

厚生労働科学研究 研究費補助金

長寿科学総合研究事業

安全でおいしい新嚥下補助食を利用した
家庭や介護施設における食事介助の在り方に関する研究

平成16年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 山田 好秋（新潟大学大学院医歯学総合研究科 教授）

平成17（2005）年3月

目 次

I. 総括研究報告書

- 「安全でおいしい新嚥下補助食を利用した家庭や介護施設における
食事介助の在り方に関する研究」 _____ 1

主任研究者 山田 好秋
(資料)

- ・ 被災地における口腔ケア他の支援活動報告

II. 分担研究報告書

1. 「食塊動態検査」 _____ 9

分担研究者 林 孝文

2. 「グリアジンとグルテニンの調整」 _____ 13

分担研究者 城 斗志夫

3. 「家族や介護者に調製可能な嚥下補助食の開発—クッキーの咀嚼・嚥下
特性に与えるグルテン構成たんぱく質組成の影響—」 _____ 16

分担研究者 新井 映子

- III. 研究成果の刊行に関する一覧表 _____ 該当なし

- IV. 研究成果の刊行物・別刷 _____ 該当なし

厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）
総括研究報告書

安全でおいしい新嚥下補助食を利用した
家庭や介護施設における食事介助の在り方に関する研究

主任研究者 : 山田 好秋 (新潟大学大学院医歯学総合研究科 教授)
分担研究者 : 林 孝文 (新潟大学大学院医歯学総合研究科 教授)
: 城 斗志夫 (新潟大学農学部応用生物化学科 助教授)
: 植田 耕一郎 (日本大学歯学部 教授)
: 新井 映子 (静岡大学教育学部 教授)

研究協力者 : 山村 千絵 (新潟大学大学院医歯学総合研究科)
: 江川 広子 (明倫短期大学 講師)

研究要旨：

本研究では要介護者が「安全」で「おいしく」食べられる嚥下食の開発と医学的知識を持たない介護者に配布する食事介助のマニュアル作成を目指している。初年度は小麦タンパクのグルテンを構成するグリアジンとグルテニンの混合比率を調整し嚥下に適した物性を求めること、ならびに食塊動態検査に主体をおき研究室レベルで実施した。食塊動態の検査に関しては介護の現場での使用を考慮し、被曝ならびに可搬性を可能とする超音波検査法を検討した。また関連事業として、平成16年度長寿科学総合研究推進事業の国際共同研究—アジアにおける高齢者ケアと現場の食の現状調査—を実施し、タイ、スリランカにおける高齢者の介護（特に食の介護）の実情、現地での介護食の食材・調理法・介助法、摂食嚥下障害食として利用可能な食材等を調査する機会を得た。さらに、2004年10月に新潟中越地方を襲った大地震により被災された高齢者・要介護者の支援を行う過程で救援物質としての介護食および嚥下補助食（非常食）のあり方、そして介護者へのマニュアルの必要性が示された。

A. 研究目的

高齢者の増加と共に介護の質が社会問題となっている。特に老化または脳血管障害が原因で寝たきりとなった人の介護は大変である。排泄・入浴・食事は介護の3大要件であるが、このうち排泄・入浴は人手がかかるものの特に専門的知識が無くても介護に支障はない。しかし、食事の世話や食事の準備は要介護者個人個人に特有の問題があり、誤嚥からくる肺炎や最悪の場合窒息などの危険を伴う点で専門的知識が必要となる。誤嚥を防止するために、口腔・咽喉頭の解剖、摂食・嚥下の生理、病態生理など学際領域の研究が進められているが、問題が複雑な故に現場で働く介護・看護者の負担はいまだに大きい。今後はさらに家庭での介護・看護が進むと考えられるが、医学的知識を持たない人達にこれらの負担は重すぎる。嚥下障害に対処するため食事の介助方法の改善や患者さんの食事訓練法が開発されている。しかし、これだけでは嚥下障害の問題は解決できない。そこで、介護者の負担を軽減するための一手段として、摂食・嚥下機能障害者に適した食品の開発が求められている。これは、凝集性などの食品物性の一部を強化することで、食塊の咽頭通

過を容易かつ安全にする方法である。現在流通している嚥下障害食、特に増粘剤の基材はデンプンであるが決しておいしいものではなく、食材の多様化および栄養学的観点からタンパクを基材とする増粘剤のような嚥下補助食を開発する必要がある。また、介護者に対してこれらの嚥下補助食を使って「安全」に介助できるスタンダードなマニュアルを分かりやすい形で提示する必要がある。今年度は小麦タンパクであるグルテンを使った食材の調整と、嚥下時の食塊動態の検査方法を検討することに目的をしばって実施した。

B. 研究方法

1. 研究対象

本年度の研究目的であるグルテンの分離・調整、嚥下補助食としての物性検査は研究室レベルで実施されたが、官能試験を行うため健常被験者 20 名をお願いした。嚥下時の食物動態を超音波診断装置で観察する際には健常者 3 名を被験者とした。本研究実施期間中に新潟中越地震が発生し、援助の際に高齢者・要介護者の被災状況を調査した。また関連事業として、平成 16 年度長寿科学総合研究推進事業の国際共同研究－アジアにおける高齢者ケアと現場の食の現状調査－を実施し、タイ、スリランカにおける高齢者の介護（特に食の介護）の実情、現地での介護食の食材・調理法・介助法、摂食嚥下障害食として利用可能な食材等を調査した。

2. 研究項目

	平成 16 年度	平成 17 年度	平成 18 年度
嚥下補助食の開発			
グルテンの分離	←→		
タンパク配合比最適化	←→		
試験食品の調整	←→		
食塊動態検査			
検査法の確立	←→		
試験食品検査（健常者）	←→		
試験食品検査（患者）	←→		
食事介助法のマニュアル化			
現状の分析	←→		
原案の作成	←→		
現場での評価	←→		

嚥下補助食の開発にあたっては申請時の計画（図参照）通り小麦タンパクのグルテンをベースとした食材の基本設計を実施した。原料としてのグルテンの分離に関しては従前の方法に従い、純度の確認には SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動法を採用した。グルテンの物性はファリノグラフ・エクステンソグラフを求めることで計測した。高純度のグリアジン・グルテニンを採取した後、グリアジン・グルテニンの配合比率をいずれか一方、1:1、1:2 それぞれに調整し、これを使ったクッキーを試作した。試験食品の凝集性・破断性を求め、同時に健常者に咀嚼・嚥下を行わせ、官能検査を実施した。

食塊動態検査に関してはすでにレントゲンビデオ装置や筋電図による

嚥下評価は日常的方法として実施されている。今年度は被曝の心配が無く筋電図よりは視覚的に食塊動態を観察できる超音波診断装置の使用を検討した。超音波診断装置は、可搬

型の SonoSite 社製 TiTAN を使用した。探触子には、専用の 10-5 MHz 電子リニアプローブを使用した。嚥下時の骨や筋肉の動きを妨げないように、音響カップリング材としてタキロン社製のソナゲル（1 cm 厚の高分子材料）を使用した。皮膚面と音響カップリング材、音響カップリング材と探触子との間には適量のエコーゼリーを塗布し、舌骨が視野の中央付近となるように矢状断にて撮像面を設定し、嚥下運動を記録した。

C. 研究結果

グリアジンとグルテニンの調整方法を検討した結果、最終的に確立した方法によりグルテン 1 g から約 200 mg のグリアジンとグルテニンが得られた。これらのタンパク質を電気泳動的に分析し、各試料とも特徴的な分子量が確認できた。研究初期には伸展性を特徴とするグリアジンのみで構成することでよりよい物性が付与できるものと予想したが、グリアジンとグルテニンの配合比率が 1:2 のクッキーが総合評価でもっとも高い値を示した。

グルテンは小麦タンパクで栄養学的には評価は高いが、一方でアレルギーとしても知られ、医学的には注意を要するタンパクである。そこで、本研究を企画する段階では研究内容に含まれていないが、別の食材も視野に入れることも検討し始めた。この点に関しては平成 16 年度長寿科学総合研究推進事業の国際共同研究－アジアにおける高齢者ケアと現場の食の現状調査－により収集した食材情報が大いに役立っている。国際共同研究ではタイ、スリランカにおける高齢者の介護（特に食の介護）の実情、現地での介護食の食材・調理法・介助法、摂食嚥下障害食として利用可能な食材等を調査し、水牛のミルクから生成した‘ギー’や物性が嚥下に適しかつ酸味のあるバナナなど、物性・唾液産生性・栄養価において嚥下補助食として有望な食材が多く見いだされた。アジア地区の嗜好品として知られる「噛みたばこ」が口腔ガンの発生率を高めている事実は知られていたものの、嚥下口腔期におよぼす影響は見過ごされていた。現地（スリランカ）でも嚥下障害に対する認識が高まった。

食塊動態検査に関して超音波診断装置の使用を検討した結果、嚥下咽頭相の食塊動態観察には問題が残るものの、解剖学的指標として重要な舌骨上筋と舌骨下筋の動きの協調性ならびに舌骨の動態が超音波断層撮影法により評価可能であることが示され、嚥下口腔期の食塊動態をある程度とらえることが分かった。

本研究実施期間中に新潟中越地震が発生し、援助の実効を上げるため高齢者・要介護者の被災状況を調査した。その結果、被災地の介護施設に従事する職員から①重度化を予防するための摂食嚥下訓練方法を知りたい、②専門職に嚥下摂食機能を評価して欲しい ③介護職として行える摂食嚥下の評価方法を知りたい ④食事介助を行う場合の規準が欲しい ⑤ケアが困難な人、口腔内の状態にあった口腔ケアの方法のアドバイスが欲しいとの要望が寄せられた。

D. 研究考察

嚥下補助食の開発に関しては小麦タンパクのグルテンを構成するグリアジンとグルテニンの混合比率を調整し嚥下に適した物性を求めることにあった。まず純粋のグリアジン・グルテニンを分離することから始めた。手法自体は確立されたものであるが、純度を上げる過程を栄養学的に検討した結果、あまり純度を追求すると食品としての特性が失われ、薬品としての性質が強くなる懸念が指摘された。一方、グリアジン・グルテニンの配合比率を変えて食品の物性を調べる研究から凝集性・破断性に関して嚥下補助食として最適な

配合比率を見いだすことに成功した。研究初期には伸展性を特徴とするグリアジンのみで構成することでよりよい物性が付与できるものと予想したが、グリアジンとグルテニンの配合比率が1:2のクッキーが総合評価でもっとも高い値を示した。グルテンの分離、グリアジン・グルテニンの配合比の研究結果から、嚥下補助食として調整する際にはタンパクの分離を精密に行う必要が無いと結論できる。また、地域の食品企業が実用化に興味を持っているため、より実用的な研究に発展させる。

食塊動態の検査に関しては次年度に予定されている新嚥下補助食の実地試験に先立ち、従来から用いられてきたレントゲンビデオによる検査法では被曝の問題ならびに介護の現場での使用を考慮した検査方法を改善する必要がある。そこで今年度は非侵襲的検査法である超音波診断装置の顎下・喉頭領域への応用を検討した。その結果、嚥下咽頭期の食塊動態観察には問題が残るものの、嚥下口腔期の食塊動態をある程度とらえることができる。今回使用した超音波診断装置は可搬性があり使用にあたり特殊な訓練は必要がないため、マニュアルを整備することで次年度から本格化する新嚥下補助食の口腔内動態評価が介護の現場で可能となる。今後医療機器メーカーと協力して食塊動態をより鮮明に検査できるプローブの開発を目指す。

食事介助法のマニュアル化は最終年度に予定している。しかし、2004年10月に新潟中越地方をおそった大地震での援助を通して得られた情報（参考資料）および国際共同研究により得られた情報はマニュアル化に向けた現状分析に役立つ資料として採用する予定である。

E. 結論

グルテンをグリアジンとグルテニンに分離し、嚥下補助食として最適な配合比率を見いだすことに成功した。超音波診断装置は可搬性があり、マニュアルを整備することで次年度から本格化する新嚥下補助食の口腔内動態評価が介護の現場で可能である。本研究に関連して実施した国際共同研究ではスリランカおよびタイの介護に関する調査を実施した。その結果、アジア地区の嗜好品として知られる「噛みたばこ」が口腔ガンの発生率を高めている事実は知られていたものの、嚥下口腔期におよぼす影響は見過ごされていた。現地でも嚥下障害に対する認識が高まった。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

本調査は中越大震災に際して、被災地区の高齢者福祉施設のケアスタッフが抱えている「食事介助」「口腔ケア」に関するニーズを聞き取り調査および現地での被災施設における実態調査ならびに支援活動を行うことで、自然災害時における歯科医療従事者の支援のあり方を再度見つめなおし、歯科医療従事者が取り組むべき今後の姿勢を検討することを目的として実施した。

1. グループインタビュー

被災施設における支援に先立ち、被災地区の特別養護老人ホームのケアスタッフに対しフォーカス・グループ・インタビューを実施した。本調査は被災地区に所在し、尚かつ他の地域の被災した要介護者を受け入れている高齢者福祉施設のうち、調査目的に同意を得ることができ、歯科支援の必要度が高いと判断した1施設で実施した（平成16年12月6日）。

研究協力者は特別養護老人ホーム（下記参）のスタッフ5名（介護職2名、看護師1名、栄養士1名、管理職1名）。

特別養護老人ホーム 岡南の郷

〒940-1132 長岡市渡沢町字早田53番地 TEL 0258-23-7511

入所定員82名 併設短期入所 10名

(1) 日常業務における歯科支援のニーズ

特別養護老人ホームでの日常業務における口腔ケア、食事介助の問題点の根本的な原因は2つあった。1つ目は入所が長期化したため、加齢による身体機能低下をきたし、要介護度が重度化したこと、2つ目は口腔ケアなどについて相談できる専門職がないことであった。本来であれば医学的専門知識が必要な場面においても、介護職が判断しなければならないという現状であった。

<重度化の予防>施設としては入居者の現在の機能を維持し、重度化を予防することは重大な課題の1つであると考えているが、どのように摂食嚥下訓練を実施するといいのかわからないということであった。また、スタッフはフォークや皿など食事時の道具を工夫することで、自力で食事摂取できる人が増加する可能性があるだろうと考えていたが、コスト面や施設としての管理を考えて導入が難しいと悩んでいた。栄養士は、摂食嚥下機能が低下した入所者の食事形態について、「もっと安全な食事形態があるのではないだろうか」と悩んでいた。また、安全性を考慮してミキサー食にしているが、「食事の楽しみ」という側面から工夫できないかと考えていた。

<重度要介護者への対応>介護職や看護職などのケアスタッフはできる限り経管栄養をさけ、経口摂取させたいと考えて食事介助を行っているが、摂食嚥下機能の正しい評価方法がわからないため、常に誤嚥しているのではないかという不安を抱いて食事介助を行っていた。また、ケアスタッフが「経口摂取は限界である」と判断しても、その入居者の家族が経管栄養を拒否し、最期まで口から食べさせたいと希望する場合もあった。ケアスタッフは誤嚥しているのではないかという心配と、家族の希望との間で葛藤しながら食事介助を行っていた。

<口腔ケア>現在実施している口腔ケアの方法が正しいのかどうかという不安と、個々の入所者にあったケアをどのようにしたらいいのかという悩みであった。具体的には、抵抗して開口しない人や含嗽剤を飲み込んでしまう人など、口腔ケアが困難な人に対しどのように対処したらいいのかということや、口腔乾燥が強い人や口臭が強い人にケアを行ってもなかなか改善しないということが挙げられた。

(2) 地震後の歯科支援へのニーズ

地震により口腔ケアや食事介助に関する問題点に変化した主な要因は、ライフラインが寸断されたことと、居室が危険な状態であったことであった。また、他の被災地区の要介護者を定員以上に受け入れる必要があったことが、問題を増大させていた。

地震直後は停電によりミキサーを利用できなかつたり、水が不足していたりしたことから、決まった形態の食事（おかゆ）しか準備できない日が続いた。比較的要介護度が低く常食を食べている人がおかゆを食べ続けることで、嚥下機能も低下するのではないかとケアスタッフは懸念していた。一方でミキサー食を食べている重度要介護者にとっては、粘性が高く、流れの悪いおかゆを食べることで誤嚥性肺炎の危険が増大した。また、居室が危険な状態であったため、広いフロアに布団を引き詰めて雑魚寝状態で過ごし、車椅子に移乗するスペースさえなかった。重度要介護者の食事介助は、1人の介護者が後ろから背中を支え、1人が食事を食べさせていた。安全な食事の体位をとることが困難な状況であり、誤嚥のリスクの高い食事介助となった。また、身体が曲がって胃を圧迫した状態で食事をするため、多くの量を摂取することもできなかつた。ケアスタッフは食事内容から考えて低栄養の状態であったと考えていた。

地震直後の<口腔ケア>に関する問題点は、水不足のため口腔ケアがほとんどできない状態であったことであった。また、地震によるストレスで噛みしめ、歯牙が傾斜した人もいたということであった。

地震発生から1カ月経過した時点では、まだ下水道が普及していないために不便なことはあるが、ほぼ日常業務としてのケアにもどりがつた。しかし、平常にもどっているように見える中で、数人の入居者が死亡した。体力が低下して持病が悪化した人や、誤嚥性肺炎が疑われる人もいた。また、恐怖を口に出して発散できない人（重度の痴呆や何もわからない寝たきりの高齢者）の急な発熱が続いた。恐怖を口に出して語ることができる人の発熱はなかったということであった。

現在、施設のスタッフが求めている歯科支援は、①重度化を予防するための摂食嚥下訓練方法を知りたい ②専門職に嚥下摂食機能を評価して欲しい ③介護職として行える摂食嚥下の評価方法を知りたい ④食事介助を行う場合の規準が欲しい ⑤ケアが困難な人、口腔内の状態にあった口腔ケアの方法のアドバイスが欲しいという5つであった。

2. 口腔ケアおよび食事介助と嚥下障害の実態把握調査活動

12月18日より4回にわたって同特別養護老人ホームにて支援活動を行った。活動は、歯科医療従事者や嚥下障害に対する専門的知識を有する新潟大学および明倫短期大学スタッフによる入所者への食事介助、口腔ケア、また嚥下障害の判断やその対応に関する実態の調査および評価に及んだ。これらの支援活動は、12月のグループインタビューにおける現地施設のスタッフからの要望から実施に至ったものであり、改めて我々の調査結果を彼らに報告し、今後の活動の中にフィードバックさせることで入所者の誤嚥性肺炎を予防す

るだけでなく、日常の施設入居者の QOL や健康維持、さらには増進を行うことが可能となる。活動を締めくくりにあたり、最終（平成 17 年 2 月 16 日）に今回の活動の総括として、改めて現地に赴き支援活動と評価の報告会を実施した。

(1) 対象施設

特別養護老人ホーム 岡南の郷

(2) 派遣日時及び人員

日 時	新潟大学歯学部	明倫短期大学	計
H16.12.18 (土)	Dr 2 名, DH 2 名		4 名
H16.12.25 (土)	Dr 1 名, DH 2 名	DH 1 名	4 名
H17.1.8 (土)	Dr 2 名, DH 2 名	DH 2 名	6 名
H17.1.22 (土)	Dr 2 名, DH 2 名	DH 1 名	5 名
計	15 名 (Dr 7 名, DH 8 名)	4 名 (DH 4 名)	19 名

(3) 支援内容

歯科医師、歯科衛生士による昼食・夕食時の食事介助および口腔ケアに関する施設職員への指導・助言およびその補助。

(4) 支援を実施しての把握された問題点等（概要）

- 1) 当初、下水道が復旧しておらず、通常の調理ができないために摂食嚥下障害者を中心とした入所者の誤嚥等の不安があることなどから、支援要請がなされたが、1月中旬から生活インフラはほぼ平常時に普及している。
- 2) 11月～12月上旬にかけて数名の方が相次いで亡くなり、その中には誤嚥性肺炎が疑われる人がいるなど、施設職員が食事介助や口腔ケアの内容について不安を感じているとの声が聞かれた。
- 3) こうした不安感やあせりは職員自身が被災し、日常生活および業務に平常時とは異なるストレスを受けていることも関与しているものと推察された。
- 4) 実際に入所者の方の口腔内状況を拝見すると、施設職員の不安感を反映してか、介護度の高い方の口腔ケアは比較的良好に保たれていたが、かえって自立度の高い（歯口清掃等が自立している）方への気配りがおろそかになり、口腔内の衛生状態が悪い人が認められた。

(5) 最終日に行った施設における口腔ケア支援活動の報告会（概要）

結果報告の概要を以下に記す。また別紙に調査対象となった入所者の方について、特記すべき項目のあった方へのコメントを申し渡した（略）。

1) 食事介助

ケアスタッフ数が規定の 1.5 倍の人数で食事介助を行っていることもあり、各人に行き届いた介助が行われていた。1 名のみ（T 川様）頸部拘縮と痴呆、口腔内状態の悪化から食事を満足に満たすことのできない者がいた。歯科的治療により対処できないかを考慮する必要があると思われた。

2) 口腔ケア

全介助の方に対しての食後の口腔ケアは非常に行き届いていた。

ただし、自立されている方に関しては、本人任せになっているケースが殆どであった。孤立歯や残根に対するケアが見過ごされていることが多かった。

また、抵抗の大きな痴呆の方については、拘束によるケアの必要性を感じた。

3) 口腔内の健康状態

緊急に歯科治療を要する方については、別途調査票内に記載した（略）。

4) 嚥下障害の評価

経口摂取をされている方の中で、食事中ムセを訴える人については、見守り、1回摂取量の調整、全身状態の観察（熱発などがないかどうか）、嚔声の出現などで判断するしかない。

重度痴呆の方の嚥下機能の良否をその場で客観評価するには、咽頭期嚥下の誘発などではなく、グレーゾーンの方の診断にはレントゲンビデオ検査や嚥下内視鏡検査などが望まれる。

5) ケアハウスの入所者

月に日を決めて健康診断的な検査をするべきである。

3. 最後に

本調査は1施設に対して実施したため、この調査の結果を高齢者福祉施設のケアスタッフの一般化的なニーズであると結論づけることに対しては慎重でなければならない。しかし、ニーズ調査の結果に基づいて、その施設のケアスタッフが求めている歯科支援を行うことで、ケアスタッフの口腔ケアや食事介助に対する認識が高まり、各入所者に適した食事形態を提供し、適切な口腔ケアを行うことで、結果的には施設全体のQOLや健康の維持増進につながると考えられる。

当初あげられていた①重度化を予防するための摂食嚥下訓練方法を知りたい、②専門職に嚥下摂食機能を評価して欲しい ③介護職として行える摂食嚥下の評価方法を知りたい ④食事介助を行う場合の規準が欲しい ⑤ケアが困難な人、口腔内の状態にあった口腔ケアの方法のアドバイスが欲しい、という5つのリクエストに対して、今回、時間や人数などの制限により、施設のスタッフが求めている支援に対するリクエストに対して十分に答えられなかったことは非常に残念である。今後地域のかかりつけ医や歯科医師会などの行政からのアプローチにより、継続的、専門的支援が必要とされることは言うまでもない。

厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）
分担研究報告書

食塊動態検査

分担研究者 : 林 孝文（新潟大学大学院医歯学総合研究科 教授）

研究要旨：

本研究では、嚥下補助食の客観的評価を行うための、摂食・嚥下時における食塊動態の画像による検査の診断基準について明らかにする。特に、一般的に利用されているエックス線ビデオ検査（videofluorography）と、エックス線被曝のない超音波断層撮影装置を併用し、両者の特性を生かした診断基準の確立に主眼がある。

A. 研究目的

摂食・嚥下時の食塊動態の検査には、エックス線ビデオ撮影（videofluorography）が一般的に利用されている。エックス線による透視下において、造影剤を含ませた食塊を嚥下させ、食塊の動きを評価するものである。しかし、持続的かつ繰り返しエックス線を曝射する必要があるため、被曝が問題である。一方、超音波断層撮影法はエックス線被曝がなく、簡便ながら詳細な軟組織の動態がリアルタイムに評価可能な検査法であるが、視野が限定され画像解釈が難解という欠点があり、摂食・嚥下の評価に有用とされてはいるもののその有効性は十分に検証されてはいない。本研究では、両者の特性を生かした診断基準の確立を目的としている。

平成 16 年度は、超音波断層撮影法における摂食・嚥下時の動的な解剖学的指標を明らかにするために、舌骨上筋と舌骨下筋の動きの協調性ならびに舌骨の動態についてどの程度評価可能かを検証した。

B. 研究方法

1. 研究対象

平成 16 年度は、摂食・嚥下障害を有さない 3 名の正常者（女性 1 名・男性 2 名、年齢 37～43 歳）を対象に、舌骨上筋・舌骨下筋と舌骨の動態について評価し検討

した。

2. 研究項目

超音波診断装置は、重量 3.5kg の可搬型の SonoSite 社製 TITAN を使用した。探触子には、専用の 10-5MHz 電子リニアプローブを使用した。オトガイ下部から前頸部の凹凸をカバーし、嚥下時の骨や筋肉の動きを妨げないように、音響カップリング材としてタキロン社製のソナゲル（1cm 厚の高分子材料）を使用した。皮膚面と音響カップリング材、音響カップリング材と探触子との間には適量のエコーゼリーを塗布した。

C. 研究結果

舌骨が視野の中央付近となるように矢状断にて撮像面を設定し、嚥下運動を記録した。安静時（図 1）には、舌骨の上方につながる舌骨上筋と、下方につながる舌骨下筋とが帯状低エコー域として描出された。正中よりわずかに左右いずれかに偏位させることにより、これら筋群の描出のされ方は明瞭化した。図 1 に、舌骨上筋であるオトガイ舌骨筋と、舌骨下筋である甲状舌骨筋・胸骨舌骨筋を示す。嚥下時（図 2）には、舌骨と甲状軟骨は上方に移動するが、その移動量は甲状軟骨が舌骨を上回っていることが観察された。舌骨と甲状軟骨は硬組織のために表面が高エコーで後方

が音響陰影となるため、これらに隠れた深部の構造の評価は困難であった。また舌骨の後下方には喉頭蓋前脂肪体と思われる高エコー領域が認められた。以上の所見は、対象3名において全て同様に観察可能であった。

なお、装置が可搬型で設置場所が限定されず、探触子がこれに見合った小型軽量であるため、音響カップリング材を介しての検査であったにもかかわらず探触子の維持固定は容易であった。

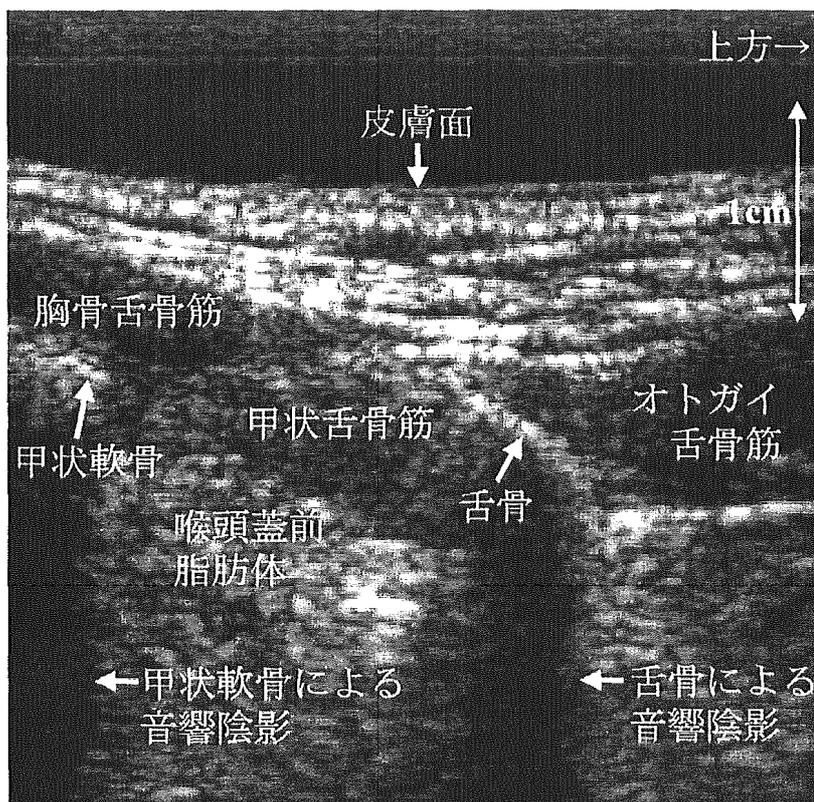


図1：正中よりわずかに右側寄りの矢状断・安静時

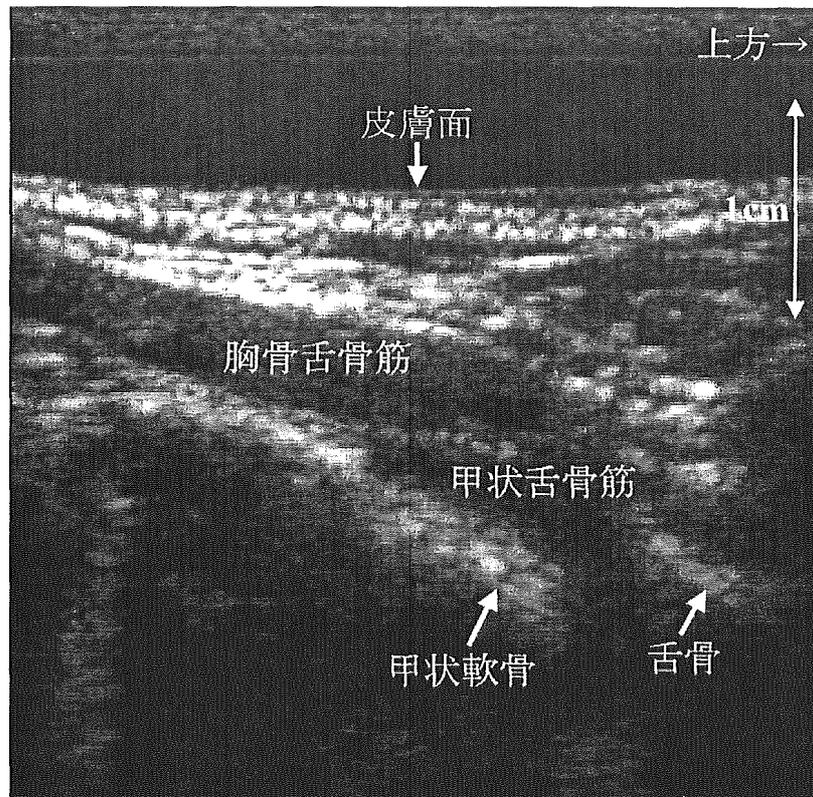


図2 正中よりわずかに右側寄りの矢状断・嚥下時

D. 研究考察

1. 近年の超音波断層撮影装置の進歩は著しく、画像の高分解能化やアーティファクトの低減などにめざましい進展がみられる。一方では装置の小型化も進行し、本研究に使用した装置は重量3.5kgと軽量でノート型パーソナルコンピュータと同等の小型で、内蔵バッテリーにより4時間の連続使用が可能な可搬型でありつつも、基本性能は従来の据置型に匹敵する性能を有するものである。こうした可搬型の超音波断層撮影装置は介護の分野における実際の臨床現場において、今後絶大な威力を発揮するものと思われる。本年度においては健康者を対象に基礎的な検討を行ったが、対象の体位や状態に合わせて柔軟に対応できることが確認された。特に、オトガ

イ下部から前頸部にかけての領域のように凹凸のある面を対象とする場合には、こうした機器の小型化・軽量化は重要な機能のひとつに挙げられるべきものである。

2. 本年度は、舌骨上筋と舌骨下筋の描出とその動態評価に重点をおいて検討した。舌骨上筋と舌骨下筋は超音波画像上、帯状の低エコー構造として明瞭に描出され、嚥下における形態の変化や舌骨との協調的な動きがリアルタイムに評価可能であることが示された。またさらに深部では喉頭蓋前脂肪体と思われる高エコー領域が指摘可能であったが、探触子から見て舌骨と甲状軟骨の直後の構造は音響陰影により評価困難であった。今回使用した探触子は頸部リンパ節などを対象とした浅部用のリニアタイプであり、今年度評価対象とした舌骨上筋・舌骨下筋などの浅層の筋肉の

評価には適するが、深部の構造を描出するには不適切であった。さらに舌全体や口腔・咽頭を評価するには中心周波数の低い探触子も同時に必要となるものと思われた。

E. 結論

本研究により、摂食・嚥下時の食塊動態を評価する上で解剖学的指標として重要な、舌骨上筋と舌骨下筋の動きの協調性ならびに舌骨の動態が超音波断層撮影法により評価可能であることが示された。

F. 研究発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）
分担研究報告書

グリアジンとグルテニンの調製

分担研究者 城 斗志夫（新潟大学農学部助教授）

研究協力者 泰松 滋人（新潟大学農学部応用生物化学科3年生）

研究要旨：

本研究では嚥下補助食の試作に用いるグリアジンとグルテニンの調製方法を検討し、各々の調製を行った。最終的に確立した方法により、グルテン1gから約200 mgのグリアジンと350～400 mgのグルテニンが得られた。得られたグリアジンとグルテニンに含まれるタンパク質を電気泳動で分析し、各試料ともグリアジンとグルテニンの分子量的な特徴を有していることを明らかにした。

A. 研究目的

小麦粉に含まれる主要なタンパク質であるグルテンは、伸展性のあるグリアジンと粘弾性の強いグルテニンの2つの成分からなっている。グルテンを基材とした嚥下補助食の開発に際し、グリアジンとグルテニンの配合比率を変えることで誤嚥しにくい物性を持った食品を作り出せると考えられる。そこで本研究では嚥下補助食の試作に必要なグリアジンとグルテニンの調製方法を検討し、それらを調製した。

B. 研究方法

1. グリアジンとグルテニンの定義

グリアジンとグルテニンの定義は研究者により異なるが、本研究ではグリアジンはアルコールに可溶性タンパク質、グルテニンはグルテンからグリアジンを除いた後の全てのタンパク質と定義した。

2. 実験材料

グルテンは和光純薬工業より購入した。

3. 実験方法

グルテンを氷冷した50倍量(W/V)の70

%エタノールにスターラーで攪拌しながら加え、懸濁した。30分間、4℃で攪拌後、4800×g、で10分間、4℃で遠心した。沈殿に先ほどと同量の70%エタノールを加え、スパーテルでできる限り沈澱を細かく懸濁した後、4℃で20分間スターラーで攪拌した。これを再び遠心分離し、得られた沈澱を液体窒素で凍結した後、凍結乾燥した。乾燥物を乳鉢で細かくすりつぶし、これをグルテニンとした。

2回の遠心で得られた上澄を合わせ、ワットマン No. 1のろ紙でろ過した。得られたろ液を体積が25%程度になるまでロータリーエバポレーターを用い40℃で減圧濃縮した。濃縮液を液体窒素で凍結後、凍結乾燥し、乾燥粉末をグリアジンとした。

グリアジンとグルテニンの純度を確認するためにSDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動により両試料のタンパク質を分析した。

C. 研究結果および考察

グルテン1gより約200 mgのグリアジンと350～400 mgのグルテニンが得られた。小スケールでの分離を繰り返し行い、最終的に26.56 gのグリアジンと27.90 gのグルテニンを得た。

電気泳動により調製したグリアジンとグルテニンの純度を調べた(図を参照)。調製したグリアジンには分子量 30,000~50,000 の複数のタンパク質が含まれていた。また、調製したグルテニンには 30,000~120,000 の広範な分子量を持つ様々なタンパク質が検出された。グリアジンとグルテニンのタンパク質を比較すると明らかにその検出パターンは異なっていた。グルテニンに若干のグリアジンが残存している可能性はあるが、両試料に含まれるタンパク質は大きく異なり、それぞれ一般的なグリアジンとグルテニンの分子量分布とも一致していることから、調製した試料は嚥下補助食の試作に用いるのに純度的に問題ないと判断された。また、グリコ栄養科学より市販されているグリアジンとグルテニンも同時に泳動してタンパク質を分析したところ、グリアジンとグルテニンに含まれるタンパク質の間に大きな違いは見られなかった。

D. 研究考察

粉末状のグルテンに水が加わるとすぐに粘弾性のある塊となるため、グリアジンとグルテニンの分離が困難になる。そこで、できる限り塊ができないように、グルテンと抽出溶媒の比率や一回に使用するグルテンの量、グルテンの加え方、溶媒抽出の回数など様々な予備実験を事前に行った。また、グリアジンはアルコール溶液として得られるため、タンパク質の変性をできる限り抑えながらアルコールを除く方法も検討する必要があった。これらのことを考慮し、最終的に上記の調製方法でグリアジンとグルテニン調製した。

使用したグルテンよりその重量の約 2 割のグリアジンと約 4 割のグルテニンが得られた。しかし、スケールアップすると遠心分離で得られるグルテニンの沈澱が固くなり、凍結乾燥後の粉碎が困難であった。よって、小スケールでの分離を繰り返し、必要量のグリアジンとグルテニンを得た。スケールアップして大量のグルテニンを得るにはさらなる検討が必要と考えられた。

小麦の品種によっても異なるが、グリアジンは分子量 10,000~80,000 の低~中分子量タンパク質の集合体であり、グルテニンは分子量 90,000~140,000 の高分子量タンパク質からなる高分子量サブユニットと分子量 30,000~60,000 の低分子量タンパク質からなる低分子量サブユニットの集合体である。調製したグリアジンとグルテニンに含まれるタンパク質を電気泳動で分析した結果、各試料ともグリアジンとグルテニンの分子量的な特徴を有しており、純度の点で問題ないと考えられた。一方、市販のグリアジンとグルテニンの間では明瞭なタンパク質の違いが見られなかった。グリアジンは一般的にアルコール可溶性タンパク質の総称であるが、希酸に可溶性タンパク質をグリアジンと呼ぶこともある。これに対しグルテニンは、酸に可溶性タンパク質の総称である(広義にはグルテンからグリアジンを除いた残渣タンパク質を指す)。市販のグリアジンの調製方法は希酸とアルコールを併用した方法と聞いている。よって市販のグリアジンには希酸に可溶性グルテニンが混入しており、そのため電気泳動的に違いが見られなかったと推察される。

E. 結論

グリアジンとグルテニンの調整方法を検討した結果、最終的に確立した方法により、グルテン 1g から約 200mg のグリアジンと 350-400mg のグルテニンが得られた。得られたグリアジンとグルテニンに含まれるタンパク質を電気泳動で分析し、各試料ともグリアジンとグルテニンの分子量的な特徴を有していることを明らかにした。

F. 研究発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

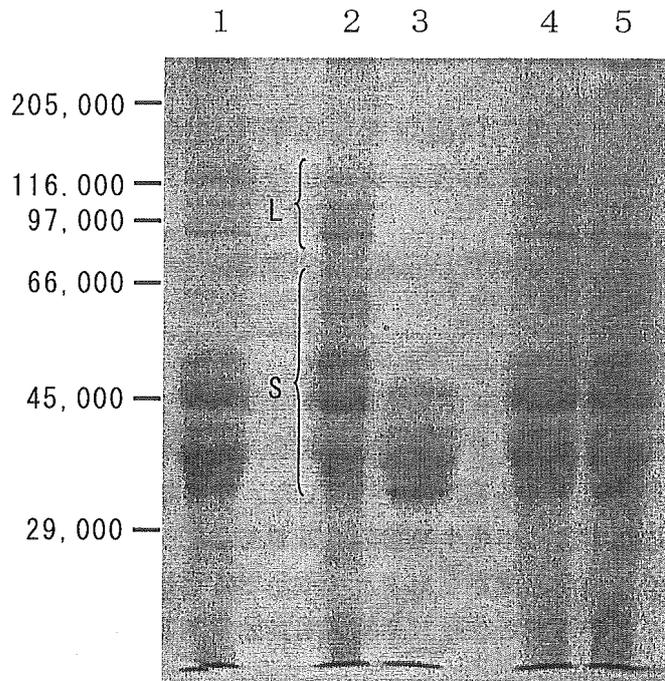


図 グリアジンとグルテニンの SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動
 レーン：1、グルテン（和光純薬）；2、調製したグルテニン；3、調製したグリアジン；4、グルテニン（グリコ栄養科学）；5、グリアジン（グリコ栄養科学）
 L、グルテニン高分子量サブユニット；S、グルテニン低分子量サブユニット

厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）
分担研究報告書

家族や介護者に調製可能な嚥下補助食の開発
—クッキーの咀嚼・嚥下特性に与えるグルテン構成たんぱく質組成の影響—

分担研究者 新井映子（静岡大学教育学部家政教育講座）

研究要旨：

本研究では、小麦粉の主要たんぱく質であるグルテニンとグリアジンの比率を変化させた5種類の再構成小麦粉を使用してクッキーを調製し、機器測定および官能検査によってクッキーの一般的性質と咀嚼・嚥下特性を評価した。その結果、小麦粉に含まれるグリアジンとグルテニンの比率を、市販小麦粉の比率である1:1から1:2に変えて使用すると、適度に砕けやすく、唾液と混ざりあうと滑らかで舌触りがよく、食塊形成が容易なクッキーを調製することが可能となり、高齢者用食品や嚥下障害者用の介護食として適することが明らかとなった。

A. 研究目的

米を主食とする日本では、近年、摂食・嚥下機能が低下した高齢者や障害者が誤嚥を起こしにくいように改良された粥が開発された¹⁾。しかし、米と同様に日本人の食生活に欠くことのできない小麦粉を用いた加工食品については、研究例が見あたらない。

現在、市場に流通している小麦粉は、グルテンの構成たんぱく質であるグリアジンとグルテニンの比率が概ね1:1となるように、複数の小麦粉をブレンドして調製されている。グリアジンは流動性がある粘着性の高い性質で、グルテニンはゴム状で弾力性に富んだ性質である。そこで、相反する性質をもつグリアジンとグルテニンの比率を変えて調製した再構成小麦粉を使用すれば、小麦粉を主原料とする加工食品の物性改変が可能になると考えられる。

本研究では、高齢者用食品や摂食・嚥下障害者のための介護食として、望ましい物性を有する小麦粉加工食品を創製するために、栄養補助の目的や嗜好品として摂取するクッキーについて、グリアジンとグルテニンの比率を変化させることにより、噛み砕きやすく、嚥下しやすい製品の開発を目指した。

B. 研究方法

1. 実験材料

小麦たんぱく質には、グリコ栄養食品より恵与された食品加工用途の高グリアジン画分たんぱく質（グルノール No. 1, 以後「グリアジン」）と、高グルテニン画分たんぱく質（グルテニン No. 2, 以後「グルテニン」）を使用した。食品加工用途の小麦でんぷんは、千葉製粉製を使用した。クッキーの副材料には、上白糖（日清製糖）、バター（雪印乳業）、鶏卵（消費期限内の市販卵）および水（蒸留水）を使用した。

2. 試料の調製

1) 再構成小麦粉の調製

表1に示すように、グリアジン：グルテニンの比率が1:1のものを中心として、それぞれの単独使用を含むAからDの5種類のたんぱく質（12g）に小麦でんぷん（148g）を添加し、再構成小麦粉（以後「小麦粉」）を調製した。

2) クッキーの焼成

倉賀野らの方法²⁾に準じた。倉賀野らは、材料配合比を小麦粉：油脂：水＝100：40：20に設定したが、本研究ではグリアジンとグルテニンの特性をより強くクッキーに

発現させるため、油脂を減じて小麦粉を増加し、小麦粉：油脂：水＝160：25：20とした。

バター（25 g）に上白糖（45 g）を加えて混合し、全卵（35 g）を加えてさらに混合した。ふるいを通した小麦粉（160 g）と水（20 ml）を加えて十分に混捏し、クッキー生地とした。クッキー生地の両端に10 mmのガイドを置き、麺棒を用いて厚さ10 mmに伸展した。直径25 mmの抜き型を用いて円形に抜き取り、オーブンシートを敷いた天板に30個ずつ並べ、180℃のコンベクションレンジ（RCK-10NG, リンナイ）で15分間焼成した。焼成後のクッキーは、室温で放冷後、ポリエチレン袋に入れて密封し、-25℃の冷凍庫内で保存した。実験には、密封冷凍保存したクッキーを室温で1時間放置した後、使用した。

3. 測定項目および方法

1) クッキーの色

クッキー表面の焼き色を、色彩色差計（CR-300, コニカミノルタ）で測定し、L*a*b*表色系で示した。測定は10回行い、結果を平均値±標準偏差で表した。

2) クッキーの破断特性

クリープメーター（RE-33005, 山電, 以下同様）で測定した。測定項目は破断応力、破断歪率、破断エネルギーおよび脆さ応力である。測定条件は、以下の通りである。ロードセル, 20 kgf; プランジャー, ポリアセタール樹脂製円形（直径16 mm）; プランジャー速度, 1 mm/秒; 測定歪率, 80%。測定は10回行い、結果を平均値±標準偏差で表した。

3) クッキーの官能検査

被験者には静岡大学学生20名（20～22歳, 女性）を用いた。実験の趣旨からは、咀嚼・嚥下機能が低下した被験者を対象として官能検査を行うことが望ましいが、誤嚥の危険性などを考慮し、健常者を用いることとした。

グリアジンとグルテニンの比率が1:1の小麦粉で調製したクッキーCを基準試料(0)として、比率の異なる4種類の小麦粉

で調製したクッキーを評価した。評価項目は、噛み始めの硬さ、脆さ、滑らかさ、粘着性、食塊形成の容易さ、飲み込みやすさ、高齢者や摂食・嚥下障害者用クッキーとしての総合評価である。これらの項目について、+2から-2までの評定尺度を用いる5段階評価法で評価させた。結果は、20名の被験者のスコアの平均値で表した。

4) クッキーの吸水率

和田ら³⁾の方法に準じた。クッキーを水に5秒間浸漬後、直ちに取出し、過剰な水分を濾紙（No.2, 東洋濾紙）で15秒間除去した後、重量を測定した。吸水率は、以下の式から算出した。測定は5回行い、結果を平均値±標準偏差で表した。

$$\text{吸水率(\%)} = \frac{\text{吸水後重量} - \text{吸水前重量}}{\text{吸水前重量}} \times 100$$

5) クッキー疑似食塊の調製

咀嚼によって粉碎されたクッキーを模した粉碎試料を調製するため、クッキーを木槌で破碎した後、目開き2 mmと1 mmのふるいを通した。この操作により、粒度が2 mm ≥ 試料 ≥ 1 mmの粉碎試料を得た。

嚥下直前の吸水状態の食塊を模した試料を調製するため、粉碎試料（8 g）に水（12 ml）を加えて10回混合し、疑似食塊を得た。

6) クッキー疑似食塊のテクスチャー特性

クリープメーターを使用して、ステンレス容器（直径40 mm, 高さ15 mm）にすり切り充填した疑似食塊の硬さ応力、付着性および凝集性を測定した。測定条件は、以下の通りである。ロードセル, 2 kgf; プランジャー, ポリアセタール樹脂製円形（直径20 mm）; プランジャー速度, 1 mm/秒; 測定歪率, 80%; 圧縮回数, 2回。測定は5回行い、結果を平均値±標準偏差で表した。

7) 統計処理

平均値の差の検定は、t-testによった。

C. 研究結果

1. 再構成小麦粉で調製したクッキーの性質

再構成小麦粉で調製したクッキーの咀嚼・嚥下特性を評価するにあたり、始めに

クッキーの一般的性質を明らかにしておく必要があるため、形状、色および破断特性を測定した。評価は、グリアジンとグルテニンの比率が1:1のクッキーCを基準とした。

1) 形状

クッキーの直径および厚さを表2に示した。直径は、クッキーAがクッキーCより有意に大となった。この結果より、クッキーAはクッキーCより焼成時に広がりやすいことが判明した。クッキーAはグリアジン単独のため、グリアジンの流動性が生地特性に反映したものと推察された。その他のクッキーとクッキーCとの間に有意差は認められなかった。

クッキーの厚さは、 $A > B > C > D > E$ の順に大となり、クッキーA、クッキーDおよびクッキーEは、クッキーCとの間に有意差が認められた。これらの結果より、グリアジン含有量の高いクッキーほど厚くなることが判明した。

生地の厚さを10 mmに設定したため、10 mmを超過した分の厚さは、クッキーが焼成時に上方へ膨張したものである。グリアジンを多く含むクッキーほど、上方への膨化が認められた。一方、グルテニン単独のクッキーEは、膨化が少なかった。倉賀野ら³⁾は、グリアジン画分で調製したクッキーは膜構造が発達して気泡が安定に保たれるため、生地がよく膨化すると報告している。クッキーAも同様の理由で、最も膨化したものと推察された。

2) 色

クッキー上面のカラーインデックスを表3に示した。明度を表すL*値は、いずれのクッキーもクッキーCとの間に有意差は認められなかった。赤色を表す+a*値および黄色を表す+b*値は、クッキーEがクッキーCより有意に低くなった。これらの結果より、クッキーEは最も着色しにくいクッキーであることが判明した。

クッキーの着色は、アミノ・カルボニル反応で生成される褐変物質による。本実験の材料配合では、アミノ基の給源はグリアジンやグルテニンおよび全卵由来のたんぱ

く質やアミノ酸などであり、カルボニルの給源は小麦でんぷんと上白糖である。これらの使用量は5種類のクッキーで同一であることから、グルテニン単独のクッキーEの着色が抑制された要因として、グルテニンにはアミノ・カルボニル反応の反応種となるアミノ基の少ないことが推察された。

3) 破断特性

クッキーの破断特性値を図1に示した。破断応力値は、クッキーBがクッキーCより有意に小さく、クッキーEがクッキーCより有意に大きかった。これらの結果より、グルテニン含有量の高いクッキーほど、硬くなることが判明した。ただし、グリアジン単独のクッキーAは、クッキーBより若干高い値を示した。

破断歪率値は、クッキーDとクッキーEがクッキーCより有意に小さくなった。破断歪率が小さいということは、加重時に破断までの時間が短いことであり、破断抵抗が小さいといえる。従って、グルテニン含有量の高いクッキーほど、破断抵抗は小さくなることが判明した。

破断エネルギー値は、クッキーEがクッキーCより有意に大きかった。他のクッキーとクッキーCとの間には、有意差は認められなかった。ただし、グルテニンが増加するに伴い、破断エネルギーは増加する傾向にあった。

脆さ応力値は、クッキーBがクッキーCより有意に小さく、クッキーEがクッキーCより有意に大きかった。これらの結果より、グルテニン含有量が高くなるに伴い、クッキーは脆くなる傾向にあることが判明した。ただし、グリアジン単独のクッキーAは、クッキーBより若干高い値を示した。

図は省略するが、クッキーの破断曲線からは、以下の性状が読みとれた。クッキーAは破断歪率が大きいため、圧縮されてもすぐには破壊せず、変形し続けた。また、他のクッキーとは異なり、破断点に達するまでの間に、破断曲線に多数の小さな凹凸が認められた。倉賀野ら³⁾は、グリアジン画分を使用して調製したクッキーの荷重-時間曲線にみられる多数の凹凸は、クッキー