澱粉研究の潮流
 >> その1 <<

澱粉の調理

高橋節子 (たかはし せつこ)
 共立女子大学名誉教授

1. 澱粉の調理研究の背景

1.1. 日本調理科学会

日本調理科学会は1968 (昭和43) 年に日本家政学会の一研究部会 (調理科学研究会) として「調理を科学的に研究する」ことを目的として発足した。「調理過程に起こるもろもろの現象を正しくとらえ科学的に解明することは難しいことであるが、1つひとつ乗り越え、得られた結果を調理の合理化につなげていき、食卓に並べられる食物をより安く美味しくするための研究」が行われることが願いとされた。また調理には「こつ」といわれる要点があり、「こつ」が真実であるならばそこには科学があるはずとの、元会長・故松元文子先生の折にふれてのお言葉に、調理に対する興味と関心が呼び起こされ、調理の指導と研究に大きな喜びを与えてくれた。1984 (昭和59) 年には日本調理科学会として新たな発足をし、2007年には創立40周年を迎えた。

1984年発行の『調理科学』¹⁾序文に松元文子先生は、それまでの経緯について次のように述べている。「家政学会創立当初は年次総会における研究発表件数中、調理技術に関するものはきわめて少なく、学会誌中の論文数も微々たるものであった。調理過程における現象が複雑多岐である上、調理科学に関する成書や論文、指導者なども少なかったためと考えられる。調理科学研究会の季刊誌は、この道の先達の方々の講演記録、総説、講座などに重点をおき、もっぱら会員の勉強に資するように構成した。関連分野の文献抄録に数ページを当て、報文としての原著の受理を抑え、親学会である家政学雑誌発表の数報を、調理実技に役立ちやすいように「新研究」として紹介した。その後本会員の研究も進み、本誌に原著を掲載する機も熟し、新研究を廃して報文の充実に努めていった」。

会員・調理指導者は伝承的指導から理論的指導に移行するための努力をし続け、それまで匠の技や官能による評価などが主であった研究も、調理科学ではこれらに加えて客観的な評価方法の導入、他分野で発達した研究手法を取り入れての分析、解析が行われていった。

1.2. 調理科学と澱粉科学の接点

二國二郎先生²⁾が調理科学研究会の第1回総会において「澱粉と調理」と題し特別講演を行い、その要旨が1969年の調理科学誌に掲載された。1980年には貝沼圭二先生³⁾の「澱粉の微細構造」が、1987年には不破英次先生⁴⁾の「澱粉科学の最近の進歩」そして2007年には竹田靖史先生⁵⁾が

「澱粉の分子構造と食品のおいしさ」について、米飯の粘りの本体や天ぷらのさくさく感の秘密などを解説されている。

1.3. 調理科学と澱粉科学の2つの研究分野の融合・連携

表記の目標を達成するために調理科学を代表する大越 (2005年)⁶⁾、和田 (2007年)⁷⁾、下村 (2008年)⁸⁾、島田 (2010年)⁹⁾の諸先生を澱粉研究懇談会にお招きし、調理の際の現象を澱粉科学的に解析することを行っている。調理科学においては食品に種々の調味料を加え、異なる温度帯で加熱するなどの実験が行われており、これは澱粉加工の1つの原型と考えることができる。このようなデータは澱粉加工産業の進歩に貢献するものと思われ、一方澱粉科学の進歩は調理科学の現象解明に貢献している。今後も相互の発展に繋げていきたいと願っている。すでにこの分野の融合は多くの場面で実現化している。例えば以下に述べる澱粉の糊化度、老化度の測定やアミロペクチンの鎖長分布などの研究に顕著にみられる。

1.3.1. BAP法による澱粉の糊化度、老化度の測定

澱粉質食品の食味は澱粉の糊化・老化と深くかかわっており、糊化の程度を知る方法としては数値化されやすい糊化度の測定が1つの指標とされている。糊化度の測定法にはジアスターゼ法、これを改良したグルコアミラーゼ法そして β -アミラーゼ・プルラーゼ法などがある。

貝沼ら¹⁰⁾が1981年に確立した大豆 β -アミラーゼ・プルラーゼ (BAP) 法は、生澱粉を全く分解しない β -アミラーゼと、アミロペクチンの構造変化を鋭敏に感受するプルラーゼを組み合わせたもので、従来法に比べて糊化澱粉と老化澱粉の間の分解度に識別性が高く、特に老化の初期の段階をより正確に把握できる。松永ら¹¹⁾はBAP法により各種条件下で保存した米飯の糊化度の変化の詳細を明らかにし、米飯の老化は5℃冷蔵の老化が著しく、-18℃冷凍は4週間保存中も老化は少ないなど保存方法により異なることを報告した。澱粉を加熱糊化する際の糊化度の変化をBAP法により測定した結果¹²⁾からは、各種澱粉の糊化の特徴、老化の違いの詳細そして大豆タンパク質添加の影響などが明らかになった。調理では複雑系での加熱が多く顕微鏡観察や物性、食味評価との関連の解明が困難を極めていたが、BAP法による糊化度の測定から明確に解析できた効果は大きい。

1.3.2. ゲル濾過法によるアミロース含量およびアミロペクチンの鎖長分布

1988年に農林水産省において米の多様な用途開発を目

的として、育種目標の変更から利用までを考える米の大型国家プロジェクト「新形質米」の研究がスタートした。従来、米の調理では日本で生産され流通している米を対象として貝沼¹³⁾は、如何においしく調理するかに関する詳細な研究を行ってきた。加えて多様な新形質米の研究では、理化学的性質や炊飯特性、食味などを明らかにするとともに、各種の調理や加工特性を明確にすることが求められた。

新形質米の研究では朝岡、井ノ内¹⁴⁾は新形質米胚乳澱粉の構造と物性ならびに糊化特性に関する研究、岡留¹⁵⁾は米飯物性測定方法の開発、畑江¹⁶⁾は低アレルギー米利用による早炊き米飯法、高橋¹⁷⁾は調理・加工適性から炊飯ならびに食味特性などを、高アミロース米澱粉のゲル化特性については日本食品化工(株)¹⁸⁾その他、多くの研究が行われた。

米の食味の違いを澱粉の構造的特徴から検討する目的で、ゲルろ過法により鎖長分布を求めた結果、米の食味は米澱粉の構造と深い関係のあることが明らかとなり、アミロース含量が低くアミロペクチンの長鎖長区分 (Fr. II) の値が大で、Fr. III/Fr. II の値が小さく、そしてアミロペクチンの平均単位鎖長の小さい米ほど、軟らかく粘りのある飯で、嗜好性が高いなど¹⁹⁾、澱粉の構造と飯の物性、食味評価との関連を明らかにできた喜びは大きい。

2. 澱粉の調理に関する研究の紹介

2.1. 澱粉尺と澱粉ダイアグラムからみる澱粉の特性

澱粉を調理に利用する場合、澱粉の性質を知り目的に合う澱粉を選ぶ必要がある。各種澱粉の性質を把握するための目安として、鈴木²⁰⁾は澱粉尺 (starch scale) (図1) を、貝沼²¹⁾は澱粉ダイアグラム (starch diagram) (図2, 3) を考案した。澱粉尺は馬鈴薯澱粉とトウモロコシ澱粉を直線の両端に置くと、糊化温度は最も低い馬鈴薯澱粉から、トウモロコシ澱粉の方向に上昇する。X線回折図形もB図形からC図形を経てトウモロコシ澱粉のA図形へと変化するなど、澱粉の諸特性をある程度分類できる。

澱粉ダイアグラムはサゴまたはエンセット澱粉の特性が各種澱粉のそれぞれの性質とどのように近似するかを示したもので、澱粉を利用するときの目安となる。サゴ澱粉の図形から平均粒形はジャガイモ澱粉に、膨潤力はキャッサバに、糊化開始温度と最高粘度はカンショ澱粉に近く、アミロース含量はトウモロコシ澱粉と同程度である。このサゴ澱粉はくずやわらび澱粉²²⁾に近似の糊やゲル特性をもつことが明らかとなり²³⁾、和菓子の素材としても注目されている。次にエンセット澱粉の図形²⁴⁾から平均粒形、X線回折図形、アミロース含量、糊化開始温度はジャガイモ澱粉に近いが最高粘度、ゲルの凝集性はトウモロコシ澱粉に近く、一部はサゴとトウモロコシ澱粉の中間に位置した。このような特性をもつエンセット澱粉はくず餅やプラマンジェ、ソースやスープの増粘用に適し、家庭用の調理澱粉として、また食品産業においても用途が広いと考えられ

図1. 澱粉尺²⁰⁾

図2. サゴ澱粉の澱粉ダイアグラム²¹⁾

図3. エンセット澱粉の澱粉ダイアグラム²⁴⁾

る。Starch Diagram は用いる軸の数を増すことによって、さらに多くの性質をきめ細かく比較できる可能性をもつ表示法である。

2.2. 澱粉の調理性

寺元芳子²⁵⁾は、あんかけ料理、くず桜、ハルサメなどについて、調理操作上からは、吸水、膨潤、糊化、ゲル化など、製品上からは透明度、粘度、ゲル強度、粘弾性、老

化など、そしてテクスチャーに及ぼす加熱温度や時間、攪拌回数、調味料の影響などの詳細について研究し家政学会誌に報告している。

2.3. 調理におけるレオロジック的研究

中濱信子ら²⁶⁾は、澱粉ゲルのレオロジック的性質や食品のテクスチャーについての情報を得るだけでなく、調理操作と関連した力学的特性を解明するためにも有用であると、各種澱粉ゲルの調製温度と見かけの弾性率およびゼリー強度などの研究を家政学会誌に報告している。

2.4. 物理化学的特性からみた澱粉の研究

川端晶子ら²⁷⁾は、カタクリ澱粉の物理化学的性質、熱帯産澱粉の分子特性と物性、湿熱処理澱粉の糊化特性とゾル-ゲル転移点近傍における弾性挙動そして餅生地に関する研究などを報告している。

2.5. 澱粉の構造と糊化・老化性

鈴木綾子ら²⁸⁾は、各種澱粉の老化性は構成分子の性質に由来し分子構造と密接な関係があるとし、老化性の最も低いタピオカ澱粉は、アミロース、アミロペクチンともに老化性の低い分子であるなどを報告している。

2.6. 澱粉の走査電子顕微鏡による観察

杉本温美ら²⁹⁾は、澱粉粒のラットによる消化性、パンクレアチンによる分解性、各種澱粉の性質については、サフラン、サトイモ、ヤマノイモ、クワイ他多くの澱粉について澱粉科学や家政学会誌に報告している。

2.7. 澱粉の熱安定性制御の研究

高橋幸資ら³⁰⁾は、澱粉を主体とする食品素材の示差熱分析 (DSC) に関する研究から基本的物性の情報を得、澱粉の応用的現象はラビットビスコアナライザー (RVA) による粘度挙動から明らかにしている。

2.8. 市販わらび餅粉の性質に関する研究

井川佳子ら³¹⁾は、米飯の初期老化の評価方法、米粉をフォー様麺やスポンジ構造形成に与える影響などの調理食品に関する研究を応用糖質科学や日本調理科学会誌に報告している。

2.9. 澱粉からアプローチする米と米粉の調理科学

新井映子ら³²⁾は米、小麦、大豆などの調理・加工特性の解明や美味しさを向上させるための新加工技術の開発、高齢者が摂取しやすい、咀嚼・嚥下しやすい食品の開発などの研究を行っている。

3. 澱粉を主材料とした主な調理

3.1. 澱粉の機能と調理への利用

澱粉はいろいろの濃度で調理に用いられ、その効果を活用している。

- ・低い濃度では粘性や透明性、曳糸性³³⁾などを利用してかきたま汁、くず湯³⁴⁾、くずあん、中国料理のあんかけなどに、汁にとろみをつけて温度を保ち、中身を分散させ、味をつける、そして滑らかな食感を与えるなどの調理効果を得ている。
- ・高い濃度ではゲル化する性質を利用したくず桜、胡麻豆腐、プラマンジェなどの調理では、成形しやすさ、ゲルの安定性や食感の良い粘弾性などが要求される。
- ・粉末としての澱粉は吉野打ち (くずたたき) や中国料理の衣づけなど特に肉質の食品に効果的である。糊化した澱粉の膜で成分の流出を防ぎ、軟らかさを保ち、滑らかな舌ざわりを与えるなどの効果がある。
- ・澱粉の加工品としてはサゴやタピオカなどのパール状澱粉、ハルサメやくず切りなどがあり、加熱方法やもどし方に調理上の要点がある。

3.2. くずあん・黄身酢

豆腐や魚介類など長時間の加熱に適さない食品の場合は、食品に熱が通った時点で取り出し、残りの汁に3~5%の澱粉を水溶きして加え、加熱・糊化して汁に濃度をつける。これをくずあん³⁵⁾として食品にかけたり絡ませたりする。味のしみにくい食品の場合は、とろみのある汁で味の調和を図ることができる。

黄身酢は卵黄の粘性を利用した和風マヨネーズともいわれ、淡白な魚介類の和え衣としても調和が良い。黄身酢は程よい滑らかさと粘性が重要で、調製法としては卵黄のみでなく卵黄の一部を1~4%の澱粉に置き換えることがある。この場合、澱粉を糊化させたのちに卵黄を加えるが、澱粉糊が80℃のときに卵黄を加えることが重要である³⁶⁾。70℃では卵黄中のα-アミラーゼの作用で、糊化澱粉の粘度は低下し液状化して和え衣としての役割を果たせない。

3.3. くず桜

透明な澱粉の衣で餡を包んだ和菓子「くず桜」は、衣と餡の硬さの調和が食味を左右する。この調理は澱粉濃度が約20%の高濃度澱粉懸濁液を加熱し、澱粉に流動性がある間に手早く餡を包むという作業であり、澱粉糊の調製と餡の包みやすさが要点といえる。くず桜に適する澱粉としては透明で粘弾性があり、手に付着しにくく、蒸し加熱しても形が崩れにくく、低温安定性が高いなどが要求される。古くはくず澱粉が使われてきたが寺元ら³⁷⁾は調理しやすい澱粉として、くずとじゃがいも澱粉を3:1の割合に混合して用いると効果的としている。くず桜の調製は一般に、澱粉が半糊化の状態のときに餡を包み、成形した後に蒸し加熱により完全に糊化する方法がとられる。半糊化状

にするには一部完全糊化法が作りやすい。成形後のくず桜は透明になるまで4~5分間蒸して完全に糊化させる。この再加熱により澱粉ゲルの強度を高め、弾力のある口ざわりを与えて食味の向上に役立っている。これは澱粉を半糊化状にすることにより澱粉分子のミセル構造に変化をきたし、再加熱の際の澱粉の糊化を遅らせて粒子の崩壊を防ぐためであり、くず桜の調製法は澱粉の加熱による糊化特性を効果的に利用しているといえる。

3.4. 胡麻豆腐

精進料理の献立に欠くことのできない胡麻豆腐は、くず澱粉と胡麻を主材料とし加熱・糊化したのち型に入れてゲル化させたもので、調理操作は単純である。しかしで上がり製品の食味の差は大きく、食感の良い製品が得にくい。

胡麻豆腐の美味しさは、胡麻の風味とともに澱粉ゲルのテクスチャーが大切な要因としてあげられる。滑らかな舌ざわりとこしのある弾力性は、澱粉の種類や濃度、胡麻の添加量そして加熱時間や攪拌などに影響される。くず澱粉を15%濃度で用いた場合は30分間加熱が、こしの強さで有意に好まれ³⁸⁾、加熱中の攪拌が滑らかさに与える影響は大きい。澱粉粒子は攪拌加熱による損傷が大きく、また胡麻の中の油脂はよく分散されて光沢のある、舌触りの滑らかな老化しにくい製品が得られる。

3.5. ブラマンジェ

コーンスターチの7~9%を用い、砂糖、牛乳を加えて加熱・糊化して作る英国風のブラマンジェ(コーンスターチプディング)は、作り方により全く異なった食味になることを経験する。加熱温度や加熱時間が食味を左右する要因と考えられるが、実際の調理においては完全に糊化する点が把握しにくい。コーンスターチの糊化温度は96℃と高いので、加熱方法としては強火または中火にかけ表面に大きな泡が出始めて(80℃)から4~5分間加熱を継続すると良い。このとき澱粉糊液は96℃に達しさらに2~3分間加熱を継続することになり、澱粉は糊化されて粘弾性の高い、歯切れの良い製品が得られる³⁹⁾。この場合の牛乳は粘度やゲルの硬さを増す効果を示し、特にジャガイモ澱粉に牛乳を添加すると、ジャガイモ澱粉特有の粘度曲線は得られず、コーンスターチに近似のゲル特性を示し、求肥に似たブラマンジェとして賞味できる⁴⁰⁾。

3.6. パール状澱粉

パール状澱粉にはサゴ澱粉を原料とする粒形3mmのサゴパールと、キャッサバから精製するタピオカ澱粉で作られる5~6mmの粒形のタピオカパールがある。澱粉を攪拌しながら球状とし半糊化状にローストしたもの⁴¹⁾で、半透明の真珠状をしていることから Pearles du Japon として料理書にも記され、古くからスープの浮き身やゼリーなどに用いられてきた。パール状澱粉の調理の際の問題点は煮崩れしやすく、芯が残しやすいことから、魔法瓶を用いる

ポット法が作りやすい。タピオカパールの場合は熱湯を入れた魔法瓶にパールをふりこみ軽く攪拌した後2~3時間放置すると、煮崩れせず弾力があり、べたつきの少ない透明なパールが得られ食味もよい⁴²⁾。粒形の小さいサゴパールの場合はポット法により30分間の放置で形状の美しいパールが得られる⁴³⁾。このポット法は加熱途中の攪拌や茹で湯を補うなどの手間がかからず、形状や食感の良いパールが得られるなど、簡便で効果的な加熱方法といえる。

4. 加工(化工)澱粉の調理特性

近年冷凍食品の増加に伴い、老化しにくい澱粉に対する要望が高まっている。天然澱粉では利用効果の得られない場合には天然澱粉に物理的・化学的処理を施して天然澱粉のもっていない性質を与え、澱粉の特性を拡大した加工澱粉^{44,45)}の利用に関心が寄せられ、調理に関する研究報告⁴⁶⁻⁴⁹⁾もある。日本においては最近まで認可されていなかった加工澱粉が、2008年秋から食品添加物として認可され、今後の食品産業に広く利用されると考えられる。

4.1. 糊化済澱粉 (Pregelatinized starch または Instant starch)

澱粉に物理的処理を施した糊化済澱粉は冷水に容易に膨潤・溶解するため、増粘や保形の目的でインスタントスープやソース、プディング、またケーキミックスの生地改良剤などに利用されている。糊化済澱粉の粘度は処理の方法により異なり、溶剤法は高粘度の糊が得られ、押出し法は粘度が低く、ドラムドライ法はこれらの中間の粘度を示す

図4. 各種糊化済澱粉のアミログラム(澱粉濃度7.5%)⁵⁰⁾

ブレンダーを用いて膨潤後、アミログラフ容器に移し、30℃で90分間攪拌したときの粘度曲線。GCWS、溶剤法；DCD、ドラムドライ法；EXT、押出し法。

図5. ヒドロキシプロピル化澱粉の膨潤力・溶解度 (澱粉濃度 2%)⁵¹⁾

HPW, ヒドロキシプロピル化小麦澱粉; HPWM, ヒドロキシプロピルワキシメイズ澱粉。

図6. ヒドロキシプロピル化小麦澱粉の冷却時の攪拌がゲルの性状に及ぼす影響⁵²⁾

アミログラフにより 95℃ で 5 分間加熱後、直ちに容器に流し入れる (—), 攪拌しながら 30℃ まで冷却 (---)。25℃ で 6 時間保存後、球状プランジャーを用いて測定。

(図4)⁵⁰⁾。押し出し法は 175℃ と高温加熱により澱粉分子の崩壊が大きく低粘度を示すことが知られている。

4.2. ヒドロキシプロピル化小麦澱粉の調理特性

ヒドロキシプロピル (HP) 化小麦澱粉は小麦澱粉に比べて糊化しやすく、加熱中の粘度は約 2 倍と高く、溶解度は HP ワキシメイズ澱粉に比べてはるかに高い (図5)⁵¹⁾。この HP 化小麦澱粉から溶出した可溶成分は HP 化アミロース分子と考えられ、これらの可溶成分が低温保存時の粘度を増しゲルを形成すると考えられる。なお冷却時の攪拌が糊やゲルの性状に及ぼす影響は、95℃ から 30℃ まで攪拌を継続すると糊になり、攪拌せずに冷却するとゲルが得られる (図6)⁵²⁾。ヒドロキシプロピル (HP) 化小麦澱粉は小麦澱粉に比べて軟らかいゲルを形成し、物性の改良や調理時間の短縮、食味の向上に寄与し、低温保存安定性のある製品が得られるなどから今後、調理食品への幅広い利用に期待できると考えられる。

5. おわりに

日本で古くから用いられてきたくずやわらび澱粉は今日、品薄で高価なため、代替澱粉の利用、加工澱粉の研究と活用など、澱粉の調理・加工適性の解明が重要と考えられる。未利用澱粉資源としてのエンセツ澱粉²⁴⁾は、バショウ科に属し、エチオピア南部や南西部においてのみ栽培されている植物で、澱粉の特性・利用に関する研究は緒についたところである。効果的な調理食品への応用を目指して今後の調理科学的特性の解明に期待が寄せられている。

近年は澱粉糊の諸特性に及ぼす呈味物質の影響⁵³⁾の詳細、雑穀の粉および澱粉の調理への応用^{54,55)}、本みりん添加によるジャガイモの調理特性⁵⁶⁾他、澱粉の調理に関する研究報告に触れるたびに、今後の活躍と発展に大きな期待を寄せている。

若い方々には松元文子先生の「調理科学とは」⁹⁾の文章を引用させていただく。「調理科学研究者として進まれる方はまず調理実技を習得されたい。出発点である調理を十分理解していなければならず経験のないところには疑問は起こらない。調理科学に関する限り研究結果は必ず調理技術の発展に寄与するところがなくては意味がない」。

文献

- 1) 松元文子:「調理科学」序文調理科学研究会編, 光生館, 東京, pp. i-ii (1984).
- 2) 二國二郎:澱粉と調理. 調理科学, **2**, 6-14 (1969).
- 3) 貝沼圭二:澱粉の微細構造. 調理科学, **13**, 83-90 (1980).
- 4) 不破英次:澱粉科学の最近の進歩. 調理科学, **20**, 2-8 (1987).
- 5) 竹田靖史:澱粉の分子構造と食品のおいしさ. 日調科誌, **40**, 357-364 (2007).
- 6) 大越ひろ:嚥下補助食品の物性と飲み込み (嚥下) 特性. 澱粉の科学と技術—澱粉研究懇談会 50 年の歩みと展望—澱粉研究懇談会, 水戸, p. 48 (2010).
- 7) 和田淑子:焼成菓子類の物性変化. 澱粉の科学と技術—澱粉研究懇談会 50 年の歩みと展望—, 澱粉研究懇談会, 水戸, p. 50 (2010).
- 8) 下村道子:麺類の物性に及ぼす澱粉の影響. 澱粉の科学と技術—澱粉研究懇談会 50 年の歩みと展望—, 澱粉研究懇談会, 水戸, p. 50 (2010).
- 9) 島田淳子:調理科学から見た澱粉—その多彩な働きと魅力—. 創立 50 周年記念澱粉研究懇談会資料集, pp. 73-76 (2010).
- 10) 貝沼圭二, 松永暁子, 板川正秀, 小林昭一:β-アミラーゼ—ブルナーゼ (BAP) 系を用いた澱粉の糊化度, 老化度の新測定法. 澱粉科学, **28**, 235-240 (1981).

- 11) 松永暁子, 貝沼圭二: 米飯の老化について. 家政誌, **32**, 653-659 (1981).
- 12) 高橋節子, 小林理恵子, 渡辺篤二, 貝沼圭二: 澱粉の糊化度および老化度に及ぼす大豆蛋白質の影響. 日食工誌, **30**, 276-282 (1983).
- 13) 貝沼やす子: 米. 「調理科学」, 調理科学研究会編, 光生館, 東京, pp. 245-262 (1984).
- 14) 朝岡正子, 高橋 健, 井ノ内直良, 不破英次: 新形質米胚乳澱粉の構造特性. 応用糖質科学, **41**, 25-33 (1994).
- 15) 岡留博司, 豊島英親, 大坪研一: 単一装置による米飯物性の多面的評価. 日食工誌, **43**, 1004-1011 (1996).
- 16) 畑江敬子: 低アレルギー米「フラワーホープ (LA-1)」利用による早炊き米飯. 新しい米を創る'03, 舩農業技術研究機構作物研究所, p. 30 (2003).
- 17) 高橋節子: 新形質米の性状と調理特性他. 「調理の科学的解明をめざして」—共立女子大学における教育と研究 50 年—, 時事通信出版, 東京, 上巻 pp.1-508, 下巻 pp.512-1008 (2009).
- 18) 日本食品加工(株)研究所: 新形質米澱粉の用途開発. 新しい米を創る, 農林水産省農業研究センター, p. 25 (1999).
- 19) 梅國智子: 新形質米の理化学的性質と食味特性に関する研究. 共立女子大学大学院家政学研究科博士論文 (2004).
- 20) 鈴木繁男: でんぷんあれこれ—でんぷんの高分子としての物性とでんぷん尺—. *New Food Industry*, **8**, 1-4 (1966).
- 21) K. Kainuma: Present Status of Starch Utilization in Japan. in *Sago-76*, K. Tan, ed., University of Malaya, Malaysia, pp. 224-229 (1977).
- 22) 貝沼圭二: 片栗粉, 葛粉, ワラビ粉. 澱粉の科学と技術—澱粉研究懇談会 50 年の歩みと展望—, 澱粉研究懇談会, 水戸, p. 63 (2010).
- 23) 濱西知子: サゴ澱粉の育成段階における理化学的性質と調理科学的特性に関する研究. 共立女子大学大学院家政学研究科博士論文 (2002).
- 24) R. Hirose, Y. Teduka, T. Kondo, K. Hirao, T. Hatta, S. Nemoto, K. Saio, S. Takahashi and K. Kainuma: Characteristic physico-chemical properties and potential uses of enset (*Ensete ventricosum*) starch: Comparative studies with starches of potato, sago and corn. *J. Appl. Glycosci.*, **57**, 185-192 (2010).
- 25) 寺元芳子: 澱粉と関連食品の調理性についての研究. 学会賞記念論文, 家政誌, **37**, 649-660 (1986).
- 26) 中濱信子: 調理におけるレオロジーの道. 「やまぼうし」, 中濱信子教授退職記念出版, やまぼうし刊行委員会編, pp. 146-152 (1993).
- 27) 川端晶子: 最終講義『食』の原点を求めて. 「『食』の原点を求めて—川端晶子先生業績集—」, 川端晶子先生定年退職記念事業会編, 建帛社, 東京, pp. 3-8 (1997).
- 28) 鈴木綾子, 竹田靖史, 檜作 進: タピオカ, ジャガイモ, クズ澱粉の分子構造と老化性の関係. 澱粉科学, **32**, 205-212 (1985).
- 29) 杉本温美, 西京公恵, 藤田修三, 不破英次: サフラン澱粉の二, 三の性質. 澱粉科学, **33**, 40-46 (1986).
- 30) 高橋幸資: 物理的に見た澱粉の糊化・老化: 澱粉の科学と技術—澱粉研究懇談会 50 年の歩みと展望—, 澱粉研究懇談会, 水戸, p. 28 (2010).
- 31) 井川佳子: 市販サツマイモ澱粉 (わらび餅粉) の性質に及ぼす粒子径, 無機質, 脱脂の影響. 応用糖質科学, **43**, 517-524 (1996).
- 32) 新井映子: 澱粉からアプローチする米と米粉の調理科学. 創立 50 周年記念澱粉研究懇談会資料集, pp. 39-42 (2010).
- 33) 平尾和子, 村山裕子, 赤羽ひろ, 中濱信子: 馬鈴薯澱粉糊液の流動特性. 家政誌, **36**, 10-17 (1985).
- 34) 永島伸浩, 山田早苗, 澤山 茂, 川端晶子: セマンテックディファレンシャル法による“くず湯”の食味評価の分析. 栄養学雑誌, **44**, 131-141 (1986).
- 35) 桑畑美佐子: 経口的な評価における女子学生の粘性弁別閾. 家政誌, **30**, 434-440 (1979).
- 36) 晴山克枝, 松浦和子, 古川英子, 吉松藤子: 黄身酢の粘度に関する研究. 家政誌, **30**, 167-175 (1979).
- 37) 寺元芳子, 松元文子: くずざくらについて. 家政誌, **17**, 384-388 (1967).
- 38) 村田安代, 池上茂子, 松元文子: ごま豆腐に関する研究. 家政誌, **25**, 596-603 (1974).
- 39) 高橋節子, 福場博保: プラマンジェのレオロジー的研究 (第1報) 加熱方法の検討. 家政誌, **25**, 443-449 (1974).
- 40) 高橋節子, 美川トク, 福場博保: プラマンジェのレオロジー的研究 (第2報) アミログラムに及ぼす牛乳の影響. **25**, 450-454 (1974).
- 41) 貝沼圭二: エネルギー資源, **6** (4), 61 (1985).
- 42) 平尾和子, 西岡 育, 高橋節子: パール状澱粉の調理に関する研究 (第1報) タピオカパールの加熱方法について. 家政誌, **40**, 263-371 (1989).
- 43) 平尾和子, 高橋節子: パール状澱粉の調理に関する研究 (第3報) サゴパールの加熱方法について. *SAGO PALM*, **4**, 14-20 (1996).
- 44) 貝沼圭二, 鈴木繁男: 澱粉の化学反応性とその誘導体. 化学と生物, **6**, 602-606 (1968).
- 45) 小倉徳重: 「澱粉科学ハンドブック」, 二國二郎監修, 中村道徳, 鈴木繁男編, 朝倉書店, 東京, pp. 496-517 (1977).
- 46) 高橋節子, 鈴木光枝, 吉田栄子, 小野かおり, Paul A. Seib: 糊化済ヒドロキシプロピル小麦澱粉の調理・加工適性. 家政誌, **49**, 1099-1108 (1998).
- 47) 小野かおり: ヒドロキシプロピル小麦澱粉の調理科学的研究. 共立女子大学大学院家政学研究科博士論文 (1999).
- 48) 大谷貴美子, 瀧口悦子, 片岡あゆみ, 齋庭照美, 井川佳子, 松田秀樹, 石田文博, 中久喜輝夫: 化工澱粉による光沢発現. 日調科誌, **37**, 37-47 (2004).
- 49) 平尾和子, 永田早苗, 内藤文子, 反町秀子, 高橋節子: 化工小麦澱粉を用いたスープの物性および食味特性. *Nihon Reoroji Gakkaishi*, **33**, 67-73 (2005).
- 50) S. Takahashi and P.A. Seib: Paste and gel properties of prime corn and wheat starches with and without native lipids. *Cereal Chem.*, **65**, 474-483 (1988).
- 51) S. Takahashi, C.C. Maningat and P.A. Seib: Hydroxypropylated wheat starch in several food from Japan. *Asean Food J.*, **8**, 69-76 (1993).
- 52) S. Takahashi, C.C. Maningat and P.A. Seib: Acetylated and hydroxypropylated wheat starch paste and gel properties compared with modified maize and tapioca starches. *Cereal Chem.*, **66**, 499-506 (1989).
- 53) 平島 円, 高橋 亮, 西成勝好: 澱粉の離水に及ぼす呈味物質の影響. 日調科誌, **40**, 249-256 (2007).
- 54) 伊藤 幸, 平尾和子, 濱西知子, 松永直子, 高橋節子: ヒエ粉およびシルクフィブロインの添加が食パンの物性ならびに食味特性に及ぼす影響. 家政誌, **57**, 89-99 (2006).
- 55) 手塚尚子, 平尾和子, 濱西知子, 松永直子, 貝沼圭二, 高橋節子: アワ澱粉の新調製法と得られた澱粉の理化学的性質. *J. Appl. Glycosci.*, **54**, 15-21 (2007).
- 56) 木下枝穂: 煮熟調理における食物成分の特性と挙動—一本みりん添加によるジャガイモの調理特性の発現—. 共立女子大学大学院家政学研究科博士論文 (2008).