

厚生労働科学研究費補助金  
特別研究事業

食品による窒息の現状把握と原因分析に関する研究

平成19年度 中間報告書

主任研究者 向井美恵

平成20（2008）年 3月

## 目 次

I. 総括研究報告	
食品による窒息の現状把握と原因分析に関する研究 向井美恵	2
II. 分担研究報告	
1. 食品による窒息事故の現状把握に関する研究 堀口逸子・市川光太郎	6
2. 原因食品の分析に関する研究 大越ひろ・向井美恵	
①餅の物性に及ぼす温度の影響	10
②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	12
3. ヒト側の因子の分析に関する研究 才藤栄一・向井美恵	
①嚥下造影による嚥下（窒息）状態の解明に関する研究	14
②CT 画像の三次元造形による中咽頭部の形状評価	18
III. 研究費会計報告	20

## I. 研究の概要

主任研究者：昭和大学歯学部口腔衛生学教室  
向井美恵

### I. 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。要旨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。
- ・こんにやく入りゼリーは、室温に比べて冷温で、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、窒息のリスクは摂取食品の形や物性・温度などが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必要がある、リスクの高い食品を食べる場合には、十分に咀嚼して食品を粉砕するとともに狭い咽頭を通過しやすいように唾液と十分に混和することが窒息を予防する点から重要である。今後さらに窒息の現状把握と原因分析の必要性が示唆された。

## II. 研究経過の概要

3 領域の研究の経過は以下の通りであった。

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、消防局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長について、3次元造形装置を用いてエアウェイの造形模型の精度と作成方法について検討した。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」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。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、②では転帰、基礎疾患の有無の2項目を加えた、それぞれ全8項目である。また事故事例のあった期間を平成18年1月1日から12月31日までの1年間とし、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」では、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検討を行った。一方、ミニカップタイプのこんにやく入りゼリーについても特に冷温時との比較から温度による物性変化を検討した。

「3. 窒息事故のヒト側の要因」では、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模型が作成可能となった。さらに3次元画像上で咽頭最狭部の形態および面積・容積について検討した。

ヒトの嚥下機能面では、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種を設定して検討した。

### Ⅲ. 研究結果の概要

#### 1. 窒息の現状調査結果の概要

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、特に高齢者で多かった。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性があろう。

#### 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 592 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

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の概要

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や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の概要

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、食物形態や物性との関連を分析が容易に可能とな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。

## II. 分担研究報告

### 1. 食品による窒息事故の現状把握に関する研究

分担研究者：順天堂大学医学部公衆衛生学教室

堀口逸子

北九州市立八幡病院

市川光太郎

#### 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、平成 18 年 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。

#### 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。

#### 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。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。また事故事例のあった期間を平成 18 年 1 月 1 日から 12 月 31 日までの 1 年間とし、調査は平成 20

年2月に実施した。

分析にはSPSS11.0Jを用いた。

結果：

調査①：消防本部

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592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。

年齢の記載があるもので、「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。

#### 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「こんにやく」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例などがあつた。

年齢別に「もち」を見ると、「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、「なし」203例、無回答31例であった。基礎疾患は、「あり」417例、「なし」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「なし」の約6.5倍、80歳以上では同様に約7倍であった。

#### 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とも、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。これは誤飲によって、消防隊の処置によって死に至らなかった事例があることが考えられた。

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。今後詳細な分析をすすめるなければならない。

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、お忙しい中、本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方々に深く御礼申し上げます。

#### 参 考：

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，

## 2. 原因食品の分析に関する研究

### ①餅の物性に及ぼす温度の影響

分担研究者：日本女子大学家政学部食物学科

大越ひろ

研究協力者：日本女子大学家政学部食物学科

金娟廷、岩崎裕子

#### 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。

#### 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。

#### 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

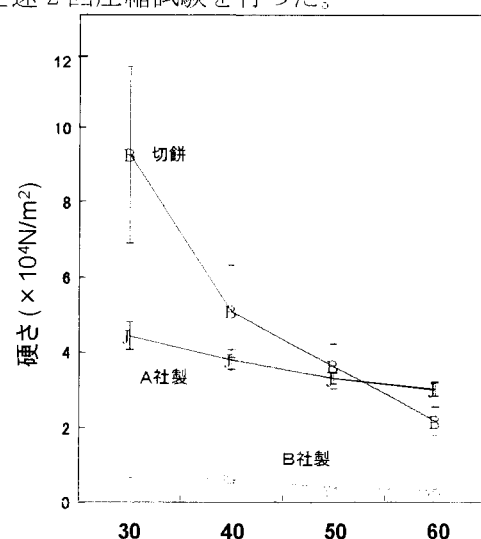


図1 硬さと温度の関係

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。

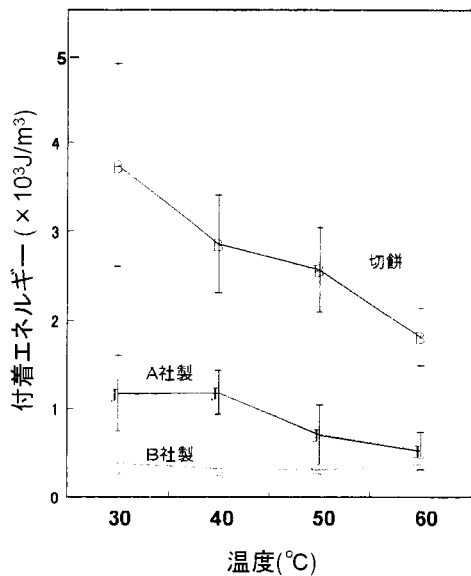


図2 付着エネルギーと温度の関係

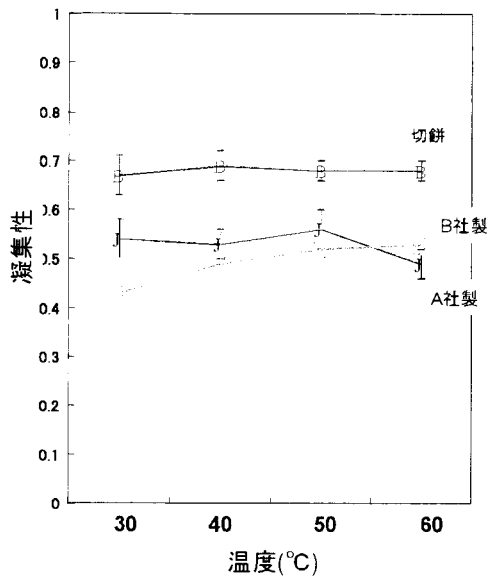


図3 凝集性と温度の関係

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°C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°C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性があるといえる。

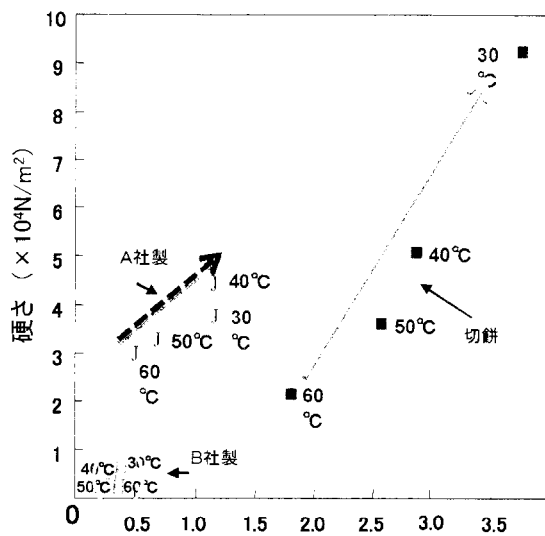


図4 硬さと付着エネルギーの温度による変化

## ②温度変化がこんにやく入りゼリーの物性に及ぼす影響の検討

主任研究者：昭和大学歯学部口腔衛生学教室

向井美恵

研究協力者：昭和大学歯学部口腔衛生学教室

石川健太郎、内海明美、横山重幸

### 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やく入りゼリーが着目されている。また、こんにや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おり、これが窒息事故を起こる一つの要因になっていると考えられる。そこで、こんにや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。

### 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やく入りゼリー2種類（以下、こんにやくA・こんにやくB）およびこんにや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%のときの圧縮応力（以下、圧縮応力）、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。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。

### 結果と考察：

こんにやく入りゼリーにおいて、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（図1～3）。特にかたさ応力では室温と比較して、冷温では著しく大きくなる製品も存在した。また、城戸ら<sup>1)</sup>、海老原ら<sup>2)</sup>は、体温から離れるにつれて嚥下反射の潜時が短縮すると報告しており、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。

温度変化がこんにやく入りゼリーの物性変化に及ぼす影響を検討した結果、こんにや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。

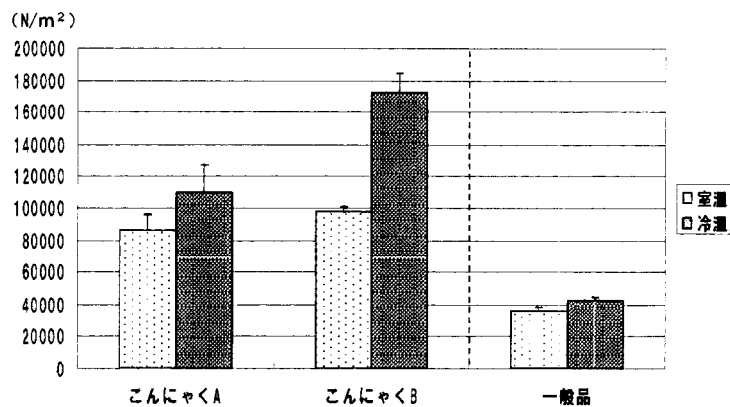


図1 圧縮応力

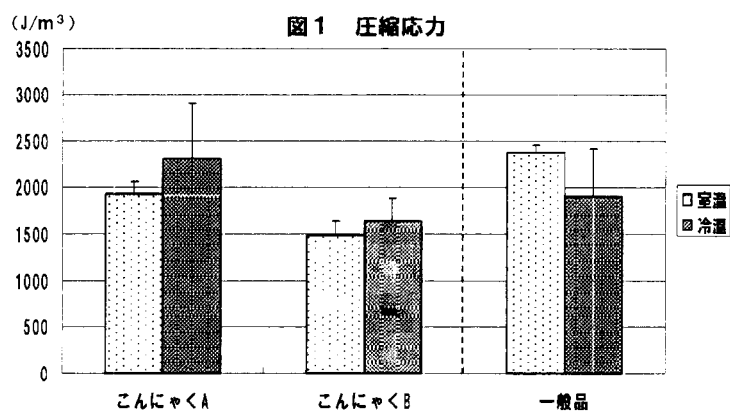


図2 付着性

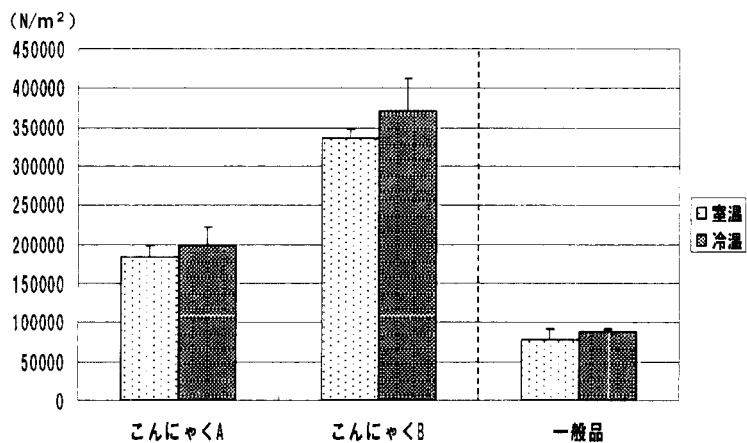


図3 破断応力

参 考 :

- 1) 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.
- 2) 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.

### 3. ヒト側の因子の分析に関する研究

#### ①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：藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座

才藤栄一

協力研究者：藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座

横山通夫、金森大輔

藤田保健衛生大学衛生学部リハビリテーション学科

馬場 尊、岡田澄子

東京医科歯科大学大学院口腔老化制御学分野

尾崎研一郎

#### 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。

#### 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康成人 6 人（男性 5 人、女性 1 人、平均年齢 27.5±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、リバーズ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、舌骨が上前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前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。

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。

なお、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。

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 ( $P=0.003$ )。



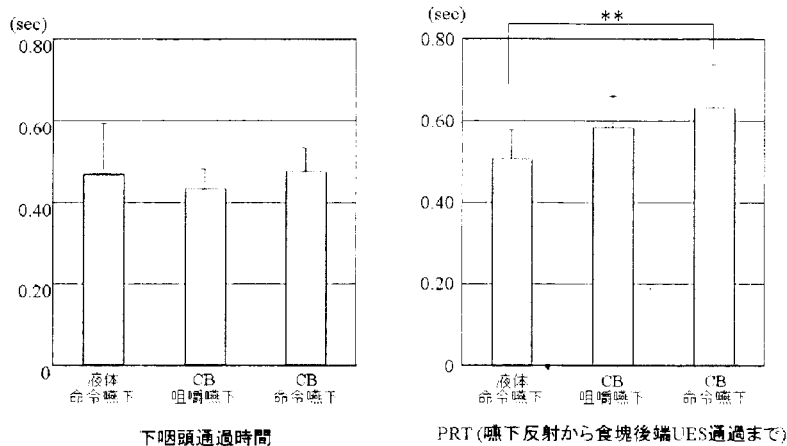


図1. 下咽頭通過時間とPRT

\*\*、P < 0.01

### 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 ( $p=0.06$ )。

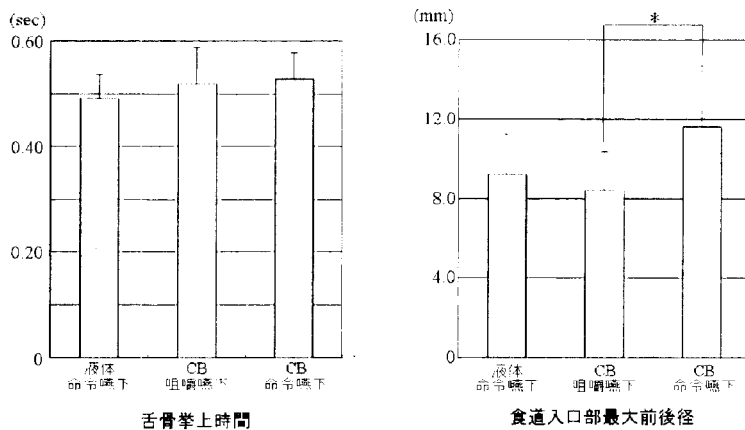


図2. 舌骨挙上時間と食道入口部最大前後径

\*, P < 0.05

### 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。

#### 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。

#### 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。

#### 参 考：

- 1) 藤谷順子：窒息，臨床栄養，2007；111(4)：471-3.
- 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.

#### 研究発表：

##### 1) 論文発表

- ・ Saitoh E, Shibata S, Matsuo K, Baba M, Fujii W, Palmer JB. : Chewing and food consistency ; effects on bolus transport and swallow initiation. , Dysphagia, Apr;22(2):100-7, 2007.
- ・ 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，Aug;136(5):869-73、2007.
- ・ 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、Jan;57(1):138-139、2008.

## ②CT 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：昭和大学歯学部口腔衛生学教室

向井美恵

研究協力者：昭和大学歯学部口腔衛生学教室

石川健太郎、弘中祥司、山中麻美

### 目 的：

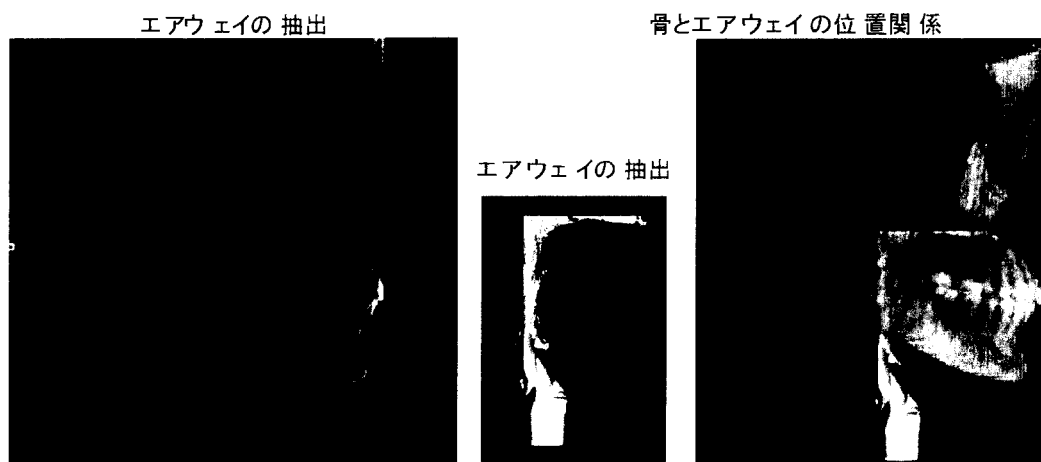
食品による窒息事故の人側のリスク要因として、食品が停留しやすいと推察される中咽頭の最狭部の位置と断面積を知ることは窒息の原因分析を行う上で重要である。しかし、窒息事故の頻度が高い小児期と高齢期は、咽頭腔の形態の加齢変化が大きい時期にあたる。そこで、窒息の原因を分析するヒト側の要因として、この時期の咽頭腔の形状を客観的に評価する方法と加齢による形態変化の分析方法を考案することを目的とした。

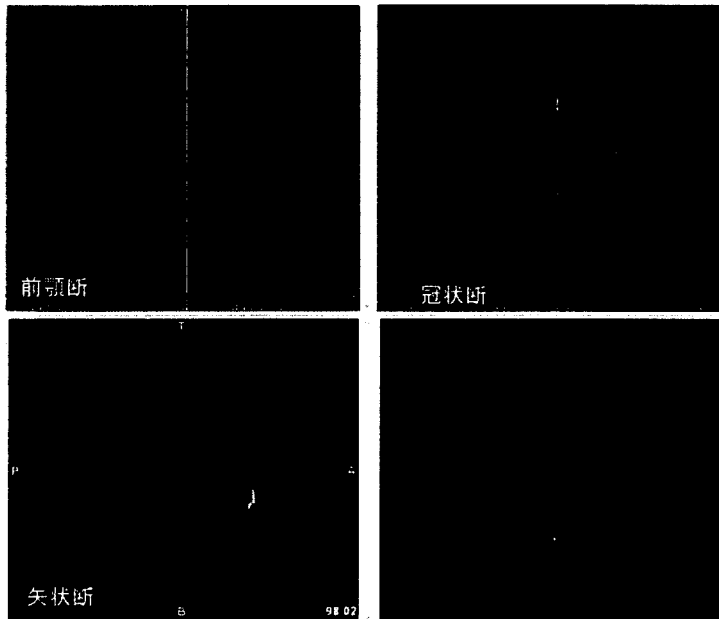
### 方 法：

X線 CT 装置 (GE 横川目メディカル HiSpeed 9 XI 以下 CT) およびコンビーム X 線 CT 装置 (日立メディコ製 CB Mercuray 以下 CBCT) 2つの装置によって得られた三次元画像を基に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) を用いて咽頭・喉頭部の立体構築を行い<sup>1)</sup>、エアウェイの描出精度及びエアウェイの三次元造形モデルで立体的な咽頭腔の形態評価の可能性について検討した。

### 結果と考察：

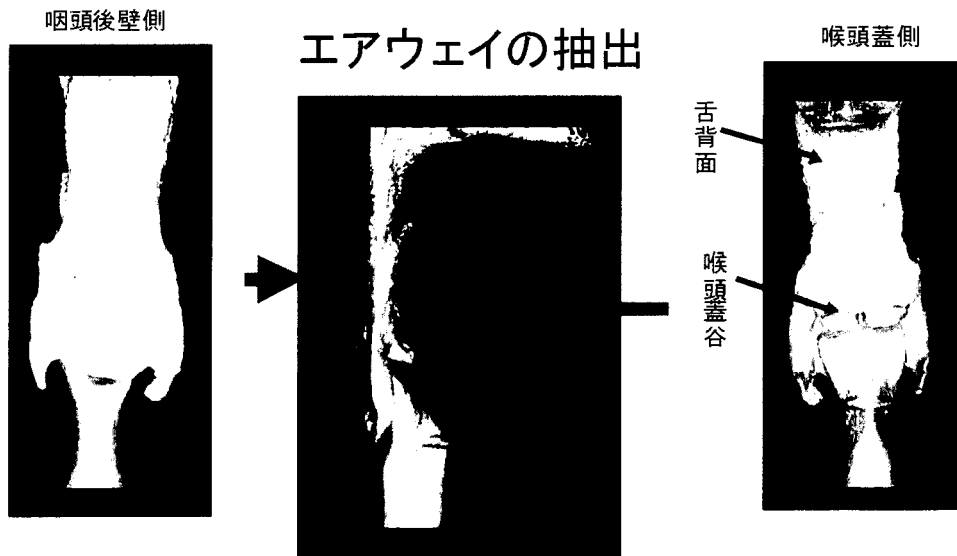
エアウェイの描出精度では、軟組織である咽頭部については CBCT の P-mode が他の三次元描出画像に比べ精度が優れていた。





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。

今後、このシステムを使って小児期と高齢期の咽頭腔の特長について解析を行う予定である。



参 考 :

- 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.