

くしまオリジナルブランド『ヤマダイかんしょ』の嗜好機能解析 —地理的表示 (GI) 保護制度への登録—

山崎有美

Food palatability analysis of “YAMADAI Kansho” on Kushima city
— Registration for the Geographic Indication (GI) Protection Scheme —

Yumi YAMASAKI

要 旨

「ヤマダイかんしょ」は串間市のみならず、宮崎県を代表するブランド作物である。しかし、これまでに、そのブランド価値について食の嗜好機能の観点からは詳細な検討は行われていない。近年、甘さや食感に着目する消費者の嗜好を反映して高糖度・好食感の新品種が多数開発されており、これらとの差別化を如何に図るかが喫緊の課題となっている。

そこで、本研究では、消費者の嗜好に着目し、消費者が好むサツマイモの“甘味”及び“食感”を中心に、串間市ブランドサツマイモ「ヤマダイかんしょ」の特徴を明らかとすることを目的とし嗜好機能解析を行った。また、当該結果を串間市のヤマダイかんしょブランディング戦略の一助とするとともに、地理的表示保護制度（G I）保護制度申請の際の科学的根拠として活用し、「ヤマダイかんしょ」の地理的表示登録に貢献した事例について報告する。

背景及び目的

サツマイモ (*Ipomoea batatas*) は、ヒルガオ科サツマイモ属の植物で、世界的に主食や野菜として食用にされる作物である。宮崎県は全国有数のサツマイモ生産地であり、平成30年度のかんしょ収穫量は90,300トンで全国第4位となっている（全国の総収穫量：796,500、全国1位：鹿児島県（278,300トン）、全国2位：茨城県（173,600トン）、全国3位：千葉県（99,800トン）¹⁾）。串間市でも昭和41年にブランドサツマイモ「やまだいかんしょ」の栽培を開始するなど、県内有数の食用かんしょの生産地となっている。

近年の日本における食用かんしょの年間需給量は約94万トンで、その用途の約半分は、焼きいも・蒸しいもなどとして消費される青果用（約49%）と、干しいも・ペースト等に加工されて消費される加工食品用（約14%）となっていることから²⁾、食味、加工適性、貯蔵性などの品質特性が重視されている。特に近年、甘さや食感に着目する消費者の嗜好を反映して高糖度・好食感の新品種が多数開発されており、これらとの差別化を如何に図り、地域ブランドを確立するかが



図1. ヤマダイかんしょ

喫緊の課題となっている。

地域には長年培われた伝統的な生産方法や気候・風土・土壌などの生産地の特性により、高い品質と評価を獲得するに至った産品が多く存在する。これら産品のうち、品質、社会的評価その他の確立した特性が産地と結び付いている産品について、その名称を知的財産として保護することを目的とした「地理的表示保護制度」が、平成 26 年 6 月 18 日に成立し、平成 27 年 6 月 1 日より施行されている。本制度において地理的表示 (GI) の登録が行われた産品は GI マークを使用することができ、当該マークは原則とし



図 2. GI マーク

て登録された基準を満たす産品のみで使用されることから、品質を守る物のみが市場に流通するとともに、GI マークの添付により他産品との差別化を図ることが出来る等の効果が期待される。先行事例としては、夕張メロン、神戸ビーフ、八女伝統本玉露等が挙げられる³⁾。本制度は、2019 年度現在、100 を超える国や地域で導入されており、日本の GI 保護制度と同等の制度を持つ外国との間で国際協定を結ぶことで、相手国と相互に GI を保護することが可能となっていることから、地域ブランドを海外へと発信するための認証としても期待されている。

GI 登録は、地域の生産業者の組織する団体 (生産者団体) が、その生産する産品に係る地理的表示について、1. 申請書、2. 明細書 (団体毎の品質の基準)、3. 生産行程管理業務規程 (団体が行う品質管理業務に関する定め) を作成して農林水産大臣に登録申請を行い、審査を経て登録が完了する。1. の申請書では、産品の①名称 (≒地理的表示)、②産地、③特性、④生産の方法、⑤産地との結びつき、⑥生産実績を記載する必要がある。ヤマダイかんしょは、1-③特性以外の要件を全て満たしていたものの、ヤマダイかんしょの特性を客観的に示すデータが不足しており GI 登録が困難な状況にあった。

以上を背景として、事前研究として消費者がサツマイモに求める嗜好特性調査を実施した。その結果、消費者はサツマイモの特性のうち「甘味」と「食感」を重視することが明らかとなった。本研究では、ヤマダイかんしょの特性うち「甘味」と「食感」に着目し、これらを科学的的手法を用いて明らかにすることにより、串間市のヤマダイかんしょブランディング戦略の一助とするとともに、GI 保護制度申請の際の科学的根拠として活用し、ヤマダイかんしょの GI 登録を目指すことを目的とした。

2. 材料及び方法

1. 実験材料

本実験に用いたサツマイモサンプルを表 1 に示す。なお、サンプル ID は、JA 串間市大東販売課より送付された情報順とした。

2. 実験方法

本試験では、表 1 に示す A ~ D の 4 種類のサツマイモサンプルを用い、Brix 糖度、党含有量、甘味度、物理特性解析及び官能評価を実施した。各実験の手法について、以下に示す。

表1：実験に使用したサツマイモサンプル

サンプル ID	品種名	産地	収穫時期	備考
A	ベニアズマ	千葉産 JA かとり	11月	—
B	ベニハルカ	茨城産 旭村管内	11月	キュアリング処理済み
C	安納芋	種子島 ながはま農園	9月	—
D	ヤマダイかんしょ) (高系14号)	串間市産 ヤマダイ	11月	—

2-1：サツマイモサンプルの調整

表1に示すA～Dの4種類のサツマイモサンプルから250(±20)gのサツマイモを選別し水道水にて洗浄後、ガーゼで表面の水分を拭き取り、真空包装機(ホシザキ、HPS-300A)を用いてパックした。パックしたサツマイモサンプルを、スチームコンベクションオーブン(ホシザキ、MIC-5TB3)を用いて100℃で60分間加熱した。加熱後、常温で30分間静置し冷却したものをサツマイモサンプルとして用いた⁴⁾。

2-2：Brix 糖度解析サンプルの調整と糖度解析

2-1の方法で加熱調理したサツマイモサンプル(n=8)を、サツマイモの中心部を厚さ5mmの輪切りにし切片を作製し、切片よりペーストを調整した。調整したサツマイモペーストをサンプルチューブに3.0g計量し15mLの蒸留水を加えワーリングボトルブレンダー(大阪ケミカル、7011HBC)で懸濁した後、超音波破碎装置(アズワン、AS72GTU)を用いて30分間サンプルを破碎した。破碎後、20,000xg、5分間、常温の条件で遠心分離し(Thermo Scientific、Micro17R)、上清1mLを新しいサンプルチューブに回収した⁵⁾。回収した上清を糖度計(アタゴ、PAL-1)に供し、溶液の糖度を解析した。

2-3：糖組成解析サンプルの調整と糖組成解析

2-1の方法で加熱調理したサツマイモサンプル(n=8)を、サツマイモの中心部を厚さ5mmの輪切りにし切片を作製し、切片よりペーストを調整した。調整したサツマイモペーストをサンプルチューブに1.0g計量し50%(v/v)のエタノールを26.67mL加えワーリングボトルブレンダーで懸濁した後、超音波破碎装置を用いて30分間サンプルを破碎した。破碎後、遠心分離(20,000xg、5分間、常温)し、上清600μLを新しいサンプルチューブに回収した。回収した上清に当量のアセトニトリルを加えた後、0.45μmのメンブレンフィルタでろ過した通液をHPLC分析に供した⁴⁾。分析条件については以下に示す。

[分析条件]

Column :Shodex Asahipak NH2P-50G 4A
: Shodex Asahipak NH2P-50 4E (4.6mmI.D. x 250mm)
Eluent : CH3CN/H2O=75/25
Flowrate : 1.0mL/min
Detector : Shodex RI
Column temp. : Room temp.(25℃)

2-4：物理特性解析用サンプルの調整と物理特性解析

2-1 の方法で加熱調理したサツマイモサンプル (n = 8) を、サツマイモの中心部を厚さ 20mm の輪切り及び長さ 30mm の半月型にし切片を作製し、動的粘弾性測定に供した (タケトモ電機、TENSIPRESSER My Boy II SYSTEM)^{6), 7), 8)}。試験では、TPA 測定法及び 1 バイト測定法を採用した。分析機器及び分析条件については以下に示す。

[分析条件]

表 2：TPA 測定及び 1 バイト測定の設定条件

測定条件	TPA 測定	1 バイト測定
Distance (mm)	40.00	40.00
Clearance (mm)	1.00	1.00
Thickness1 (mm)	30.00	30.00
Thickness2 (mm)	30.00	30.00
Bite Speed (mm/sec)	2.00	1.00
Second Speed (mm/sec)	2.00	2.00
Deformation (%)	50.00	0.00
Deformation (mm)	0.00	15.00
Plansure Area (cm ²)	1.00	0.071

2-5：官能評価

2-1 の方法で加熱調理したサツマイモサンプルを 5mm の輪切りにし切片を作製し、官能評価用サンプルとした。官能評価は、128 名のパネルにより行った。評価項目は、甘味と食感とし、7 段階評点法により行い、-3+3 の正数値 (-3：甘味が非常に弱い、非常にホクホク、+3：甘味が非常に強い、非常にねっとり) とした。

2-6：統計解析

数値はすべて平均値 ± 標準偏差で示した。化学分析の統計解析は Student の t 検定により行った。処理結果は p < 0.05, 0.01, 0.001 の場合に有意であるとした。

3. 結果

1. Brix 糖度測定

ヤマダイかんしょ及びその他のサツマイモサンプルのBrix 糖度を表3に示した。表3より、Brix 糖度は、ヤマダイかんしょ区と比較してベニアズマ区、ベニハルカ区、安納芋区において有意に高い値を示した。その平均値は、ヤマダイかんしょ区と比較して約2倍と高値であった。

表3：各サツマイモ品種の Brix 糖度結果

サンプル ID	品種名	糖度 (Brix %)
A	ベニアズマ	18.95 ± 1.03***
B	ベニハルカ	18.55 ± 1.60***
C	安納芋	15.75 ± 1.91***
D	ヤマダイかんしょ	8.80 ± 2.25

Data are means ± SD for eight samples. P values denote differences from the D group at $p < 0.001$ ***.

2. 糖含有量と甘味度

ヤマダイかんしょ及びその他のサツマイモサンプルの糖含有量及び甘味度を図3に示した。図3より、Fructose では安納芋区において最も高値を、Glucose では安納芋区において最も高値を、Sucrose ではベニハルカ区において最も高値を、Maltose では安納芋区において最も高値をそれぞれ示した。これらの値を基に甘味度を算出したところ、ベニハルカ区で最も高値を示し、次いでベニアズマ区及び安納芋区がほぼ同等、ヤマダイかんしょ区で最も低値を示した。この結果は、1.の糖度解析結果と一致した。以上の結果より、糖含有量とその値に基づく甘味度においても、糖度解析と同様の傾向が認められることが示された。

以上の糖度解析、糖含有量及び甘味度解析結果より、本研究で用いた4種類のサツマイモサンプルの蒸し調理後の「甘さ」は、甘味が強い順に「ベニハルカ>ベニアズマ≧安納芋>ヤマダイかんしょ」であることが明らかとなった。本結果より、ヤマダイかんしょが強烈な甘味では無く、上品な甘さを持つサツマイモであることが示された。

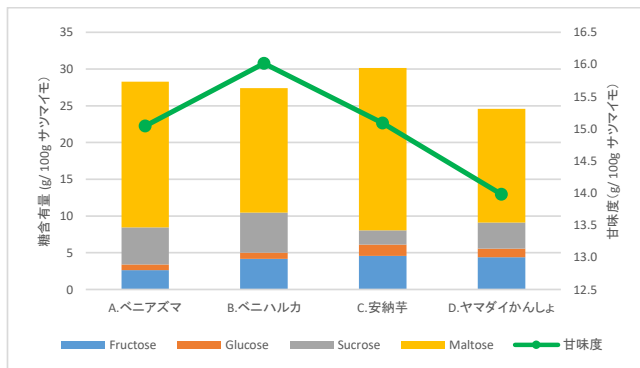


図3：各サツマイモ品種の糖含有量及び甘味度

3. 物理特性解析

ヤマダイかんしょ及びその他のサツマイモサンプルの物理特性解析結果を図4-7に示した。図4は各サツマイモ品種の外皮の硬さを、図5は各サツマイモ品種の果肉の硬さを、図6は各サツマイモ品種の果肉のもろさを、図7は各サツマイモ品種の果肉の粘りを示している。

● 3-1：外皮の硬さ

図3より、サツマイモの外皮の硬さは、ヤマダイかんしょ区と比較して、ベニアズマ区において有意に低い値を示した。一方、ベニハルカ区、安納芋区では、ヤマダイかんしょ区と比較し有意な差は認められなかった。以上の結果から、ベニアズマは、他のサツマイモ品種と比較しその外皮が柔らかいことが明らかとなった。

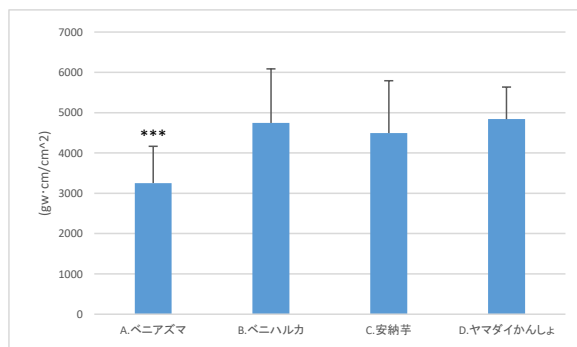


図4：各サツマイモ品種の外皮の硬さ
P values denote differences from the D group at $p < 0.001$ ***.

● 3-2：果肉の硬さ

図5より、サツマイモの果肉の硬度は、ヤマダイかんしょ区と比較して、ベニアズマ区において有意に高い値を示した。一方、安納芋区では、ヤマダイかんしょ区と比較し有意に低い値を示した。ベニハルカ区では、ヤマダイかんしょ区と比較し有意な差は認められなかった。以上の結果から、サツマイモの果肉の硬さをヤマダイかんしょと比較すると、ベニアズマの果肉は硬く、安納芋の果肉は柔らかく、ベニハルカの果肉はヤマダイかんしょと同等であることが明らかとなった。

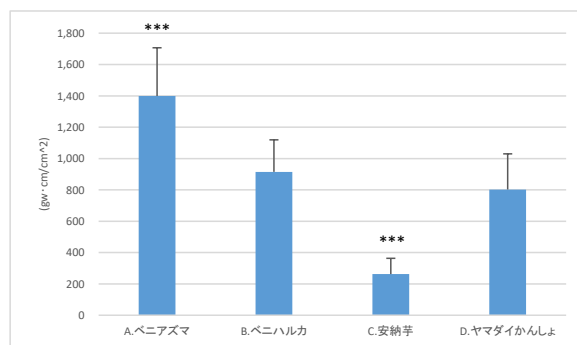


図5：各サツマイモ品種の果肉の硬さ
P values denote differences from the D group at $p < 0.001$ ***.

● 3-3：果肉のもろさ

図6より、サツマイモの果肉のもろさ荷重は、ヤマダイかんしょ区と比較して、ベニアズマ区、ベニハルカ区において有意に高い値を示した。一方、安納芋区では、ヤマダイかんしょ区と比較し有意に低い値を示した。以上の結果から、サツマイモの果肉のもろさをヤマダイかんしょと比較すると、ベニアズマ、ベニハルカの果肉は堅く、安納芋の果肉はもろいことが明らかとなった。

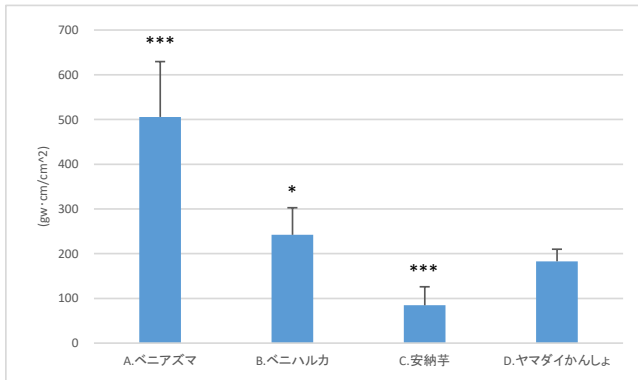


図6：各サツマイモ品種の果肉のもろさ
P values denote differences from the D group at $p < 0.05^*$ and $p < 0.001^{***}$.

● 3-4：果肉の粘り

図7より、サツマイモの果肉の粘りは、ヤマダイかんしょ区と比較して、ベニアズマ区、ベニハルカ区において有意に高い値を示した。一方、安納芋区では、ヤマダイかんしょ区と比較し有意な差は認められなかった。以上の結果から、サツマイモの果肉の粘度をヤマダイかんしょと比較すると、ベニアズマ、ベニハルカの果肉は粘り気が高く、安納芋の果肉の粘度はヤマダイかんしょと同等であることが明らかとなった。

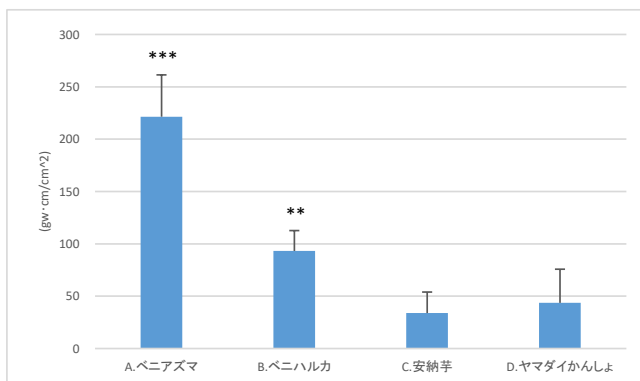


図7：各サツマイモ品種の果肉の粘り
P values denote differences from the D group at $p < 0.01^{**}$ and $p < 0.001^{***}$.

4. 官能評価

図8に、各サツマイモ品種の蒸し芋における甘味度スコアを示す。図8より、パネルは、各サツマイモ品種の蒸し芋における甘味度について、高い順に「ベニハルカ>ベニアズマ>安納芋>ヤマダイかんしょ」と判定した。この結果は、表3の各サツマイモ品種のBrix糖度及び図3の各サツマイモ品種の糖含有量及び甘味度の結果と一致する。以上の結果より、各サツマイモ品種の蒸し芋における甘味は、化学分析においても、官能評価においても「ベニハルカ>ベニアズマ>安納芋>ヤマダイかんしょ」の順であることが明らかとなった。

図9に、各サツマイモ品種の蒸し芋における食感スコアを示す。図9より、パネルは、各サツマイモ品種の蒸し芋における食感について、ホクホクしている順に「ヤマダイかんしょ>ベニアズマ>ベニハルカ>安納芋」と判定した。この結果は、図4～7の各サツマイモ品種のテクスチャー解析との相関性が認められる。以上の結果より、各サツマイモ品種の蒸し芋における食感は、化学分析においても、官能評価においても「ヤマダイかんしょ>ベニアズマ>ベニハルカ>安納芋」の順でホクホクとした食感であることが明らかとなった。

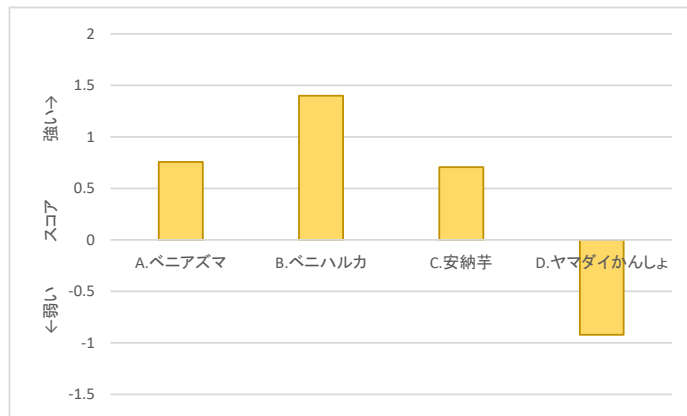


図8：各サツマイモ品種の蒸し芋における甘味度スコア

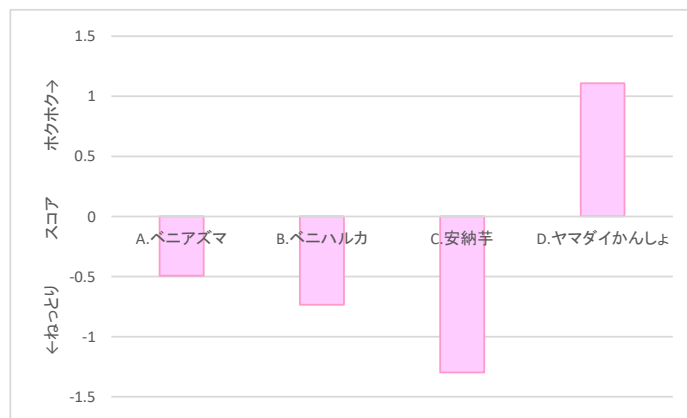


図9：各サツマイモ品種の蒸し芋における食感スコア

5. GI 登録

平成 29 年 6 月 20 日に、串間市大束農業協同組合が登録生産者団体となり食料産業局知的財産課へ GI 登録の申請を行った。本研究成果を活用し、当該申請書内、農林水産物等の特性として「加熱すると快いもろさのあるホクホクとした食感と上品な甘さを持つさつまいもである。」と記載された。

平成 30 年 8 月 6 日に登録番号大 64 号「ヤマダイかんしょ」として、GI 登録された

登録産品紹介（登録番号第64号）

登録番号 第64号 ヤマダイかんしょ



特定農林水産物等の区分

第2類 野菜類 その他根菜類（さつまいも）

特定農林水産物等の生産地

宮崎県串間市

登録生産者団体

串間市大束農業協同組合

特定農林水産物等の特性

加熱すると快いもろさのあるホクホクとした食感と上品な甘さ。鮮やかな紅色。丁寧なひげ根の処理による美しい外観。

地域との結び付き

宮崎県の最南端に位置し、温暖で日照時間が長いことに加え、水はけの良い火山灰地を有したさつまいもの栽培適地。周年出荷のための独自の越冬貯蔵方法を確立したほか、厳格な選別の実施等に昭和40年代から取り組み、全国有数の青果用かんしょ産地へ成長。近年は、輸出にも取り組んでいる。

図 10：ヤマダイかんしょ登録産品紹介（農林水産省 HP より）

4. 考察

本研究では、ヤマダイかんしょの特性うち「甘味」と「食感」に着目し解析を行った。その結果、甘味においては、ヤマダイかんしょが強烈な甘味では無く、上品な甘さを持つサツマイモであることが示された。食品において甘味は重要な要素であり、サツマイモにおいても重要な要素であると言える。サツマイモの甘味のうち“より甘いもの”を好むか“甘さ控え目のもの”を好むかは個人の嗜好によるが、蒸し芋喫食時により甘いものを好む消費者にはベニアズマ、ベニハルカ、安納芋が（特に甘いものを好む場合はベニハルカ）、甘さ控えめのものを好む消費者にはヤマダイかんしょが適していると推察された。本結果は、あくまでも蒸し調理後の甘味を示すものであるため、他の調理方法を用いることで甘味度は異なる可能性がある。また、調理する食品毎に求められる甘味度も異なることから、調理毎に適した品種を使用することが消費者のニーズに合致すると推察される。また、加工食品を調整する場合、栄養や味において均一性が求められる。糖は食品に含まれる重要な栄養成分であると同時に甘味を付与する重要な成分であるが、加工食品調整時において、糖含有量が低い原材料を使用する場合には、加糖することで糖含有量を均一にすることが可能となる。以上のことから、ヤマダイかんしょは加工にも適した品種であることが示唆された。

次に、サツマイモの特徴である食感を評価するため、各サツマイモサンプルの外皮の硬さ、果肉の硬さ、果肉のもろさ、果肉の粘りを測定した。物理特性解析より、ヤマダイかんしょは「外皮が硬い」、「果肉が適度に硬い」、「果肉が適度にもろい」、「果肉の粘度が低い」という4つの特徴を有することが明らかとなった。「外皮が硬い」という特徴は、サツマイモを輸送する、皮を生かした加工をする、皮を除去する等の場合に好まれる品種であると想定され、ヤマダイかんしょが輸送や加工に適した品種であることが示唆された。また、ヤマダイかんしょは、“ホクホクとした食感”が特徴であると言われている。本研究において、ヤマダイかんしょは、「果肉が適度に硬い」、「果肉が適度にもろい」、「果肉の粘度が低い」という特徴を有していることが示された。本研究結果より、ヤマダイかんしょは“ホクホクとした食感”と表現される特徴を有することが、物理特性解析からも示された。

更に、各サツマイモ品種の蒸し芋における官能評価を実施した。本研究において、パネルは、各サツマイモ品種の蒸し芋における甘味度について、高い順に「ベニハルカ>ベニアズマ>安納芋>ヤマダイかんしょ」と判定した。この結果は、各サツマイモ品種のBrix糖度及び各サツマイモ品種の糖含有量及び甘味度の結果と一致した。以上の結果より、各サツマイモ品種の蒸し芋における甘味は、化学分析においても、官能評価においても「ベニハルカ>ベニアズマ>安納芋>ヤマダイかんしょ」の順であることが明らかとなった。同様に、各サツマイモ品種の蒸し芋における食感について評価したところ、パネルは、各サツマイモ品種の蒸し芋における食感について、ホクホクしている順に「ヤマダイかんしょ>ベニアズマ>ベニハルカ>安納芋」と判定した。この結果は、各サツマイモ品種のテクスチャー解析との相関性が認められた。以上の結果より、各サツマイモ品種の蒸し芋における食感は、化学分析においても、官能評価においても「ヤマダイかんしょ>ベニアズマ>ベニハルカ>安納芋」の順でホクホクとした食感であることが明らかとなった。

本研究成果を活用し、平成30年8月6日に、登録番号大64号「ヤマダイかんしょ」としてGI登録された。本研究の当初の目的である、ヤマダイかんしょの特性うち、「甘味」と「食感」

に着目し、これらを科学的手法を用いて明らかにすることにより GI 保護制度申請の際の科学的根拠として活用し、ヤマダイかんしょの GI 登録を目指すという目標を達成することができた。ヤマダイかんしょが GI 登録されたことで、今後、①地域ブランド産品として他産品との差別化が図られる、②品質を守るものだけが市場に流通する、③訴訟などの負担なく自分たちのブランドを守ることができる、④日本の地域ブランド産品の海外展開に寄与する等のメリットが期待される。一方で、現在のところ、日本では GI 制度の普及が遅れていることから、GI 登録されたことが即座に地域ブランド化の推進に繋がる状況には至っていない。GI 制度が日本で普及しない理由としては、GI 制度自体を多くの日本人が知らないこと、日本における農林水産物のブランドを保護する多数の法律が錯綜していること、GI マークの認知度が低いこと等が挙げられる。GI 制度の認知度向上に努めるとともに、個別の農林水産物のブランディングを図る必要がある。

近年、セルフヘルスケア市場は大きく拡大しており、中でも「健康維持/増進」ベネフィットの市場は2兆円超と成長を続けておりニーズが高い市場であることが伺える。例えば、サツマイモの生体調節機能に着目すると、サツマイモ抽出物が抗酸化活性を示すこと⁹⁾、抗アテローム性動脈硬化活性を示すこと¹⁰⁾、血糖降下作用を示すこと¹¹⁾等が知られている。他にも、未利用資源であるサツマイモ葉抽出物が抗がん作用や¹²⁾¹³⁾、抗炎症作用¹⁴⁾を示すことが報告されている。日本の食品表示法や薬事法をはじめとした多数の法律下において、食品の効果効能として上述の機能を表示することはできないが、これら生体調節機能は消費者にとっての健康維持増進のためのヘルスベネフィットである。

今後は、上述の GI 制度のメリットを生かしたヤマダイかんしょのブランディングを基軸として、生体調節機能他、ヤマダイかんしょの強みを生かしたブランディングを推進する必要があると思慮する。

【謝辞】

本研究は、串間市受託研究「くしまオリジナルブランド認証推進及びくしまファン拡大推進に関する研究」の一環として実施したものです。研究実施にあたりご協力いただきました全ての皆様に、心より感謝申し上げます。

【参考文献等】

- 1) 農林水産省生産流通消費統計課、「平成30年産作物統計（平成30年産かんしょの収穫量（全国農業地域別・都道府県別）」、農林水産省作物統計調査(2018).
- 2) 関東農政局生産部園芸特産課、「特産農作物の動向（かんしょの動向）」、関東農政局(2016).
- 3) 農林水産省食料産業局知的財産課、「地理的表示保護制度(GI)登録産品一覧」、農林水産省(2020).
- 4) 中村 善行, 藏之内 利和, 高田 明子, 片山 健二, 「サツマイモを蒸した際のマルトース生成に及ぼす塊根の β -アミラーゼ活性およびデンプン糊化温度の影響」, 日本食品科学工学会誌(61), p577-585(2014)

- 5) 中村 善行, 高田 明子, 藏之内 利和, 増田 亮一, 片山 健二, 「糊化温度の低いデンプンを含むサツマイモ「クイックスイート」における加熱に伴うマルトース生成の機序」, 日本食品科学工学会誌 (61), p62-69 (2014).
- 6) Nakamura S, Satoh H and Ohtsubo K., "Palatable and Bio-Functional Wheat/Rice Products Developed from Pre-Germinated Brown Rice of Super-Hard Cultivar EM10." , *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* (74), p1164-1172 (2010).
- 7) Furuta H, Nakamura A, Ashida H, Asano H, Maeda H and Mori A., "Properties of Rice Cooked with Commercial Water-soluble Soybean Polysaccharides Extracted under Weakly Acidic Conditions from Soybean Cotyledons." , *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* (67), p677-683 (2003).
- 8) Yamamoto C, Sakata T, Taji T, Baba T and Tanaka S., "Unique ethylene-regulated touch responses of *Arabidopsis thaliana* roots to physical hardness." , *J. Plant Res.* (121) No. 509 (2008).
- 9) Cho J, Kang JS, Long PH, Jing J, Back Y, Chung KS., "Antioxidant and memory enhancing effects of purple sweet potato anthocyanin and cordyceps mushroom extract." *Arch Pharm Res* (26) p821-825 (2003).
- 10) Park KH, Kim JR, Lee JS, Lee H and Cho KH., "Ethanol and Water Extract of Purple Sweet Potato Exhibits Anti-Atherosclerotic Activity and Inhibits Protein Glycation." *J. Medicinal Food* (13) p91-98 (2009).
- 11) Zhao JG, Yan QQ, Lu LZ and Zhang YQ., "In vivo antioxidant, hypoglycemic, and anti-tumor activities of anthocyanin extracts from purple sweet potato." *Nutr Res Pract.* (7) p359-365 (2013).
- 12) Kurata R, Adachi M, Yamakawa O and Yoshimoto M., "Kurata R1, Adachi M, Yamakawa O, Yoshimoto M." *J Agric Food Chem.* (55) p185-190 (2007).
- 13) Karna P, Gundala SR, Gupta MV, Shamsi SA, Pace RD, Yates C, Narayan S and Aneja R., "Polyphenol-rich sweet potato greens extract inhibits proliferation and induces apoptosis in prostate cancer cells in vitro and in vivo." *Carcinogenesis* (32) p1872-1880 (2011).
- 14) Chao PY, Huang YP and Hsieh WB., "Inhibitive effect of purple sweet potato leaf extract and its components on cell adhesion and inflammatory response in human aortic endothelial cells." *Cell Adh Migr* (2) p237-245 (2013).