

平成 20 年度 厚生労働科学特別研究事業

食品による窒息の要因分析
－ヒト側の要因と食品のリスク度－
(H20－特別－指定－017)

平成 20 年度

統括・分担研究報告書

平成 21 (2009) 年 3 月

主任研究者 向 井 美 恵

昭和大学歯学部

目 次

I. 総括研究報告

食品による窒息の要因分析

- ヒト側の要因と食品のリスク度—……………1
向井 美恵

II. 分担研究報告

1. 食品による窒息事故の現状把握

- ① 食品による小児の窒息事故の現状把握……………9
有賀 徹
② 介護老人福祉施設における窒息事故とその要因…………… 16
菊谷 武

2. 原因食品の分析

- ① 原因食品の物性分析 ご飯・パンの物性の解析…………… 25
大越 ひろ
② こんにゃく入りゼリー食品の物性解析…………… 34
内海 明美

3. 母親を対象とした質問調査…………… 41

堀口 逸子

4. ヒト側の因子分析

- ① CT画像を用いた小児における中咽頭容積と形態的特徴…………… 46
弘中 祥司
② CT画像を用いた中咽頭の形態的特徴の評価…………… 55
弘中 祥司
③ 食物摂取時の中咽頭の内視鏡下の観察…………… 61
弘中 祥司

厚生労働科学研究費補助金（特別研究事業）

総括研究報告

食品による窒息の要因分析－ヒト側の要因と食品のリスク度－

主任研究者 向井美恵 昭和大学歯学部口腔衛生学教室

研究要旨：窒息に関わるヒト側の要因と食品側の要因を複合的に解析し、効果的な予防法やリスクを減らす食べ方などを明らかにし、食品による窒息事故を予防するための具体的な行政的対応の検討に資することを目的に本研究を行った。

研究方法は、4つの研究（1. 窒息事故事例の分析、2. 窒息リスクの高い食品の分析、3. 食品の窒息に関する意識調査、4. ヒト側の要因に関する要因分析）を同時に進行して、お互いの研究を関連させつつ遂行した。

各研究の結果と考察の概略は以下の通りであった。

1. 窒息事故事例の分析

日本救急医学会救急科専門医指定施設など 433 施設を対象に調査し、回答率は 43%であった。最近 8 カ月間に食品による窒息事故で救急診療を受けた小児は 26 例（平均は 3.0 歳）で、原因食品はアメ 5 例、ピーナッツ・豆類 3 例などで、大きさは記載されていたすべて約 1cm 径であった。応急処置として、背部叩打が多く行われており、ある程度一般家庭に浸透していると考えられた。また、介護老人福祉施設に入居している高齢者 437 名を対象にした調査では、過去約 3 年間の窒息の既往は 11.6%であった。窒息事故では約半数が施設で対応しており、施設職員への適切な対処方法の徹底の必要性が示唆された。

2. 窒息リスクの高い食品の分析

窒息リスクの高い食品である米飯は、比重（充填量）の増加に伴い、顕著にテクスチャー特性の硬さ、凝集性、付着性が増加した。食パンは 45%の水を添加すると付着性が発現し、パンがつまると取り出しにくい物性に変化することが示唆された。また、市販のグルコマンナンの配合を減量した「こんにやく入りゼリー」の物性解析からはグルコマンナン入っていない「一般のゼリー」と明らかに異なるため、一般のゼリーとは異なった食品物性であることを十分に認識した上での摂取の必要性が示唆された。

3. 食品の窒息に関する意識調査

15歳以下の子どもをもつ1,015名の母親を対象にWebサイトによる質問紙調査では、窒息はこの1年間に6.2%が経験し、約6割が「注意している」状況であった。今後、リスクに対する認識を高めるとともに、子どもの嚥下、咀嚼能力の発達段階と食品選択とその与え方に関する知識の普及が必要と考えられた。

4. ヒト側の要因に関する要因分析

窒息を起こしうるヒト側のリスク度として、食物と空気の交差部位である中咽頭腔の成長変化の内容を明らかにでき、また、咽頭腔の形態を3つの型に分類できた。その中での咽頭腔の下端に向かって狭窄が強い形態に分類できた型は、その特徴から窒息リスクの高い形態と推察され、ヒト側の要因として更なる検討の必要性が示唆された。

若年成人と高齢者の中咽頭の形態（断面積）の比較からは、高齢者は若年者とは逆に中咽頭腔の上端と下端では下端の方が小さい傾向が認められ、高齢者に窒息が多い要因の一つと推察されるが、さらの動きなど他の要因との関連について、研究の必要性が示唆された。

これらの結果から、窒息事故の防止にはヒト側の要因と食品側の要因について多面的な対応の必要性が示唆された。

分担研究者：

- 有賀 徹（昭和大学医学部救急医学講座）
- 大越 ひろ（日本女子大学家政学部調理科学研究室）
- 弘中 祥司（昭和大学歯学部口腔衛生学教室）
- 堀口 逸子（順天堂大学医学部公衆衛生学教室）

研究協力者

- 菊谷 武（日本歯科大学附属病院口腔介護・リハビリテーションセンター）
- 田村 文誉（日本歯科大学附属病院口腔介護・リハビリテーションセンター）
- 片桐 陽香（日本歯科大学附属病院口腔介護・リハビリテーションセンター）
- 内海 明美（昭和大学歯学部口腔衛生学教室）
- 石川健太郎（昭和大学歯学部口腔衛生学教室）
- 山中 麻美（昭和大学歯学部口腔衛生学教室）
- 中村 俊介（昭和大学医学部救急医学講座）
- 河村 彩乃（日本女子大学家政学部調理科学研究室）

A 研究目的

本研究は、食品による窒息事故を予防する観点から具体的な行政的対応を検討するための研究である。そのためには、窒息に関わるヒト側の要因と食品の要因を複合的に解析し、効果的な予防法やリスクを減らす食べ方などを明らかにする必要がある。つまり窒息の原因となった食品の要因についての検討以外にも、解剖学・生理学的側面、臨床的側面、さらには社会的側面等総合的検討が必要である。

窒息事故は複合的な要因によって引き起こされると考えられることから、窒息事故の頻度の高い小児と高齢者について窒息事故の事例分析を行

うとともにその時期の窒息の場である咽頭・喉頭の形態特徴との関連を検討する必要がある。また、窒息の原因となる食品については、リスク要因を明らかにするためにリスクの高い食品の特性を分析するとともに、国民が食品による窒息のリスクに関してどの程度知っているか等についても明らかにすることを目的として本研究を実施した。

B 研究対象および方法

本研究は研究期間が単年度であることを考慮して、以下の大きく4つの研究を同時に進行してお互いの研究を関連させつつ遂行した（図1）

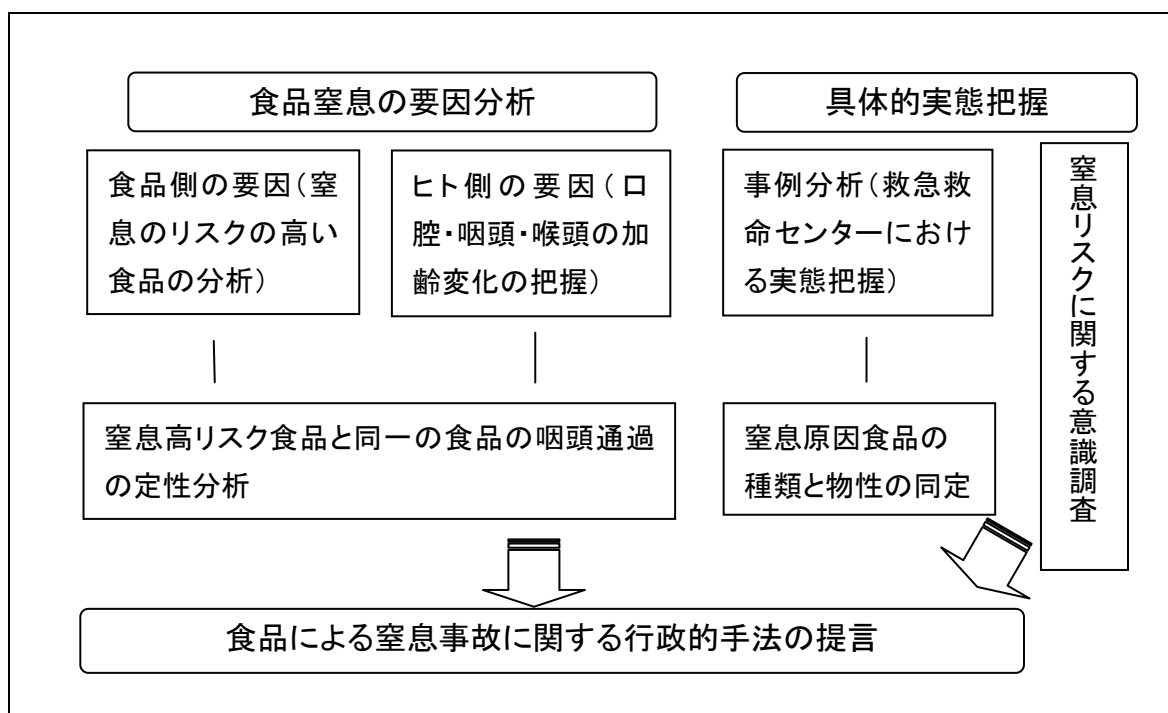


図1 研究デザイン

各分担研究の対象及び方法は以下の通りである。

1. 窒息事故事例の分析

1) 救急救命センターにおける窒息事例の分析

日本救急医学会救急科専門医指定施設及び救命救急センターを合わせた433施設において、平成20年6月1日から平成21年1月31日までの8カ月間に食品による窒息事故で救急診療を受けた症例のうち、0から15歳の小児を対象とした。調査方法は、食品による窒息事故調査書（小児用）を送付し、これらを回収して行なう質問紙調査とした。

2) 高齢者施設における窒息事例の分析

介護老人福祉施設に入居している高齢者を対象に、平成18年6月より平成20年12月までの間に起こった窒息の既往と口腔機能、認知症、脳血管障害の関係について調査し、窒息の危険因子について検討した。

2. 窒息リスクの高い食品の分析

1) 米飯、パンのテクスチャー（物性）分析

平成19年度に行った「食品による窒息の現状把握と原因分析に関する研究」において窒息事例が多かった米

飯、パン、粥について、供食時の食品の温度と摂食時の温度の違いが食品の物性に及ぼす影響を解析する。試験方法は厚生労働省が提示している高齢者用食品の測定方法に準じて行う。テクスチャー（物性）特性は硬さ、凝集性、付着エネルギーを測定する。また、実際の摂食・嚥下時の食物処理速度を考慮して、圧縮速度を速めて同様な測定も行った。

2) 市販の「こんにやく入りゼリー」のテクスチャー（物性）分析

窒息食品のひとつである市販の「こんにやく入りゼリー」について、市販の商品の一つがグルコマンナンの配合を減量（新規品）したので、テクスチャー（物性）特性と温度の影響について検討を行った。

3. 食品の窒息に関する意識調査

対象はgooリサーチモニターのうち、15歳以下の子どもをもつ母親を対象にWebサイトによる質問紙調査を実施した。対象は1015名で調査は2009年2月に実施した。また、子どもを持つ親へのインタビューも実施した。分析にはSPSS 11.0Jを用いた。

4. ヒト側の要因に関する要因分析

1) 小児の中咽頭部の成長変化について

顎・口腔機能に障害のない健常な軽度歯列不正患児を対象とした。対象児は、男児・女児各 50 名、計 100 名を、歯の発育年齢である Hellman Dental Age II C 期 (6 歳頃) から IVA 期 (15 歳頃) までの 5 つのグループに分類した。CT 撮影には、歯顎顔面用コーンビームエックス線 CT 装置を使用し、三次元造形システムにて中咽頭腔エアウェイの三次元立体構築と各部位の計測を行った。

2) 若年成人と高齢者の中咽頭の形態の比較

口腔領域の疾病によりエックス線撮影を実施した者で、本研究への資料提供に同意の得られた 20 代の若年者群 7 名と 60~70 代の高齢者群 7 名の 14 名を対象とした。撮影には医科用エックス線 CT 装置および歯・顎顔面用コーンビームエックス線 CT 装置を用い、撮影条件は臨床にて一般的に使用される条件とした。得られた画像より三次元造形システムにて中咽頭部エアウェイの立体構築を行い、中咽頭の上端および下端の形態的特徴について検討を行った。

3) 食物摂取時の中咽頭の内視鏡下の観察

健康な成人 3 名について、リスクの高い食品である餅、パンの咀嚼、嚥下

中の咽頭部を内視鏡で観察して、摂取食品の咽頭通過状態、貯留部位などについて定性分析を行った。

C 研究結果および考察

1. 窒息事故事例の分析

1) 救急救命センターにおける窒息事例の分析

185施設 (43%) から回答が得られ、このうち168施設では調査対象期間の小児窒息症例はなく、17施設から26例の調査票が回収された。しかし、詳細を検討できる症例は10施設からの12例 (男児: 10例、女児: 2例) で、年齢は1から7歳 (平均は3.0歳) であった。原因食品の5例がアメ、ピーナッツ・豆類が3例、リンゴ、冷凍ゼリー、ラムネ、イクラが各々1例ずつであり、大きさについて記載されていた7例はすべて約1cm径であった。ヒト側の要因となる特別な基礎疾患や発達障害、嚥下障害、先天異常のある例は存在しなかった。

バイスタンダーによる応急処置として、6例で背部叩打が行われており、転帰について記載されていたもののうち9例は予後良好であったが、植物状態、死亡の転帰をとったものが各1例であった。

調査に対して回答が得られた施設は42%と十分ではないが、概要を把

握することはできたものとする。窒息の原因となった食品を普段からおやつとして食べていた症例もあるため、窒息事故と生じやすい食品についての周知が重要と考えられる。窒息時における背部叩打処置については、ある程度一般家庭において浸透していると考えられ、応急処置にて回復が得られた場合に病院を受診することのない窒息事故が多く存在していることも推察される。しかしながら、正しい処置が確実に行われているかについては疑問が残り、正しい応急処置についての教育またその普及が重要であると考えられた。

2) 高齢者施設における窒息事例の分析

(1) 窒息の既往について

対象となった437名のうち過去3年間に食品による窒息の既往があった者は51名（男性10名、女性41名、平均年齢：85.6±7.1歳）であった。死亡例は2例であった。窒息の原因となった食品の種類は多様であったが、その中で最も多かったのが野菜・果物であった。続いて肉、魚、ごはん、パンであった。

窒息時の対応として、施設で対応したものが最も多く47%を占めた。次いで、病院受診や入院をしたものが

25%、対応が不明であったものが27%であった。介護老人福祉施設における窒息事故では約半数が施設で対応しており、施設職員への迅速かつ適切な対処方法の徹底が必要であると考えられる。

(2) 窒息の危険因子について

窒息の既往のある者の危険因子として「日常生活動作ADL低下」、「認知機能」、「嚥下障害の有無」、「食事自立の有無」、「臼歯部咬合の有無」が項目としてあがった。

上記の危険因子のうち、多変量解析によって独立した危険因子と採択されたものは「認知機能の低下」、「食事自立」、「臼歯部咬合の喪失」であった。

歯の重要性はもとより、認知機能の低下により、食事の自立はしているものの、丸のみや詰め込み等による窒息の危険が増すものと推察され、安全に食べることができる能力を加味した食の自立の検討の必要性が示された。

2. 窒息リスクの高い食品の分析

1) 米飯、パンのテクスチャー（物性）分析

日常的に主食として頻度高く摂食している食品である「ご飯」と「パン」について、窒息（のどに詰まりやすい）状況を想定した実験方法を採用してテクスチャー解析を行った。

「ご飯」は、容器に充填する白飯の量を比重によって3種類に変化させ手測定した結果、容器に入れたままの状態では比重（充填量）の増加に伴い、顕著にテクスチャー特性の硬さ、凝集性、付着性が増加した。

「パン」では、みかけの比重が増加するにつれ、テクスチャー特性の硬さは増加し、凝集性は減少した（付着性は認められなかった）。パンの表面に唾液を想定し、食パンの45%の水を添加し、テクスチャー特性の測定を行ったところ、付着性が発現した。咀嚼しない場合でも、唾液が圧縮されたパンの表面部分を覆うので、付着性が発現し、つまったパンを取り出しにくくなる可能性が示唆される。

2) 市販の「こんにゃく入りゼリー」のテクスチャー（物性）分析

窒息食品のひとつである市販の「こんにゃく入りゼリー」について、市販の商品の一つがグルコマンナンの配合を減量（新規品）したので、テクスチャー特性と温度の影響について検討を行った。かたさ、破断応力の点では、新規品は、旧来品（グルコマンナンの配合を減量前）よりも、一般のゼリー（グルコマンナンが配合されていないもの）のテクスチャー特性に近づいているものの、新規品と一般ゼリーの間には有意差が認められた。

「こんにゃく入りゼリー」と「一般のゼリー」はかたさと破断応力の点で異なる食品物性をもつものであることから、特に、小児や高齢者に「こんにゃく入りゼリー」を提供する際には、「一般のゼリー」とは異なるものであることを再度注意喚起する必要があると考えられた。

3. 食品の窒息に関する意識調査

調査対象者の子どもの窒息は、この1年間に6.2%が経験し、その回数は1回が最も多かった（73.0%）。年齢は、1歳が最も多く、3歳以下が全体の71.4%であった。病院へ搬送したのは、救急車による1名のみであった。食品による窒息事故は、全体の約5割が起こりうるかと回答していた。窒息を注意している親は60%以上であった。窒息事故に対する処置方法について、「知らない」のは16.4%であったが、「知ってはいてもできるかどうか自信がない」と73.1%が回答していた。また、この1年における窒息経験の有無によって、窒息事故が起こりうるかどうか、注意しているかどうかについて、有意に差が見られた（ $P < 0.001$ ）。

最近の事故で、原因となった食品を、不明なものや複数回答を除き、例数としてみる。食品成分分類を参考に分類すると、最も多かったのは、菓

子類 25 例で、そのうち 20 例は「あめ」であった。穀類が次いで多く、17 例で、そのうち「パン」7 例、「もち」7 例であった。

食品による窒息事故は、救急事例にはならないまでも、日常的に起こっているが、そのリスクについては、未だ、半数近くの母親は認識しておらず、注意を払っていなかった。

4. ヒト側の要因に関する要因分析

1) 小児の中咽頭部の成長変化について

中咽頭腔の容積は、発育年齢が上がるにつれて増加する傾向にあり、男児ではⅢB 期(約 10 歳)から、女児ではⅢC 期(約 11 歳)から急激な増加が認められた。また、中咽頭腔エアウェイの上端の断面積と最狭窄部の断面積の比率から、中咽頭腔エアウェイの形態は 3 タイプに分類する事ができ、それぞれに形態の特徴が認められた。3 タイプにおいて、上端の断面積が下端にかけて急激に狭窄するタイプは、摂食・嚥下機能における物理的な予備能力が少なく、他の 2 つに比較し窒息に対するリスクが高い可能性があると考えられた。

2) 若年成人と高齢者の中咽頭の形態の比較

若年群と比較して高齢者群の断面

積は、下端において有意に小さい値を示した。また、若年群では 6/7 の割合で下端が大きい値を示したのに対し、高齢群ではその割合が 1/7 であった。上端および下端の面積比較が若年群と高齢群で異なる傾向を示すことから、高齢者では面積の大きな上端を食塊が通過するものの、下端では食塊が閉塞しやすい形態をしているものと考えられた。また、下端における形態的特徴の違いは、加齢による喉頭下垂に伴い、咽頭腔の形態が変化した結果であると推察された。

3) 食物摂取時の中咽頭の内視鏡下の観察

餅の咀嚼中に一部は咽頭部に流れ込み喉頭蓋谷に貯留していた。その大きさは定量分析できないが、約 1cm～2cm 程度の小片も混在していた。パンについては、押し込み食べを行うと嚥下反射が誘発されるまでには中咽頭部にかかなりの量の唾液と混和されたパンの食塊が貯留可能であった。咀嚼中の咽頭流入が窒息の一因と推察された。

厚生労働科学研究補助金（特別研究事業）

分担研究報告書

食品による窒息の要因分析－ヒト側の要因と食品のリスク度－

食品による小児の窒息事故の現状把握

分担研究者 有賀 徹 昭和大学医学部救急医学講座

研究協力者 中村 俊介 昭和大学医学部救急医学講座

研究要旨：小児における食品による窒息事故の現状を明らかにするために、日本救急医学会救急科専門医指定施設および救命救急センターを対象として、平成20年6月1日から8か月間の窒息症例について調査し分析を行った。今回の分析対象12例によると、窒息事故時の現場において特別な状況はなく、また原因となった食品はアメ、豆類が多く、日常的におやつとして摂取している菓子類で窒息を生じていた。家族によって行われた応急処置は背部叩打で、半数において原因食品が喀出できていた。応急処置にて回復が得られた場合に病院を受診しない症例も存在すると考えられ、より多くの窒息事故が小児において生じていると推察される。今後、窒息事故を生じやすい食品についての周知によって事故を防止し、また窒息した場合の応急処置についての教育とその普及が重要であると考えられた。

A 研究目的

救急医療現場において、食品による窒息事故で救急搬送されてくる症例は稀ならず存在する。平成19年度厚生労働科学特別研究事業「食品による窒息の現状把握と原因分析」の結果に示されているように、窒息事故は主に乳幼児と高齢者において生じている¹⁾。窒息事故のヒト側の要因となるも

のとして、乳幼児では先天異常の有無や発達・発育の程度などが考えられ、高齢者では加齢現象や脳卒中の既往など後天的なものが要因として加わる。窒息事故の原因は多岐にわたることから、要因を分析するにあたっては乳幼児と高齢者を分けて検討を行うことによって、より問題点が明瞭になると考えられる。

乳幼児から小児においては咽喉頭領域における反射が未発達であるが故に、誤嚥・窒息を生じやすく、不慮の事故による死亡原因として0歳児では第1位、1歳以上10歳未満では第3位の原因が窒息となっているが、その窒息事故の詳細については不明である。

今回、食品の摂取に伴って生じた小児の窒息事故の実態について現状を把握し、得られた内容を分析することを目的として質問紙調査を実施したので、ここに報告する。

B 研究対象および方法

調査は、日本救急医学会救急科専門医指定施設および救命救急センターを合わせた433施設において、平成20年6月1日から平成21年1月31日の8カ月間に食品による窒息事故で救急診療を受けた症例のうち、年齢が0から15歳の小児を対象として実施した。調査方法は、食品による窒息事故調査書（小児用）（別表）を送付し、これらを回収して行なう質問紙調査とした。

調査内容は、発生日時、年齢、性別、診察時所見、原因食品の種類・大きさ、窒息時の状況、閉塞部位、バイスタンダーによる応急処置、呼吸停止の有無、転帰に加えて、基礎疾患・発達障害・

嚥下障害・口の先天奇形の有無や普段の食事内容、また救急隊による搬送症例では救急隊要請日時、救急隊接触日時と所見、救急隊による処置を質問項目とした。

C 研究結果

調査表を郵送した433施設のうち185施設（43%）から回答が得られた。このうち168施設では調査対象期間の小児窒息症例はなく、17施設から26症例の調査票が回収された。しかし対象期間外が7例、また窒息の事実が不確かな症例が5例、経管栄養の逆流また嘔吐後の誤嚥が各々1例であり、詳細を検討できる症例は10施設からの12例であった。

12例のうち男児が10例、女児が2例、年齢は1から7歳で平均は3.0歳であった。発見者については、記載のあった11例のうち10例が両親、残る1例は祖父であり、全例が自宅で窒息事故を生じていた。原因となった食品の5例がアメで、ピーナッツ・豆類が3例、リンゴ、冷凍ゼリー、ラムネ、イクラが各々1例ずつであり、大きさについて記載されていた7例はすべて約1cm径のものであった。事故時の状況として、3歳児の兄がスプーンで食べさせていた（冷凍ゼリー）、無理にほうばった後に生じた（ピーナッツ）

などがあるものの、すべて特別な状況にあった症例は見られなかった。確定されている閉塞部位は、右主気管支（イクラ、豆）、気管分岐部（ピーナッツ）、下咽頭（アメ）であり、3例では中～下咽頭部が推定されている。感冒症状のあった1例を除いて基礎疾患のあった症例はなく、また発達障害、嚥下障害、先天異常のある例も存在しなかった。普段の食事内容に特別なものはないものの、おやつとしてアメや豆類を摂取すると3例で記載があった。

バイスタンダーによる応急処置として、6例で背部叩打が行われていたが、1例では心マッサージのみであり、処置の有無また詳細が不明であった2例を除く他の3例では応急処置は行われていなかった。呼吸停止は3例で確認されおり、1例は事故発生の2分後に背部叩打によって原因が除去されているが、2例は心肺停止に至っている。転帰について記載されていたもののうち9例は予後良好であったが、各1例が植物状態、死亡の転帰をとっていた。

救急隊要請のあった症例は9例であり、うち1例は家族によって近医へ搬送された後に救命救急センターへと救急搬送された症例であった。救急隊によって行われ処置としては、接触時に心肺停止状態であった2例に対する

心肺蘇生術を除くと、意識障害を認めた3例に対する酸素投与のみであった。

D 考察

調査に対して回答が得られた施設は43%と十分ではないが、概要を把握することはできたものとする。平成19年度厚生労働科学特別研究事業「食品による窒息の現状把握と原因分析」の結果によると、救命救急センターにおいて1年間に0から14歳までの窒息事故症例は26例であった¹⁾。この結果を考慮すると、調査対象期間8か月で12症例は妥当性を欠くものではないと思われる。

小児における窒息事故の原因となる食品は、アメやピーナッツなど菓子類が多いことが以前より指摘されており¹⁻³⁾、今回の調査結果も一致するものであった。一方、食品を口に入れた状態で走ったり、または遊んだりしていた、話をしていて、テレビを見ていたなど、摂食や嚥下に集中していない状況のなかで窒息事故が生じやすいことも指摘されている^{2, 3)}が、本調査結果では確認されなかった。特殊な状況ではないが、1例では兄弟とゼリーを食べているときに窒息を生じていた。さらなる検討を要するが、摂取する食品の内容や摂取時の状況が変化すると考えられるため、兄弟の有

無も事故発生に影響を与える要因となる可能性があると思われる。

発生年齢は12例中11例が1から4歳であった。大きさが1cm程度のものであっても、臼歯によって十分に食品をすりつぶすことができない年齢においては、より窒息の危険が大きいたことが示唆される。窒息の原因となった食品を普段からおやつとして食べていた症例もあるため、窒息事故と生じやすい食品についての周知が重要と考えられる。

窒息に対する応急処置としての背部叩打が6例で行われていたが、頭部を下向きにして確実に行われた症例は2例であり、それらでは原因食品の喀出に成功している。一方、不確実であった可能性のある背部叩打によっても喀出できた症例、食道へと移動した症例が各々1例あった。窒息時における背部叩打処置については、ある程度で一般家庭において浸透していると考えられ、応急処置にて回復が得られた場合に病院を受診することのない窒息事故が多く存在していることも推察される。しかしながら、正しい処置が確実に行われているかについては疑問が残る。

救急隊による背部叩打法やハイムリッヒ法などの処置が行われた症例が存在しなかった理由は、救急隊接触

時に既に窒息の解除が得られていたか、または心肺停止に至っていたかのいずれかであったためである。気管または右主気管支での閉塞が確認された3例のうち2例は、経過において心肺停止に至っており、最終的な転帰も不良であった。不確実な応急処置によって原因となる食品が気管や主気管支へと落ち込む危険があるため、正しい応急処置についての教育またその普及が重要であると考えられた。

E 参考文献

- 1) 向井美恵, 堀口逸子, 市川光太郎, 大越ひろ, 才藤栄一: 平成19年度厚生労働科学特別研究「食品による窒息の現状把握と原因分析」報告書, 平成20年3月
- 2) 河野朗久, 中山雅弘, 的場梁次: 小児の窒息とその予防. 小児科診療 59(10): 1594-1600, 1996
- 3) 田中哲郎: 新子どもの事故防止マニュアル. 診断と治療社(東京) 2000年

F 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
準備中

G.知的所有権の取得状況

1. 特許取得

なし


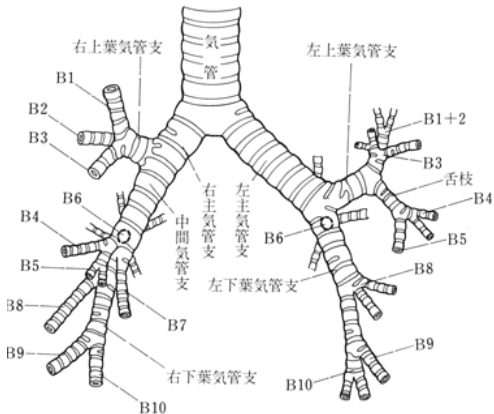
2. 実用新案登録

なし

別表参照

食品による窒息事故調査書（小児用）

食品による窒息事故調査書（小児用）

●発生または発見日時と発見者	平成 年 月 日, : 発見者:
●救急隊要請日時	平成 年 月 日, :
●救急隊接触日時とその状況	平成 年 月 日, : JCS: , または GCS: 体温: °C, 呼吸: 回/分, 脈拍: 回/分, SpO ₂ : %
●搬送開始日時	平成 年 月 日, :
●病院搬入日時とその状況	平成 年 月 日, : JCS: , または GCS: 体温: °C, 呼吸: 回/分, 脈拍: 回/分, SpO ₂ : %
●症例概要	①性別: 男性・女性 ②年齢: 歳 ③基礎疾患: 不明・無・有 ※「有」の場合は以下に内容を記載 [] ④ADL 移動: 自立・部分介助・全介助 食事: 自立・部分介助・全介助 ⑤発達障害: 無・有 ⑥嚥下障害: 無・有 ⑦口の先天異常: 無・有 ⑧普段よく食べる食べ物 主食: ごはん・パン・麺類 主菜: 肉・魚 副菜: 生野菜・煮野菜・海藻類・豆・その他 () おやつ: あめ・ゼリー・だんご・煎餅・豆類・スナック菓子・その他 ()
●原因食品	①種類: (出来るだけ具体的に記載) ②大きさ: × × cm (縦×横×高さ)
●窒息時の状況	例) 歩きながら食べていたところ、急に苦しみだした。 []
●閉塞部位	下図に部位を記載 (確定・推定) <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>

<p>●バイスタンダー(家族など)による応急処置</p>	<p>不明・無・有 ※「有」の場合は以下に内容を記載 応急処置による原因の除去：不可・可（「可」の場合はその時間， : ）</p> <p>[]</p>
<p>●救急隊による応急処置</p>	<p>不明・無・有 ※「有」の場合は以下に内容を記載 応急処置による原因の除去：不可・可（「可」の場合はその時間， : ）</p> <p>[]</p>
<p>●呼吸停止状態（CPA含む）</p>	<p>不明・無・有 ※「有」の場合は以下に内容を記載</p> <p>[]</p>
<p>●転帰</p>	<p><u>死亡</u>・救命・不明 ※死亡の場合は以下も記載 ↳（ 24 時間以内・24～48 時間以内・48 時間以降 ）</p> <p>GOS：GR・MD・SD・VS・D { GR：good recovery, MD：moderate disability, SD：severe disability, } { VS：vegetative state, D：death }</p>
<p>●その他（自由記載）</p>	<p>[]</p>

記載者氏名： _____

厚生労働科学研究費補助金（特別研究事業）

分担研究報告書

食品による窒息の要因分析－ヒト側の要因と食品のリスク度－

介護老人福祉施設における窒息事故とその要因

分担研究者 菊谷 武 日本歯科大学附属病院口腔介護・リハビリテーションセンター

研究協力者 田村文誉 日本歯科大学附属病院口腔介護・リハビリテーションセンター

研究協力者 片桐陽香 日本歯科大学附属病院口腔介護・リハビリテーションセンター

研究要旨：本研究は窒息の危険因子を明らかにするために、介護老人福祉施設における平成18年6月から平成20年12月までに起こった食品による窒息事故について調査し、入居者の窒息の現状およびその危険因子についての検討を行った。その結果、調査対象者の11.7%に窒息の既往が認められた。また、独立した危険因子は「認知機能の低下」、「食の自立」、「臼歯部咬合の喪失」であった。窒息予防における重要な対策として、義歯による咬合の回復と認知機能の低下した食事の自立者に対する適切な見守りが重要であることが示唆された。

A 研究目的

厚生労働省人口動態統計¹⁾によると、毎年、家庭内での不慮の事故で亡くなる65歳以上の高齢者は24,195人におよび、このうち、窒息による死亡者数は6881名で最も多く1/3を占め、近年増加傾向の一途を辿っている。また東京消防庁の報告²⁾によると、食べ物による窒息事故は1年を通して発生しており、特に年末年始の餅による高齢者の窒息事故では、重篤な状態で搬送されることが多いと報告している。しかし、実際には救急搬送され

ることなく、自宅や施設で処置を行い、事なきを得るケースも多く存在すると考えられ、死には至らずとも実際には多くの窒息事故が発生しているものと予想される。そこで、本研究は食品による窒息の危険因子を明らかにするため、介護老人福祉施設に入居している高齢者を対象に窒息の既往と口腔機能、認知症、脳血管障害の関係について調査し、窒息の危険因子について検討したので報告する。

B 研究対象

対象は、東京都、山梨県、北海道内の介護老人福祉施設に入居している高齢者 486 名のうち、期間中退所などの理由で追跡できなかつた者を除く 437 名（男性 110 名、女性 327 名）である。平均年齢は 85.0±8.5 歳（男性：80.8±8.3 歳、女性：86.4±8.1 歳）、平均介護度は 3.7±1.1（男性：3.6±1.1、女性：3.8±1.1）であった。

C 研究方法

1. 窒息の既往に関する調査

平成 18 年 6 月より平成 20 年 12 月までの間過去 2 年 6 ヶ月間における窒息の既往と窒息の原因となった食品、窒息時の対応について、対象者および施設職員に対しアンケート調査を行った(表 1)。

表 1 アンケート項目

-
- (1) 調査期間の窒息事故既往の有無
 - (2) 窒息事故の時期
 - (3) 窒息の原因食品
 - (4) 事故後の転機
(①施設で対応・②入院または受診)

2. 窒息のリスク因子の検討

窒息のリスク因子を検討する目的で、以下に示す各項目について調査した。口腔内環境、機能評価に関しては各通所介護施設に歯科医師、歯科衛生士が出向き、調査を行った。

1) 年齢および性別

2) 日常生活動作能力 Activity of Daily Living (以下 ADL とする)の評価

日常生活動作の自立度の評価基準としてわが国で広く用いられている指標である厚生労働省の障害老人の日常生活自立度³⁾に基づき評価した。ランク J、A、B を ADL 維持、ランク C を ADL 低下とした。

3) 介護度

介護保険における介護認定による介護度を調査した。

4) 基礎疾患の調査

嚥下機能に影響を与える可能性のある疾患（認知症、脳血管障害）の既往の有無を調査した。

5) 服用薬剤の調査

口腔咽頭機能に影響を与える薬剤（向精神薬、抗うつ薬など）⁴⁾の服薬の有無を調査した。

6) 食事の介助

食事の際に介助の必要な者を「食事要介助」、自立している者を「食事自立」とした。

7) 口腔内状況

口腔内状況は、舌苔、食物残渣、口腔乾燥の有無に関して調査した。

8) 口腔機能の評価

口腔機能の評価は、現在歯数、咬合状態、嚥下障害の有無に関して行った。

(1) 現在歯数、咬合状態の評価

残存歯数の調査を行い、咬合状態について Eichiner の咬合支持領域の分類⁵⁾を参考に評価した。なお、天然歯による咬合支持の状態を評価し、さらには、義歯を含めた咬合支持の状態を評価した。

臼歯部に咬合支持がない、もしくは2ヶ所以下の咬合支持がある分類 B2～C3 の者を「咬合支持崩壊」とし、また臼歯部に少なくとも3か所咬合支持がある分類 A1～B1 の者を「咬合支持維持」とした。

(2) 嚥下機能評価

嚥下機能評価は、食事時の観察に基づき、水分でのむせの有無で評価した。

3. 統計方法

統計学的有意差の検定において、2群間の比較には、各群の独立性の検定には χ^2 二乗検定を用いた。さらに、窒息の既往の有無を従属変数とし、有意であった因子を独立変数とし、ロジスティック回帰分析により危険因子の探索を行った。なお、変数選択はステップワイズ法(変数減少法)を用いた。これらの検討には、Windows 日本語版 SPSS (Ver.16) を用い、有意水準は危険率 0.05 未満とした。

D 研究結果

1. 窒息の既往について

過去3年間に食品による窒息の既往

があった者は51名(男性10名、女性41名、平均年齢:85.6±7.1歳)であった。期間中に2回以上窒息の既往のあった者は4名(4回:1名、3回:2名、2回:1名)であった。死亡例は2例であった。

窒息の原因になった食品は、野菜7名、果物4名、肉4名、魚類4名、ご飯3名、パン1名、菓子類0名、その他6名(吐血物、痰、濃厚流動食品各1名)、不明29名であった(重複あり)。窒息時の対応として、窒息発症後、病院受診や入院となったものは、13名(25.5%)であり、うち、2名が死亡していた。他38名は施設で対応していた。

2. リスク因子について

1) 年齢および性別について

既往があった者51名の平均年齢は85.6±7.1歳であり、既往がなかった者の平均年齢85.0±8.6歳と有意差は認められなかった。既往のあった者は男性10名、女性41名であり既往のないものは男性100名、女性286名であった。性別による相違は認められなかった。

2) 介護度

既往があった者の介護度は平均4.1±1.0であり、既往がない者は平均3.7±1.1であり、有意な差は認められなかった。

3) ADL の評価

既往があった者のうち ADL を維持している者は 34 名、低下している者は 17 名、既往がなかった者のうち ADL を維持している者は 312 名、低下している者は 74 名であった。既往のある者の方が有意に ADL の低下をしている者が多かった ($p<0.05$)。

4) 認知機能

窒息の既往があった者のうち認知機能を維持している者は 23 名、認知機能の低下している者は 28 名、窒息の既往がなかった者のうち認知機能を維持している者は 269 名、低下している者は 117 名であった。窒息の既往のある者は既往のない者に比べ、認知機能低下のある者は有意に多く認められた ($p<0.01$)。

5) 基礎疾患

窒息の既往があった者のうち、脳血管障害の既往のある者は 19 名、ない者は 32 名、窒息の既往がなかった者のうち、脳血管障害の既往のある者は 212 名、ない者は 174 名であった。窒息の既往があった者とない者の間に脳血管障害の既往に関しての有意差は認められなかった。

6) 服用薬剤

窒息の既往があった者のうち、向精神薬の服用がある者は 16 名、服用のない者は 35 名であった。窒息の既往

がなかった者のうち、向精神薬の服用がある者は 110 名、服用のない者は 270 名であった。窒息の既往があった者とない者の間での向精神薬等を服薬している者の割合に有意差は認められなかった。

7) 食事の介助

既往があった者で自立している者は 41 名、介助による者は 10 名、既往がない者で自立している者は 209 名、介助による者は 177 名であった。既往のある者の方が食事の自立している者が有意に多かった ($p<0.001$)。

8) 口腔内環境

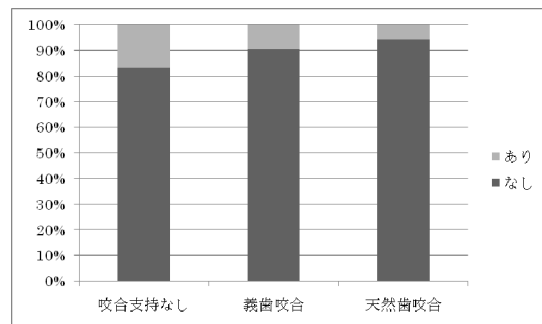
既往があった者のうち舌苔の付着のある者は 20 名、付着のない者は 31 名であった。既往がなかった者のうち、舌苔の付着のある者は 135 名、付着のない者は 251 名であった。また、既往があった者のうち食物残渣のある者は 20 名、食物残渣のない者は 31 名であった。既往がなかった者のうち、食物残渣のある者は 157 名、食物残渣のない者は 222 名であった。既往があった者のうち口腔乾燥のある者は 15 名、口腔乾燥のない者は 36 名であった。既往がなかった者のうち口腔乾燥のある者は 132 名、口腔乾燥のない者は 254 名であった。舌苔、食物残渣、口腔乾燥の有無に関しては、既往のあった者とない者との間にそれぞれ有意

差は認められなかった。

9) 口腔機能の評価

(1) 残存歯数、咬合状態の評価

既往があった者の残存歯数歯は平均 5.4±7.0(歯)であり、既往がない者は平均 7.2±8.9(歯)であり、既往の有無による差は認められなかった。一方、天然歯による咬合支持を失っているにもかかわらず、義歯による回復が行われていなかったもの(180名)のうち、窒息を示した者は、30名(20.0%)、義歯によって回復されていたもの169名のうち、16名(10.1%)が、天然歯による咬合支持があったもの88名のうち5名(6.0%)が窒息を起こしていた。窒息の出現率に有意差が認められた(p=0.016)。



(2) 嚥下機能評価

既往があった者で嚥下障害のある者は27名、嚥下障害のない者は24名であった。既往がなかった者で嚥下障害のある者は124名、嚥下障害のない者は262名であった。既往があった者

の方が既往のない者に比べ嚥下障害を有している者が有意に多かった(p<0.01)。

3. ロジスティック解析の結果

窒息の既往の有無を従属変数とし、単変量解析にて有意であった項目を独立変数とし、ロジスティック回帰分析により危険因子の探索を行った。なお、変数選択はステップワイズ法(変数減少法)を用いた。その結果、「認知機能低下」(p<0.05、オッズ比=2.0、95%信頼区間 1.05~3.85)、「食事自立」(p<0.05、オッズ比=0.4、95%信頼区間 0.14~0.94)、「臼歯部咬合の喪失」(p<0.05、オッズ比=2.2、95%信頼区間 1.02~4.64)が有意な説明変数として採択された。

E 考察

1. 発生頻度について

本調査の結果から、対象者中11.7%の者に窒息の既往を認め、我々が行った通著介護施設利用者を対象にした先行研究の報告⁶⁾と近似した値を示した。在宅高齢者だけでなく、介護老人福祉施設入居高齢者においても、高頻度での窒息事故が起きていることが推測される。

また、窒息既往のあった者のうち約8%に、調査期間中に複数回の窒息の既往が認められ、最も多い者では4回

の窒息の既往があった。複数回の窒息既往者はより危険な状況と考えられ、窒息を繰り返さない為の予防策⁷⁾が必要であると考えられる。

2. 原因食品について

今回の調査で窒息の原因になった食品は、「野菜・果物」、「肉」、「魚類」、「ご飯」、「パン」、「餅」、「菓子類(あめ以外)」、の順で多く、「ご飯」が最も多いという須田ら⁶⁾、川崎ら⁸⁾の報告とは異なる結果となった。介護老人福祉施設においては、多くの者が、主食においては粥やミキサー粥などを、副食においては、刻み食やミキサー食といった食形態を食しており、窒息の際に素材となった食品を特定するのに困難な場合があるのではないかと推察された。これは、原因食品が不明としたものが 29 名と多人数に及んだことから、推察される。

本調査においては、果物による窒息が多く認められた。介護老人福祉施設においては、主食が粥に、主菜や副菜が刻み食やペースト食にといった調整された食形態として提供されていたとしても、果物は、その物性の特徴からか、同様の調整がされることなく提供されている場面によく遭遇する。果物は咀嚼機能不全がある場合、咀嚼されることなく、形を保ったまま、一気に咽頭内に流入することも考えら

れる。さらに、果物の特異性として、口腔内で滑りやすく適切な口腔内保持が困難な場合が多く、同様に一気に咽頭内に流入することも考えられ、気道閉塞につながる可能性があると思われる。

3. 予後について

窒息発症後、病院受診や入院となったものは、13名(25.5%)であり、うち、2名が死亡していた。窒息事故の後、肺炎を発症し重篤な状況になることも考えられるが、それらに関しては今回の調査において、把握は困難であった。

窒息の危険因子として「臼歯部の咬合の喪失」、「認知機能の低下」、「食事の自立」をしている者は、窒息事故を起こす危険性の高いことがわかった。

「臼歯部の咬合の喪失」に関しては、義歯装着時、義歯非装着時における咬合支持の状況とともに、単変量解析において窒息との関連を示したが、多変量解析の結果では、義歯装着時のみ危険因子として採択された。たとえ天然歯の喪失により咬合支持を失っていたとしても、義歯を装着したものは、窒息の発症率は低下しており、義歯による咬合支持の回復は、窒息予防の有効な手段となりうることが示されたといえる。

食事の自立はしているものの認知

機能の低下した要介護高齢者では、丸のみや詰め込み等が見られることが多く報告されている⁹⁾。手と口の協調が維持されている場合、一見、自ら食事が可能となるが、食事の自立とは、本来、自らの咀嚼機能や嚥下機能の程度を理解し、その機能に応じた食べ物を選択し、必要に応じ、自らの能力に合わせるように、提供された皿の上で再加工（小分けにする、カットする、混ぜ込むなど）し、一口量の調整をしつつ食べるペースも考慮するといった対応ができることが食事に関する真の自立というべきであると考えられる。すなわち、認知機能が低下している者で、自ら食べている者に対する見守りを忘れてはならないと考えられた。

F 参考文献

- 1) 総務省統計局
統計トピックス（家計調査）
URL:<http://www.stat.go.jp/data/topics/topics09.htm>
- 2) 厚生労働省：人口動態統計年報。
厚生統計協会 2002
- 3.) 厚生労働省・編：厚生白書。財団法人厚生問題研究会，東京，1997
- 4) 金子芳洋：I 正常機能の理解。
摂食・嚥下リハビリテーションセミナー / 講義録、医学情報社、東京、2001、

p158.

5) Mahoney FI, Barthel DW: Functional evaluation; the Barthel index. Md Med State J 1965 ; 12 : 189-198.

6) 須田牧夫, 菊谷 武ほか：在宅要介護高齢者の窒息事故と関連要因に関する研究. 老年歯学 2008 ; 23(1) : 3-11.

7) 中川隆雄, 須賀弘泰, 出口善純：誤嚥・窒息, Geriatric Medicine 1999 ; 37 (10) : 1448-1452.

8) 川崎孝広, 石川雅健, 曾我幸弘, 雨森 明, 矢口有乃, 花房茂樹ほか：気道異物による窒息症例への対応. 日救急医関東誌 1999 ; 20 (2) : 172-173.

9) R. Samuels & D. D. Chadwick: Predictors of asphyxiation risk in adults with intellectual disabilities and dysphagia. JIDR 2006; 50(5) : 362-370

別表参照

表 2 窒息事故の既往と各関連予測因子との関係

謝辞

本研究のデータ集積においては、介護老人福祉施設利用者とそのご家族、施設関係者に多大なるご協力をいた

だいた。また、多くの歯科医師、歯科衛生士のみなさまにも合わせて感謝の意を表す。

表2 窒息事故の既往と各関連予測因子との関係

	変数	窒息既往		オッズ比 95%信頼区間	危険率
		あり (n=51)	なし (n=386)		
基本属性					
性別	男性	100	10		n.s.
	女性	286	41		
生活機能					
食事の自立	自立	41	209	3.47(1.691-7.131)	p<0.00 1
	介助	10	177		
ADL	自立	34	312	2.11(1.12-3.98)	p<0.05
	非自立	17	74		
認知機能	低下	28	117	2.80(1.55-5.06)	p<0.01
	維持	23	269		
口腔機能					
舌苔	あり	20	135		n.s.
	なし	31	251		
食物残渣	あり	20	157		n.s.
	なし	31	222		
口腔乾燥	あり	15	132		n.s.
	なし	36	254		
臼歯部咬合 (義歯装着時)	あり	21	215	1.68(0.99-2.84)	p<0.05
	なし	30	171		
臼歯部咬合 (義歯未装着時)	あり	5	103	3.02(1.23-7.41)	p<0.01
	なし	46	283		
基礎疾患					
脳血管障害の既往	あり	19	212		n.s.
	なし	32	174		
服薬	あり	16	110		n.s.
	なし	35	276		
嚥下障害	あり	27	124	2.38(1.32-4.29)	p<0.05
	なし	24	262		

n.s. : not significant

厚生労働科学研究費補助金（特別研究事業）

分担研究報告書

食品による窒息の要因分析-ヒト側の要因と食品のリスク度-

原因食品の物性分析 ご飯・パンの物性の解析

分担研究者 大越ひろ 日本女子大学家政学部調理科学研究室

研究協力者 河村彩乃 日本女子大学家政学部調理科学研究室

研究要旨：窒息の事故の要因食品として、主食である「ご飯」と「パン」の出現頻度が高い。そこで本研究では、のどに詰まりやすい状況を想定した実験方法を採用し、テクスチャーの検討を行った。「ご飯」は、容器（ステンレス製リング）に入れたままの状態では比重（充填量）の増加に伴い、顕著にテクスチャー特性の硬さ、凝集性、付着性がいずれも増加した。しかし、容器を外した状態では、テクスチャー特性の硬さは比重（充填量）が変化しても試料間に有意な差は認められなかった。一方、容器に入れたままの状態は、咽頭部のように横に移動できにくい状況に近いので、ご飯を咀嚼しないで詰め込むと硬くなり、ばらけにくく、のどつまりの要因になり得ることが示唆された。「パン」では、みかけの比重が増加するにつれ、テクスチャー特性の硬さは増加し、凝集性は減少したが、付着性は認められなかった。そこで、パン表面に浸透した唾液を想定し、食パンの45%の水を食パン表面に添加し、テクスチャー特性の測定を行ったところ、付着性が発現した。パンを一気に咽頭に詰め込んだ場合、唾液の影響でパン表面に粘りが発現し、取り出しにくくなる可能性が示唆された。

A 研究目的

窒息の事故の要因食品として、平成19年度の現状把握分析¹⁾によると、穀類が最も多く報告されている。そのうち、モチ類が約半数を占め、続いて主食である「ご飯」と「パン」の出現頻度が高くなっている。平成19年度の研究

では、最も出現頻度の高かった餅について分析²⁾をおこなったので、本年度は日常的に主食として頻度高く摂食している「ご飯」や「パン」に着目し、検討を行った。また、測定条件の設定として、のどに詰まりやすい状況を想定した実験方法を検討し、物性と

して主に、テクスチャー特性の検討を行った。

B 研究方法

1. 「ご飯」

1) 材料 うるち米（新潟県産こしひかり 20 年産）

2) 白飯試料の調製

うるち米は、米重量の 1.5 倍の水で電気炊飯器を用いて炊飯し、白飯とした。炊きあがった白飯をバットに広げ、室温に 10 分間放置し、粗熱をとった。続いて、蓋付き試料容器に入れ、20℃の恒温器中で 60 分間放置し、試料とした。

3) 測定用試料の調製

のどに詰まりやすい状態を想定し、円柱状の型（ステンレス製リング）に白飯を充填し、型に入れたままの状態と、外した状態の 2 通りの試料を調製した（図 1 参照）。すなわち、直径 4.0cm×厚み 2.0cm のステンレス製リング（以下リング）に一定重量の白飯を充填し、そのまま測定を行ったものを「リングあり」、リングを外したものを「リングなし」とした。また容器に充填する白飯の量を変化させることで、にぎりすし程度（比重 0.80）、おにぎり程度（比重 1.00）、押し寿司程度（比重 1.19）の 3 段階に比重を変化させた（図 2 参照）。

4) テクスチャー特性の測定

テクスチャー特性（硬さ Ha、凝集性 Co、付着性 Ea）の測定には、レオナー（株式会社：高分解能型レオナー RE33005）を使用し、測定温度 20℃において、20mm の円柱状プランジャーを用い、圧縮速度 10mm/sec で定速 2 回圧縮試験を行った。ただし、クリアランスを 5mm としたので、試料厚が 20mm に設定してあるため圧縮量は 15mm（圧縮率 75%）となる。

2. 「パン」

1) 材料 食パン 6 枚切り（敷島製パン(株)）

2) パン試料の調製

食パンは再現性の点から、6 枚切りの周辺部（耳部分）を除去し、2.5×2.5×1.7cm の直方体 4 個に成形し、試料とした。

3) 測定用試料の調製

測定にあたっては、圧縮量を変化させることでみかけの比重（かさ比重）を変化させてテクスチャー特性の測定を行った。すなわち、テクスチャー測定の先立ち予備圧縮を行うことで、測定に用いるパンの厚さを変化させた。ただし、食パンのようにスポンジ状組織で気泡を多く含む食品は、重量と体積からでは真の比重を算出することができないため、みかけの比重を算出することにした。

みかけの比重 Vd は、(1)~(3)式を用いて算出した。

試料の高さを H_1 (cm) とし、圧縮後の試料の高さ H_2 (cm) を(1)式より算出、(2)式よりみかけの体積 V (cm³) を(3)式よりみかけの体積 Vd (cm³) を算出した。

$$H_2 = H_1 - (H_1 \times A) \quad \dots (1)$$

$$V = B \times C \times H_2 \quad \dots (2)$$

$$Vd = W / V \quad \dots (3)$$

ただし、 A は圧縮割合 (圧縮量 60% のとき 0.6)、 B は試料の横の長さ (cm)、 C は試料の縦の長さ (cm)、 W は試料重量 (g) である。

4) テクスチャー特性の測定

テクスチャー特性 (硬さ Ha 、凝集性 Co 、付着性 Ea) の測定は、「ご飯」に準じて行った。ただし、パンの場合には、窒息が生じるような状況は咀嚼しないで詰め込んだ場合と考えられるので、プランジャーは試料よりも大きい 40mm の円盤状プランジャーを用いた。また、「パン」の場合には、みかけの比重を変化させたため、圧縮量を順次変化させて測定を行った。

C 研究結果および考察

1. 「ご飯」

「ご飯」の測定に当たっては、比重を変化させて測定を行ったので、白飯をリングに詰めた後、リングを外して撮

影した白飯の充填状態の写真を比重別に図 2 に示した。比重 0.8 は握りずし程度のさっくりと充填された状態、比重 1.19 では押し寿司のように、米粒同士がぎっしりと詰まっている状態が観察される。

図 3 に比重と硬さの関係を示した。(●) はリング (容器) に入れたままの状態での圧縮を行った結果、(■) は図 2 のようにリングを外した状態での測定である。容器に入れたままの状態の硬さはいずれの比重においても有意 ($p < 0.01$) に高く、また比重 (充填量) の増加に伴い、顕著にテクスチャー特性の硬さが増加している。しかし、リングを外した状態では、硬さに対する比重の影響はほとんど認められていない。リング (容器) から出した状態では、比重が変化しても硬さの増加がほとんど見られなかった。その要因として縦の圧縮に対して、容器がないと圧縮時に米粒が横に多少であるが移動することが可能なため、力が分散したことで硬さの増加が抑えられたと考えられる。一方、容器に入れた状態では、容器の側面が横への移動を妨げるので、米粒が密に詰まった状態の方が硬くなったといえる。

図 4 に比重と凝集性の関係を示したが、硬さと同様、リングありの方が有意 ($p < 0.01$) に大となっている。

図5に比重と付着性の関係を示したが、硬さと同様、リングありの方が有意 ($p<0.01$) に大となっている。また、付着性の場合、比重の増加に伴い、リングありもリングなしもともに、有意に増加している。この付着性の増加は米粒同士の決着力の増加と関連するといえるので、凝集性の増加に反映されたといえる。

「ご飯」についての比重と硬さ、凝集性、付着性の結果 (図3~5) を総合的に見てみると、リングをしたままの状態の方が、硬さが増加し、凝集性が大きいため、まとまりやすく、付着性も増加し、べたつきが大きくなっている。このような状態は、咽頭部のように横に移動できにくい状況に近いので、ご飯を咀嚼しないで詰め込むと硬くなり、ばらけにくく、のどつまりの要因になりえることが示唆された。

2. 「パン」

図6にみかけの比重と硬さの関係、図7にみかけの比重と凝集性の関係を示した。しかし、付着性はみかけの比重が増加しても発現しなかったので示していない。

図6に示したみかけの比重と硬さの関係からは、みかけの比重が増加するにつれ、硬さが増加している。逆に図7に示したみかけの比重と凝集性の関係を見ると、凝集性が低下している。

みかけの比重の増加は、すなわち、圧縮によりパンに含まれた空気が押し出され、硬く締まっていく様子が示されている。凝集性がみかけの比重の増加に伴い低値を示すことは、食パンが固体のように締まり、1回目の圧縮からの回復が少ないことを示している。すなわち、圧縮量が多くなると空気が押し出されることで、パンの弾力性が失われ、1回目の圧縮に対する抵抗と2回目の圧縮に対する抵抗の差が大きくなったといえる。「パン」の場合、咀嚼しないで、一気にのどに詰め込むとみかけの比重が増加した状態になるので、パンが硬く締まり、のどに詰まりやすくなると言える。

しかし、「ご飯」の場合も同様であるが、咀嚼しない場合でも口の中に入れると多少唾液が出るので、唾液の影響についても考慮する必要がある。そこで、食パンの45%の水(唾液を想定)を表面に添加し、テクスチャー特性の測定を行い、図8に水分添加ありとなしのテクスチャー記録曲線を示した。水分を45%添加した場合は添加なしよりも第一山のピークが幾分低くなっているが、付着性が発現した。この結果から、パンの表面に水分を付与すると付着性が発現し、今回の測定条件のように、咀嚼しない場合でも、唾液が圧縮されたパンの表面部分を

多少覆うので、付着性が発現する可能性が示された。さらに、咽頭に圧縮されたパンが詰まった場合に水分を与えることは、圧縮されたパン表面のみが軟らかくなり、しかも粘りが増加するため、取り出しにくくなる可能性を示唆している。

D 参考文献

- 1) 堀口逸子, 市川光太郎: 食品による窒息の現状把握, 平成 19 年度厚生労働科学特別研究分担研究報告書, 10 (2008)
- 2) 大越ひろ: 食品による窒息の現状把握, 平成 19 年度厚生労働科学特別研究分担研究報告書, 20 (2008)
- 3) 大越ひろ: 介護食の形態とテクスチャー, 介護食ハンドブック: 手嶋登志子編, 医歯薬出版, pp.39-44 (2007)

E 研究発表

1.論文発表

なし

2.学会発表

準備中

別表参照

- 図 1 測定用試料
-ガラスリングありとなし-
- 図 2 白飯の比重とその状態
- 図 3 白飯の比重と硬さの関係

図 4 白飯の比重と凝集性の関係

図 5 白飯の比重と付着性の関係

図 6 パンのみかけの比重と硬さの関係

図 7 パンのみかけの比重と凝集性の関係

図 8 パンのテクスチャー記録曲線
-水分添加の影響-

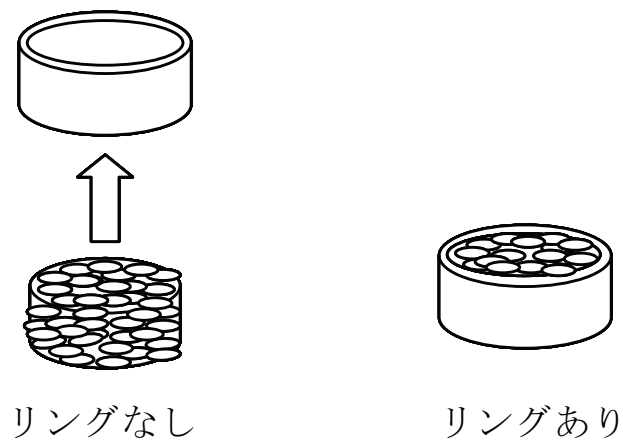


図1 測定用試料 -リングありとなし-

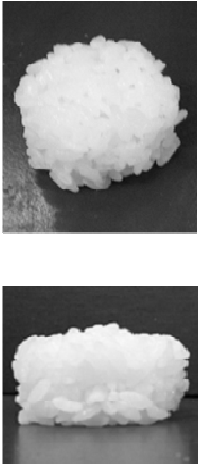
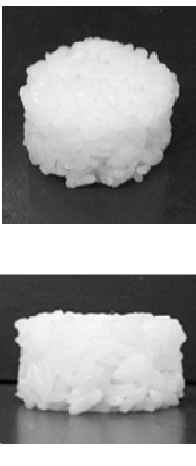
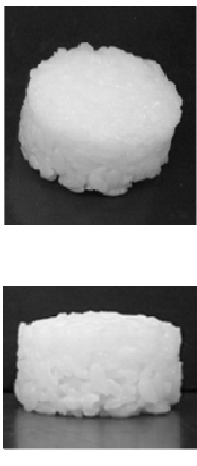
比重 0.80 外観：盛りずしのシャリ	比重 1.00 外観：家庭のおにぎり	比重 1.19 外観：押し寿司
		

図2 白飯の比重とその状態

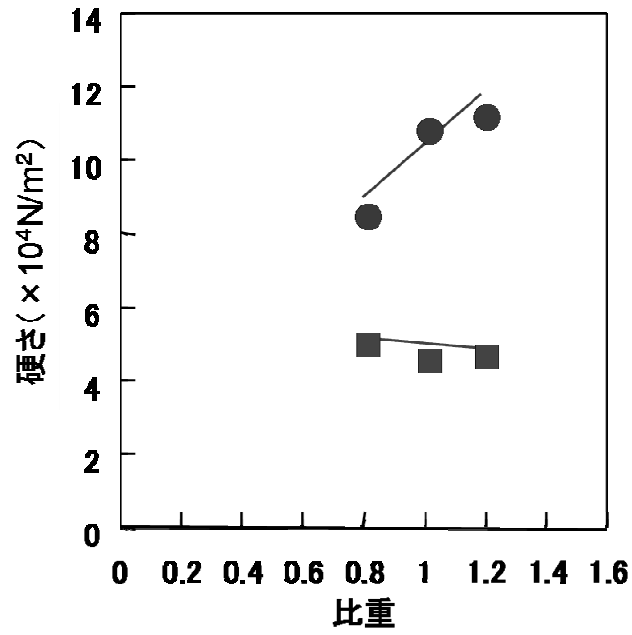


図3 白飯の比重と硬さの関係
 ●：リングあり，■：リングなし

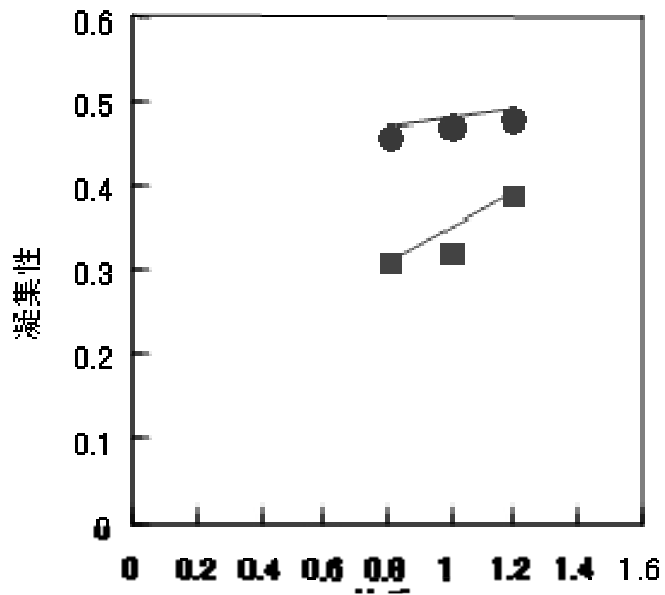


図4 白飯の比重と凝集性の関係
 ●：リングあり，■：リングなし

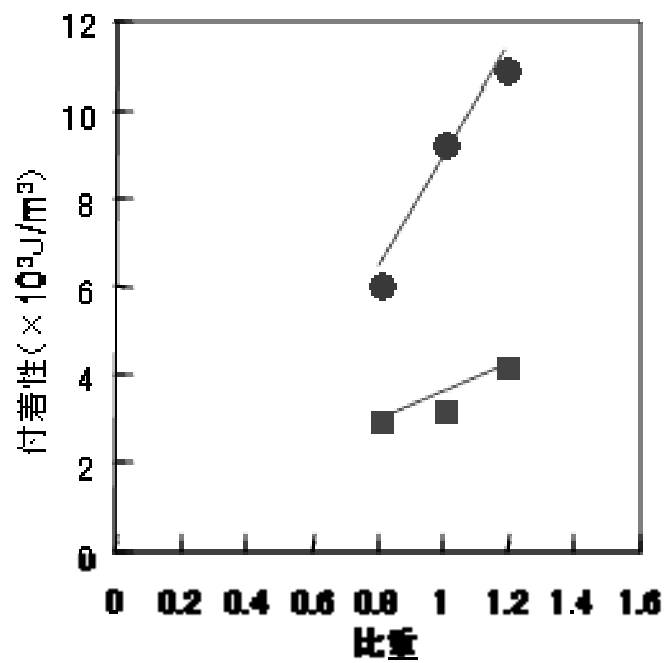


図5 白飯の比重と付着性の関係
●：リングあり，■：リングなし

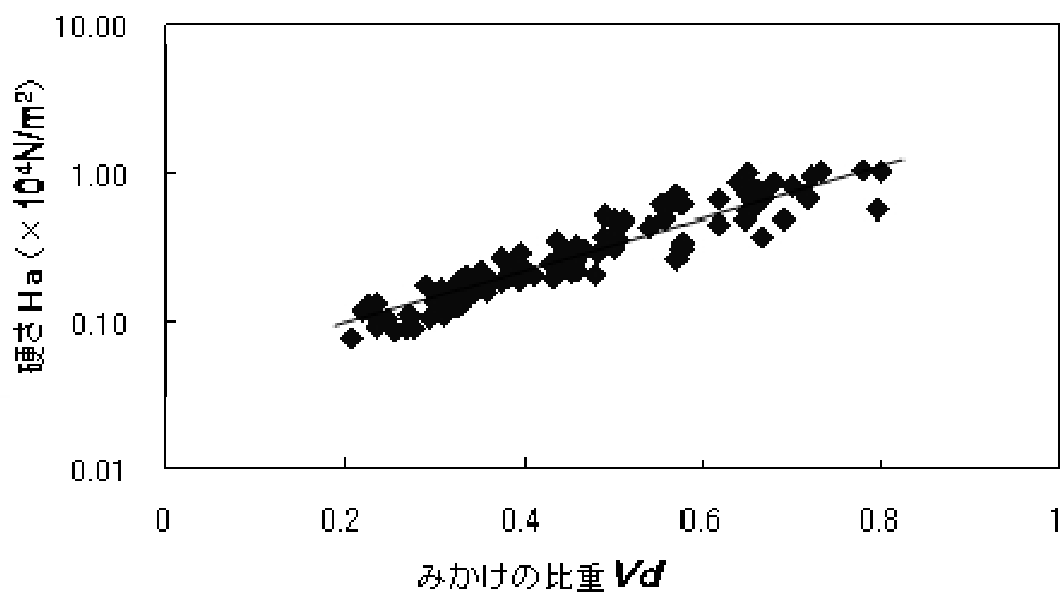


図6 パンのみかけの比重と硬さの関係

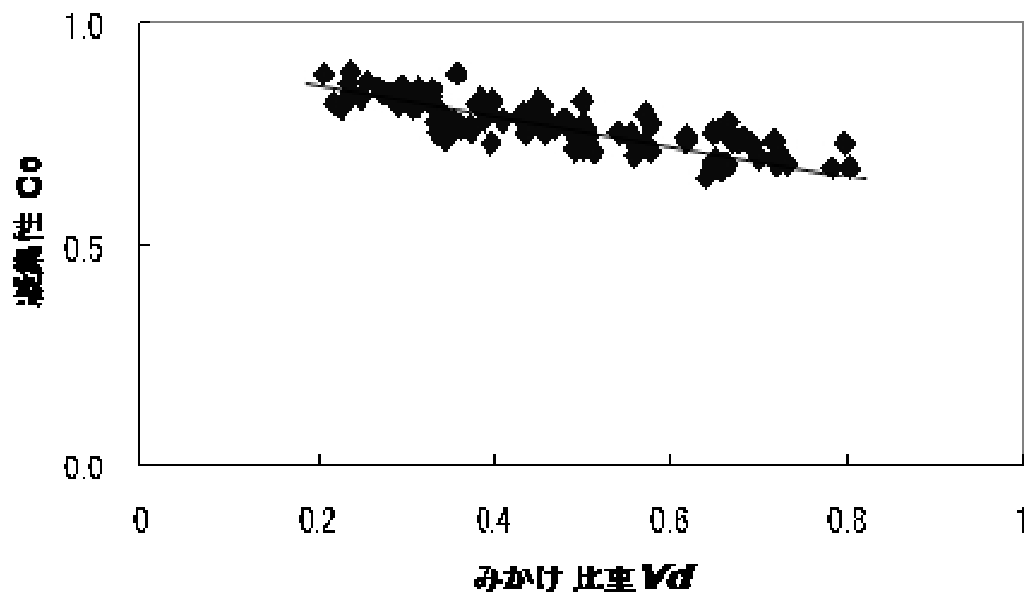


図7 パンのみかけの比重と凝集性の関係

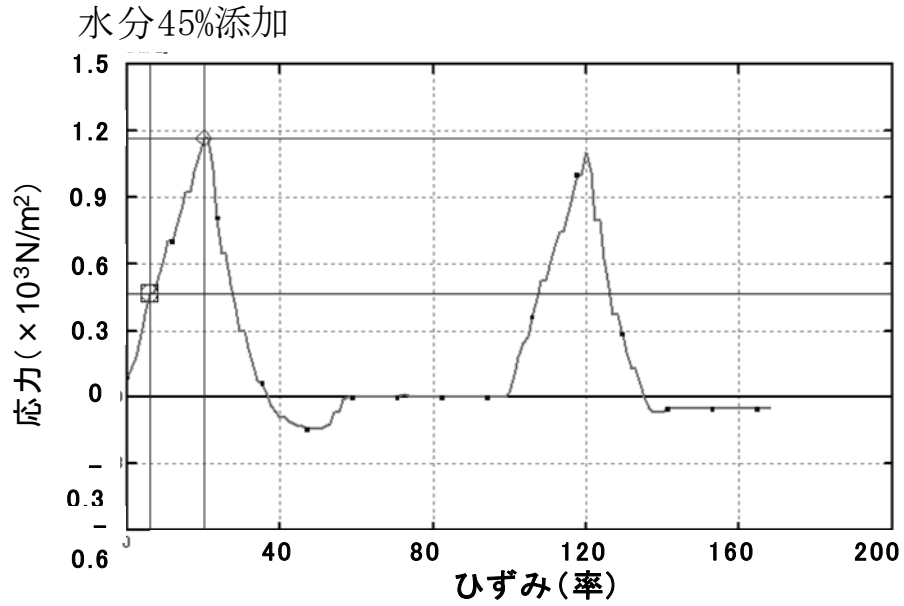
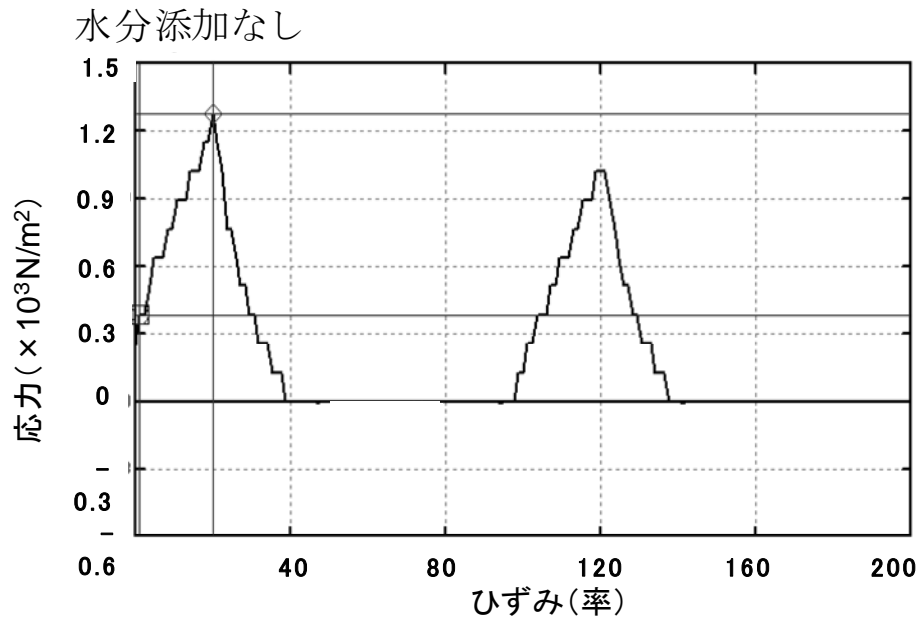


図8 パンのテクスチャー記録曲線—水分添加の影響—

厚生労働科学研究費補助金（特別研究事業）

分担研究報告書

食品による窒息の要因分析ーヒト側の要因と食品のリスク度ー

こんにゃく入りゼリー食品の物性解析

研究協力者 内海明美 昭和大学歯学部口腔衛生学教室

研究要旨： 窒息事故の原因食品のひとつである市販の「こんにゃく入りゼリー」について、市販の商品の一つがグルコマンナンの配合を減量（新規品）したので、テクスチャー特性と温度の影響について検討を行った。新規品は、かたさ、破断応力の点ではグルコマンナンの配合を減量前（旧来品）よりもグルコマンナンが配合されていない一般のゼリーのテクスチャー特性に近づいているものの、有意差は認められなかった。

「こんにゃく入りゼリー」と「一般のゼリー」はかたさと破断応力の点で異なる食品物性をもつものであることから特に、小児や高齢者へ「こんにゃく入りゼリー」を提供する際には、「一般のゼリー」とは異なるものであることを再度注意喚起する必要があると考えられた。

A 研究目的

窒息事故の原因食品である市販の「こんにゃく入りゼリー」について、平成 19 年度の厚生労働科学特別研究事業、「食品による窒息の現状把握と原因分析」で報告した市販の商品の一つがグルコマンナンの配合を減量し、販売を再開したので旧来品と比較することを目的に検討を行った。

B 研究方法

試料は、平成 19 年度に報告したこ

んにゃく入りゼリー A（こんにゃく A）、販売中止となった某社のこんにゃく入りゼリー（旧来品：こんにゃく B）とグルコマンナンの配合を減量したこんにゃく入りゼリー（新規品：こんにゃく B 新）、こんにゃくを使用していないミニカップタイプのゼリーの 4 種類とした。

測定条件として、各ゼリーを室温（20℃）および冷温（4℃）にて一日以上保存したものを使用した。いずれもゼリーは、高さ 15mm の円柱状に

成型し、直径 40mmの容器に充填した。測定は、レオメータ (RE-33005、山電社製) を用い、直径 10mmの円柱状プランジャーを使用した。テクスチャー解析では、圧縮速度 5mm/sec、クリアランス 10%にて、かたさ、付着エネルギーを測定した。破断強度解析では圧縮速度 10mm/sec、クリアランス 5%にて、破断応力を測定した。

統計学的検定は、Tukey-kramer test (StatMate III) を用いた。

尚、こんにやく A、こんにやく B、市販品のデータは、平成 19 年度に報告したデータを使用した。

C 研究結果および考察

室温 (20°C) では、旧来品と比較して新規品は、有意にかたさ ($p < 0.001$)、破断応力

($p < 0.001$) とも減少していた。

冷温条件 (4°C) での測定においても同様に旧来品と比較して新規品は有意にかたさ ($p < 0.001$)、破断応力 ($p < 0.001$) とも減少していた。

冷温条件の差が物性に及ぼす影響では、室温に比較して冷温における測定値において、かたさ ($p < 0.001$) が増す現象は、新規品でも旧来品と同様であった ($p < 0.001$)。

破断応力については、旧来品は温度

の差によって有意な変化は認められなかったが、新規品では冷温が室温に比べて有意に上昇していた ($p < 0.05$)。

新規品はかたさ、破断応力の点では、旧来品よりも若干一般品 (グルコマンナンの配合されていないゼリー) に近づいたものの、一般品とは有意差は認められたことから、あくまでも「こんにやく」入りゼリーであり、一般の「ゼリー」とは異なる食品物性を持つものであることを認識した上で摂取する必要があると考えられた。商品名においては、いずれもゼリーというカテゴリーに属するため、一般消費者にとっては、「こんにやく入り」ゼリーの食品特性を意識しにくいことが、問題といえよう。小児や高齢者に提供する際には、「ゼリー」とは異なるものであることを再度注意喚起する必要がある、食品特性をわかりやすく表示する工夫が必要であると考えられた。

粘膜への張り付き (はがれにくさ) については、今回の試験方法で得られた「付着性」結果からは、粘膜への張り付きについて十分に特徴を説明しているとはいえないと考えられ、測定方法等は今後の検討課題としたい。

D 参考文献

なし

E 研究発表

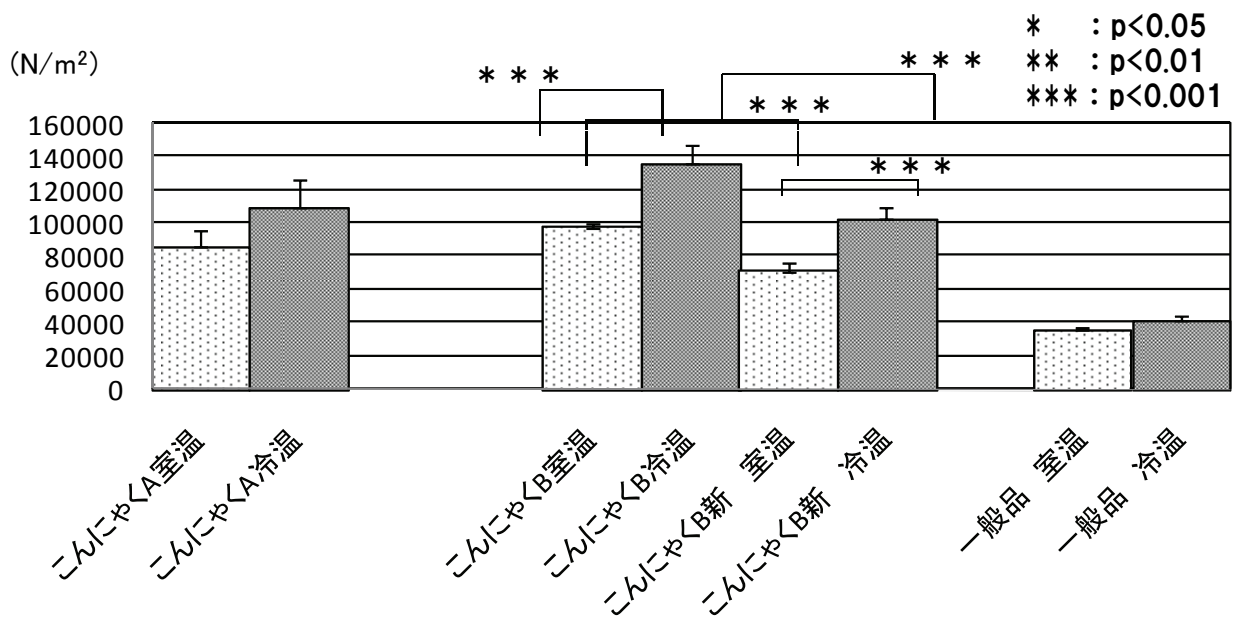
1. 論文発表
投稿準備中
2. 学会発表
準備中

F 知的所有権の取得状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし

別表参照

- 図 1 かたさ
- 図 2 付着エネルギー
- 図 3 破断応力
- 表 1 かたさ
- 表 2 付着エネルギー
- 表 3 破断応力
- 表 4 統計結果一覧



(有意差の表示は一部のみ)

図1 かたさ

表1 かたさ

	こんにやくA		こんにやくB		こんにやくB新		一般品	
	室温	冷温	室温	冷温	室温	冷温	室温	冷温
平均値	86083	109990	97592	136823	71546	102836	35810	42203
標準偏差	9544	16962	2880	11344	4689	7382	2318	2768

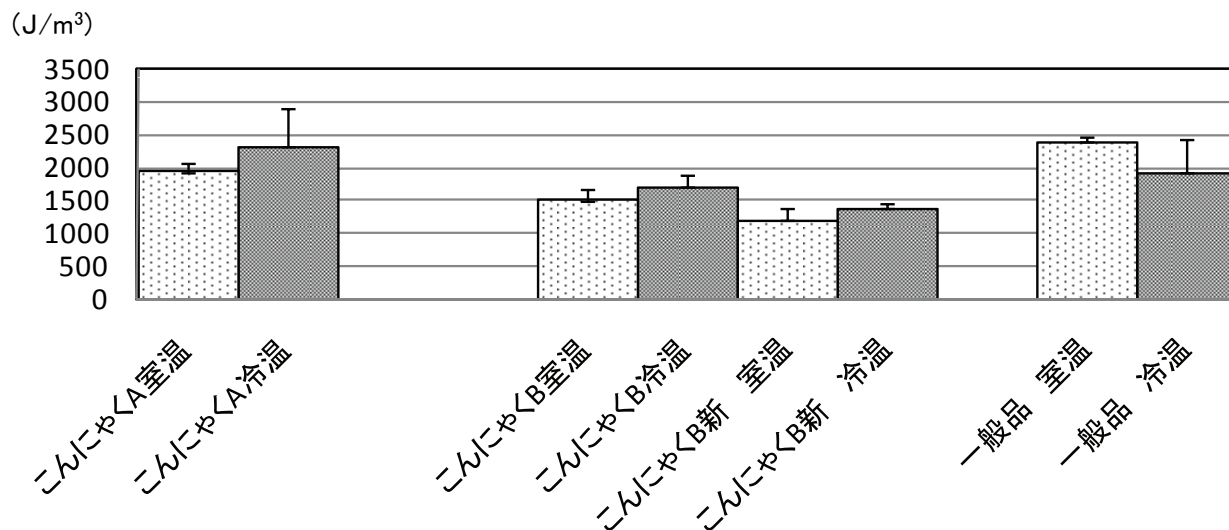
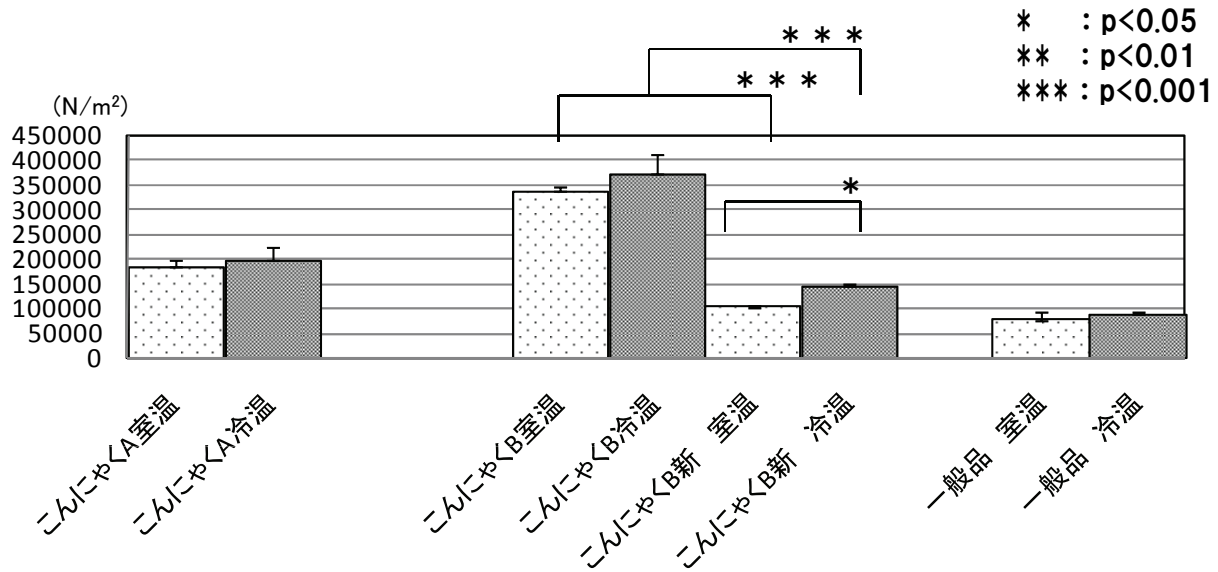


図2 付着エネルギー

表2 付着エネルギー

	こんにゃくA		こんにゃくB		こんにゃくB新		一般品	
	室温	冷温	室温	冷温	室温	冷温	室温	冷温
平均値	1925	2305	1487	1690	1178	1379	2368	1902
標準偏差	136.8	592.7	160.6	188.2	205	80.1	87.47	508.11



(有意差の表示は一部のみ)

図3 破断応力

表3 破断応力

	こんにやくA		こんにやくB		こんにやくB新		一般品	
	室温	冷温	室温	冷温	室温	冷温	室温	冷温
平均値	182501	197211	335191	370789	101400	143307	76197	87671
標準偏差	15331	23803	11978	41502	2472	6536	14862	3756

表4 統計結果一覧

組合せ	かたさ	付着性	破断応力
こんにやくA室温 vs こんにやくA冷温	P<0.01	NS	NS
こんにやくA室温 vs こんにやくB室温	NS	NS	P<0.001
こんにやくA室温 vs こんにやくB冷温	P<0.001	NS	P<0.001
こんにやくA室温 vs こんにやくB新規 室温	NS	P<0.01	P<0.001
こんにやくA室温 vs こんにやくB新規 冷温	P<0.05	P<0.05	NS
こんにやくA室温 vs 一般品室温	P<0.001	NS	P<0.001
こんにやくA室温 vs 一般品冷温	P<0.001	NS	P<0.001
こんにやくA冷温 vs こんにやくB室温	NS	P<0.01	P<0.001
こんにやくA冷温 vs こんにやくB冷温	P<0.001	NS	P<0.001
こんにやくA冷温 vs こんにやくB新規 室温	P<0.001	P<0.001	P<0.001
こんにやくA冷温 vs こんにやくB新規 冷温	NS	P<0.001	P<0.01
こんにやくA冷温 vs 一般品室温	P<0.001	NS	P<0.001
こんにやくA冷温 vs 一般品冷温	P<0.001	NS	P<0.001
こんにやくB室温 vs こんにやくB冷温	P<0.001	NS	NS
こんにやくB室温 vs こんにやくB新規 室温	P<0.001	NS	P<0.001
こんにやくB室温 vs こんにやくB新規 冷温	NS	NS	P<0.001
こんにやくB室温 vs 一般品室温	P<0.001	P<0.001	P<0.001
こんにやくB室温 vs 一般品冷温	P<0.001	NS	P<0.001
こんにやくB冷温 vs こんにやくB新規 室温	P<0.001	NS	P<0.001
こんにやくB冷温 vs こんにやくB新規 冷温	P<0.001	NS	P<0.001
こんにやくB冷温 vs 一般品室温	P<0.001	P<0.05	P<0.001
こんにやくB冷温 vs 一般品冷温	P<0.001	NS	P<0.001
こんにやくB新規 室温 vs こんにやくB新規 冷温	P<0.001	NS	P<0.05
こんにやくB新規 室温 vs 一般品室温	P<0.001	P<0.001	NS
こんにやくB新規 室温 vs 一般品冷温	P<0.001	P<0.01	NS
こんにやくB新規 冷温 vs 一般品室温	P<0.001	P<0.001	P<0.001
こんにやくB新規 冷温 vs 一般品冷温	P<0.001	NS	P<0.01
一般品室温 vs 一般品冷温	NS	NS	NS

Tukey-kramer test (StatMate III)

厚生労働科学研究費補助金（特別研究事業）

分担研究報告書

食品による窒息の要因分析ーヒト側の要因と食品のリスク度ー
母親を対象とした質問調査

分担研究者 堀口逸子 順天堂大学医学部公衆衛生学教室

研究要旨：子どもの食品による窒息事故に関して、15歳以下の子どもをもつ母親を対象に、Web サイトによる質問紙調査を実施した。窒息事故に対する処置方法は「知ってはいてもできるかどうか自信がない」と73.1%が回答した。子どもの食品による窒息は、この1年間の間に6.2%が経験していたが、救急搬送は1例であった。窒息の回数は1回が最も多かった（73.0%）が、5回を最高に複数回の経験者も少なくなかった。原因食品は、菓子類25例（内、「あめ」20例）が最も多く、次いで穀類17例（内、「パン」7例、「もち」7例）であった。食品による窒息事故は、約半数が「起こりうる」と認識し、約6割が「注意している」状況であった。今後、窒息事故を予防するためには、子ども取り巻く人たちが、窒息事故についての現状を知り、リスクに対する認識を高めるとともに、子どもの嚥下、咀嚼能力の発達段階と食品選択とその与え方に関する知識の普及が必要と考えられた。

A 研究目的

子どもの食品による窒息事故とその対処法などについて、知識、意識などを明らかにすることを目的とした。

B 研究対象と方法

Web サイトによる質問紙調査を実施した。対象はgoo リサーチモニターのうち、15歳以下の子どもをもつ母親（1015名）を対象とし、2009年2

月に実施した。また、量的調査では個別事例についての把握が難しいため、それを補てんする意味で、これまで窒息事故の経験のある子どもを持つ母親5名のグループインタビューを実施した。

分析にはSPSS11.0Jを用いた。

C 研究結果

まず、食べ物一般の認識について、

15 項目を列挙し、どの程度危険かと感じているか質問した。結果を表 1 に示す。「危険と感じている」とする群を見てみると、鳥インフルエンザ (76.3%)、O-157 (71.8%)、ノロウイルス (66.8%) 等感染症に次いで、「食べ物の誤飲・窒息」は多くの人が認識していた (66.8%)。

窒息事故に対する処置方法について、図を示し回答を求めたところ、「知らない」のは 16.4%であったが、73.1%の人が「知ってはいてもできるかどうか自信がない」と回答していた。グループインタビューでは、市町村の保健センターなどで妊婦や母親に対して行っている各種保健事業や、救命救急士による講座によって学んでいることがわかった。

直近の1年間で自分の子どもの窒息が経験したと回答した親は、6.2% (63人) であった。そのうち、73.0%の人は、1回の経験に留まっていたが、子どもが5回経験した例を最高に、子どもが複数回の窒息を経験したと回答した親もいた。子どもの年齢別にみると、1歳が最も多く、3歳以下が全体の71.4%であった (表 2)。また、病院へ搬送したのは、1名のみであり、救急車で搬送したと回答していた。インタビューからは、子どもが摂食する際には親が注意をして見守っている

が、家事をしている時など大人の目が離れたときや、子どもが空腹であわてて食べた場合などに、窒息が起こっていることが分かった。

食品による窒息事故が、自分の子どもにどの程度起こりえると思うか質問したところ、「よく起こりうる」9.7%、「どちらかといえば起こりうる」44.6%で、全体の約5割が、食品の窒息事故の発生があり得ると感じていた。「わからない」と回答した者は2.7%であった。また、それについてどの程度注意しているか質問したところ、「よく注意している」は24.9%、「どちらかといえば注意している」35.8%で、注意している者は約6割だった。インタビューでは、インターネットやテレビなどの報道によって、こういった食品によって事故が起こったのかを知り、注意が促進されていた。

また、直近の1年間に子どもの窒息経験をした群の方が、経験していない群よりも、今後も窒息事故が起こりうる、また子どもの窒息に対して注意していると答えており、有意に差が見られた ($P < 0.001$)。最近の事故で、原因となった食品を、不明なものや複数回答を除き、食品成分分類を参考に分類すると、最も多かったのは、菓子類25例で、そのうち20例は「あめ」であった。穀類が次いで多く、17例で、

そのうち「パン」7例、「もち」7例であった。

インタビューでは、母親なりに感覚や体験によって、子どもの咀嚼と嚥下機能の発達状況を判断し、その感覚によって、与える食べ物を選択していた。また、餅を小さく切ったり、プチトマトを十字に切り目を入れたりなど、窒息しないように与え方を工夫されていたが、それは、他の母親からなどの体験談に基づいたものであった。そして、窒息の経験をしたことが、その原因食品の摂食の抑制には働かなかった。また、咀嚼や嚥下機能の発達段階によって、どのようなものが食べられるかの医学的な情報を得られることを望んでいた。

D 考察

食品による窒息事故は、救急事例にはならないまでも、日常的に起こっていることが明らかになった。一方で、そのリスクについては、半数近くの母親は認識しておらず、注意を払っていなかった。そのため、窒息事故予防には、事故の発生と危険性の認識を今以上に高めることが必要と考えられた。窒息の経験をしたことで、その原因食品の摂食の抑制には働いておらず、また、家庭独自の窒息予防方策はそれほどなされていない。子どもは成長する

につれ、学校や友達の家など、自分の家以外での摂食の機会もあることから、子どもと日常接している母親をはじめとする保護者だけでなく、子どもを取り巻く関係者すべてが、窒息事故についての現状を知り、リスクに対する認識を高めることが必要と考えられた。また、子どもの嚥下、咀嚼能力の発達段階と食品選択とその与え方に関する知識の普及が必要と考えられた。

E 研究発表

1. 論文発表
投稿準備中
2. 学会発表
なし

G.知的所有権の取得状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし

別表参照

表1 食品などに関する認識

表2 窒息事故の子どもの年齢分布

表1 食品などに関する認識

	危険である	どちらかといえば危険である	どちらかといえば危険でない	危険でない	わからない
自然毒（きのこやフグ）	48.6	23.8	14.1	9.3	4.2
食品添加物	18.3	58.6	16.1	2.5	4.5
残留農薬	50.2	41.3	5.5	1.0	1.9
健康食品	3.0	12.9	34.8	32.6	16.7
魚介類に含まれる水銀	35.8	45.2	11.5	1.7	5.7
食物アレルギー	31.0	40.6	16.7	6.7	5.0
遺伝子組換え食品	15.8	43.9	19.9	4.6	15.8
O-157	71.8	22.5	3.4	0.8	1.5
鳥インフルエンザ	76.3	17.5	2.8	0.8	2.6
動物用医薬品（抗生剤など）	34.7	29.3	14.1	3.2	18.7
ノロウイルス	66.8	28.2	3.2	0.7	1.2
放射線照射食品	52.2	26.0	4.9	1.7	15.1
食べ物の誤飲・窒息 （のどづまり）	64.6	25.4	6.7	2.4	1.0
BSE	51.1	27.2	7.4	1.6	12.7
体細胞クローン動物（牛・豚） の肉	33.6	32.8	10.9	2.2	20.4

表 2 窒息事故の子どもの年齢分布

年齢	人数	%
0 歳	9	14.3
1 歳	14	22.2
2 歳	11	17.5
3 歳	11	17.5
4 歳	6	9.5
5 歳	3	4.8
6～9 歳	5	7.9
10 歳以上	4	6.4
合計	63	100

厚生労働科学研究費補助金（特別研究事業）

分担研究報告書

食品による窒息の要因分析-ヒト側の要因と食品のリスク度-

CT 画像を用いた小児における中咽頭の容積と形態的特徴

分担研究者 弘中祥司 昭和大学歯学部口腔衛生学教室

研究協力者 石川健太郎 昭和大学歯学部口腔衛生学教室

研究協力者 山中麻美 昭和大学歯学部口腔衛生学教室

研究要旨：窒息を起こしうるヒト側のリスク度として、食物と空気の交差部位である中咽頭の成長変化や形態的特徴が挙げられ、成長変化の著しい小児においては、口腔内同様に大きな形態変化が生じると推測されている。今回、小児の CT 画像から中咽頭腔エアウェイの成長変化と形態的な特徴の有無の検討を行った。その結果、中咽頭腔全体の容積は、発育年齢が上がるにつれて増大する傾向にあり、男児では 10 歳頃（ⅢB 期）から、女児では 11 歳頃（ⅢC 期）から急激な増加が認められた。また、上端と最狭窄部の断面積の比率から中咽頭腔の形態は 3 タイプに分類する事ができ、非常に強い狭窄が認められるタイプ（Co type）がある一方、下咽頭にかけて比較的拡大するタイプ Cy は傾向にあり、この違いが摂食・嚥下機能における物理的な予備能力の差に関係があるのではないかと推測された。

A 研究目的

摂食・嚥下機能においては、嚥下諸器官の動きだけではなくその物理的な予備能力の差が深く関係しており、誤嚥や窒息の予防にも大きく関わっている。通常の摂取食物時の咀嚼運動中には、口腔から一塊で食道へ送り込まれるだけではなく、咀嚼された食物（食塊）の一部は中咽頭に早期に流入

して（stage II transports）喉頭蓋谷や食道入口部（梨状陥凹）に貯留しており、誤嚥・窒息の要因の一つとも推察されている。

しかしながら、呼吸器官と消化器官の両器官として併用されている部位である中咽頭部の構造について、発育変化を考慮した研究報告は少なく、成長変化による形態特徴など明らかに

されていない部分が多い。今回、窒息のヒト側の要因として、窒息の直接の場である成長の著しい小児期について、窒息の要因との関連性を目的に中咽頭部の形態成長について3次元的な検討を行った。

B 研究方法

某矯正・小児歯科クリニックに歯列矯正を目的として来院した、顎・口腔機能に障害のない健常な軽度歯列不正患児を対象とした。対象児は5歳から15歳の男児・女児各50名、計100名を、成長発達の尺度として用いられる歯の発育年齢から5つのグループ（Hellmannの歯年齢ⅡC期、ⅢA期、ⅢB期、ⅢC期、ⅣA期（表1））に分けて検討を行った。各グループの平均年齢は、それぞれ7.7歳、9.2歳、10.1歳、11.7歳、15.1歳である（表2）。

CT撮影には、垂直座位が可能な歯顎顔面用コーンビームエックス線CT装置（CB MercuRay® HITACHI）を使用し、得られたDICOM Dataから三次元造形システム（Z-view、Magics）にて中咽頭腔の三次元立体構築と各部位の計測を行った。また得られた結果はTurkey-Kramerの多重比較検定を行い、 $p < 0.01$ 以下を有意差ありとした。

C 研究結果と考察

1. 容積

外耳道の上縁と眼窩下孔の下縁を結んだ線（フランクフルト平面）を床と平行にしてCT撮影された画像から、中咽頭の上端を口狭部に置き、下端を喉頭蓋最深点とし、中咽頭腔の容積を計測した（図1）。各Hellmannの歯年齢期の容積平均は、ⅡC期 $2510.7 \pm 1153.0 \text{mm}^3$ 、ⅢA期 $3024.2 \pm 976.2 \text{mm}^3$ 、ⅢB期 $4461.0 \pm 1153.5 \text{mm}^3$ 、ⅢC期 $5452.8 \pm 1569.3 \text{mm}^3$ 、ⅣA期 $10835.2 \pm 2309.8 \text{mm}^3$ であった。

成長期の中咽頭腔の容積は、歯年齢が上がるにつれて増加する傾向にあり、男児ではⅢB期（約10歳）から、女児ではⅢC期（約11歳）から急激な増加が認められた（図2）。

2. 中咽頭の形態特徴

中咽頭腔の上端の断面積と最狭窄部の断面積の比率から、中咽頭腔エアウェイの形態は3タイプに分類する事ができ、それぞれに形態の特徴が認められた（図3）。Type1：Circular Cone（タイプCo）（12%）は、上端の断面積が下端にかけて急激に狭窄するタイプ、Type2：Circular Trapezoid（タイプTr）（76%）は、上端の断面積が下端にかけて緩やかに狭窄する、もしくは狭窄が認められないタイプ、

Type3 : Circular Cylinder (タイプ Cy) (12%) は、上端の断面積が下端にかけて比較的拡大するタイプであった。この3タイプにおいて、タイプ Co は、摂食・嚥下機能における物理的な予備能力が少なく、他の2つと比較し窒息に対するリスクが高い可能性があると考えられた。狭窄している原因としては、扁桃腺の肥大が考えられ、口呼吸なども今後の検討課題であると考えられる。

3. 中咽頭最狭窄部

(1) 中咽頭最狭窄部の断面積の成長変化

中咽頭腔の容積は歯年齢が上がるにつれて増加する傾向にあったが、中咽頭最狭窄部はこの成長変化と異なり、IVA 期に急激な断面積の増加がみられ、特に男児に顕著な増大が見られた(図4)。IVA 期の男児に顕著な増大が観察されたのは、中咽頭腔の容積も同様であった。

(2) 中咽頭最狭窄部の咽頭腔における相対的な位置

中咽頭最狭窄部の咽頭腔における相対的な位置は、上端から約40%程度にあり、成長に伴う変化は男女ともにほとんど認められず、中咽頭腔の高さにおける相対位置は一定の位置であった(図5)。これはどの歯齢においても一定の割合で推移していた。

(3) 中咽頭上端の断面積と最狭窄部の断面積の比

上端の断面積と最狭窄部の断面積の比によって、入った食品がどの程度圧縮されるかが理解される。中咽頭上端の断面積と最狭窄部の断面積と相対的な比率より、初期に食物が通過する上端の断面積は、最狭窄部に比較して、男児・女児ともに約1.5倍の大きさであることが認められた(図6)。本比率も男女差や歯齢による変化が少ないため、1.5倍以下の圧縮性が少ない食品においては、通過の妨げになることが予想される。また、特に発達年齢が低い女児に関しては誤差が大きいため、断面比が高くなるほど、窒息の危険率は高くなると想像される。

D.参考文献

- 1) 曾根由美子ほか：歯顎顔面用コーンビームX線CTを用いた摂食・嚥下器官の3次元的評価—喉頭蓋の形態とその成長変化—，小児歯科学雑誌，45；377-383，2007.
- 2) Zhiie Lan: Evaluation of pharyngeal volume and compliance of OSAHS patients using 3DCT and volume measurement, J Kanazawa Med Univ., 29: 243-251, 2004.

3.) 藤井 悟ほか：咽頭部気道の成長変化に関する研究，小児歯科学雑誌，29(4)；777-783，1991.

E 研究発表

1. 論文発表

Mami Yamanaka et al. : Assessment of Oropharynx Using a Three-dimensional Modeling System - Change in Volume During Oropharynx Growth -, Dysphasia 投稿中

2. 学会発表

1) 山中麻美，向井美恵ほか：三次元造形システムを用いた摂食・嚥下器官の評価ー中咽頭の容積についてー，第14回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会，平成20年9月13-14日，千葉.

2) Mami Yamanaka , Yoshiharu Mukai et al. : Assessment of Feeding and Swallowing Using a Three-dimensional Modeling System - Volume of Oropharynx During Growth It Change -, Sep. 4, 2008. Xian

3) Shouji Hironaka , Yoshiharu Mukai et al. : Three-Dimensional Evaluation of the Capacity Changes of the Oropharynx with Age, Oct.10, IADH, 2008. Santos

F 知的財産権の取得状況

1. 特権取得
なし
2. 実用新案登録
なし

別表参照

表1 Hellmann の歯年齢

表2 対象者の平均年齢

図1 中咽頭エアウェイの形状

図2 中咽頭腔エアウェイの容積

図3 中咽頭腔の形態分類

図4 中咽頭狭窄部の面積

図5 Hellman Dental Age の各期の比率：最狭窄部の位置/全体の高さ

図6 Hellman Dental Age の各期の比率：上端の断面積/最狭窄部の断面積

表1: Hellmannの歯年齢

	咬合発育段階
I A	乳歯未萌出期
I C	乳歯咬合完成前期
II A	乳歯咬合完成期
II C	第一大臼歯および前歯萌出開始期
III A	第一大臼歯萌出完了, 前歯萌出中または完了期
III B	側方歯群交換期
III C	第二大臼歯萌出開始期
IV A	第二大臼歯萌出完了期
IV C	第三大臼歯萌出開始期
V A	第三大臼歯萌出完了期

表2: 対象者の平均年齢

	II C		III A		III B		III C		IV A	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
男児 (n=50)	7y. 6m.	1y. 1m.	9y. 6m.	1y. 7m.	10y. 5m.	7m.	12y. 2m.	8m.	14y. 5m.	1y. 7m.
女児 (n=50)	7y. 8m.	7m.	8y. 8m.	1y. 4m.	9y. 6m.	1y. 6m.	11y.	1y. 1m.	15y. 5m.	4y. 4m.

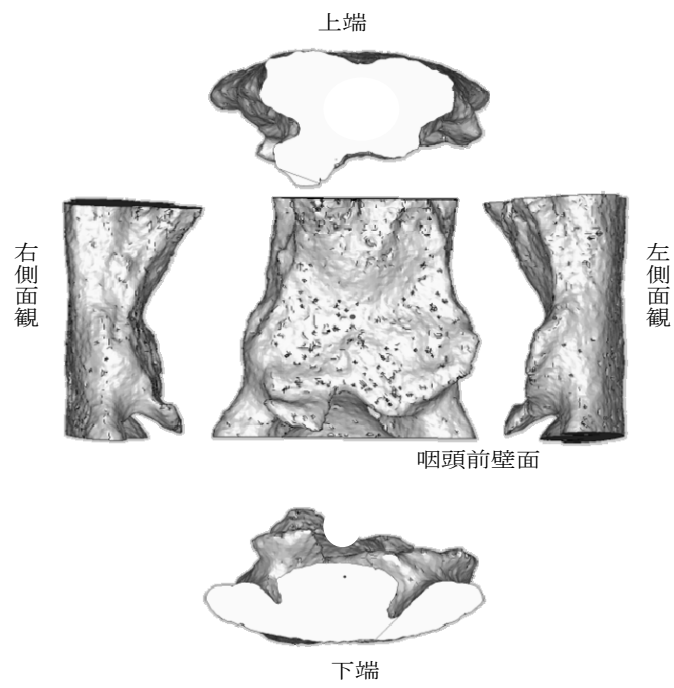


図1 中咽頭部エアウェイの形状

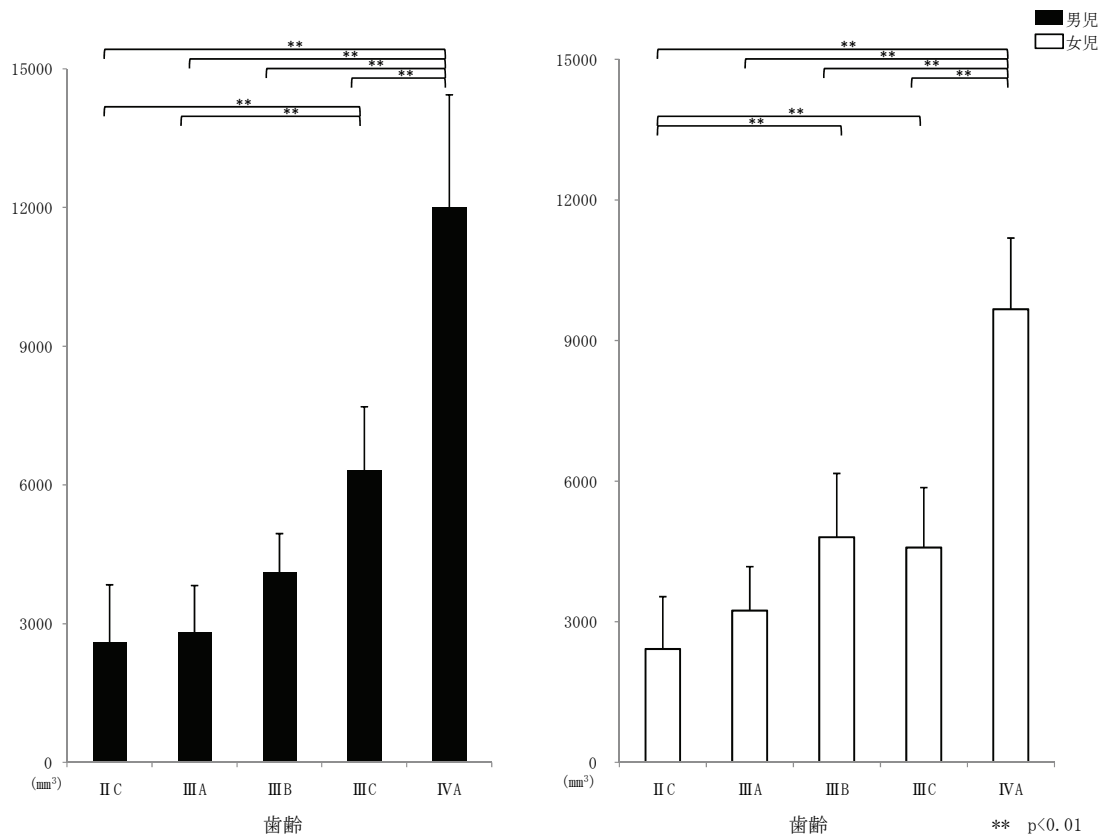


図2 中咽頭エアウェイの容積

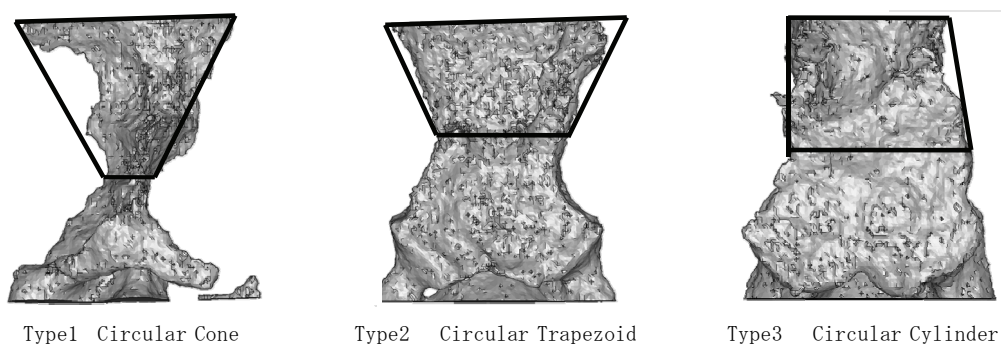


図3 中咽頭腔の形態分類

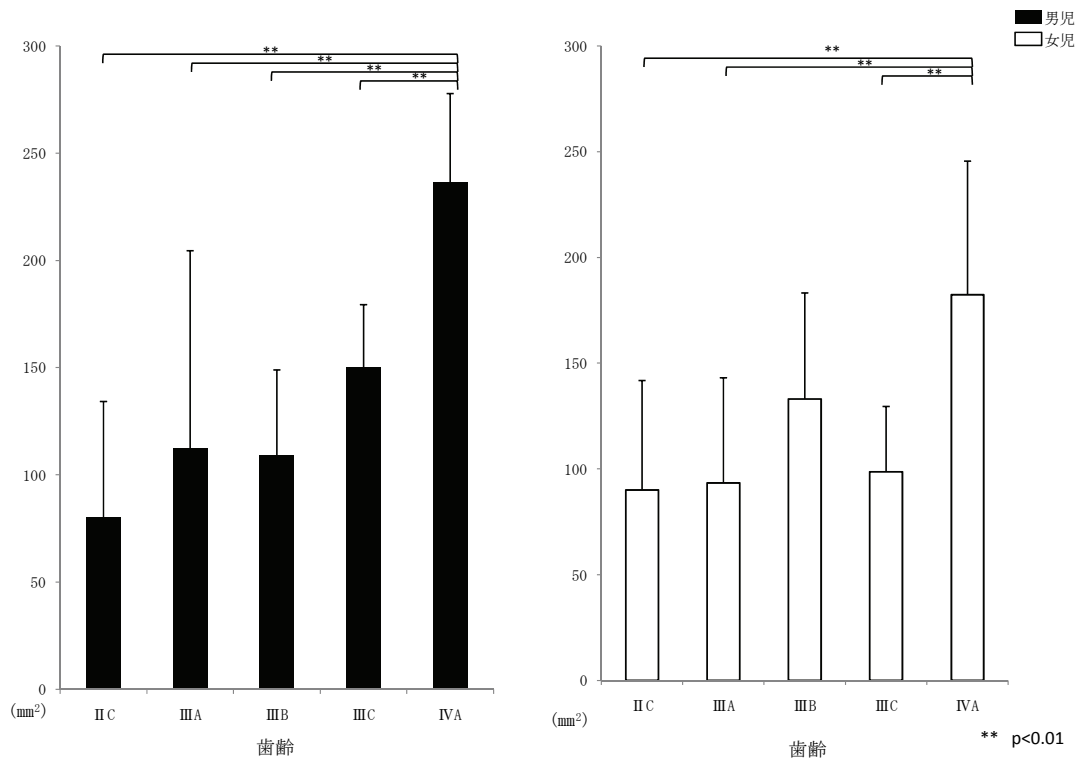


図 4 中咽頭最狭窄部の断面積

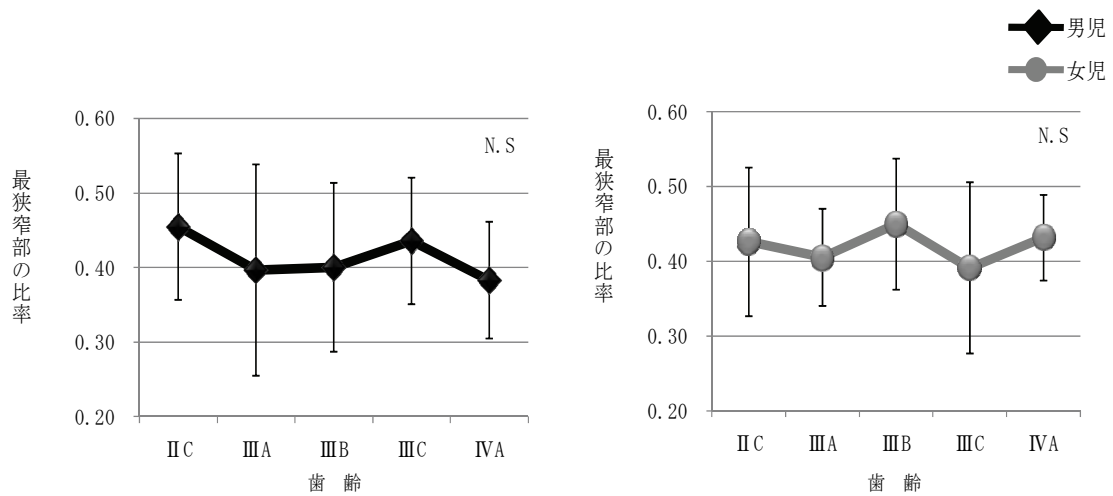


図 5 Hellman Dental Age の各期の比率：最狭窄部の位置/全体の高さ

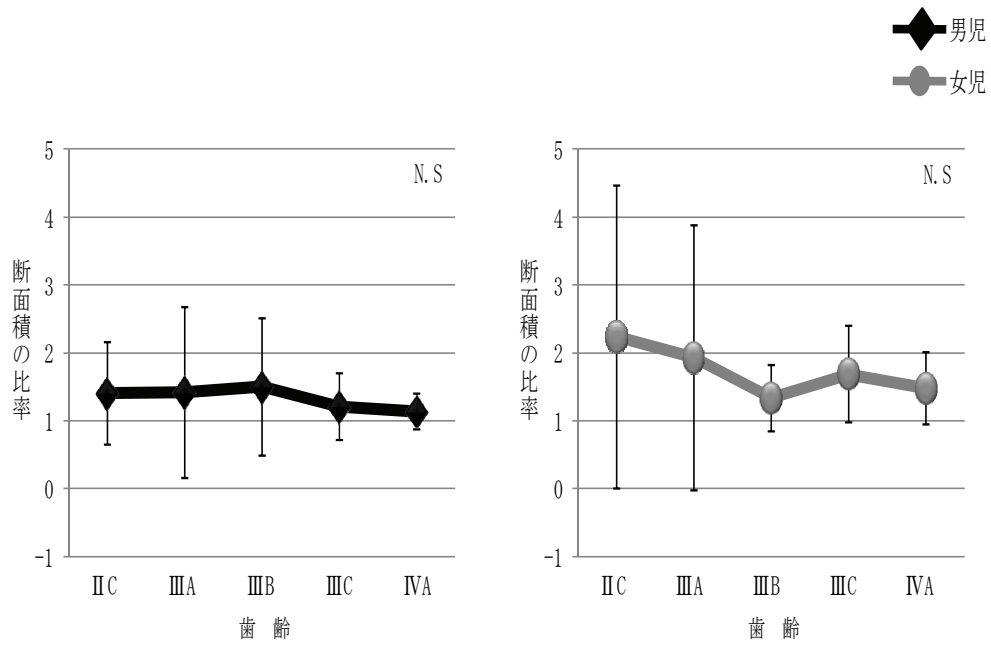


図 6 Hellman Dental Age の各期の比率：上端の断面積/最狭窄部の断面積

厚生労働科学研究費補助金（特別研究事業）

分担研究報告書

食品による窒息の要因分析-ヒト側の要因と食品のリスク度-

CT画像を用いた中咽頭の形態的特徴の評価

分担協力者 弘中祥司 昭和大学歯学部口腔衛生学教室

研究協力者 石川健太郎 昭和大学歯学部口腔衛生学教室

研究協力者 山中麻美 昭和大学歯学部口腔衛生学教室

研究要旨：窒息におけるヒト側のリスク要因の一つとして、加齢による咽頭形態の変化があげられる。そこで、成人と高齢者において、CT画像を用いた中咽頭の形態的特徴の検討を行った。その結果、成人では中咽頭上端に比較して、下端の断面積が大きい傾向を示したが、高齢者では上端が大きい傾向を示した。また、高齢者群の下端における形態的特徴は、加齢による喉頭下垂に伴い、咽頭腔の形態が変化した結果であると推察された。以上のことから、高齢者における窒息の原因は、機能の低下だけではなく形態の変化もその要因の一つである可能性が示唆された。

A 研究目的

窒息事故の多くは高齢者にみられる。また、ヒト側の要因の一つとして加齢による喉頭下垂が推察される。そこで、摂食時における窒息事故のヒト側のリスク要因として、食品が停留しやすいと推察される中咽頭の形態的特徴を知ることが窒息のリスク分析を行う上で不可欠と考えられる。特に加齢による咽頭腔の形態変化は、加齢によるリスク増加の大きな原因と推察されることから、高齢者の窒息事故

の予防方法を周知する上で非常に重要と考えられる。

本研究は、三次元造形システムにてCT画像より構築された資料を用いて、高齢者の安静時の中咽頭の形態面の特徴を若年成人と比較することによって明らかにすることを目的とした。

B 研究対象と方法

口腔領域の疾病によりエックス線撮影を実施した者で、本研究への資料提供に同意の得られた20代の若年者

群 7 名と 60～70 代の高齢者群 7 名の 14 名を対象とした。

撮影には医科用エックス線 CT 装置および歯・顎顔面用コーンビームエックス線 CT 装置を用い、撮影条件は臨床にて一般的に使用される条件とした。得られた画像より三次元造形システムにて中咽頭部エアウェイの立体構築を行い、中咽頭の上端および下端の形態的特徴について比較検討を行った (図 1)。

C 研究結果および考察

測定に際しては図 1 に示した基準面を設定して中咽頭の上端を口狭部とし、下端を喉頭蓋最深点とて基準面に平行にカットした。

1. 断面積

中咽頭の上端と下端の断面積の比較では、上端は下端に比べて有意差は認められないものの高齢者群が若年者群に比べてやや大きくなる傾向にあるのに対して、下端においては、逆に若年者群に比較して高齢者群では有意に小さい値を示した ($P < 0.05$) (図 2)。

対象者の個人別の計測結果では、若年者群では 7 名中 6 名で下端が大きい値を示した (表 1) のに対し、高齢者群ではその割合が逆に 7 名中 1 名であった (表 2)。

上端および下端の面積比較が若年者群と高齢者群で異なる傾向を示したことから、高齢者では面積の大きな上端を食塊が通過するものの、下端では食塊が閉塞しやすいロート状の形態をしているものと推察された。下端における形態的特徴の違いは、加齢による喉頭下垂に伴い、咽頭腔の形態が変化した結果であると推察され、窒息のリスク要因の一つとなり得るものと考えられる。

2. 断面の形態特徴

断面の楕円形の矢状断 (前後径) を短径とし前額断 (左右径) を長径として形態特徴の計測を行った。

長径/短径では、若年者群と高齢者群との比較で、上端ではほぼ同様の比率であり形態が相似していたが、下端においては、若年者群は短径に比べて長径が高齢者群より大きい傾向にあり、両群の比の違いが形態的特徴として認められた (図 3)。この上下端の断面の比の違いが窒息のリスク要因となりうるかについて、今後詳細な検討の必要性が示唆された。

近年増加傾向にある高齢者の食品による窒息事故においては、摂食・嚥下機能の低下によるものだけでなく、中咽頭の形態的特徴の変化がそのリスク要因の一つである可能性が示唆された。

D 参考文献

1) 曾根由美子ほか：歯顎顔面用コーンビームエックス線 CT を用いた摂食・嚥下器官の 3 次元的評価 喉頭蓋の形態とその成長変化，小児歯科学雑誌，45 (3)，377-383，2007.

2) 向井美恵：平成 19 年度厚生労働科学特別研究報告書 食品による窒息の現状把握と原因分析，p 10-20，p 40-45，2008.

E 研究発表

1.論文発表

なし

2. 学会発表

1) 石川健太郎，向井美恵ほか：CT 画像を用いた中咽頭の形態的特徴の評価，第 14 回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会，平成 20 年 9 月 13-14 日，千葉.

F 知的財産権の取得状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

別表参照

図 1 CT 撮影から計測までの流れ

図 2 中咽頭上端および下端の面積

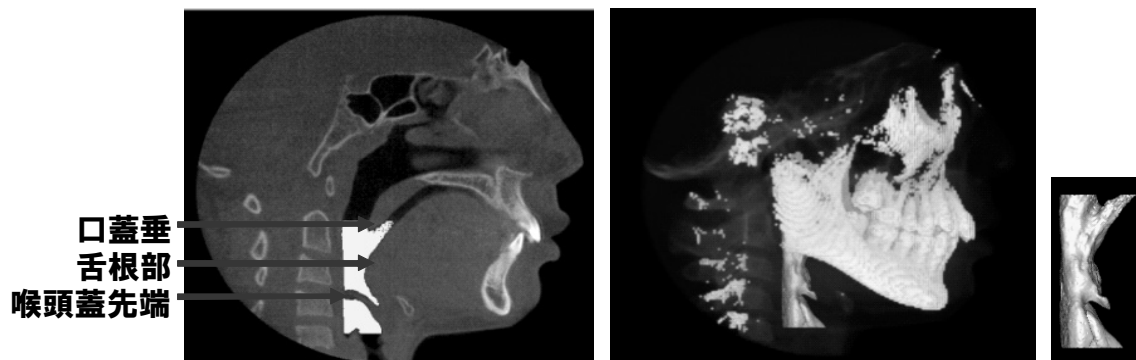
図 3 中咽頭上端および下端の長径／短径比

表 1 若年群の計測結果

表 2 高齢者群の測定結果

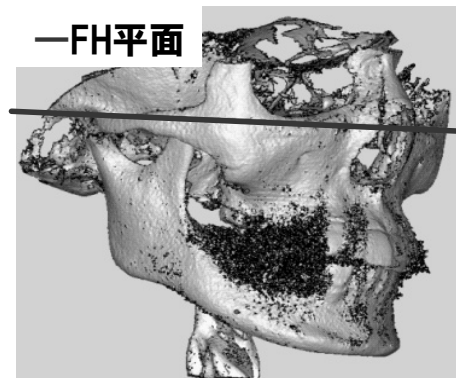


①中咽頭部エアウェイの三次元画像構築



②基準平面の設定

基準平面は、左右の骨外耳道の最上縁と左右どちらかの骨性眼窩の最下点を結んだ Frankfort horizontal planeを用いた。



③中咽頭の抽出

中咽頭に相当するエアウェイを特定し、基準平面にてカットを行う。中咽頭の上端は口狭部、下端は喉頭蓋谷最深点とした。

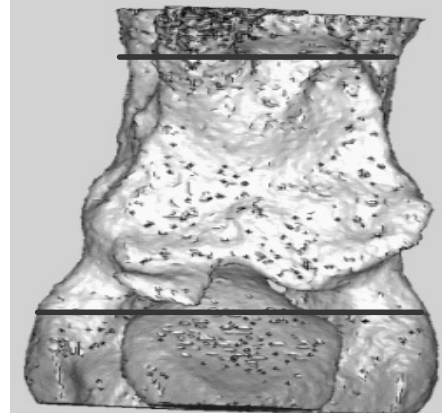


図1 CT撮影から計測までの流れ

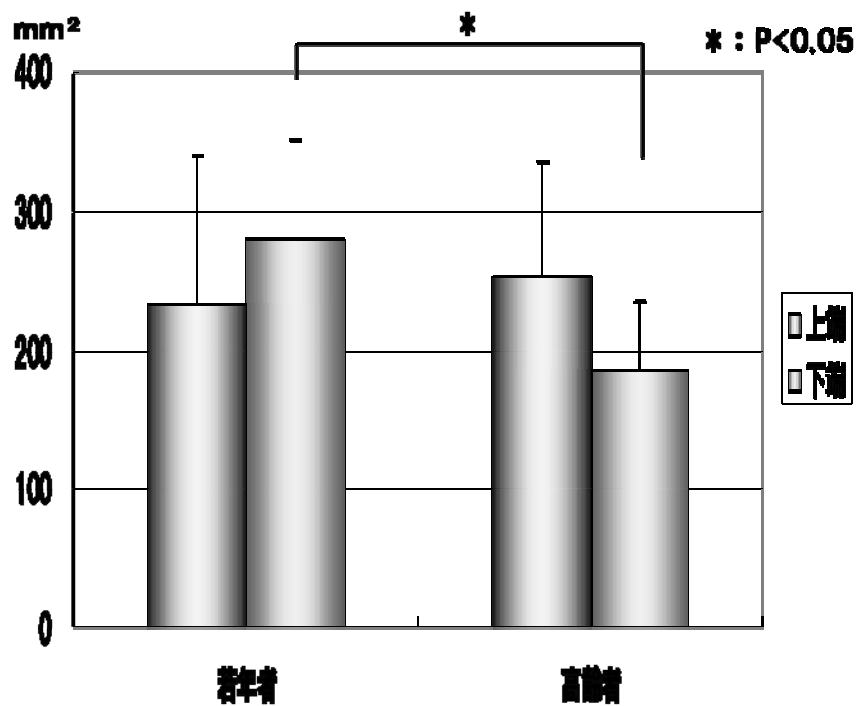


図2 中咽頭上端および下端の面積

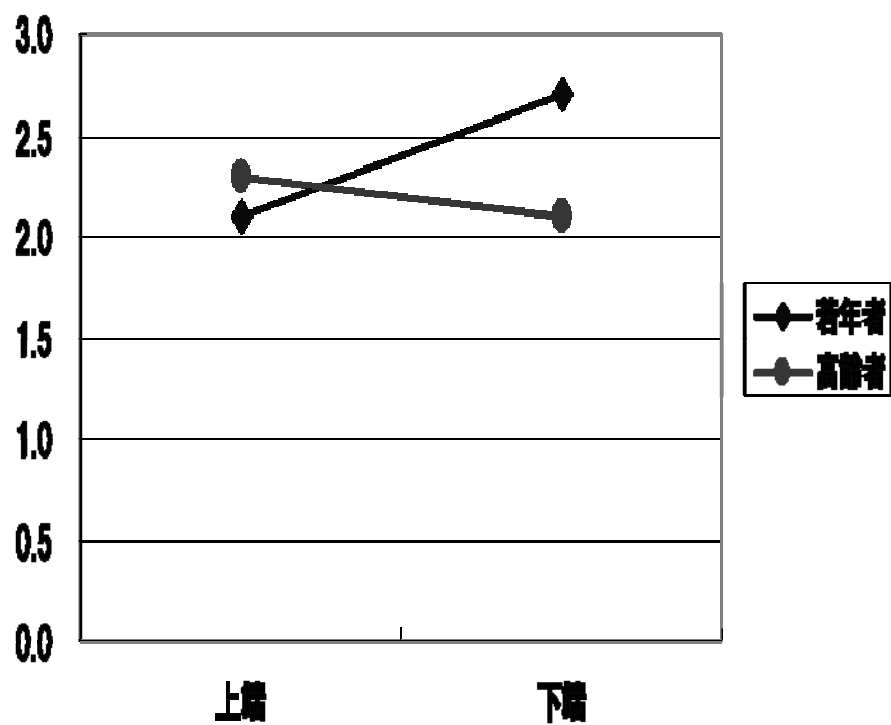


図3 中咽頭上端および下端の長径/短径比

表1 若年群の計測結果

被験者	上端			下端		
	面積	長径	短径	面積	長径	短径
A	130.0	22.0	9.0	166.9	31.9	13.8
B	324.2	31.3	16.2	372.3	35.9	16.5
C	210.5	26.0	11.4	231.1	30.9	9.6
D	303.6	24.0	15.3	331.3	43.1	14.7
E	102.3	19.2	7.8	309.9	34.5	13.5
F	387.4	30.9	14.2	310.1	28.8	13.0
G	170.6	26.3	11.8	234.0	39.1	10.3
AVE.	232.7	25.7	12.2	279.4	34.9	13.1
SD	107.4	4.4	3.2	71.0	5.0	2.4

表2 高齢群の計測結果

被験者	上端			下端		
	面積	長径	短径	面積	長径	短径
H	268.2	28.4	13.1	204.4	28.4	13.3
I	200.2	27.4	8.0	152.9	29.5	14.9
J	271.9	38.2	13.9	212.5	36.7	13.9
K	382.2	36.4	26.0	258.3	32.5	17.5
L	122.9	13.1	13.1	204.1	25.2	12.0
M	215.4	20.4	11.1	108.0	15.0	9.1
N	304.0	40.9	11.2	150.8	21.0	9.2
AVE.	252.1	29.3	13.8	184.4	26.9	12.8
SD	82.7	10.1	5.7	50.0	7.3	3.0

〔 面積 : mm²
長径・短径 : mm 〕

厚生労働科学研究費補助金（特別研究事業）

分担研究報告書

食品による窒息の要因分析-ヒト側の要因と食品のリスク度-

食物摂取時の中咽頭の内視鏡下の観察

分担協力者 弘中 祥司 昭和大学歯学部口腔衛生学教室

研究協力者 石川 健太郎 昭和大学歯学部口腔衛生学教室

研究協力者 山中 麻美 昭和大学歯学部口腔衛生学教室

研究要旨：鼻腔から内視鏡を挿入して咀嚼中の中咽頭から下咽頭の動きと食塊の咽頭流入について、リスクの高い食品である餅とパンについて定性評価した。

餅の咀嚼中に一部は咽頭部に流れ込み喉頭蓋谷に貯留していた。その大きさは定量分析できないが、約 1cm～2cm 程度の小片も混在していた。パンについては、押し込み食べを行うと嚥下反射が誘発されるまでには中咽頭部にかなりの量の唾液と混和されたパンの食塊が貯留可能であった。咀嚼中の咽頭流入が窒息の一因と推察された。

A 研究目的

窒息は口腔から肺までのいわゆる「気道」で生じる閉塞を指す。多くの場合、気管口周囲や気管支などで生じることが知られているが、食べ方や食品の違いによっては様々な場所で窒息が生じることが本研究でもわかってきている。

摂食・嚥下器官の食物通過動態は口腔内を除いて、外部から観察することが難しいため、X線透視を用いた嚥下透視検査（Videofluoroscopic examination of swallowing:VF検査）

1)や嚥下内視鏡検査（Videoendoscopic examination of swallowing : VE 検査）

2)が臨床の現場では利用されており、正確な摂食・嚥下機能の精査には不可欠となっている。しかしながら、VF検査は造影性のある食品を用いないとX線に映らないため、食品単体の動態を評価するには不向きであり、またX線を一定時間照射して透視を行うため、被検査者の被曝が生じてしまい、その点で健康な成人の嚥下動態の評価には適さない。

一方で、VE検査は鼻腔から内視鏡

を挿入し、中咽頭部に先端を留置することにより、体内の食品の動態が明確に観察することが利点で、しかも造影剤の添加も不要であることから、検査したい食品そのままの動態が観察できる点で優れている。そこで今回、内視鏡を用いて健康成人に対して窒息のリスクの高い食品である餅とパンの嚥下動態について定性評価を行う目的で実験を行った。

B 研究対象と方法

対象は、摂食・嚥下機能に問題がない健康ボランティア成人2名（男性1名30歳、女性1名28歳）とした。それぞれの被験者には、検査機器・検査食品を実際に見せながら実験内容について十分に説明を行い、同意を得てから実験を開始した。

1. 検査食品

検査食品には、餅とパンを用いた。餅はサトウ食品社製の「サトウの切り餅」1つを調理方法に従い、オーブントースターで餅の表面に焼き色がつくまで4～5分焼いて、トースターの扉は開けずにスイッチを切り、そのまま2分くらい放置して、食べることが可能な温度まで冷ました後に被検査に供した。

また、パンは山崎製パン株式会社製の「バターロール6個入り」の1個を

常温の状態です、そのまま切らずに被検査に供した。

2. 検査機器

VE検査を行う検査機器にはOLYMPUS社製ENF TYPE P4を用い、光源にはOLYMPUS社製高輝度光源装置（CLH-250/2）を用いて中咽頭を明るくし、またP4からの画像はOLYMPUS社製OESビデオシステム（OTV-SE）を用いて画像データを得て、SHARP社製AQUOS（LC-15ES）モニターにて画像を確認した。同時に画像データはSONY社製（V10）ビデオレコーダにて録画し、検査後の確認に用いた。

3. 方法

被験者に対してVE検査を、表面麻酔を用いずに、参考文献2の標準的手順に従って、中咽頭まで挿入し、解剖学的異常がないか確認のうえ、被検査食品を食べてもらった（図1）。また、パンに関しては、通常に食べる方法と、なるべく一度に多く食べるように指示し、押し込み食べを行う、2通りの方法で食べてもらった。

C 研究結果および考察

1. 餅の嚥下動態

餅を通常どおりに食べてもらった時の画像を図2（男性被験者）に示す。実験の結果、男女差は認められず、2

名とも図 2 に示すように、餅の咀嚼中に一部が喉頭蓋上に流入することが観察されて、さらに一部は下咽頭部にも流れ込み、多くは喉頭蓋谷に貯留していた。得られた画像から、流入した餅の大きさは定量分析できないが、約 1cm~2cm 程度の小片も混在していた。また、小片が流入してから 1~2sec 以内に嚥下反射が生じ、2 名とも安全に嚥下動作は終了した。

2. パンの嚥下動態

パンを通常どおりに食べてもらった時は、餅と同様に男女差は認められず、小片（小麦粘土状）約 1cm~2cm 程度が混在していた。また、同様に小片が流入してから 1~2sec 以内に嚥下反射が生じ、2 名とも安全に嚥下動作は終了した。

また押し込み食べの指示を行ったときの画像を図 3（女性被験者）に示す。実験の結果、男性は押し込み食べを行っても、咽頭部に大きな貯留はみられず、約 1cm~2cm 程度の小片程度であったが、女性の方は図 3 に示すように嚥下反射が誘発されるまでには中咽頭部にかなりの量（約 2~3cm）の唾液と混和されたパンの食塊（小麦粘土状）が貯留可能であり、嚥下反射が生じるまでに約 8~9sec その部位で保持していた。その後、女性被験者も嚥下反射が正常に生じて、安全に嚥下

動作は終了した。

これまで嚥下動態のモデルは、口腔期から咽頭期へと明確に引き続いていると言われていたが、Palmer らは 1992 年に咀嚼運動中には、口腔期から咽頭期へと早期に流入するという Stage II transport という概念を報告し³⁾、固形物の摂食中、喉頭が開いているときに咀嚼された食物が嚥下開始まで中咽頭にて集積されるというプロセスモデルを報告した。

本研究結果においても、男女 2 名の被験者が、咽頭に早期流入される像が観察されている。本結果からも、ヒト側の要因としては、唾液とよく混和する（咀嚼すること、また一口量を適切にするなど（押し込み食べをしない：先行期）が、安全な嚥下運動の遂行のために必要であると考えられた。

これまでの口腔→咀嚼→咽頭という一連の流れだけではなく、咀嚼中にも咽頭に流入するという観点から、食行動を観察することが窒息の予防のためには重要であると考えられた。また、餅やパンのように一見するとやわらかくて飲み込みやすいと思われる食品も、実際には窒息が生じやすい食品であるため、唾液の混和をしっかりと行って、適切な量を処理しなければならないことがわかった。

3.まとめ

咀嚼中の咽頭流入が窒息の一因と推察された。

D 参考文献

1)日本摂食・嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会編，嚥下造影の標準的検査法（詳細版），

http://info.fujita-hu.ac.jp/~rehabmed/jsdr/ennge_zouei/VF8-1-p71-86.pdf, 2007.

2)日本摂食・嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会編，嚥下内視鏡検査の標準的手順，

<http://info.fujita-hu.ac.jp/~rehabmed/jsdr/endoscope.pdf>, 2004.

3) Palmer JB, Rudin NJ, Lara G, Crompton AW. Coordination of mastication and swallowing. *Dysphagia*. 7(4):187-200. 1992

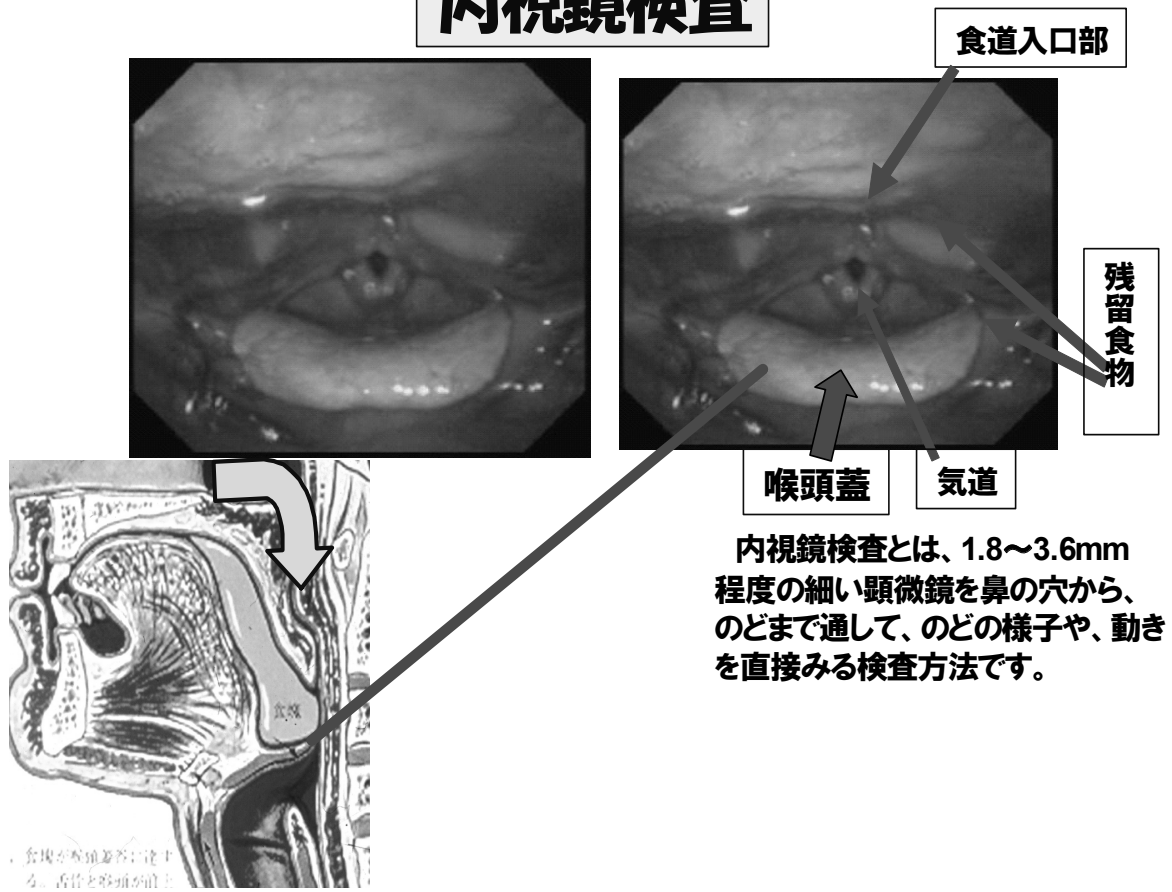
別表参照

図1 内視鏡検査の方法

図2 餅の嚥下動態（男性被験者）

図3 パンの嚥下動態（女性被験者）

内視鏡検査



内視鏡検査とは、1.8~3.6mm程度の細い顕微鏡を鼻の穴から、のどまで通して、のどの様子や、動きを直接みる検査方法です。

図1 内視鏡検査の方法

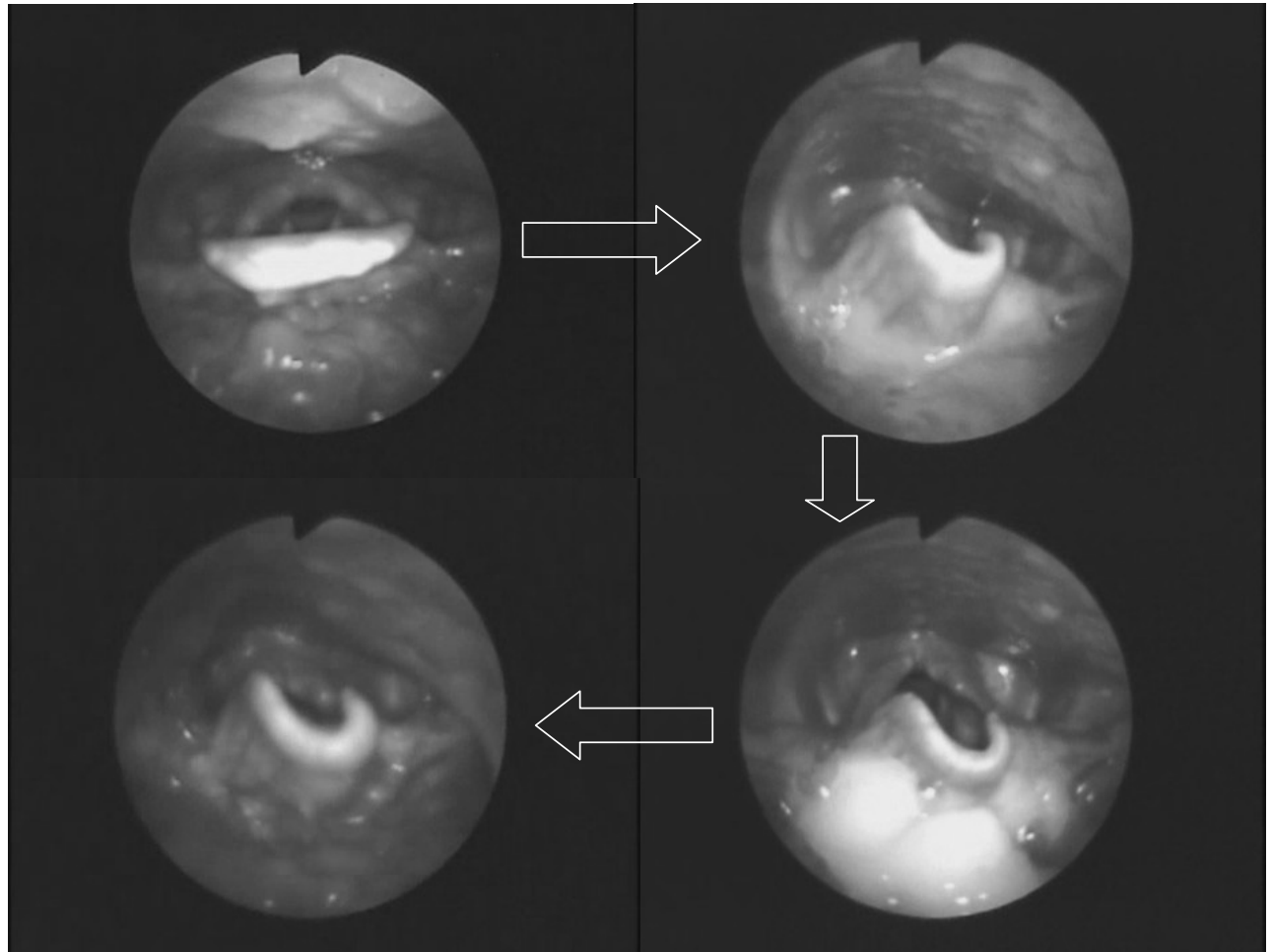


図 2 餅の嚥下動態 (男性被験者)

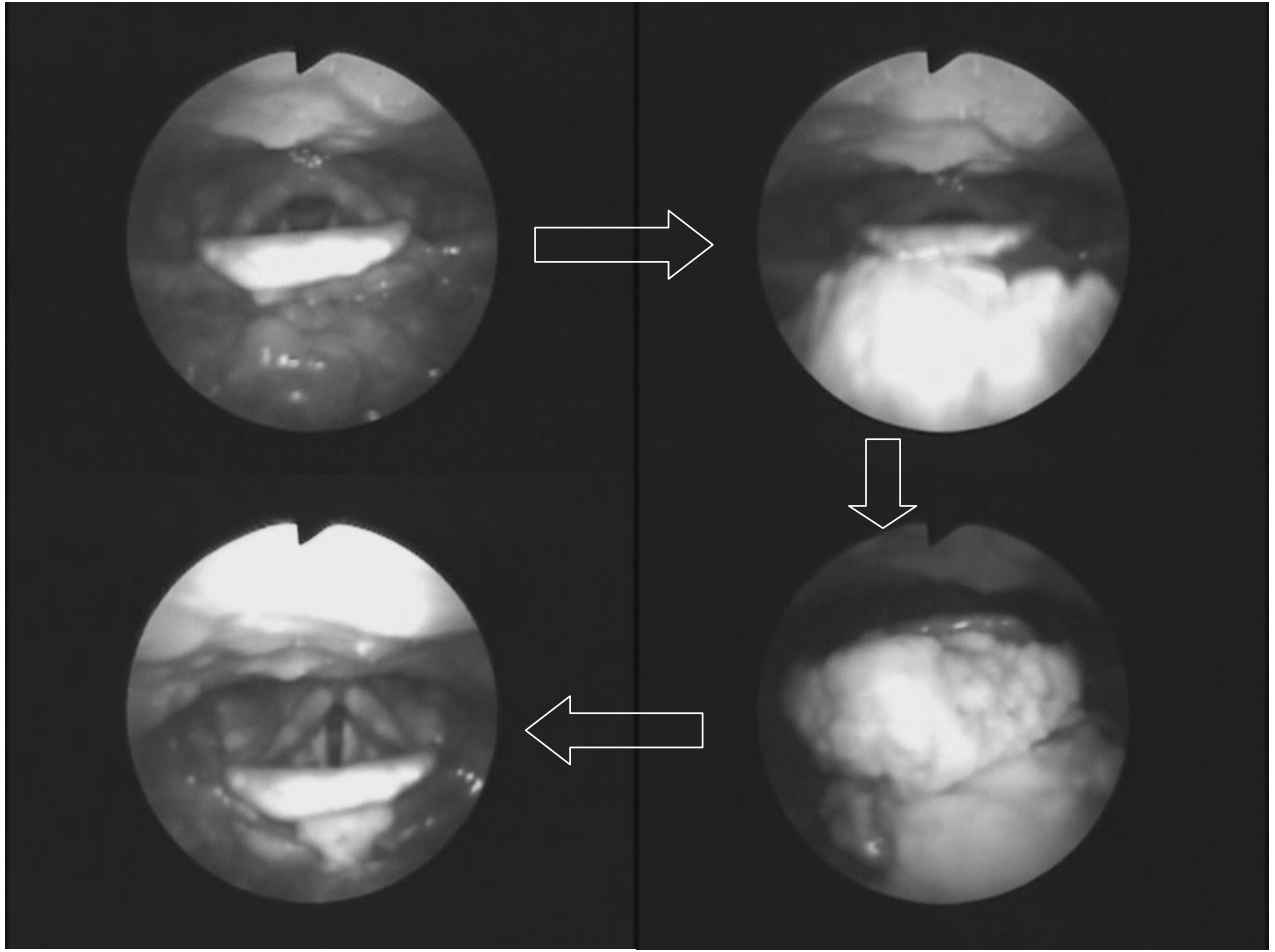


図3 パンの嚥下動態（女性被験者）