

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。

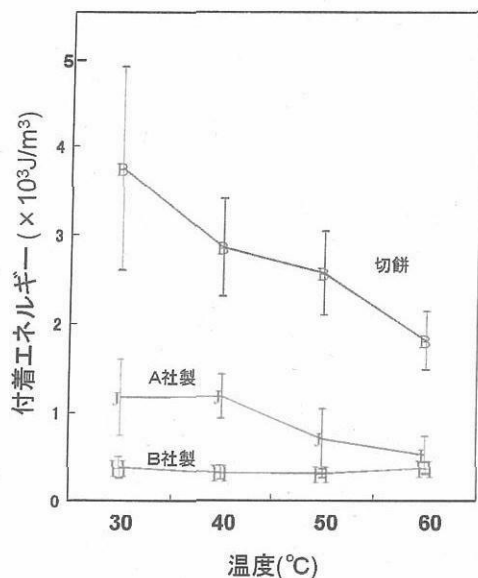


図2 付着エネルギーと温度の関係

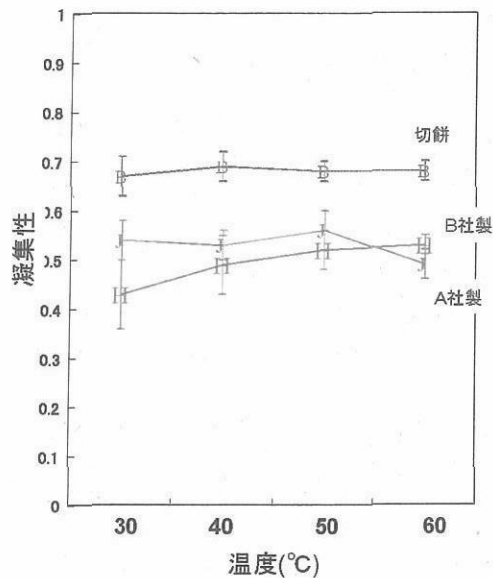


図3 凝集性と温度の関係

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℃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。

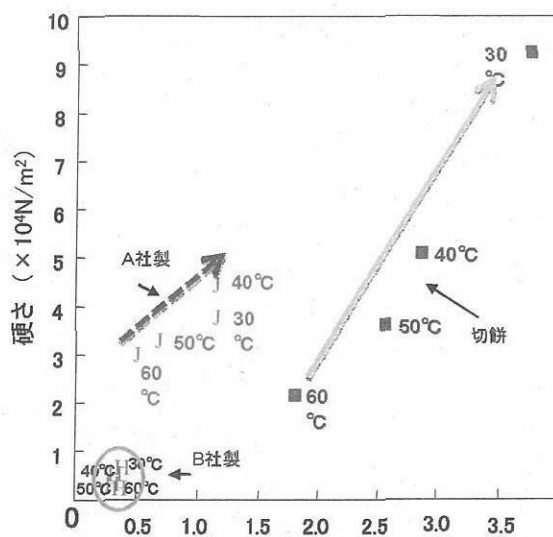


図4 硬さと付着エネルギーの温度による変化

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¹⁾、海老原ら²⁾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。

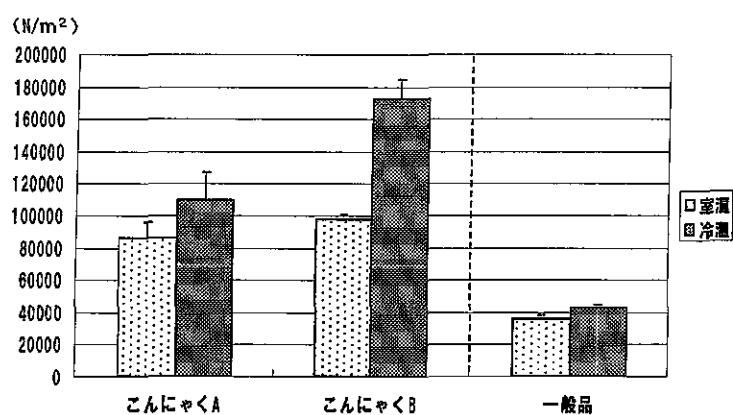


図1 圧縮応力

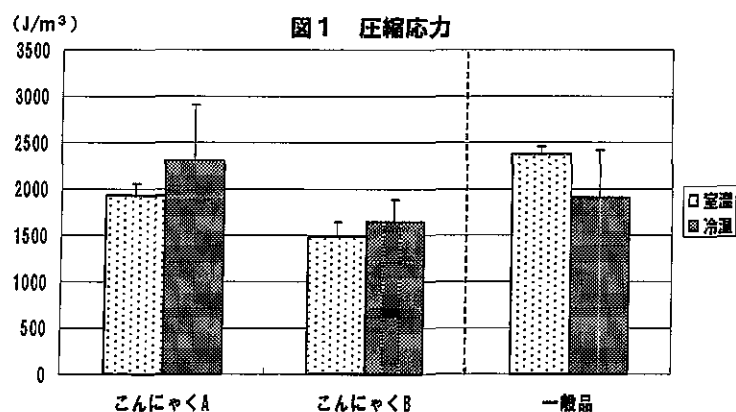


図2 付着性

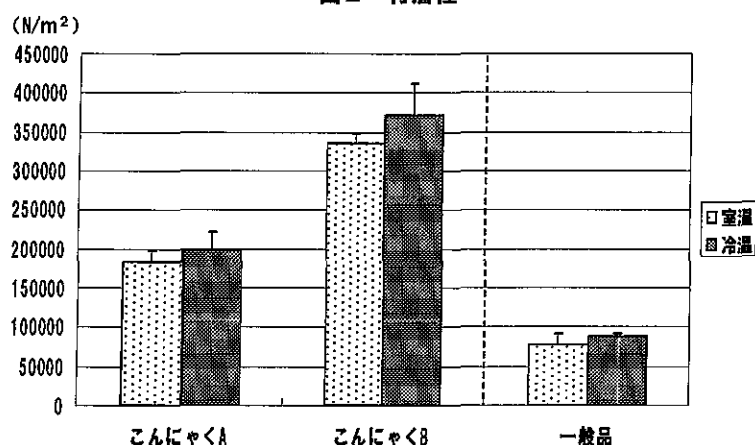


図3 破断応力

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) 海老原寛ほか: 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常成人 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。

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 ± 0.12 秒、CB 咀嚼嚥下で 0.44 ± 0.04 秒、CB 命令嚥下で 0.47 ± 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 ± 0.07 秒、CB 咀嚼嚥下で 0.58 ± 0.07 秒、CB 命令嚥下で 0.63 ± 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 ($P=0.003$)。

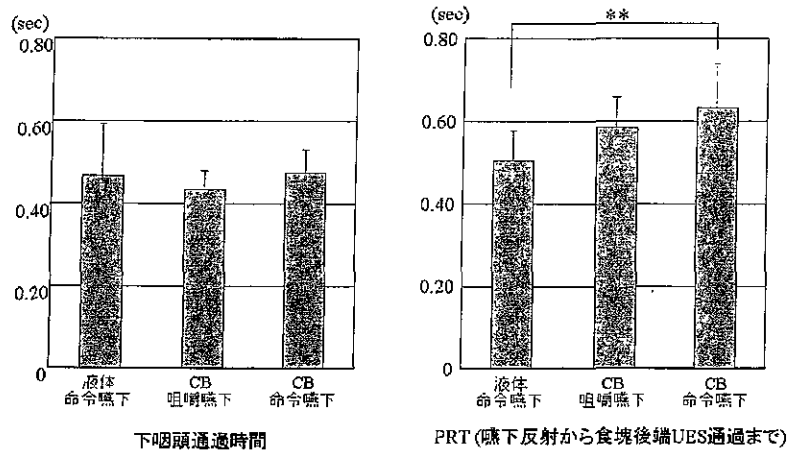


図1. 下咽頭通過時間とPRT

**; $P < 0.01$

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 ± 0.04 秒、CB咀嚼嚥下で 0.52 ± 0.07 秒、CB命令嚥下で 0.52 ± 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 ± 2.0 mm、CB咀嚼嚥下で 8.4 ± 1.9 mm、CB命令嚥下で 11.6 ± 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 ($p=0.06$)。

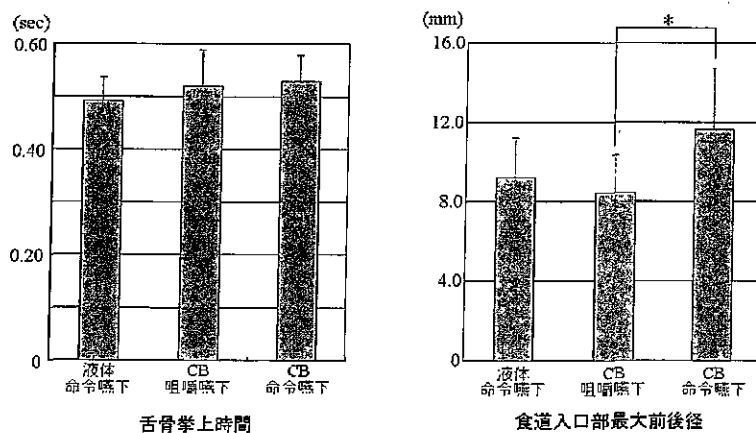


図2. 舌骨挙上時間と食道入口部最大前後径

*; $P < 0.05$

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 N/m^2 、付着性は 19 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 N/m^2 、付着性は 2556 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 N/m^2 、付着性は 1757 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。

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。

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.