

牛乳の摂取による脂質代謝の検証

及川大地¹, 小川千早², 川浪貴保²

1. 長崎大学 人文社会科学域 (教育学系) 食物学研究室

2. 長崎大学 教育学部 食物学研究室

Verification of lipid metabolism by milk intake in mice

Daichi Oikawa¹, Chihaya Ogawa², Takaho Kawanami²

1. Food Science Laboratory, Institute of Humanities and Social Science, Nagasaki University

2. Food Science Laboratory, Faculty of Education, Nagasaki University

概要

【背景】

2019年の全国牛乳生産量は316万 kL であり, そのうち学校給食用の牛乳生産量は36万 kL で全体の約 1 割を占める。牛乳は, 水分, カルシウム, 脂質等, 多くの栄養素を含み, 他の食品と比べてカルシウムの吸収効率がよい。そのため, 日本では学校給食に取り入れている。カルシウムは, 歯や骨を作るために重要な栄養素である。さらに神経などの細胞内外において活動を伝える物質としても重要な役割を果たすことも知られている。しかし, 近年では牛乳のにおいや味を好まない人やダイエット指向が高い人が増え, 牛乳を避けたり, 低脂肪牛乳や無脂肪牛乳を選択する傾向がある。

そこで本研究では, 成長過程において摂取する牛乳が, 肝臓および血液の脂質代謝に影響を与えるのかマウスを用いて検証した。

【実験方法】

4 週齢の ICR 雌マウス24匹を馴化後, 4 群(n=6)に分け, 逆浸透膜水(control 群), 25% に希釈した牛乳 (25%群), 50% 希釈牛乳 (50%群), 100%牛乳 (100%群) をそれぞれ 4 週間与えた。また, 市販飼料 (オリエンタル酵母工業 (株)) を給餌した。飼育終了後, 解剖により肝臓, 腎臓周辺脂肪, 卵巣周囲脂肪, 血液 (血漿) を採取し, 肝臓, 腎臓周辺脂肪, 卵巣周囲脂肪については重量を測定した。また, 肝臓はトリアシルグリセロール (TG), 総コレステロール (T-Chol), 総脂質重量を測定し, 血液 (血漿) は TG, T-Chol, 遊離脂肪酸 (NEFA) の各濃度, Glutamate oxaloacetic transaminase (GOT) 活性値, Glutamate pyruvic transaminase (GPT) 活性値を測定した。

【実験結果】

飼育期間の総摂餌量に, 群間で有意差がみられた ($p<0.001$)。50%群および100%群の摂餌量は control 群より有意に低くなり, 100%群の摂餌量は25%群より有意に低くなった。試料の総飲量にも群間で有意差がみられ ($p<0.001$), 50%群および100%群の飲量は control 群および25%群より有意に高くなった。一方, 体重増加量, 肝臓, 腎臓周辺脂肪および卵巣周囲脂肪のすべての臓器重量に群間で有意差はみられなかった。また, 血漿の

脂質濃度 (TG, T-Chol および NEFA), GOT, GPT 活性においても有意差はみられず, 肝臓の総脂質重量および T-Chol 量にも有意差はなかった。一方, 肝臓中の TG 量において群間で有意差がみられ ($p < 0.01$), 100%群は control 群および25%群よりも有意に高くなった。

肝臓中のオレイン酸含有率は, 牛乳の用量依存的に有意に高くなった ($p < 0.05$)。一方, リノール酸は control 群が最も高く, 牛乳の用量依存的に含有率は低くなった ($p = 0.001$)。パルミチン酸, ステアリン酸, C20:3 (n-3) はすべての群で含有していたが, 群間で有意差はなかった。また, パルミトオレイン酸は牛乳100%群のみ確認された。

【まとめ】

本研究で牛乳の摂取は体重増加量, 肝臓および脂肪組織重量に変化を与えることはなかった。ただし, 肝臓の TG 量は, 牛乳の濃度が高いほど多く蓄積されることが確認できた。また, 牛乳の摂取は, 肝臓の脂肪酸組成に影響を与えることが明確になった。

背景

牛乳は日本人の食生活に欠かせない食品の一つである。2019年の全国牛乳生産量は316万kLで、そのうち学校給食用の牛乳生産量は35万kLにあたり全体の約1割を占める^[1]。小・中学校の給食（昼食）時に取り入れられている牛乳は、脱脂粉乳というかたちで始まり、牛乳へ移行した。そして、学校給食用牛乳供給事業の実施は現在でも継続されている。食生活動向調査によると、2019年に牛乳を「毎日飲む」割合は、男性が27.7%、女性が34.4%、「週に1回以上飲む」割合は、男性が61.2%、女性が66.2%となっている。また、年代別でみると、給食で提供される年代を除いて特に65歳以上の摂取が顕著に高い^[2]。

牛乳とは、「直接飲用に供する目的又はこれを原料とした食品の製造若しくは加工の用に供する目的で販売する牛の乳」とされている^[3]。牛乳の成分は乳牛の種類および季節で割合が異なるが、雪印メグミルク（株）の測定データによると、可食部100gあたり水分87.8g、たんぱく質3.2g、脂質3.7g、炭水化物4.6g、ナトリウム41mg、カルシウム110mg、エネルギー65kcalである^[4]。

また、牛乳にはカルシウムが多く含まれる。カルシウムは体重の約1~2%を占め、その約99%が骨に存在しており、歯や骨を作るために重要な栄養素である。さらに神経などの細胞内外において活動を伝える物質としても重要な役割を果たしている^[5]。カルシウムの吸収率はライフステージや食品によって異なるが、若年期女性のカルシウム吸収率は食品別に見ると、野菜類で19.2%、小魚類で32.9%であるのに対し、牛乳は39.8%と最も高い^[6]。これは、牛乳に含まれるたんぱく質（カゼインホスベプチド）が小腸でのカルシウム吸収効率を高めることが関与しているといわれている^[7]。また、「日本人の食事摂取基準」（2020年版）において、一日のカルシウム推奨量が12歳以上14歳以下の男子は991mg、女子は812mgとされている^[8]。学校の昼食時に飲む牛乳は200mlのものが多く、雪印メグミルク（株）の測定データによると、その一本を摂取することで約227mgのカルシウムを摂取することができる^[9]。

牛乳の約4%を占める脂質も、ヒトにとって欠かすことのできない成分である。しかし、近年ではダイエット指向や味や臭いに抵抗を感じて牛乳を避けたり、脂質が少ないといった理由で低脂肪牛乳や無脂肪牛乳を選択したりしている^[2]。確かに、100gのエネルギー量は、牛乳が65kcal、低脂肪牛乳は41kcal、無脂肪牛乳は33kcalと牛乳が最も高く、脂質も牛乳が3.7g、低脂肪牛乳は0.9g、無脂肪牛乳は0.1gと明らかに牛乳に多く含まれている^[4]。

このように多くの栄養素を含み、完全栄養食品とも言われる牛乳であるが、脂質が多く含まれているという理由で牛乳を摂取しないという現代の傾向が好ましいことなのか、本研究では検証するに至った。そこで、本研究では、成長期の雌マウスを用い、成長過程において摂取する牛乳が肝臓および血液の脂質代謝にどのような影響を与えるかについて検証した。

実験方法

1. 実験動物と飼料調製

実験には4週齢のICR雌マウス（日本エスエルシー（株））24匹を使用した。個別ケージに導入後、市販飼料（オリエンタル酵母工業（株））を7日間給餌し、マウスを馴化した。この際の飼育条件は室温22℃、湿度55%とした。馴化後、体重を測定し、各群の平均体重が一定になるように4群（n=6）に分け、逆浸透膜水（control群）、25%に逆浸透膜水で希釈した牛乳（25%群）、50%に希釈した牛乳（50%群）、100%牛乳（100%群）をそれぞれ4週間与えた。また、飼料は馴化期間と同様に市販飼料（オリエンタル酵母工業（株））を給餌した。固形飼料および逆浸透膜水または牛乳（雪印メグミルク（株））は自由摂取とし、体重は1週間ごとに測定を行った。これらのマウスに与えた飼料の食餌栄養素組成、餌中脂肪酸組成、牛乳栄養素組成および牛乳脂肪酸組成は表1, 2, 3, 4にそれぞれ

表1 食餌栄養素組成

栄養素組成	100g 当たり
水分 (g)	87.8
蛋白質 (g)	3.2
脂肪 (g)	3.7
灰分 (g)	0.7
糖質 (g)	4.6
食物繊維 (g)	0.0
カルシウム (mg)	110
カロリー (kcal)	359

実験動物飼料カタログ2011

（オリエンタル酵母株式会社）より抜粋

表2 餌中脂肪酸組成

脂肪酸の種類		%
ミリスチン酸	C14:0	0.5
パルミチン酸	C16:0	14.5
パルミオレイン酸	C16:1	0.8
ステアリン酸	C18:0	2.4
オレイン酸	C18:1n9	25.0
リノール酸	C18:2n6	48.7
αリノレン酸	C18:3n3	3.5
アラキジン酸	C20:0	0.3
cis11-エイコセン酸	C20:1n9	0.7
エイコサペンタエン酸	C20:5n3	1.3
ベヘン酸	C22:0	0.2
エルカ酸	C22:1	0.4
リグノセリン酸	C24:0	0.3
ドコサヘキサエン酸,	C22:6n3,	0.4
ネルボン酸	C24:1	
合計		100.0

総脂肪酸あたりの含有量 (%)

表3 牛乳栄養素組成

栄養素組成	100g 当たり
水分 (g)	7.9
粗蛋白質 (g)	23.1
粗脂肪 (g)	5.1
粗灰分 (g)	5.8
粗繊維 (g)	2.8
可溶性無窒素物 (mg)	55.3
カロリー (kcal)	359

商品標準成分表
(雪印メグミルク) より抜粋

表4 牛乳脂肪酸組成

脂肪酸の種類		%
カプリル酸	C8:0	4.4
カプリン酸	C10:0	6.1
ラウリン酸	C12:0	4.8
ミリスチン酸	C14:0	13.1
パルミチン酸	C16:0	35.4
ステアリン酸	C18:0	13.0
オレイン酸	C18:1n9	23.2
合 計		100.0

総脂肪酸あたりの含有量 (%)

れ示した。

飼育飼料の給餌開始から4週間後、頸椎脱臼および頸動脈から放血により安楽死させ、肝臓、脂肪組織および血液を採取した。血液はヘパリンナトリウム注射液(味の素(株))を20 μ l 添加し、850g x 20分遠心分離した後、血漿を採取した。これらの臓器および血漿は分析に用いるまで-80℃にて冷凍保存した。

なお、本研究における動物実験は「長崎大学動物実験規則」を遵守し、長崎大学動物実験委員会のガイドラインに即して行ったものである。

2. 測定

2.1 餌および牛乳の脂肪酸分析

MF 固形飼料および牛乳の脂質抽出は Folch 法の改変した方法を用いて行った^{[10][11]}。脂質抽出液は Kamegai らの方法を用いて脂肪酸のエステル化を行った^[12]。最終的に100 μ l のヘキサンで溶解した脂肪酸メチルエステル溶液を分析に用いた。ガスマトグラフィー (GC2025, Shimadzu co.) の測定条件は以下の通りである。(カラム:Omegawax320 (30m \times 0.32mm \times 0.25 μ m film), カラム濃度:120℃ (1分) \rightarrow 4.0℃/分 \rightarrow 205℃ (20分) \rightarrow 4.0℃/分 \rightarrow 240℃ (2分) \rightarrow 10.0℃/分 \rightarrow 250℃ (3分), 注入口:205℃, 検出器:250℃, 検出器の種類:FID, キャリアガス:ヘリウム, 試料注入量:1 μ l, スプリット比:1:20, 流速:1 ml/分)

2.2 肝臓重量、腎臓周辺脂肪重量および卵巢上体脂肪重量

飼育試験終了後、解剖により肝臓、腎臓周辺脂肪、卵巢周辺脂肪および血液（血漿）を採取した。また、肝臓、腎臓周辺脂肪、卵巢周辺脂肪については重量を測定した。

2.3 血漿成分分析

血漿はトリアシルグリセロール(TG), 総コレステロール(T-Chol), 遊離脂肪酸(NEFA)の各濃度, Glutamate oxaloacetic transaminase (GOT) 活性値, Glutamate pyruvic transaminase (GPT) 活性値をトリグリセリド E-テストワコー, コレステロール E-テストワコー, NEFA C-テストワコー, トランスアミナーゼ CII-テストワコー（和光純薬工業（株））を用いて測定した。

2.4 肝臓中の脂質分析

解剖により採取した肝臓を用い, TG 量および T-Chol 量を測定した。肝臓中の脂質抽出は Folch 法の改変した方法を用いて行った^{[10][11]}。総脂質を 2-プロパノール 5 ml に溶解し, 以下の測定に用いた。総脂質溶液 5 ml から 90 μ l 採取し, TG 濃度の測定を行った。TG 濃度の測定には, トリグリセリド E-テストワコー（和光純薬工業（株））を用いた。次に総脂質溶液から 300 μ l 採取し, T-Chol 濃度の測定を行った。T-Chol 濃度の測定にはコレステロール E-テストワコー（和光純薬工業（株））を用いた。さらに残りの脂質抽出液を用いて脂肪酸組成を測定した。脂肪酸の測定は 2.1 と同様の条件で実施した^[12]。

3. 統計解析

実験結果は, 平均値および標準誤差で示した。統計は Excel ソフト (Microsoft, USA) を用いて一元配置の分散分析 (ANOVA) を行った。P 値が 0.05 以下 ($P \leq 0.05$) のとき, エクセル統計ソフト (社会情報サービス (株)) にて, Tukey-Kramer 法を用いて有意差ありと判定した。

実験結果および考察

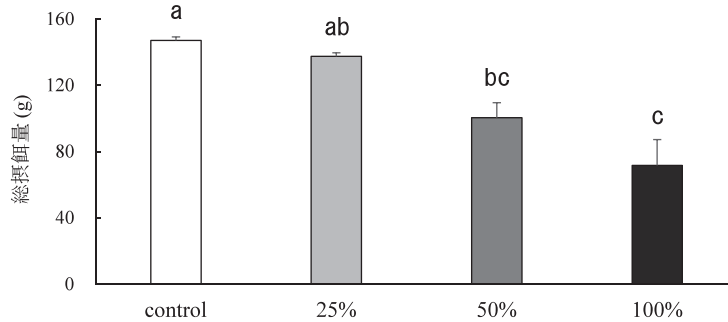
1. 餌および牛乳の脂肪酸組成

MF 固形飼料および牛乳の脂肪酸組成を分析した結果, MF 固形飼料は, 含有率量が高い順にリノール酸 (48.7%), オレイン酸 (25.0%), パルミチン酸 (14.5%) となった (表 2)。牛乳は, 含有率量が高い順にパルミチン酸 (35.4%), オレイン酸 (23.2%), ミリスチン酸 (13.1%), ステアリン酸 (13.0%) となった (表 4)。

2. 固形飼料および牛乳摂取量

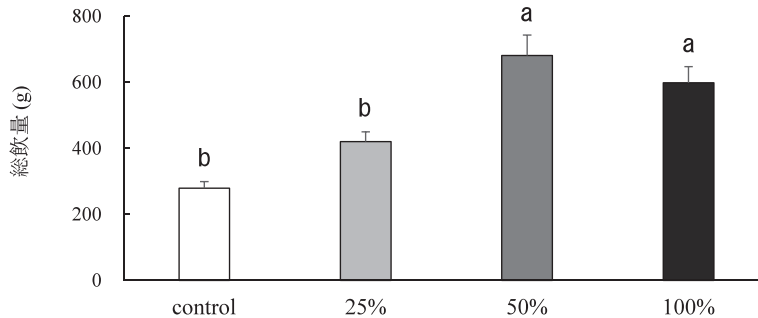
固形飼料摂取量には, 群間で有意差がみられ ($p < 0.001$) (図 1), 50% 群および 100% 群の摂取量は control 群より有意に低くなった。また, 100% 群の摂取量は 25% 群より有意に低くなった。試料の飲量にも, 群間で有意差がみられ ($p < 0.001$) (図 2), 50% 群および 100% 群の飲量は control 群および 25% 群より有意に高くなった。そこで, 本実験におけるマウスの総摂取カロリーの概算を算出すると, 固形飼料による摂取は牛乳の用量依存

図1 総摂餌量



平均値 ± 標準誤差を示す。control 群 n=5, 25%, 50%, 100% 群 n=6。
 有意水準 $p \leq 0.05$ 。異符号間で有意差あり。

図2 総飲量



平均値 ± 標準誤差を示す。control 群 n=5, 25%, 50%, 100% 群 n=6。
 有意水準 $p \leq 0.05$ 。異符号間で有意差あり。

的に総摂取カロリーは低くなる（control 群：約528kcal, 25%群：約494kcal, 50%群：約360kcal, 100%群：約257kcal）。一方、飲んだ試料による摂取は牛乳の用量依存的に総摂取カロリーは高くなる（control 群：約0 kcal, 25%群：約68kcal, 50%群：約221 kcal, 100%群：約389kcal）。また、摂餌量と飲量の総摂取カロリーを各群で算出すると、牛乳の用量依存的に高くなった（control 群：約528kcal, 25%群：約562kcal, 50%群：約582kcal, 100%群：約646kcal）。これらの結果は、牛乳の嗜好性が逆浸透膜水より高かったため、牛乳の含有率に比例して摂取量が増加したことが推察される。また、牛乳にはカロリーがあり、牛乳の含有率が高く摂取量の多い群の方が摂取カロリーが高くなったために、逆に固形飼料の摂餌量が減少したと考えられる。

3. 体重、肝臓重量、腎臓周辺脂肪重量および卵巢周囲脂肪重量

飼育開始時から終了時の体重増加量は群間に有意差はみられなかった（表5）。また、飼育終了時の肝臓重量、腎臓周辺脂肪重量および卵巢周囲脂肪重量のすべてにおいて、有意差はなかった（表5）。このことから、今回の実験方法において、摂取した牛乳量およびカロリーの違いが表面的な重量に変化を与えることはないということが確認できた。

表5 体重増加量および各臓器重量

群	control	25%	50%	100%
体重増加量 (g)	5.91 ± 0.80	8.52 ± 0.91	6.69 ± 1.33	9.04 ± 1.00
肝臓 (g)	1.40 ± 0.06	1.58 ± 0.08	1.50 ± 0.11	1.53 ± 0.08
腎臓周辺脂肪 (g)	0.16 ± 0.04	0.21 ± 0.04	0.15 ± 0.03	0.21 ± 0.04
卵巣上体脂肪 (g)	0.43 ± 0.16	0.66 ± 0.22	0.50 ± 0.16	0.79 ± 0.18

数値は平均値 ± 標準誤差を示す。control 群 n=5, 25%, 50%, 100% 群 n=6。

有意水準 $p \leq 0.05$ 。

4. 血漿成分

血漿の TG, T-Chol および NEFA の各濃度において、有意差はみられなかった(表6)。また、肝炎の指標物質である GOT, GPT 活性においても、有意差はみられなかった(表6)。このことから、摂取した牛乳濃度の違いが血中脂質濃度に変化を与えることはなく、肝炎を引き起こす要因になっていないことがわかった。ヒトが牛乳・乳製品を摂取した場合に、摂取量が多いほど TG が減少し、HDL コレステロールが減少するという報告がある^[13]。TG は本実験と異なる結果であり、HDL コレステロールに関しては測定していないため、さらなる検証が必要である。

表6 血漿成分分析の結果

群	control	25%	50%	100%
TG (mg/dl)	113 ± 13	151 ± 24	109 ± 24	129 ± 31
T-Chol (mg/dl)	84 ± 11	106 ± 9	88 ± 8	107 ± 8
NEFA (μEq/L)	0.59 ± 0.08	0.58 ± 0.05	0.54 ± 0.05	0.48 ± 0.04
GOT (Karmen)	335 ± 57	342 ± 75	316 ± 57	417 ± 92
GPT (Karmen)	29.5 ± 5.3	33.3 ± 3.7	29.5 ± 4.1	35.1 ± 7.3

数値は平均値 ± 標準誤差を示す。

TG, T-Chol, NEFA: control 群 n=5, 25%, 50%, 100% 群 n=6。

GOT, GPT: control, 50% 群 n=5, 25%, 100% 群 n=6。

有意水準 $p \leq 0.05$ 。

5. 肝臓の脂質分析

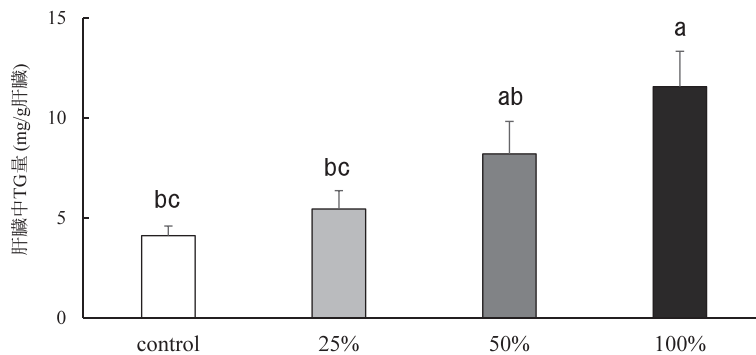
肝臓中の総脂質重量、T-Chol 量において、有意差はみられなかった(表7)。一方、肝臓中の TG 量において、群間で有意差がみられた ($p < 0.01$) (図3)。100% 群は control 群および25% 群よりも有意に高くなった。この要因として、牛乳の摂取量に応じてカロリー摂取量も増加したことがある。さらに、牛乳には粗脂肪が5.1g 含有しており、牛乳由来の脂質が肝臓の TG として蓄積したことも考えられる。

表7 肝臓中の脂質分析の結果

群	control	25%	50%	100%
T-Chol (mg/g 肝臓)	12.0 ± 0.9	11.0 ± 0.6	11.4 ± 0.9	12.6 ± 1.63
総脂質重量 (g/g 肝臓)	0.03 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.05 ± 0.01

数値は平均値 ± 標準誤差を示す。control 群 n=5, 25%, 50%, 100% 群 n=6。
有意水準 $p \leq 0.05$ 。

図3 肝臓中トリアシルグリセロール (TG) 量



平均値 ± 標準誤差を示す。control 群 n=5, 25%, 50%, 100% 群 n=6。
有意水準 $p \leq 0.05$ 。異符号間で有意差あり。

6. 肝臓の脂肪酸分析

肝臓中のオレイン酸含有率は、牛乳の用量依存的に有意に高くなった ($p < 0.05$) (表8)。この要因として、牛乳の脂肪酸比率に由来していると考ええる。牛乳のオレイン酸含有率は23.2%と二番目に高く、牛乳の用量依存的にオレイン酸の摂取割合が高くなり肝臓に移行したと推測される。一方、リノール酸は control 群が最も高く、牛乳の用量依存的に含有

表8 肝臓中脂肪酸組成

脂肪酸の種類		control	25%	50%	100%
パルミチン酸	C16:0	28.3 ± 2.7	30.0 ± 2.8	28.4 ± 2.7	30.3 ± 2.4
パルミオレイン酸	C16:1	-	-	-	0.2 ± 0.2
ステアリン酸	C18:0	20.5 ± 1.7	18.8 ± 0.9	17.9 ± 1.3	17.0 ± 1.0
オレイン酸	C18:1n9	13.8 ± 1.1 ^b	16.3 ± 1.2 ^{ab}	19.4 ± 2.5 ^{ab}	21.3 ± 1.5 ^a
リノール酸	C18:2n6	20.6 ± 0.9 ^a	18.2 ± 0.5 ^a	18.0 ± 1.2 ^a	14.3 ± 1.0 ^b
	C20:3n3	8.3 ± 2.2	8.5 ± 2.0	8.2 ± 1.9	8.6 ± 1.8
ジホモγリノレン酸	C20:3n6	-	-	-	0.2 ± 0.2
その他		8.5 ± 2.2	8.3 ± 1.9	8.0 ± 1.9	8.2 ± 0.8

総脂肪酸あたりの含有量 (%)

数値は平均値 ± 標準誤差を示す。control 群 n=5, 25%, 50%, 100% 群 n=6。
有意水準 $p \leq 0.05$ 。異符号間で有意差あり。

率は低くなった ($p=0.001$)。摂取した牛乳からはリノール酸は確認されなかったため (表 4)、餌の脂肪酸組成に由来していると考えられる (表 2)。餌中のリノール酸比率は 48.7% と最も高く、牛乳の用量依存的に摂餌量が減少したため、それに応じてリノール酸の摂取量も減ったことが肝臓のリノール酸比率を減らしたと推測される。パルミチン酸、ステアリン酸、C20:3 (n-3) はすべての群で含有していたが、群間で有意差はなかった。また、パルミトオレイン酸は牛乳 100% 群のみ確認された。

まとめ

本研究から、牛乳の摂取は体重増加量、肝臓および脂肪組織重量に変化を与えることはないということが明らかになった。ただし、肝臓の TG 量は、牛乳の濃度が高いほど多く蓄積されることが確認された。また、牛乳の摂取は、肝臓の脂肪酸組成にも影響を与えることが明確になった。

謝辞

本研究の遂行にあたり、動物飼育にご協力いただいた長崎大学大学院水産・環境総合研究科環境科学専攻山下樹三裕教授ならび研究室の皆様へ深く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 農林水産省 大臣官房統計部. E-Stat. 令和元年牛乳乳製品統計.
- [2] 一般社団法人 J ミルク. 牛乳・乳製品の消費動向に関する調査 2019.
- [3] 厚生労働省. 乳及び乳製品の成分規格等に関する省令. 第 2 条第 3 項.
- [4] 雪印メグミルク (株). 商品標準成分表.
- [5] Bajjalieh SM, Scheller RH. The Biochemistry of Neurotransmitter Secretion. (1995) *J Biol Chem*; 270(5) : 1971-1974.
- [6] 上西一弘, 江澤郁子, 梶本雅俊, 土屋文安. 日本人若年成人女性における牛乳, 小魚 (ワカサギ, イワシ), 野菜 (コマツナ, モロヘイヤ, オカヒジキ) のカルシウム吸収率. (1998) *日本栄養・食糧学会誌*; 51(5) : 259-266.
- [7] 内藤博. カゼインの消化時生成するホスホペプチドのカルシウム吸収促進機構. (1986) *日本栄養・食糧学会誌*; 39(6) : 433-439.
- [8] 厚生労働省. 日本人の食事摂取基準 (2020年版).
- [9] 雪印メグミルク (株) ホームページ
<https://www.meg-snow.com/fun/academy/gyunyu/component/nutrients.html>
- [10] Folch J, Lees M, Sloane Stanley G H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. (1957) *J Biol Chem*; 226(1) : 497-509.
- [11] 及川大地, 本村菜摘, 谷口由夏, 野口華奈美, 横田望来. 高用量ツバキ油の摂取に

- よる肝臓性状の検証. (2019) 長崎大学教育学部紀要; 5 : 133-142.
- [12] Kamegai T, Kasai M, Ikeda I. Improved method for preparation of the methyl ester of conjugated linoleic acid. (2001) J Oleo Sci; 50(4) : 237-241.
- [13] 上西一弘. 牛乳・乳製品摂取とメタボリックシンドローム. (2012) Milk Science; 61(3) : 247-251.

