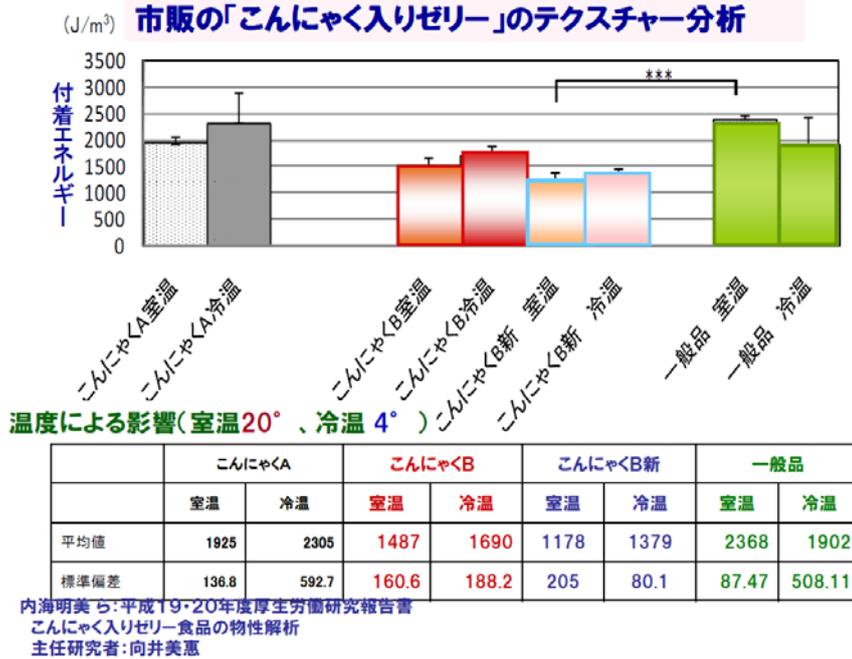


1

図 14 2008 年 11 月前後のこんにゃく入りゼリー製品等の付着性



2

3

4

b. 弾力性

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

c. 硬さ、噛み切りにくさ

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

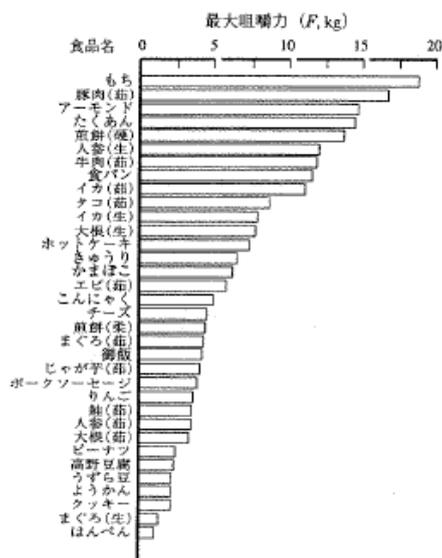
25

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関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（9割近く）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、そのまま喉に詰まってしまうやすく、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105）

「噛み切りにくさ」の評価については、機器測定の外、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 15）。餅は、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、106）

図 15 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 105）。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

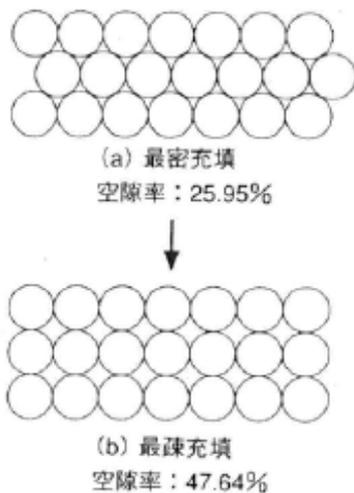
1 いった、必ずしも窒息事故の主たる原因食品とはされていないものが上
 2 位に挙げられている（図 16）。また、高齢者群の中で、単に「餅」で
 3 ではなく「雑煮の餅」として挙げられたことが注目された。（参照 7、1
 4 0、107、108）

5
 6 **図 16 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	許の物	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)	許の物	許の物
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	もいそば	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	もいそば

7
 8
 9 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
 10 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
 11 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
 12 イタランシー）し、粒子の間隙に水分が吸い取られ、相対的に餅表面の
 13 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
 14 くなるのではないかとの指摘もある（参照 4、5、109）。

15
 16 **図 17 ダイタランシー**



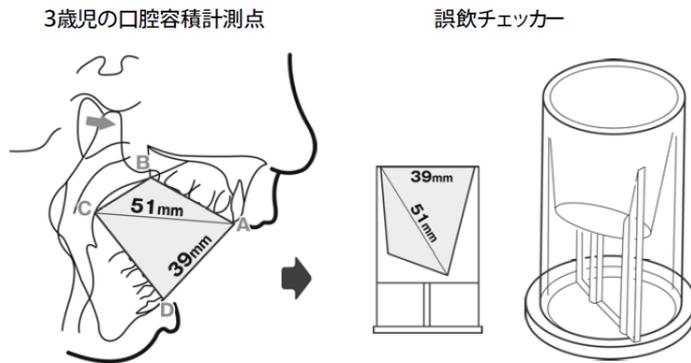
17
 18
 19 **(2) 大きさ**

20 米国では、CPSC が 1979 年に連邦危険物法（Federal Hazardous
 21 Substance Act）の規定に基づき制定し、1980 年より施行した連邦規則

1 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
2 径 1.25 インチ（3.17cm）の筒で長さ 1～2.25 インチ（2.54～5.71cm）の
3 範囲をくり抜いて示したもの（SPTF（small parts test fixture）と呼ば
4 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
5 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。

6
7 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
8 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
9 であるとして、**図 18** のような独自の「誤飲チェッカー」を作成し、これ
10 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
11 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
12 試みが紹介されている。（参照 1 3、1 4、1 1 0、1 1 1）

13
14 **図 18 「誤飲チェッカー」**



15
16
17 他方、1972～1989年の約 17年間に CPSC が収集した、製品（食品を
18 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
19 （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
20 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
21 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%）
22 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
23 101 例中、14 例の原因製品は SPTF 試験に適合する大きさであったこと、
24 ④14 例の事故は仮に SPTF の内径を 3.17cm から 4.44cm、最大長さを
25 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
26 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
27 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
28 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
29 とができなかったことが報告されている。（参照 1 1 2）

30 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
31 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

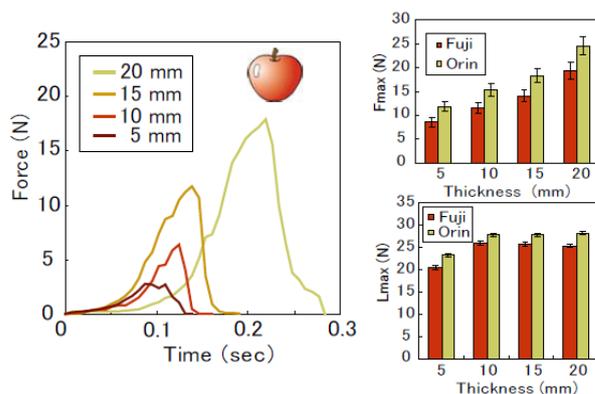
1 歳（中央値 2.0 歳）。食品＋非食品。死亡例なし）の診療録について解析
2 がなされたところ、ほぼ全例（99%）において異物は SPTF 試験に合格し
3 ない大きさであった一方、SPTF 試験の対象である 2 歳以下の乳幼児は
4 63%にとどまったことから、著者は SPTF 試験により保護する小児の対象
5 を 4 歳以下に変更するよう提言している。（参照 1 1 3）

6 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、
7 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
8 り窒息した事例が紹介されている。（参照 7、9）

9
10 一般的に食品は口に入れて嚥下を行う前に咀嚼を前提としており、上
11 記のような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
12 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
13 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
14 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
15 の介入の一つの方途となるかもしれない。

16
17 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
18 定、生体計測によりそれぞれ評価した結果が図 19 のとおり報告されてい
19 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
20 体計測では厚さに比例して必要とされる咀嚼力が増大していた。（参照
21 7、11、114、115、116）

22
23 図 19 厚さと咀嚼力



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

26 (3) 形状

27 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
28 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

1 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
 2 られたところ、異物の形状が判明した 342 例の構成は、表 2 4 のように「丸
 3 みを帯びた物」252 例 (74%)、「先の尖った物」80 例 (23%) 及び「四
 4 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」
 5 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
 6 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。
 7 (参照 1 1 3)

8
 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

10 註 「円盤型」の 212 例のうち 199 例はコインで全て食道異物。
 11

12 異物の寸法 (「長さ」、「幅」及び「高さ」) を比較したものが表 2 5
 13 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
 14 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
 15 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
 16 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
 17 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
 18 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
 19 されている。(参照 1 1 3)

1

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）

2

3

4

(4) 窒息事故が発生しやすい食品の物性等

5

6

a. 餅

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

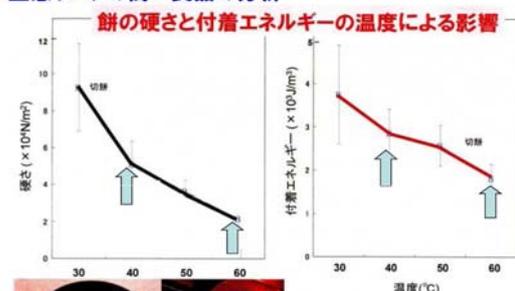
19

20

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 20）（参照 4、5、7、10、117）。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、ダイタランシー（図 16）による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增強されるものと推測される。

図 20 餅の硬さと付着エネルギーの温度による影響

窒息リスクの高い食品の分析



大越ひろ:平成19年度厚生労働研究報告書
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)

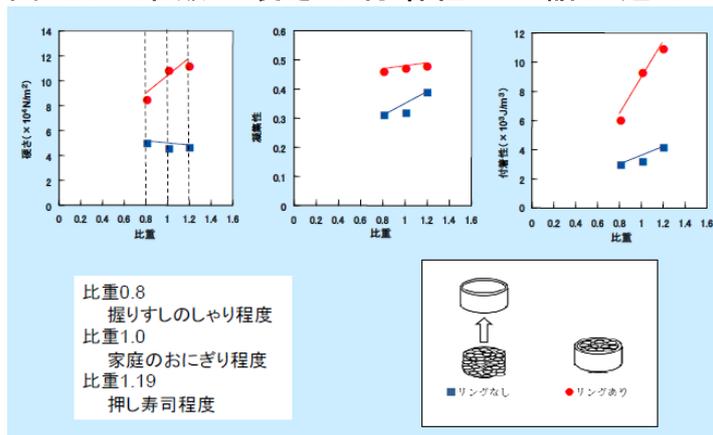
21

22

b. 米飯

米飯の窒息事故事例のうち、「おにぎり」や「寿司」のように摂食形態を特定した報告が少なからずある。内径 4.0cm、高さ 2.0cm の円柱状のステンレス製リング（「のどに詰まった」状態を想定）に、炊飯後 20°C で 60 分間放置した米飯を比重 0.80（にぎり寿司程度）、1.00（おにぎり程度）及び 1.19（押し寿司程度）の条件で詰め込み、テクスチャー特性を測定したところ、比重が 0.8 から 1.19 に増加するに従い、硬さが約 8 N/cm² から約 11 N/cm² へ、付着エネルギーが約 6×10³J/m³ から約 11×10³J/m³ へ増加した（図 21）。凝集性はおよそ 0.5 弱と比重による変化はあまりみられなかった。この知見から、一般の米飯に比べ、「おにぎり」や「押し寿司」といった密度の詰まった米飯は硬さと付着性が増しており、例えば背景疾患をもった高齢者が、よく咀嚼せずに飲み込んだ場合に窒息事故の要因となる可能性が指摘されている。（参照 4、5、7、10、118）。

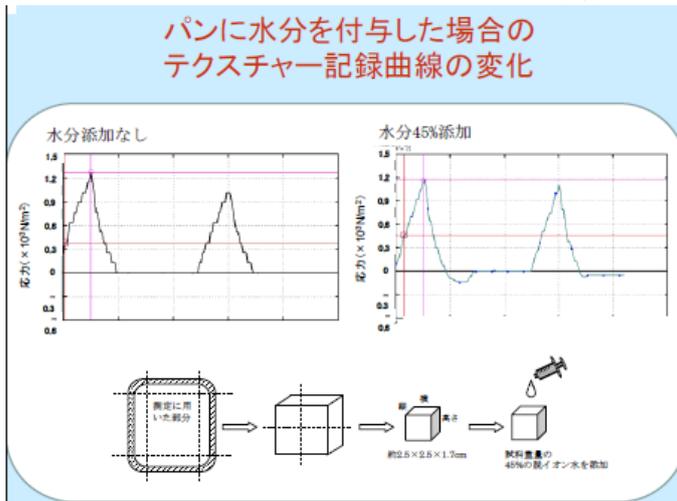
図 21 米飯の硬さと付着性の「詰め込み（比重）」による影響



c. パン

市販の食パン（6枚切り）の「耳」を除去したものを、圧縮量を変化させてテクスチャー特性を測定したところ、比重が 0.2 から 0.8 に増加するにつれ、硬さが約 0.1 N/cm² から約 1.0 N/cm² へ増加した。凝集性はわずかに低下したものの、付着性には変化がなかった。しかしながら水を 45% 加える（唾液を想定）と付着性が明確に現れた（図 22）。このことから、「のどに詰めこんだ」場合、パン類は硬さが増し、さらに唾液が加わることにより付着性が増加し、嚥下困難、排出困難となることが推察される（参照 4、5、7、10、118）。

1 図 22 パンのテクスチャーの水分添加による影響



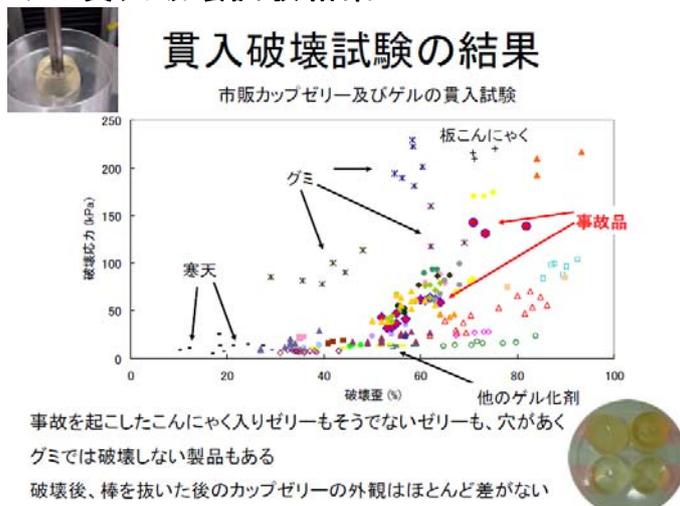
2
3

4 d. こんにゃく入りゼリー

5 こんにゃく入りゼリー（窒息事故を起こしたとされる物を含め複数の
6 製品）のほか、こんにゃくを含まないミニカップゼリー、寒天、グミキ
7 ャンデー及び板こんにゃくについて、金属の棒を貫入させる破壊試験が
8 行われており、結果は図 23 のとおりである。窒息事故を起こしたとさ
9 れたこんにゃく入りゼリー製品の硬さ及び弾力性は、他の製品と比較し
10 て特徴的なものではなく、グミキャンデー及び板こんにゃくは、こんに
11 ゃく入りゼリーよりも硬さが上回っているとされている。また、こんに
12 ゃく入りゼリーであっても、こんにゃくを含まないミニカップゼリーと
13 類似の物性を示す製品がみられたと報告されている。（参照 7、11）

14
15
16

図 23 こんにゃく入りゼリー、寒天、グミキャンデー及び板こんにゃくの貫入破壊試験結果

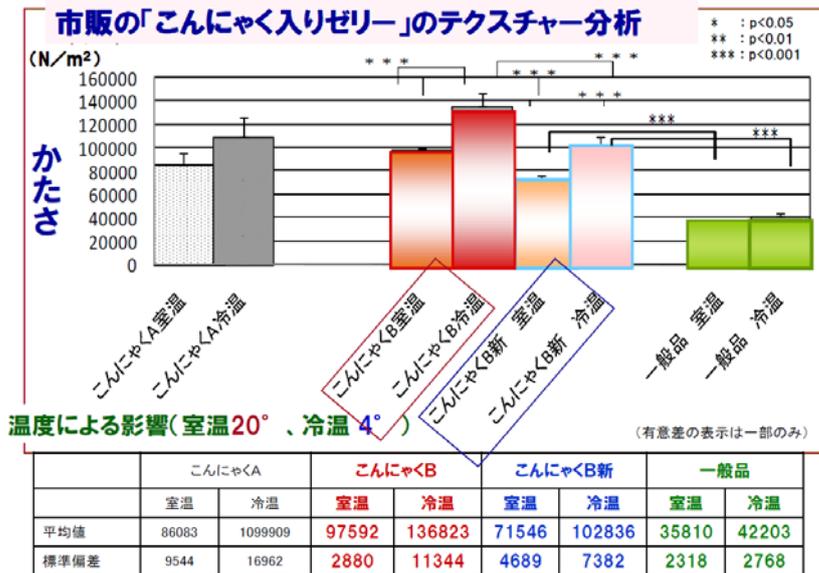


17
18
19

窒息事故の発生等を踏まえ、2008年11月以降、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硬さを比較した結果が図24のとおりであり、従来製品より硬さはやや低下したものの、なおこんにやく入りではない一般のゼリー(ゼラチンゼリー)よりも硬い。また冷やすことにより硬くなるという特性は変わっていない。(参照4、5、104)

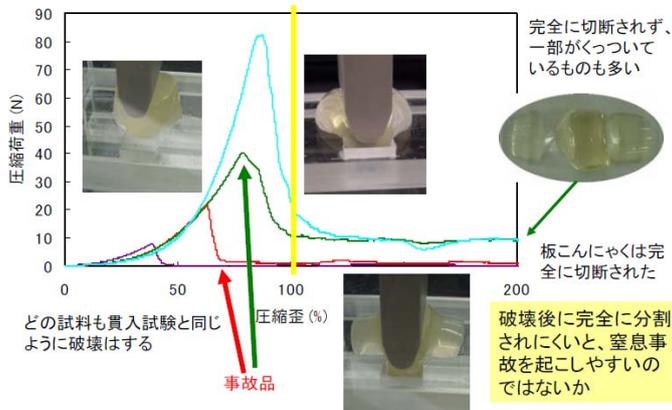
図24 2008年11月前後のこんにやく入りゼリー製品等の硬さ



こんにやく入りゼリーに貫入破壊試験を行った後、金属棒を抜くと、破孔は目立たず、外観上破壊前とあまり差がなかったとされている。こんにやく入りゼリーのような製品による窒息事故の要因としての「硬さ」の評価としては、通常の機器測定による硬さの評価では不十分であり、「噛み切りにくさ」というテクスチャーをより適切に把握する必要があると考えられる。図25のようにスリット上にこんにやく入りゼリーを置いて板で押しこむ試験では、金属棒の貫入試験と同様に破壊はされるものの、完全には切断されなかった。また、図26のように金属棒に代えて平板により押し出す試験が行われたが、平たく伸びて破壊されなかったと報告されている。(参照7、11)

1 図 25 こんにゃく入りゼリーのスリット押し出し試験結果

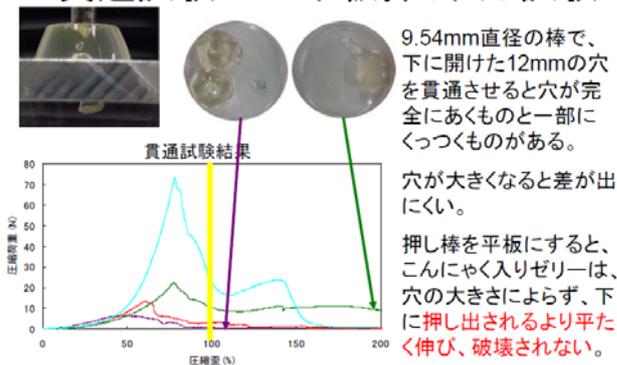
スリット押し出し試験結果



2
3
4

図 26 こんにゃく入りゼリーの貫通試験・平板押し出し試験結果

貫通試験 と 平板押し出し試験



5
6
7
8
9
10
11
12

こんにゃく入りゼリーに限らず、図 27 のように、ゼリー類をろ紙の上に置くと、貼り付いて剥がれなくなるといわれている。指でつまんで剥がそうとすると、こんにゃくの入っていないミニカップゼリーではつまんだ指のところで破壊されるが、こんにゃく入りゼリーは破壊されず、ろ紙の方が剥がれるとされる。(参照 7、11)