

## 厚生労働科学研究補助金

### 総括研究報告

#### 食品による窒息の現状把握と原因分析研究

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：

食物による気道閉塞が原因で死亡する事例は、近年 4,000 例を超え、年々増加傾向にある。しかしながら、どのような食物が窒息の原因になるか、またどのようなヒトとヒトの特徴が窒息を招きやすいか、など食物の要因とヒトの要因についての実態は明らかでない。

そこで本研究は大きく 3 つ（現状分析、食物の要因分析、ヒトの要因分析）の点から研究を遂行した。結果の概要は以下の通りである。

1. 調査対象の消防本部及び救命救急センターにおける窒息事故の調査結果
  - ・窒息の原因となった食品の種類は多様であり、その中で炭水化物の食品が多くを占め、最も多かったのが餅であった。
  - ・食品による窒息の事故は、乳幼児と高齢者におこっており、特に高齢者で多かった。
  - ・傷病程度では、消防本部では死亡 65 例、重症 227 例であり、救命救急センターでの転帰では、死亡 378 例、救命 257 例、不明 9 例で、死亡が救命を上回っていた。
2. 原因食品の物性把握
  - ・窒息事例で最も多かった餅の物性は口に入る時の 50～60℃では軟らかく、付着性が小さい（伸びやすい）が、餅の温度が（体温に近い 40℃程度）低下すると硬くなり、付着性も増加する特性が窒息の大きな要因になると推察された。
  - ・こんにゃく入りゼリーは、室温に比べて冷温で、かたき応力、付着性、破断応力のすべての物性評価項目で測定値が増加する傾向にあり、冷やして食べる食べ方が窒息の一つの要因になると推察された。
3. 窒息事故のヒト側の要因分析

・扁平で幅広の咽頭腔の形態や咽頭から喉頭・気管へ続くエアウェイの角度などのヒト側の加齢による特徴的な変化について窒息の原因となった食物形態や物性との関連をみる必要性が示唆された。

・咀嚼を要する固形食品が破砕処理の不十分な状態で咽頭進行すると、咽頭クリアランスが不良で運動の代償が不十分となり、窒息のリスクが高まることが推察された。

今回の研究結果から、窒息の原因となる食品は多岐にわたることが把握できた。また、同一食品においても窒息のリスクは食品の形や物性・温度などが大きく影響する可能性が高いことも判明した。さらにヒト側の要因としてリスクが高い年齢があり、咽頭腔の形態特徴や嚥下機能などリスク要因を考慮することの必要性が示唆された。

## 分担研究者

堀口 逸子（順天堂大学医学部公衆衛生学教室）

市川光太郎（北九州市立八幡病院）

大越 ひろ（日本女子大学家政学部食物学科）

才藤 栄一（藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座）

## A 研究目的

食品の摂取に伴う小児の窒息事故については、独立行政法人国民生活センターが平成19年7月に「ミニカップタイプのこんにゃく入りゼリーによる事故防止のために—消費者への警告と行政・業界への要望—」を公表し、その中で、内閣府、厚生労働省、農林水産省に対して行政的対応を求めると、社会問題となったところである。

しかし、ミニカップ入りゼリーによる窒息事故の原因については、科学的

な研究が行われていない上、窒息事故の原因となった他の食品についても、どのような食品で、どれほどの窒息事故が起きているのかという実態に関する正確なデータがない状況であり、基礎的データを収集することが必要である。

本研究の大きな目的は、全国各地の救急救命センターや消防局等関係機関の協力により、窒息事故（原因食品や基礎疾患の有無等）を調査し、疫学的に、食品の性質や温度差がどの程度事

故に寄与したかを明らかにすることにある。また、窒息事故の原因となる食品に対するリスクについて食品の物性特徴やヒト側の要因を分析し、食品衛生法等による規制の可否を判断するための基礎的データとする。

## B 研究方法

本研究は大きく3つ（現状分析、食物の要因分析、ヒトの要因分析）の点から研究を遂行した。

第1は窒息事故の現状把握である。食品による窒息事故の現状を明らかにするために、消防本部及び救命救急センターを対象として平成18年一年間の事故例を収集し分析した。

第2は窒息事故の原因食品の物性把握である。窒息の原因となりやすい食品の物性に対する従来のテクスチャー解析について、食物摂取時の食物環境（冷やして食べる、熱くして食べる）を考慮して、同一食品の温度による物性の変化について解析を行った。

第3は窒息事故のヒト側の要因の把握である。食品によりヒトが窒息する場合は咽頭から喉頭である。そこで一つは咽頭・喉頭領域の解剖学的特徴について、三次元造形装置を用いてエアウェイの造形モデルの精度と作成方法について検討し、形態の加齢について

比較した。二つ目は窒息を意識した嚥下機能時の咽頭・喉頭における食塊の動きを解析した。

食品の種類や物性にのみ偏りがちな窒息の原因を、ヒト側、食品側の両面から原因分析を行い、窒息事例の現状把握と、窒息のリスクファクターの解明を試みた。

### 1. 窒息事故の現状把握調査

①消防本部及び②救命救急センターを対象として実施した。

①消防本部への調査は、消防庁の協力により東京消防庁及び各政令市消防局18ヶ所を対象とし、メールにより調査票を配信し、回答を得た。

②救命救急センターは、全国47都道府県において平成19年11月現在登録されている204ヶ所を対象として、質問紙を郵送配布・回収した質問内容は、発生日時、年齢、性別、原因物質（食品）、窒息時の状況、バイスタンダー（家族など）による応急処置の有無、基礎疾患の有無の共通7項目の他、①では傷病程度、呼吸停止状態の有無（CPA含む）の有無、救急隊による救急救命処置の有無の3項目を加えた全10項目、②では転帰、基礎疾患の有無の2項目を加えた、全9項目である。また事故事例のあった期間を①では平成18年1月1日から12月31日

までの1年間とし、②では平成19年1月1日から12月31日までの1年間とした。調査は平成20年2月に実施した。消防本部は12か所から回答された724例を分析した。救命救急センター（病院）は75か所から回答された603例について分析を行った。

## 2. 原因食品の物性把握

高齢者の窒息事故の原因食品として「雑煮の餅」が多いことから、市販の切り餅および、市販されている高齢者向け「餅」を用いて、雑煮として提供する調理条件を用いて餅の物性に及ぼす温度の影響について分析した。テクスチャー特性の測定条件は、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た検討を行った。

一方、小児と老人の両方に窒息事故の報告があるミニカップタイプのこんにゃく入りゼリーについては、厚生労働省が提示している高齢者用食品の測定方法に加えて、ヒトの口腔での食物処理を考え、解剖学的な口蓋の形態（ドーム形）を模した容器と舌を模したプランジャーによる物性測定システムの小児用及び高齢者用にて測定を行った。特に冷温で食べることが多いことから室温と比較した。温度による物性変化について検討して、冷温での摂取がリスクを増加させる要因

になるかについて検討を行った。

## 3. 窒息事故のヒト側の要因

窒息の場であるエアウェイの三次元描出画像描出精度で、軟組織である咽頭部についてはコンビームCTのP-modeが他の三次元描出画像に比べ精度が優れており、これまでほとんどなされていなかったエアウェイの詳細な造形モデルが作成可能となった。このシステムを使用して、幼児、成人、高齢者についてエアウェイの造形モデルを作製して形態的な特徴について検討した。

さらに3次元画像上で窒息と関連深い咽頭最狭部の形態および面積・容積についての検出方法について検討を行った。

ヒトの嚥下機能面の研究は、健康成人に嚥下様式は50% w/vバリウム液10mlの命令嚥下（液体命令嚥下）と、バリウム含有コンビーフ8gを咀嚼させた嚥下（CB咀嚼嚥下）、バリウム含有コンビーフ8gを咀嚼せずに丸飲み（CB命令嚥下）の3種を設定した。

30フレーム毎秒で録画されたVF動画は、パーソナルコンピュータ（iMac, Apple）を用いビデオ編集ソフトウェア（iMovie, Apple）を応用して繰り返しスロー再生、静止再生、リバーズ再生などを行い解析した。

## C 結果

### 1. 窒息の現状調査結果

回収できた消防本部が対象としている人口を平成 20 年 3 月の将来人口推計で見ると約 2,850 万人であり、これは全人口の約 22%に相当している。例数として 700 例以上の例数が回収できたことから、この資料の分析は意義があると考えられ、概要を把握することができると思われる。また、救命救急センターの事例も 600 例あり、消防本部の例数と比較しても少なくなく、資料の分析は意義があると考えられ、これら 2 つの調査方法によって窒息の現状についての概要を把握することができたと思われる。

食品による窒息の事故は、乳幼児と高齢者におこっており、特に高齢者が多かった。これは人口動態統計と同じ傾向にあった。原因食品は多岐にわたっており、「もち」だけでなく、ご飯類など穀類で事故を起こす可能性が高いことが示唆されたことから、引き続き詳細な分析をすすめる必要がある。

#### ① 消防本部の回答の概要

性別は男性 50.3%、女性 49.7%で、年齢がわかっている 595 例の年齢分布は 0 歳から 105 歳（平均 68.4 歳）であり、割合では 65 歳以上が全体の

76.0%、10 歳未満が、12.0%を占めていた。

傷病程度では、死亡 65 例、重症 227 例であった。

原因食品の食材または献立名で記載のあった 541 例のうち食品成分表によって分類できたのは、432 例であった。「穀類」が最も多く 211 例で、そのうち「もち」が 77 例、いわゆる「米飯（おにぎりを含む）」61 例、「パン」47 例、「粥」11 例であった。次いで「菓子類」62 例「魚介類」37 例、「果実類」33 例、「肉類」32 例、「いも及びでん粉類」16 例（内しらたき 4 例、こんにゃく 2 例）あった。「菓子類」のうち「あめ」22 例「団子」8 例で「ゼリー」4 例、「カップ入りゼリー」は 8 例であった。年齢がわかっているもので「もち」「カップ入りゼリー」をみると、「もち」では、「1～4 歳」1 例、「45～64 歳」6 例、「65～79 歳」27 例、「80 歳以上」31 例の合計 65 例、「カップ入りゼリー」は、「1～4 歳」2 例「65～79 歳」2 例、「80 歳以上」3 例で、いずれも高齢者が乳幼児よりも多かった。家族などの処置の有無については、「あり」323 例、「なし」381 例であった。

救命救急隊による処置は、「あり」446 例、「なし」244 例であった。基礎疾患については、「あり」270 例、「な

し」198例、「不明」205例であった。基礎疾患の有無と年齢をみると10歳未満において基礎疾患ありは5例で、年齢が65歳以上では、基礎疾患ありがなしを上回っていた。

## ②：救急救命センター（病院）の回答の概要

性別は、男性50.9%、女性49.1%であった。年齢がわかっている602例の年齢は0歳から105歳（平均74.7歳）であり、年齢分布は65歳以上が全体の82.4%、10歳未満が4.3%を占めていた。

転帰では、死亡378例、救命257例、不明9例で、死亡が救命を上回っていた。

原因食品をみると、調査①と同様に食材または献立名で報告され、複数の食材があがっているものも少なくなかった。記載のあったのは486例でそのうち食品成分表によって分類できたのは、371例であった。食品成分表の分類では、「穀類」が最も多く190例で、そのうち「もち」が91例であった。「パン」43例、いわゆる「米飯（おにぎりを含む）」28例、「粥」11例であった。次いで「菓子類」44例「肉類」28例、「果実類」27例「魚介類」25例「いも及びでん粉類」19例（内「こんにゃく」8例）と続いた。「菓子

類」のうち「団子」15例「あめ」6例で「カップ入りゼリー」は3例であった。年齢がわかっているもので「もち」「カップ入りゼリー」を見ると、「もち」では「45～64歳」6例、「65～79歳」44例、「80歳以上」41例、「カップ入りゼリー」は、「5～9歳」1例「65～79歳」2例で、いずれも高齢者が乳幼児よりも多かった。家族などの処置の有無については、「あり」263例、「なし」203例であった。基礎疾患については、「あり」417例、「なし」73例、「不明」77例であった。基礎疾患の有無と年齢をみると、10歳未満でも基礎疾患ありが7例あり、65～79歳では、「あり」が「なし」の約6.5倍、80歳以上では同様に7倍であった。

今回の結果から年齢や基礎疾患を考慮した食品摂取に伴うリスクの周知の必要性が緊急の課題であることが示唆された。

## 2. 原因食品の物性把握の結果

窒息事例で最も多かった餅は、温度が高いほど軟らかくなる傾向が見られ、一般の市販の切り餅において顕著であった。高齢者向けに開発された餅の温度の影響は少なかった。付着エネルギーに対する温度による影響も硬さと同様の傾向を示した。凝集性については3試料ともに温度の影響は小さ

かった。実際に食べる状態を想定すると、50～60℃の状態は器から口に入れた直後といえるので、軟らかく、付着性が小さい（伸びやすい）。しかし、口の中では、外気温や体温などの影響で、餅の温度が低下し（40℃程度）、硬くなり、付着性も増加することがこの結果から予測される。

一方、ミニカップタイプのこんにゃく入りゼリーについても室温に比べて冷温ではかたさ応力、付着性、破断応力のすべての物性評価項目で測定値が増加する傾向にあった。冷温によりかたさ応力のみならず付着性も変化することは、咀嚼機能の未熟な小児や咀嚼機能の低下をきたした高齢者にとって、窒息の原因となる一つの要因であると考えられた。

### 3. 窒息事故のヒト側の要因分析の結果

窒息事故のヒト側の要因分析では、三次元造形システムにより作られた模型を用いることにより、咽頭腔のエアウェイの最狭部位の位置や同部位の断面、最狭部位の三次元形態の特徴などについての視覚的に容易に評価可能であることが示唆された。扁平で幅広の咽頭腔の特徴的な形態や咽頭から喉頭・気管へ続くエアウェイの角度などは年齢によって異なる特徴が

あり、窒息のリスク要因として大きいと推察された。同システムで幼児と成人、老人を比較したところ窒息のリスク部位である中咽頭部の長さや幅が幼児は成人に比較してかなり短く、老人は喉頭下垂のために長くなっている状態が視覚的に直接比較可能であり、窒息の原因となっている食品の形態とヒト側のリスクとしてのエアウェイの形態を関連させて検討するのに有用であることが示唆された。

窒息のリスクを想定して食品を嚙まずに嚥下する食べ方を含めた嚥下造影検査の咽頭・喉頭部の動きの解析からは、コンビーフの命令嚥下の施行でPRT（嚥下反射から食塊後端が食道入口部を通過するまで）は液体命令嚥下より有意に時間が延長し、食道入口部最大前後径はコンビーフ咀嚼嚥下、および液体命令嚥下よりも長かった。また、下咽頭通過時間と舌骨挙上時間は各群の間で有意差を認めなかった。PRTならびに食道入口部最大前後径は咽頭クリアランスの指標になると考えられる。そして、下咽頭通過時間と舌骨挙上時間は咽頭期嚥下運動に伴う構造物の運動の指標にあたる。したがって、咀嚼を要する固形物が破碎処理の不十分な状態で咽頭進行すると、そのような固形物では咽頭クリアラ

ンスが不良で構造物運動の代償が不十分となり、窒息のリスクが高まることが推察された。

## D 考察

### 1. 窒息の現状調査

回収できた消防本部が対象としている人口のカバー率から推定して、この資料の分析は意義があり概要を把握することができると思われた。救命救急センターの事例数は600例余あり、消防本部の例数と比較しても少なくなく、同様に資料の分析は意義があり、概要を把握することができると思われた。

人口動態統計における「家庭内における主な不慮の事故の種類別にみた年齢別死亡数・構成割合」の「その他の不慮の窒息」での「気道閉鎖を生じた食物の誤嚥」において、平成18年に2492例が報告されており、その転帰の状況から、死にいたらなくともかなりの食品による窒息事故が起こっていることが推察される。調査①の消防本部のデータに比べると、②の救命救急センターにおいては死亡例が多かったが、消防隊などの処置によって死に至らなかった事例や、搬送時の判断で、一般病院への搬送の適用ならない、重

篤事例が集中したことなどが考えられた。

食品による窒息の事故は、乳幼児と高齢者におこっており、人口動態統計と同様に高齢者に多かった。原因食品は、多岐にわたっていたが、摂食頻度が高いものは、事故を起こし易い傾向があることが示唆された。今後詳細な分析をすすめなければならない。

食品による窒息事故のリスクについて広く周知し、予防につとめることが重要であると考えられた。

### 2. 原因食品の物性把握

原因食品の物性の検討で、切り餅は硬さと付着エネルギーの温度による影響が大きかった。実際に食べる状態を想定すると、50～60℃の状態は器から口に入れた直後といえるので、軟らかく、付着性が小さい(伸びやすい)。しかし、口の中では、外気温や体温などの影響で、餅の温度が低下し(40℃程度)、硬くなり、付着性も増加することがこの結果から予測される。また、この状態は咽頭・喉頭部に張り付きやすい状態ともいえる。今後は伸びやすさの検証と、食塊になった状態の物性についても検証する必要がある。

こんにゃく入りゼリーの物性についての分析では、小児、高齢者の口腔の形態を基準として、口蓋の形態を模



してドーム形にした容器と舌を横して底部には丸みをつけられているプランジャーによる分析システムでは被検食品が変形して容器とプランジャーの間をすり抜けてしまい測定が不可能であった。こんにやく入りゼリーが粉碎されずに、摂取された時の形態を変形するだけで咽頭に移送されることも多いことを示唆しているものと考えられた。

また、こんにやく入りゼリーのテクスチャーは、室温に比べて冷温ではかたさ、付着性で測定値が増加する傾向にあり、冷やして食べることで窒息のリスクが増加するものと推察された。

### 3. 窒息事故のヒト側の要因

三次元造形システムを用いた立体造形模型の評価から、幼児と成人、老人の比較において、窒息のリスク部位である中咽頭部の粘膜表面の凹凸に加え、長さや幅が幼児は成人に比較してかなり短く、老人は喉頭下垂のために長い状態が視覚的に直接比較可能となった。本システムを使用して窒息の原因食品の形態とヒト側のリスクとしてのエアウェイの形態を関連させた窒息のヒト側の要因の検討が今後は不可欠となる。

嚥下造影による嚥下（窒息）状態の解明に関する研究からは、咀嚼を要す

る固形物が破砕処理の不十分な状態で咽頭進行すると、そのような固形物では咽頭クリアランスが不良で構造物運動の代償が不十分となり、窒息のリスクが高まることが推察された。

また、窒息の病態に関して、咽頭腔および喉頭に食塊が詰まる状態を考えると、窒息に対する防御機構として、さらに咳嗽による喀出や呼気による吐出をはじめとする呼吸機能は重要である。今後は嚥下動態に伴う呼吸状態の検討が必要と考えられる。

これらの今回の研究成果は、今後さらに窒息の原因となる食品の把握と物性特徴などの原因分析の基本となる資料として十分に活用できるものと考えられる。今回の研究の十分な解析は今後の課題であるが、ヒト側の要因を考慮したリスクの高い食品の情報提供や、それらの食品を食べる場合には、摂取食品ごとの温度のリスクや狭い咽頭を通過しやすいように十分に咀嚼して食品を粉碎するとともに唾液と十分に混和することなど、窒息予防の情報提供が可能と思われる。

## 厚生労働科学研究費補助金

### 分担研究報告書

#### 食品による窒息の現状把握と原因分析研究

#### 食品による窒息の現状把握

分担研究者 堀口逸子 順天堂大学医学部公衆衛生学教室

分担研究者 市川光太郎 北九州市立八幡病院

研究要旨：食品による窒息事故の現状を明らかにするために、消防局及び救命救急センターを対象として、消防局は平成 18 年、救命救急センターは平成 19 年の 1 年間の事故例を収集し分析した。症例は、乳幼児と高齢者に多く、これは人口動態統計（死亡）と同じ傾向にあった。また、基礎疾患をもつものも多かった。原因となる食品は多岐にわたっていたが、特に穀類にみられた。年間、多くの事故例があることが推察でき、今後、食品による窒息事故のリスクについて広く周知し、予防につとめることが重要であると考えられた。

#### A 目的

食品による窒息事故があとをたたない。毎年のように年末年始には、高齢者のもちによる窒息事故のニュースが報道される。一方、国民生活センターから、幼児を中心としていた事故として、カップ入りゼリーによる死亡事故が 1995 年以降現在までに 14 件報告されている。食品による窒息事故での死亡数は、人口動態統計において、「家庭内における主な不慮の事故の種類別にみた年齢別死亡数・構成割合」の「その他の不慮の窒息」での「気道閉鎖を生じた食物の誤嚥」から判明するが、死亡しなかった事故数の把握はできていない状況である。

今回、窒息事故が死亡例を含めどの程度起きているのか、また、どのような食

品によって起きているのか、その現状把握を目的として質問紙調査を実施したので報告する。

#### B 対象と方法

調査は①消防本部及び②救命救急センターを対象として実施した。①消防本部への調査は、消防庁の協力により東京消防庁及び各政令市消防局 18 ヶ所を対象とし、メールにより調査票を配信し、回答を得た。事故例は、平成 18 年 1 月 1 日から 12 月 31 日までの 1 年間のものである。②救命救急センターは、全国 47 都道府県において平成 19 年 11 月現在登録されている 204 ヶ所を対象として、質問紙を郵送配布・回収した。質問項目は、研究班メンバーと厚生労働省及び消防庁

担当者とのメールによるディスカッションによって完成させた。質問内容は、発生日時、年齢、性別、原因物質（食品）、窒息時の状況、バイスタンダー（家族など）による応急処置の有無、基礎疾患の有無の7項目の他、①では傷病程度、呼吸停止状態の有無（C P A含む）の有無、救急隊による救急救命処置の有無、の3項目を加えた10項目、②では転帰、基礎疾患の有無の2項目を加えた、9項目である。事故例は、平成19年1月1日から12月31日までの1年間のものである。

①②いずれも調査は平成20年2月に実施した。

分析にはSPSS11.0Jを用いた。

## C 結果

### 調査①：消防

回収は、13ヶ所からあった。しかし、1ヶ所は件数のみの報告であったため、分析対象としたのは、12ヶ所から回収された計724例である。

性別は、男性50.3%、女性49.7%であった。

年齢がわかっている595例について、その分布は0歳から105歳までで、平均68.4歳であった。年齢を人口動態統計にそった年齢分布を表1に示す。65歳以上で全体の76.0%を占めていた。10歳未満は、12.0%を占めていた。

表1 年齢分布（消防）

年齢	人数	%
0歳	6	1.0
1～4歳	58	9.8
5～9歳	9	1.5
10～14歳	2	0.3
15～29歳	2	0.3
30～44歳	11	1.9
45～64歳	54	9.1
65～79歳	173	29.2
80歳以上	280	46.8

傷病程度では、死亡65例、重症227例であった。

原因食品をみると、食材または献立名で報告され、複数の食材があがっているものも少なくなかった。記載のあった541例のうち食品成分表によって分類できたのは、432例であった。「穀類」が最も多く211例で、そのうち「もち」が77例、いわゆる「米飯（おにぎりを含む）」61例、「パン」47例、「粥」11例であった。次いで「菓子類」62例「魚介類」37例、「果実類」33例、「肉類」32例、「いも及びでん粉類」16例（内しらたき4例、こんにゃく2例）あった。「菓子類」のうち「あめ」22例「団子」8例で「ゼリー」4例、「カップ入りゼリー」は8例であった。また「その他」として「すし」が22例、「流動食」8例などがあった。

年齢別にみると、10歳未満では、菓子類が最も多くそのうち20例が飴であった。次いで魚の骨10例、果実類5例であった。65歳以上では、穀類が最も多く次いで肉類であった。穀類では、多い順にもち58例、ご飯28例、パン25例となっており、食品成分表での分類はできないが、寿司も17例であった。

「もち」「カップ入りゼリー」をみると、「もち」では、「1～4歳」1例、「45～64歳」6例、「65～79歳」27例、「80歳以上」31例の合計65例、「カップ入りゼリー」は、「1～4歳」2例「65～79歳」2例、「80歳以上」3例で、いずれも高齢者が乳幼児よりも多かった。

家族などの処置の有無については、「あり」323例、「無し」381例であった。救命救急隊による処置は、「あり」446例、「無し」244例であった。基礎疾患については、「あり」270例、「無し」198例、「不明」205例であった。基礎疾患の有無と年齢をみると10歳未満において基礎疾患ありは5例で、年齢が65歳以上では、基礎疾患ありが無しを上回っていた。

#### 調査②：救命救急センター（病院）

回収は、75ヶ所（36.8%）からで、回収された計603例である。

性別は、男性50.9%、女性49.1%であった。

年齢がわかっている602例について、その分布は0歳から105歳までで、平均74.7歳であった。年齢分布を表1に示す。65歳以上で全体の82.4%を占めていた。10歳未満は、4.3%を占めていた。また、10～14歳台はいなかった。

表2 年齢分布（救命救急センター）

年齢	人数	%
0歳	8	1.3
1～4歳	15	2.5
5～9歳	3	0.5
10～14歳	0	0
15～29歳	5	0.8
30～44歳	6	1.0
45～64歳	73	11.5
65～79歳	196	31.7
80歳以上	314	50.7

転帰では、死亡378例、救命257例、不明9例で、死亡が救命を上回っていた。

原因食品をみると、調査①と同様に食材または献立名で報告され、複数の食材があがっているものも少なくなかった。記載のあったのは486例でそのうち食品成分表によって分類できたのは、371例であった。食品成分表の分類では、「穀類」が最も多く190例で、そのうち「もち」が91例であった。「パン」43例、いわゆる「米飯（おにぎりを含む）」28例、「粥」11例であった。次いで「菓子類」44例「肉

類」28例、「果実類」27例「魚介類」25例「いも及びでん粉類」19例（内「こんにゃく」8例）と続いた。「菓子類」のうち「団子」15例「あめ」6例で「カップ入りゼリー」は3例であった。

また「その他」として、「すし」が19例、「流動食」13例などがあった。

年齢別にみると、10歳未満では、菓子類8例が最も多く、そのうち飴が5例であった。次いでミルクなどの乳類であった。65歳以上では、穀類が最も多く、次いで菓子類、果実類と続いた。穀類では、もち85例、パン31例、ご飯25例などとなっており、菓子類28例では、団子15例であった。

「もち」は、年齢別では「45～64歳」6例、「65～79歳」44例、「80歳以上」41例で、「カップ入りゼリー」は「5～9歳」1例「65～79歳」2例で高齢者が乳幼児よりも多かった。

家族などの処置の有無は、「あり」263例、「無し」203例、無回答31例であった。基礎疾患は、「あり」417例、「無し」73例、「不明」77例、無回答31例であった。基礎疾患の有無と年齢をみると、10歳未満で基礎疾患が「あり」が7例、65～79歳では、「あり」が「無し」の約6.5倍、80歳以上では同様に約7倍であった。

## D 考察

回収できた消防本部が対象としている人口を平成20年3月の将来人口推計で見ると約2850万人であり、これは全人口の約22%に相当している。カバー率からして、この資料の分析は意義があると考えられ、概要を把握することができると思われた。救命救急センターの事例数を見ると、600例あり、消防本部の例数と比較しても少なくなく、資料の分析は意義があると考えられ、概要を把握することができると思われた。

人口動態統計における「家庭内における主な不慮の事故の種類別にみた年齢別死亡数・構成割合」の「その他の不慮の窒息」での「気道閉鎖を生じた食物の誤嚥」において平成18年に2492例が報告されており、その転帰の状況から、死にいたらなくともかなりの食品による窒息事故が起こっていることが推察される。調査①の消防本部のデータに比べると、②の救命救急センターにおいては死亡例が多かった。これは、消防隊などの処置によって死に至らなかった事例や、搬送時の判断で、一般病院への搬送の適用が考えられない、重篤事例が集中したことなどが考えられた。

食品による窒息の事故は、乳幼児と高齢者におこっており、特に高齢者が多かった。これは人口動態統計と同じ傾向に

あった。原因食品は、多岐にわたっていたが、摂食頻度が高いものは、事故を起こし易い傾向があることが示唆された。今後詳細な分析をすすめなければならない。

食品による窒息事故のリスクについて広く周知し、予防につとめることが重要であると考えられた。

謝辞：最後に、お忙しいなか調査にご協力いただきました消防本部及び救命救急センターのかたがたに深く御礼申し上げます。

## E 参考文献

1) 厚生労働省ホームページ  
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/suii06/deth18.html#top> 人口動態統計（平成18年），東京。

## F. 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

消防本部質問票  
消防本部集計結果表  
救急救命センター依頼文  
救急救命センター質問票  
救急救命センター集計結果表

# 食品による窒息の実態調査票

消防本部名	
A	
平成18年中 救急搬送人員	

- 1 平成18年1月1日～12月31日の間(1年間)において、「一般負傷」中の「気道異物等による窒息」を主症状として ( ) 例
- 2 1の中で、窒息の原因が食品(もち、こんにやくゼリー等)であった件数。 ( ) 例

3 2のそれぞれの症例について、わかる範囲でご記入ください。

症例 No. (記載項目)	発生日時 (月 日 時)	年齢 歳	性別	傷病程度	呼吸停止状態 (CPA含む) の有無	原因物質(食品)	窒息時の状況	バイスタンダー (家族など)による 応急処置の有無	救急隊による 救急救命処置 の有無	基礎疾患の有無
			1男 2女	1 死亡 2 重症 3 中等症 4 軽症 5 その他	1有 2無	1 もち 2 (こんにやく)ゼ リー 3 その他(食品名)		1有(処置内容) 2無	1有(処置内 容) 2無	1有(疾患名) 2無
(例)0	1 1 20	80	1	2	1	1	歩きながら食べていた、食べ ている最中に驚くようなこと があった	1 (掃除機で吸引し たがとれず)	1 (マギール鉗 子による異物 除去)	1 (誤嚥性肺炎)
1										
2										
3										
4										
5										
6										

消防本部

統計量

		消防本部名	発生M	年齢	性別	傷病程度	呼吸停止 状態の有無	原因物質
度数	有効	737	601	600	737	737	722	727
	欠損値	0	136	137	0	0	15	10

統計量

		食品	バイスタ ンダー による応 急処置有	救急隊による 救急救命処置 の有無	基礎疾 患 の有無
度数	有効	737	709	695	676
	欠損値	0	28	42	61

性別

		度数	パーセント	有効パーセント	累積パーセント
有効	1	368	49.9	49.9	
	2	369	50.1	50.1	49.9
	合計	737	100.0	100.0	100.0

傷病程度

		度数	パーセント	有効パーセント	累積パーセント
有効	1.00	65	8.8	8.8	8.8
	2.00	228	30.9	30.9	39.8
	3.00	178	24.2	24.2	63.9
	4.00	260	35.3	35.3	99.2
	5.00	6	.8	.8	100.0
	合計	737	100.0	100.0	

呼吸停止状態の有無

		度数	パーセント	有効パーセント	累積パーセント
有効	1	298	40.4	41.3	41.3
	2	389	52.8	53.9	95.2
	3	19	2.6	2.6	97.8
	4	5	.7	.7	98.5
	5	1	.1	.1	98.6
	6	1	.1	.1	98.8
	9	9	1.2	1.2	100.0
	合計	722	98.0	100.0	
欠損値	システム欠損値	15	2.0		
合計		737	100.0		



平成 20 年 2 月 吉日

救急救命センター長 各位

平成 19 年度厚生労働科学研究費補助金（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」  
主任研究者：向井美恵（昭和大学歯学部口腔衛生学）  
分担研究者：堀口逸子（順天堂大学医学部公衆衛生学教室）

### 食品による窒息の現状把握調査の協力依頼について

平成 19 年 3 月及び 4 月に相次いで、ミニカップ入りゼリーに起因する児童の窒息事故が発生し、さらには、独立行政法人国民生活センターが同 7 月に「ミニカップタイプのこんにゃく入りゼリーによる事故防止のために一消費者への警告と行政・業界への要望」を発表するなどの経緯を受け、平成 19 年度厚生労働科学研究費補助金（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」研究班において、食品による窒息の現状把握と原因分析を行うこととなりました。

人口動態統計調査によると、気道閉塞を生じた食物の誤嚥が原因で死亡する事例は、近年 4,000 例を超えて推移していますが、その原因食品の内訳などは分かっておりません。

そこで、貴救急救命センターにおかれましては、過去 1 年間（平成 19 年 1 月～12 月）にわたる食品による窒息事故の内訳別の事故件数、及び個別事例の詳細（発生日、年齢、転帰、原因物質、窒息時の状況、バイスタンダー、基礎疾患の有無等）について、平成 20 年 2 月 15 日（金）までに同封の封筒にて返信いただけますようよろしくお願いいたします。

なお、様式については別紙を用意しておりますが、それ以外の様式でもかまいません。また、埋めることのできる項目だけで結構です。電子媒体（エクセルシート）が必要な場合は、別途堀口宛（[itsukoh@med.juntendo.ac.jp](mailto:itsukoh@med.juntendo.ac.jp)）メールをいただければ、添付ファイルにてお送りいたします。何かご不明な点がありましたら、ご遠慮なく、下記連絡先にお問い合わせください。

連絡先：堀口逸子（分担研究者、順天堂大学医学部公衆衛生学）  
Tel 03-5802-1049 Fax 03-3814-0305  
[itsukoh@med.juntendo.ac.jp](mailto:itsukoh@med.juntendo.ac.jp)

# 食品による窒息の実態調査票

1 平成19年1月1日～12月31日の間(1年間)において、食品(もち、こんにやくゼリー等)による窒息で救急救命処置を受けた例は何例ありましたか。( )例

3 2のそれぞれの症例について、わかる範囲でご記入ください。

症例 No.	発生日	年齢	性別	転帰	原因物質(食品)	窒息時の状況	バイスタンダー(家族など)による応急処置の有無	基礎疾患の有無
(記載項目)	月 日	歳	1男 2女	1 死亡 1)24時間以内 2)24～48時間以内 3)48時間以降 2 救命 3 不明	1 もち 2 カップ入りゼリー 3 その他(食品名)		1有(処置内容) 2無 3不明	1有(疾患名) 2無 3不明
(例)0	1 1	80	1	2	1	歩きながら食べていた、食べている最中に驚くようなことがあった	1 (掃除機で吸引したがとれず)	1 (老人性痴呆)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

救命救急センター

統計量

		発生日M	発生日D	年齢	性別	転帰	原因物質	食品
度数	有効	621	610	620	621	615	621	621
	欠損値	0	11	1	0	6	0	0

統計量

		バイスタ ンダー による応 急処置有	基礎疾患 の有無
度数	有効	585	580
	欠損値	36	41

性別

		度数	パーセント	有効パーセント	累積パーセント
有効.	1.00	316	50.9	50.9	50.9
	2.00	305	49.1	49.1	100.0
	合計	621	100.0	100.0	

転帰

		度数	パーセント	有効パーセント	累積パーセント
有効.	1.00	348	56.0	56.6	56.6
	2.00	258	41.5	42.0	98.5
	3.00	9	1.4	1.5	100.0
	合計	615	99.0	100.0	
欠損値	システム欠損値	6	1.0		
	合計	621	100.0		

原因物質

		度数	パーセント	有効パーセント	累積パーセント
有効.	1.00	94	15.1	15.1	15.1
	2.00	4	.6	.6	15.8
	3.00	523	84.2	84.2	100.0
	合計	621	100.0	100.0	

厚生労働科学特別研究事業

分担研究報告書

食品による窒息の現状把握と原因分析

原因食品の分析に関する研究

餅の物性に及ぼす温度の影響

分担研究者 大越ひろ 日本女子大学家政学部食物学科

**研究要旨：**高齢者の窒息事故の要因食品と考えられる「雑煮の餅」について、物性面から要因を検討するため、市販の切り餅と、高齢者に開発された2種の餅を用い、テクスチャー特性に与える温度の影響について検討した。いずれの餅も温度が高いほど柔らかくなる傾向が見られたが、切り餅において顕著であった。高齢者向けに開発されたA製およびB社製餅の温度による影響は少なかった。付着性についても、切り餅は温度の影響が顕著に認められた。

**A 目的**

高齢者の窒息事故の要因食品として「雑煮の餅」が挙げられることが多い。ことに、1月は各地で、雑煮の餅による窒息事故の報道がみられる。しかし、高齢者にとって、正月に食べる餅は大きな楽しみの一つであるため、高齢者に安全に食べてもらえる餅の開発も企業により行われている。そこで、市販の切り餅および、市販されている高齢者向け「餅」を用いて、雑煮として提供する調理条件

を用いて餅の物性に及ぼす温度の影響について検討を行った。

**B 方法**

試料はもち米を用いた一般的な切り餅（S社製）および、高齢者向けとして開発されたA社製餅、B社製餅の3種類とした。

測定条件として、切り餅およびB社製餅は3×3×1.5cmの直方体に成形、A社製は厚さ1.5cmの円柱状（直径2.5cm）

に成形し、いずれも、100℃の沸騰水中で3分間加熱を行い、雑煮の餅の状態とした。3種の餅を内部温度が所定温度(60℃、50℃、40℃、30℃)になるように調製を行い、テクスチャー特性の測定を行った。

テクスチャー特性の測定条件は、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た。テクスチャー特性(硬さHa、凝集性Co、付着エネルギーEa)の測定には、レオナー(株山電製:高分解能型レオナーRE33005)を使用し、定速2回圧縮試験を行った。

### C 結果および考察

一般的な切り餅および、A社製、B社製の餅の硬さと温度の関係を図1に示した。

また、付着エネルギーと温度の関係を図2に、凝集性と温度の関係を図3に示した。いずれの餅も温度が高いほど軟らかくなる傾向が見られたが、切り餅において顕著であった。高齢者向けに開発されたA製およびB社製餅の温度の影響は少なかった。付着エネルギーに対する温度による影響も硬さと同様の傾向を示した。凝集性については3試料ともに温度

の影響は小さかったが、B社製の餅が温度上昇に伴い幾分増加した。

そこで、硬さと付着エネルギーの温度による影響をみるため、図4に温度による変化を図示したところ、B社製は最も軟らかく、付着性も少ないことが明らかとなった。最も温度による影響が大きかったものが切餅である。実際に食べる状態を想定すると、50~60℃の状態は器から口に入れた直後といえるので、軟らかく、付着性が小さい(伸びやすい)。しかし、口の中では、外気温や体温などの影響で、餅の温度が低下し(40℃程度)、硬くなり、付着性も増加することがこの結果から予測される。また、この状態は喉に張り付きやすい状態ともいえる。今後は伸びやすさの検証と、食塊になった状態の物性についても検証する必要があるといえる。

### D 参考文献

なし

### 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 硬さと温度の変化

図2 付着エネルギーと温度の関係

図3 凝集性と温度の関係

図4 硬さと付着エネルギーの温度による変化

別表

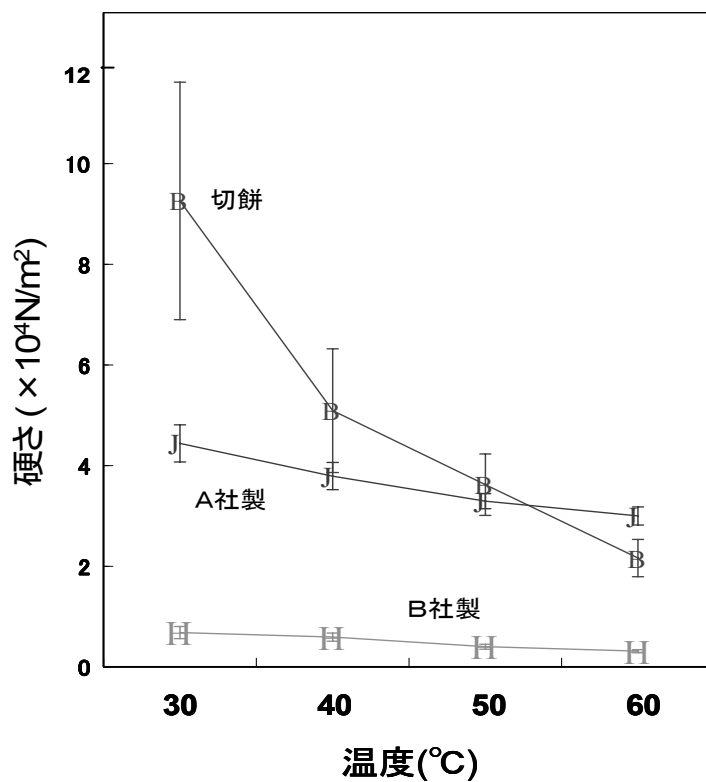


図1 硬さと温度の関係

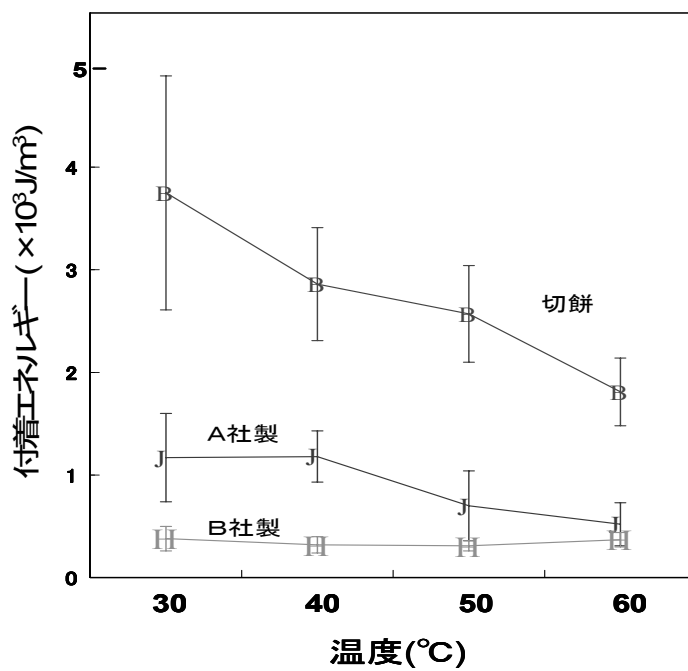


図2 付着エネルギーと温度の関係

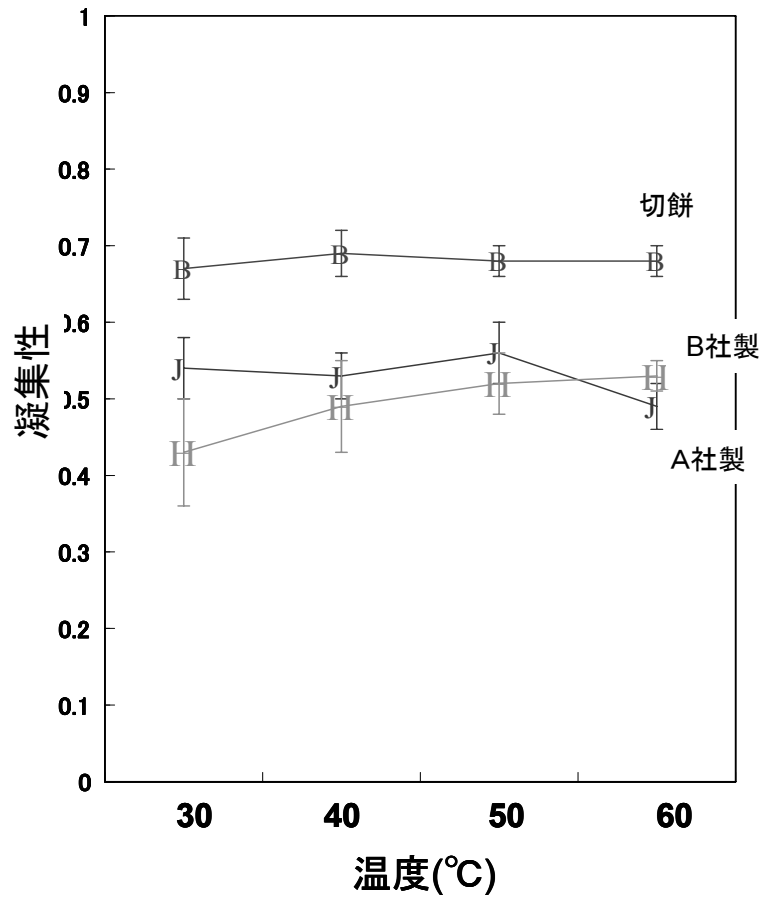


図3 凝集性と温度の関係

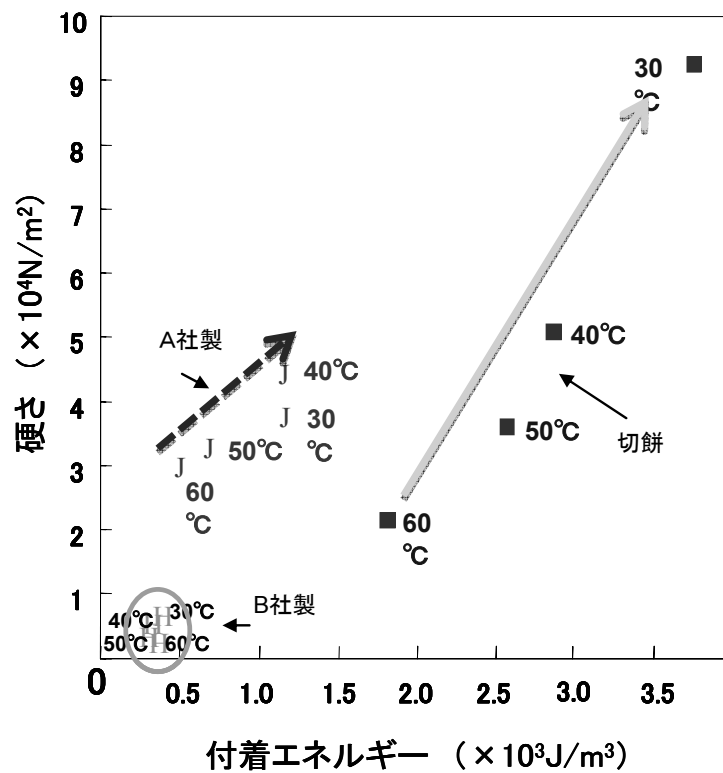


図4 硬さと付着エネルギーの温度による変化



厚生労働科学研究費補助金

分担研究報告書

食品による窒息の現状把握と原因分析

温度変化がこんにゃく入りゼリーの物性に及ぼす影響の検討

主任研究者 向井 美恵 昭和大学歯学部口腔衛生学教室

研究協力者 石川健太郎 昭和大学歯学部口腔衛生学教室

内海 明美 昭和大学歯学部口腔衛生学教室

横山 重幸 昭和大学歯学部口腔衛生学教室

**研究概要：**窒息を起こしうる食品として着目されているこんにゃく入りゼリーについて、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た測定システムおよびヒトの口腔の形態を基にして考案された容器とプランジャーを用いて温度変化による物性の変化を測定した。その結果、厚生労働省に準じた測定システムでは、常温と比較して冷温では、硬さ、付着エネルギー、破断応力のすべての物性評価項目で測定値が増加する傾向にあった。また、ヒトの口腔の形態を基にしたシステムでは、被検食品が変形して容器とプランジャーの間をすり抜けて温度の変化によらず測定不能であった。これらの結果より、硬さが大きく変形が容易な食品であるこんにゃく入りゼリーを冷やして食することが窒息事故を引き起こす要因の一つである可能性が示唆された。

## A 目的

国民生活センターの発表により窒息事故を起こす食品として、ミニカップタイプのこんにゃく入りゼリーが着目されている。また、こんにゃく入りゼリーについては、生産メーカーより低温にて食することが推奨されて

いる。口腔咽頭部への低温の温度刺激は、嚥下障害者の嚥下反射を誘発する訓練法としてリハビリテーション分野で用いられており、こんにゃく入りゼリーの低温時の物性の特徴を分析する必要があると考えた。そして温度変化が物性に及ぼす影響を分析するこ

とで、窒息事故が起こる食品側のリスク要因の一つに摂取時の食品の温度を想定し、こんにゃく入りゼリーの温度による物性変化を明らかにすることを目的に本研究を行った。

## B 方法

市販品より無作為に購入したミニカップタイプのこんにゃく入りゼリー2種類（以下、こんにゃく A・こんにゃく B）および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1種類（以下、一般品）を対象とした。

各ゼリーを室温（20℃）および冷温庫（4℃）にて一日以上保存した後、試料厚さ10%のときのかたさ、付着性、破断応力を測定し、それぞれについて検討を行った。テクスチャー特性の測定条件は、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た。また、ヒトの口腔形態を基礎として開発された測定システムによる測定も行った。

測定はレオメータ（RE-33005、山電社製）を用い、1試料あたり5回以上測定した。試料は直径40mm、高さ15mmの容器に充填し、テクスチャー解析では圧縮速度5mm/sec、クリアランス10%、直径10mmのプランジャーにて測定した。破断強度解析では圧縮速度

10mm/sec、クリアランス5%とした。

## C 結果と考察

食物を処理する口腔の形態を考慮した物性測定を目指して考案された小児用<sup>1)</sup>・高齢者用<sup>2)</sup>の測定システムにおいては、測定時に試料であるゼリーを保持しておくことが困難であり、測定不可能であった（図3）。同システムで考案されたプランジャーと容器は、小児、高齢者の口腔の形態を基準として、口蓋の形態を模してドーム形にした容器と舌を模してプランジャーの底部には丸みをつけられている。口腔内に取り込まれた食物を舌が口蓋に押し付けながら固形食品をつぶす動きと舌背上の食物を嚥下の口腔期の動きとして口蓋に押し付けながら咽頭に食塊を移送する動きを再現できるように考案されている<sup>1) 2)</sup>。今回の被検食品であるこんにゃく入りゼリーは、低温時も室温時ともに図3のようにプランジャーで物性測定のために食品を押すと食品が変形して容器の側壁面とプランジャーの間をすり抜けて測定が不可能であった。

このように口蓋形態と舌を模して作製された容器とプランジャーにて測定不可能であったことにより、こんにゃく入りゼリーを口蓋と舌でつぶ

して処理することが困難さを伴うことが推察できた。

かたさが強く破碎され難いこんにゃく食品自体の物性の特徴により、つぶれる（破碎される）ことなく、摂取された時の形態を変形するだけで咽頭に移送されることが多いことが示唆しているものと考えられた。かたさの大きな変形容易な食品が粉碎されずに一定の大きさのまま咽頭腔に送り込まれた際の危険性については、分担研究のヒト側の要因の検討と合わせて考えると、窒息のリスクが大きいことが推察できる。

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た測定システムによる測定結果を図4～図6、表1～3に示した。

こんにゃく入りゼリーにおいて、室温に比べて冷温ではかたさ、付着性、破断応力のすべての物性評価項目で測定値が増加する傾向にあった。

特にかたさにおいては、室温と比較して、冷温では著しくこんにゃくA、Bともに有意に大きい値を示した(図4、表1)。

付着性においては、こんにゃくが入っていないゼリーでは、有意差は認められなかったが、冷温に比べて室温の方が付着性が大きいのに反して、こん

にゃく入りゼリーでは、これも有意差はなかったが両製品ともに冷温のほうが室温より大きい傾向にあった(図5、表2)。こんにゃく入りの有無に関わらず被検食品はすべてゼリーという商品名である。こんにゃく入りゼリーにこのような物性特徴がすべて存在するのか、こんにゃくそのものの物性に特徴としてあるものなのかなどについて更なる検討が必要と思われる。

また、城戸ら<sup>3)</sup>、海老原ら<sup>4)</sup>は、体温から離れるにつれて嚥下反射の潜在時間が短縮すると報告しており、冷温により硬さのみならず付着性も変化することは、咀嚼機能の未熟な小児や咀嚼機能の低下をきたした高齢者にとって、窒息の原因となる一つの要因であると考えられる。

温度変化がこんにゃく入りゼリーの物性変化に及ぼす影響を検討した結果、こんにゃく入りゼリーを冷温にて食することが、小児や高齢者にて続発した窒息事故の要因の一つである可能性が示唆された。

#### D 参考文献

- 1) 浅里仁ほか：乳幼児用食品の物性試験システムの考案. 乳幼児の口腔形態に基づくプランジ

- ヤーと容器の開発, 小児歯科学雑誌, 36 (5) ; 831-838, 1998.
- 2) 落合仁ほか: 高齢者用食品の物性試験システムの検討. 口腔の形態に基づく容器とプランジャーの考案, 障害者歯科, 23 (1) ; 40-48, 2002.
- 3) 城戸亜矢ほか: 嚥下反射に対する温度感受性受容体 (TRP スーパーファミリー) 刺激効果, 日本老年医学会雑誌, 42 (Suppl.) ; 90, 2005.
- 4) 海老原覚ほか: 老年疾患 病態の理解と診断・治療の進歩 誤嚥性肺炎の新しい治療・予防法 温度感受性受容体を介する新戦略, 医学のあゆみ, 222 (5) ; 351-356, 2007.

## 別表参照

- 図1 小児用の容器とプランジャー
- 図2 高齢者用の容器とプランジャー
- 図3 高齢者用プランジャーによる測定
- 図4 かたさ
- 図5 付着エネルギー
- 図6 破断応力
- 表1 かたさ
- 表2 付着エネルギー
- 表3 破断応力

## E 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし

## 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

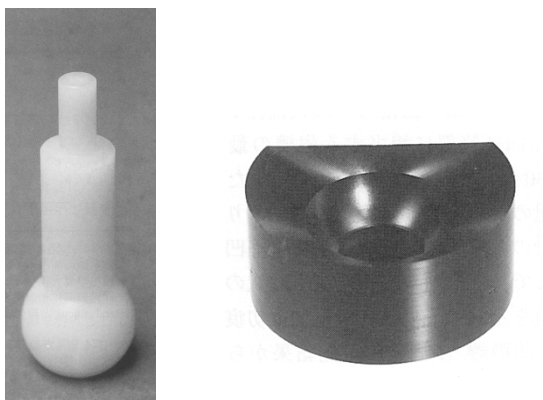


図1 小児用の容器とプランジャー

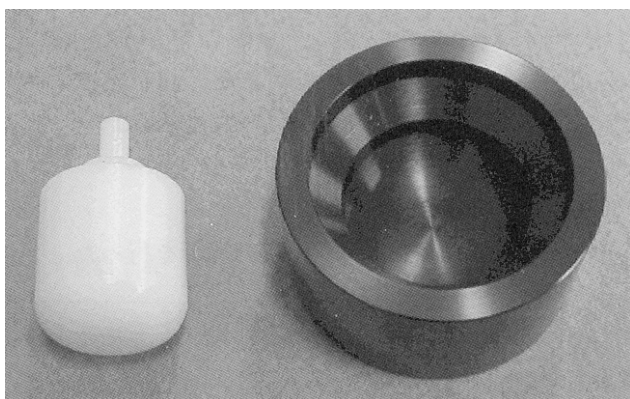


図2 高齢者用の容器とプランジャー



図3 高齢者用プランジャーによる測定

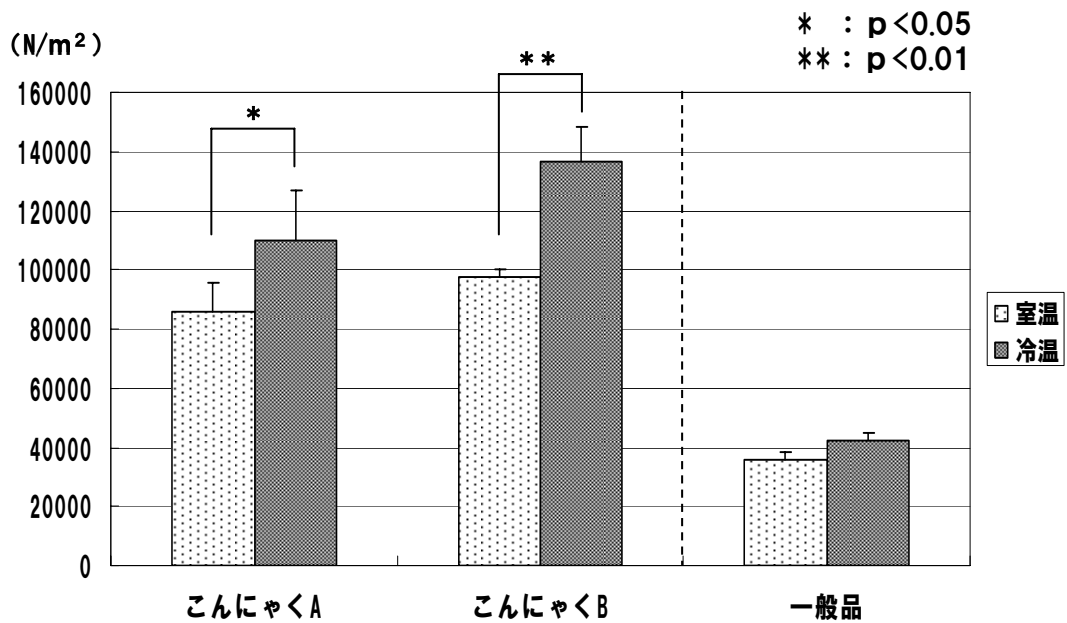


図4 かたさ

表1 かたさ

	こんにゃくA		こんにゃくB		一般品	
	室温	冷	室温	冷	室温	冷
平均値	86083	109990	97592	136823	35810	42203
標準偏差	9544	16962	2880	11344	2318	2768
P値	0.014		0.0001		0.004	

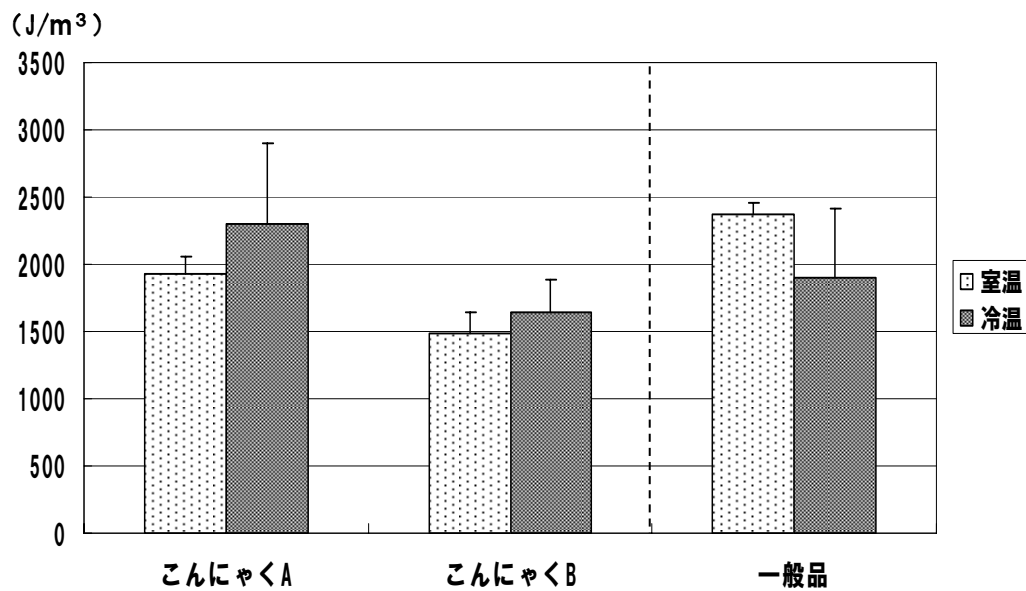


図5 付着エネルギー

表2 付着エネルギー

	こんにゃくA		こんにゃくB		一般品	
	室温	冷	室温	冷	室温	冷
平均値	1925	2305	1487	1690	2368	1902
標準偏差	136.8	592.7	160.6	188.2	87.47	508.11
P値	0.126		0.1		0.077	

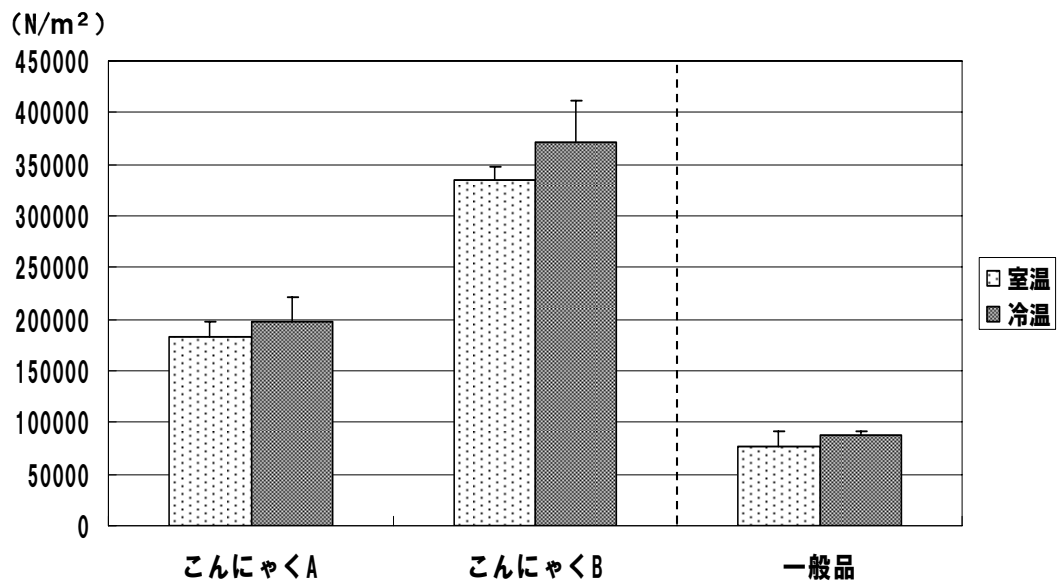


図6 破断応力

表3 破断応力

	こんにゃくA		こんにゃくB		一般品	
	室温	冷	室温	冷	室温	冷
平均値	182501	197211	335191	370789	76197	87671
標準偏差	15331	23803	11978	41502	14862	3756
P値	0.27		0.1		0.13	



厚生労働科学研究費補助金

分担研究報告

食品による窒息の現状把握と原因分析

ヒト側の要因の検討：嚥下造影による嚥下（窒息）状態の解明に関する研究

分担研究者 才藤栄一 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座

研究協力者 横山通夫 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座

金森大輔 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座

馬場 尊 藤田保健衛生大学衛生学部リハビリテーション学科

岡田澄子 藤田保健衛生大学衛生学部リハビリテーション学科

尾崎研一郎 東京医科歯科大学大学院口腔老化制御学分野

**研究要旨：**窒息死亡の原因は食物による窒息が半数近くを占めている。窒息死亡は高齢者に多く、嚥下障害に起因すると推察されているが、これまでは単にリスクの高い食品の種類が挙げられているだけで、窒息を起こしやすい食物物性や摂食様式の分析は未だなされていなかった。窒息の原因におけるヒト側の要因を分析すべく、若年成人を対象に、液体命令嚥下、コンビーフ咀嚼嚥下（CB咀嚼嚥下）、およびコンビーフを咀嚼せずに丸飲み（CB命令嚥下）を嚥下課題として、食塊の下咽頭通過時間、Pharyngeal Reaction Time (PRT)、嚥下反射に伴う舌骨挙上時間、食塊通過時の食道入口部最大前後径を検討した。CB命令嚥下の施行でPRTは液体命令嚥下より有意に時間が延長し、食道入口部最大前後径はCB咀嚼嚥下、および液体命令嚥下よりも長かった。また、下咽頭通過時間と舌骨挙上時間は各群の間で有意差を認めなかった。これらの結果より咀嚼を要する固形物が破碎処理の不十分な状態で嚥下されると、咽頭クリアランスが不良で構造物運動の代償が不十分となり、窒息のリスクが高まることが推察された。

**A 研究目的**

厚生労働省の人口動態調査によると、不

慮の窒息による死亡は年々増加し、平成

17年では人工10万人あたり9,319名であ

り、男性の70歳以上と女性の80歳以上では不慮の事故死因の第1位である。

窒息死亡の原因は食物による窒息が半数近くを占めている。窒息死亡は高齢者に多く、嚥下障害に起因すると推察されている。窒息しやすい食物の代表は餅であり、こんにゃく、肉塊、パンなど咀嚼を要する固形物が原因で窒息が生じることが報告されている。

これまでは単にリスクの高い食品の種類が挙げられているだけで、窒息を起こしやすい食物物性や摂食様式の分析は未だなされていない。そこで、我々は窒息の原因におけるヒト側の要因を分析すべく、若年成人を対象に食品の種類、嚥下様式を変化させたときの嚥下動態について検討した。

## B 方法

### 1. 対象および方法

摂食・嚥下障害を引き起こすような神経疾患や咽頭・喉頭疾患が無く、通常の食事形態にて食事を摂取している健常成人6人（男性5人、女性1人、平均年齢 $27.5 \pm 1.6$ 歳）を対象とした。

嚥下様式は50% w/vバリウム液10mlの命令嚥下（液体命令嚥下）と、バリウム含有コンビーフ8gを咀嚼させた嚥下（CB咀嚼嚥下）、バリウム含有コンビーフ8gを咀嚼せ

ずに丸飲み（CB命令嚥下）の3種を設定した。

嚥下の指示は口頭で与え、液体命令嚥下の施行では、バリウム液10mlをシリンジにより被験者の口腔底に注入したのち、指示により一息に嚥下させた。CB咀嚼嚥下においてはコンビーフを被験者の口腔内に投与し自由に食させた。CB命令嚥下においてはコンビーフを被験者の口腔内に投与したのち、「コンビーフを咀嚼しないで口にとどめておいてください」という指示を与え、一息に嚥下させた。

VFシステムはX線透視撮影台（PBW-30A, 東芝）、ビデオタイマー（VTG-33, 朋栄）、デジタルビデオ（WV-D9000, SONY）、カラービデオモニター（OEV-143, OLYMPUS）、マイクロホンミキサー（MX-50, SONY）、マイクロホン（ECM-R100, SONY）、VF検査用車椅子（VF-MT-1, 東名ブレース）の構成であった。

被験者の体位はVF検査用車椅子上での自然な端座位とし頭部の固定は行わなかった。施行回数はそれぞれの嚥下様式につき各2施行ずつ、1被験者で計6施行、不鮮明で解析に適さなかった1施行を除外したため総計11施行であった。

30フレーム毎秒で録画されたVF動画を、パーソナルコンピュータ（iMac, Apple）を用いビデオ編集ソフトウェア（iMovie,

Apple) を応用して繰り返しスロー再生、静止再生、リバース再生などを行い解析した。

測定項目は、食塊の下咽頭通過時間、Pharyngeal Reaction Time (PRT)、嚥下反射に伴う舌骨挙上時間、食塊通過時の食道入口部最大前後径とした。

食塊の下咽頭通過時間は食塊先端が喉頭蓋下縁を越えてから食塊後端が食道入口部を過ぎるまでとして、ビデオタイマーにより時間を計測した。

嚥下反射開始時点は咽頭期嚥下運動に先立って、舌骨が上先方へ急峻な挙上を開始した時点と定義した。PRTは、嚥下反射開始時点から食塊後端が食道入口部を通過するまでとして計測した。

舌骨挙上時間は舌骨が上先方へ急峻な挙上を開始した時点から最大挙上位に達した後、下降を開始するまでとして計測した。

食道入口部最大前後径は、録画した嚥下造影画像より、食塊通過に伴って食道入口部が最も開大したフレームを静止画として取り出し、画像編集ソフト (Photoshop CS, Adobe) を用いて食道入口部の前後径を測定した。

また、各嚥下様式における被験物の物性の測定を3回行い、その平均を求めた。すなわち、50% w/vバリウム液、バリウム含有コンビーフ、および10秒間咀嚼したのち

のバリウム含有コンビーフにおける破断強度、凝集性、付着性を測定した。咀嚼時間の10秒間は、本実験におけるバリウム含有コンビーフ8gの平均咀嚼時間より決定した。

本研究の計画は、藤田保健衛生大学医学部倫理審査委員会により承認を受けた。

## 2. 統計解析

統計学的検定は、各嚥下様式間の差の検討にANOVAを、post hocにTukeyの多重比較を用いた。有意水準を5%未満とした。すべての統計学的解析でSPSS version 11.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)を使用した。

## C 結果

### 1. 下咽頭通過時間について

下咽頭通過時間はそれぞれ、液体命令嚥下で $0.47 \pm 0.12$ 秒、CB咀嚼嚥下で $0.44 \pm 0.04$ 秒、CB命令嚥下で $0.47 \pm 0.06$ 秒であった。各嚥下様式の間で統計学的に有意な差を認めなかった ( $F=0.69$ ,  $P=0.51$ ) (図1)。

### 2. Pharyngeal Reaction Time (PRT)について

PRTはそれぞれ、液体命令嚥下で $0.50 \pm 0.07$ 秒、CB咀嚼嚥下で $0.58 \pm 0.07$ 秒、CB命令嚥下で $0.63 \pm 0.10$ 秒であった (図1)。CB命令嚥下のPRTは液体命令嚥下のそれとの間で有意差を認めた ( $P=0.003$ )。

### 3. 舌骨挙上時間について

舌骨挙上時間はそれぞれ、液体命令嚥下で  $0.49 \pm 0.04$  秒、CB 咀嚼嚥下で  $0.52 \pm 0.07$  秒、CB 命令嚥下で  $0.52 \pm 0.05$  秒であった。各嚥下様式の間で統計学的に有意な差を認めなかった ( $F=1.44$ ,  $P=0.25$ ) (図 2)。

#### 4. 食道入口部最大前後径について

食道入口部最大前後径はそれぞれ、液体命令嚥下で  $9.2 \pm 2.0$ mm, CB 咀嚼嚥下で  $8.4 \pm 1.9$ mm, CB 命令嚥下で  $11.6 \pm 3.1$ mm であった (図 2)。CB 命令嚥下の食道入口部最大前後径は CB 咀嚼嚥下のそれより有意に長く、また、液体命令嚥下のそれより長い傾向を認めた ( $p=0.06$ )。

#### 5. 各被験物の物性について

50% w/v バリウム液の破断強度は  $219\text{N/m}^2$ 、付着性は  $19\text{J/m}^3$ 、凝集性は 0.76 であった。次に、バリウム含有コンビーフでの破断強度は  $15963\text{N/m}^2$ 、付着性は  $2556\text{J/m}^3$ 、凝集性は 0.58 であった。そして、10 秒間咀嚼したのちのバリウム含有コンビーフの破断強度は  $9053\text{N/m}^2$ 、付着性は  $1757\text{J/m}^3$ 、凝集性は 0.64 であった。

### D 考察

CB 命令嚥下の施行で PRT は液体命令嚥下より有意に時間が延長し、食道入口部最大前後径は CB 咀嚼嚥下、および液体命令嚥下よりも長かった。また、下咽頭通過時間と舌骨挙上時間は各群の間で有意差を

認めなかった。

PRT ならびに食道入口部最大前後径は咽頭クリアランスの指標になると考えられる。そして、下咽頭通過時間と舌骨挙上時間は咽頭期嚥下運動に伴う構造物の運動の指標にあたる。

したがって、咀嚼を要する固形物が破碎処理の不十分な状態で咽頭進行すると、そのような固形物では咽頭クリアランスが不良で構造物運動の代償が不十分となり、窒息のリスクが高まることが推察された。

窒息の病態に関して、咽頭腔および喉頭に食塊が詰まる状況を考えると、窒息に対する防御機構として咳嗽による喀出や呼気による吐出をはじめとする呼吸機能は重要である。したがって、今後は嚥下動態に伴う呼吸状態の検討が必要と考える。

### E 結論

健常成人を対象に食品や嚥下様式を変化させた嚥下課題を実施し、窒息のヒト側に要因を検討した。咀嚼を要する固形物が破碎処理の不十分な状態で咽頭進行すると、そのような固形物では咽頭クリアランスが不良で構造物運動の代償が不十分となり、窒息のリスクが高まることが推察された。今後は窒息の防御機構として嚥下動態に伴う呼吸状態の検討が必要と考えられた。

## F 健康危険情報

なし

## G 研究発表

### 1) 論文発表

1. Saitoh E, Shibata S, Matsuo K, Baba M, Fujii W, Palmer JB: Chewing and food consistency: effects on bolus transport and swallow initiation. *Dysphagia*, 22 (2) :100-107, 2007.
2. 才藤栄一: 摂食・嚥下障害のリハビリテーション. *日本医師会雑誌*, 136 (5) : 869-873, 2007.
3. 横山通夫, 加賀谷斉, 才藤栄一, 藤井航: 高齢者の嚥下障害. *総合臨床*, 57 (1) :138-139, 2008.

## H 知的財産権の出願・登録状況

なし

## I 参考文献

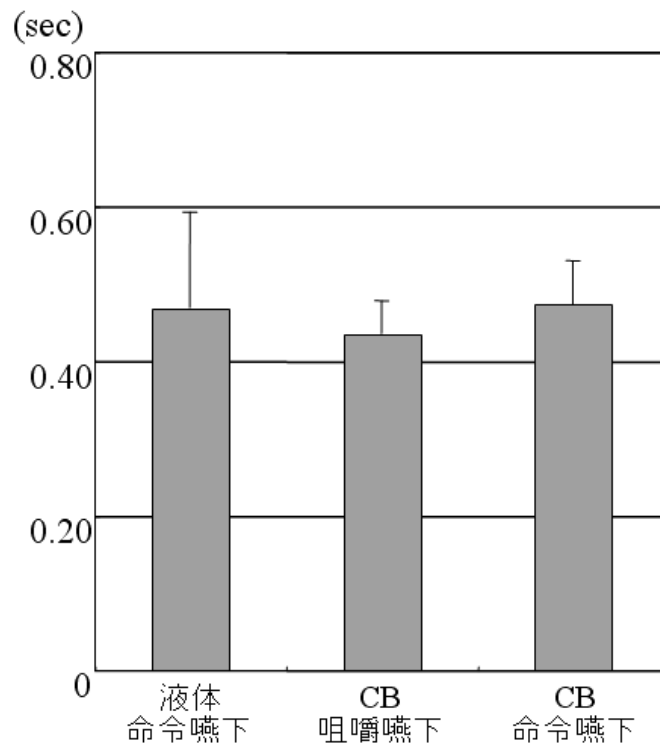
1. 藤谷順子: 窒息. *臨床栄養*, 111 (4) : 471-473, 2007.
2. 河野朗久, 中山雅弘, 的場梁次: 小児の窒息とその予防. *小児科診療*, 59 (10) :1594-1600, 1996.
3. 徳田佳生, 木佐俊郎, 永田智子, 原順子: 窒息・誤嚥性肺炎および嚥下障害徴候症例における摂食・嚥下能力の比較検討. *日摂食嚥下リハ会誌*, 9 (2) : 159-165, 2005.

### 別表参照

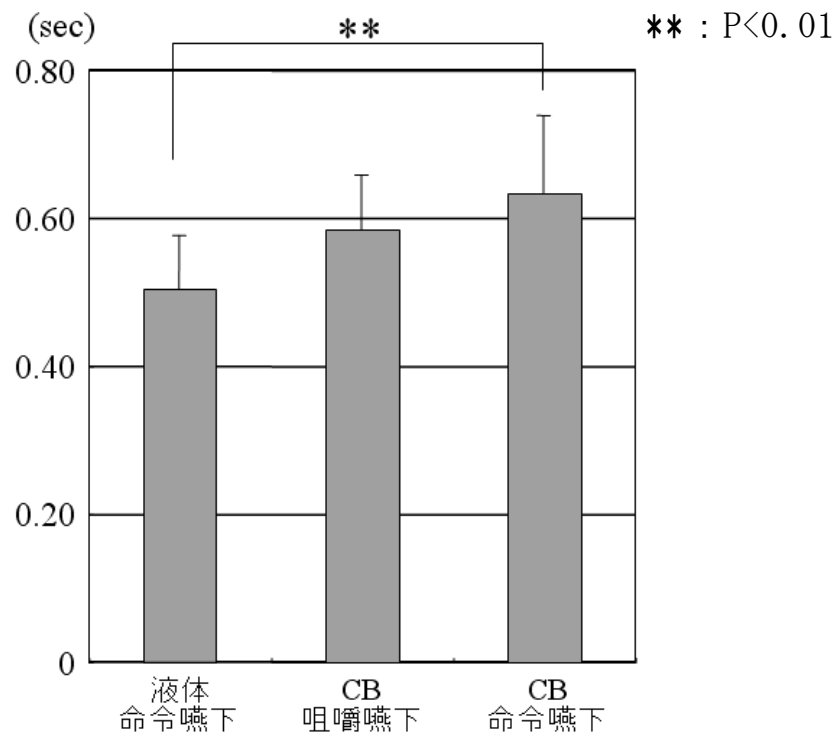
図1 下咽頭通過時間とPRT

図2 舌骨挙上時間と食道入り口部最大前後径

別表

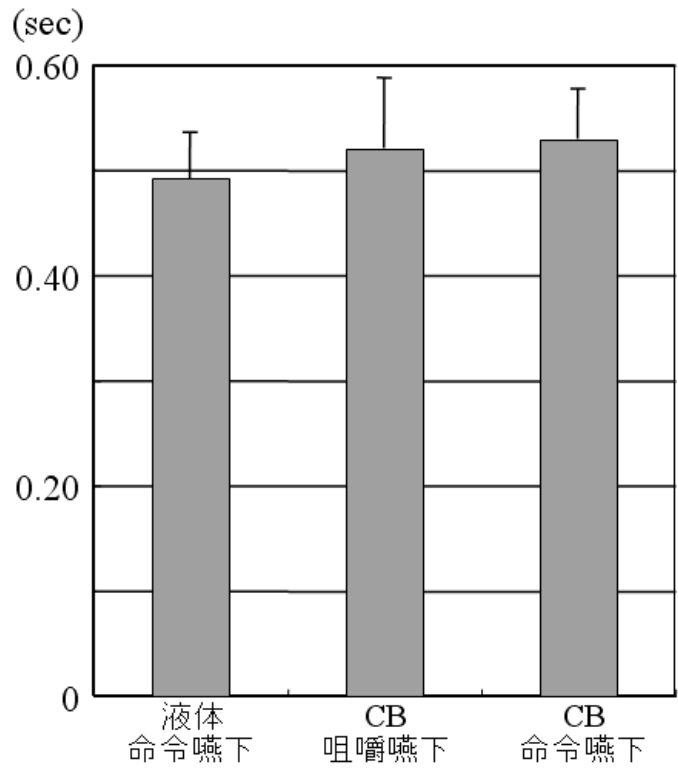


下咽頭通過時間

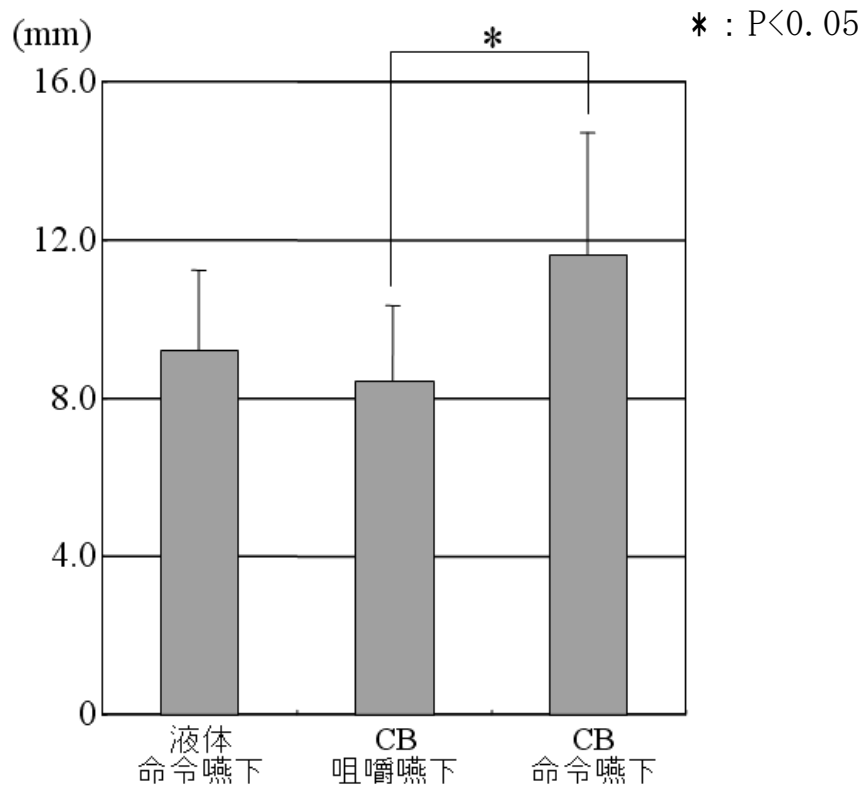


PRT (嚥下反射から食塊後端UES通過まで)

図1 下咽頭通過時間とPRT



舌骨挙上時間



食道入口部最大前後径

図2 舌骨挙上時間と食道入口部最大前後径

厚生労働科学研究費補助金

分担研究報告書

食品による窒息の現状把握と原因分析

CT画像の三次元造形による中咽頭部の形状評価

主任研究者 向井 美恵 昭和大学歯学部口腔衛生学教室

研究協力者 石川健太郎 昭和大学歯学部口腔衛生学教室

弘中 祥司 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

#### 研究要旨：

食品による窒息のヒト側のリスク要因として、咽頭・喉頭部のエアウェイを歯顎顔面用コーンビーム X 線 CT 装置および三次元造形システムを用いて、立体構築後に評価することにより、エアウェイの最狭部の位置や同部位の断面、最狭部位の三次元形態の特徴などについての視覚的に容易に評価可能であった。同システムで幼児と成人、老人を比較したところ窒息のリスク部位である中咽頭部の長さが幼児は成人に比較してかなり短く、老人は喉頭下垂のために長くなっているエアウェイの状態が視覚的に直接比較可能であり、窒息の原因となっている食品の形態とヒト側のリスクとしてのエアウェイの形態を関連させて検討するのに有用であることがわかった。

#### A 目的

食品によ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・下咽頭の形態をエアウェイとして直接的な模型とし

て造形して、形態の特徴のみならず最狭部の位置や断面積を知ることは窒息の原因分析を行う上で重要である。しかし、窒息事故の頻度が高い小児期と高齢期は、咽頭腔の形態の加齢変化



が大きい時期にあたる。そこで、窒息の原因を分析するヒト側の要因として、この時期の咽頭腔の形状を客観的に評価する方法と加齢による形態変化の分析方法を考案することを目的に本研究を行った。

## B 方法

医科用X線 CT 装置(GE 横河メディカル HiSpeed9XI、以下 CT)および歯顎顔面用コーンビーム X 線 CT 装置(日立メディコ製 CB MercuRay、以下 CBCT)の2つの装置にて撮影を行った。撮影条件は臨床にて一般的に使用される条件を用い、画像は三次元造形システム(米国 Z 社製三次元造形機 Z510、Materialise 社製三次元画像処理ソフトウェア mimics, Magics)にて咽頭・喉頭部の立体構築を行った<sup>1)</sup>。構築された3D 画像からエアウェイの描出精度及び4歳の幼児、20歳代の成人、70歳代の高齢者についてエアウェイの三次元造形モデルを制作し、立体的な咽頭腔の形態評価についてその可能性を検討した。

## C 結果と考察

エアウェイの描出精度では、軟組織である咽頭部については CT と比較して CBCT においてその表出精度が優れ

ており、立体構築後の形態評価に適していた(研究を継続して第14回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会発表予定)。

また、CT や CBCT は通常、骨や軟組織などの実質の形態学的特徴を評価するものであるが、虚像である咽頭・喉頭部のエアウェイを実像として立体構築し、三次元造形システムによりモデルを製作した。窒息の場合であるエアウェイの実態モデルからは側貌断面の薄さと前額断面の幅の広さ、および咽頭腔のエアウェイの最狭部の位置、同部位の断面、最狭部位の三次元形態の特徴、中咽頭前壁の細かな凹凸程度などについての視覚的に容易に評価可能であった(図1)。

幼児と成人、高齢者を中咽頭、下咽頭に分けて比較した(図2, 3, 4)。窒息のリスク部位である中咽頭の長さは、ともに幼児はかなり短く幅も狭く、咽頭前壁の凹凸も複雑で強い傾向が伺えた。これに対して高齢者の中咽頭は成人に比較して加齢による喉頭下垂のために長くなっており<sup>2)</sup>、幼児と高齢者では窒息の原因となる食品の物性や形などが異なることも推察された<sup>3)</sup>。

しかしながら、咽頭腔の最狭部の位置や断面の形態特徴などについては

未だ明らかにできていない。今後、このシステムを使って窒息のヒト側の要因であるエアウェイの特徴について、窒息の好発年齢である小児期と高齢期について解析を行う予定である。

#### D 参考文献

- 1) 曾根由美子ほか：歯顎顔面用コーンビームエックス線CTを用いた摂食・嚥下器官の3次元的评价。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) 金子巧：嚥下における舌骨運動のX線学的解析—男女差及び年齢変化について，日耳鼻誌，95：974-987，1992.
- 3) 横山美加ほか：X線ビデオ透視画像による嚥下動態の解析—第三報；喉頭蓋の形態と誤嚥の危険との関連—，口科誌，50：223-226，2001.

#### E 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし

#### 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 エアウェイの描出
- 図2 エアウェイの年齢比較（側面）
- 図3 エアウェイの年齢比較（喉頭蓋側）
- 図4 エアウェイの年齢比較（咽頭後壁側）

別表



咽頭後壁側



喉頭蓋側



舌背面

喉頭蓋谷

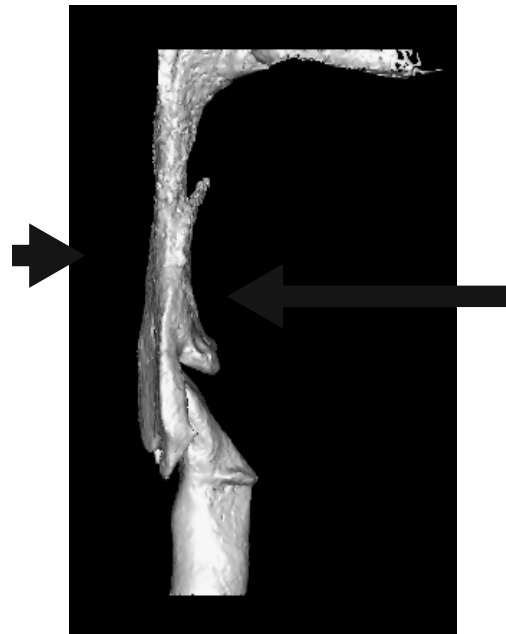


図1 エアウェイの描出

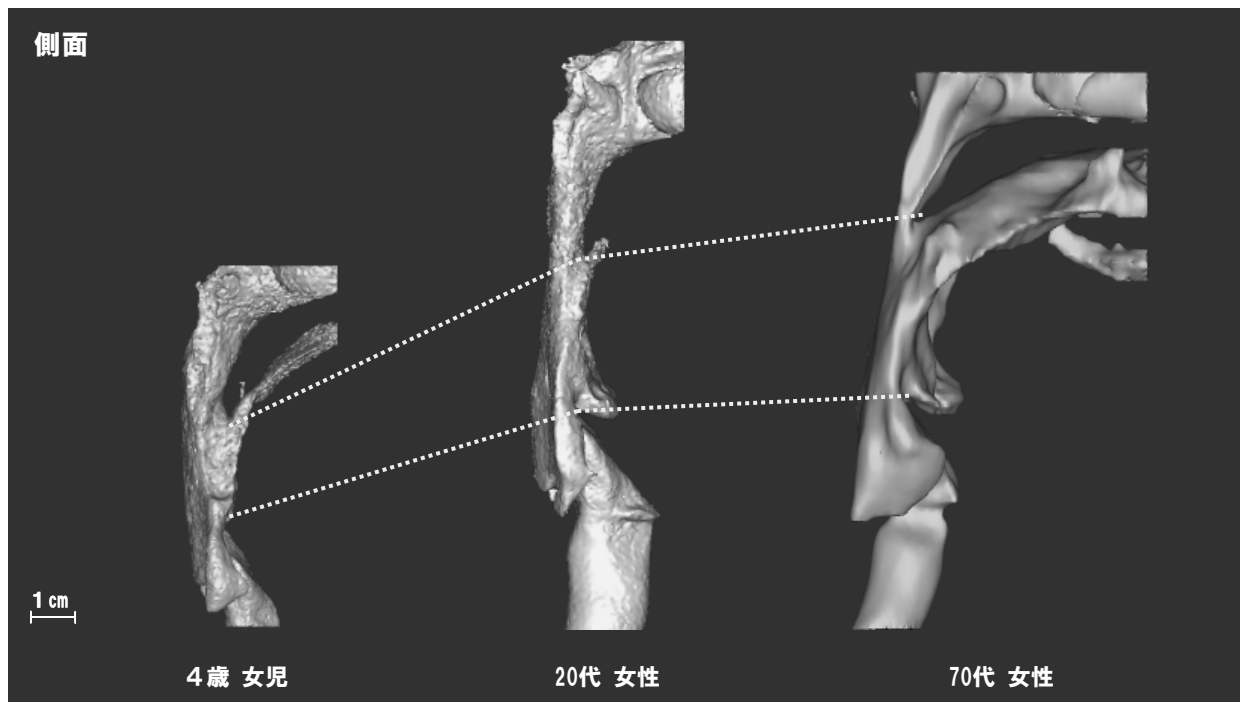


図2 エアウェイの年齢比較（側面）

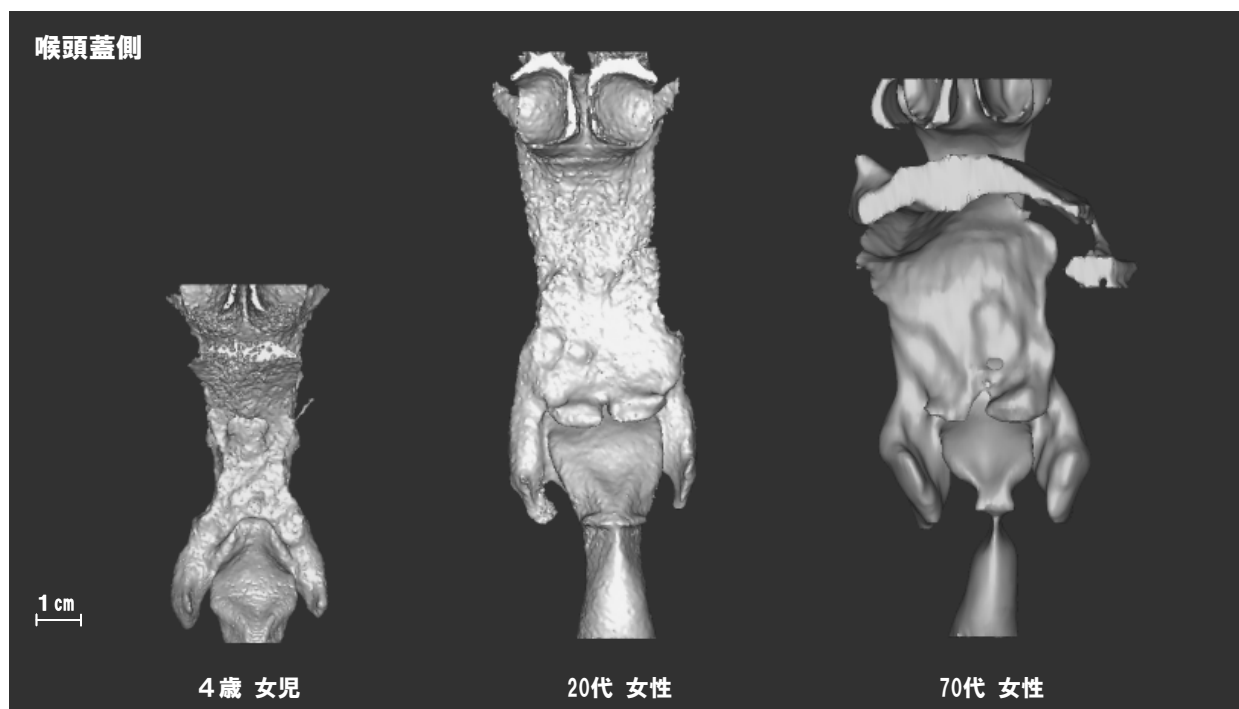


図3 エアウェイの年齢比較（喉頭蓋側）

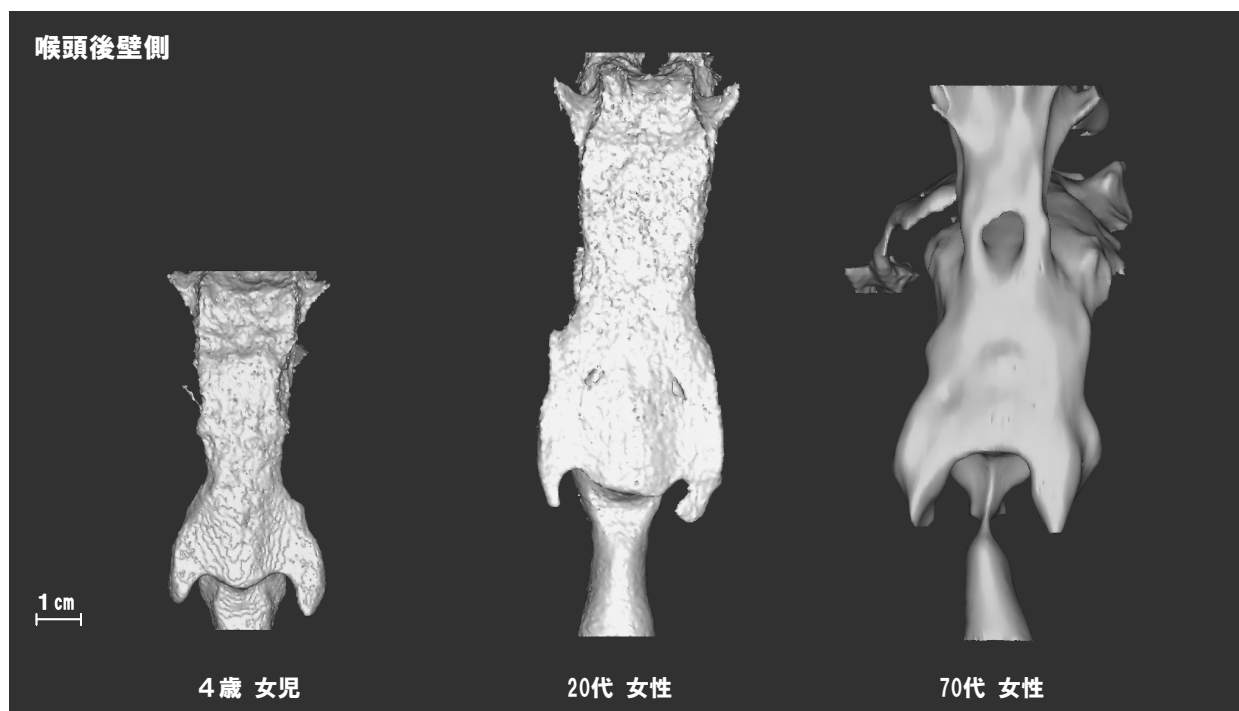


図4 エアウェイの年齢比較（喉頭後壁側）

## 研究成果の刊行に関する一覧表

### 論文発表

1. Saitoh E, Shibata S, Matsuo K, Baba M, Fujii W, Palmer JB :  
Chewing and food consistency: effects on bolus transport and  
swallow initiation. *Dysphagia*, 22 (2) :100-107, 2007.
2. 才藤栄一: 摂食・嚥下障害のリハビリテーション. *日本医師会雑誌*,  
136 (5) : 869-873, 2007.
3. 横山通夫, 加賀谷齊, 才藤栄一, 藤井航: 高齢者の嚥下障害. *総合臨  
床*, 57 (1) : 138-139, 2008.