

離乳食における経験的調理操作の 食物物性学的検討

柳 沢 幸 江

〔緒 言〕

離乳食は、乳から固形食への移行期の食べ物として、また食物に初めて接し、食べる楽しさの感覚を獲得していく時期の食べ物として重要な役割を担っている。離乳食の調理で重要な点は、乳児の摂食機能の発達に応じた調理形態（食物物性・形態）をいかに的確に選択するかということにある。1980年に離乳の基本¹⁾が発表されて以来、乳児の摂食機能の発達と離乳食の在り方が注目され、離乳食の食物物性に関する研究がいくつか報告されてきた²⁻⁵⁾。しかしそれらは、異なる食品間もしくは、異なる離乳期間の比較が主であり、同一離乳期での調理操作の差異による物性の検討はまだ不十分といえる。各離乳期において乳児の摂食機能に対応した、よりの確な調理操作を選択するためには、同一食品でのわずかな調理操作の差異に伴う、食物物性の違いを明らかにすることが必要となる。食物物性は栄養素とは異なり、調理の現場では客観的数値を得る手段はない。しかし、乳児の摂食は食物物性の影響を大きく受けるため、摂食状況の観察を重ねることで、摂食機能の成長に対応した物性を示す離乳食が検討され、調理上の工夫がされてきた⁶⁾。

本研究はこれらの経験的調理操作を取り上げ、食物物性の観点からその妥当性を検討することを第一の目的とした。さらに、それらの成果を家庭内での離乳食作りに展開することをねらいとした。

〔方 法〕

1. 試料の選択と調製

試料は、経験的調理操作（乳児がより好んで食べる工夫が加えられた調理）によって作られる離乳食の中から、物性特性⁷⁾の異なる13食品を選び、表1に示したようにそれぞれ調理展開し、離乳食の物性を測定した。さらに離乳食の経験的調理操作として、本研究では野菜類

の前加熱処理、および、粗つぶし処理をとりあげ、それらの調理操作が物性に及ぼす効果を検討した。試料の調製は保育園に長年勤務している栄養士に依頼し、乳児に供しているものとした。

2. 物性測定

物性の測定はレオメータCR-200DS(サン科学)を用いた。測定方法は、固形物試料も含めて、すべての試料を32mm径・高さ12mmのシャーレにつめ、これらを15mm径の円柱プランジャーにて圧縮速度50mm/minの定速圧縮でクリアランス3mm(75%圧縮)で測定した。測定は、5-8回繰り返し平均値を求めた。分析した物性値はかたさのみとした。また圧縮初期の変形状態を分析するためテクスチャプロフィールを求めた。

表1 試料およびその物性特性

物性型 ⁷⁾ および食品	前期食	中期食	後期食
かたさ一凝集性型食品 カレー 鮭 鶏ささみ 豚肉 卵 大豆	ペースト	くず煮粗つぶし くず煮粗つぶし ゆでつぶし	くず煮 くず煮 ささみ団子 2度びき団子 だし巻卵 やわらか煮
かたさ主体型食品 にんじん キャベツ	<前加熱後> ペースト <前加熱後> ペースト	<前加熱後> 粗つぶし <前加熱後> 線切り煮	<前加熱後> 角切り煮 <前加熱後> 色紙切り煮
付着型食品 米 じゃが芋 さつま芋	10倍粥 <前加熱後> ペースト <前加熱後> ペースト	<前加熱後> 粗つぶし・角切り煮 <前加熱後> 粗つぶし	5倍粥 角切り煮 ふかし芋 角切り煮
ゲル型食品 豆腐	煮つぶし	角切り・炒り豆腐	あずまボール
スポンジ型食品 パン	ペースト状のパンがゆ	形のあるパンがゆ	ミルク浸しトースト

〔結 果〕

1. 離乳食のかたさ

図1に離乳食のかたさの分布を示した。前期の食物はペーストが主体であり、異なる試料でもほぼ同様のかたさを示し、そのばらつきは極めて小さかった。これに対し中期・後期と離乳が進むにつれて、かたさの増加のみならず、かたさの分布範囲も大きくなった。1994年に厚生省より示された高齢者用食品⁸⁾でのかみやすさを示すかたさの規格標準によると、 $5 \times 10^3 \text{N/m}^2$ 以下のかたさは、かまなくてもよい程度のかたさであり、 $5 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 以下は歯ぐきでつぶせる程度のかたさとされている。当然、高齢者のかたさ指標と離乳食の指標とは異なるものであるが、ひとつの目安とするならば、前期食の食物はペーストが主体であり、異なる試料を用いても、ほぼ $5 \times 10^3 \text{N/m}^2$ 付近のかたさに集中することが示された。加えて、後期食の多くは、 $5 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 以下のかたさとなった。

図2にパンとにんじんのテクスチャプロフィールを示した。双方とも前期—中期—後期と、かたさが増していくが、パンは後期食でも初期変形が小さく、ヤング率の増加が小さい

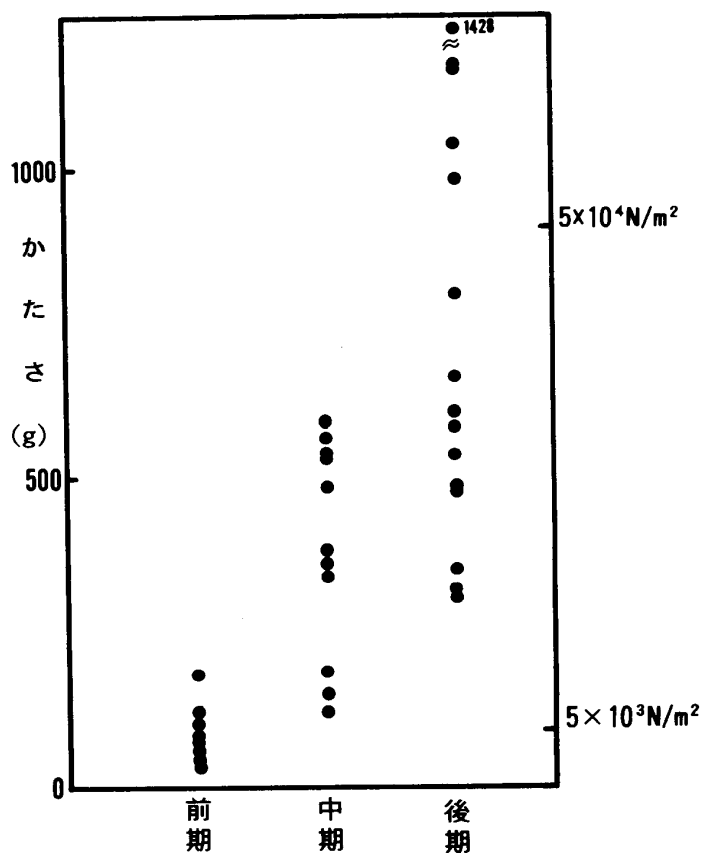


図1 離乳食のかたさの分布

ことが示された。これに対しにんじんは、後期食の角切り煮では、かたさのみならずヤング率も増大した。前者のテクスチャープロフィールのパターンは主にかたさ一凝集性型の食品に観察され、後者は、かたさ主体型食品、芋類で多かった。

2. 前加熱処理の効果

前加熱処理とは、材料を大きいまま予め加熱する（ゆでる・蒸す）ことをさし、その後本調理を行う。従って前加熱無しとは、生の状態ですり卸したり、みじん切りにした後に加熱する方法である。表2に示したように前加熱処理の有無によるかたさの差異を比較すると、総加熱時間をほぼ同レベルに設定しても、前加熱無しは有りより著しくかたく、また口あたりがざらつく傾向にあった。特ににんじんのすり卸煮や前加熱無しのキャベツのペーストは本来前期食に相当するものであるが、図1に示した前期食のかたさ分布をはるかに越えるものであった。キャベツの場合は、大きい葉のまま約5—10分の前加熱処理をすることで、しない場合よりいずれの調理でも有意にやわらかく仕上がることを示された。

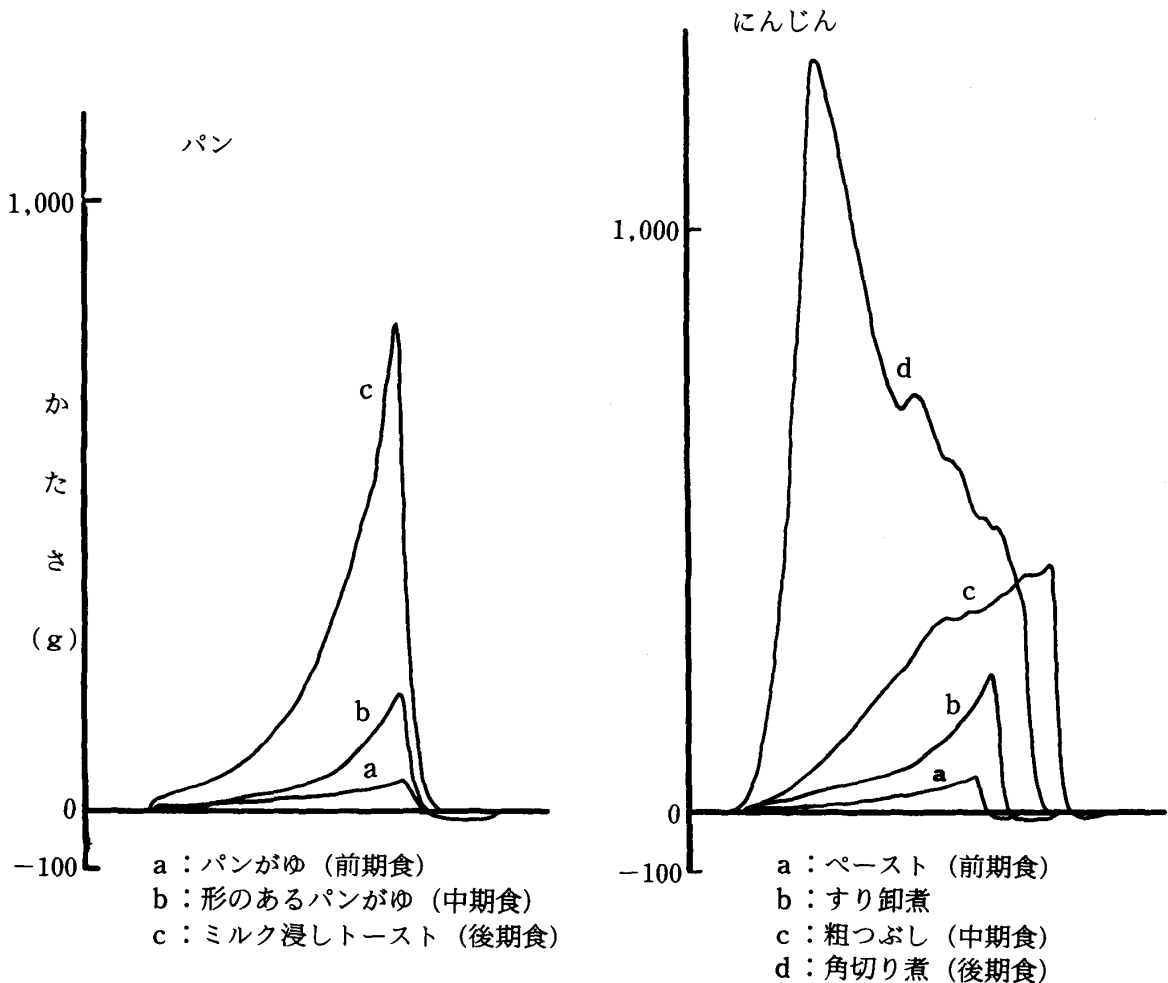


図2 テクスチャープロフィール

表2 前加熱処理の有無によるかたさの差異

材 料	料 理 名	かたさ (g) 平均値±SD	
		前加熱有り	前加熱無し
にんじん	ペースト	84±7	**—— 244±16
	すり卸煮		
	みじん切り煮	**—— 401±39	
キャベツ	ペースト	70±15	**—— 454±25
	線切りスープ	567±98	**—— 1238±139
	色紙切り煮	980±251	**—— 2257±284

** : P < 0.01 (t-検定)

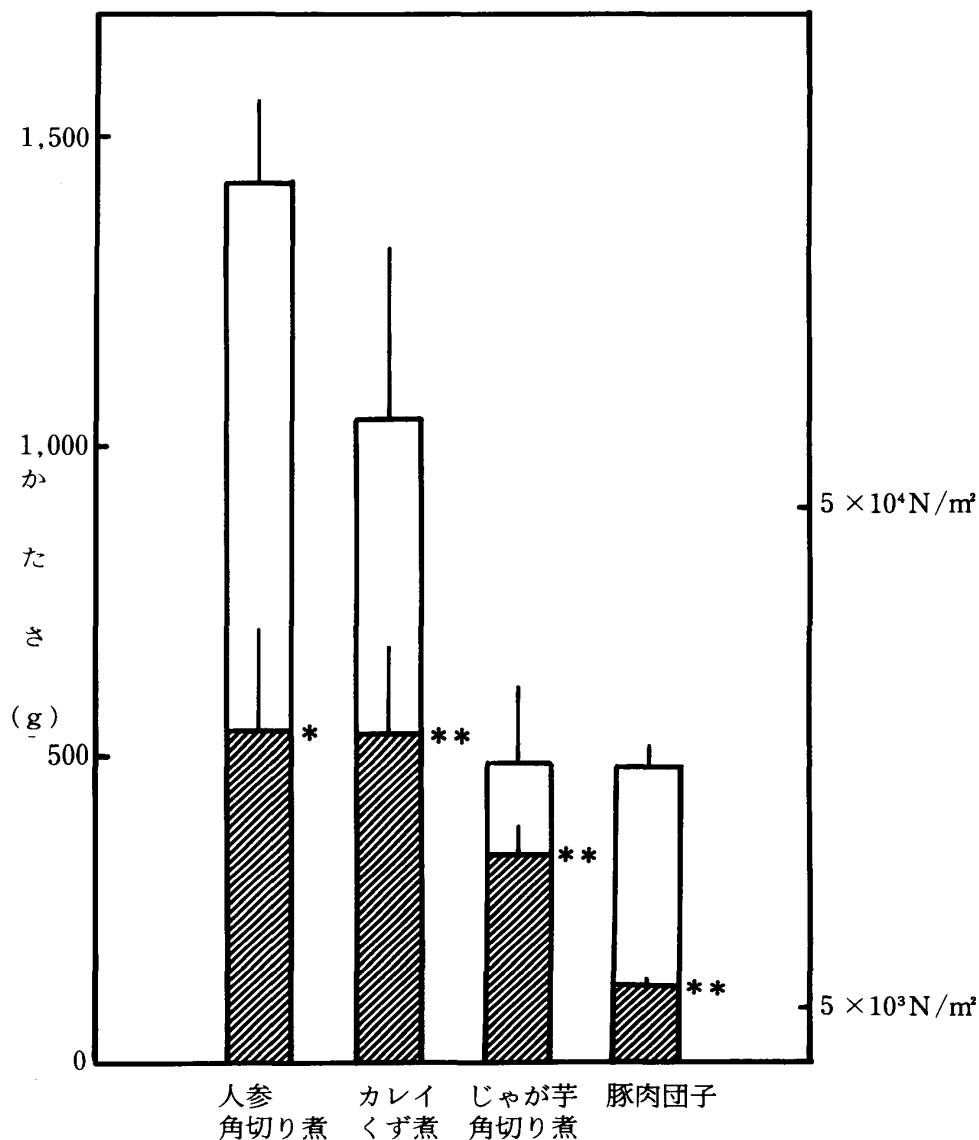


図3 粗つぶしによるかたさの低下

□ : 粗つぶし前 ▨ : 粗つぶし後(平均、SD)、* : P < 0.05 ** : P < 0.01 (t-検定)

3. 粗つぶしによるかたさの変化

次に粗つぶしの効果を検討した。この調理操作の利点は、後期食を容易に中期食に変えられる点と、乳児の摂食機能に応じた食物物性を食卓で準備できる点にある。図3に示したように離乳食を粗つぶしすることによって、食物の物性特性に拘わらず、いずれの離乳食でもかたさが有意に低下し、粗つぶし前の約1/2程度のかたさとなることが示された。

〔考 察〕

1. 物性の分析

離乳食の食物物性・形態で大切な項目はかたさ・大きさ・喉ごしと言われている。しかし喉ごしは、試料の粒度や粘性にも影響されるため、圧縮変形によって求められる物性測定からでは評価しにくい。また、大きさは試料の調整時に基準化されるため、今回の分析から除去した。関根ら⁹⁾は、離乳食の物性をツェスニアク⁹⁾によって示されたガム性(かたさと凝集性の積によって求め、半固形状食品を飲み込める状態にまで砕くのに必要なエネルギーに相当すると定義)を用いて分析を行った。しかし、凝集性の測定に関しては、現時点では適当な測定方法が見当たらないとの報告¹⁰⁾もされており、これらの点を考慮して、本研究で分析する物性項目はかたさのみとした。食物のかたさは、食物咀嚼時の咀嚼筋活動量¹¹⁾、あるいは咬合力(最大咀嚼力)¹²⁾と対応することから、摂食時の舌・口蓋による圧縮での食物の変形しやすさに対応するものと考えられる。尚、ここで測定したかたさは、試料を一定の厚さまで圧縮する、あるいは破壊するのに要する力の大きさである。

2. 経験的調理方法

離乳食の役割は、栄養の補給に加え、吸啜から咀嚼への正常な摂食機能の発達を促すことにある。そのため離乳食では、乳児の摂食機能に対応した食物物性・形態を提供することが望まれている。乳児の摂食状況の観察によって確立されてきた経験的調理方法は、この物性の対応性の点で優れていることが予想される。今回、経験的調理操作によって作られた離乳食のかたさを測定した結果、野菜を大きい形のまま前加熱処理することによって、予め細かくしてしまう場合よりも、かたさが低下し各離乳時期に適応するものとなることが示された。特に前期食は、食べ物が液体から固形へと変わる最初のステップの時期の食べ物として、柔らかさとなめらかさが要求されているが、前加熱処理によって、これらの条件が満たされるものとなった。前加熱有無による物性の差は、離乳開始まもなくの乳児にとって、摂食上かなりの違いがあることが観察されている。現在いくつかの一般離乳食書で、にんじんのペーストの代わりとして、すり卸煮が指示されているが、両者のかたさは同質ではないことが示

された。

煮熟による野菜の軟化は、ペクチンのトランスエリミネーションによる分解に加えて、細胞壁の膨潤や、Caイオンの作用などが影響することが報告されている¹³⁾。すり卸しのよう
に組織を破壊することによって生じる、細胞壁の物理的破壊および化学的変化により、何ら
かの軟化阻害が生じたものと考えますが、それらは今後の検討課題である。

加えて野菜を細かく切らずに加熱することは、家庭での離乳食調理において、大人の食事
作りの流れのなかで離乳食を展開することを可能にするものでもある。野菜を加熱前に卸す
あるいは細かく切る操作は、その時点で他の家族とは別の食べ物としての個別化が生じる。
離乳食を乳児の摂食機能に応じた物性・形態にすることは当然であり、摂食時の食物が大人
と同じであることは問題である。しかし、家族の食事作りの流れの中で、途中から一部を乳
児用に展開していく調理方法の導入は、家庭内の離乳食作りを作業的にも、精神的にもより
楽にすると考えられる。現在、市販の離乳食の利用は、核家族で多く、また離乳食作りが煩
わしいと感じている者、さらに第1子で多いこと^{14),15)}から、子供のために他の家族とは違う料
理を作らなければならないという意識が、離乳食作りを遠ざける一因ともなっていることが
推測される。離乳食は、乳児の摂取機能に応じた形態のみが強調されているが、家庭での食
事作りの点からの検討も必要であろう。この点に関しては、粗つぶしの場合も同様の効果が
期待できる。粗つぶしは食卓で行うことが可能な調理操作であり、乳児の摂食状況に応じて
食物物性を食卓上で改善することができる。つまり、食卓以前の調理での個別化を低減させ
ることが可能になるであろう。

次に離乳食のかたさは中期・後期と離乳が進むにつれて、その分布が大きくなることが示
された。これは、月齢が増すにつれて乳児が許容する食物物性が広範にわたるようになるこ
とを示すものである。

食事において食物物性・形態を考慮することは、乳幼児期・高齢期のライフステージで特
に重視されている。これらの時期は、他のライフステージに比べ摂食機能が大きく変化する
時期といった共通項を持つ。食物物性は調理操作の選択によって、任意に変化させることが
可能であるため、これらのライフステージでの食物は、特に摂取者の摂取機能に応じた個別
対応が要求される。今回検討した調理操作に加え、今後さらに多くの調理操作にともなう物
性の変化・特性を検討することが必要であり、加えてそれらの成果の家庭内調理への応用が
不可欠であろう。

〔要 約〕

本研究は、経験的に乳児にとって好ましいと考えられる調理操作（前加熱・粗つぶし）を食物物性面から検討することを目的に行ない、以下の結果を得た。

1. 離乳前期食は、かたさのばらつきが小さく $5 \times 10^3 \text{N/m}^2$ 程度のかたさに集中した。中・後期になるにつれ、かたさが増すのみならず、その分布範囲も大きくなった。
2. 野菜は、丸のまま前加熱することで、切ってから加熱する場合よりもやわらかい仕上がりがとなった。
3. 加熱した食物を粗つぶしすることで、かたさは $1/2$ 程度に低下した。この調理操作は、食卓での物性の改良を容易とするものであった。

〔謝 辞〕

本研究を行うにあたりまして、厚誼なご指導を賜りました、白梅学園短期大学教授の北郁子先生ならびに、研究にご協力くださいました東京教育専門学校の田原喜久子先生、井の頭保育園栄養士、田村知子先生に心より深謝致します。なお、本研究は第41回小児保健学会（平成6年9月、水戸）にて発表したものである。

〔文 献〕

- 1) 今村栄一：離乳の基本，医歯薬出版，(1981)
- 2) 関根久恵ら：小児保健，45，191，(1986)
- 3) 関根久恵ら：小児保健，46，155，(1987)
- 4) 関根久恵ら：小児保健，47，150，(1988)
- 5) 関根久恵ら：小児保健，49，267，(1990)
- 6) 乳幼児食研究会：第12回夏季セミナーテキスト，(1993)，p.26
- 7) 柳沢幸江ら：小児歯誌，23，962，(1986)
- 8) 川端晶子：食品と開発，29，6，28，(1994)
- 9) Szczesniak, A..S., et al :J. Food Sci., 28, 392, (1963)
- 10) 高齢者用食品規格基準検討会（厚生省新開発食品保健対策室）：高齢者用食品規格基準検討会報告書，(1992)，p. 2
- 11) 柳沢幸江ら：家政誌，40，1011，(1989)
- 12) 高橋淳子・中沢文子：家政誌，40，189，(1989)
- 13) 田村咲江：家政誌，40，995，(1989)
- 14) 水野清子ら：小児保健，52，193，(1993)
- 15) 菊池ふみ子ら：小児保健，52，194，(1993)

(本学専任講師)