

研究生生活のふり返り

Looking Back on My Research Life

星 祐二*

Yuji HOSHI

私は、1979年4月に東北大学大学院農学研究科食糧化学専攻の修士課程に進学し、研究生生活をスタートさせました。食品保蔵学講座に所属し、修士課程時代は柴崎一雄先生の、博士課程に進学してからは山内文男先生のご指導を受け、博士論文「大豆タンパク質の構造と物性に及ぼす湿度の影響」で学位（農学博士）を取得しました。

1984年4月に宮城学院女子大学・同短期大学に赴任し、本年3月末をもって定年退職となりますが、このたび、宮城学院女子大学生活環境科学研究所所長の緑川早苗先生から、「生活環境科学研究所研究報告」へ寄稿する機会をいただきました。紙数に余裕があるとのことでしたので、少々長くなりますが、私の大学院時代および本学へ赴任後の卒業研究指導を中心とした研究生生活を振り返り、自身の備忘録とさせていただきます。

I. 大学院時代の研究

大学院で研究を始めた頃は、現在の「ベジミート」と同様、大豆タンパク質からつくられた肉様素材など、大豆の有効利用が叫ばれ、基礎研究も盛んでした。

当時も、我が国は、大豆のほとんどを輸入に頼っており、輸送中に大豆の品質が劣化することが問題で、丸大豆の保存性についての先行研究はありました。しかしながら、研究室レベルで使用する凍結乾燥大豆タンパク質の保存性を扱った文献は皆無で、柴崎・山内両先生からのアドバイスもあり、凍結乾燥大豆タンパク質の保存性におよぼす吸湿の影響を研究テーマとすることになりました。研究をスタートさせたとはいえ、上述のように先行研究もなく、試行錯誤の日々が続きました。凍結乾燥タンパク質試料は、吸湿すると時間単位で特性が変化していくため、何日間も研究室の中二階に泊まり込んで実験を行いました。当時、研究室への泊まり込みは禁じられておりましたが、先生方よりも遅くまで残り、先生方が出勤される前に起き出しました（寝坊して、昼過ぎまで中二階から出てこれずに隠れていたこともありました。もうさすがに時効でしょうから、正直に告白します）。

大豆の主要タンパク質は、β-コングリシニン（7S）と

グリシニン（11S）ですが、前者には含硫アミノ酸のシステインはほとんど含まれていないため、システイン残基間のジスルフィド結合形成は、ゲル化や乳化性などの機能特性（昨今は、食品の三次機能のことを「機能性」といいますが、当時はゲル化や起泡性などの物性を「機能特性」とよんでいました）発現には、ほとんど影響しないとされていました。ところが、凍結乾燥β-コングリシニンが吸湿すると、わずかに存在するシステイン残基間のジスルフィド結合が保存性に大きく影響することを、ジスルフィド結合により架橋した二量体を分離することで証明しました。一方、システイン含量の高いグリシニンは、一見、すぐに溶解しなくなるのですが、一晚溶媒に浸しておくとも再溶解するようになり、また、トリプシンによる分解も受けやすくなることを明らかにしました¹⁻⁷⁾。

凍結乾燥大豆タンパク質を吸湿保存後、溶媒に浸漬・膨潤させると、加熱などを行わずともゲル化させることができ、新たなゲル化法（吸湿ゲル化）として話題になったこともありました。研究当初は、大豆タンパク質の化学的な変化を追求していましたが、ここでゲル物性の解明に舵をきり、吸湿ゲル化後、さらに加熱すると4~15倍にも硬さが増すことを報告し、これらの論文が、本学の「食品物性担当教員公募」の採用条件を満たすことになり、講師として採用され、現在に至ることになりました^{8,9)}。

II. 宮城学院女子大学における研究

1. 大豆タンパク質関係

宮城学院女子大学への赴任1年目は、他のゼミから転属した4年生6名の卒業研究指導という形で研究が始まりましたが、赴任直後でも右も左もわからず、ゼミ生にいろいろ聞きながらの日々でした。

当時、大豆タンパク質の機能特性研究では、研究テーマが同じでも正反対の結果が報告されることも多く、その原因を明らかにしたいと思い、市販分離大豆タンパク（「質」はつけず、Soy Protein Isolateの頭文字をとって「SPI」とも表記されます）と実験室規模で調製した酸沈

*宮城学院女子大学食品栄養学科

殿大豆タンパク質 (Acid Precipitated Protein の頭文字をとって「APP」ともよびます) の比較を行いました。その結果、①フィチン酸含量に差があること、②SPIの製造工程における加熱処理、③SPIでは未変性の β -コングリシニンやグリシニンが高分子化していること、④SPIの表面疎水性が高いことなどが、研究結果の不一致の要因である考え、さらに、高分子化した大豆タンパク質の構成サブユニットの存在状態についても考察を加えました¹⁰⁻¹²⁾。

市販分離大豆タンパクは、いくつかのメーカーから多様な特性を有する製品が市販されており、代表的な4種のSPIの乳化性やゲル化性について検討し、サブユニットレベルから考察しました¹³⁾。また、吸湿ゲル化法がSPIにも応用可能かを検討し、実験室レベルで調製した大豆タンパク質 (APP) と同様な方法ではゲル化できないが、凍結乾燥後に吸湿処理を施すことで、単なる加熱ゲルとは異なる性状を有する大豆タンパクゲルが得られることを示しました¹⁴⁾。

β -コングリシニンは、 α' 、 α 、 β のサブユニットから構成される三量体タンパク質で、サブユニットの組合せによって、 $B_0 \sim B_6$ -コングリシニンの7種のヘテロジェニティが存在し、 β -コングリシニンの機能特性を明らかにするためには、これらの異種体を分離する必要があります。 β -コングリシニン異種体の分離法については、大学院時代の先輩である Thanh 博士によって確立されてはありましたが、その方法は煩瑣で、もっと簡便な精製方法について検討し、十分な純度で $B_0 \sim B_6$ -コングリシニンを分離する方法を確立しました¹⁵⁻¹⁸⁾。さっそく、この精製法で分離した β -コングリシニン異種体の乳化性について検討し、 $\alpha'\alpha$ サブユニット含有量が多くなると乳化活性が高くなることを明らかにしました。 $\alpha'\alpha$ サブユニットは、 β サブユニットのN末端側に130~145アミノ酸残基の親水性に富む領域「Extension Region」が付加された構造をしており、それが $\alpha'\alpha$ サブユニットを多く含む異種体の良好な乳化活性発現の要因と考察しました。また、① β -コングリシニンは三量体構造を保ったまま油滴界面に吸着すること、② α 系サブユニットはExtension Regionを有しながらも表面疎水性の高いこと、③トリプシンやキモトリプシンで限定分解すると乳化活性が低下することを明らかにするとともに、トリプシンによる限定酵素分解試料を用いて油滴界面への吸着部位の推定も行いました¹⁹⁻²⁸⁾。

実験室規模で調製した大豆タンパク質 (APP) の乳化性について、界面化学的視点からも検討を加えました。その結果、①大豆タンパク質は濃度1%までは油滴界面に単分子層状態で吸着し、それ以上の濃度では多分子層状態で吸着している可能性が高いこと、②表面張力と乳化性の間には逆相関の関係があること、③グリシニンの方が β -コングリシニンよりも油滴界面に吸着しやすく、

さらにグリシニンは、塩基性ポリペプチドを介して吸着する可能性などを示すことができました²⁹⁾。このように大豆タンパク質の乳化特性について種々の知見を得ることができましたが、他の主要食品タンパク質 (カゼイン、牛血清アルブミン、卵白アルブミン) の乳化特性との比較も必要と考え、検討しました。その結果、①卵白アルブミンは他のタンパク質に比べて乳化性に劣ること、②カゼイン、牛血清アルブミン、および大豆タンパク質の乳化活性には濃度飽和性が認められたが、卵白アルブミンでは濃度依存性が強かったこと、③表面張力の低下速度と乳化活性の間に相関があること、④卵白アルブミンは酸性領域においてモルテングロビュール状態となり、乳化活性が他のタンパク質に匹敵するようになることなどを明らかにできました^{30,31)}。

2. 計測制御システムの構築

私は、中学生の頃にラジオ製作に夢中になり (一方、野球部でエースで3番でした。野球はその後も続け、大学時代には、正木先生とバッテリーを組み、ストレートのサインに (わざと) カーブを投げて突き指させてしまいました。スマン)、現在もオーディオアンプの自作を行っていることもあって、パーソナルコンピュータを活用した計測制御システムの構築にも取り組んできました。最初は試しにと、当時、個人所有していたものの、使わなくなった8bit パーソナルコンピュータ SHARP MZ-2000のマザーボード上の拡張I/Oユニット接続用端子から信号を取り出して、LEDを点滅できたときは感動しました。これで味をしめ、レオメーターからの信号を16bit パーソナルコンピュータ (その頃は、日本のデファクトスタンダードであったNECのPC98シリーズ系のパーソナルコンピュータを使用していました) に取り込み、TPA (テクスチャプロファイルアナリシス) 解析を行うシステムを作成しました。パーソナルコンピュータの拡張スロットに自作のインターフェースボードを挿入し、レオメーターからのシグナルを増幅・A/D変換後、上記インターフェースボードを介してパーソナルコンピュータに取り込みました。取り込んだデータのTPA解析を行うソフトウェアも自作し、TPA解析が短時間でできるようになりました³²⁾。現在は、Science Cubeというデータロガーを介して、Microsoft社の「Excel」に直接データを取り込み、解析しています。

私がよく使う実験手法の一つに電気泳動があります。電気泳動では、泳動後のバンドを光学的にスキャンすることで (デンシトメトリー)、タンパク質の量的な挙動を調べることができます。赴任当時、本学にもデンシトメーターがあり、専用の積分計が付属していましたが、ベースラインの補正等、使い勝手が必ずしもよくなかった記憶があります。そこで、デンシトメーターからのシグナルをパーソナルコンピュータに取り込み、ディスプレイ

レイに表示されるデンストグラム上でピーク位置の指定やベースラインの補正等が行えるようにしました³³⁾。現在は、泳動後のゲルをスキャナで読み込み、フリーのアプリケーションを使って画像解析すれば、簡単に定量でき、隔世の感を禁じえません。

寒天やゼラチンは身近な熱可逆的ゲル化剤ですが、凝固・融解温度は文献によってかなり異なります。その差異の原因としてゲル化剤の起源や製造方法等もありますが、凝固や融解温度の判定方法も大きく影響します。今から、30年ほど前、当時の雪印さんが動粘度モニタリングシステム「レオキャッチ」というコンパクトな計測器を販売していました。この計測器には発熱・測温センサと測温センサの2本の温度センサがあり、センサ間の温度差から間接的に動粘度を求めるものです（細線加熱式粘度計）。レオキャッチを使えば、凝固や融解点で系の熱伝達率が変化し、センサ間の温度差が変化することから凝固温度や融解温度を非破壊的に測定できるのではないかと考えました。レオキャッチからのアナログ温度データをパーソナルコンピュータに取り込み、両センサ間の温度差を微分（差分）して得られる微分スペクトルから変曲点を求め、そこを凝固あるいは融解温度としました。また、昇温あるいは降温中の温度変化もモニタでき、ゲル化にともなう吸熱反応なども解析できました。このシステムも、その後、数度の改良を経て、今は、「Arduino」というマイコンボードをWindows系パーソナルコンピュータにUSB接続し、Excelに直接データを取り込んで解析できるようにしました³⁴⁻³⁶⁾。

3. 緩衝能の理論的研究

1999年、宮城学院女子短期大学がまだあった頃のことです。短大家政科から4年制の家政学科へ編入した学生が研究室に所属することになりました。短大時代、「実験はまったくしたことがない」とのことで、実験手技に乏しくても取り組める研究計画の立案に悩みましたが、身近な飲料のpHを測定して滴定曲線を描いてみることにしました。多数の滴定曲線が得られ、定量的な考察ができないものかと思案し、微小pH変化に必要な微小塩基量として定義される「緩衝能 (buffer capacity)」を適用することを思いつきました。緩衝能は、緑茶や清酒などの品質評価や伝統的調味料の熟成程度の評価にも使われ、実験的には滴定曲線に引いた接線の傾きの逆数から求められるので、当初は「簡単に滴定曲線から緩衝能曲線へ変換できる」と高を括っていました。しかしながら、いざ行ってみると理論通りとはならず、「なぜだろう？」と悩み、本格的に緩衝能の理論を勉強しました。Excelを駆使してシミュレーションを続け、滴定データから十分な精度で緩衝能曲線を作成する方法を開発し、種々の液状食品の緩衝能評価が行えるようになったときの喜びはひとしおでした。さらに、標準物質の緩衝能曲線を事

前に準備しておき、未知試料の緩衝能曲線に対して重回帰分析を行うことで、緩衝能成分の同定・定量までできるようになりました³⁷⁻⁴⁴⁾。

4. 液状食品の流動特性に関する研究

昨今は、コンビニエンスストアでも手軽に多様なスポーツ・機能性ゼリー飲料を購入できますが、これらゼリー飲料の流動特性について、誰もがご存知と思う有名な2製品 (AVQR, EGFB) を試料として検討しました。①EGFBの粘度はAVQRよりも高いこと、②EGFBの粘度には時間依存性があること、③応力緩和曲線解析からEGFBには急速に破壊される構造と徐々に破壊される2つの構造を有すること、④流動の活性化エネルギーや流動性指数を求めるとともに、本学学生による官能評価から両者の嚥下時のずり速度を推定しました⁴⁵⁾。

単花密から加工された市販蜂蜜 (8種) の流動特性についても検討し、①いずれの蜂蜜ともニュートン流体で、粘度値には3倍程度の開きがあること、②10%程度の水を加えることで、蜂蜜の粘度は1/10以下まで低下すること、③流動の活性化エネルギーは40℃を境として変化し、水素結合に関わる水の構造を反映していることを示すことができました^{46,47)}。

各種デンプン分散液のレオロジー的特性や糊化特性についても検討し、①ジャガイモやコムギデンプンについては、文献通りのデンプン粒が観察されるものの、離乳食用とろみ付与剤と高齢者食品用増粘剤には、デンプン粒はなく (光学顕微鏡による観察)、パン粉のような形状をしていることが走査型電子顕微鏡像からわかったこと、②デンプン糊化液の保温効果や粘度は、起源となる植物や増粘剤によって大きく異なること、③細線加熱式粘度計は、デンプン懸濁液の糊化温度測定にも応用可能であることなどを明らかにしました⁴⁸⁻⁵⁰⁾。

カレーライスは多くの方にとって定番の料理かと思いますが、多くのメーカーから多種多様なルウが市販されています。ルウを融かしたものをここではカレーソースとしますが、製品によって、翌日、流動しなくなるものと流動性が保たれているものがあることに疑問に感じたゼミ生達と、市販カレーソースの流動性を調べたことがあります。カレーソースの流動性が翌日に低下する原因として、温度低下にともなう粘度上昇によるものとされてきましたが、温度効果に加え、再加熱にともなう水分蒸発の影響も大きいことを示すことができました。また、蜂蜜を入れると粘度低下を抑制できるといわれていますが、実際に蜂蜜入り市販カレーソースの流動性を測定することで、その効果を確認することができました。そして、この蜂蜜の効果は、グルコースとフルクトースのみからなる人工蜂蜜 (プレーンな蜂蜜の味がします) を調製し、カレーソースに加えても流動性低下を抑制できず、一方、アミラーゼを添加するとカレーソースの粘度が顕

著に低下したことから、蜂蜜に含まれるアミラーゼの影響によるものと考察しました⁵¹⁻⁵³⁾。

共立女子大学の熊谷仁先生は、えん下困難者用食品の許可基準の問題点を指摘し、特に液状のものについては、真の物性値である粘度を介護食設計の指標に用いることを提唱されています。熊谷先生のグループは、コーンプレート型粘度計とB型粘度計を用いてデータの収集・解析をし、論文として公表されていますが、その知見が、別の研究室で異なる粘度計やロットの異なる増粘剤を用いても当てはまるのか関心をもたれました。そこで、当研究室備品の回転粘度計 (BROOKFIELD RVDV-E) を用いて、熊谷先生らと同じ種類の増粘剤分散液の流動特性について検討したところ、粘度値の絶対値には差異はあったものの流動性の傾向は、熊谷先生らが発表したものと同様のものとなり、熊谷先生らの知見の普遍性を確認できました。また、とろみ調整用食品の場合、お茶や牛乳に添加すると粘度が上昇しにくいいため、最初の攪拌から10分後くらいに再度攪拌を行う「二段階攪拌」が推奨されていますが、音叉型粘度計SV-10を用いて定量的にその挙動を把握することができました。さらに、牛乳や濃厚流動食専用と謳った製品でも、最終粘度は通常品に比べ高くなるものの、二段階攪拌自体は必要なことも明らかにしました^{54,55)}。

5. 調理科学研究

私のゼミでは、3年次のゼミ生に対して、日頃抱いている調理操作についての疑問等を春休み期間中に、家庭の調理機器・器具を使って解明し、4年次初頭に発表をする機会 (「台所実験」) を設けてきました。

2003年度ゼミ生のうち3人が、クッキーに関する発表を行い、レシピごとに作り方が異なっていることに疑問をもち、「3人でクッキー作りに最適なレシピを考案したい」との申し出がありました。それまで、調理科学的な卒業研究の指導経験もなく、当初は、難色を示しましたが、論文執筆のノウハウの伝授や技術的な支援はできるが、実験計画自体の立案は自分たちで行うことを条件に、卒業研究を進めることにしました。技術的な支援の例として、アクリル角柱 (3 mm×3 mm) で型枠を作成し、その中に焙焼前の一定量の生地を入れてから麺棒で伸ばせば、生地を均一な厚みに成型できるのではないかとアドバイスしたこともありました。その後、実験は順調に進捗し、基準となるレシピを確立でき、小麦粉、バター、卵の分量等がクッキー性状におよぼす影響を明らかにすることができました⁵⁶⁾。

2005年度ゼミ生の1人から、「3年次の臨地実習時の課題 (カロリー制限者向けのお菓子) が、当初思っていた通りにはできず、卒業研究で引き続き取り組みたい」との申し出を受け、人工甘味料を使ったシフォンケーキレシピの開発を行うことになりました。最初に、卵白や

乾燥卵白溶液の起泡性に関する基礎的実験を行い、必ずしも調理科学系の教科書に記載されている、いわゆる「常識」と合わないことがあるという「気づき」がありました。また、たまたま実験室の冷蔵庫に保管してあった試薬の乾燥卵白を、興味本位で使ってみたのですが、これが後述のような意外な結果をもたらすことになりました。基礎的研究を経て、実際に人工甘味料を用いたり、サラダ油を除いたシフォンケーキを焙焼したり、卵白の代わりに乾燥卵白 (官能評価用の乾燥卵白は業務用のものを使用したのでご安心を) を使ったケーキを焙焼したりして、ケーキ特性を評価しました。その結果、卵白を用いた場合は、人工甘味料を加えたり、サラダ油を除いたりすると膨らみが悪く、官能的にも評価は低いものとなりました。一方、乾燥卵白を使用すると、人工甘味料への代替およびサラダ油不使用でも、基準のレシピに比べれば嗜好性は落ちますが、十分にシフォンケーキと認識されるレベルのケーキとなりました。シフォンケーキについては、以後の年次のゼミ生が引継ぎ、レシピの改良、焙焼方法の検討、ケーキ型や粉素材の影響などについて検討を続け、パンには必ずしも適しているといえない米粉や、あるいはタンパク質制限者向けの「でんぶん薄力粉」がシフォンケーキと相性のよいことなどを明らかにしてきました⁵⁷⁻⁶⁶⁾。

米粉パンの品質特性についても検討し、「米粉ミックス」から調製したパンは、米粉パンの中では、膨化性やテクスチャーが最も小麦粉パンに近いことを示しました。一方、伝統的な米粉である上新粉や精粉米粉を用いた米粉パンは、米粉含量が増加するにつれて、食パンの特徴であるふんわりとした食感が感じられなくなり、いわゆる「パン」とはいいがたいものとなるものの、それらにはパンと餅の中間のような独特の食感と風味が感じられ、パンとは別のパン様食品としての利用を考えれば、米粉の有効利用につながる可能性を示しました。また、異なるコメ品種から実験室規模で調製した米粉 (「米ペースト粉末」) を使った場合、米品種は米粉パン性状に影響せず、品種よりも製粉方法の方がパン性状に大きく影響する可能性を示しました^{67,68)}。

6. 食品の三次機能に関する研究

赴任当初、故上崎武男先生が本報告書に執筆された「アマノリ蛋白質に関する二、三の理化学的性質」という原著論文を読み、海苔には乾燥重量で40%ものタンパク質が含まれていることを知り、「いつか海苔タンパク質のことを研究したい」という思いを抱きました。初めは、海苔タンパク質の物性を研究しようかとも思いましたが、海苔タンパク質は鮮やかな紫色を呈する色素タンパク質のため、食品への利用は制限される可能性があることと、一度に食する量は少ないので、海苔タンパク質の三次機能について研究しようと考えました。院生時代

に他講座の助手が、蕎麦タンパク質酵素分解物のアンジオテンシン変換酵素（ACE）阻害能について研究をされていたことに感銘を受けていたので、海苔タンパク質酵素分解物のアンジオテンシン変換酵素阻害能評価に取り組むことにしました。市販の焼きのりから海苔タンパク質を抽出しようしても異臭がしてうまくいかず、仙台駅付近の朝市で購入した乾海苔を出発物質とすると、首尾よく海苔タンパク質を分離することができました。海苔タンパク質をトリプシン、またはキモトリプシンで部分消化して得られたペプチドの ACE 阻害活性は、先行研究としたカゼイン分解物の阻害活性に匹敵することが明らかとなりました^{69,70}。つぎのステップとして、阻害ペプチドを分離し、アミノ酸配列を決定するという実験計画を考えていました。ところが、クリスマスの夜、夕食を食べながら見ていたテレビで、血圧が高めの方向けの特定保健用食品として、白子のりさんの「海苔ペプチド」の CM が流れているではありませんか！！（現在は廃番となっているようです）。口の中から咀嚼中のご飯がこぼれました！！（下品でごめんなさい。「先行研究の文献は調査していたのに・・・」。翌日すぐ、白子のりさんに連絡をし、関連文献をいただき、白子のりさんの方は、塩酸で大量に処理する方法であることを知りました。当方とは処理方法が異なるとはいえ、結局、ここで海苔タンパク質の ACE 阻害活性の研究は断念することになりました。そこで、つぎにどの食材の ACE 阻害活性を調べようかと考え、当時、食品栄養学科の「テーマ学習」の題材が米であったことから米タンパク質を取り上げることとしました。分離した米主要タンパク質のグルテリンをペプシンで部分分解して得られたペプチドの ACE 阻害活性を測定したところ、カゼイン分解ペプチドの 2 倍程度高い阻害活性があり、さらに、HPLC による阻害ペプチドの分離も行いましたが、従来法による ACE 阻害活性測定法ではばらつきが大きく、阻害ペプチドのアミノ酸配列同定とともに、ここで一旦断念することになりました（そのまま断念状態が継続中です）⁷¹⁻⁷³。

7. 腎臓病用低タンパク質食品に関する研究

大学院健康栄養学研究科主指導教員として、管理栄養士として病院に勤務しておられた卒業生の修士論文作成の指導も行いました。

摂取タンパク量の制限を受けている腎臓病の患者さん向けに、多様な「腎臓病治療用特殊食品」が流通していますが、患者さんの嗜好に合った製品を適切に選択することは難しく、各製品の特性をデータベース化することは重要と考えました。また、これらの製品に嗜好性の点で問題が残ることは否めず、嗜好性改善レシピの開発も望まれていました。

市販「低たんぱくパンミックス」に通常添加するオリブ油をショートニングに替えると膨化性が向上する

こと、必須食材であるリンゴ酸をクエン酸に置換すると「でんぷんパン」特有のにおいが軽減できること、ハチミツ、スキムミルク、卵を添加すると、でんぷんパンに好ましい焼き色をつけることができ、嗜好性も高められました⁷⁴。

「でんぷんご飯」の嗜好性は低く、市販重湯、もち粉、味醂、および蜂蜜を添加すると嗜好性改善効果が認められました。また、炊飯前に水に浸漬するとデンプンの糊化が促進し、軟らかな食感のでんぷんご飯となり、嗜好性改善のための手軽な改善方法であることを見出しました。普通米飯の糊化度は 99.4%、でんぷんご飯の糊化度は、炊飯直後であっても 75.5%と低いのですが、嗜好性改善効果の認められたでんぷんご飯は、若干ですが糊化度が高くなることも示すことができました⁷⁵。

腎臓病治療用「たんぱく質調整米」についても、メーカーや製品ごとにデータベース化することを試み、①たんぱく質調整米米粒の外観は、タンパク質低減量だけでなく、その低減化方法の影響も受けること、②「ひとめぼれ」や低グルテリン米（消化性のよいグルテリン画分の含量が低く、消化されにくいプロラミン含量が高い品種）において観察されたデンプン粒やアミロプラストは、たんぱく質調整米には認められず、平滑な構造を呈していること、③電気泳動的解析により、ペプシン/パンクレアチンによるカスケード消化によってもプロラミンは分解されにくく、低グルテリン米は、味質もよい上に価格も普通米と変わらず、腎障害が軽度でタンパク質制限が厳しくない方やたんぱく制限食導入期の方が、制限食に馴化する際に利用するのに適していること、④たんぱく質調整ご飯特有の白さが目立つ製品と低グルテリン米のようにひとめぼれに近い外観を呈する製品があること、⑤香りについては、継続的に摂食すれば馴化できるレベルの製品がある一方で、たんぱく調整ご飯特有の匂いや酸味臭のする製品もあること、⑥ひとめぼれと同様のうま味を呈する製品と酸味を感じる製品があることなどを明らかにしました⁷⁶。主指導教員となったときには、「治療食のことなど、まったく知識がないのに、どのように指導すればよいのだろう」と内心、途方に暮れていましたが、院生の方とともに文献などを読み漁ることで、知識も増え、結果的に 3 本の論文として公刊することができました。もともとの知識がゼロでしたから無限大に知識が増えたことになるわけです（誇張しすぎですね）。

8. 論文化構想中の研究

ここまでご紹介してきましたように、「ずいぶんと多様な研究に取り組んできたなあ」と我ながら思いますが、未発表の研究成果もまだあり、今後、機会をみて論文化できればと思っています。そのうち、特に強く論文化を考えている 2 つの研究を以下にご紹介します。

2006 年度ゼミ生の一人が、上述の「台所実験」とし

て、生姜搾汁に熱した牛乳を勢いよく注いで凝固させる「生姜ミルクプリン」について発表しました。生姜ミルクプリンは、香港で菓膳やスイーツとして人気があり（「姜汁撞奶」と書き、「ジュワンシージュワンナイ」と発音するようです。中国文学専門の元本学教授から教えていただきました）、卒業研究として継続することにしました。その結果、①生姜の産地によって凝固活性に強弱があること、②アスコルビン酸が凝固能を高めること、③凝固物の微細構造はキモシン凝固に比べるとゲルマトリックスの形成が粗いこと、④ α 、 β 、 κ -カゼイン単独では、生姜プロテアーゼ（ジンジバイン）の分解を受けるものの、カゼインミセルの状態では κ -カゼインが選択的に分解を受け、見かけは、キモシン分解と類似の反応機構であること、⑤乳脂肪の存在が凝固物の破断強度を高め、微細構造を補強していることなどを明らかにしました⁷⁷⁻⁷⁹。

また、生姜搾汁だけでなく、果汁の凝固性についても調べてみると、①マンゴーとパイナップル搾汁では凝固には至らず、一方、キウイ、パイナップル、イチジク搾汁には高い凝固活性があること（キウイおよびパイナップル搾汁凝固物は苦味が強く食用には不向き）、②パイナップル搾汁はすべてのカゼイン画分を分解してしまうこと、③走査型電子顕微鏡を用いて凝固物の微細構造を観察すると果汁によって緻密さが異なること、④パイナップル果汁添加分解ペプチドのACE阻害活性は、先行研究のあるトリプシン分解カゼインペプチドのそれよりも高いことを明らかにしました⁸⁰⁻⁸⁵。

2017年に平本教授（現名誉教授）から、「石巻の食品会社が開発した業務用不凍タンパク質添加冷凍すし飯は、解凍後もおいしさを維持できるのが売りで、開発会社からその理由を明らかにして欲しいと頼まれたの。きっと糊化度が低下しないんじゃないかしら。糊化度を測定してくれない」と共同研究の申し出がありました。以前、食品栄養学科3年次開講科目「食品理化学実験」に糊化度を測定する実験を組み入れていたこともあり、「ジニトロサリチル酸（DNS）を使えば簡単だなあ」と安請負してしまいました。早速、ゼミの学生3人と不凍タンパク質添加冷凍すし飯を解凍して、糊化度を測定することにしましたが、ゼミ生一人の手荒れがひどく、DNSを使うのは断念しました。代わりとなる糊化度測定法を調べましたが、いずれも一長一短があり、糊化度低下に鋭敏な測定法を改良することにしました。糊化デンプン試料に β -アミラーゼ・ブルラナーゼ混液を加え、所定の条件で分解し、生じたマルトースを α -グルコシダーゼでグルコースに変換後、市販のグルコース定量キットでグルコース量を測定し、糊化度を求める方法で、「BAP-AG法」と勝手に命名しました。反応条件等を詳細に検討したうえで、従来からよく用いられてきた、測定自体は簡便なもの、官能的にはすでに老化が認識される試

料の糊化度を適切に反映しにくいとされるグルコアミラーゼ法（GA法）との比較も行い、BAP-AG法の方が理論値に近い糊化度を示し、測定精度も高く、さらに炊飯米を冷蔵保存した場合、官能評価と一致する糊化度を与えることが確認できました⁸⁶⁻⁹¹。

9. その他

2020年度は新型コロナウイルス感染症のために、特に前期は対面での卒業研究指導がかなわず、遠隔で指導するという初めての体験をしました。遠隔ツール類の使い方にも慣れておらず、ゼミ生とともに試行錯誤の連続でした。家庭でできるテーマをゼミ生とともに考え、オンラインで進捗状況の報告・指導を続け、後期からなんとか対面での指導ができるようになりました。自宅待機中にゼミ生なりに工夫を凝らした研究内容を発展させ、卒業論文にまとめ上げたときには、ゼミ生の頑張りに感心するとともに、正直、安堵しました。

ここで、ご紹介できなかった卒業研究については、「卒業論文題目一覧」に列挙することにします（一部「引用文献」と重複）。

今回、このような寄稿の機会をいただき、改めてゼミ生とともに取り組んできた卒業論文やゼミの集合写真に接すると、懐かしさが込み上げてくるとともに感謝の念が禁じえません。ゼミ生の皆さん、本当にありがとうございました。そして、今回、寄稿をお勧めいただいた緑川先生を始め、研究所所員の皆様に感謝申し上げます。そろそろ紙数もつきてきましたので、筆を置くことにします。

引用文献

- 1) 星 祐二、山内文男、柴崎一雄、「大豆酸沈殿タンパク質の貯蔵中の変化に及ぼす湿度の影響」、日本食品工業学会誌、**29**, 496-500 (1982)
- 2) Yuji HOSHI, Fumio YAMAUCHI and Kazuo SHIBASAKI, 'Effects of Relative Humidity on Aggregation of Soybean 7S and 11S Globulins', *Agric. Biol. Chem.*, **46**, 1513-1517 (1982)
- 3) Yuji HOSHI, Fumio YAMAUCHI and Kazuo SHIBASAKI, 'On the Role of Disulfide Bonds in Polymerization of Soybean 7S Globulins during Storage', *Agric. Biol. Chem.*, **46**, 2803-2807 (1982)
- 4) Yuji HOSHI, Fumio YAMAUCHI and Kazuo SHIBASAKI, 'Further Studies on Aggregation and Insolubilization of Soybean 11S Globulin with Humidity during Storage', *Agric. Biol. Chem.*, **47**, 1473-1479 (1983)
- 5) Yuji HOSHI and Fumio YAMAUCHI, 'Determination of Sulfhydryl and Disulfide Contents of Soybean 11S Globulin and Their Change by Liophilization', *Agric.*

- Biol. Chem.*, **47**, 2435-2440 (1983)
- 6) 星 祐二、千代雅俊、山内文男、「凍結乾燥大豆タンパク質の溶解性と消化性に及ぼす吸湿の影響」、宮城学院女子大学生生活科学研究報告、**18**, 23-30 (1985)
 - 7) 星 祐二「大豆グリシニンの吸湿不溶性に及ぼすNEM化の効果について」、宮城学院女子大学生生活科学研究報告、**20**, 7-13 (1988)
 - 8) 星 祐二、山内文男、「凍結乾燥大豆タンパク質の新しいゲル化法について」、日本食品工業学会誌、**30**, 480-481 (1983)
 - 9) 星 祐二、山内文男、「凍結乾燥大豆タンパク質の湿度と温度を利用したゲル化とそのテクスチャーについて」、日本食品工業学会誌、**31**, 263-271 (1984)
 - 10) 星 祐二、黒沢直美、小田島むつみ、渡辺敏江、「実験室規模で調製した大豆酸沈殿タンパク質と市販分離大豆タンパクの比較」、宮城学院女子大学生生活科学研究報告、**21**, 15-22 (1989)
 - 11) 星 祐二、「市販分離大豆タンパクのサブユニットの存在状態について」、宮城学院女子大学生生活科学研究報告、**22**, 9-17 (1990)
 - 12) Yuji HOSHI, Hiromi Suzuki, Misuzu YAGASAKI, Yumi ABIKO and Sachie SASAKI, 'Effects of Succinylation on the Functional Properties and Structures of Commercially Available Soy Protein Isolate', *Annual Report of The Institute of Living and Environmental Sciences of Miyagi Gakuin Women's University*, **24**, 6-13 (1992)
 - 13) 星 祐二、加茂谷富美江、金沢篤子、斎藤順子、佐藤明美、佐藤祐美、早坂ゆかり、「市販分離大豆タンパク(4種類)の機能特性と構造について」、宮城学院女子大学生生活科学研究報告、**23**, 1-9 (1991)
 - 14) 星 祐二、「市販分離大豆タンパクのゲル化に及ぼす吸湿の影響」、日本食品工業学会誌、**38**, 411-413 (1991)
 - 15) 富田美香子、「大豆 β -コングリシニンアイソマーに関する一考察について」、1986年度卒業論文
 - 16) 中野愛子、小野寺恵子、「大豆 β -コングリシニンアイソマーの分離精製に関する一考察(その2)」、1987年度卒業論文
 - 17) 星 祐二、「大豆 β -コングリシニンヘテロジェニティのより簡便なる分離法について」、宮城学院女子大学生生活科学研究報告、**19**, 1-8 (1987)
 - 18) 太田美奈、湯村あけみ、「大豆 β -コングリシニンアイソマーの分離精製に関する一考察(その3)」、1988年度卒業論文
 - 19) 真柳紀子、岡本典子、「大豆 β -コングリシニンの乳化学機能発現における各サブユニットの役割について」、1989年度卒業論文
 - 20) 川股秀子、小林勝恵、「大豆 β -コングリシニンアイソマーの乳化学特性について」、1994年度卒業論文
 - 21) Yuji HOSHI, Sumie ARA and Yasuko ISHII, 'Emulsifying Activities of Soybean Beta-conglycinin Isoomers', *Annual Report of The Institute of Living and Environmental Sciences of Miyagi Gakuin Women's University*, **24**, 14-117 (1992)
 - 22) 星 祐二、荒 寿美江、石井靖子、「大豆 B_6 -コングリシニンの乳化学性におよぼすトリプシン処理の影響について」、宮城学院女子大学生生活科学研究報告、**24**, 30-35 (1992)
 - 23) 水戸瀬由佳、近藤亜水美、「大豆 β -コングリシニンの乳化学性に及ぼす限定酵素分解の影響」、1992年度卒業論文
 - 24) 星 祐二、佐々木尚子、結城香代子、「大豆 β -コングリシニンの乳化学性におよぼすトリプシンによる限定酵素分解の影響」、宮城学院女子大学生生活科学研究報告、**25**, 6-12 (1993)
 - 25) 半澤典子、「大豆 β -コングリシニンの乳化学性に及ぼす限定酵素分解の影響」、1993年度卒業論文
 - 26) 松田 望、「大豆 β -コングリシニンの乳化学性におよぼす限定酵素分解の影響」、1997年度卒業論文
 - 27) 星 祐二、菊地智子、工藤晶子、「大豆 β -コングリシニンのキモトリプシンによる限定酵素分解について」、宮城学院女子大学生生活科学研究報告、**31**, 15-21 (1999)
 - 28) 星 祐二、引地涼子、菊地智子、工藤晶子、「大豆 β -コングリシニン分子種の乳化学特性について」、宮城学院女子大学生生活環境科学研究報告、**46**, 1-10 (2014)
 - 29) 星 祐二、鈴木陽子、「大豆タンパク質の乳化学機能発現に関する基礎的研究」、宮城学院女子大学生生活科学研究報告、**27**, 28-37 (1995)
 - 30) 村上明子、佐々木宏実、「食品タンパク質の乳化学特性に関する基礎的研究」、1997年度卒業論文
 - 31) 星 祐二、「超音波処理により乳化した食品タンパク質(4種)エマルションの界面化学的特性について」、宮城学院女子大学生生活環境科学研究報告、**41**, 13-20 (2009)
 - 32) 星 祐二、「テクスチャー特性値解析のためのコンピュータ接続レオメトリーシステムの製作」、日本家政学会誌、**41**, 539-545 (1990)
 - 33) 星 祐二、「コンピュータ接続デンシトメトリーシステムの製作」、宮城学院女子大学生生活科学研究報告、**23**, 10-17 (1991)
 - 34) 星 祐二、「熱伝達率の変化を利用したゲル化温度測定について」、宮城学院女子大学生生活科学研究報告、**26**, 1-6 (1994)

- 35) 星 祐二、「細線加熱法を利用した豆乳および牛乳の凝固過程解析について」、宮城学院女子大学生生活科学研究報告、**29**, 26-33 (1997)
- 36) 星 祐二、「ワンチップマイコンボードと表計算ソフトウェアを用いた細線加熱式粘度計からのデータ収集システムについて」、宮城学院女子大学生生活環境科学研究所研究報告、**47**, 21-28 (2015)
- 37) 星 祐二、「食品の緩衝能—理論と応用—」、宮城学院女子大学生生活環境科学研究所研究報告、**34**, 1-15 (2002)
- 38) 星 祐二、「簡便な緩衝能曲線測定法について」、宮城学院女子大学生生活環境科学研究所研究報告、**35**, 7-14 (2003)
- 39) 星 祐二、加藤浩子、黒木美和、真砂優子、「各種液状食品の緩衝能曲線について」、宮城学院女子大学生生活科学研究報告、**36**, 9-21 (2004)
- 40) 藤野奈穂子、増戸由華、「食品の緩衝能について—代表的食品成分の緩衝能—」、2004年度卒業論文
- 41) 金子直美、佐々木瑛子、「食品の緩衝能について—修正理論による測定—」、2005年度卒業論文
- 42) 千葉真弓、櫻井奈津子、佐藤未央、「食品の緩衝能測定法について」、2007年度卒業論文
- 43) 星 祐二、「滴定による簡便で正確な緩衝能測定法について」、*New Food Industry*, **53**, 37-45 (2011)
- 44) 星 祐二、「重回帰分析を用いた緩衝能成分の定量について」、宮城学院女子大学生生活環境科学研究所研究報告、**50**, 1-7 (2018)
- 45) 星 祐二、早坂真由子、岡本めぐみ、「スポーツ・機能性ゼリーの流動特性について」、宮城学院女子大学生生活環境科学研究所研究報告、**37**, 56-61 (2005)
- 46) 早坂真由子、岡本めぐみ、「液状食品の流動特性に関する研究」、2003年度卒業論文
- 47) 星 祐二、「市販蜂蜜の流動特性について」、宮城学院女子大学生生活環境科学研究所研究報告、**39**, 31-36 (2007)
- 48) 草葉弘子、渡邊真衣、「各種デンプンのレオロジー的特性について」、2008年度卒業論文
- 49) 星 祐二、「各種デンプン糊化液のレオロジー的特性と糊化特性について」、宮城学院女子大学生生活環境科学研究所研究報告、**42**, 15-27 (2010)
- 50) 鈴木智恵、渡辺麻菜美、「各種デンプンの糊化特性と調味料添加の影響について」、2011年度卒業論文
- 51) 岩松弘子、加藤玲奈、「各種カレールウの流動特性とハチミツ添加の影響について」、2009年度卒業論文
- 52) 佐々木美穂、及川美佳、「各種カレールウの粘性挙動について」、2010年度卒業論文
- 53) 久米香澄、佐藤有理江、渡邊洋子、「市販カレールウの粘性挙動について」、2012年度卒業論文
- 54) 菊地史子、宝泉亜粋花、柳沢 優、「粘度は介護食物性の指標となり得るか」、2015年度卒業論文
- 55) 高橋のりこ、河上 遥、瀧川菜穂、丹野愛梨、「粘度は介護食物性の指標となり得るか (第2報)」、2016年度卒業論文
- 56) 平山沙樹、菅野響子、塚本 光、「クッキーの配合による物性比較」、2003年度卒業論文
- 57) 橋浦礼香、小沼晶子、「卵白泡沫特性に及ぼす甘味料の影響について」、2005年度卒業論文
- 58) 阿部香澄、高橋芽衣、橋本敦子、「卵白の泡沫特性とシフォンケーキへの応用について」、2011年度卒業論文
- 59) 赤石佳子、飯塚仁美、大森容子、「シフォンケーキ物性におよぼす調製方法と素材の影響について」、2012年度卒業論文
- 60) 金野由依、二宮優里、森 真央、山井菜月、「シフォンケーキ性状におよぼす調製方法と素材の影響について」、2013年度卒業論文
- 61) 菅原 睦、木村歩美、「シフォンケーキ物性におよぼすケーキ型と素材の影響について」、2014年度卒業論文
- 62) 鮫島侑里、柿塚友衣、吉田紗耶花、「シフォンケーキ物性と嗜好性におよぼす粉素材の影響について」、2015年度卒業論文
- 63) 田部晴菜、西谷春香、半澤眞純、「シフォンケーキ物性の嗜好性を含めた粉素材の影響について」、2016年度卒業論文
- 64) 田中春実、長瀬みさ、岡崎歩未、木村由希、「『金のいぶき』米粉を用いたシフォンケーキ物性について」、2017年度卒業論文
- 65) 奥村 那、櫻井理子、「各種素材によるシフォンケーキ特性と米粉を用いた低カロリーシフォンケーキについて」、2018年度卒業論文
- 66) 青山杏花、加藤花菜、菅野史歩、佐々木香奈、「低グルテリン米『春陽』を用いたシフォンケーキ特性について」、2019年度卒業論文
- 67) 飯田聡美、小林紀子、脇谷唯子、「米粉を用いたパンの性状について」、2009年度卒業論文
- 68) 浅野さとみ、西條志歩、田脇鈴子、「米粉パンの物性を含めた嗜好性におよぼす粉成分の影響について」、2016年度卒業論文
- 69) 八丁目真希、大山和子、「ノリタンパク質トリプシン分解物のアンギオテンシン変換酵素阻害能について」、2004年度卒業論文
- 70) 千葉光絵、小布施有紀、「ノリタンパク質トリプシン分解物のアンギオテンシン変換酵素阻害能について—酵素反応条件と酵素の種類について—」、2005年度卒業論文

- 71) 佐々木和美、佐々木昌子、高橋麻耶、「コメグルテリン酵素分解物の ACE 阻害活性について」、2006 年度卒業論文
- 72) 桶川奈保子、千葉 瞳、佐藤 瞳、「コメグルテリン酵素分解物 ACE 阻害活性について」、2007 年度卒業論文
- 73) 林 志保、山本彰子、「コメグルテリンペプシン分解 ACE 阻害ペプチドの精製について」、2008 年度卒業論文
- 74) 菊地紘美、鎌田由香、星 祐二、「腎臓病治療用でんぷんパンの嗜好性改善について」、宮城学院女子大学生生活環境科学研究所研究報告、**51**, 1-14 (2019)
- 75) 菊地紘美、星 祐二、「腎臓病治療用でんぷんご飯の嗜好性改善について」、宮城学院女子大学生生活環境科学研究所研究報告、**52**, 7-17 (2020)
- 76) 菊地紘美、星 祐二、「市販腎臓病治療用たんぱく質調整米の嗜好性を含めた品質特性について」、宮城学院女子大学生生活環境科学研究所研究報告、**53**, 39-50 (2021)
- 77) 相澤真美、浅野一美、鈴木理恵、「ショウガプロテアーゼの牛乳凝固作用について」、2006 年度卒業論文
- 78) 小西亜紀奈、中川西 藍、赤松志乃、「ショウガプロテアーゼの牛乳凝固作用について」、2007 年度卒業論文
- 79) 伊藤梨恵、佐久間愛美、山口温子、渡邊愛穂、「ショウガプロテアーゼによる牛乳凝固作用について」、2008 年度卒業論文
- 80) 松岡弓恵、師岡 静、大沼正枝、坂本有香子、「各種果汁による牛乳の凝固作用について」、2009 年度卒業論文
- 81) 齊藤成美、渡邊奈緒子、「各種果汁による牛乳の凝固作用について—果汁酵素分解物の分子量分布と ACE 阻害活性—」、2010 年度卒業論文
- 82) 遠藤千里、西脇桜子、「果汁添加牛乳分解物のアンジオテンシン変換酵素阻害活性について」、2011 年度卒業論文
- 83) 遠藤瑞希、針生秀美、布川麻理、野地千尋、「ACE 阻害活性測定法の比較と市販特定保健用食品の阻害活性について」、2012 年度卒業論文
- 84) 柏崎順子、菊地温子、田口ちひろ、村山奈津弥、「ACE 阻害活性測定法の比較」、2013 年度卒業論文
- 85) 金澤多貴、佐藤明佳里、三井香南子、上村智子、高橋友里愛、「ACE 阻害活性測定法の比較と果汁添加牛乳分解ペプチの ACE 阻害活性について」、2014 年度卒業論文
- 86) 赤間葉奈子、川村祐生、吉田香奈、「新たなデンプン糊化度測定法の検討と不凍タンパク質添加すし飯の糊化度について」、2017 年度卒業論文
- 87) 高橋 董、村越玲美、菅井桃子、「 β -アミラーゼ・プルラーナーゼ・ α -グルコシダーゼを用いたデンプン糊化度測定法について」、2018 年度卒業論文
- 88) 菊地 南、沼田彩花、濱田 溪、「 β -アミラーゼ・プルラーナーゼ・ α -グルコシダーゼを用いたデンプン糊化度測定法について」、2019 年度卒業論文
- 89) 田中真美子、「各種甘味料の白玉糊液老化抑制効果について」、2020 年度卒業論文
- 90) 及川紗依、近江由香、「GA 法による最適糊化度測定条件の検討、および BAP-AG 法との糊化度測定値比較」、2021 年度卒業論文
- 91) 梅原奈那、高橋来瑠実、「アミロース含量の異なる炊飯米の糊化度について」、2022 年度卒業論文

卒業論文題目一覧

- 1) 黒澤直美、小田島むつみ、渡辺敏江、「大豆酸沈殿タンパク質 (APP) と市販分離大豆タンパク (SPI) の比較」、1984 年度卒業論文
- 2) 相沢朋子、千葉勢津子、岩佐由美、「市販分離大豆タンパク (SPI) の変化に及ぼす吸湿の影響について」、1984 年度卒業論文
- 3) 富田美香子、「大豆 β -コングリシニンアイソマーに関する一考察について」、1986 年度卒業論文
- 4) 鈴木浩美、矢ヶ崎美鈴、「市販分離大豆タンパクの品質改善に及ぼすサクシニル化の影響」、1986 年度卒業論文
- 5) 武田美紀恵、「大豆タンパク質のフィチン酸含量について」、1986 年度卒業論文
- 6) 中野愛子、小野寺恵子、「大豆 β -コングリシニンアイソマーの分離精製に関する一考察 (その 2)」、1987 年度卒業論文
- 7) 我孫子由美、佐々木早智恵、「市販分離大豆タンパク質 (SPI) の構造と乳化性に及ぼすサクシニル化の影響について」、1987 年度卒業研究
- 8) 太田美奈、湯村あけみ、「大豆 β -コングリシニンアイソマーの分離精製に関する一考察 (その 3)」、1988 年度卒業論文
- 9) 加茂谷富美江、金沢篤子、斉藤順子、佐藤明美、佐藤祐美、「4 種の市販分離大豆タンパク (SPI) の比較」、1988 年度卒業論文
- 10) 真柳紀子、岡本典子、「大豆 β -コングリシニンの乳化機能発現における各サブユニットの役割について」、1989 年度卒業論文
- 11) 早坂ゆかり、「市販分離大豆タンパク質のゲル形成性について」、1989 年度卒業論文
- 12) 渡辺奈生子、山口弥生、「SDS 電気泳動における大豆タンパク質の染色性について」、1989 年度卒業論文
- 13) 森 裕恵、安部美佳、「市販分離大豆タンパクの

- 酵素的リン酸化」、1990年度卒業論文
- 14) 菅原 幹、「コンカナバリン-A (Con-A) のイオン交換樹脂上への固定化について」、1990年度卒業論文
 - 15) 荒 須美江、石井靖子、「大豆 β -コングリシニンの乳化特性及び各アイソマーの乳化機能における役割について」、1990年度卒業論文
 - 16) 千葉美佐、相馬裕子、「固定化コンカナバリン-Aを用いた大豆 β -コングリシニンの精製」、1991年度卒業論文
 - 17) 結城香代子、佐々木尚子、「大豆 β -コングリシニンの乳化活性に及ぼす限定酵素分解の影響」、1991年度卒業論文
 - 18) 我孫子寿美、浅海香子、大崎真祐子、「大豆タンパク質の乳化特性に及ぼす吸湿の影響」、1991年度卒業論文
 - 19) 平野裕子、加藤貴子、「褐変卵白ピーズを用いたレンネットの固定化」、1992年度卒業論文
 - 20) 上野寿美江、米川奈穂美、吉水和子、「大豆タンパク質の乳化特性に及ぼす吸湿の影響」、1992年度卒業論文
 - 21) 水戸瀬由佳、近藤亜水美、「大豆 β -コングリシニンの乳化特性に及ぼす限定酵素分解の影響」、1992年度卒業論文
 - 22) 鈴木陽子、「超音波乳化装置を用いた大豆タンパク質の乳化」、1993年度卒業論文
 - 23) 半澤典子、「大豆 β -コングリシニンの乳化特性に及ぼす限定酵素分解の影響」、1993年度卒業論文
 - 24) 本川桐子、「褐変卵白ピーズを用いたレンネット固定化について」、1994年度卒業論文
 - 25) 川股秀子、小林勝恵、「大豆 β -コングリシニアイソマーの乳化特性について」、1994年度卒業論文
 - 26) 飯澤香奈絵、安達公恵、「大豆タンパク質とキトサンの自発的ハイブリット形成について」、1994年度卒業論文
 - 27) 引地涼子、「大豆 β -コングリシニアイソマーの乳化特性について」、1996年度卒業論文
 - 28) 松田 望、「大豆 β -コングリシニンの乳化特性におよぼす限定酵素分解の影響」、1997年度卒業論文
 - 29) 村上明子、佐々木宏実、「食品タンパク質の乳化特性に関する基礎的研究」、1997年度卒業論文
 - 30) 菊地智子、工藤晶子、「 β -コングリシニンのキモトリプシンによる限定酵素分解と乳化特性におよぼす影響」、1998年度卒業論文
 - 31) 森田佑希、岡部瑠美、高野裕子、「卵白アルブミンの各種特性におよぼす調製方法の影響」、1999年度卒業論文
 - 32) 加藤浩子、黒木美和、真砂優子、「各種飲料の緩衝能について」、1999年度卒業論文
 - 33) 牛澤 瞳、「各種液状食品の流動特性について」、2000年度卒業論文
 - 34) 和田聖子、「各種液状食品の流動特性について」、2000年度卒業論文
 - 35) 小松美佳子、佐々木美緒、「簡便で正確な食品の緩衝能測定法について」、2002年度卒業論文
 - 36) 齋藤 悠、大友美香、佐々木香菜、「キユウリアスコルビン酸オキシダーゼ活性に関する研究」、2003年度卒業論文
 - 37) 平山沙樹、菅野響子、塚本 光、「クッキーの配合による物性比較」、2003年度卒業論文
 - 38) 早坂真由子、岡本めぐみ、「液状食品の流動特性に関する研究」、2003年度卒業論文
 - 39) 八丁目真希、大山和子、「ノリタンパク質トリプシン分解物のアンギオテンシン変換酵素阻害能について」、2004年度卒業論文
 - 40) 藤野奈穂子、増戸由華、「食品の緩衝能について—代表的食品成分の緩衝能—」、2004年度卒業論文
 - 41) 清野雅子、高橋麻美、篠原千穂、「豆乳の凝固性に及ぼす通電処理の影響について」、2004年度卒業論文
 - 42) 千葉光絵、小布施有紀、「ノリタンパク質トリプシン分解物のアンギオテンシン変換酵素阻害能について—酵素反応条件と酵素の種類について—」、2005年度卒業論文
 - 43) 橋浦礼香、小沼晶子、「卵白泡沫特性に及ぼす甘味料の影響について」、2005年度卒業論文
 - 44) 金子直美、佐々木瑛子、「食品の緩衝能について—修正理論による測定—」、2005年度卒業論文
 - 45) 千坂美沙紀、佐々木 愛、内田有希子、「豆乳の流動特性と凝固性に及ぼす通電処理の影響について」、2005年度卒業論文
 - 46) 佐々木和美、佐々木昌子、高橋麻耶、「コメグルテリン酵素分解物のACE阻害活性について」、2006年度卒業論文
 - 47) 相澤真実、浅野一美、鈴木理恵、「ショウガプロテアーゼの牛乳凝固作用について」、2006年度卒業論文
 - 48) 岩崎淳子、村田泰子、「豆乳の流動特性と凝固性に及ぼす通電処理の影響について」、2006年度卒業論文
 - 49) 千葉真弓、櫻井奈津子、佐藤未央、「食品の緩衝能測定法について」、2007年度卒業論文
 - 50) 小西亜紀奈、中川西 藍、赤松志乃、「ショウガプロテアーゼの牛乳凝固作用について」、2007年度卒業論文

- 51) 桶川奈保子、千葉 瞳、佐藤 瞳、「コメグルテリン酵素分解物 ACE 阻害活性について」、2007 年度卒業論文
- 52) 林 志保、山本彰子、「コメグルテリンペプシン分解 ACE 阻害ペプチドの精製について」、2008 年度卒業論文
- 53) 伊藤梨恵、佐久間愛美、山口温子、渡邊愛穂、「ショウガプロテアーゼによる牛乳凝固作用について」、2008 年度卒業論文
- 54) 佐々木 蘭、佐藤晃子、「豆乳の流動特性と凝固性の及ぼす通電処理の影響について」、2008 年度卒業論文
- 55) 草葉弘子、渡邊真衣、「各種デンプンのレオロジー的特性について」、2008 年度卒業論文
- 56) 岩松弘子、加藤玲奈、「各種カレールウの流動特性とハチミツ添加の影響について」、2009 年度卒業論文
- 57) 松浦弓恵、師岡 静、大沼正枝、坂本有香子、「各種果汁による牛乳の凝固性について」、2009 年度卒業論文
- 58) 飯田聡美、小林紀子、脇谷唯子、「米粉を用いたパンの性状について」、2009 年度卒業論文
- 59) 佐々木美穂、及川美佳、「各種カレールウの粘性挙動について」、2009 年度卒業論文
- 60) 青山奈央子、矢萩梨沙、「各種生クリームホイップ特性について—ホイップ方法の影響—」、2010 年度卒業論文
- 61) 齊藤成美、渡邊奈緒子、「各種果汁による牛乳の凝固について—果汁酵素分解物の分子量分布と ACE 阻害活性—」、2010 年度卒業論文
- 62) 鈴木智恵、渡辺麻菜美、「各種デンプンの糊化特性と調味料添加の影響について」、2011 年度卒業論文
- 63) 阿部香澄、高橋芽衣、橋本敦子、「卵白の泡沫特性とシフォンケーキへの応用について」、2011 年度卒業論文
- 64) 遠藤千里、西脇桜子、「果汁添加牛乳分解物のアンジオテンシン変換酵素阻害活性について」、2011 年度卒業論文
- 65) 藤本祐貴、高野有菜、布川侑那、「豆乳ヨーグルト及び塩豆腐の物性について」、2011 年度卒業論文
- 66) 遠藤瑞希、針生秀美、布川麻理、野地千尋、「ACE 阻害活性測定法の比較と市販特定保健用食品の阻害活性について」、2012 年度卒業論文
- 67) 赤石佳子、飯塚仁美、大森容子、「シフォンケーキ物性におよぼす調製方法と素材の影響について」、2012 年度卒業論文
- 68) 久米香澄、佐藤有理江、渡邊洋子、「市販カレールウの粘性挙動について」、2012 年度卒業論文
- 69) 柏崎順子、菊地温子、田口ちひろ、村山奈津弥、「ACE 阻害活性測定法の比較」、2013 年度卒業論文
- 70) 金野由依、二宮優里、森 真央、山井菜月、「シフォンケーキ性状におよぼす調製方法と素材の影響について」、2013 年度卒業論文
- 71) 櫻田美咲、「ワンチップマイコンと Excel を用いた細線加熱式粘度計からのデータ収集システムについて」、2013 年度卒業論文
- 72) 金澤多貴、佐藤明佳里、三升香南子、上村智子、高橋友里愛、「ACE 阻害活性測定法の比較と果汁添加牛乳分解ペプチドの ACE 阻害活性について」、2014 年度卒業論文
- 73) 菅原 睦、木村歩美、「シフォンケーキ物性におよぼすケーキ型と素材の影響について」、2014 年度卒業論文
- 74) 松井育葉、齋藤奈々、齊藤菜々恵、関 寿世、「マカロン物性におよぼす調製方法の影響について」、2014 年度卒業論文
- 75) 鮫島侑里、柿塚友衣、吉田沙耶花、「シフォンケーキ物性と嗜好性に及ぼす粉素材の影響」、2015 年度卒業論文
- 76) 木村玲香、天童彩加、星沙弥香、峯岸美幸、森礼子、「市販粉末スムージーの二次機能について」、2015 年度卒業論文
- 77) 菊地史子、宝泉亜粋花、柳沢 優、「粘度は介護食物性設計の指標となり得るか」、2015 年度卒業論文
- 78) 鈴木沙織、横橋満里恵、「Raspberry Pie と Scratch を用いた食育プログラムの開発」、2016 年度卒業論文
- 79) 田部晴菜、西谷春香、半澤真純、「シフォンケーキ物性の嗜好性を含めた粉成分の影響について」、2016 年度卒業論文
- 80) 高橋のりこ、河上 遥、瀧川茉穂、丹野愛梨、「粘度は介護食物性設計の指標となり得るか（第 2 報）」、2016 年度卒業論文
- 81) 浅野さとみ、西條志歩、田脇鈴子、「米粉パンの物性を含めた嗜好性におよぼす粉成分の影響について」、2016 年度卒業論文
- 82) 田中春実、長瀬みさ、岡崎歩未、木村由希、「『金のいぶき』米粉を用いたシフォンケーキ物性について」、2017 年度卒業論文
- 83) 赤間葉奈子、川村祐生、吉田香奈、「新たなデンプン糊化度測定方法の検討と不凍タンパク質添加すし飯の糊化度について」、2017 年度卒業論文
- 84) 大宮美怜、山田真里奈、相澤寧々、大友菜津美、「人工消化液による低グルテリン米『春陽』の消

- 化性について」、2017年度卒業論文
- 85) 高橋 董、村越玲美、菅井桃子、「 β -アミラーゼ・プルラーナーゼ・ α -グルコシダーゼを用いたデンプン糊化度測定法について」、2018年度卒業論文
- 86) 小野寺奈保、加藤 萌、渡邊徳子、「バナナによる牛乳の凝固について」、2018年度卒業論文
- 87) 奥村 那、櫻井理子、「各種粉素材によるシフォンケーキ特性と米粉を用いた低カロリーシフォンケーキについて」、2018年度卒業論文
- 88) 小原千佳、松永莉弥、山田千真、「人工消化液による低グルテリン米『春陽』の消化性について」、2018年度卒業論文
- 89) 宮澤真奈、「Scratchを用いた食育プログラム『成人単身者のための食事バランスチェック』の開発」、2019年度卒業論文
- 90) 菊地 南、沼田彩花、濱田 溪、「 β -アミラーゼ、プルラーナーゼおよび α -グルコシダーゼを用いた糊化度測定法について」、2019年度卒業論文
- 91) 大町美咲、柿沼璃奈、橋本綾奈、引地真結、「人工消化液による低グルテリン米『春陽』の消化性におよぼすジアスターゼ処理の影響」、2019年度卒業論文
- 92) 青山杏花、加藤花菜、菅野史歩、佐々木香奈、「低グルテリン米『春陽』米粉を用いたシフォンケーキ特性について」、2019年度卒業論文
- 93) 後藤真理菜、佐藤舞祐、「フレンチマカロンの品質特性におよぼす調製条件の影響—焼成時間、マカロナージュ回数、卵白鮮度の影響について—」、2020年度卒業論文
- 94) 工藤 葵、「リングジャムの品質特性におよぼす品種の影響」、2020年度卒業論文
- 95) 三浦奈津美、「家庭用ヨーグルトメーカーを使用した自家発酵ヨーグルトの凝固性におよぼす乳脂肪の影響」、2020年度卒業論文
- 96) 田中真美子、「各種甘味料の白玉糊液老化抑制効果について」、2020年度卒業論文
- 97) 高橋萌香、富樫綺良々、中村 華、「小麦アレルギー者に配慮した米粉パンについての一考察—在宅遠隔焼成における品質差を含めた米粉製品の影響について—」、2020年度卒業論文
- 98) 内海彩音、鈴木里奈、「蜜源の異なるハチミツの物理化学的特性と直火焼き牛肉軟化効果について」、2020年度卒業論文
- 99) 工藤七菜、齋藤 愛、「トックの品質特性におよぼすコメ品種の影響」、2021年度卒業論文
- 100) 加藤亜衣、菅野 絢、馬渡咲弥、「バター代替食材を用いたパウンドケーキの嗜好特性について」、2021年度卒業論文
- 101) 及川紗依、近江優香、「GA法による最適糊化度測定条件の検討、およびBAP-AG法との糊化度測定値比較」、2021年度卒業論文
- 102) 小山美優、丹野日南子、「低温調理鶏胸肉の品質特性におよぼす各種糖類添加の影響」、2021年度卒業論文
- 103) 鈴木陽菜、「効果的なタケノコえぐ味除去食材の検索とタケノコ水煮の抗酸化能について」、2022年度卒業論文
- 104) 佐々木紗季、渡邊紀香、「モッツァレラチーズの伸展性におよぼすpHの影響について」、2022年度卒業論文
- 105) 岩佐知奈、三平 彩、「真空低温調理鶏胸肉の品質特性におよぼすフォーク穿刺の影響」、2022年度卒業論文
- 106) 梅原奈那、高橋来瑠実、「アミロース含量の異なる炊飯米の糊化度について」、2022年度卒業論文