量比率を碎米率として示したものであるが、ロール温度が高いほど、あるいは玄米温度が高いほど上昇する傾向であった。酒造用に採用されている研削式精米機は、直接米粒とロールが接触することによって精米が進行する。このことから高温のロールが取り付けられた精米機を使用して低温の玄米を精米することは米粒内に温度勾配を生じさせ、碎米の発生要因になるものと推測したが、本実験の結果とは異なった。図5には精米終了後の精白米の水分含量を示した。これによるとロール温度が高いほど、あるいは玄米温度が高いほど水分含量が低いことがわかる。稲作技術指導指針は、玄米における碎米の発生は収穫後の過乾燥による低水分状態が原因であることを指摘している⁴⁾。本検討の精米操作

においても、水分含量は碎米率と有意な負の相関関係($r=0.849$)を有していることから碎米の発生に強く影響することが示唆された。高温状態のロールや玄米を使用することは米粒内部の水分の揮散を促進して碎粒発生要因となると考えることができる。

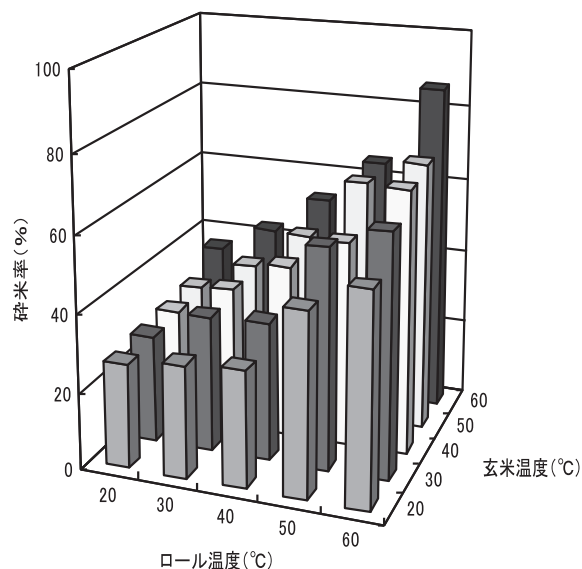


図4 碎米率（精米操作終了後の精白米について調べた。）

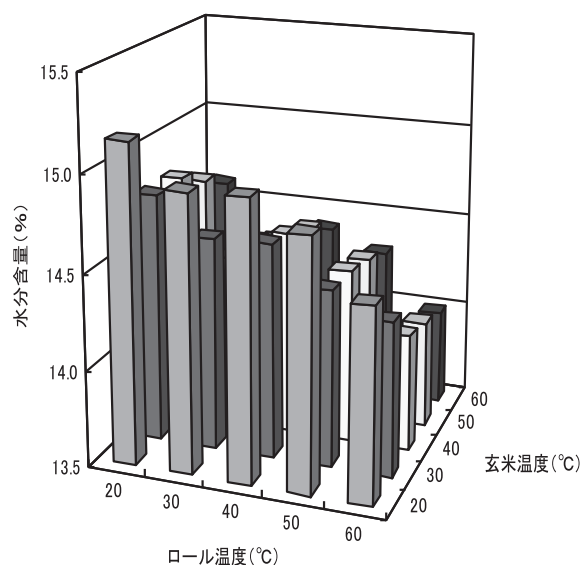


図5 水分含量（分析試料は図4に同じ）

次に精白米の形状を明らかにするために長短指数と扁平指数を示した（図6、図7）。長短指数は米粒の幅（W）／長さ（L）で、扁平指数は米粒の厚さ（T）／幅（W）で定義され、いずれも値が大きいほど“球形”に近づく。酒造用玄米に不要な成分は玄米表層からの距離とともに減少していくために、精白米の形状が球形に近似するほど精米効率が悪化することとな

る。解析の結果、一部条件下で若干のバラツキが存在するが全体的な傾向としては、長短指数において玄米温度が高いほど上昇する一方でロール温度の影響は認められず（図6）、扁平指数ではロール温度、玄米温度ともに明確な傾向は認められないものとなった（図7）。この結果は、精米操作において高温ロールの使用が不可避な状況であっても低温の玄米を使用することで球状精米を防止できることを示唆する。

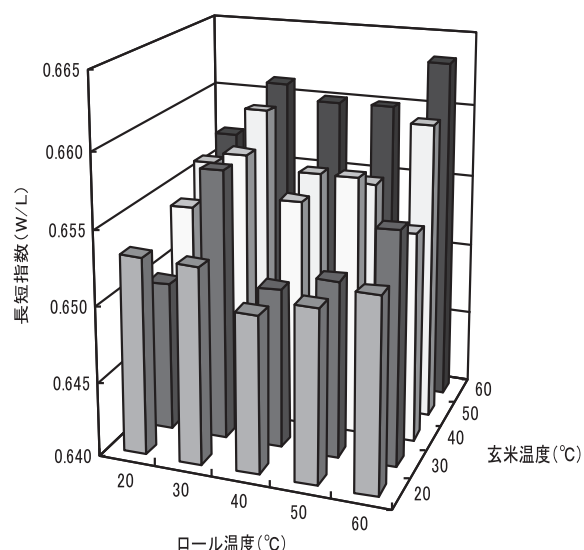


図6 長短指数 (W/L) (分析試料は図4に同じ)

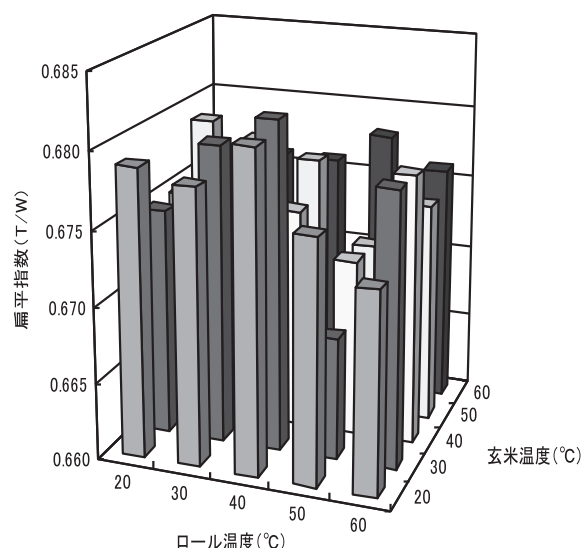


図7 扁平指数 (T/W) (分析試料は図4に同じ)

2) 不要成分の残存量

精米の目的は不要成分を取り除くことである。ここでは、精米の良否の指標として酒質に悪影響を与えるたんぱく質の米粒残存量を調べた。その結果、ロール

温度が高いほど、あるいは玄米温度が高いほどたんぱく質含量は増加する傾向がみられ、特に玄米温度の影響が大きいことが示唆された(図8)。この原因として、①高温ロール、高温玄米使用時に碎米の発生により見かけ上の精米歩合のみが減少し、本来の精米目的である不要成分の除去が不十分となったこと、②高温玄米使用時で、長短指数が高い（すなわち球形に近い）精白米が調製されたためにたんぱく質を高含有したものと考えられた。

本実験では、不要成分のひとつとしてたんぱく質含量に注目した。しかし清酒製造上の不要成分となる脂質やビタミン、灰分なども減少カーブは異なるものの米粒中心部に向かうほど含有率が下がる特徴は共通しており、精米操作によるこれら成分の動向もおおよそたんぱく質の場合と同様の傾向を示すものと推察される。

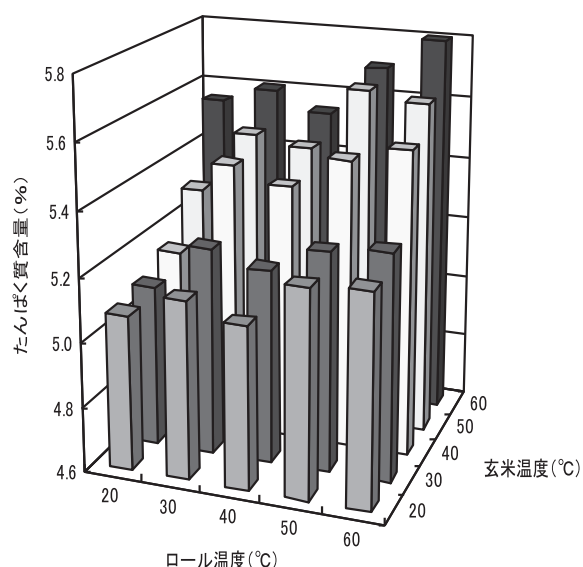


図8 たんぱく質含量 (分析試料は図4に同じ)

結 語

本検討は、醸造用精米操作において高温の研削ロールを使用する場合の精白米品質への影響を調べたものである。この結果から、高温ロールの使用が精白米品質へ悪影響を与えることを明らかにし、あわせて、高温ロールを使用せざるを得ない状況下における対応策として、使用する玄米の温度を低温に調整することが有効であることを示すものである。

謝 辞

本研究は西南女学院大学共同研究費の助成を得て行われている。

参考文献

- 1) 清酒製造技術：p.103 (1979), 財団法人日本醸造協会
- 2) 国税庁ホームページ
<http://www.nta.go.jp/kohyo/tokei/kokuzeicho/sake2009/pdf/suryo.pdf>
- 3) 水間智哉, 藤原久志, 清川良文, 若井芳則：精白米の品質に及ぼす精米条件の影響, 日本醸造協会誌, 100, 65-75 (2005).
- 4) 稲作技術指導指針：p.90 (1989), 滋賀県

Influence of the Temperature of the Grinding Roll in the Polishing Mill on the Quality of Polished Rice

Tomochika Mizuma

<Abstract>

Using a testing rice mill for sake brewing, this study examined the influence of the temperature of the grinding roll in the polishing mill on the quality of polished rice. As a result, we observed that if rice is polished with a high roll temperature, the temperature of the rice sharply increases, causing vaporization and, consequently, increasing the rate of rice cracking. This phenomenon interfered with rice polishing's prime objective, which is to remove unwanted ingredients, and reduced the quality of the polished rice. Further, we studied the influence of the brown rice's temperature, which can be manually controlled during polishing, and clarified that it is a major factor determining the quality of the polished rice; it not only increases the rate of rice cracking, but also influences the shape of the polished rice. In view of the above results, to produce high-quality polished rice, we believe that it is effective to: (1) set the grinding roll temperature as low as possible, and (2) set the temperature of the brown rice to low if there is no other choice but to use grinding rolls at a high temperature.

Keywords: sake brewing, polishing mill, grinding roll, temperature condition, shape of the polished rice