

りんごの品種の違いが 離乳食の物性に与える影響について — 乳児期の食品による窒息事故を防止するために —

東保 美香¹⁾ 海陸 留美¹⁾ 小野 章史²⁾

The Effects of Different Apple Varieties on the Physical Properties of Baby Food:
Preventing Choking Accidents in Infants

TOBO Mika¹⁾ KAIRIKU Rumi¹⁾ ONO Akifumi²⁾

【要 旨】

乳児期の食品による窒息事故を防止するために、誤嚥・窒息につながりやすい食品の1つであるりんごに着目し、離乳食の段階に合わせた調理法についてこれまで研究を行ってきた。りんごは品種によって硬さや食感が異なることから、本研究ではりんごの品種の違いが離乳食の物性に与える影響について検討した。

離乳初期にすりおろしたりんごを加熱して提供する場合、ふじ、ジョナゴールド、シナノスイートでは市販のベビーフード（離乳初期）の物性値に近い値となったが、硬度の高いトキはすりおろした果肉が不均質でばらつきがあり、飲み込みにくい形態となることが分かった。次に、煮りんごを離乳食の段階に合わせて調理する場合、離乳初期ではブレンダーですりつぶすことにより、すべての品種でやわらかく飲み込みやすい形態になることが分かった。離乳中期では2～3mmの粗刻みにすることで、ジョナゴールドは最もやわらかくまとまりやすい形態となり、トキのように硬度の高いりんごは、加熱時間の延長やとろみをつけて提供することが必要であると考えられた。

【キーワード】

窒息事故 乳児 離乳食 りんご 物性評価

1. 緒言

保育園等において離乳食や幼児食を提供する

際は、食品による窒息事故を防止するために、内閣府の「教育・保育施設等における事故防止及び事故発生時の対応のためのガイドライン」¹⁾に従って、誤嚥・窒息につながりやすい

¹⁾ 別府大学短期大学部 ²⁾ 川崎医療福祉大学大学院

食品やその調理法を十分に理解した上で給食を提供しなければならない。

食品による窒息事故の事例として、2023年に2施設の保育園において乳児がりんごを摂取した後に救急搬送される事故が発生している²⁾。事故の原因となったりんごについて、内閣府の同ガイドライン¹⁾では咀嚼により細かくなったとしても食塊の固さ、切り方によってはつまりやすい食材として注意が必要であるとしている。そしてりんごなどの果物は、離乳完了期まで加熱して提供する必要があるとしている。窒息事故が発生した保育園では、生後6ヶ月の乳児に薄く切ったりんごをすりおろしたものが提供され、生後8ヶ月の乳児に小さく刻んだ生のりんごが提供されていたことから、いずれも同ガイドラインに沿った提供方法ではなかったことが明らかとなった。

このことを受けて、我々は乳児期の食品による窒息事故を防止するために、離乳初期（生後5，6ヶ月）や離乳中期（生後7，8ヶ月）の離乳食に適したりんごの調理法について研究を行ってきた³⁾。これまでの研究では、離乳初期にすりおろしたりんごを加熱して提供する場合、おろし器の種類によって、かたさや凝集性に差が生じることが分かり、セラミック製より

もプラスチック製やアルミ製の方が、ばらつきが少なくやわらかくなることが分かった。次に、煮りんごを離乳食の段階に合わせて調理する場合、離乳初期ではハンドブレンダーなどですりつぶすことにより、すりおろしたりんごよりもやわらかく飲み込みやすくなることが分かった。離乳中期では煮りんごを5mmに刻むよりも2～3mmの粗刻みにする方がやわらかくばらつきが少なくなり、さらに2～3mmの粗刻みにとろみをつけることで食塊を形成しやすくなることが分かった。

これらの実験に使用したりんごは、日本で最も収穫量の多い「ふじ」を用いたが、りんごは品種によって果肉の硬さや食感に差が生じることから^{4,5)}、本研究ではりんごの品種の違いが離乳食の物性に与える影響について検討を行った。

2. 方法

(1) 実験試料

りんごは、「早生ふじ（青森県産）」、「ジョナゴールド（青森県産）」、「シナノスイート（長野県産）」、「トキ（青森県産）」の4品種（表1）を使用し、同時期にスーパーマーケットで購入

表1. 実験試料のりんごの品種⁶⁾

	ふじ（早生系）	ジョナゴールド	シナノスイート	トキ
分類	中生種・9月下旬	中生種・10月中旬	中生種・10月中旬	中生種・9月下旬～10月上旬
味の特徴	蜜が入り、糖度が高く、酸味が少なめ。	甘酸適和で食味良好。やや酸味が強く、生食にも加工用にも適している。	甘味が強く、甘酸適和で食味が良い。香りも良い。	甘酸適和で、香り、歯ざわり、口当たりが良好。
大きさ	300～350g	300～400g	300～400g	300～400g 大きさにバラつきがみられる。
形	円～長円形	円～長円錐形	円形	円～扁円形
果皮色	濃い赤色で縞状に着色するが、色が濃くなると縞が不明瞭になる。	橙紅色で縞状に色づく。	赤～濃赤色で縞状に色づく。	全体が黄色で、陽光面が淡い赤色になる。
かけ合わせ	「ふじ」の早熟系枝変わり	種子親「ゴールデンデリシャス」 花粉親「紅玉」	種子親「ふじ」 花粉親「つがる」	種子親「王林」 花粉親「ふじ」

したものを使用した。りんご1個分の重量は、ふじが約280g、ジョナゴールドが約350g、シナノスイートが約320g、トキが約280gであった。各りんごは8等分のくし形に切り分け、外皮、種と芯を除き、実験に用いた。

(2) 破断強度測定

破断強度測定にはクリープメータ（山電 RE2-33005C）を用い、各試料を厚さ5mmの薄切りにし、直径3mmの円筒形のプランジャーを用いて、ロードセル20N、歪み率99%、圧縮速度1mm/secで測定した。測定は各試料8回ずつ測定し、得られた応力-歪み曲線から破断応力(Pa)、もろさ応力(Pa)を算出し、平均値±標準偏差を求めた。

(3) テクスチャー測定

テクスチャー測定にはクリープメータ（山電 RE2-33005C）を用い、各試料を直径40mm、高さ15mmのシャーレに隙間なく平らになるように充填し、直径20mm、高さ8mmの樹脂製のプランジャーを用いて、ロードセル20N、歪み率90%、圧縮速度10mm/sec、測定温度 20 ± 2 ℃で2回圧縮し測定した。測定は各試料6回ずつ測定し、かたさ応力(N/m²)、凝集性、付着性(J/m²)を算出し、平均値±標準偏差を求めた。

1) 実験1. 市販のベビーフードの物性

市販のベビーフードを数社から購入しテクスチャー測定を行った。離乳初期として生後5ヶ月用の3種類（りんご、コーン、さつまいも）と、離乳中期として生後7ヶ月用の3種類（トマトソース、しらすうどん、チキンリゾット）を測定した。

2) 実験2. すりおろしりんご（加熱）の物性評価

離乳食用調理セットのプラスチック製のおろし器を用いて、8等分のくし形にしたりんごを100gずつすりおろした。すりおろしたりんご100gを耐熱容器に入れてラップをし、電子レンジ600wで1分間加熱した。加熱後、20℃の

恒温槽に20分間放置し温度を一定にした。

3) 実験3. 煮りんご（ミキサー）の物性評価

煮りんごの調理は、鍋に厚さ1cmのくし形にしたりんご300gを入れ、水400ml、砂糖3g（りんご重量の1%）を加え、落し蓋をし、中火（IH中火5）で加熱し、沸騰後は弱火（IH弱火2）に変えて15分間加熱した。加熱後、煮汁ごとボウルに移し20℃の恒温槽に20分間放置し温度を一定にした。煮りんご100gをハンドブレンダーで1分間粉碎し、ミキサー状にした。

4) 実験4. 煮りんごの刻みの物性評価

実験3で用いた煮りんごを2~3mmの粗刻みにし、刻んだ煮りんご100gに対し、煮汁を30mlずつ加えた。

(4) 統計解析

4群間の比較は一元配置分散分析後に等分散が仮定された場合はTukeyの多重比較法を行い、等分散が仮定されていない場合はGames-Howellの多重比較法で統計処理を行った。統計ソフトはSPSS Statistics24.0を用いた。

3. 結果

(1) 破断強度測定の結果（図1）

破断応力の平均値を比較すると、トキは他の3品種に比べて有意に硬く（ $p < 0.01$ ）、ジョナゴールドとシナノスイートはふじに比べてやややわらかいことが分かった。また、もろさ応力はトキが最も高く、ジョナゴールドとシナノスイートはふじと同程度の値であった。

(2) テクスチャー測定の結果

1) 実験1. 市販のベビーフードの物性値（表2）

市販のベビーフードを測定した結果、離乳初期（生後5ヶ月用）のベビーフードのかたさ応力は約1,500~3,000N/m²、離乳中期（生後7ヶ月用）のベビーフードのかたさ応力は約5,000~12,000N/m²となった。凝集性は離乳初

期より離乳中期の方が低く、付着性は離乳初期より離乳中期の方が高いことから、離乳初期の方が食塊としてまとまりやすく、さらに離乳初期の方がべたつかず飲み込みやすいことが分かった。

2) 実験2. すりおろしりんご (加熱) の物性評価 (図2)

りんごをすりおろして加熱した結果、ふじの物性値が最も離乳初期のベビーフードの物性値に近い値となった。次に、ジョナゴールドとシナノスイートの物性値は、かたさ応力と凝集性において離乳初期のベビーフードの物性値に近い値となった。ジョナゴールドとシナノスイー

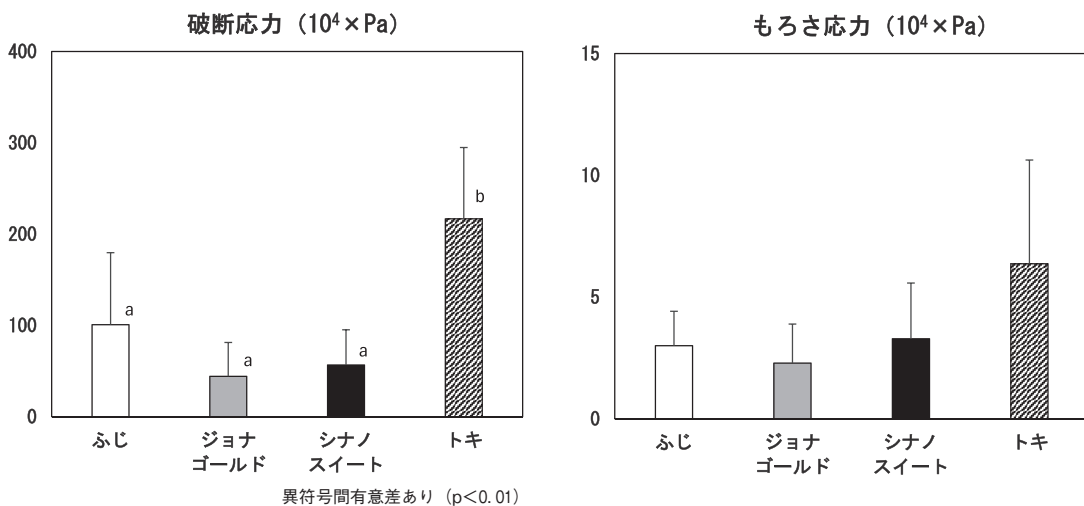


図1. りんごの破断強度

表2. 市販のベビーフードの物性値

区分	かたさ応力 (N/m ²)	凝集性	付着性 (J/m ²)
離乳初期(生後5ヶ月用)	2235.2 ± 731.6	0.84 ± 0.03	385.1 ± 423.9
離乳中期(生後7ヶ月用)	8898.5 ± 4189.1	0.55 ± 0.15	850.4 ± 553.2

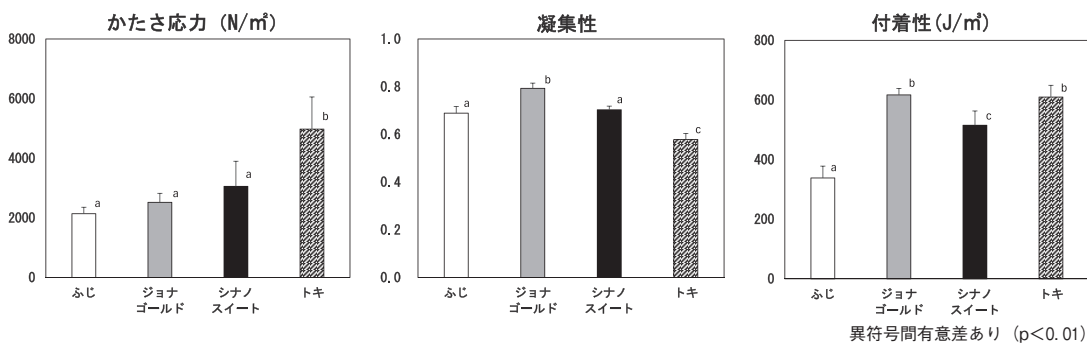


図2. すりおろしりんご (加熱) の物性値

トはふじと同程度にやわらかくなり、ばらつきは少ないが、付着性の高い形態になることが分かった。トキは他の3品種に比べて、かたさ応力が有意に高く、また凝集性も有意に低くなったことから ($p < 0.01$)、すりおろした果肉が他の品種に比べて硬く不均質なため、離乳初期では飲み込みにくい形態になることが分かった。

3) 実験3. 煮りんご (ミキサー) の物性評価 (図3)

煮りんごをブレンダーですりつぶしてミキサー状にした結果、すべての品種において離乳初期のベビーフードの物性値よりもやわらかく、付着性は低くなったが、凝集性は近い値となった。実験2のすりおろしりんごの物性値と比べると、どの品種も煮りんごをブレンダーですりつぶすことでやわらかいペースト状とな

り、ばらつきが少なく飲み込みやすい形態になることが分かった。4品種を比較した結果、トキのかたさ応力、凝集性と付着性が有意に高くなったことから ($p < 0.01$)、トキは他の3品種に比べて、やや硬さが残りべたつき感のあるペースト状になることが分かった。

4) 実験4. 煮りんご (刻み) の物性評価 (図4)

煮りんごを2~3mmの粗刻みにした結果、ふじとシナノスイートのかたさ応力については離乳中期のベビーフードの物性値に近い値となった。ジョナゴールドのかたさ応力は離乳中期のベビーフードの下限値に近い値となり、トキは上限値に近い値となった。ジョナゴールドの凝集性は離乳中期のベビーフードの物性値に近い値となったが、ふじ、シナノスイート、トキはやや低い値になった。付着性はどの品種におい

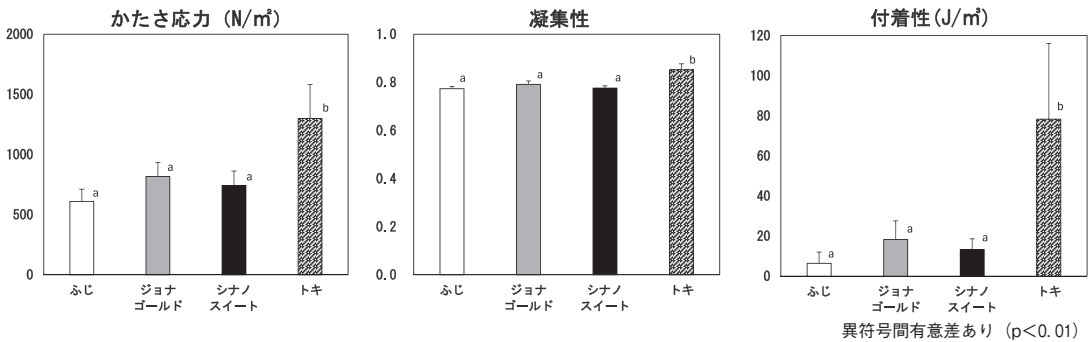


図3. 煮りんご (ミキサー) の物性値

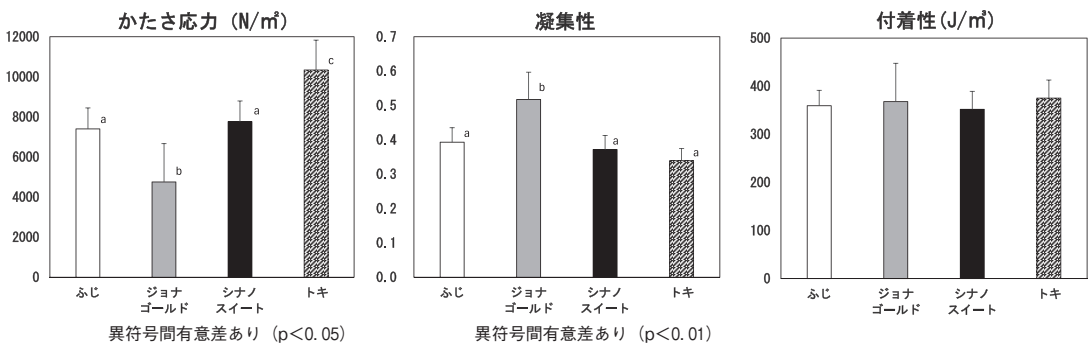


図4. 煮りんご (刻み) の物性値

ても差はなく、すべての品種において離乳初期のベビーフードの物性値に近い値となり、飲み込みやすい形態になることが分かった。ジョナゴールドは粗刻みにすることで、他の3品種に比べて有意にやわらかくなり ($p < 0.05$)、凝集性も有意に高く ($p < 0.01$) ばらつきの少ない形態になることが分かった。

4. 考察

厚生労働省の「授乳・離乳の支援ガイド」⁷⁾では、食形態の目安として離乳初期(生後5, 6ヶ月)はなめらかにすりつぶした状態、離乳中期(生後7, 8ヶ月)は舌でつぶせる固さ、離乳後期(生後9~11ヶ月)は歯ぐきでつぶせる固さと記されている。食材ごとの調理法について詳細な記載はないが、様々な離乳食に関するテキストを参考にりんごの調理法について検討を行った。りんごの調理法として、離乳初期では、やわらかく煮たりんごをすりつぶすか裏ごしをして提供する方法などが適しており、離乳中期では、同じくやわらかく煮たりんごを2~3mmに刻んで提供する調理法が適しているといわれている⁸⁾。これまでの研究結果³⁾も踏まえて、離乳初期の調理法としては、すりおろして加熱したものとやわらかく煮たりんごをブレンダーですりつぶしたものを実験試料とした。また離乳中期の調理法としては、やわらかく煮たりんごを2~3mmに刻んだものを実験試料とした。

りんごの硬さを比較するために、クリープメータを使って薄切りにしたりんごの破断強度測定を行った。本来、収穫時の硬度測定には果実硬度計⁹⁾が使われており、外部からの機械的圧迫に対する抵抗力を数値化したものであるが、今回は口腔内で噛んだ時の硬さを測定するためにクリープメータを用いた。品種によって硬さや食感に違いがあるが、りんごの硬さは品種の違いだけでなく、収穫時期や貯蔵期間など様々な影響を受けるため^{10,11)}、今回は同一条件として同時期に同じスーパーマーケットで購入できるりんご4種類を比較することにした。店

頭販売までの貯蔵期間等も不明瞭なため収穫時の硬度として比較することは難しいが、4品種の破断強度を測定した結果、ふじに比べてトキは果肉が有意に硬く、ジョナゴールドとシナノスイートはやややわらかい果肉であることが分かった。これらの硬さの違いが調理後の物性に与える影響について、テクスチャー測定による物性値を比較することにした。

物性値を比較する際、テクスチャー測定によって得られたかたさ応力、凝集性や付着性の物性値が離乳食の各段階に適しているのかを評価するために、市販のベビーフードの物性評価を行い、物性値の指標を得ることにした。そこで実験1では、離乳初期(生後5ヶ月用)と離乳中期(生後7ヶ月用)を対象にした各3種類のベビーフードのテクスチャーを測定し、離乳初期と離乳中期の指標とした。ベビーフードの物性値の結果と各試料の物性値を比較する際、ベビーフードの物性値の下限値と上限値の幅に入っているか、より平均値に近い値であるかを評価の基準とした。

実験2では、離乳初期に適した調理法としてすりおろして加熱したものを比較した結果、トキ以外の3品種は、やわらかくばらつきの少ない形態になるが、付着性に違いが出ることが分かった。ふじはジョナゴールドやシナノスイートよりも付着性が低いため、飲み込みやすい形状になり、最も離乳初期に適した形態であると思われた。トキのように硬度の高いりんごは、すりおろすことで硬さのある不均質な形態となり、すりおろしきれなかった果肉が口腔内に残りやすく、まとまりにくいいため、離乳初期に提供する際は煮りんごにしてからすりつぶす方が良いと思われた。

実験3では、離乳初期に適した調理法としてやわらかく煮たりんごをブレンダーですりつぶして比較した結果、どの品種もすりおろしたりんごよりもやわらかく飲み込みやすい形態となり、離乳初期に適していると思われた。トキのように硬度の高いりんごをミキサー状にする場合、やや硬さが残るため、粉碎しきれなかった固形物が残っていないかを十分に確認し、煮汁

を少し足してなめらかなペースト状にする必要があると思われた。

実験4では、離乳中期に適した調理法としてやわらかく煮たりんごを2～3mmの粗刻みにして比較した結果、トキ以外の3品種はやわらかくまとまりの良い形態となり、離乳中期に適していると思われた。特にジョナゴールドは最もやわらかくばらつきの少ない形態となった。トキのように硬度の高いりんごは、加熱時間の延長やとろみをつけて提供することが必要であると考えられた。

今回、品種の違いが離乳食の物性に及ぼす影響について検討した結果、硬度が同程度のふじ、ジョナゴールド、シナノスイートの3品種では、離乳食の物性値に有意な差はあまりみられなかったが、ジョナゴールドは各調理工程により凝集性や付着性が高くなりやすいことが分かった。またトキのように硬度の高いりんごでは、すりおろすよりもやわらかく煮たりんごを離乳食の段階に合わせて調整する方が離乳初期や中期の離乳食には適していると示唆された。さらにりんごの硬度に合わせた加熱時間についても検討する必要があると思われた。

今後は、りんごだけでなく、乳幼児期にとって誤嚥や窒息につながりやすい他の食材にも着目し、摂食・嚥下機能の発達に適した調理法を物性評価も合わせて検討していきたい。

5. 引用文献

- 1) 内閣府, 教育・保育施設等における事故防止及び事故発生時の対応のためのガイドライン, https://www8.cao.go.jp/shoushi/shinseido/meeting/kyouiku_hoiku/pdf/guideline1.pdf, 2024年10月31日
- 2) 眞鍋穰, りんごすりおろし事故や類似の死亡事故を起こさないために, 食べ物文化, 2023, 595, 4-13
- 3) 東保美香, 海陸留美, 小野章史, 乳児期の食品による窒息事故を防止するための離乳食に適したりんごの調理法に関する研究, 別府大学短期大学部紀要, 2024, 43, 13-21
- 4) 陳介余, 張函, 繆冶煉, 井上広樹, りんごのおいしさ評価に関する研究, 美味技術研究会誌2011, 17, 15-20
- 5) りんご大学, りんごのチャート表, <https://www.ringodaigaku.com/main/hinshu/chart/>, 2024年10月31日
- 6) りんご大学, りんごの品種, <https://www.ringodaigaku.com/main/hinshu/hinshu.html>, 2024年10月31日
- 7) 厚生労働省, 授乳・離乳の支援ガイド(2019年版), <https://www.mhlw.go.jp/content/11908000/000496257.pdf>, 2024年10月31日
- 8) 堤ちはる, あんしん、やさしい離乳食オールガイド, 新星出版社, 2019, p43
- 9) 株式会社藤原製作所, 果実硬度計, https://www.fujiwara-sc.co.jp/product_info/agricultural-science/hardnessmeter/fruit-hardness-tester/2024年10月31日
- 10) 吉岡博人, りんご果実の軟化機構の解明, 農林水産技術研究ジャーナル, 1995, 18(5), 31-36
- 11) 深井洋一, 佐久間淳, リンゴの貯蔵経過に伴う「食感」「柔さ」の変動と関与する食味特性, 日本食品保蔵学会誌2016, 42, 203-206