

咀嚼運動が消化器系の機能および構造に及ぼす影響

Effects of powdered or solid food mastication on the digestive tract and the masticatory muscles of the rat

栗脇 淳一¹・榎木 千恵²

キーワード：固形飼料、粉末飼料、咀嚼筋（咬筋）、口腔機能

緒 言

近年、咀嚼運動が消化吸収、精神機能、免疫機能に影響を与えることが報告されている。例えば、消化吸収機能においては、咀嚼運動の減少により、消化不良や胃腸障害、下痢症状を引き起こすことが知られている^{1),2)}。精神機能においては、リズムカルな咀嚼運動をすることで、うつ症状を改善するセロトニンの分泌が亢進する³⁾こと、また、免疫機能においては、よく噛むことで副交感神経が刺激され、リンパ球の増加をもたらすことが知られている。

しかし、食物の形態による咀嚼運動の影響が体重、胃腸、咀嚼筋（咬筋）の形態的な変化および消化機能に与える影響について同時期にかつ継続的に調べた報告はほとんどない。

そこで、本研究では、固形飼料群と粉末飼料群のラットを用い、咀嚼運動が体重、飼料摂取量および消化器の形態に及ぼす影響について明らかにすることを目的とする。

方 法

1. 動物

実験には10週齢のラット（Wistar, 雄, 体重278.9±13.2g、予備実験開始時）8匹を用いた。3週間の予

備飼育の間、固形飼料摂取群（n=4、固形飼料群）には固形飼料（CE-2, 日本クレア）を粉末飼料摂取群（n=4、粉末飼料群）には固形飼料と組成・栄養価・水分含量の等しい粉末飼料を与えた。予備飼育後、1週間を試験期間とし、体重および24時間飼料摂取量を測定した。

なお、実験に用いた動物は室温24℃、湿度60%、明期8時-20時・暗期20時-8時の条件で飼育し、飼育期間中の飼料および水は、自由摂取とした。また、飼育および実験は美作大学・美作大学短期大学部動物実験に関する指針に基づいて行った。

(1) 体重および24時間飼料摂取量の計測

予備飼育後1週間、毎日12時に体重と24時間飼料摂取量を計測し、固形飼料群と粉末飼料群の間で比較した。また、体重あたりの飼料摂取量についても比較・検討を行った。

(2) 飼料の違いによる消化器および咀嚼筋の形態への影響

1週間の試験期間最終日の体重、24時間飼料摂取量計測後、6時間の絶食期間をにおいて走査型電子顕微鏡（HITACHI Miniscope TM-1000）撮影のために標本作成を以下の手順で行った。

- 1) 固定処理：麻酔下で頭部および腹部を切開し、胃、十二指腸、咀嚼筋を採取した。採取した各臓

1. 美作大学短期大学部栄養学科
2. 美作大学生活科学部食物学科学学生

器は、それぞれ4%パラホルムアルデヒドを用いて浸漬、固定した後、5mm角の大きさに切り出した。

2) 脱水処理：5mm角に切り出した各臓器組織を、4種の濃度(70, 80, 90, 100%)のエタノールに順次浸漬した。浸漬時間は、それぞれ30分間とした。

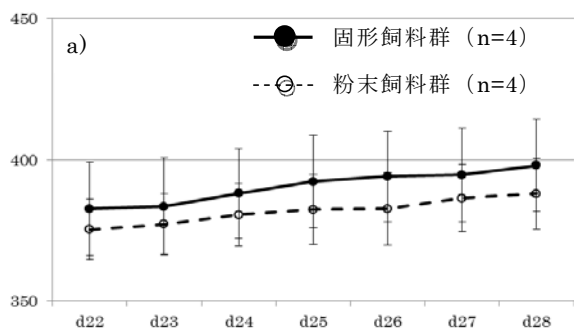
3) 凍結乾燥処理：脱水処理終了後、各臓器組織をt-ブチルアルコールに浸漬・凍結後、デシケーター、真空ポンプを用いてt-ブチルアルコールを昇華させた。

標本作成後、速やかに走査型顕微鏡による撮影を行い固形飼料群と粉末飼料群との間で比較・検討した。また、咀嚼筋は、その直径を2群間で各臓器の形態を比較・検討した。

結果および考察

1. 体重および24時間飼料摂取量の計測

予備実験期間および試験期間における体重は、2群間で差は見られなかった(図1)。



しかし、体重当たりの24時間飼料摂取量はd22、d23、d28に、粉末飼料群に比べ固形飼料群で有意に高い値を示した(図2)。

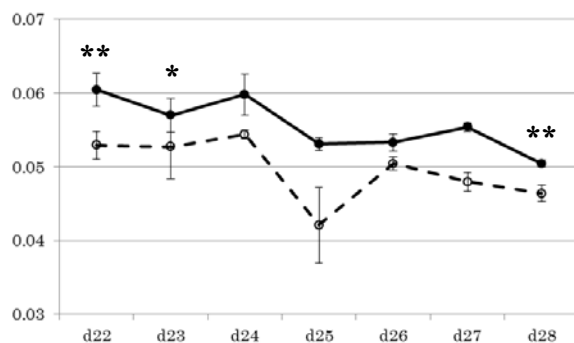


図2. 体重当たりの24時間飼料摂取量。

試験期間における体重(g)当たりの24時間飼料摂取量は、d22、d23、d28に粉末飼料群に比べ固形飼料群が有意に高い値を示した(tukey's test following ANOVA、** : $p < 0.01$ 、* : $p < 0.05$)。縦軸：体重当たりの飼料摂取量 {飼料摂取量(g)/体重(g)}、横軸：日数。平均値±S.D。

図1. a)試験期間中の体重(g)、b)試験期間中の摂食量(g)

a) 試験期間(d22-d28)中、固形飼料群と粉末飼料群間の体重に有意な差は見られなかった。縦軸：体重(g)、横軸：日数。

b) 24時間飼料摂取量は、d25、d27、d28に粉末飼料群に比べ固形飼料群が有意に高い値を示した

(student's *t*-test、** : $p < 0.01$ 、* : $p < 0.05$)。縦軸：飼料摂取量、横軸：日数。平均値±S.D。

2. 飼料の違いによる消化器および咀嚼筋の形態への影響

固形飼料群と粉末飼料群の胃(図3)および十二指腸(不掲載)の走査型電子顕微鏡画像に違いは見られなかった。しかし、咀嚼筋の走査型電子顕微鏡画像

(図4)において、その形態に大きな差は見られなかったが、固形飼料群が粉末飼料群に比べ筋線維の直径が大きい傾向が見られた(図5)。

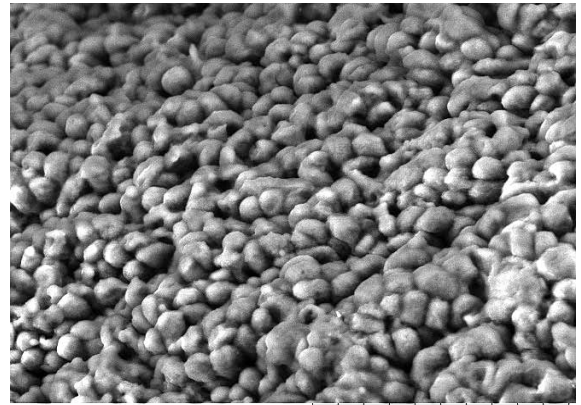
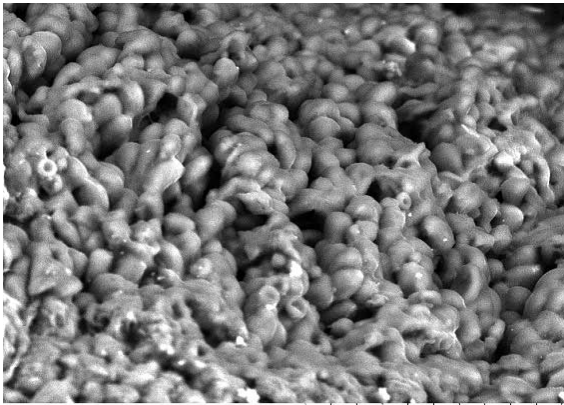


図 3. a)固形飼料群、b)粉末飼料群の胃走査型電子顕微鏡画像 (×1200)。
固形飼料群および粉末飼料群の胃の構造に大きな違いは認められなかった。

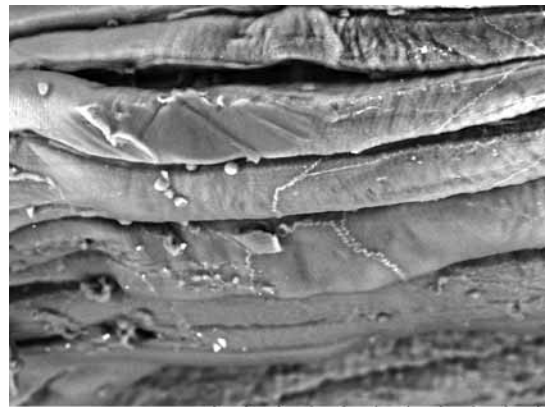
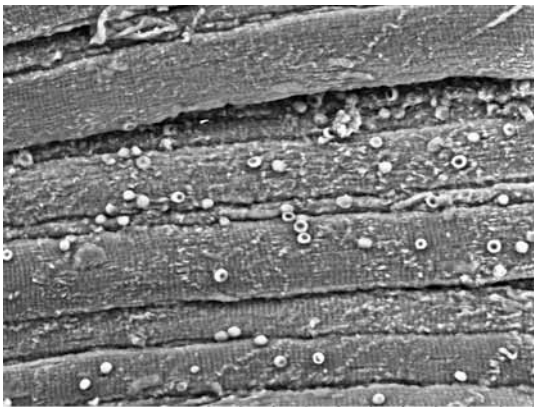


図 4. a)固形飼料群、b)粉末飼料群の咀嚼筋 (咬筋) 走査型電子顕微鏡画像 (×1000)。
固形飼料群および粉末飼料群の咀嚼筋 (咬筋) 構造に大きな違いは認められなかった。

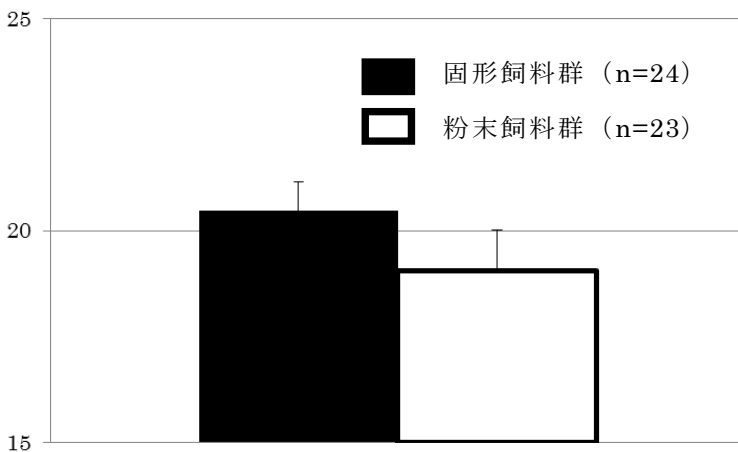


図 5. 固形飼料群、粉末飼料群の咀嚼筋 (咬筋) の太さ (直径) の比較 (student's *t*-test)。
固形飼料群および粉末飼料群の咀嚼筋 (咬筋) の太さに有意な差は見られなかったが、固形飼料群の咀嚼筋が太い傾向にあった。縦軸：咀嚼筋の直径 (μm)。平均値±S.D。

考 察

本研究より、飼料形態の違いが、飼料摂取量および咀嚼筋線維の形態に影響を与えることが判明した。一方、体重の増加および胃・十二指腸の形態には影響を与えないことが認められた。これらのことから、固形飼料摂取により咀嚼筋を含む口腔諸機能が発達したことが推測される。

咀嚼筋の活動は、顎骨および口腔の諸機能の発育を制御する重要な要因であることが新生仔および成獣ラットを用いた研究において報告されている⁵⁾。また、リズムカルな咀嚼筋の活動が脳内セロトニン作動性神経系を賦活することが報告されている。これらのことから、粉末飼料摂取による顎骨および口腔諸機能の発達遅延および機能低下が推定され、現在検討中である。

参考文献

1. 福土審 消化器心身症の新しい知見 Jpn. J. Psychosom. Med. 50: 915-919. 2010.
2. 岩永敏彦 口と腸における味覚装置の形態 日本味と匂学会誌 6-2. P187-190. 1999.
3. Kamiya K, Fumoto M, Kikuchi H, Sekiyama T, Mohri-Lkuzawa Y, Umino M, Arita H. Prolonged gum chewing evokes activation of the ventral part of prefrontal cortex and suppression of nociceptive responses: involvement of the serotonergic system. J Med Dent Sci. 2010 Mar; 57(1): 35-43.
4. 伊藤博子、沖本公繪、寺田善博 入院高齢者の義歯の有無が免疫学的検査に及ぼす影響 日本補綴歯科学會雑誌. 42(4), 591-596, 1998.
5. 太田勲、石井久淑、山根美子、猪俣孝四郎、山口明彦 幼若ラットの咬筋に対する粉末飼料の影響 東日本歯学雑誌. 17-2. p183-190. 1997.