

ン類（菓子パンを除く。）」及び「菓子パン類」の合計によった。

③ **肉類、魚介類**：平均一口量は、全人口及び高齢者 8～16g、小児 3～12g の範囲と仮定して計算を行った。平均一日摂取量は国民健康・栄養調査の「肉類」、「魚介類」によった。

④ **果実類**：平均一口量は、全人口及び高齢者 8～16g、小児 3～9g の範囲と仮定して計算を行った。平均一日摂取量は国民健康・栄養調査の「果実類」のうち「生果」によった。

⑤ **こんにゃく入りゼリー**：2007 年のこんにゃく入りゼリーの推定生産量約 15 千トン（参照 1）を総人口（人）と 365 日で除して得られる 0.3g/人/日を平均一日摂取量とした。2007 年に試買されたこんにゃく入りゼリーの最大径と体積の平均は約 20cm³とされ（参照 105）、平均一口量は 1 個 25g として計算を行った。窒息事故死亡症例数は平成 19 年度厚生労働科学研究の「75 救命救急センター（2007 年）」データにおける「ミニカップゼリー」が全てこんにゃく入りゼリーであったものと仮定して算出することとした。

表 2 3 食品による~~気道閉塞を原因とする~~窒息事故頻度

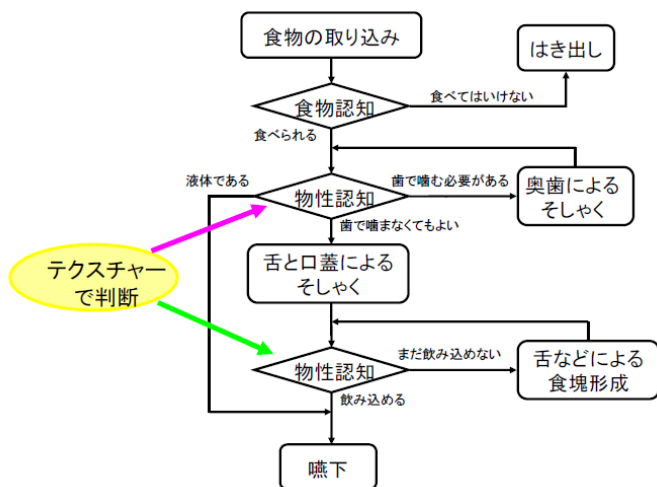
国民健康・栄養調査の特別集計を依頼中

2. 食品の物性等

（1）テクスチャー

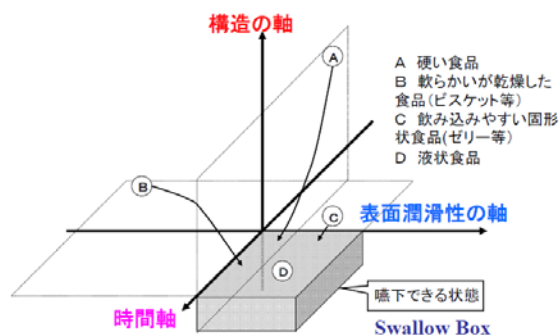
舌触り、歯切れ、噛みごたえ、喉ごし等、ヒトの感覚で知覚できる食品の物理的な特性をテクスチャーという。ヒトは、食品を摂り、咀嚼をする度に、口中の食塊のテクスチャーを~~感~~認知して、~~歯で噛む必要があるかどうか、食塊形成が適切になされているかどうか、歯で噛む必要があるかどうか、嚥下が可能かどうかについて判断するとされている（図 12）。~~（参照 7、11、106、107）

図 12 テクスチャー感知と咀嚼・嚥下



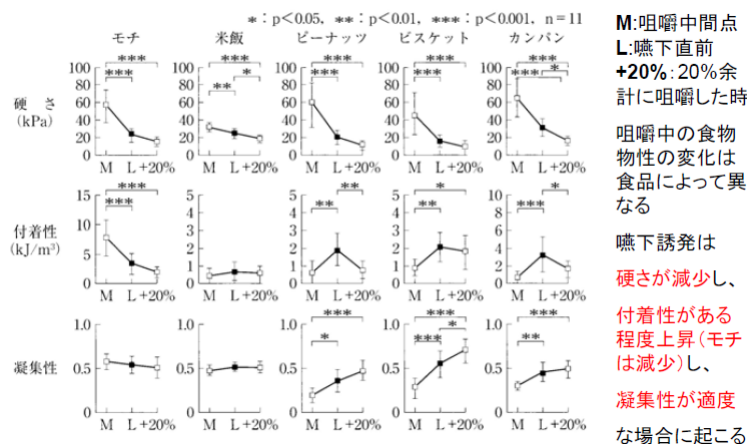
ヒトは、食品を口に入れると咀嚼を行い、食品を歯で噛み砕いて構造を下げ、唾液をよく混ぜて表面を滑らかにして、口中の食塊が適切な状態になり、咀嚼が完了したと判断したときに、嚥下を行うものと考えられており、図 13 のようなモデルが発表されている。(参照 7、11、107、108)

図 13 咀嚼による口腔内のテクスチャー調整と嚥下



健常人 11 例に餅、米飯、ピーナッツ、ビスケット及び乾パンを咀嚼させたときの口中の食塊のテクスチャーの変化は図 14 のとおりである。硬さについてはいずれの食品も低下し、付着性については餅が下がるものの他の食品では嚥下時に最大となり、凝集性についてはあまり変化がないものと徐々に増加するものがあった。ヒトは、咀嚼により食品の構造を壊して硬さを下げ、食塊を形成するために付着力を増加させているものの、もともと付着力が非常に強い餅については付着力を下げ、嚥下できる状態であるとの判断を下すのではないかと考えられている（参照 7、11、109）。例えば、口中のテクスチャー調整機能が未発達又は低下している場合、誤嚥又は嚥下困難の状態から窒息事故につながる可能性も考えられる。

図 14 咀嚼による食塊のテクスチャーの変化

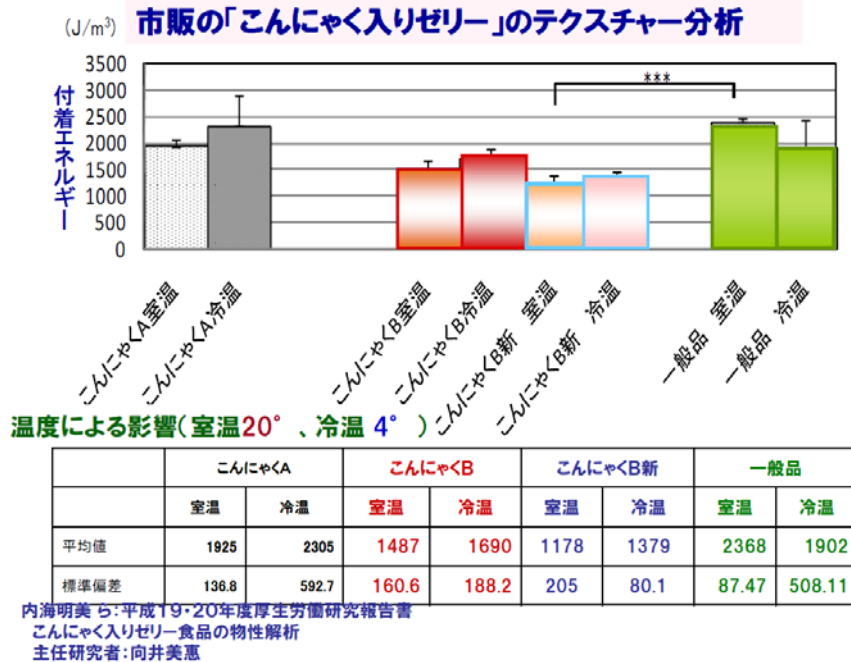


a. 表面平滑性

弾性のある食品としてこんにやく入りゼリー及びマシュマロの口腔内移動時間を液体（硫酸バリウム水溶液）と比較した実験においては、マシュマロでは有意な時間延長が認められた一方、より表面が平滑なこんにやく入りゼリーについては液体と同様の移動時間であった。（参照 7、8）

窒息事故の発生等を踏まえ、2008 年 11 月に、物性を改良（グルコマンナン配合量の削減）したとされる新しいこんにやく入りゼリー製品が販売されている。2008 年 11 月より前に販売されていた同種の従来製品と付着エネルギーを比較した結果が図 15 のとおりであり、従来製品よりもさらに付着性は低下し、こんにやく入りではない一般のゼリー（ゼラチンゼリー）と比較するとさらに付着性は低下した。すなわち管腔部や陥没部に容易に嵌入しやすいといえるが、外れやすいともいえ、介在部位と状況によっては窒息事故につながりうる物性ではないかと考えられた。（参照 4、5、110）

図 15 2008 年 11 月前後のこんにゃく入りゼリー製品等の付着性



b. 弾力性

22～34 歳の健常成人 5 例に、弾力性の高い食品の食塊と想定して、直径 30mm、高さ 5mm の円筒形に整形し、硫酸バリウム水溶液に浸したこんにゃく入りゼリー及びマシュマロを口腔内に入れ、3 回ずつ咀嚼なしに嚥下させ口腔内移動時間を測定している際に、下咽頭までは容易に到達するものの、食道入口部を通過できない事例が認められたとされる。このように食塊が、食道入口部の先に移送されず、梨状陥凹に貯留する一方の状態では喉頭腔を閉塞してしまった時に窒息事故が発生するのではないかと指摘がある。(参照 7、8)

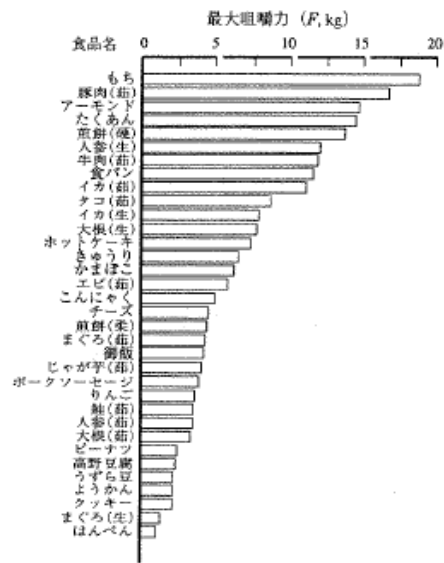
c. 硬さ、噛み切りにくさ

窒息事故の要因となるような食品の硬さとは、「気道をいったん閉塞した時の取り出しにくさ」の他に、咀嚼しにくさ、噛み切りにくさ、嚥下しにくさ等といったテクスチャーに相關するものと考えられる。こうしたテクスチャーについては、汎用の機器による硬さの測定のみでは評価は困難であるとされる。他方、食品を押し込み大きく(例えば 9 割近)変形させたときの機器測定による力学応答と、ヒトに実際に起こる咀嚼挙動の変化とがよく対応するとの報告がある。(参照 7、11)

軟らかいが噛み切るのに咀嚼力を要するような食品は、容易に変形するので咀嚼力の低い者でも口に入れてしまうが、そのまま喉に詰めてしまいやすく、特に高齢者にとって危険であり、注意が必要とされている。(参照 111)

「噛み切りにくさ」の評価については、機器測定その他、官能検査でも困難であるととされる。生体計測法による評価事例が報告されている。健常な成人女性を対象に、咀嚼に最も使われる効き歯側の第一臼歯に生じる咀嚼力（被験食品の厚さに関わらずそのテクスチャーをよく反映するとされる。）を測定した結果によれば、機器測定では硬い食品と評価されるクッキーが、本生体計測では咀嚼力を要しない食品として評価されている。また、餅、豚肉（茹）、牛肉（茹）、食パンといった高齢者の窒息事故の多くの原因とされる食品は最大咀嚼力 10kg 以上を要したとされている（図 16）。餅については、温度による硬さの変化（後述）に留意する必要があるが、大きな圧縮・変形を加えないで機器測定した場合、硬さは小さくいものと評価されてしまうが、「噛み切る」ためには大きな咀嚼力を必要とする食品である。咀嚼力の低下した者が食べた場合、噛み切れていないまま飲み込み込んでしまうことにより窒息事故につながる可能性が大きくなるものと考えられる。他方、米飯については、最大咀嚼力 5kg と、窒息事故の原因としては報告されていない食品とも大差はなく、米飯による窒息事故については別の要因が寄与しているのではないかと考えられる。（参照 7、11、112）

図 16 咀嚼力を要する食品



d. 飲み込みにくさ

高齢者が食べにくいとされる食品として、飲み込みにくい、芋類等のいわゆる「パサつく」食品が挙げられる。適度な水分や油分は、こうした食品の食塊形成を助けるとされる（参照 111）。施設入居及び在宅独居の高齢者群 358 例（平均 76.3 歳）及び壮年者群 243 例（平均 51.8 歳）に対し行われた、「飲み込みにくい食品」についてのアンケート調査によれば、雑煮の餅、食パンといった窒息事故の多くの原因とされる

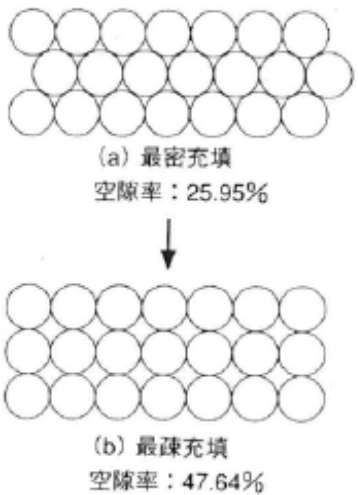
食品も上位にみられるものの、焼きいも、ゆで卵（黄身）、酢の物等といった、必ずしも窒息事故の主たる原因食品とはされていないものが上位に挙げられている（図 17）。また、高齢者群の間で、単に「餅」ではなく「雑煮の餅」として挙げられたことが注目された。（参照 7、10、113、114）

図 17 飲み込みにくい食品

順位	高齢者群		壮年者群
	施設入居者	在宅独居者	
1	酢の物	焼きいも	焼きいも
2	焼きいも	ゆで卵(黄身)	ゆで卵(黄身)
3	ゆで卵(黄身)	酢の物	酢の物
4	雑煮の餅	ウエハース	ウエハース
5	お茶	カステラ	カステラ
6	カステラ	食パン	マッシュポテト
7	梅干し	ハンバーグ	食パン
8	もりそば	梅干し	ピーナッツ
9	凍り豆腐	焼きのり	梅干し
10	食パン	雑煮の餅	もりそば

雑煮の餅を口に含んだとき、餅の表面は雑煮の汁及び唾液により覆われているが、咀嚼され伸びた状態で咽喉の奥に送られると、餅の表面積が拡大するとともに、餅を構成する粒子が摩擦力により整列、膨張（ダイラタ~~ン~~シー）し、粒子の間隙に水分が吸い取られ、相対的に餅表面の潤いが少なくなると摩擦係数が大きくなり、咽喉の表面に付着しやすくなるのではないかと指摘もある（参照 4、5、115）。

図 18 ダイラタ~~ン~~シー



(2) 大きさ

米国では、CPSC が 1979 年に連邦危険物法（Federal Hazardous

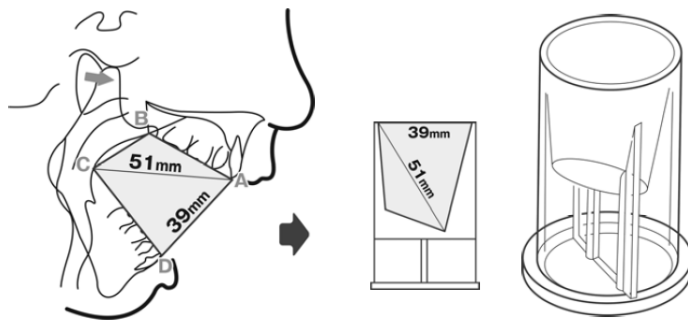
Substance Act) の規定に基づき制定し、1980 年より施行した連邦規則において、2 歳以下の乳幼児が使用する玩具その他の物品で、小さい（内径 1.25 インチ（3.17cm）の筒で長さ 1～2.25 インチ（2.54～5.71cm）の範囲をくり抜いて示したもの（SPTF (small parts test fixture) と呼ばれる。）に押し込むことなく収まるもの）がゆえに、気道閉塞、誤嚥又は誤飲のハザードを有する物は、禁止危険物とみなすとしている。

我が国においては、3 歳児の口の最大径が約 39mm、口の奥行（下顎乳切歯先端から、下顎咬合平面と咽頭部軟組織との交点まで）が約 51mm であるとして、**図 19** のような独自の「誤飲チェッカー」を作成し、これに収まるような、小児の口に入りやすいと思われる物は小児の手の届かない場所（例えば高さ 1m 以上）に置くように保護者を指導するといった試みが紹介されている。（参照 1 3、1 4、1 1 6、1 1 7）

図 19 「誤飲チェッカー」

3歳児の口腔容積計測点

誤飲チェッカー



他方、1972～1989 年の約 17 年間に CPSC が収集した、製品（食品を除く。）による窒息死亡事故 355 例について解析がなされたところ、①（SPTF 試験が適用される玩具等の対象外である）3 歳以上の小児（124 例）が約 1/3 を占めたこと、②硬さが柔軟な製品（例：風船）を原因とする割合は、2 歳以下の乳幼児（33.3%）よりも 3 歳以上の小児（59.7%）の方が有意に（ $p<0.001$ ）高かったこと、③原因製品の大きさが判明した 101 例中 14 例（13.9%）の原因製品は SPTF 試験に適合する大きさであったこと、④14 例の事故は仮に SPTF の内径を 3.17cm から 4.44cm、最大長さを 5.71cm から 7.62cm まで延長すれば防止できたかもしれないこと、⑤14 例の原因製品のほとんどは「キャラクターもの」の玩具で一部が完全な球形であるために、侵入角度に関わらず中咽頭～下咽頭を完全に閉塞したと考えられること等、SPTF による対策でも事故を完全には防止することができなかったことが報告されている。（参照 1 1 8）

また、1988～1989 年の 2 年間に米国の 8 病院小児科において外科的処

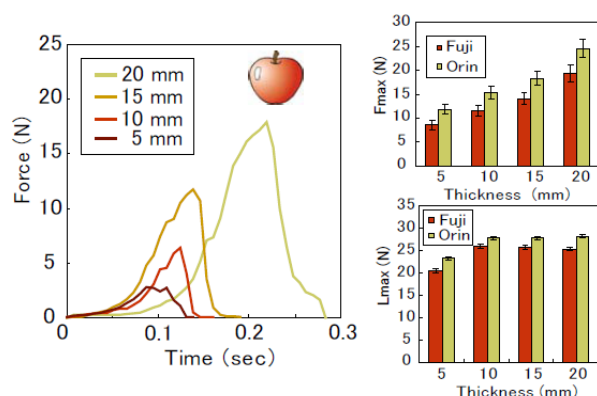
置を要した食道異物／気道異物（鼻腔異物を除く。）522 例（1 か月～18 歳（中央値 2.0 歳）。食品＋非食品。死亡例なし）の診療録について解析がなされたところ、ほぼ全例（99%）において異物は SPTF 試験に合格しない大きさであった一方、SPTF 試験の対象である 2 歳以下の乳幼児は 63%にとどまったことから、著者は SPTF 試験により保護する小児の対象を 4 歳以下に変更するよう提言している。（参照 1 1 9）

我が国においても、小児が直径 4cm を超える球形の玩具を口に入れ、飲み込みはしなかったものの、舌が咽頭の後ろに押し込まれたことにより窒息した事例が紹介されている。（参照 7、9）

一般的に食品については、一口量をとって口に入れ、~~で嚥下を行う前に~~咀嚼し、嚥下することを前提としており、上記のような本来口に入れることを想定していない製品と必ずしも同様に扱うべきではない。ただし、球形又はそれに準じた形であって、そのまま又は唾液と混ざり合うことにより表面が滑りやすくなる等により、口中でのコントロールを失い、咀嚼することなく誤嚥してしまうおそれのある食品については、誤嚥予防のための介入の一つの方途となるかもしれない。

厚さを 5、10、15 及び 20 mm としたりんごの硬さについて、機器測定、生体計測によりそれぞれ評価した結果が図 20 のとおり報告されている。機器測定では厚さが 10 mm 以上では硬さが不変と評価されたが、生体計測では厚さに応じて比例して必要とされる咀嚼力が増大していた。（参照 7、1 1、1 2 0、1 2 1、1 2 2）

図 20 厚さと咀嚼力



- 厚さが増加するのに伴い、咀嚼の最大力が増加した
- 機器測定では、厚さが10mmを超えると一定値を示した

（3）形状

1988～1989 年の 2 年間に米国の 8 病院小児科において外科的処置を要した食道異物 312 例（食品異物 53 例及び非食品異物 259 例）並びに~~／~~気道異物（鼻腔異物を除く。）210 例（食品異物 141 例、非食品異物 69 例）の合計 522 例（1 か月～18 歳（中央値 2.0 歳）。~~食品＋非食品。~~死亡例なし。）の診療録について解析がなされたところ、異物の形状が判明した 342 例（うち食品異物が何例かは不明）の構成は、表 2 4 のように「丸みを帯びた物」252 例（74%）、「先の尖った物」80 例（23%）及び「四角い物」10 例（2%）となっていた。気道異物の 70%は「先の尖った物」であり、その理由として、長細い形状のため、比較的声門を通過しやすく、咳嗽反射による排出が有効に機能しにくいためと説明されている。（参照 1 1 9）

表 2 4 気道異物／食道異物の形状

1988-89米国8小児科 食道異物／気道異物（除鼻腔異物）（n=522） うち形状の判明したもの（n=342）	症例数	構成比 （%）
先の尖った物	80	23.4
「V字型」	9	2.6
三日月型	12	3.5
ボルト	28	8.2
ティアドロップ型	10	2.9
くさび型	9	2.6
ピン	12	3.5
丸みを帯びた物	252	73.7
球型	8	2.3
半球体	4	1.2
シリンダー型	16	4.7
円盤型	212 *	62.0
楕円形	8	2.3
輪	4	1.2
四角い物	10	2.9
正六面体	5	1.5
直方体	4	1.2
凹凸のあるブロック	1	0.3

註 「円盤型」の212例のうち199例はコインで全て食道異物。

異物の寸法（「長さ」、「幅」及び「高さ」）を比較したものが表 2 5 のとおりであり、大きく「平べったい」物は気道よりも食道異物となりやすい傾向がみられる。コインのような円盤型の物が気管・気管支異物となりにくいのは、声門よりも大きく、咳嗽反射や嘔吐反射による排出が有効であるためと説明されている。なお、この調査では致死的な重篤症例は含まれていなかったことから、一般的に声門より上部の気道を閉塞し窒息その他重篤な状態に陥りやすい球型異物症例の割合が少ないとされている。（参照 1 1 9）

表 2 5 気道異物／食道異物の寸法

1988-89米国8小児科 食道異物／気道異物（除鼻腔異物）（n=522） うち形状の判明したもの（除コイン）（n=143）	異物寸法		
	「長さ」 (mm)	「幅」 (mm)	「高さ」 (mm)
「先の尖った物」	17.2	8.6 *	5.3 *
「丸みを帯びた物」	19.1	18.6	2.4
平均	18.0	12.5	4.1
気道異物	13.6	7.0	5.7
食道異物	19.5 *	18.7 *	2.7 *
「先の尖った物」による気道異物	14.4	7.0	5.3
「先の尖った物」による食道異物	22.1 *	12.4 *	5.0 *
「丸みを帯びた物」による気道異物	13.0	8.5	4.3
「丸みを帯びた物」による食道異物	19.6 *	19.4 *	2.3 *

註 「長さ」=最も長い寸法、「幅」=2番目に長い方向の寸法、

「高さ」=最も短い方向の寸法

* p<0.05（コインを除外）

（４）窒息事故が発生しやすい食品の物性等

a. 餅

市販の一般の切り餅 1 製品及び「高齢者向け」餅 2 製品について一旦 100℃の沸騰水中で 3 分間加熱し、内部温度が 60、50、40 及び 30℃のときのテクスチャー特性を測定（厚生労働省「高齢者用食品」の測定方法に準じている。）したところ、一般の切り餅では、50～60℃（雑煮で食べるときの器から口に入れた直後の温度に相当）においては硬さが約 2～4N/cm²、付着エネルギーが約 1.5～3×10³J/m³であったのが、40℃（咀嚼により外気、体温により低下した温度に相当）ではそれぞれ 4～6 N/cm²、約 2.5～3.5×10³J/m³と上昇していた（図 21）（参照 4、5、7、10、123）。

この結果から、一般の餅は咀嚼し嚥下するまでに温度が下がった場合には、ダイタランシ＝（図 17）による伸びやすさと付着性は大きいので、表面の潤いの低下とも相まって、一旦咽喉の表面に張り付くと取れにくくなるという物性が増強されるものと推測される。