

## 規格外ジャンボ西瓜を活用した新しい食品開発

### The Development of New Food Products that Make Use of Non-Standard Jumbo Watermelons

深 井 康 子

FUKAI yasuko

#### はじめに

平成23年6月11日、北京市内で開催中の国連食糧農業機関（FAO）主催の世界農業遺産国際フォーラムにおいて、能登4市4町で構成する能登地域GIAHS推進協議会が申請した「能登の里山里海」が、新潟県佐渡市「トキと共生する佐渡の里山」とともに日本初となる世界農業遺産に認定された。世界農業遺産は、社会や環境に適応しながら何世紀にもわたり発達し、形作られた農業の土地利用、伝統的な農業とそれに関わって育まれた文化、景観、生物多様性に富んだ世界的に重要な地域を次世代へ継承することを目的に2002年に本部をイタリアのローマとするFAOが創設した制度である。

能登の里山里海が、地域主体の管理のもとで地域に根ざした多様な資源が集約された地域としてその総合力が高く評価されたのである。日本の食料自給率は、カロリーベースで昭和40年の73%をピークに下降を続け、平成22年に39%まで落ち先進国のなかでは最低レベルであることからこの認定は大いに期待できる。

そこで本研究は、日本の農業資源を確保し、食料自給率の向上に規格外農産物とその危機を救う有効な手段だと考え、研究開発に取り組ん

できた経過を紹介する。

富山県の入善町の特産であるジャンボ西瓜の規格外品を活用した食品の開発を平成19年から継続している。西瓜に含まれる機能性成分シトルリンは、アミノ酸の一つで日本人研究者によりスイカから1930年に発見され、学名は *Citrullus ulgaris* である。食品素材として利用できるようになったのは2007年8月からである。シトルリンはスイカのほかにメロン、冬瓜、キュウリ、にがうりなどウリ科に多い。シトルリンの健康効果は、体内で一酸化窒素の生成を高め、血管の拡張と血流の改善を良くする働きがあり、冷え改善やむくみ防止、動脈硬化の予防に有効であることが知られている。

平成21年度独立行政法人 日本科学振興機構の採択課題「低・未利用特産資源（規格外ジャンボ西瓜）を活用した新規加工食品の開発」（シーズ発掘試験採択課題07-034）を手始めに、現在までに得られた大学および企業等の研究成果を紹介し、その問題点および今後の展開を含めて研究開発の取組をまとめた。

#### 1 研究の目的

富山県の低・未利用地域特産資源の活用を図

ることが目標であり、入善町ジャンボ西瓜（特産品商標登録富山県第1号）の規格外品を用い、環境負荷軽減と地域活性化を踏まえ、西瓜の機能性成分を活かし、消費者ニーズに適合した新しい食品の開発を目指すものである。またその成果から見出されたシーズ候補の問題点及び解決策を克服するため、企業や研究機関、行政とのチーム体制を整え、その開発を推進する基盤ができようとしている。さらに特産果実・特産野菜の規格外品にまで応用し、農産物の食料自給率の向上を目的とする。

## 2 研究の背景と開発の取組経過

図1に規格外ジャンボ西瓜を活用した研究の背景と開発の取組経過を表した。2007年に初めて依頼があり、西瓜ゼリーの基礎的な研究を本学のチームで行った。JSTシーズ発掘試験採択後、2010年・2011年の2年間に亘って継続していた成果を踏まえ、2011年から新たな産学官の体制が整い推進しているところである。筆者は、食品開発の研究の手がかりが不足しているため開発への課題も多いが、その問題点を解決し開発に取り組み、成果をあげたいと思っている。

## 3 日本の規格外農産物を活用した商品開発

表1に現在日本の各地において規格外特産果実や特産野菜を利用した食品開発を行っている実態を調べ、まとめた。岡山県瀬戸町では特産の桃、ぶどうなどをゼリー、羊羹などに加工し、静岡県富士市では農家が野菜や果実を持ち込んでジェラードにしている。大分県では数種のナシの果汁加工適正を検討している。現段階では規格外西瓜を利用した食品の開発はまだ行われていないことが調査の結果から知ることができた。

## 4 規格外入善ジャンボ西瓜の定義

規格外ジャンボ西瓜とは、果重が11kg以上で糖度11Brix%以上であっても皮が傷や変色し、空洞がある場合である。規格品は贈答品として関西や関東などに販売される。

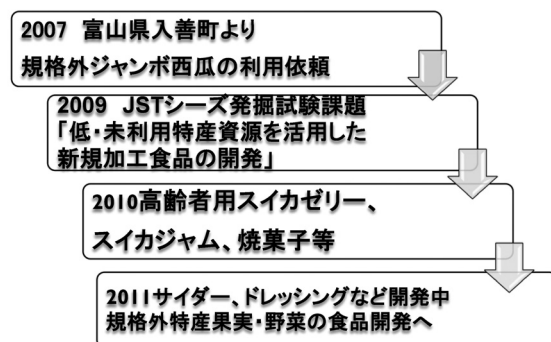


図1 研究の背景と開発の取組経過

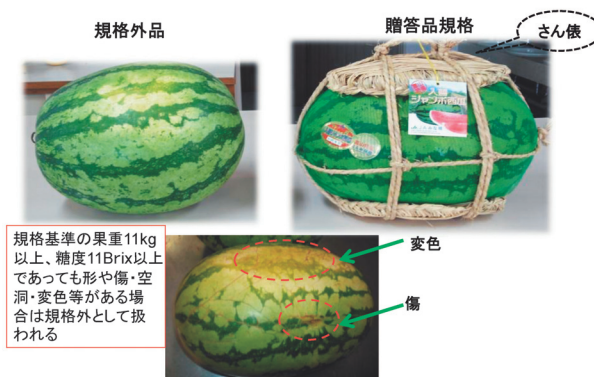
表1 規格外農産物を活用した食品開発

開発企業	場所・設立年	食品	開発した加工品・技術
瀬戸農産物加工企業組合	岡山市瀬戸町・2004	清水白桃 ニューピオーネ 太秋柿	ゼリー 羊羹 シロップ漬け
旬彩柚子庵	静岡県富士市（有） ・2010.3	農家が持ち込んだ 規格外野菜・果実	ジェラード 果汁等加工技術
大分県農水産物加工総合 指導センター	大分県	日本ナシ	規格外果実の果汁 加工適性

## 5 規格外西瓜収穫量の現状

入善ジャンボ西瓜収穫までの様子を図示した。入善町ジャンボ西瓜生産組合に属する13生産者を対象に平成21年9月1日から10日まで西瓜の収穫が終わるまで規格外品と規格品西瓜収

### 規格外入善ジャンボ西瓜とは



穫量を把握するため実態調査を行った。調査した収穫時期は、1 番果（7 月 23 日～8 月 5 日）、2 番果（8 月 10 日～15 日）、3 番果（9 月上旬）の時期に分け、規格外（11kg 未満）および規格品（果重 11kg 以上）の各々収穫量 10a 当たりの玉数と全体玉数を記入してもらった。



図 2 に平成 21 年度のジャンボ西瓜の収穫期別の累積規格外率を表した。合わせて 13 生産者の栽培開始年を示した。平成 19 年に開始した生産者は、規格外率が最も高く、昭和 43 年の生産者約 20% で最も低かった。生産者の経験年数が浅いと規格外が多くなる傾向にあることが推察された。しかし西瓜はその年の天候等に左右されやすい農作物であるため規格外品が多くなる年もあるためその利用方法を生産者全体で確立することが望まれる。規格外西瓜の利用方法について回答してもらったところ、1 位は「隣り近所などに分けて配る」で 80% 以上で、2 位は「自宅用に食べる」、「余った西瓜はもったいないが廃棄処分する」が 31% で意外にも多いことがわかった。

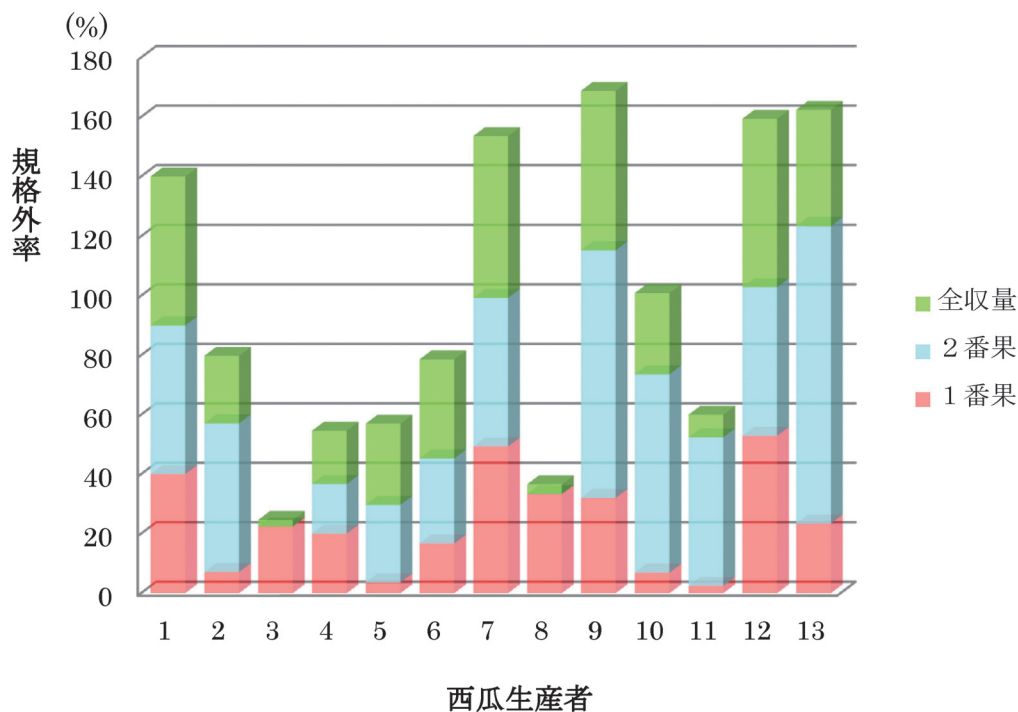


図 2 ジャンボ西瓜の収穫期別の累積規格外率（H21収穫量）

西瓜生産者 1～13 の栽培開始年

- |                |          |          |          |
|----------------|----------|----------|----------|
| 1：昭和32年        | 2：平成5年   | 3：昭和43年  | 4：昭和50年  |
| 5：平成12年（昭和34年） | 6：昭和50年  | 7：昭和60年  |          |
| 8：昭和40年        | 9：平成19年  | 10：昭和32年 | 11：昭和40年 |
| 12：昭和30年       | 13：平成10年 |          |          |

生産者からは、ジャンボ西瓜生産について以下のような今後の利用方法や意見が記載されていた。

- ・贈答品として独自の栽培方法が組合員全員の誇りである。
- ・意欲ある西瓜生産の後継者育成が必要である。
- ・関東など販路の拡大の確保をする。
- ・海外にもPRし、特色ある商品の開発をする。
- ・日持ちが従来品種に比べて短く、安心して販売できない。

## 6 JSTシーズ発掘試験成果と問題点

### (1) 試料

1回目の試料は、平成21年度収穫時期Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの規格外西瓜を用いた。収穫時期は、前述した時期と同様である。西瓜は、入善ジャンボ西瓜生産組合組合長島瀬登氏より購入した。西瓜は、皮をむき半分に切り、-30℃の冷凍庫（バイオメディカルフリーザーMDF-U538、SANYO製）で保存した。なお、ジャム用西瓜は平成22年8月5日に収穫した規格外西瓜を用いた。

2回目の試料は、平成24年度の8月6日に入善ジャンボ西瓜（収穫時期Ⅰ）8個を用いた。

### (2) 測定方法

西瓜果汁①は、冷凍庫より西瓜を取り出し、室温で解凍して種を取り除き、フードプロセッサ（DLC-10PLUS、Cuisinart製）により3分間攪拌し、果汁を作成した。この果汁①は西瓜の果肉が入った果汁である。また西瓜果汁②は、ジュース&パルプセパレーター（JEX-450、(株)エフ・エム・アイ製）を用いて西瓜ジュースを作成した。

西瓜果汁①の試料について糖度計（APAC-J、アタゴ(株)製）を用いて部位別糖度を測定した。また後述した濃縮法による各々の濃縮果汁についてエネルギー、一般成分、β-カロテン、シトルリンを測定し生果汁と比較した。さらに濃縮法の違いによる色調の測定を行った。

### (3) 結果および考察

#### 1) 収穫期別の西瓜平均果重と廃棄率

図3に収穫期別の西瓜の平均重量と廃棄率を示した。規格外西瓜の平均果重は、収穫期Ⅰ、Ⅱは11kg以上で規格品と変わらないがⅢの収穫時期になると果重が7.5kgとなり小ぶりの西瓜になった。廃棄率は、収穫時期の早いⅠで35%と多いが、Ⅱ以降はやや少なくなる傾向であった。すなわち収穫時期が遅いほど西瓜果重は小さくなり、廃棄率もやや減るが果重に比べると廃棄率が多いことが示唆された。

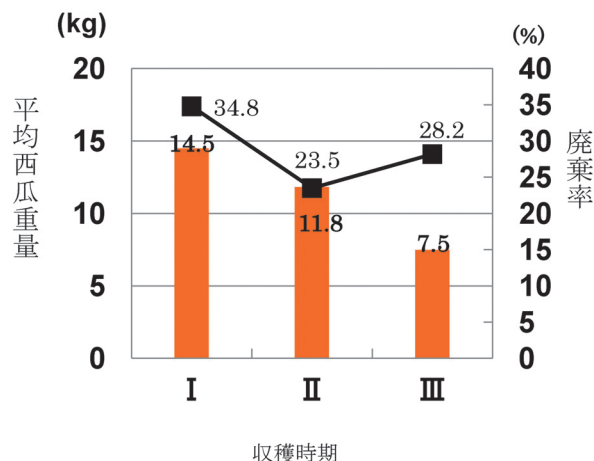


図3 収穫期別の平均重量と廃棄率の関係

#### 2) 規格外西瓜の部位別糖度

図4に収穫期別の部位別糖度を示した。部位別による糖度は、収穫時期ⅠからⅢでは中央部は平均11.3Brix%で甘味があり、つる周辺部9.4、底部9.1は甘味が少なかった。中央部はつる周辺部や底部より2Brix%甘いことが示された。この

ように糖度で比べると規格外品は規格品と比べても味の損失は見られなく、加工には十分に利用できると考えられる。ジャム用に用いた西瓜中央部の平均糖度は15.6Brix%であった。

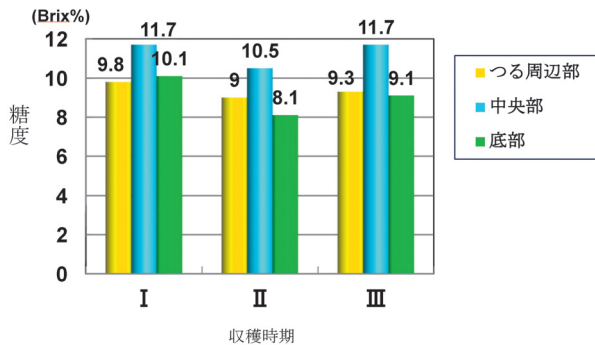


図4 収穫期別の部位別糖度

### 3) 西瓜濃縮法の検討

西瓜のように水分90%以上という大量に水分を含む液状食品においては、その輸送、保存、加工操作等の効率化のためには濃縮操作が必要不可欠である、といわれている。一般的に食品

の濃縮操作として蒸発法、膜濃縮法、凍結濃縮法が考えられる。蒸発法と膜濃縮法は、コスト面において比較的低価格で濃縮できる利点があるため食品分野では果汁、野菜汁、乳製品などの製造に広く利用されている。以下に蒸発法と凍結法である界面前進凍結法の原理を示すことにする。

真空蒸発法は、加熱により液状食品に含まれている水分を水蒸気として除去し、濃縮する方法である。通常水の沸点温度は、大気圧条件では100℃であるため食品によっては熱変性などの品質を損なう場合がある。そのため加熱時に減圧を行うことによって水の沸点温度を低下させ、熱変性を軽減させ用いることが有効といえる。

また界面前進凍結法は、低温を利用して溶媒である水を氷に相変化させ除去し濃縮する方法である。容器冷却面に生成した氷相層を一次元的に伝熱方向と逆方向に成長させると、固液相

表2 西瓜および果実の濃縮法

濃縮法の種類		実施場所	製造品	概要
蒸留法		山形農事研究所	高品質のスイカ糖	減圧で 80℃濃縮 製造所要時間を大幅に短縮しスイカの赤い果肉色を保持した従来にない新タイプの製造を可能にした。
		富山短期大学	スイカゼリー ジャム	減圧で 20℃～50℃濃縮
凍結法	界面前進凍結濃縮法	石川県立大学	果物類	
		富山短期大学	スイカゼリー ジャム クッキー	
	無加熱濃縮法(4ステージグレンコ)の凍結濃縮法	愛媛県農協	温州みかん果汁 ジュース	高品質濃縮果汁の製造法としては氷点下の温度域で濃縮され、加熱に不安定な食品に対しても有効である



界面において溶質は氷相側から液相側に排除される。その最大の特長は、系にただひとつの氷結晶しか存在しないことである。

そこで本実験では、蒸発法の中の真空蒸発法および凍結濃縮法の中の界面前進凍結法の濃縮法を用い、両者の濃縮の利点を比較検討することにした。

表2に濃縮法の現状を知るため、西瓜および果実の濃縮法についてまとめた。

山形農事研究所の報告では、尾花沢西瓜を用い、高品質のスイカ糖を効果的に製造する方法として西瓜果汁を減圧条件下の低温(80℃)で濃縮する方法により製造所要時間を大幅に短縮し、西瓜の赤い果肉色を保持した従来にない新タイプの製造を可能にしたと報告している。しかし80℃で低温というのが製品の色は暗赤色である。本シーズ候補の研究では、西瓜濃縮果汁および生果汁が常に一定の品質で様々な西瓜加工に応用できることを目指した研究を実施する。

本研究では、西瓜果汁の濃縮法として蒸留法と凍結法の界面前進凍結法(以下は凍結法とする)により濃縮後の糖度やシトルリン、カロテン量を比較して検討した。

#### 4) 蒸発法および界面前進凍結法による試料の調製

蒸発法による試料の調製は、500ccビーカーに西瓜果汁①を300g秤り取り、丸底フラスコに入れ、エバポレーター(N-1100S-W、EYELA製)に連結後、一定温度20℃～50℃に設定したウォーターバス内に入れた。エバポレーター内を0.090～0.096MPaまで減圧し、回転速度7rpmで設定温度ごとに2時間濃縮した。

凍結法は、界面凍結濃縮装置AおよびB(石川県立大学装置)を用いた。装置Aでは、循環容器に試料を10ℓ入れ、アジテータ速度40.0Hz、製氷時間150分に設定し循環ポンプにより試料(平成21年度規格外西瓜)を冷媒中に循環させていき、一定速度で装置内壁面に氷結晶を成長させ果汁を濃縮した。装置Aの改良型である装置Bでは、循環容器に試料(平成24年度西瓜、糖度8.5Brix%)を12ℓ入れ、アジテータ速度40.0Hz、製氷時間120分に設定し、後は装置Aと同様の手順により果汁を濃縮した。

装置AおよびBで生成した濃縮溶液を濃縮果汁、氷相が融解したものを融解液とした。



界面前進凍結装置 A



西瓜の氷相



界面前進凍結装置 B

表3 生果汁および濃縮果汁のエネルギー・一般成分（蒸発法）

成分 \ 試料	生果汁	温度別濃縮果汁			
		20℃	30℃	40℃	50℃
エネルギー(kcal)	27	25	26	42	78
水分(g)	93.2	93.7	93.4	85.1	68.5
たんぱく質(g)	0.6	0.6	0.6	0.9	1.5
脂質(g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
炭水化物(g)	6.1	5.6	5.9	9.6	17.7
灰分(g)	0.1	0.1	0.1	0.4	0.6

表4 生果汁および濃縮果汁のエネルギー・一般成分（凍結法）

成分 \ 試料	生果汁	濃縮果汁	融解液
エネルギー(kcal)	34	62	12
水分(g)	91.2	83.0	96.9
たんぱく質(g)	0.7	1.3	0.2
脂質(g)	0.0	0.1	0.0
炭水化物(g)	7.8	15.0	2.8
灰分(g)	0.3	0.6	0.1

(Brix%)

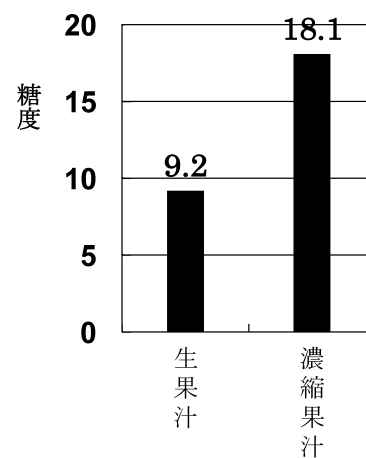


図6 濃縮果汁の糖度（凍結法）

(Brix%)

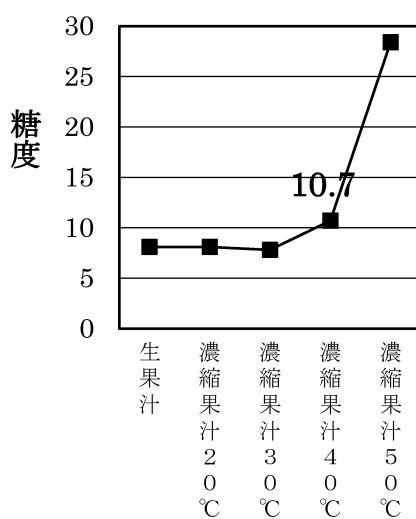


図5 濃縮果汁の糖度（蒸留法）

## 5) エネルギー、一般成分

表3、表4に蒸発法および凍結法を用いて濃縮した果汁のエネルギー、一般成分を示した。

表3と表4の生果汁のエネルギー、一般成分が異なるのは冷凍庫より取り出した西瓜が異なったためである。表3より20℃から50℃に濃縮温度を上げると水分が減少し、エネルギー、たんぱく質、灰分が増加した。蒸発法では50℃になると西瓜果肉が硬く、ペースト状になるため加工に用いるには適さないため40℃の濃縮が適していると判断した。一方表4より凍結法では濃縮果汁はエネルギー、たんぱく質、灰分が約2倍となった。蒸発法の40℃と比較して凍結

法では濃縮果汁の収量も多く、西瓜加工品として適した果汁が得られることが明らかになった。

## 6) 糖度

図5に蒸発法による濃縮温度の違いによる濃縮果汁の糖度および図6に凍結法による濃縮果汁、融解液の糖度を示した。

蒸発法の濃縮果汁は、生果汁と比べて糖度は、40℃で1.3倍となったが、凍結法では2倍となり糖度が高くなった。

表5 生果汁と濃縮果汁の色（蒸発法）

試料 \ 色		L*	a*	b*
生果汁		25.98	28.25	20.87
温度別 濃縮果汁	20℃	28.75	26.35	16.83
	30℃	26.95	26.29	20.42
	40℃	27.95	31.04	23.13
	50℃	22.63	35.40	23.99

表6 生果汁、濃縮果汁及び融解液の色度（凍結法）

試料 \ 色度	L*		a*		b*	
	装置A	装置B	装置A	装置B	装置A	装置B
生果汁	25.16	19.85	16.79	8.25	8.75	4.14
濃縮果汁	20.49	19.59	23.00	13.34	8.30	5.10
融解液	29.55	16.18	9.27	1.33	5.71	-0.08

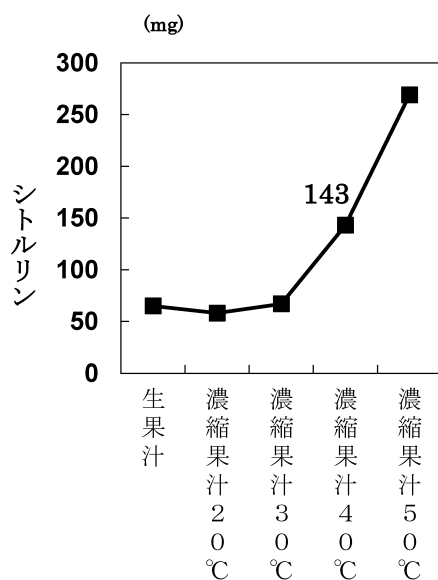


図7 濃縮果汁のシトルリン量（蒸発法）

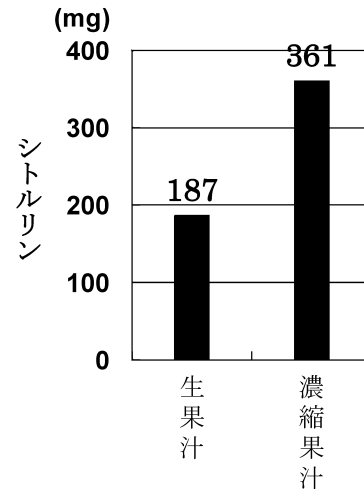


図8 濃縮果汁のシトルリン量（凍結法）

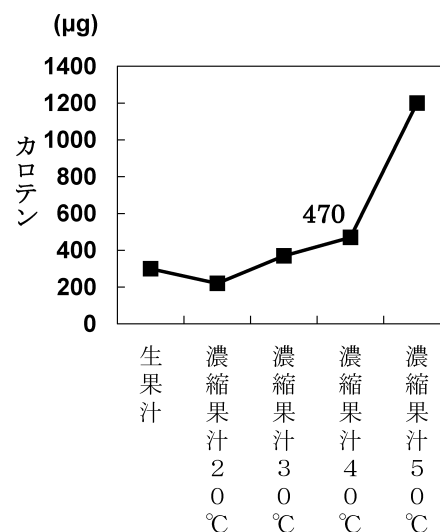


図9 温度別濃縮果汁のβ-カロテン量（蒸発法）

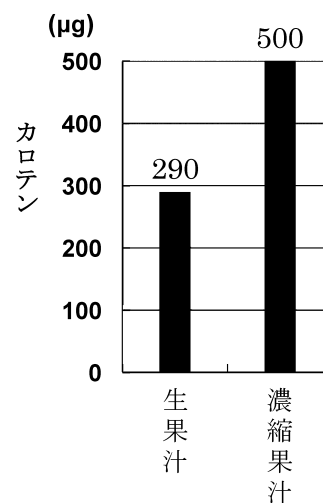


図10 濃縮果汁のβ-カロテン量



## 7) シトルリン

2種類の濃縮方法により濃縮した果汁と生果汁のシトルリンを遊離アミノ酸測定用試料調製法によりシトルリン量 (mg) を算出した。

図7、図8にシトルリン量を示した。その結果、シトルリンは蒸発法および凍結法共に生果汁に比べて2倍に増加した。

8)  $\beta$ -カロテン

高速液体クロマトグラフ法により $\beta$ -カロテン当量 ( $\mu\text{g}$ ) を算出した。図9より濃縮温度が増加するにつれてカロテン量が増加したが、50℃では急激な増加がみられた。これはペースト状になった状態からも明らかである。図10より凍結法では蒸留法のより40℃濃縮とほぼ等しい量を示した。

## 9) 色調

色調は、2種類の濃縮法により濃縮した果汁と生果汁を容器に10ml入れ、分光色彩計 (CLR-7100F、島津製作所(株)製) を用いてL\*値 (明度)、a\*値 (赤～緑方向)、b\*値 (黄～青方向) を測定した。表5および表6に生果汁と濃縮果汁の色調を表した。

表5より蒸発法による濃縮では濃縮温度を上げるとL\*値の明度は低く、a\*値、b\*値が高くなり赤味、黄味が増した。凍結法では装置AとBで比較すると生果汁の色調が明らかに異なったためL\*値、a\*値、b\*値いずれも低くなった。濃縮果汁でみると蒸発法ではL値は濃縮してもあまり変化はみられないが凍結法では全ての値が低かった。

この結果、蒸発法による濃縮操作として西瓜特有の赤味を残せる40℃で2時間の濃縮が最も適していると推察された。凍結法の濃縮法で

は、水分の多い西瓜には有効であることがいえるが、西瓜の加工品に適した濃縮法には検討が必要だと考えられる。

## 10) 西瓜加工品の官能評価

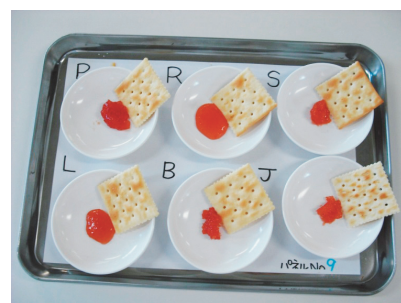
## i) 西瓜ゼリーの官能評価

西瓜ゼリーの官能評価は、①西瓜ジュース、果肉入り西瓜ジュースの比較、②生果汁、濃縮果汁の比較、③ゲル化剤の種類 一般用寒天および介護食用寒天の検討を目的として実施した。パネルは富山短期大学専攻科学生12名およびJSTイノベーションプラザ石川の研究職員により、2点嗜好試験法、順位法を用いて数回行った。

その結果、西瓜ゼリーには西瓜ジュース (糖度6.4Brix%) を用い、砂糖を添加して糖度9.1 Brix%に調製し、寒天 (株伊那食品製) をゲル化剤として濃度0.4%にしたゼリーが嗜好的に好まれることが認められ、おいしい西瓜ゼリーの調製条件を見出した。西瓜ゼリーには濃縮果汁より生果汁の方が好まれ、西瓜果肉入りジュースと果肉なしのジュースではどちらもゼリーとして好まれることがわかった。

## ii) 西瓜ジャムの官能評価

ジャムの調製は、蒸発法により濃縮温度40℃で2時間濃縮した果汁 (平均糖度9.2Brix%) を用いた。高柳は、砂糖濃度20%～40%の西瓜ジャムを調製し、40%が最も好まれたと報告



西瓜ジャムの官能評価



西瓜ジャム

し、異なる検定で判定したところ20%は、30%及び40%の両方の間で好ましさに差があったが、30%ジャムと40%ジャムの試料間では差がないという結果であった。



西瓜を活用した製品  
西瓜ゼリー、西瓜クッキー

次に辻村らは、果汁100 g、グラニュー糖60～80 g（果汁の60～80%）、イナゲル（伊那食品工業㈱製）2.5 g（果汁の2.5%）、レモン汁10～20 g（果汁の10～20%）を基本配合として官能評価を行った。パネルは富山短期大学食物栄養学科の15名により順位法により外観、舌ざわり、西瓜風味、味、総合評価とした。ジャムに高柳と同じようにはクラッカーを添えて試食してもらった。その結果、砂糖濃度は80%、レモン汁濃度12%が外観、舌ざわり、総合評価において危険率5%で好まれた。

官能評価については、次の3点についても実施した。

- ①西瓜ジュースと果肉入り西瓜ジュース
- ②生果汁と濃縮果汁
- ③ゲル化剤の種類

一般用寒天と介護食用寒天

その結果、①どちらも好まれる、②生果汁が濃縮果汁より好まれる、③寒天大和（㈱伊那食品製）が好まれる、という結果になった。③で

一般用寒天が好まれる理由としてパネルが20代～60代の健常者だったためではないか、と考えられる。

おいしい西瓜ゼリーの調製条件としては、西瓜ジュース（糖度6.4Brix%）を用いた場合、砂糖を添加し糖度9.1Brix%にした西瓜ジュースに0.4%寒天濃度のゲル化剤を加えて作成したゼリーが嗜好的に最も好まれた。

今後の西瓜加工製品づくりには、製品に適した西瓜果汁の品質一定化、すなわち糖度、pHなどの条件を確立することが求められる。

## 7 おわりに

富山県の特産物である入善町ジャンボ西瓜の規格外西瓜を活用して平成21年度より食品の開発を行ってきた。

西瓜の加工品開発には、果汁の濃縮操作において最適な「濃縮法の確立」が必要である。蒸留法は、安価な方法で手軽であるが加熱温度50℃以上では果汁が暗赤色となり、鮮やかな色を活かしたい食品には向かないことがわかった。また凍結法である石川県立大学の装置で測定した界面前進凍結法による濃縮技術は、低温で果汁が得られると同時に糖度、シトルリン、カロテンが蒸留法より多く、効果的な濃縮法であることがわかった。

官能評価の結果、西瓜ゼリーや西瓜ジャムのおいしい条件が認められたが、今後は厚生労働省許可基準に適合した高齢者用えん下困難者用ゼリーの開発をさらに推進していきたいと考えている。また、西瓜加工食品として西瓜ドレッシングや和菓子などにも応用し、嗜好性の高い西瓜の健康機能性を活かした製品づくりを行うことにする。

本研究では富山県の入善町特産ジャンボ西瓜に着目したが、今後はこの西瓜の濃縮技術を踏

まえて最適な農産物の濃縮法技術を見出し、富山県の規格外の特産野菜やいちじく、なし、柿などの果物にも応用し、農業生物資源の有効活用を目的として食品開発を進めたいと考えている。今後、本研究から期待できる利用分野として次のように考えている。

- ・天候や災害などに左右されやすい農産物の有効利用に貢献し、生産者が経済面で安定した収入源の確保に繋げられるよう努める。
- ・第2次食育推進基本計画の概要にある「日本国民一人ひとりのライフステージにおける食育」を推進するために資源を大切に活用する実践活動へと展開していく。

この研究の一部は、平成22年度日本調理科学会総会（福岡市）において口頭発表したものである。また「大地と海の恵み活用」新技術フォーラム（平成23年11月9日・富山市）において発表した内容を補足したものである。

研究を実施するにあたり、コーディネータとしてシーズ発掘試験採択および研究期間中、終始ご懇篤なるご指導をいただいた独立行政法人科学技術振興機構JST復興促進センター・マッチングプランナー 渡邊博佐様に感謝申し上げます。また食品の濃縮法や界面前進凍結法装置使用にあたり快くご指導いただいた石川県立大学生物資源学部 宮脇長人教授に深甚の謝意を申し上げます。

その際、実験の助手として協力してもらった、本学専攻科卒業生 高柳千秋さん、現専攻科1年白川小稀さんに感謝いたします。

規格外西瓜の調達はじめ入善町合同会社善商との調整役などにご尽力いただいた入善町役場市森章氏、同役場農水商工課農政係主事 澤木 亮

氏、並びに規格外西瓜をご依頼した入善ジャンボ西瓜生産組合組合長 島瀬登氏に厚く謝意を申し上げます。

## 参考文献

- 1) 盛永宏太郎、原田澄子、深井康子、守田律子、佐賀雅代、林 佳美、奥野美佳：西瓜加工に関する研究（その1）—ジュース、ゼリーの製造とその特性検査—、富山短期大学紀要、Vol.43、pp.105-114（2008）
- 2) 深井康子：入善ジャンボ西瓜に関する規格外生産の現状と課題、富山短期大学紀要 Vol.45、pp.205-212（2010）
- 3) 高柳千秋、深井康子：規格外ジャンボ西瓜果汁の濃縮とジャム加工、第31回日本調理科学会総会要旨集（2010）
- 4) 深井康子：規格外ジャンボ西瓜を用い高齢者用ゼリーの調製と官能評価、第31回日本調理科学会総会要旨集（2010）
- 5) 辻村典子、照田美幸、土合紗矢、蒔田美佳、松田 愛：規格外入善ジャンボ西瓜を利用したジャムの開発と官能評価、平成22年度食物栄養学科卒業研究要旨集第43期生、pp.13-16（2011）
- 6) 深井康子：機能性に富む低・未利用地域特産資源（規格外ジャンボ西瓜）を活用した加工製品の開発：（独）科学技術振興機構JSTイノベーションプラザ石川[研究分野別]シーズ集、pp.17-18（2011）
- 7) 宮脇長人：界面前進凍結濃縮—液状食品の新しい高品質濃縮法、FFI JOURNAL、Vol.214、No.3（2009）
- 8) 武田 愛、鈴木東子、今野 周、仲野英秋：減圧濃縮法による「スイカ糖」の製造、山形農事研究所報告、pp.103-107（2006）

- 9) 村瀬則郎、佐藤清隆編：『食品とガラス  
化・結晶化技術』サイエンスフォーラム、  
pp.232-237 (2000)
- 10) 高柳千秋：規格外入善ジャンボ西瓜の濃縮  
法別による成分比較とジャム加工、特別研  
究レポート (2011)
- (平成24年10月31日受付、平成24年11月19日受理)