

北海道米の澱粉分子構造に及ぼす登熟温度の影響と 新食味評価法に関する研究

学位論文内容の要旨

北海道の水稻作付け地域は広く産地により気象条件が異なる。特に登熟温度は玄米品質やアミロース含量の地域間差に強く影響している。今後実需者ニーズに応える産地形成を図るためには、年次変動や産地間変動の少ない一定の品質で供給することが重要であり、登熟温度で品質が変動しにくい特性を有する品種を育成することが必要である。これらのことから、登熟温度が胚乳澱粉の分子構造に及ぼす影響を解析することは成分育種手法の高度化を図る上できわめて大きい意義があると考えられる。そこで、本研究では北海道における良食味米の成分育種手法の高度化を図るため、アミロース含量の栽培環境による変動要因、北海道米澱粉の分子構造の特徴、登熟期間温度によるアミロペクチン単位鎖長分布の変動性とアミロペクチンLC含量、アミロペクチンの分子構造と餅生地硬化性について解析し、新食味評価法の開発を試みた。

第2章では、寒冷地北海道の最近の品種「きらら397」におけるアミロース含有率の変動要因について、登熟温度、年次、移植時期、苗の種類、出穂日および枝梗着生位置について検討した。アミロース含量と登熟温度の間には有意な負の相関があり、登熟温度が800℃以下の登熟温度域では回帰式の回帰係数が大きく、低温ほどアミロースの変動量が大きいことが明らかとなった。枝梗着生位置別のアミロース含量は、一次と二次枝梗粒とも上位で高く下位で低かった。また、一次枝梗粒は二次枝梗粒より高かった。一方、乳白と腹白粒歩合は、下位の枝梗粒や二次枝梗粒で高く、乳白と腹白歩合とアミロース含量の間には有意な負の相関が認められた。

第3章では、澱粉の分子構造と糊化特性を北海道米「ほしのゆめ」、「きらら397」、「彩」を秋田米「あきたこまち」と比較して解析した。澱粉の分子構造と糊化特性を北海道産米「ほしのゆめ」、「きらら397」、「彩」を秋田県産米「あきたこまち」と比較して解析した。真のアミロース含量は、「ほしのゆめ」、「きらら397」が18%で「彩」、「あきたこまち」より約2%高かった。RVAによる熱糊化特性は「ほしのゆめ」、「きらら397」で最高粘度が低く、ブレイクダウンが小さく、冷却時の粘度増加が高いが、「彩」、「あきたこまち」は最高粘度が高く、冷却時の粘度増加は低かった。アミロペクチンのヨウ素親和力は「ほしのゆめ」、「きらら397」が0.5で、「彩」、「あき

たこまち」より2.5倍高く、「ほしのゆめ」と「きらら397」のアミロペクチンLC含量は、「あきたこまち」に比べて約3.5倍多く、物性や食味特性が劣る要因の一つとしてアミロペクチンLCの影響が示唆された。

第4章では、アミロペクチン単位鎖長分布と超長鎖（LC）含量に及ぼす登熟温度の影響をHanashiroらの蛍光標識ゲル濾過HPLC法で調べた。「きらら397」のアミロペクチンLC含量は、登熟期間の温度が低いほど多かった。さらに、近年育成された北海道米5品種と4系統およびミルキークイーンを供試してアミロペクチンLC含量の平均登熟期間温度1℃当たりの変動量を検討した結果、19～23℃の範囲では0.542%、23～27℃では0.152%、27～31℃では0.037%で、低温ほど変動量が大きいことが判明した。

第5章では、ヨウ素吸収曲線（波長400 nm ～ 900 nm）を自動測定できるマルチチャンネル検出器を備えたオートアナライザーを用いて、ヨウ素吸収曲線を Fr. I（400～600 nm）と Fr. II（600～900 nm）とに分割し、それぞれのピーク面積の比（Fr. I/II）を求めた。Fr. I/II（X）とセトバック（Y）には $Y = (29.7X - 27.1) / (0.73X - 0.72)$ の関係が良く適合（ $R^2 = 0.799$ ）し、Fr. I/IIで簡易に米粉の老化性が評価できることを明らかにした。

第6章では、糯米育種を効率的に実施するために、アミロペクチン単位鎖長分布による餅硬化性の評価手法を検討した。主食用の柔らかい餅生地を有する品種（はくちょうもち等）はアミロペクチンの短鎖の割合が多く、加工用の硬化性の高い品種（こがねもち等）は長鎖が多い構造であることが分かった。アミロペクチン単位鎖のモル比（A+B1）/（B2+B3）と硬化性の間には負の相関関係が認められた。糯米の用途を判別する指標として、主食用はアミロペクチン単位鎖のモル比（A+B1）/（B2+B3）が11.5以上、加工用は11以下が適していると判断した。

第7章では、北海道産もち米のもち生地は本州産もち米と比べ柔らかく、主食用（おこわ・大福・おはぎ等）として利用されている。しかし、年次・産地間により物性の変動が大きいため、その安定性が求められている。そこで、年次・産地間の変動要因と考えられる登熟温度と窒素施肥量の栽培条件がアミロペクチンの鎖長分布に及ぼす影響を調べた。アミロペクチン単位鎖のモル比（A+B1）/（B2+B3）は、11.1～13.9の値を示し、全平均12.4に対して低温+0.828、中温+0.195、高温-1.02であった。分散分析の結果、（A+B1）/（B2+B3）の変動は登熟温度と窒素施肥量で86%説明でき、窒素施肥量の影響は小さく登熟温度の影響が極めて大きかった。また、登熟温度が高いほどアミロペクチン単位鎖のモル比（A+B1）/（B2+B3）が大きく、最低粘度が高く、ブレークダウンが小さく、糊化開始温度およびピーク温度が高かった。アミロペクチン単位鎖のモル比（A+B1）/（B2+B3）と最低粘度（-0.952）、糊化開始温度（-0.867）、ピーク温度（-0.944）とは危険率1%水準で高い負の相関関係が認められた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 松 井 博 和

副 査 教 授 大 崎 満

副 査 教 授 横 田 篤

副 査 教 授 竹 田 靖 史（放送大学特任教授、
鹿児島学習センター所長）

学 位 論 文 題 名

北海道米の澱粉分子構造に及ぼす登熟温度の影響と 新食味評価法に関する研究

本論文は、図33、表24、引用文献122および要約を含む9章112頁からなる和文論文である。別に参考論文 5 編が添えられている。

本研究では、北海道米の良食味米育種における成分育種の高度化を図るため、北海道米の澱粉分子構造に及ぼす登熟温度の影響を解析した。また、澱粉の分子構造に基づいた選抜指標の策定と新規食味評価法を提案している。得られた結果は以下の通りである。

1. 登熟温度および枝梗着生位置とアミロース含量の関係

アミロース含量と登熟温度の間には有意な負の相関があり、登熟温度が800℃以下の登熟温度域では回帰式の回帰係数が大きく、低温ほどアミロースの変動量が大きいことが明らかとなった。枝梗着生位置別のアミロース含量は、一次と二次枝梗粒とも上位で高く下位で低かった。また、一次枝梗粒は二次枝梗粒より高かった。一方、乳白と腹白粒歩合は、下位の枝梗粒や二次枝梗粒で高く、乳白と腹白歩合とアミロース含量の間には有意な負の相関が認められた。

2. 北海道米澱粉の分子構造と性質

澱粉の分子構造と糊化特性を北海道産米「ほしのゆめ」、「きらら397」、「彩」を秋田県産米「あきたこまち」と比較して解析した。真のアミロース含量は、「ほしのゆめ」、「きらら397」が18%で「彩」、「あきたこまち」より約2%高かった。RVAによる熱糊化特性は「ほしのゆめ」、「きらら397」で最高粘度が低く、ブレイクダウンが小さく、冷却時の粘度増加が高いが、「彩」、「あきたこまち」は最高粘度が高く、冷却時の粘度増加は低かった。アミロペクチンのヨウ素親和力は「ほしのゆめ」、「きらら397」が0.5で、「彩」、「あきたこまち」より2.5倍高く、「ほしのゆ

め」と「きらら397」のアミロペクチンLC含量は、「あきたこまち」に比べて約3.5倍多く、物性や食味特性が劣る要因の一つとしてアミロペクチンLCの影響が示唆された。

3. 登熟期間温度が米のアミロペクチン単位鎖長分布とLC 含量に及ぼす影響

「きらら397」のアミロペクチンLC含量は、登熟期間の温度が低いほど多かった。さらに、近年育成された北海道米5品種と4系統およびミルキークイーンを供試してアミロペクチンLC含量の平均登熟期間温度1℃当たりの変動量を検討した結果、19～23℃の範囲では0.542%、23～27℃では0.152%、27～31℃では0.037%で、低温ほど変動量が大きいことが判明した。

4. 米澱粉のヨウ素吸収曲線による新食味評価法

ヨウ素吸収曲線（波長400 nm ～ 900 nm）を自動測定できるマルチチャンネル検出器を備えたオートアナライザーを開発した。この装置を用いて、ヨウ素吸収曲線を Fr. I（400～600 nm）と Fr. II（600～900 nm）とに分割し、それぞれのピーク面積の比（Fr. I/II）を求めた。Fr. I/II（X）とセットバック（Y）には $Y = (29.7X - 27.1) / (0.73X - 0.72)$ の関係が良く適合（ $R^2 = 0.799$ ）し、Fr. I/IIで簡易に米粉の老化性が評価できることを明らかにした。

5. アミロペクチン単位鎖長分布による餅硬化性の評価

主食用の柔らかい餅生地を有する品種（はくちょうもち等）はアミロペクチンの短鎖の割合が多く、加工用の硬化性の高い品種（こがねもち等）は長鎖が多い構造であることが分かった。アミロペクチン単位鎖のモル比（A+B1）/（B2+B3）と硬化性の間には負の相関関係が認められた。糯米の用途を判別する指標として、主食用はアミロペクチン単位鎖のモル比（A+B1）/（B2+B3）が11.5以上、加工用は11以下が適していると判断した。

6. 登熟期間温度と窒素施肥量が糯米のアミロペクチン単位鎖長分布に及ぼす影響

アミロペクチン単位鎖のモル比（A+B1）/（B2+B3）は、登熟期間温度と窒素施肥量で86%説明でき、窒素施肥量の影響は小さく登熟期間温度の影響がきわめて大きいことが明らかとなった。また、登熟期間温度が高いほどアミロペクチン単位鎖のモル比（A+B1）/（B2+B3）が大きく、最低粘度が高く、ブレイクダウンが小さく、糊化開始温度およびピーク温度が高いことが分かった。

本研究は、登熟温度や登熟期間温度による胚乳澱粉の分子構造の変化、特にアミロペクチン単位鎖長分布に着目し、北海道米の澱粉分子構造に及ぼす登熟温度反応性について解析している。それだけではなく、今後の北海道米の育種目標および選抜指標を示し、新食味評価法として、粳米についてはオートアナライザーを用いたヨウ素吸収曲線の解析による老化性指標（RI）およびセットバックの推定法、糯米についてはアミロペクチン単位鎖のモル比（A+B1）/（B2+B3）による餅生地の硬化性の評価法を提案しており、学術的に高く評価できる。

よって審査員一同は、五十嵐俊成氏が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。