

第V章 総括

米の生産過剰と食生活の変化による米離れ現象、激化するブランド米開発競争の中で、他府県米に対する北海道米の優位性を示し、現在の作付けを安定的に確保・発展させていくためには、北海道米の特徴を生かした用途別高品質化のための技術開発研究が必要である。本研究では、北海道の推進する集約的な産地形成の考え方に沿い、それぞれの産地形成を推進するために必要となる技術的課題について検討した。本章では、各章での主要項目の総括と、北海道稲作の集約的な産地形成に向けた技術組み立てについて若干の考察と論議を加える。

第1節 北海道の良食味米生産現況と技術目標の設定

各生産カテゴリーに対する技術開発について論ずる前提条件として、北海道米の品質・食味現況を、府県良食味品種との比較から明らかにし、北海道米の食味上の問題点とその改善目標および今後必要となる技術的課題の明確化を試みた(第二章)。その結果、北海道米の食味特性現況は、1980年代に比較して明らかに向上しているが、依然として府県品種に比較して劣っていることが明らかとなり、この要因としてアミロースと蛋白含有率、特に近年は蛋白含有率の重要性が増していると考えられた。そのため、両者を総合的化した食味指標値であるAPSを用い、北海道米全体の目標値をAPS60と設定することを提案した。また、北海道内各地域でのAPSの変動を検討したところ、気象条件によりAPSの高い地域と低い地域が概ね区分できることが明らかとなった。このことから、集約的な産地形成に基づく各地域の生産カテゴリー区分には、気象条件による地帯区分を基礎にすることが有効と考えられた。気象的な問題が少ない地域においては、極良食味新品種と地帯内での食味変動解消技術の投入を図り、「大ロットで均質な良食味米を安定的に供給しうる広域的な産地形成」を推進させる事が有効であると考えられる。また、気象的に良食味米生産が困難な地帯では、「地域の創意・工夫を生かしながら多様な需要に対応する産地形成」あるいは「もち米専作団地による安定的・集約的な高品質もち米産地形成」を進めるための、良食味以外の新規用途の開拓と、用途別品質の高度化技術の導入を検討する必要があると考えられる。

第2節 土壌改良による北海道米食味の高位平準

化の検討

「大ロットで均質な良食味米を安定的に供給しうる広域的な産地形成」を推進するために、良食味米生産地域における食味の高位平準化技術として、他の土壌型に比較して食味が劣ることが明らかにされている、泥炭地産米の食味向上に取り組んだ。本研究では、客土による土壌環境の変化とそれにともなう水稻生育、収量および養分吸収に与える影響を解析し、産米の食味特性向上の機作を考察した。さらに、解析結果を基礎に、良食味米生産を目的とした客土を施工するための、施工基準(要否判定・客土材の選定・量の算定、効果の持続性の検討)の策定を試みた(第三章)。

その結果、客土により産米の食味が大幅に向上することが明らかとなった。この要因を解析したところ、客土による食味の向上は、吸収Nあたりの乾物生産量(=N乾物生産効率)が増加したことによるものであることが明らかとなり、その要因としては、客土から豊富に供給されるケイ酸による乾物生産力の向上と、N吸収の減少が協調的に作用し、N乾物生産効率の向上をもたらしたものと結論づけられた。

さらに、食味向上を目的とした客土の施工基準について検討した。食味向上に対する食味向上目標を蛋白含有率80g/kg以下と設定し、土壌中可給態窒素、可給態ケイ酸含量より客土要否判定基準を作成した。客土による食味向上効果は、砂質客土で高いことから、粘土含量による従来の基準を見直し、可給態ケイ酸含量により新たな客土材の基準を作成した。客土による食味向上効果の持続年数はほぼ10年程度と考えられ、これを目安として土壌診断により客土の要否判定することとした。

泥炭地水田は、道内主要産地である空知管内を中心に、全水田面積の約21%を占め、これらの地域の食味向上は、北海道米全体の食味のレベルアップに極めて大きな効果が期待できる。今後本研究での知見を元に、泥炭地に対する客土を一つの食味向上技術として再評価し、新たな客土事業の展開へ結びつけることにより、良食味米生産地帯での食味の高位平準化が図られ北海道米の販売競争力強化につながることを期待される。

第3節 産地形成推進のための新たな技術開発

将来にわたり北海道米の需要を確保し、現状の生産量を維持・発展させるためには、府県品種の食味に追いつくだけでなく、府県品種に対して北海道米の優位性を明確に示すことができる特性を付与する必要がある。このためには、北海道米現状品種の食味をさらに1ランク高度化した「極良食味品種」の開発が求められる。また、食味以外の新しい品質尺度の導入により、府県品種に対して優位性を示すための技術解析も同時に必要となり、集約的産地形成に基づく各生産カテゴリーに見合った技術を選択し投入する必要がある。第IV章では各生産カテゴリーの内容に合わせ、それぞれに有効な技術開発についての検討を行った。

3-1 極良食味品種開発に必要な技術開発

「大口で均質な良食味米を安定的に供給しうる広域的な産地形成」のための用途別品質の高度化技術として、極良食味品種選抜に必要な評価手法の開発と技術解析について検討した。一つは、炊飯米の外観を機器測定により客観評価する方法の開発である。炊飯米の外観は食味評価上重要な要素の一つにあげられているが、これまでは機器分析による客観的な数値化が困難で、官能試験による相対評価に頼るしかなかった。そこで本研究では、炊飯米外観の客観的機器評価法として、画像解析を応用した機器測定の手法の開発に取り組んだ。その結果、炊飯米の白さおよびつやと密接な相関を示す画像解析特性値を設定することができ、炊飯米の外観を機器測定により客観的に数値化することができた。さらに、測定条件に検討を加え、25gの白米試料で、1日に約100点程度の測定が可能な測定スキームを作成することができ、育成材料の検定法として活用することも十分可能となった。

これまで北海道で取り入れられてきた食味向上のための検定手法は、主に炊飯米のテクスチャーの向上を目的としたものであった。この理由は、米の食味を構成する最も重要な要素がテクスチャーであるという研究結果（竹生、1964）と、昭和50年代の北海道米の食味規定要因がテクスチャーであったことに基づくものである。しかし、その後の良食味品種改良が順調に進み、現在の北海道米と府県良食味品種では、すでにテクスチャーに関して違いが認められなくなっている。このことは、北海道米の食味を規定している要因が、テクスチャーから

さらに上位の要因に移行したことを示している。本研究で取り上げた外観はそれらの要因の一つであり、今後この測定法を育成材料の選抜検定法として活用することにより、現在の北海道米に新たな良食味要因を付加した品種の開発が期待できる。現在この測定原理を応用した、一体型測定装置の開発が進められている。本研究での知見を応用したこの測定装置が普及することにより、良食味新品种の育成現場以外でも炊飯米の外観評価が可能となり、今後北海道米の利用増大が見込まれる。流通米飯やブレンド技術の評価指標など、北海道米の優位性を示すために有効な技術として活用することが期待できる。

本研究で取り上げたもう一つの新たな評価手法は、米粒中貯蔵蛋白質（PB）の分画評価手法の検討である。本研究を含め、多くの報告から、北海道米の品質・食味を規定する最も重要な成分は蛋白質であることが指摘されている。そのため、数多くの低蛋白米生産技術が普及され、北海道米全体の低蛋白化が推進されている。しかし、これまで米に含まれる蛋白質の量については検討されても、その質を含めた議論はほとんどなされてこなかった。近年、米の胚乳中には性質の全く異なる二種類の蛋白質貯蔵体が存在することが明らかにされた

（Tanaka et al., 1980）。PB-IとIIと名付けられたこれらの蛋白質貯蔵体は、集積される蛋白質の溶解性、熱および消化に対する安定性などが大きく異なり、米の食味に対しても関与の程度が異なる事が予想される。しかしこれまで、この二種類の蛋白質を簡易に分画定量する方法がなかったために、米の食味に対する蛋白質の質的な解析や変動要因の解析はほとんど進んでいなかった。そこで本研究では、PBの分画定量法について検討を加え、SDS-PAGEとデンシトメトリーの組み合わせにより、簡易にPBを分画定量する方法を考案した。この測定法を用い、さまざまな米のPB組成を量と共に測定し、食味に関わる特性との関係を検討したところ、米の外見形質および熱糊化性の面からは、蛋白質含量だけではなく、PB-Iの比率が低い方が食味に有利である可能性が示された。また、北海道米のPB-I比率は府県品種に比較して安定的に3~5%程度高いことが明らかとなり、北海道米の大きな特徴であることが明らかとなった。PB組成と米の品質・食味に関する研究は、緒に付いたばかりの段階であり、今後もこの評価手法を活用して解析を進めることにより、食味だけではなく、新たな

機能性や高い酒造適性を備えた品種の開発に結びつく事も期待される。その際には、PB-I 比率が高い北海道米の特徴は、府県品種には替えがたい優位点となり、有効な品質高度化技術となりうると考えられる。

3-2 北海道もち米の加工適性向上に関する技術開発

北海道は、集約的産地形成における生産カテゴリーの一つとして「もち米専作団地による安定的・集約的な高品質もち米産地形成」を掲げ、もち米生産の高品質化を重要な政策として位置づけている。これには、北海道内のもち米が、気象条件が厳しく他の作物や良食味うるち品種の作付けが困難な地域に作付されており、これら地域の重要な基幹作物として栽培されてきた事が背景となっている。

そこで本研究では、この生産カテゴリーに対する高品質化技術研究として、加工適性の向上に関する検討を取り上げ、北海道もち米の欠点を抽出した上で、それらを数値化する測定法を開発すると共に、北海道もち米の加工適性向上に有効となる分析項目を設定し、多数点試料の分析から現況の正確な評価と目標値を数値化することを試みた。

その結果、北海道米の加工上の問題点は、硬化速度が遅いため作業に支障をきたし、成型時に不良品が発生しやすい。膨化性が低いため製品品質が劣り、官能評価も劣る。白度が低くもち生地の外見品質が劣ることが明らかとなった。そこで、これまで簡易な測定方法がなく、数値的な比較が困難であったもち生地硬化性の評価法の検討を行い、レオメーターを用いた測定法を考案し適用したところ、府県産もち米との違いを良く反映していた。また、既往の方法による硬化性測定値とも高い相関を示したことから、硬化性の測定法として妥当なものと判断された。さらに、品種選抜に応用するために簡易・微量・迅速に硬化性が推定できる新たな検定法の開発に取り組み、RVAによるピーク時温度測定法の適用を検討したところ、レオメーターによる硬化性測定値と高い相関関係が得られ、1点約10分、4gの試料で精度良く硬化性を推定でき、育成材料の選抜検定法として利用可能と考えられた。

本研究での知見は、もち米品種の選抜検定法として取り入れられており、現在の北海道主力品種である「はくちようもち」および「風の子もち」の育成過程でも取り入れられた(本間ら, 1991; 丹野ら, 1997)。その結

果、かつての北海道もち米の主力であった「おんねもち」、「たんねもち」に比較して白度が飛躍的に向上した。硬化性に関しては、現在のところ府県品種に匹敵する育成材料は見いだされていないが、今後硬化性に関する選抜を継続することにより、高い硬化性を備えた加工適性の高いもち米品種の開発が期待できる。

3-4 北海道米の酒造適性評価

北海道米の集約的産地形成に基づく第3の生産カテゴリーは、「地域の創意・工夫を生かしながら多様な需要に対応する産地形成」である。この推進に必要な研究項目とは、加工用途専用品種の開発と新たな社会ニーズに対応した、新規需要開拓のための検討である。本研究では、国内の加工用途のうち需要が最も多く、道内実需者から強い要望がある、酒造専用品種の開発を目的とした北海道米の酒造適性評価を取り上げた。現状の問題点と品種開発に必要な条件の明確化を試みた。その結果、酒造適性に関わる原料米の重要な特性は、千粒重が大きくカリウム、蛋白含有率が低いこと、さらに蛋白含有率が同程度であればPB-I 比率が高い特性であると考えられた。

これらの特性について北海道米のかけ米適性を評価したところ、千粒重はやや小さく、吸水性は劣った。蛋白含有率はやや高く年次や地域による変動が大きかった。蛋白質組成ではPB-IIの比率が低く、この点は酒造りに優位な特徴であった。アミロース含有率はやや高くカリウム含量は低い特徴があった。実際の清酒製造試験では、清酒成分は府県品種と大きな違いはみられず、官能評価では辛口、濃厚できれいな酒となる傾向が認められ、総合評価でも一般酒造原料米の東北産キヨニシキを上同った。

以上から現在使用されている北海道品種は東北産酒造品種と同等の酒造適性(かけ米)があると判断されたが、今後酒造専用品種の開発に当たっては、栽培特性など他の条件を備えた上での大粒化と、蛋白含有率の低位安定化およびPB-II比率の低減化が課題になるものと考えられた。

現在では、本研究でのこれらの知見を基礎として新たな酒造原料専用品種の育成がなされた。「初雫」は平成10年に北海道農業試験場により育成されたが、千粒重は従来の北海道米より大粒であり、また低蛋白、低PB-IIの特性を持っている(北海道農業試験場, 1998)。ま

た、平成12年には北海道立中央農業試験場により「吟風」が育成された（北海道立中央農業試験場、2000）。こちらは大粒・心白の特性を備えた本格的な酒造専用品種である。両品種とも選抜過程で、本研究で明らかにされた酒造適性項目についての検討を経て育成された品種である。現在まだ作付け面積は少ないが、両品種を使った地元ブランドの酒造要望が強く寄せられており、今後これらの需要が伸び、北海道米の酒造用途利用が拡大することが期待される。

3-5 北海道米の低アレルギー化に関する技術開発

第3の生産カテゴリー「地域の創意・工夫を生かしながら多様な需要に対応する産地形成」に関するもう一方の推進方向は、新たな社会ニーズに対応した、新規需要開拓のための検討と、新たな価値基準に基づく北海道米の再評価である。緒論でも述べたように、現在の米市場は良食味競争が進み、各道府県でのブランド品種開発が行われたために、実際の食味の差は市場での価格差ほどないと考えられる。今後さらに米の市場開放が進み、販売の自由化が進むことが必至な状況下では、あらたなブランド品種の開発には食味が良いだけではなく、さらにプラスαできる新たな特性が求められるようになると予想される。そのような特性として注目されている形質は人の健康に対する機能性である。現在日本各地で検討されている具体的な機能性としては、低蛋白吸収性、低アレルギー性、抗酸化性、生体調整機能（腸内環境の調整、血圧維持、血糖上昇抑制など）などがある（西尾ら、1993；農水省農業研究センター、1999）。

本研究では、米のアレルギー性と評価法の開発と高度精白処理による北海道米の低アレルギー化技術に関する解析をおこなった。臨床での高度精白米の有効性を生化学的に検証するために、精白処理に伴う抗体結合活性の変化と米粒内での抗体結合活性の分布についての検討をおこなった結果、抗体結合活性の分析から、米抗原は米粒表層に局在することが明らかとなった。このことは、高度精白処理が抗原の除去に有効な技術であることを示

唆した。精白歩合が高まるに従い抗体結合活性が低下する傾向が、多くのアレルギー患者に共通して認められた。このことから、臨床における高度精白米の有効性は、米表層の原因抗原が低減されたことによると考えられた。

高度精白米については、これまでも多くの臨床医の間でアレルギー治療に経験的に利用されてきた実績がある。しかし、高度精白米に絞って有効性を調べた報告例は見あたらない。これは、高度精白処理が基本的には酒米調製の一工程であり、酒造用品種と特殊な精米機を用いる精白法であるために、普通品種の高度精白米は、一般ルートでの入手が困難であり、価格も普通精白米に比較して割高になることが主な原因と考えられる。本研究により生化学的な有効性があらためて確認されたことにより、アレルギー患者用途としての高度精白米の生産・流通が促進され、北海道米の新規需要開拓につながることが期待される。

第4節 戦略的産地形成への課題と展望

本研究では、一貫して北海道米の集約的産地形成の考え方に基づく、3つの生産カテゴリーへの技術の振り分けを意識しながらテーマを選択してきた。3つの方向性は、それぞれ異なる技術的課題を含み、相互に矛盾する側面をも持つ。しかし、14万haもの広大な水田面積に多様な気象・土壌の変動を包含する北海道では、そこで生産される約70万tもの米を単一のブランド・銘柄として販売することは困難であり、何らかの基準により地域を区分し、それぞれの特徴を活かした米生産を行う以外に、府県品種に対して優位性を示すことはできない。本研究で取り上げた個々の研究テーマは、産地形成を推進し各生産カテゴリーに見合った新規用途の開拓と、用途別品質の高度化方針を打ち出すための素材となるものであり、どの技術を活用するかは、各地域の実状を勘案しながら選択されるべきものと考えられる。

VI 摘要

1 北海道の良食味米生産現況と技術目標の設定

集約的な産地形成と各地域の生産カテゴリー区分を推進するための前提条件として、府県良食味品種に比較した、北海道米の食味特性現況を明らかにするとともに、食味を向上させるために必要な条件を明確化し、具体的な数値目標を設定するための検討を行った。

- 1) 北海道米の食味特性値の現況は、新品種の開発や良食味生産技術の普及・指導により、1980年代に比較して明らかに向上しているが、依然として府県品種に比較して白度、熱糊化性およびテクスチャーは劣っていることが明らかとなった。これらの要因としては、アミロース含有率と蛋白含有率の影響が大きく、特に近年は北海道内での食味特性の変動要因として蛋白含有率の重要性が増していると考えられた。
- 2) アミロース含有率と蛋白含有率を総合化した指標であるAPSを用い、この指標値60を北海道米全体の当面の目標とすることを提案した。この値は、アミロース含有率19.5%かつ蛋白含有率68g/kgで達成される値であり、これまでの北海道米の実績から考慮して実現可能な目標と考えられた。
- 3) 集約的な産地形成路線に基づく各地域の生産カテゴリー区分には、気象条件による地帯区分を基礎にすることが有効と考えられ、良食味米品種生産可能地帯では、極良食味新品種と地帯内での食味変動解消技術の投入を図り、「大ロットで均質な良食味米を安定的に供給しうる広域的な産地地形」を推進することが必要である。また、気象的に良食味米生産が困難な地帯では、「地域の創意・工夫を生かしながら多様な需要に対応する産地形成」を推進するために、食味以外の新規用途の開拓と、用途別品質の高度化方策の導入を検討する必要があると考えられた。

2 土壌改良による北海道米食味の高位平準化の検討

食味の地域間差を解消するための技術として、泥炭地水田に対する客土の効果を詳細に解析するための水稲栽培試験を4年間にわたり実施した。客土による土壌環境の変化とそれともなう水稲生育、収量および養分吸収に与える影響を解析し、産米の食味特性向上の機作を考察した。さらに、解析結果を基礎に、良食

味米生産を目的とした客土を施工するための、施工基準の策定を試みた。

- 1) 客土が水稲の生育・収量におよぼす影響を整理すると、客土によって水稲の有効茎数確保の時期が早まり、泥炭地水田に特徴的な生育不良パターンである遅れ穂の発生が抑制された。また、N乾物生産効率が上がり、より多N条件での乾物増加速度が高まることが明らかとなった。水稲によるN吸収では、客土区での成熟期N吸収量、生育期間中の茎葉N含有率の大幅な減少、N吸収パターンの生育初期への前倒し傾向が認められた。また、客土材からは圃場条件下においても豊富なケイ酸溶出が認められ、水稲のケイ酸吸収に極めて密接に反映されていた。このことから、客土のケイ酸補給効果は非常に大きいことが裏付けられた。客土による増収効果は、20cmおよび30cmという大量の客土量でも、また、SL土性の客土材によっても得られることが明らかとなった。客土区の増収要因は、同一籾数レベルでの登熟歩合が顕著に高まった事であり、このことは水稲の登熟能力自体が向上したことを示すものであった。
- 2) 客土が産米の品質および食味におよぼす影響を整理すると、いずれの客土区でも整粒歩合は高まり、未熟粒歩合が大きく低下した。客土量による差は明確ではないが、LiC客土に比較してSL客土での玄米品質の向上効果がより大きかった。このように、客土により玄米品質が向上した要因としては、客土による遅れ穂の減少（→未熟粒の減少）と乾物生産力の増加による粒の充実度向上（→整粒歩合の増加）が影響していた。客土により影響を受ける食味関連成分は主に蛋白含有率であり、大幅な低下が認められた。しかし、客土はアミロース含有率には影響を及ぼさなかった。蛋白含有率の低下はアミログラム特性値（MVおよびBD）に影響を及ぼし熱糊化性の向上をもたらすと同時に炊飯米のテクスチャーに影響を及ぼし、炊飯米を柔らかくした。これら食味特性値の向上により、官能試験による食味評価値も客土により向上し、総合評価値では客土10cmで約1ランク、30cmでは3ランクの向上を示した。また、客土材の種類ではLiC客土材よりSL客土材の向上がより大きかった。

- 3) 客土による蛋白含有率の低下は、N玄米生産効率の向上に起因するものであり、さらにその原因は吸収Nあたりの乾物生産量(=N乾物生産効率)が増加したことによるものであることが明らかとなった。N乾物生産効率の分母であるN吸収量が客土により減少した要因は、作土のN供給力の低下と、下層土からのN供給の遮断効果によるものと考えられた。客土区では葉身の直立化と群落高および葉位別葉身重構成が変化し、光合成効率に有利な群落構造になっていたことが明らかになった。また、葉身厚の増加と旺盛なケイ酸吸収による葉身へのケイ酸集積により、個葉の光合成能も高まっていたと推察される。この乾物生産力の向上が、N吸収の減少と共に作用し、客土区でのN乾物生産効率の向上をもたらしたものと結論づけた。
- 4) 客土材からのケイ酸溶出は、水田作土に比較して量が多いのみでなく、pHの変化に対する溶出パターンも異なることが認められ、より易溶性の画分の比率が高いことが明らかとなった。また客土材と水田作土の比較では、客土材のケイバン比は高いことから、ケイ酸給源物質の存在形態は水田土壌と異なっていることが推定された。土取り場断面の可給態ケイ酸含量の調査から、土層内で溶脱された塩基およびケイ酸が下層に移動したと推定され、これが客土材中に存在する豊富な易溶性のケイ酸の給源となっていた。
- 5) 産米の米粒中蛋白含有率を80g/kg以下に下げること目標として良食味栽培を目的とした客土の基準の設定をおこなった。その結果、土壌中可給態窒素、可給態ケイ酸含量(湛水保温静置法)は、成熟期茎葉の窒素、ケイ酸含有率と高い相関があることから、これにより客土要否判定基準を作成した。客土による食味向上効果は、客土材の化学性によって違いが認められた。また土性では砂質客土で効果が高く、粘土含量による従来の基準は適当でないと考えられ、可給態ケイ酸含量により客土材の基準を作成した。また、客土量は原土と客土材の可給態ケイ酸含量から客土後作土のケイ酸含量が130mg/kg以上になるように算出した。客土による食味向上効果の持続年数は、客土材の理化学性と客入量によって異なると思われるが、客土後10年程度を目安として土壌診断により客土の要否判定することの必要性を明らかにした。

3 産地形成推進のための新たな技術開発

3-1 炊飯米の外観評価法の開発と北海道米の評価

炊飯米の外観を少量の試料で迅速に客観評価する方法を開発するために、画像解析装置の応用を試みた。炊飯米の外観を測定するための測定パラメーターの設定をおこない、少量炊飯条件および画像取り込み時のばらつきについても検討を加えた。また、画像解析測定値と官能評価との関連性を検討して、炊飯米の外観を評価する方法としての有効性について検討した。得られた結果は次の通りである。

- 1) 炊飯米の白さを画像解析により測定するためのパラメーターとして、画像の平均輝度値を設定し計測したところ、官能評価値と有意な相関関係が認められた。炊飯米のつやを画像解析により測定するためのパラメーターとして、画像中の高輝度部分を抽出し、累積画素数を計測したところ、官能評価値と有意な相関関係が認められた。また、この閾値として輝度値185を設定した。これらの測定パラメータを用いて、画像解析をおこなうことにより、炊飯米の外観を客観的に機器測定することが可能と考えられた。
- 2) 炊飯時の加水条件について検討し、白米重量比1.5倍に統一した。画像取り込み時のばらつきおよび炊飯ロットによる測定値のばらつきは小さく、十分な再現性が得られた。設定した測定スキームに従えば、25gの白米試料で、1日に約100点程度の測定が可能となった。
- 3) 北海道米の炊飯米は、白さの点では府県品種に近づいていると評価できるが、つやに関しては明らかに劣っており、この点が外観上の重要な改善点であると考えられる。
- 4) 一世代前の北海道米である「ゆきひかり」に比較して、それ以降に育成された良食味品種は、平均輝度、つや面積とも高く、食味とともに外観品質も向上していることが明らかとなった。
- 5) 炊飯米の外観を総合的に評価するために、①平均輝度、②つや面積、③つや強度を3つの要素として、トライアングルレーダーチャートにプロットしたところ、さまざまな米の外観的特徴がイメージしやすい形で表現できた。

3-2 米粒中貯蔵蛋白質組成測定法の検討と変動

要因解析

米粒中に含まれる蛋白質と食味の関係をより詳細に解析するためにPBの分画定量法およびその変動要因について検討を加え、以下の結果を得た。

- 1) SDS-PAGEとデンストメトリーの組み合わせにより簡易に分画定量できる方法を開発した。この方法を用いてPBの品質・食味や加工適性に対する影響を詳細に検討することが可能になると考えられた。また、育種選抜に対しては、良食味品種に加え、低グルテリン、低プロラミンなど特殊な用途の米の開発に対しても有効な検定法となる。
- 2) 米の外見形質および熟糊化性の面からは、蛋白質含量だけではなく、PB-Iの比率が低い方が有利である可能性が示された。
- 3) 北海道と府県品種間のPB-I比率の比較分析についてまとめると、いずれの年次、品種でも、北海道米のPB-I比率は府県品種に比較して安定的に3~5%程度高いことが明らかとなり、これがPB組成の上での北海道米の大きな特徴であることが明らかとなった。
- 4) 培養変異は、かなりの高率でPB組成変異体が出現することから、今後さらに、次世代への遺伝性や品質との関連性解析を進めることにより、新たな特性を持った品種開発のための有効な手法となりうると考えられた。
- 5) PB構成ポリペプチドは、穂の肥大初期から一部集積が認められており、集積開始時期はポリペプチドにより異なった。PB-Iの集積は、PB-IIより遅れて開始し、出穂15日以降の集積割合が高かった。

3-3 北海道もち米の加工適性向上に関する技術開発

北海道もち米の欠点を抽出した上で、それらを数値化する測定法を開発すると共に、北海道もち米の加工適性向上に有効となる分析項目を設定し、多数点試料の分析から現況の正確な評価と目標値を数値化を試みた。

- 1) 北海道もち米の実需現場での加工適性の問題点を明らかにするために、米菓加工工場において小規模な製品製造試験を行ったところ、①硬化速度が遅いため作業に支障をきたす。また、成型時に不良品が発生しやすい。②膨化性が低いため、製品品質が劣り官能評価も劣る。③白度が低くもち生地の外見品質が劣ると

いった内容にまとめられた。

- 2) もち生地の硬化性を測定する方法として、レオメーターを用いた測定法を考案し適用したところ、府県産もち米との違いを良く反映していた。また、既往の方法による硬化性測定値とも高い相関を示したことから、硬化性の測定法として妥当なものと判断された。
- 3) 硬化性の測定を育成材料の選抜検定法として適用するため、オートアナライザーによるブルーバリュー測定法およびRVAによるピーク温度測定法の適用を検討したところ、レオメーターによる硬化性測定値と高い相関関係が得られ、特にRVA法は、1点約10分、4gの試料で精度良く硬化性を推定でき、育成材料の選抜検定法として有効であった。
- 4) 北海道もち米の加工適性の向上に重要な分析項目として①白米白度、②蛋白含有率、③もち生地の硬化性および④RVAピーク時温度があげられた。これらの分析値はいずれも府県産品種と極めて大きな差異が認められたことから、当面は府県と北海道もち米の中間値を目標値として、早急にこの差を縮める必要がある。また、各測定項目は分析可能点数と試料必要量を勘案して、新品種育成の各段階で取り込むことが効率的であると考えられた。

3-4 北海道米の酒造適性評価

「地域の創意・工夫を生かしながら多様な需要に対応する産地形成」を推進するための1研究項目として、北海道米の酒造適性評価を取り上げ、現段階での北海道米の評価を明らかにした上で、酒専用品種開発に向けた方向性を明確化する検討を行った。

- 1) 酒造適性に関わる原料特性について検討したところ、千粒重が大きくカリウム、蛋白含有率が低い米、さらに蛋白含有率が同程度であればPB-I比率が低い米がかけ米として優れていると考えられた。
- 2) 北海道米の原料米としての酒造適性を評価すると、千粒重はやや小さく、吸水性は劣った。蛋白含有率はやや高く年次や地域による変動が大きかった。蛋白質組成ではPB-IIの比率が低かった。アミロース含有率はやや高くカリウム含量は低かった。
- 3) 北海道米を用いた清酒製造試験の結果、清酒成分は府県品種と大きな違いはみられず、官能評価では辛口、濃厚できれいな酒となる傾向が認められ、総合評価でもキヨニシキを上回った。

4) 以上から現在使用されている北海道品種は東北産酒造品種と同等の酒造適性（かけ米）があると判断されたが、栽培特性など他の条件を揃えた上で大粒化と蛋白含有率の低位安定化が重要である。

3-5 北海道米の低アレルギー化に関する技術開発

社会的な新規ニーズとして、北海道米の低アレルギー化技術の検討を取り上げ、検討を進める上で基礎となる、EIA（Enzyme Immunoassay：酵素免疫測定法）による米アレルギー性の評価法を開発するとともに、高度精白処理による北海道米の低アレルギー化技術の可能性について論じた。

- 1) EIAにより米塩可溶蛋白質の抗体結合活性を効率よく測定する系を作成した。また、基準抗原による検量線を導入することにより、定量性と再現性が高まった。
- 2) 基準抗原50ng当たりの抗体結合活性を1Kirara-Unit(KU)と定義し、塩可溶蛋白質当たりの抗体結合活性(比活性： $KU/\mu g$ 蛋白質)を求めた。また、人が実際に摂食するのは米蛋白質ではなく米全体であることから、塩可溶蛋白質当たりの抗体結合活性に各試料の塩可溶蛋白質含有率を掛け合わせて米一定量当たりの抗体結合活性（比活性： $KU/100\mu g$ 米粉）を解析に用いた。

3) 蛋白質含量は米粒表層画分で高く、内部の画分になるに従い低下する分布を示した。70%高度精白米の蛋白質含量は玄米の約7割であった。また、塩可溶蛋白質含量は米粒表層20%で高く、それより内部では低下し、中心部までほぼ均一であった。その抗体結合活性は米粒表層画分で極めて高く、内部の画分で急激に低下した。この結果、米粒全体で見ると米の抗体結合活性は米粒表層に局在する分布を示すことが明確となった。

- 4) 精白歩合を70%まで高めることにより、抗体結合活性は玄米の4%程度にまで低減化することが明らかとなった。
- 5) 塩可溶蛋白質と抗体結合活性の米粒内分布には若干の品種間差が認められたが、胚乳中心画分に存在する比率に品種間差は認められず、蛋白質含量が同レベルであれば、いずれの品種を原料として用いても、同程度に抗体結合活性が低減化された高度精白米の調製が可能と考えられた。
- 6) 本研究での高度精白米に関する知見は、北海道米の低アレルギー化に寄与することができ、他府県に対して優位性を示すことが可能な、有効な技術開発となりうると考えられた。

謝 辞

本研究をとりまとめるにあたり、岩手大学大学院連合農学研究科 菊地晃二教授には懇切なるご指導および本稿のご校閲を賜った。元帯広畜産大学畜産環境学科 近堂祐弘教授、京都府立大学 田中國介教授には本研究のとりまとめの契機を与えていただき、有益なご助言をいただいた。また、岩手大学大学院連合農学研究科 石橋憲一教授、安藤豊教授、青山正和教授には本稿のご校閲を賜った。ここに深甚なる謝意を表します。

本研究は元中央農試稲作部栽培第一科長 関口久雄氏および稲津脩博士のご指導とご援助により開始したものであり、元中央農試農産化学部長 古山芳廣博士、同 木村清氏、同 能代昌雄氏、元中央農試農業土木部長 前田要博士、農産工学部長 村上紀夫博士 には多くのサポートをいただいた。

本研究の遂行にあたり、元中央農試農業土木研究室 鎌田一室長、武井達也氏、道南農試技術普及部長 熊谷秀行氏、中央農試農産工学部 谷口健雄氏、元稲作部裁

培第一科 宮森康雄氏、藤倉潤治氏、元穀物利用科長 大村邦男博士、同 中津智史博士、農産工学部農産品質科長 加藤淳博士、小宮山誠一研究員、奥村理研究員、中森朋子研究員には、研究の遂行にあたり貴重なご助言と絶大なるご援助を賜った。また、中央農試稲作科、上川農試稲作科、北海道農業試験場稲育種研究室には分析試料の提供をいただいた。

元京都府立大学農学部 光川典宏博士、北海道赤十字血液センター 宮崎孔氏には、懇切なる分析指導をいただいた。また、札幌国税局鑑定官室、北海道醸造技術研究会、北海道立食品加工研究センター、小林酒造株式会社、北の誉酒造株式会社の各位には醸造試験を担当いただいた。

米アレルギー研究会の各位には、臨床試験、試料米の調製、分析の援助など絶大なるご支援をいただいた。

以上の各位に心から謝意を表します。

引用文献

- International Commission on Illumination (1976) : CIE Standard Colorimetric System, CIE Publication 15(2), Geneva, Swiss.
- T. Kumamaru, H. Satoh, T. Omura, M. Ogawa and K. Tanaka (1988) : *Theor. Appl. Genet.*, 76, p11-16
- U.K. Laemmli (1970) : *Nature*, 227, p680
- pJ. Larkin, and W.R. Scowcroft (1981) : Somaclonal variation—a novel source of variability from cell cultures for plant improvement, *Theor. Appl. Genet.*, 60, p197-214
- M. Monsi, und T. Saeki (1953) : *Über den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion*, *jpn. J. Bot.*, 14, p22-52
- T. Matsuda, M. Sugiyama, R. Nkamura and S. Torii (1988) : *Agric. Biol. Chem.*, 52, p1465
- T. Matsuda, R. Nomura, M. Sugiyama, and R. Nkamura (1991) : *Immunochemical Studies on Rice Allergenic Protein*, *Agric. Biol. Chem.* 55 (2), p509-513
- M. Ogawa, T. Kumamaru, H. Satoh, N. Iwata, T. Omura, Z. Kasai and K. Tanaka (1987) : Purification of Protein Bodies of Rice Seed and its Polypeptide Composition, *Plant Cell Physiol.*, 28 (8), p1517-1527
- M. Shibasaki, S. Suzuki, H. Nemoto and T. Kuroume (1979) : *J. Allergy Clin. Immunol.*, 64, p259-265
- K. Tanaka, T. Sugimoto, M. Ogawa and Z. Kasai (1980) : Isolation and Characterization of Two Types of Protein Bodies in the Rice Endosperm, *Agric. Biol. Chem.*, 44 (7), p1633-1639
- Y. Tanaka, S. Hayashida, & M. Hongo (1975) : The relationship of the feces protein particles to rice protein bodies, *Agric. Biol. Chem.* 39, p515-518
- M. Watanabe, J. Miyakawa, Z. Ikezawa, Y. Suzuki, T. Hirao, T. Yoshizawa, and S. Arai (1990) : Production of Hypoallergenic Rice by Enzymatic Decomposition of Constituent Protein, *J. of Food Science*, 55-3, p781-783
- H. Yamagata and K. Tanaka (1986) : The Site of Synthesis and Accumulation of Rice Storage Proteins, *Plant Cell Physiol.*, 27 (1), p135-145
- S. Yoshida (1981) : *Fundamentals of Rice Crop Science*, IRRI (Los Banos)
- 赤井隆, 高橋正男, 山田康郎 (1962) : 北海道産米の酒造適性試験 (1), 玄米の性状及び成分並びに物理的性状の変化について, *醸協*, 57 (1), p68
- 有坂将美, 中村雅彦, 吉井洋一, 谷地田武男 (1988) : 破碎糯精米の性状および米菓加工性, *新潟食品研究所研究報告*, 23, p15-19
- 安藤豊, 小松宝栄, 加藤雅也, 角田憲一 (2000) : ケイ酸施用が施肥窒素吸収に与える影響, *日本作物学会東北支部会報*, 43, p71-72
- 池澤善郎 (1989) : 皮膚科からみたアトピー性皮膚炎と食物アレルギー, とくに重症型における米アレルギーの関与とその対策の試み, *メディカルトリビューン*. 第6回免疫薬物療法研究会記録集, p99-115
- 池澤善郎 (1990) : 日本における重症アトピー性皮膚炎の発症・増悪因子に関する研究, *日本リディアオリリー協会平成元年度年報*, p41-60
- 池澤善郎, 池部敏市, 小倉英郎, 小田嶋博, 黒坂文武, 勝呂宏, 鈴木慎一郎, 藤沢重樹, 松田三千雄 (1991) : アトピー性皮膚炎に対する低アレルギー米 (HRS-1) の臨床効果, *アレルギー*, 40 (6), p633-642
- 池澤善郎, 椿和文, 大砂博之, 嶋田禎祐, 茂木和之, 杉山宏, 勝俣和子, 安西弘行, 天野三郎 (1999) : アレルギー低減化米 (AFT-R1) の有用性と塩不溶性米アレルギー分子の解析, *アレルギー*. 48, p40-49
- 石井修一, 有坂将美, 江川和徳, 横塚朝子, 斉藤昭三 (1972) : 新潟県産米の商品性に関する研究 第2報 産地を異にする粳米油脂, *新潟食研研報*, 12, p49-52
- 稲津脩 (1979) : 北海道産米の品質改善に関する研究, *澱粉科学*, 26 (3), p191-197

- 稲津脩 (1988) : 北海道産米の食味向上による品質改善に関する研究, 北海道立農業試験場報告, 66, p1-89
- 稲津脩 (1990) : 良質米の理化学特性と栽培 (シンポジウム記事), 日本作物学会紀事, 59 (3), p611-615
- 稲津脩, 渡辺公吉, 前田巖, 長内俊一 (1974) : 北海道産米の品質改善に関する研究 (第1報), 米澱粉アミロース含有率の差異, 澱粉科学, 21 (2), p115-119
- 稲津脩, 渡辺公吉, 前田巖 (1976) : 北海道産米の品質改善に関する研究 (第2報), 米澱粉アミロース含有率の差異, 澱粉科学, 23 (4), p175-178
- 稲津脩, 渡辺公吉, 今野一男, 森毅彦 (1978) : 泥炭地水田に対する客土の米質向上効果, 北海道農試集報, 39, p1-11
- 稲津脩, 宮森康雄, 柳原哲司, 関口久雄 (1986) : 土壌類型別調査よりみた食味特性支配要因の解析, 日土肥誌要旨集
- 稲津脩, 柳原哲司, 宮森康雄, 谷口健雄 (1990) : 北海道産米の品質解析とその改善技術に関する研究 (第13報) 食味指標値 (APS) の提案, 日土肥誌要旨集, 36, p87
- 石間紀男, 平宏和, 平春枝, 御子柴穆, 吉川誠次 (1974) : 米の食味に及ぼす窒素施肥および精白米中のタンパク質含有率の影響, 食総研報, 29, p9-15
- 今泉吉郎, 吉田昌一 (1958) : 水田土壌のケイ酸供給力に関する研究. 農業技術研究所報告B第8号, p261-304
- 後木建一 (1992) : 日本小児アレルギー学会第29同抄録集, p212
- 江川和徳, 吉井洋一 (1990) : 産地・品種を異にした糯米による餅の硬化性, 新潟食品研究所研究報告, 25, p29-33
- 岡崎直人・伊藤清・小林信也 (1988) : 昭和51~59年度産原料米の酒造適性の解析, 醸協, 83, p764
- 岡本嘉 (1957) : 珪酸欠乏水稻の生育について (2), 山梨大学学芸学部研究報告8号, p172
- 岡本正弘, 堀野俊郎, 新井利直, 坂井真 (1988) : 米の成分と炊飯米の粘りとの関係, 育雑, 38別1, p332-333
- 岡本正弘, 堀野俊郎, 脇本賢三, 新井利直, 坂井真 (1989) : 土壌型による食味の変動と米の成分との関係, 日作紀, 58別1, p68-69
- 奥田東, 高橋英一(1961a) : 作物に対するケイ酸の栄養生理的役割について (第2報), ケイ酸欠除の時期が水稻の生育ならびに養分吸収におよぼす影響, 土肥誌, 32, p481-488
- 奥田東, 高橋英一(1961b) : 作物に対するケイ酸の栄養生理的役割について (第3報), ケイ酸の供給量が水稻の生育ならびに養分吸収におよぼす影響, 土肥誌, 32, p533-537
- 小田原孝治, 松江勇次, 比良松道一, 和田信一郎 (1992) : 福岡県北部に分布する灰色低地土と黒ボク土産稲体の無機成分及びアミロース含有率の差異, 日作紀, 61別2, p47-48
- 狩野幹夫, 岡野博文 (1984) : 茨城県産水稻玄米の化学成分とその変動要因に関する研究, 茨城農試研究報告, 24, p51-66
- 上川農業試験場 (2000) : 業務用米の実需者ニーズと品質に係わる実態調査, 北海道農業試験会議資料, p1-34
- 菅野一郎編 (1964) : 日本の土壌型, p35, 農文協 (東京)
- 京都大学農学部農芸化学教室編 (1957) : 新版農芸化学実験書 (増補), 第1巻, p130, 産業図書
- 倉沢文夫 (1969a) : 米の味 (I), 遺伝, 23 (8), p73-78
- 倉沢文夫 (1969b) : 米の味 (II), 遺伝, 23 (12), p42-47
- 倉沢文夫 (1979) : 米の食味特性について, 調理科学, 12 (3), p128-137
- 厚生省 (1995) : 平成3年度保健福祉動向調査
- 国税庁醸造試験所 (1993) : 酒米の品種, p224-226
- 崔仁録, 星豊一(1988) : 新潟県における水稻品種の品質・食味の向上, 第1報 炊飯光沢による食味の簡易検定法の検討, 北陸作物学会報, 23, p25
- 雑賀慶二 (1991) : 保水膜とアリュロン層の下低圏, 農業技術体系, 作物編2イネ基本技術②, p677-684
- 佐伯宏, 白石常夫, 西川久雄, 赤井隆 (1973) : 北海道産米による清酒醸造試験(5), 製成酒の分析成分, きき酒結果, 製造時の所見ならびに製造諸歩合について, 醸協, 68 (1), p47
- 笹川秋彦 (1994) : 低アレルギー化無菌化包装米飯に

- について, 第25同研究会記録集, 新潟アレルギー研究会誌, 11, p11-14
- 佐々木忠雄, 長内俊一, 稲津 脩, 江部康成 (1977) : 北海道水稲品種の理化学的食味形質についての育種的一考察, 北海道立農試集報, 37, p1-10
- 佐々木忠雄, 新井利直, 稲津 脩 (1980) : 水稲品種系統ならびに雑種集団におけるアミロース含有率の変異と選抜上の知見, 北海道立農試集報, 44, p72-78
- 佐々木多喜雄, 佐々木一男, 柳川 忠男, 沼尾 吉則, 相川 宗巖 (1990) : 水稲品種「きらら397」の育成について, 北海道立農試集報, 60, p1-18
- 渋谷直人 (1990) : 米の細胞壁の科学構造と品質, 日食工誌, 37 (9), p740-748
- 渋谷直人, 鈴木信隆, 岩崎哲也 (1983) : 精白米粉末のアミログラフィーに対する内在性 α -アミラーゼの影響, 澱粉科学, 30 (3), p284-287
- 渋谷直人, 岩崎哲也 (1984) : 精白米の炊飯性および米飯のテクスチャーに対する細胞壁分解酵素の影響, 日食工誌, 31 (10), p656-660
- 杉山純一, 黒河内邦夫, 堀内久弥 (1990) : 微小体用動的粘弾性測定システムの開発, 日食工誌, 37 (1), P61-67
- 平宏和, 平春枝 (1972) : 北海道産水稲うるち玄米の蛋白質含量, 日本作物学会紀事, 41, p44-50
- 平宏和, 平春枝 (1973) : 北海道産水稲うるち玄米の蛋白質含量(続), 食品総合研究所報告, 28, p19-32
- 平宏和, 平春枝, 中島紀一 (1978) : 同一部落で生産された玄米の蛋白質含量におよぼす土壌型の影響, 食品総合研究所報告, 33, p86-88
- 高橋英一 (1987) : ケイ酸植物と石灰植物, 農山漁村文化協会, p78-79
- 高橋英一, 新井清彦, 樫田義彦 (1966) : 水稲における 14CO_2 の同化と穂への転流に対するケイ酸の効果, 作物に対するケイ酸の栄養生理的役割について (第14報), 土肥誌, 37, p594-598
- 高橋和夫, 野中邦彦 (1986) : 水田土壌中の有効態ケイ酸について (第2報), 有効態ケイ酸の測定法の開発と土壌診断への適用, 四国農試報, No.47, p16-39
- 高橋正男 (1962) : 北海道産米の酒造適性試験(6), 米澱粉および白米粉のAmylogramについて, 醸協, 57, p1029
- 田中國介 (1979) : 水稲種実の蛋白性顆粒, 形態と構成蛋白質について, 化学と生物, 17, p777
- 田中國介, 小川雅広 (1986) : お米の蛋白質, 化学と生物, 24 (11), p756
- 谷達雄 (1958) : 米の品質, 栄養と食糧, 11 (2), p45-50
- 谷達雄, 吉川誠次, 竹生新治郎, 堀内久弥, 遠藤勲, 柳瀬肇 (1969) : 米の食味評価に関係する理化学的要因 (I), 栄養と食糧, 22 (7), p452-461
- 丹野久, 前田博 新橋登, 佐々木一男, 田縁勝洋, 柳川忠男, 相川宗巖, 吉田昌幸, 菅原圭一, 菊地治己, 木内均, 平山裕治 (1997) : 水稲糯品種「風の子もち」の育成について, 北海道農試集報, 72, p55-68
- 竹生新治郎 (1964) : 米飯の物理的性質, 食糧-その科学と技術-(食糧研究所), 7, p14-25
- 竹生新治郎 (1971) : 米の味, 食の科学, 1, p79-86
- 竹生新治郎 (1987) : 米の食味, 全国米穀協会, p1-77
- 竹生新治郎, 渡辺正造, 杉本貞三, 酒井藤敏, 谷口嘉廣 (1983) : 米の食味と理化学的性質の関連, 澱粉科学, 30 (4), p334-341
- 竹生新治郎, 渡辺正造, 杉本貞三, 真部尚武, 酒井藤敏, 谷口嘉廣 (1985) : 多重同帰分析による米の食味判定式の設定, 澱粉科学, 32 (1), p51-60
- 茶村修吾, 本田康邦, 飯田耕平, 坪川藤夫 (1972) : 米の食味と土壌型の関係, 第2報 米粒の物理化学的性質と食味の関係, 日作紀, 41, p244-249
- 辻昭二郎 (1980) : 米飯のテクスチャーの米粒レベルでの2点測定法と食味と関連するパラメーター, 日食工誌, 27 (6), p265-269
- 辻昭二郎 (1981) : IIRIの米飯のテクスチャーの機器測定に関する国際的共同研究におけるテンシプレッサーによる2点測定法, 日食工誌, 28 (1), p48-51
- 富岡悦郎, 音羽道三, 渡辺公吉, 稲津脩, 今野一男 (1976) : 泥炭地における精密土壌調査の一例, 道立中央農試稲作部圃場の土壌, 北農, 43 (9), p17-29
- 豊島英親, 岡留博司, 大坪研一, 須藤充, 堀未登, 稲津脩, 成塚彰久, 大川俊彦, 井ノ内直良, 不破英次 (1997) : ラピッド・ビスコ・アナライザーによる米粉粘度特性のび良迅速測定法に関する共同試験, 日

- 食工誌, 44 (8), p579-584
- 土壤養分分析法委員会 (1986) : 土壤養分分析法, p1-440, (養賢堂)
- 中条均紀, 中野茂幸 (1998) : アレルギ-の臨床に寄せる 289 アレルゲン低減炊飯米 “ケアライスについて, アレルギ-の臨床, 234, p536-538
- 中村喜彰・村瀬治比古 (1985) : 新しい代かき土壤硬度試験法, 農機誌, 47, p359-362
- 日本穀物検定協会 (2000) : 米の食味ランキング, p1-30
- 西尾剛, 飯田修一 (1993) : 低グルテリン米, 低アレルゲン米の選抜 低蛋白食を必要とする人や米アレルギー患者などへの利用に期待, 化学と生物, 31 (4), p222-223
- 日本土壤肥料学会 (1986) : 土壤標準分析・測定法, p1-354, (博友社)
- 農林省食糧研究所 (1961) : 米の食味試験, 食糧-その科学と技術 (食糧研究所), 4, p13-28
- 農林水産技術会議事務局 (1991) : 品質評価基準に関する研究会報告書-米, p98
- 農林水産省農業研究センター (1999) : 新しい米を創る, p1-59
- 野本秀正・高橋康次郎 (1992) : 新道産米と統一銘柄清酒の商品化, 醸協, 87, (3) p168-175.
- 長谷川浩, 柳原哲司, 徳永善也, 三浦貴子, 松田三千雄 (1998a) : 米アレルギーの臨床調査 第1報 米の品種間差について, 日本小児アレルギー学会第35同抄録集, p191
- 長谷川浩, 徳永善也, 三浦清之, 柳原哲司, 後木建一 (1998b) : 米アレルギーの臨床調査 第2報 高度精白米の効果について, 日本小児アレルギー学会第35同抄録集, p192
- 林建一, 伊藤博 (1962) : 光利用効率から見た水稻品種の草型に関する研究 第1報 水稻品種の群落吸光係数とその意義, 日作紀, 30, p329-333
- 東正昭 (1986) : ブランド品種開発の現状と展望, おいしい米第3巻, 21世紀に向けた美味しい米の開発戦略, 農林水産技術情報協会, p59-84
- 藤巻宏, 櫛淵欽也 (1975) : 炊飯米の光沢による食味選抜の可能性, 農業および園芸, 50(2), p253-257
- 北海道農業試験場 (1998) : 水稻新品種に関する参考成績書 北海278号
- 北海道農業試験場 (1969) : 泥炭地の農業, 泥炭地研究室創立50年記念論文集, p1-283
- 北海道農務部 (1984) : 昭和59年普及奨励ならびに指導参考事項-水田土壤の有効態珪酸の評価法および珪酸資材の施用効果, p327-329
- 北海道農務部 (1986) : 昭和61年普及奨励ならびに指導参考事項-水稻に対する珪カル肥料の施用効果 (追補), p360-363
- 北海道農政部 (1996) : 北海道米の競争力強化に向けた推進方向, p1-20
- 北海道農政部 (2000) : 米に関する資料, p1-138
- 北海道立中央農業試験場 (1988) : 優良米の開発試験プロジェクトチーム第I期 (昭和55~61年度) の試験研究成果, 北海道立農業試験場資料第19号, p101-106
- 北海道立中央農業試験場 (1992) : 土壤および作物の栄養診断基準-分析法 (改訂版), p1-199
- 北海道立中央農業試験場 (2000) : 水稻新品種に関する参考成績書 空育158号, p1-68
- 北海道立中央農業試験場 (2001) : 米アレルギーに関する臨床実態と生化学的解析 -低アレルゲン米の評価・検定手法の確立-, p1-61
- 堀野俊郎, 長峰司, 岡本正弘, 福岡忠彦, 細田浩 (1987) : 温暖地硬質米における食味関連成分の相互関係, 日作紀, 56別2, p263-264
- 本間 昭, 楠谷彰人, 前田博, 佐々木一男, 天野高久, 前川利彦, 新橋登, 佐々木多喜雄, 柳川忠男, 沼尾吉則 (1991) : 水稻新品種「はくちょうもち」の育成について, 北海道立農試集報, 62, p1-11
- 北条良夫, 石塚潤爾 (1985) : 最新作物生理実験法, p232-253, (農業技術協会)
- 松井一樹 (1994) : アトピー性皮膚炎におけるIV型アレルギーの関与についての一考察 (米について), アレルギーの臨床, 14 (6), p436-438
- 松田智明 (1997) : 食味と米粒および炊飯米の構造, 米の食味評価最前線, 食糧検査協会, p90-101
- 水野直治 (1987) : 水稻の登熟に対するケイ酸の効果 (第7報), 総合考察, 北農, 54(11), p16-21
- 三井進午, 高遠宏 (1959) : 禾本科作物に対する珪酸の栄養学的意義 (第1報), 水稻の無珪酸栽培とその

- 症状, 土肥誌, 30, p535
- 南松雄, 土居晃郎 (1971) : 北海道産米の品質に関する物理化学的研究 (第1報), 米の食味特性値と栽培環境要因との環境, 北海道立農試集報, 24, p43-55
- 南松雄, 土居晃郎 (1973) : 北海道産米の品質に関する物理化学的研究 (第2報), 米の食味特性と蛋白質との関係, 北海道立農試集報, 26, p49-58
- 宮川加奈太, 平井義雄, 宮川淳子, 杉山朝美, 小松平, 菅千束, 池澤善郎, 中嶋弘 (1988) : アトピー性皮膚炎患者における診断基準科目, 年齢分布, 重症度, IgE-RAST, 血清IgE値の統計的解析-重傷アトピー性皮膚炎患者における米アレルギーの果たす役割, アレルギー, 37, p1101-1110
- 宮野信之 (1986) : 酒米研究会10年の歩み, 醸協, 81, p782.
- 柳瀬肇, 遠藤勲, 竹生新治郎 (1981) : もち米の品質, 加工適性に関する研究 (第1報) もち米の性状, 搗精品質ならびに二, 三の貯蔵性, 食総研報, 38, p1-9
- 柳瀬肇, 遠藤勲, 竹生新治郎 (1982) : もち米の品質, 加工適性に関する研究 (第2報) 国内産もち米の貯蔵と加工適性, 食総研報, 39, p1-14
- 柳瀬肇, 大坪研一, 橋本勝彦 (1984) : もち米の品質, 加工適性に関する研究 (第6報) もち生地の湯溶けならびに膨化伸展性の銘柄間差異, 食総研報, 45, p1-8
- 山田康郎 (1962) : 北海道産米の酒造適性試験 (4), 蒸米の溶解, 被糖化性について, 醸協, 57, p729
- 吉沢淑 (1982) : 原料米の分析法, 醸協, 77, (10, 11) p656, p798
- 吉田昌一 (1965) : 水稻体内におけるケイ素の存在様式と生理的意義に関する研究, 農業技術研究所報告, B 15, p1-55
- 渡辺道子 (1992) : 米アレルギー原因成分の構造・活性相関の解析と低アレルギー米の開発, 飯島記念食品科学振興財団年報 (1990), p174-178
- 和田定, 江部康成, 森村克美, 江川勇雄, 前田 博, 佐々木忠雄, 菊地治己, 新井利直, 本間昭, 山崎信弘 (1986) : 水稻品種「ゆきひかり」の育成について, 北海道立農試集報, 54, p54-70

Studies on Improvement of the Eating Quality and Value in Use of Hokkaido Rice

Tetsuji Yanagihara

Summary

With needs of good-tasting and increased demand of rice as background, we are expected to improve of the eating quality and value in use of hokkaido rice. In this paper we deal with four subjects of study for improvement of quality of hokkaido rice that as the following.

The first subject is high-level standardization of the eating quality of hokkaido rice. For this purpose, it is necessary to clarify the present situation of the eating quality of hokkaido and iron out regional differences of eating quality. We compared the eating quality of hokkaido with honshu rice. We tried to clarify problems of the eating quality of hokkaido rice and determine a numerical set point on the eating quality. The present situation of the eating quality of hokkaido rice is improved than before but hokkaido rice is inferior to honshu rice in the eating quality. That causes are high content of amylose and protein of hokkaido rice. We proposed that a numerical set point on the eating quality of hokkaido rice is APS=60. (APS is a eating quality value calculated by amylose and protein content of rice)

Next, we tried to improve the eating quality of rice produced in peaty paddy field by soil dressing in order to iron out regional differences of eating quality. The results were as follows : protein content of rice produced in soil dressing field were remarkably lower than produced in peaty paddy field. The tasting score estimated by sensory test improved one lank by 10cm of soil dressing. We analyzed the cause of improvement of eating quality by soil dressing, the following are the conceivable causes ; reduction of nitrogen absorption and enlargement of productive capacity of rice plant improve the efficiency of dry matter par nitrogen absorption. We concluded that the improvement of the efficiency of dry matter par nitrogen absorption reduced protein content of rice produced in soil dressing paddy field.

The second subject is development of new estimation technique for selection of very good tasting rice variety. We took up a measurement method of the visual characteristics of cooked rice using image analysis and a fractional determination method of storage proteins of rice endosperm. We enabled numerical measurement of whiteness and luster of cooked rice objectively using image analysis. This method enable to measure the visual characteristics of cooked rice of 100 samples par a day. A fractional determination method of storage proteins of rice endosperm applying SDS-PAGE and densitometry technique was developed. Applying this method to analysis of the relation between tasting characteristics and protein composition , lower ratio of PB-I was better-tasting than high ratio. The PB-I ratio in hokkaido rice is higher than the ratio in honshu rice. This experiment data signify that quantitative improvement is important in addition to the qualitative improvement of protein in hokkaido rice.

The third subject is improvement of processing aptitude of hokkaido rice. It is important to make clear the required characteristics in individual uses for keeping of the stable consumption of hokkaido rice. We took up an investigation of quality characteristics of hokkaido rice as brewers' rice and processing aptitude of glutinous rice as rice cake use. Good characteristics of rice for brewing aptitude were big 1000-kernel-weight, low protein and potassium content and low PB-II ratio of storage protein. Brewing aptitude of hokkaido rice was estimated good as same as brewers' rice produced at touhoku region. The results obtained in this study were referred in breeding the first brewers' rice variety in hokkaido, Hatsusizuku and Ginpu. It is most important problem for improvement of the quality of hokkaido glutinous rice to accelerate a hardening speed. The application of RVA(Rapid Visco Analyzer) for a selective test was examined. A high correlation coefficient was shown from measurement data of RVA and hardening speed of rice cake dough. Thus, hardening speed of rice cake dough can be estimated by measurement data of RVA. This method enable to measure the hardening speed of rice cake dough taking 10 minutes and using 4g of rice powder. Main glutinous rice variety in hokkaido, Hakuchomochi and Kazenokomochi were bred through the selection test of measurements developed in this study.

The fourth subject are an addition of a new value quite unlike the conventional values of hokkaido rice and a revaluation based on a new evaluation criterion. In this paper, we took up the analytical research of the relationship of allergenicity and rice varieties, and a degree of milling. The experimental condition was examined for quantitative measurement of the antigenicity of rice. Consequently, the best condition of EIA is as follows: 50 μ g/ml concentration antigen, serum dilution is 1:10, and second antibody dilution is 1:10000. In this condition, 2,000 samples can be measured using 10ml of patient serum and 20 μ l of second antibody. Precision and reproducibility can be increased by introducing the analytical curve of the standard protein in every plate. A difference in the reactivity of the serum used here was comparatively small. Globulin concentrations, specific activity and the product of globulin concentrations and specific activity were proposed for the indication of antigenicity. We tried to reveal the distribution of antigenicity in rice grain. We determined total protein content, salt soluble protein content and the antigen-binding capacity of salt soluble protein at layer fractions of rice grain. Salt soluble protein content was high at outer fractions, and it was low and constant at the inner fractions. The antigen-binding capacity in salt soluble protein was especially high at a layer fraction near the surface of grain. That capacity was remarkably reduced at inner fractions of grain. The antigen-binding capacity of high-milled rice was reduced to around 4% of that in bran rice. There were some differences of the distribution of antigenicity in the rice grain among varieties, but the reductional effects of antigenicity by high-milling treatment were constant even among different varieties.