

長期大規模コホートにおける 牛乳摂取量の体重、BMI および体組成への影響評価

近畿大学医学部公衆衛生学教室助教：立木 隆広

要 旨

目 的

日本人女性において、長期間の牛乳摂取量が、(目的①) 体重および Body mass index (BMI) 並びに (目的②) 筋量および脂肪量の増減に影響を及ぼすか否かを明らかにすることを、目的とした。

方 法

(目的①) では、19年間の追跡調査で、牛乳摂取量と体重、BMI を把握した。追跡期間中の牛乳摂取の体重、BMI に対する影響を縦断的に評価するために、ベースラインの牛乳摂取量、追跡期間中の平均牛乳摂取量、追跡期間中の牛乳摂取の変化量と体重、BMI の19年間の変化の関係を検討した。

(目的②) では、4年間の追跡調査で、牛乳摂取量と筋量、脂肪量並びに Appendicular skeletal mass index (ASMI) を把握した。追跡期間中の牛乳摂取の筋量、脂肪量並びに ASMI に対する影響を縦断的に評価するために、ベースラインの牛乳摂取量、追跡期間中の平均牛乳摂取量、追跡期間中の牛乳摂取の変化量と筋量、脂肪量並びに ASMI の4年間の変化の関係を検討した。

統計手法は、(目的①) (目的②) 共に、ベースラインの牛乳摂取量、追跡期間中の平均牛乳摂取量、追跡期間中の牛乳摂取の変化量をそれぞれ3群に分け、体重、BMI、筋量、脂肪量並びに ASMI は共変量を調整した最小二乗平均を比較した。

結 果

(目的①) では、ベースラインの牛乳摂取量、追跡期間中の平均牛乳摂取量、追跡期間中の牛乳摂取の変化量全てにおいて3群間で、体重、BMI の変化に有意な差はなかった。

(目的②) では、ベースラインの牛乳摂取量、追跡期間中の平均牛乳摂取量、追跡期間中の牛乳摂取の変化量全てにおいて3群間で、筋量、脂肪量並びに ASMI の変化に有意な差はなかった。

結 論

日本人女性において、長期間の牛乳摂取量の増加が体重、BMI の増加につながることはないことが示唆された。同様に、長期間の牛乳摂取量の増加が脂肪量の増加を来たすこともないことが示唆された。

1. 緒言

近年、牛乳・乳製品の摂取は、高血圧¹⁾、糖尿病²⁾および肥満³⁾等の脳血管障害の危険因子を減少させることや、骨粗鬆症⁴⁾や認知症⁵⁾の予防に有効であるという報告がされている。また、牛乳・乳製品の摂取量が多い者はメタボリック症候群の発症リスクが減少すると報告されている^{6,7)}。

さらに、牛乳・乳製品の摂取と体重、Body mass index (BMI) および体組成の関連が報告されている^{3,8)}。Zemel ら³⁾は、体重が維持できているアフリカ系アメリカ成人で、乳製品を多く摂取した者は体重の変化はみられなかったが、全身および体幹の脂肪量が減少し、全身の筋量が増加したと報告している。また、Abargouei ら⁸⁾は、乳製品摂取の体重および体組成への効果をメタアナリシスで検討しているが、エネルギー制限をした状態で乳製品の消費量を増やすことは、体重および脂肪量を減少させ、筋量を増加させる結果を示している。加えて、レジスタンストレーニングの際、乳清タンパク質の摂取が筋量の維持向上に効果的であるという^{9,10,11)}、牛乳・乳製品の摂取がサルコペニア予防に貢献できる可能性を示唆する報告もある。

これらのことから、牛乳・乳製品は、生活習慣病、メタボリック症候群や高齢者に特異的に発症リスクが高くなる疾患の予防食品として有効な食品の一つといえ、積極的な摂取が望まれる。

しかし近年、牛乳・乳製品の摂取を敬遠する風潮も見られる。農林水産省の平成 24 年度の食料需給表¹²⁾を見てみると、国民 1 人当たり 1 日の牛乳及び乳製品の消費量は、報告されている昭和 35 年から増加した後、平成に入るとほぼ横ばいに推移し、近年では緩やかな減少傾向を示している。さらに飲料向け牛乳に限定して見ると、平成 6 年の 114.0g をピークに、減少の一途をたどり平成 24 年には 85.3g となり、25.2%の減少を示している。

牛乳消費量の減少の原因の一つとして、ダイエットやカロリー制限をするために牛乳摂取を制限することが考えられるが、背景には「牛乳を飲むと太る」といった間違っただ認識があるといえる。このような間違っただ健康思考に歯止めをかけるためにも、牛乳・乳製品の摂取が体重および体組成に与える影響の可否のエビデンスを構築する必要がある。

国外において牛乳・乳製品の摂取が体重、脂肪量の増加に影響を与えない報告が幾つかされている。例えば、18 歳以上の男女を対象にした横断研究で、牛乳摂取量と BMI の間に負の相関が示されている¹³⁾。また、2 つの縦断研究では、ベースラインでの乳製品の摂取は、6.4 年間と 12 年間の体重増加に関連しないことを示している^{14,15)}。さらに、メタアナリシスで、エネルギー制限をしない状態で乳製品の消費量を増やすことは、体重、脂肪量の大きな変化には繋がらないと報告している⁸⁾。しかし、このメタアナリシスには、日本からの報告は含まれておらず、この結果を我が国に適応することは必ずしも適切とはいえない。したがって、国内で牛乳・乳製品の摂取量と体重および体組成の増減の関連を明らかにし、牛乳摂取におけるエビデンスを構築し、正しい情報提供を行うことは喫緊の課題といえる。

そこで本研究では、Japanese Population-based Osteoporosis (JPOS) Cohort Study¹⁶⁾の 19 年間の追跡データを用いて、日本人女性において、長期間の牛乳摂取量が、【目的①】体重および BMI 並びに【目的②】筋量および脂肪量の増減に影響を及ぼすか否かを明らかにすることを、目的とした。

2. 研究対象と方法

(1) JPOS Cohort Study について

JPOS Cohort Study¹⁶⁾は、平成 8 年に全国の 7 市町で無作為に抽出された 15～79 歳の地域在住女性 4,550 人を対象に開始された。これまで、骨密度、既往歴、生活歴、骨折歴、食事、牛乳摂取量、体格、筋力、血液データ等を把握している。平成 23、24 年には、15 年次調査を完遂し、対象地域の内 4 市町にて、新たに筋量、脂肪量および身体能力の測定を行った。これにより、本研究では概ね 19 年間の体重、BMI の変化と 4 年間の筋量、脂肪量の変化を捉えることができた。

(2) 研究デザイン

大規模前向きコホート研究 JPOS Cohort Study を用いて日本人女性における、【研究①】長期間の牛乳摂取量が体重および BMI の増減に影響を与えるかを、平成 8 年に行われた初回調査をベースライン、平成 27 年に行われた 20 年次追跡調査をフォローアップとした縦断研究で検討した。また、【研究②】牛乳摂取量が筋量および脂肪量の増減に影響を及ぼすかを、平成 23、24 年に行われた 15 年次調査をベースライン、平成 27 年に行われた 20 年次追跡調査をフォローアップとした縦断研究で検討した（図 1）。

(3) 研究対象

平成 8 年の初回調査は図 2 の 7 地域（図 2 の○、●）に在住する女性から、15 歳から 79 歳の 5 歳階級別に 50 人、1 地域 650 人、全体で 4,550 人を無作為抽出して行われ、3,985 人（87.6%）が受診した。平成 27 年に実施された 20 年次調査は初回調査の対象地域の内、香川県さぬき市、沖縄県宮古島市（図 2 の●）を対象とし、調査時現在、同地域に在住する 40 歳以上の者 790 人を対象とした。

(4) 結果指標の測定

① 体重並びに BMI の測定

初回調査から 15 年次調査までは自動身長体重計(竹井機器工業 TK-11868h)、20 年次調査ではデジタル身長計 (エー・アンド・デイ AD-6351) により身長と体重を測定した。測定された身長、体重より BMI (体重/身長² (kg/m²)) を算出した。体重および BMI の変化量は、ベースラインとフォローアップの体重および BMI より算出した。

② 全身の筋量および脂肪量並びに Appendicular skeletal mass index

二重エネルギー X 線吸収法(DXA) (Hologic 社 QDR4500A 車載型) により全身の体組成を測定した。測定された除脂肪量より、四肢の筋量を身長²で除した Appendicular skeletal mass index (ASMI (kg/m²))¹⁷⁾を算出した。全身の筋量および脂肪量並びに ASMI の変化量は、ベースラインとフォローアップの全身の筋量および脂肪量並びに ASMI より算出した。

(5) 説明指標の測定

初回調査時と各追跡調査時に同じ調査票を用いて、牛乳摂取量を把握した。調査票の質問は「現在、牛乳はどの程度飲みますか」とし、回答は次の5つの選択肢「①1日にコップ2杯以上、②1日にコップ1杯、③2-3日にコップ1杯、④週にコップ1杯、⑤ほとんど飲まない」から最も当てはまるものを回答させた。対象者が自筆で回答した後、問診にて確認した。その後、牛乳コップ1杯を200mlとして調査票結果からmlに換算した。

① ベースライン時の牛乳摂取量

【研究①】、【研究②】それぞれのベースライン時に把握した牛乳摂取量を用いた。

また、これより対象者を三分位で分けた。

② 19年間および4年間の平均牛乳摂取量

19年間および4年間の平均牛乳摂取量は、追跡期間中に把握した牛乳摂取量を用いて算出した平均値とした。また、これより対象者を三分位で分けた。

③ 19年間および4年間における牛乳摂取変化量

③-1 19年間における牛乳摂取変化量

【研究①】において、初回調査および20年次追跡調査で把握した牛乳摂取量より追跡期間内の牛乳摂取量の変化量を算出した。また、これより対象者を牛乳摂取量が増加した群、変化しなかった群、減少した群の3群に分けた。

③-2 4年間における牛乳摂取変化量

【研究②】において、15年次調査および20年次追跡調査で把握した牛乳摂取量より追跡期間内の牛乳摂取量の変化量を算出した。また、これより対象者を牛乳摂取量が増加した群、変化しなかった群、減少した群の3群に分けた。

(6) 共変量指標の測定

体重、BMIや体組成に影響する要因として、運動や労働を含む身体活動量をアンケート調査し、保健師が補完確認すると共に、必要な項目については詳細に聴取した。身体活動量は、有効性が確認された国際標準化身体活動質問票(International Physical Activity Questionnaire)日本語版¹⁸⁾を用いて、1日あたりの活動量Mets・minを求め、さらに1日あたりの身体活動によるエネルギー消費量を

$$\text{エネルギー消費量(kcal)} = \text{Mets} \cdot \text{min} \times 3.5 \text{ (ml/kg/min)} \times 0.005 \text{ (kcal/ml)} \times \text{体重(kg)}$$

の式で計算した。

食品からの摂取エネルギー量や各種栄養素摂取量を推定するために、有効性が確認された食品群別摂取頻度調査票¹⁹⁾を用い、管理栄養士が単位摂取量をフードモデルで確認しながら、聴取した。

(7) 統計解析

① 牛乳摂取量の体重、BMI への影響の検討

①-1 ベースライン時の牛乳摂取量の体重、BMI への影響の検討

ベースライン時の牛乳摂取による体重、BMI の変化の違いを検討するために、算出された初回調査時の牛乳摂取量で分けられた三分位間の体重、BMI の平均値を、それぞれ従属変数とした一般化線形回帰分析で他の共変量を調整して評価した。

①-2 追跡期間中の牛乳摂取量の体重、BMI への影響の検討

追跡期間中の牛乳摂取による体重、BMI の違いを検討するために、算出された追跡期間中の牛乳摂取量の平均値で分けられた三分位間の体重、BMI の平均値を、それぞれ従属変数とした一般化線形回帰分析で他の共変量を調整して評価した。

② 牛乳摂取変化量の体重、BMI への影響の検討

追跡期間中の牛乳摂取変化量による体重、BMI の違いを検討するために、算出された追跡期間中の牛乳摂取変化量で分けられた 3 群間の体重、BMI の平均値を、それぞれを従属変数とした一般化線形回帰分析で他の共変量を調整して評価した。

③ 牛乳摂取量の全身の筋量、脂肪量並びに ASMI への影響の検討

③-1 ベースライン時の牛乳摂取量の全身の筋量、脂肪量並びに ASMI への影響の検討

ベースライン時の牛乳摂取による全身の筋量、脂肪量並びに ASMI の違いを検討するために、算出された 15 年次調査時の牛乳摂取量で分けられた三分位間の全身の筋量、脂肪量並びに ASMI の平均値を、それぞれ従属変数とした一般化線形回帰分析で他の共変量を調整して評価した。

③-2 追跡期間中の牛乳摂取量の全身の筋量、脂肪量並びに ASMI への影響の検討

追跡期間中の牛乳摂取による全身の筋量、脂肪量並びに ASMI の違いを検討するために、算出された追跡期間中の牛乳摂取量の平均値で分けられた三分位間の全身の筋量、脂肪量並びに ASMI の平均値を、それぞれ従属変数とした一般化線形回帰分析で他の共変量を調整して評価した。

④ 牛乳摂取変化量の全身の筋量、脂肪量並びに ASMI への影響の検討

追跡期間中の牛乳摂取変化量による全身の筋量、脂肪量並びに ASMI の違いを検討するために、算出された追跡期間中の牛乳摂取変化量で分けられた 3 群間の全身の筋量、脂肪量並びに ASMI の平均値を、それぞれ従属変数とした一般化線形回帰分析で他の共変量を調整して評価した。

(8) 調査の実施

調査は 8 月に香川県さぬき市、11 月に沖縄県宮古島市で、それぞれ 2 週間をかけて行った。

3. 結果

(1) 受診者数と受診率並びに解析対象者数

平成 27 年に実施された JPOS Cohort Study の追跡調査を受診した者は 532 人で、受診率は 67.3%であった。年齢階級別に見た受診率を表 1 に示す。80 歳代の受診率は 30%代と低かったが、50、60 歳代では 80%を上まわり、この世代では目標としていた受診率が確保できた。受診者の中から有効なデータを持っている対象者を解析に用いた。解析対象者は、【研究①】ではさぬき市並びに宮古島市の 2 地域の対象者のうち 507 人、【研究②】ではさぬき市の 50 歳以上で体組成を測定した 230 人であった。

(2) 【研究①】の結果

(2) -① 対象者の身長、体重、BMI

表 2 に初回調査時の年齢階級別に見た初回調査時と 20 年次調査時の身長、体重、BMI を示した。20 年次調査時の結果を見ると、身長と体重は高齢ほど低値になる傾向があり、BMI は高齢ほど高い傾向にあった。

初回と 20 年次を比較すると、初回調査時の 30 歳代から 1cm 以上の身長の短縮が見られはじめ、60、70 歳代では 4cm 以上短縮していた。この原因の一つは椎体骨折による脊柱の後弯と考えられた。

(2) -② 牛乳摂取量と体重、BMI の関係

19 年間という長い追跡期間中の牛乳摂取量の体重、BMI に対する影響を縦断的に評価するために、初回調査の牛乳摂取量、追跡期間中の平均牛乳摂取量、追跡期間中の牛乳摂取の変化量と体重、BMI の 19 年間の変化の関係を検討した。

(2) -②-1 初回調査時の牛乳摂取量と体重、BMI

図 3 は、初回調査における牛乳摂取量で対象者を三分位で分け、体重の変化量は年齢、身長の変化量、身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整して評価した結果である。3 群間において有意な差は見られなかった。図 4 は、図 3 と同様に対象者を 3 群に分け、BMI の変化量は年齢、身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整して評価した結果である。体重と同様に 3 群間において有意な差は見られなかった。

(2) -②-2 追跡期間中の平均牛乳摂取量と体重、BMI

図 5 は、追跡期間の平均牛乳摂取量で対象者を三分位で分け、体重の変化量を年齢、身長の変化量、身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整して評価した結果である。3 群間において有意な差は見られなかったが、有意な低下傾向は見られた。図 6 は、図 5 と同様に対象者を 3 群に分け、BMI の変化量は年齢、身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整して評価した結果である。体重と同様に 3 群間において有意な差は見られなかったが、有意な低下傾向が見られた。

(2) -②-3 牛乳摂取変化量と体重、BMI

図 7 は、追跡期間の牛乳摂取の変化量で対象者を 3 群にし、体重の変化量を年齢、身長の変化量、身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整して評価した結果である。3 群間において有意な差は見られなかった。図 8 は、図 7 と同様に対象者を 3 群に分け、BMI の変化量は年齢、身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整して評価した結果である。3 群間において有意な差は見られなかった。

(3) 【研究②】の結果

(3) -① 対象者の筋量、脂肪量並びに ASMI

表 3 に初回調査時の年齢階級別に見た 15 年次調査時と 20 年次調査時の体重、筋量、脂肪量並びに ASMI を示した。20 年次調査時の結果を見ると、筋量と脂肪量は高齢になるにつれ低値になる傾向があったが、ASMI は高齢になるにつれ明らかに低値になるという傾向はなかった。

15 年次と 20 年次を比較すると、筋量は減少し、脂肪量は増加する傾向がみられた。

(3) -② 牛乳摂取量と筋量、脂肪量並びに ASMI の関係

4 年間の追跡期間中の牛乳摂取量の筋量、脂肪量並びに ASMI に対する影響を縦断的に評価するために、15 年次調査の牛乳摂取量、追跡期間中の平均牛乳摂取量、追跡期間中の牛乳摂取の変化量と筋量、脂肪量並びに ASMI の 4 年間の変化の関係を検討した。

(3) -②-1 15 年次調査時の牛乳摂取量と筋量、脂肪量並びに ASMI

図 9、図 10 は、15 年次調査における牛乳摂取量で対象者を三分位に分け、筋量と脂肪量の変化量は年齢、身長の変化量、身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整して評価した結果である。3 群間において有意な差は見られなかった。図 11 は、図 9、10 同様に対象者を 3 群に分け、ASMI の変化量は年齢、身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整して評価した結果である。3 群間において有意な差は見られなかった。

(3) -②-2 追跡期間中の平均牛乳摂取量と筋量、脂肪量並びに ASMI

図 12、13 は、追跡期間の牛乳摂取量の平均で対象者を三分位に分け、筋量と脂肪量の変化量を年齢、身長の変化量、身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整して評価した結果である。3 群間において有意な差は見られなかった。図 14 は、図 12、13 と同様に対象者を 3 群に分け、ASMI の変化量は年齢、身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整して評価した結果である。3 群間において有意な差は見られなかった。

(3) -②-3 牛乳摂取変化量と筋量、脂肪量並びに ASMI

図 15、16 は、追跡期間の牛乳摂取の変化量で対象者を 3 群に分け、筋量と脂肪量の変化量を年齢、身長の変化量、身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整して評価した結果である。3 群間において有意な差は見られなかった。図 17 は、図 15、16 と同様に対象者を 3 群に分け、ASMI の変化量は年齢、身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整して評価した結果である。3 群間において有意な差は見られなかったが、有意な上昇傾向は見られた。

4. 考察

牛乳摂取量の体重、BMI への影響

本研究では、19 年間の追跡でベースライン時の牛乳摂取量、追跡期間の平均牛乳摂取量、追跡期間中の牛乳摂取量それぞれで 3 群に分け、体重並びに BMI の変化量の関連を検討した結果、それぞれにおいて 3 群間で体重並びに BMI の変化量に有意な差は認められなかった。これは、牛乳摂取量の増加が体重、BMI の増加につながることはないことを示唆する。これまでの疫学研究でも、本研究と同様な結果が報告されている。牛乳摂取量と体重増加に関しては 2 つの縦断研究で、ベースラインでの乳製品の摂取は、6.4 年間と 12 年間の体重増加には関連していないことを示している^{14,15)}。

また本研究では、追跡期間の平均牛乳摂取量では、3 群間で体重並びに BMI の変化量の調整平均の低下傾向がみられた。疫学調査の先行研究では、牛乳摂取量と体重、BMI の関連として、閉経後早期の女性でも牛乳・乳製品摂取と体重は負の相関を示し²⁰⁾、18 歳以上の男女で、牛乳摂取量と BMI の間には負の相関を示している¹³⁾。さらに、18-30 歳の男女 3,157 人を 10 年間追跡した CARDIA 研究で、当初 BMI が 25 以上の群では牛乳・乳製品摂取量が多い者ほど用量反応的に BMI>30 となる者が有意に少なかった。BMI が 25 未満の群では有意ではなかったが、同様の傾向にあったと報告している²¹⁾。また、RCT の先行研究では、肥満者に対する減量効果を検討した RCT で、等熱量（いずれも低熱量）、等栄養価ながら、低カルシウム、高カルシウム、あるいは牛乳・乳製品追加の試験食に無作為に 24 週間割り付けたところ、それぞれ体重が 5.4%、8.6%、10.9%低下し、その傾向は有意であった²²⁾。この傾向は肥満者を対象にした低熱量ではない試験食を用いた RCT でも認められ、対照食では体重に変化はなかったが、牛乳・乳製品食ではそれぞれ 5.4%低下した³⁾。本研究の結果とこれらの先行研究から、積極的な牛乳摂取を定期的に行うことは、BMI の増加を抑える可能性が示唆される。

近年のやせ志向は非科学的なものも含むダイエットを閉経女性にまで蔓延させ、その過程で、「牛乳を飲むと太る」という誤った認識が牛乳離れを引き起こしているといえる。しかし、牛乳 200ml に含まれるエネルギーは 140 kcal 程度で、糖質が含まれる清涼飲料水と大差なく、他の食品に比べて BMI の増加を助長するとは考えにくい。これまでの研究から、国外では牛乳摂取量が体重、BMI の大きな変化に繋がらないことは報告されていたが、日本では明らかでなかった。しかし、本研究の 19 年間の追跡結果で、牛乳摂取量が体重、BMI の増加には繋がらず、むしろこれらを低下させる可能性を示唆することができた。

牛乳摂取量の筋量、脂肪量並びに ASMI への影響

本研究では、4 年間の追跡でベースライン時の牛乳摂取量、追跡期間の平均牛乳摂取量、追跡期間中の牛乳摂取量の変化量それぞれで 3 群に分け、全身の筋量、脂肪量並びに ASMI の変化量の関連を検討した結果、それぞれにおいて 3 群間の中で筋量、脂肪量並びに ASMI の変化量に有意な差は認められなかった。

先行研究では、体重が維持できているアフリカ系アメリカ成人で、乳製品を多く摂取した者は体重の変化はみられなかったが、全身および体幹の脂肪量が減少し、全身の筋量が増加した³⁾。メタアナリシス⁸⁾では、エネルギー制限をした状態で乳製品の消費量を増やすことは、体重および脂肪量の減少並びに筋量の増加に影響を与える結果を示している。また、レジスタンストレーニングの際、乳清タンパク質の摂取が筋量の維持向上に与える相乗効果も^{9,10,11)}、報告されている。

これらの先行研究と本研究の結果が異なる原因の一つとして、人種の違いが考えられる。日本人と他の人種の牛乳の日常摂取が与える、体組成への効果の違いが推察される。また、先行研究では、牛乳・乳製品の摂取と運動の相互作用による体組成への影響を報告しているが、本研究では、ライフコーダー等で計測した日常での身体活動量計測の結果を用いた評価をしていない。牛乳摂取量の体組成の影響評価は、牛乳摂取量単独の効果ではなく、身体活動等との相互作用を詳細にすることで、明らかになるのかもしれない。

本研究の強みと限界

本研究の母体となった JPOS Cohort Study¹⁶⁾は、平成 8 年度に全国 7 市町の住民から 4,550 人を年齢階級別に無作為抽出し、我が国で初めての母集団の代表性のある骨粗鬆症に関する大規模疫学研究として発進した。これによって初めて日本人の各部位の骨密度の年齢階級別標準値と骨粗鬆症診断のための基準値²³⁾、並びに各種骨代謝マーカーの標準値²⁴⁾が明らかになるなど、多くの知見を創出している。その強みとしては、①無作為抽出標本を対象とした研究で、結果を日本人全体に一般化する場合に選択バイアスが小さい。②19 年間の牛乳・乳製品摂取量が得られている。③体重、BMI の変化に加えて、DXA による体組成の変化の評価もしている。④その他の交絡要因については長期間の追跡の中で正確なデータとして蓄積され、結果の調整に用いることができる、等が挙げられる。

一方、本研究の限界は、①本研究は追跡率 70% 近く達成し、20 年次研究としてはたいへん高い追跡率と考えられるが、未受診者の中には、フレイル等によって身体機能が低下したために、本調査に参加でなかった人がいると推察できる。そのような未受診者の状況が含まれていないこと。②体組成に関しては 4 年間の追跡である、等が挙げられる。

今後の課題

上記の本研究の限界を克服するために、以下のような追加的研究が必要である。

- ① 今回の調査では、対象市町の担当課の努力によって約 70%という 20 年次調査としてはたいへん高い追跡率が確保できた。しかし、未受診者は 30%以上あるわけで、しかも高齢に偏っている。その中にはフレイル等で要介護になったために受診できなかった人がかなりいると考えられ、これらの人の状況を加えないと体重、BMI、体組成の変化を低く見積もってしまう誤りを犯す。そこで、外出できない要介護でも体重、BMI 等を把握できるツールを開発することが必要となる。例えば、寝た状態でも計測できる下肢周囲長は BMI と関連するといわれているため、精度高く測定できる方法の考案が挙げられる。この課題は 28 年度調査で取り掛かる予定である。
- ② 体組成に関しては、15 年次調査から計測したため、追跡期間が短く、長期的な影響は必ずしも明らかとは言えない。そこで、25 年次調査を計画することで、10 年という長期の追跡が可能となる。
- ③ 平成 27 年度の本 20 年次調査ではさぬき市、宮古島市の 2 地域での調査を完了したが、20 年次調査は、北海道芽室町、新潟県上越市、福島県西会津町の 3 地域を加えた 5 地域での調査を予定している。平成 28 年度に残り 3 地域の調査を予定しておりこれを実施することで、より正確な結果が得られると考えている。

5. 結論

JPOS Cohort study の 20 年次調査によって、日本人女性において、長期間の牛乳摂取量の増加が体重、BMI の増加につながることはないことが示唆された。同様に、長期間の牛乳摂取量の増加が脂肪量の増加を来たすこともないことが示唆された。

引用文献

- 1) Soedamah-Muthu SS, Verberne LD, et al. Dairy consumption and incidence of hypertension: A dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Hypertension* 2012; 60: 1131-1137
- 2) Tong X, Dong JY, et.al. Dairy consumption and risk of type 2 diabetes mellitus: A meta-analysis of cohort studies. *Eur J Clin Nutr* 2011; 65: 1027-1031
- 3) Zemel Mb, Richards J, et.al. Effects of calcium and dairy on body composition and weight loss in African-American adults. *Obes Res* 2005; 13: 1218-1225
- 4) Caroli A, Poli A, et al. Invited review, dairy intake and bone health, a viewpoint from the state of the art, *J. Dairy Sci* 2011; 94: 5249-5262
- 5) Ozawa M, Ohara T, et al. Milk and dairy consumption and risk of dementia in an elderly Japanese population: the Hisayama Study. *J Am Geriatr Soc* 2014; 62(7): 1224-1230
- 6) Crichton GE, Bryan J, et al. Dairy consumption and metabolic syndrome: a systematic review of findings and methodological issues. *Obes Rev* 2011; 12(5): e190-201
- 7) 上西一弘, 田中司郎, 他. 牛乳・乳製品摂取とメタボリックシンドロームに関する横断的研究. *日本栄養・食糧学会誌* 2010 ; 63(4) : 151-159
- 8) Abargouei AS, Janghorbani M, et al. Effect of dairy consumption on weight and body composition in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Int J Obes (Lond)* 2012; 36(12): 1485-1493
- 9) Cooke MB, Rybalka E, et al. Whey protein isolate attenuates strength decline after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. *J. Int. Soc.Sports Nutr* 2010; 7: 30
- 10) Hayes A, Cribb PJ. Effect of whey protein isolate on strength, body composition and muscle hypertrophy during resistance training. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 2008; 11(1): 40-44
- 11) Phillips SM, Tang JE. et al. The role of milk- and soy-based protein in support of muscle protein synthesis and muscle protein accretion in young and elderly persons. *J. Am. Coll. Nutr* 2009; 28(4): 343-354
- 12) 農林水産省. 平成 24 年度食料需給表.
(<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001117396>)
- 13) Marques-Vidal P, Goncalves A, et al. Milk intake is inversely related to obesity in men and in young women: data from the Portuguese Health Interview Survey 1998-1999. *Int J Obes* 2006; 30(1): 88-93.
- 14) Snijder MB, van Dam RM, et al. A prospective study of dairy consumption in relation to changes in metabolic risk factors: the Hoorn Study. *Obesity (Silver Spring)* 2008; 16(3): 706-709

- 15) Rajpathak SN, Rimm EB, et al. Calcium and dairy intakes in relation to long-term weight gain in US men. *Am J Clin Nutr* 2006; 83: 559–566
- 16) Iki M, Tamaki J, et al. Cohort Profile: The Japanese Population-based Osteoporosis (JPOS) Cohort Study. *Int J Epidemiol* 2015;44: 405-414
- 17) Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010; 39: 412 - 423
- 18) 村瀬訓生、勝村俊仁、上田千穂子、井上茂、下光輝一. 身体活動量の国際標準化. 厚生 の 指 標 2002;49:1-9
- 19) Uenishi K, Ishida H, Nakamura K. Development of a simple food frequency questionnaire to estimate intakes of calcium and other nutrients for the prevention and management of osteoporosis. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*. 2008;54:25-29
- 20) Varenna M, Binelli L, Casari S, Zucchi F, Sinigaglia L. Effects of dietary calcium intake on body weight and prevalence of osteoporosis in early postmenopausal women. *Am J Clin Nutr*.2007;86:639-644
- 21) Pereira MA, Jacobs DR Jr, Van Horn L, Slattery ML, Kartashov AI, Ludwig DS. Dairy consumption, obesity, and the insulin resistance syndrome in young adults: the CARDIA Study. *JAMA*. 2002;287:2081-2089
- 22) Zemel MB, Thompson W, Milstead A, Morris K, Campbell P. Calcium and dairy acceleration of weight and fat loss during energy restriction in obese adults. *Obes Res*. 2004;12:582-590
- 23) Iki M, Kagamimori S, Kagawa Y, Matsuzaki T, Yoneshima H, Marumo F. Bone mineral density of the spine, hip and distal forearm in representative samples of the Japanese female population: Japanese Population-Based Osteoporosis (JPOS) Study. *Osteoporos Int*. 2001;12:529-537
- 24) Iki M, Akiba T, Matsumoto T, Nishino H, Kagamimori S, Kagawa Y, Yoneshima H; JPOS Study Group. Reference database of biochemical markers of bone turnover for the Japanese female population. Japanese Population-based Osteoporosis (JPOS) Study. *Osteoporos Int*. 2004;15:981-991

図1 本申請研究全体の概要（【研究①】と【研究②】の関連）



表 図



図2 初回調査（○と●）と20年次調査（●）の対象地域

表1 年齢階級別受診者数と受診率

| 年齢 | 全体 | | |
|-------|------|------|--------|
| | 対象者数 | 受診者数 | 受診率(%) |
| 40-49 | 89 | 61 | 68.5 |
| 50-59 | 170 | 138 | 81.2 |
| 60-69 | 176 | 143 | 81.3 |
| 70-79 | 168 | 127 | 75.6 |
| 80- | 187 | 63 | 33.7 |
| 計 | 790 | 532 | 67.3 |

表 2 年齢別に見た 20 年次調査受診者の体格

| 初回調査時 の年齢 | 初回調査 | | | 20年次調査時 の年齢 | | |
|--------------|---------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------------|
| | 身長(cm) mean ± SD | 体重(kg) mean ± SD | BMI(kg/m ²) mean ± SD | 身長(cm) mean ± SD | 体重(kg) mean ± SD | BMI(kg/m ²) mean ± SD |
| 全体 | 507 153.6 ± 5.5 | 54.7 ± 7.9 | 23.2 ± 3.4 | 全体 151.1 ± 6.4 | 54.1 ± 9.6 | 23.7 ± 3.9 |
| 20-29 | 47 157.3 ± 6.2 | 52.3 ± 8.1 | 21.1 ± 2.7 | 40-49 156.6 ± 6.1 | 55.6 ± 12.1 | 22.6 ± 4.4 |
| 30-39 | 124 156.5 ± 4.4 | 53.9 ± 8.1 | 22.0 ± 3.1 | 50-59 154.9 ± 4.5 | 56.3 ± 10.1 | 23.5 ± 4.1 |
| 40-49 | 146 154.1 ± 4.7 | 55.6 ± 7.9 | 23.4 ± 3.3 | 60-69 151.9 ± 4.8 | 55.0 ± 9.0 | 23.8 ± 3.9 |
| 50-59 | 121 151.2 ± 4.7 | 55.0 ± 7.5 | 24.1 ± 3.3 | 70-79 148.0 ± 5.2 | 53.0 ± 7.9 | 24.2 ± 3.6 |
| 60-69 | 59 149.3 ± 4.5 | 55.8 ± 7.3 | 25.0 ± 2.9 | 80-89 144.5 ± 5.1 | 50.5 ± 8.2 | 24.1 ± 3.4 |
| 70-79 | 10 147.5 ± 4.4 | 49.7 ± 10.1 | 22.8 ± 4.3 | 90-99 141.1 ± 7.5 | 41.4 ± 9.5 | 20.8 ± 4.5 |

BMI: Body mass index

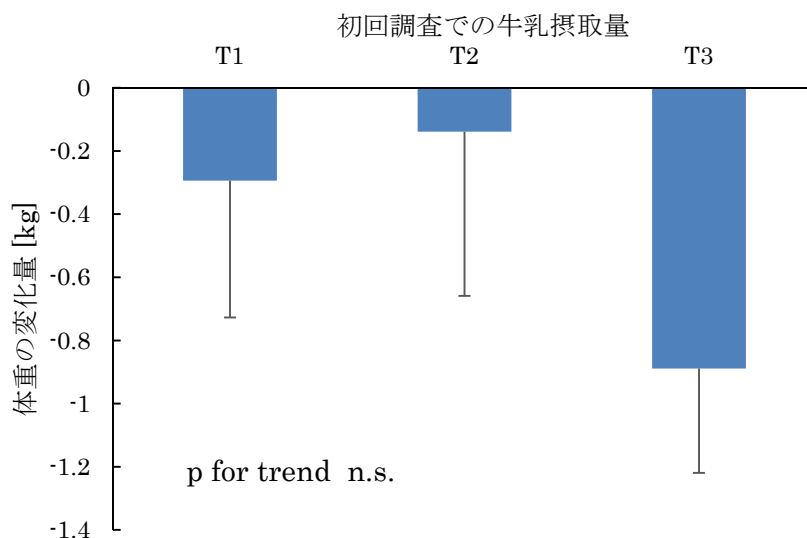


図3 初回調査の牛乳摂取量別に見た体重の変化

T1, T2, T3: 初回調査の牛乳摂取量の3分位群

T1 < 100 ml/D 100 ml/D ≤ T2 < 200 ml/D 200 ml/D ≤ T3

体重の変化量は年齢、身長の変化、20年次調査時身体活動による

エネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整した最小二乗平均値

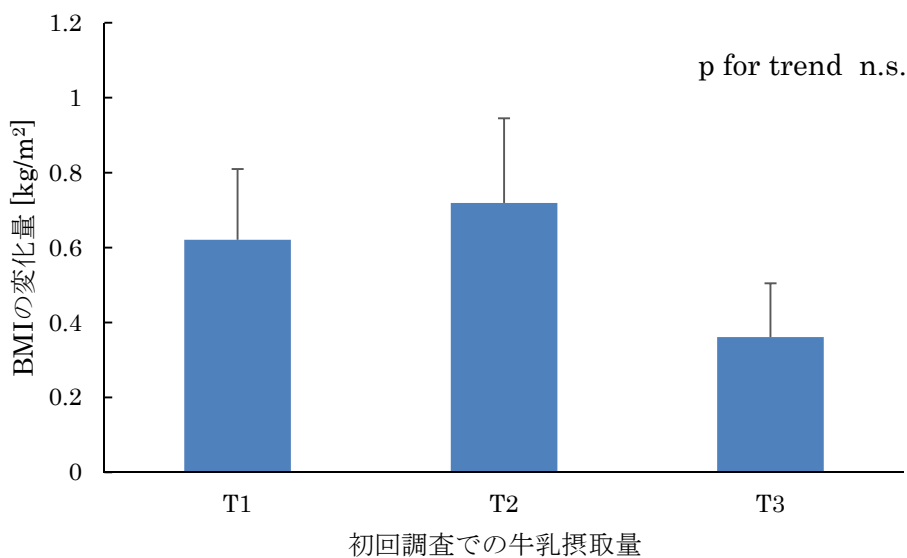


図4 初回調査の牛乳摂取量別に見たBMIの変化

T1, T2, T3: 初回調査の牛乳摂取量の3分位群

T1 < 100 ml/D 100 ml/D ≤ T2 < 200 ml/D 200 ml/D ≤ T3

BMIの変化量は年齢、20年次調査時身体活動によるエネルギー消費量、

食事からのエネルギー摂取量を調整した最小二乗平均値

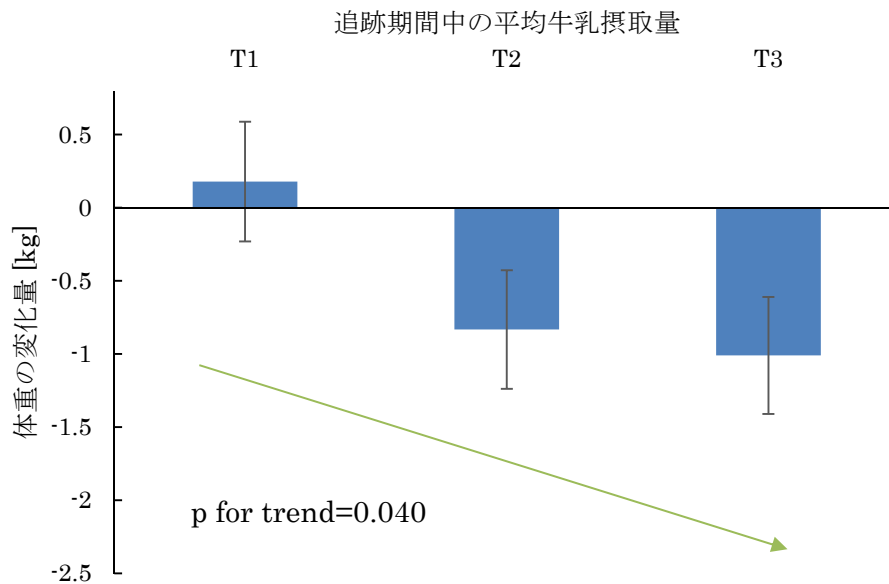


図5 追跡期間中の平均牛乳摂取量別に見た体重の変化

T1, T2, T3: 追跡期間中の平均牛乳摂取量の3分位群

T1 < 85.8 ml/D 85.8 ml/D ≤ T2 < 166.7 ml/D 166.7 ml/D ≤ T3

体重の変化量は年齢、身長の変化、20年次調査時身体活動による

エネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整した最小二乗平均値

↘ : 有意な低下傾向 (p<0.05)

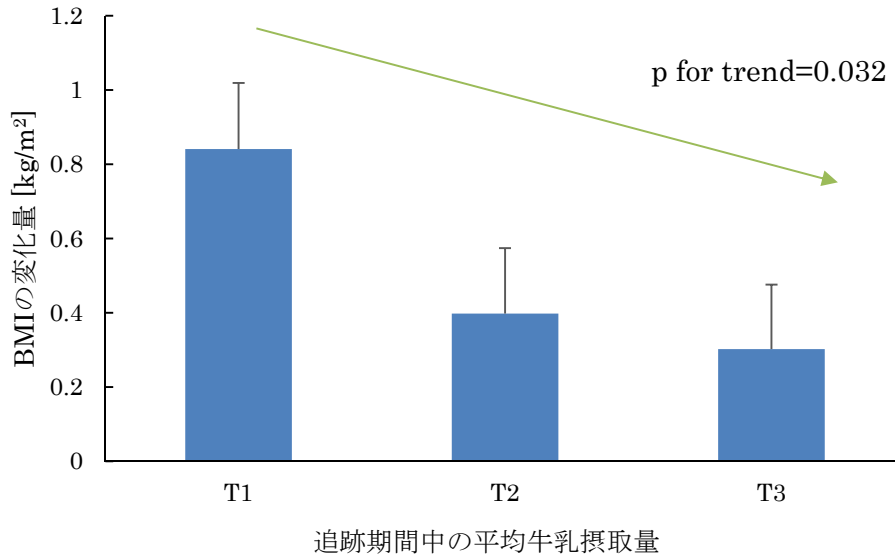


図6 追跡期間中の平均牛乳摂取量別に見たBMIの変化

T1, T2, T3: 追跡期間中の牛乳摂取量の3分位群

T1 < 85.8 ml/D 85.8 ml/D ≤ T2 < 166.7 ml/D 166.7 ml/D ≤ T3

BMIの変化量は年齢、20年次調査時身体活動によるエネルギー消費量、

食事からのエネルギー摂取量を調整した最小二乗平均値

↘ : 有意な低下傾向 (p<0.05)

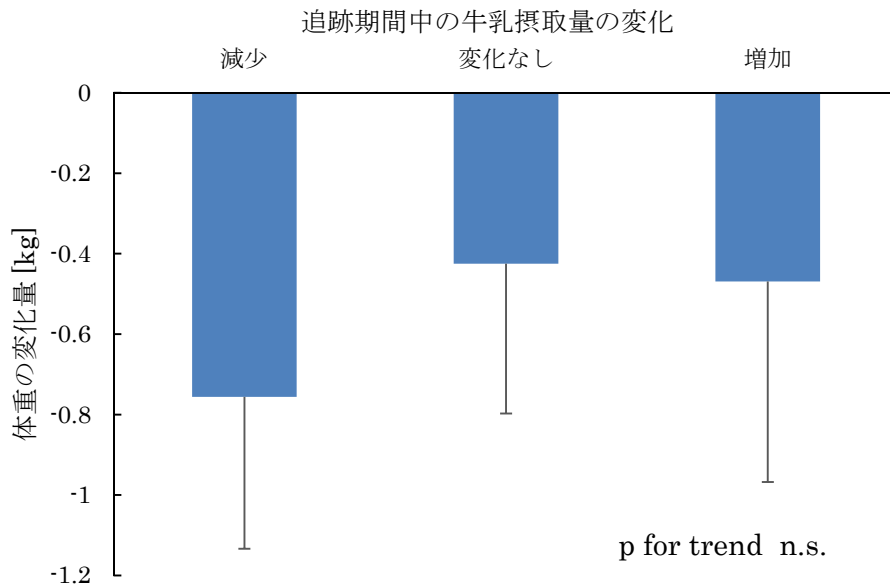


図 7 追跡期間中の牛乳摂取量の変化別に見た体重の変化

減少 < -28.6 ml/D -28.6 ml/D <= 変化なし < 28.6 ml/D 28.6 ml/D <= 増加
 体重の変化量は年齢、身長の変化、20年次調査時身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整した最小二乗平均値

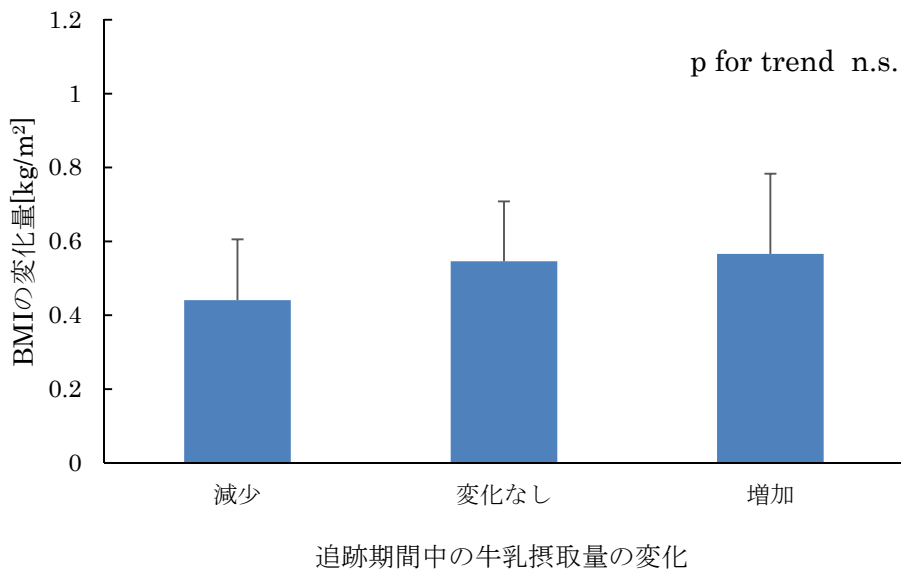


図 8 追跡期間中の牛乳摂取量の変化別に見た BMI の変化

減少 < -28.6 ml/D -28.6 ml/D <= 変化なし < 28.6 ml/D 28.6 ml/D <= 増加
 BMI の変化量は年齢、20年次調査時身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整した最小二乗平均値

表 3 年齢別に見た 20 年次調査受診者の体組成

| 初回調査時 の年齢 | 15年次調査 | | | | 20年次調査時 の年齢 | 20年次調査 | | | | |
|--------------|--------|-------------|------------|--------------------------|----------------|-----------|-------------|------------|--------------------------|-----------|
| | 体重(kg) | 筋量(kg) | 脂肪量(kg) | ASMI(kg/m ²) | | 体重(kg) | 筋量(kg) | 脂肪量(kg) | ASMI(kg/m ²) | |
| | n | mean ± SD | mean ± SD | mean ± SD | | mean ± SD | mean ± SD | mean ± SD | mean ± SD | |
| 全体 | 230 | 51.6 ± 8.9 | 36.9 ± 4.5 | 16.5 ± 5.0 | 6.6 ± 0.9 | 全体 | 52.5 ± 8.9 | 31.4 ± 3.9 | 19.9 ± 5.4 | 5.6 ± 0.7 |
| 30-39 | 52 | 54.7 ± 11.2 | 39.3 ± 5.6 | 17.4 ± 5.9 | 7.1 ± 1.1 | 50-59 | 55.9 ± 11.0 | 32.9 ± 4.9 | 21.5 ± 5.8 | 5.5 ± 0.9 |
| 40-49 | 72 | 52.1 ± 7.8 | 37.3 ± 4.0 | 16.6 ± 4.7 | 6.7 ± 0.8 | 60-69 | 53.4 ± 8.5 | 32.1 ± 3.6 | 20.3 ± 5.6 | 5.7 ± 0.7 |
| 50-59 | 73 | 50.0 ± 7.1 | 35.8 ± 3.6 | 16.0 ± 4.2 | 6.4 ± 0.8 | 70-79 | 51.0 ± 7.0 | 30.5 ± 3.1 | 19.3 ± 4.5 | 5.6 ± 0.6 |
| 60-69 | 27 | 50.9 ± 8.1 | 36.0 ± 3.8 | 16.4 ± 4.9 | 6.4 ± 0.7 | 80-89 | 49.9 ± 7.6 | 30.0 ± 2.9 | 18.5 ± 5.7 | 5.7 ± 0.7 |
| 70-79 | 6 | 42.4 ± 10.6 | 31.4 ± 3.9 | 12.3 ± 6.9 | 5.5 ± 0.5 | 90-99 | 42.4 ± 10.0 | 27.0 ± 3.3 | 14.1 ± 6.0 | 5.7 ± 0.6 |

ASMI: Appendicular skeletal mass index

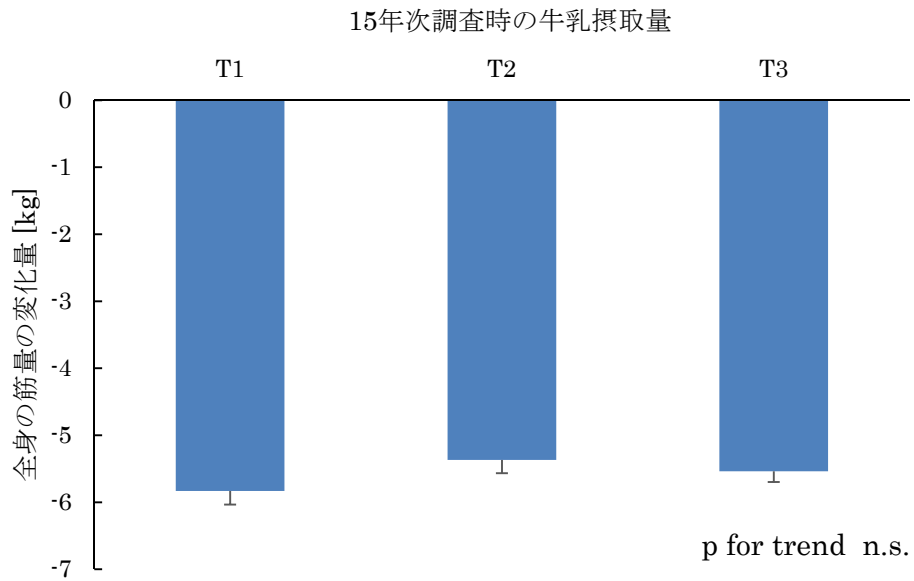


図 9 15 年次調査の牛乳摂取量別に見た全身の筋量の変化

T1, T2, T3: 15 年次調査の牛乳摂取量の 3 分位群

T1 < 28.8 ml/D 28.8 ml/D <= T2 < 200 ml/D 200 ml/D <= T3

全身の筋量の変化量は年齢、身長の変化、20 年次調査時身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整した最小二乗平均値

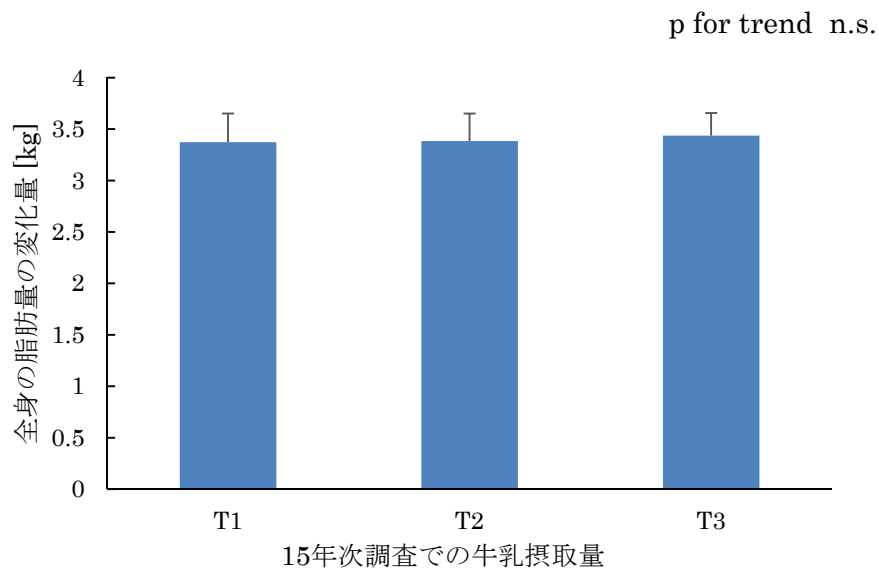


図 10 15 年次調査の牛乳摂取量別に見た全身の脂肪量の変化

T1, T2, T3: 15 年次調査の牛乳摂取量の 3 分位群

T1 < 28.8 ml/D 28.8 ml/D <= T2 < 200 ml/D 200 ml/D <= T3

全身の脂肪量の変化量は年齢、身長の変化、20 年次調査時身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整した最小二乗平均値

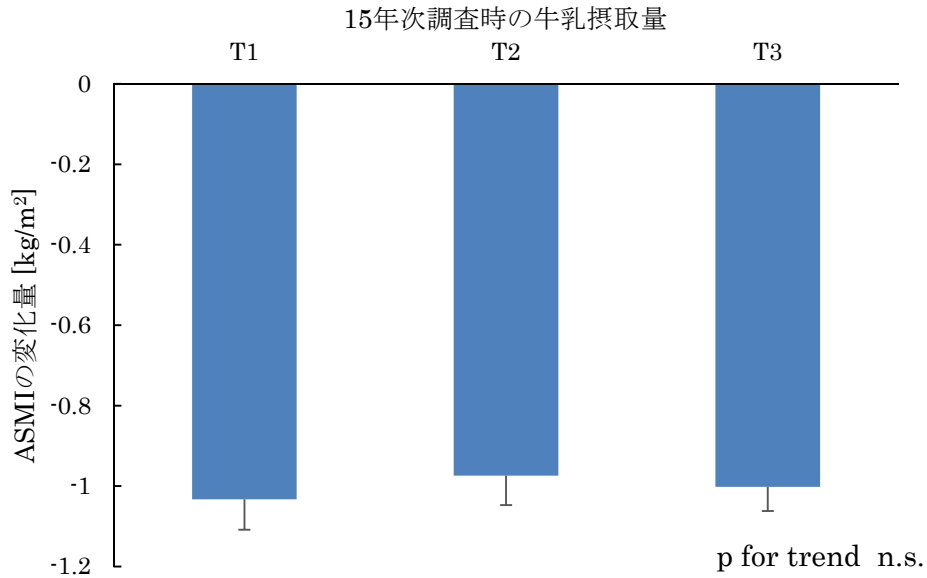


図 11 15年次調査時の牛乳摂取量別に見た ASMI の変化

T1, T2, T3: 15年次調査時の牛乳摂取量の3分位群

T1 < 28.8 ml/D 28.8 ml/D ≤ T2 < 200 ml/D 200 ml/D ≤ T3

ASMI の変化量は年齢、20年次調査時身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整した最小二乗平均値

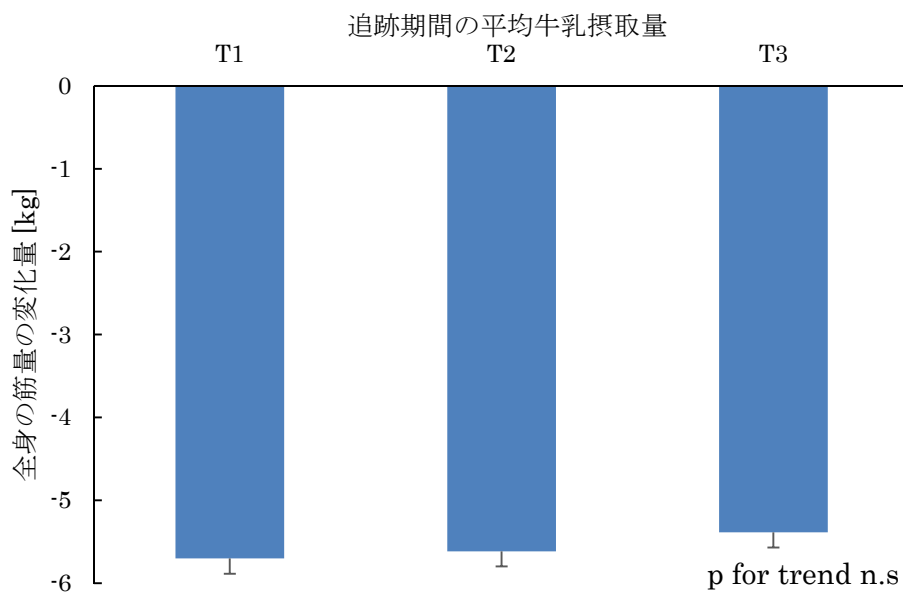


図 12 追跡期間中の平均牛乳摂取量別に見た全身の筋量の変化

T1, T2, T3: 追跡期間中の平均牛乳摂取量の3分位群

T1 < 64.4 ml/D 64.4 ml/D ≤ T2 < 200 ml/D 200 ml/D ≤ T3

全身の筋量の変化量は年齢、身長の変化、20年次調査時身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整した最小二乗平均値

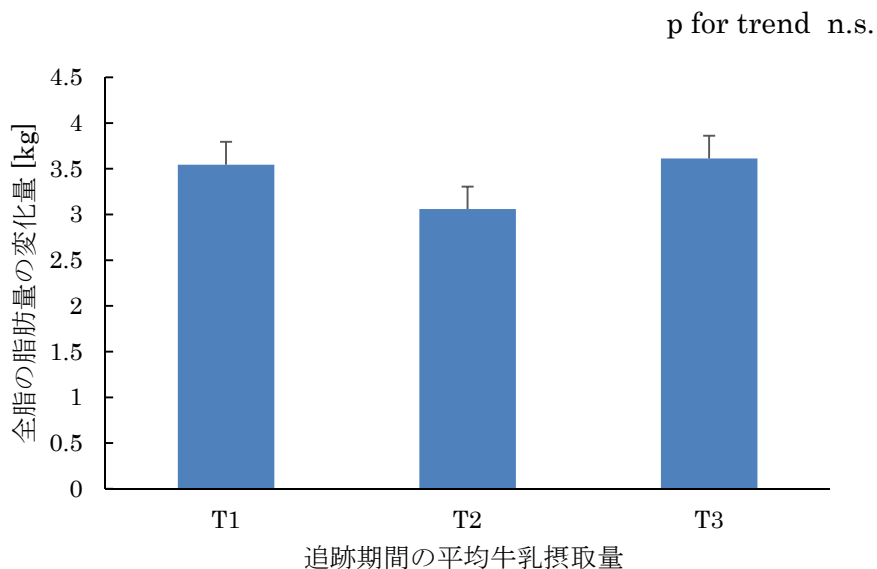


図 13 追跡期間中の平均牛乳摂取量別に見た全身の脂肪量の変化

T1, T2, T3: 追跡期間中の平均牛乳摂取量の 3 分位群

T1 < 64.4 ml/D 64.4 ml/D ≤ T2 < 200 ml/D 200 ml/D ≤ T3

全身の筋量の脂肪量は年齢、身長の変化、20 次年調査時身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整した最小二乗平均値

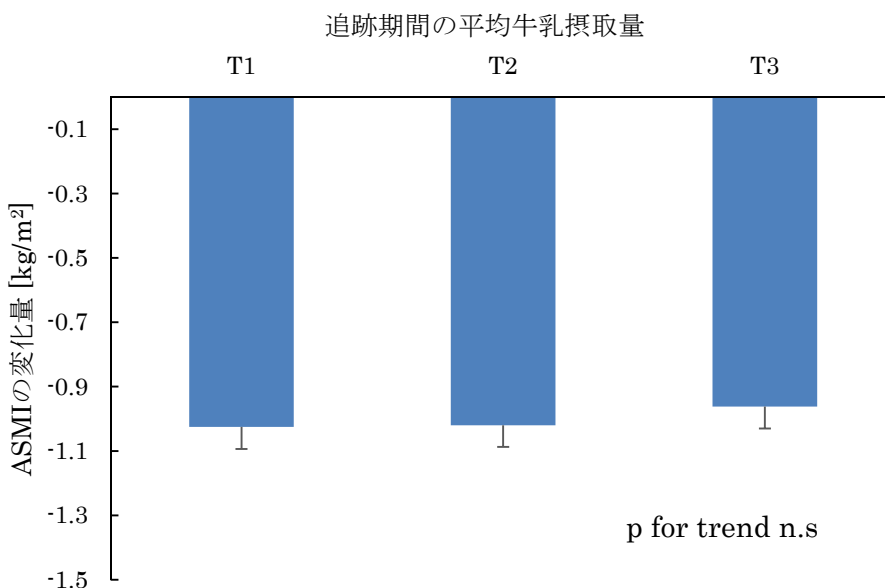


図 14 追跡期間中の平均牛乳摂取量別に見た ASMI の変化

T1, T2, T3: 追跡期間中の平均牛乳摂取量の 3 分位群

T1 < 64.4 ml/D 64.4 ml/D ≤ T2 < 200 ml/D 200 ml/D ≤ T3

全身の筋量の脂肪量は年齢、20 年次調査時身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整した最小二乗平均値

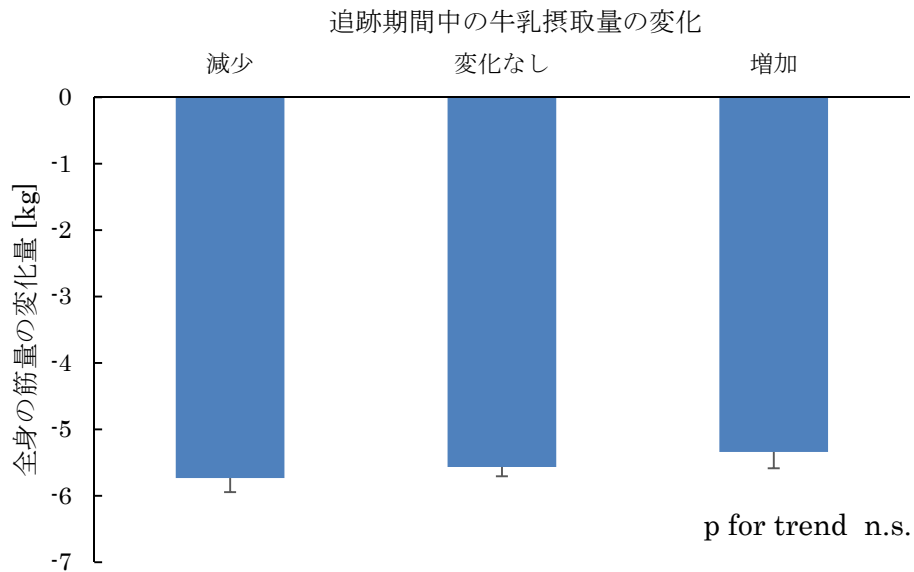


図 15 追跡期間中の牛乳摂取量の変化別に見た全身の筋量の変化

減少 < -28.6 ml/D -28.6 ml/D ≤ 変化なし < 28.6 ml/D 28.6 ml/D ≤ 増加
 全身の筋量の変化量は年齢、身長の変化、20年次調査時身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整した最小二乗平均値

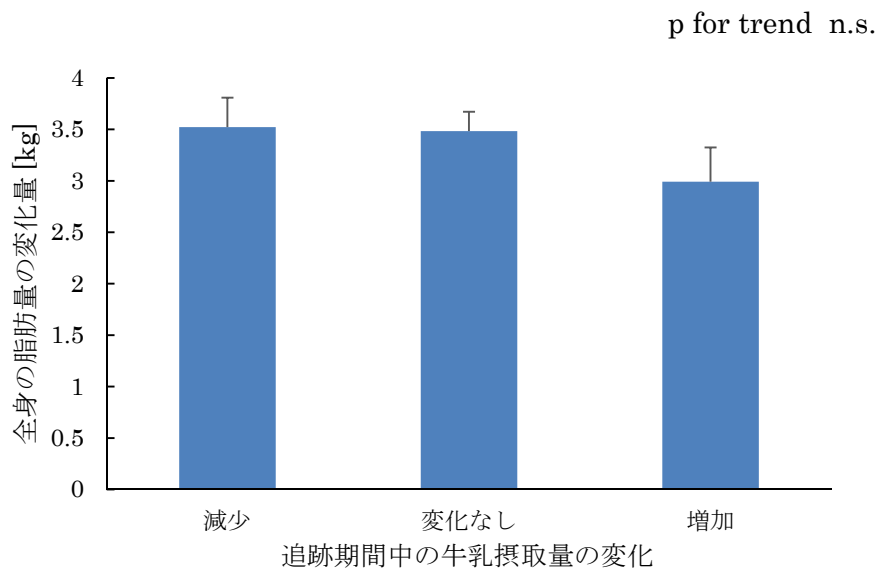


図 16 追跡期間中の牛乳摂取量の変化別に見た全身の脂肪量の変化

減少 < -28.6 ml/D -28.6 ml/D ≤ 変化なし < 28.6 ml/D 28.6 ml/D ≤ 増加
 全身の脂肪量の変化量は年齢、身長の変化、20年次調査時身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整した最小二乗平均値

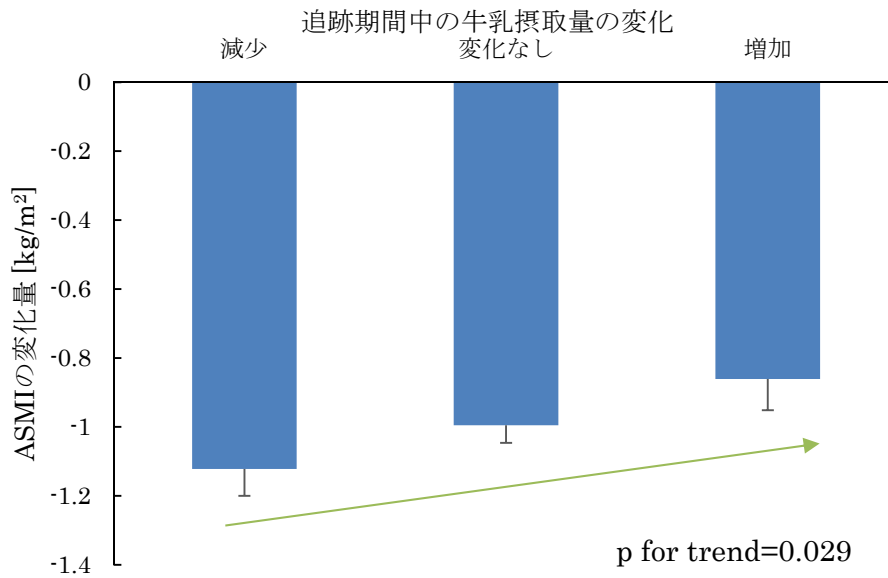


図 17 追跡期間中の牛乳摂取量の変化別に見た ASMI の変化

減少 < -28.6 ml/D -28.6 ml/D <= 変化なし < 28.6 ml/D 28.6 ml/D <= 増加

ASMI の変化量は年齢、20 年次調査時身体活動によるエネルギー消費量、食事からのエネルギー摂取量を調整した最小二乗平均値

→ : 有意な上昇傾向 (p<0.05)

本研究の位置づけ

本研究は、カルシウムと骨粗鬆症に関する研究会が調査対象地域自治体と共催で平成 27 年度に実施した「骨折、骨粗鬆症の予防のための疫学調査（Japanese Population-based Osteoporosis (JPOS) Cohort Study）」の 20 年次研究の部分研究として実施された。

カルシウムと骨粗鬆症に関する研究会

| | |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 代 表 | 米島秀夫（前医療法人秀和会理事長） |
| 世話人 | 丸茂文昭（東京医科歯科大学名誉教授） 香川芳子（女子栄養大学学長） 鏡森定信（富山大学名誉教授） 秋葉 隆（東京女子医科大学教授） 伊木雅之（近畿大学医学部教授） 玉置淳子（大阪医科大学教授） |
| 事務局 | 大阪医科大学衛生学・公衆衛生学教室 |

共催自治体

香川県さぬき市
沖縄県宮古島市

研究組織

本研究の担当者である近畿大学医学部公衆衛生学助教立木隆広は以下の研究組織に属して本研究を実施した。

| | | |
|-------|----------------------|-----------------------|
| 研究責任者 | 伊木雅之 | 近畿大学医学部公衆衛生学教授 |
| 研究分担者 | 甲田勝康 | 近畿大学医学部公衆衛生学教室准教授 |
| | 由良晶子 | 近畿大学医学部公衆衛生学教室医学部講師 |
| | 玉置淳子 | 大阪医科大学衛生学公衆衛生学教室教授 |
| | 梶田悦子 | 名古屋大学大学院医学系研究科教授 |
| | 中村和利 | 新潟大学大学院医歯学総合研究科教授 |
| | 佐藤裕保 | 仁愛大学人間生活学部教授 |
| | 北川淳 | 北里大学一般教育部教授 |
| | Renaud Winzenrieth | Med-Imaps 社・上級研究員 |
| | 立木隆広 | 近畿大学医学部公衆衛生学教室助教 |
| | Jaalkhorol Myadagmaa | 近畿大学大学院医学研究科疫学・健康科学専攻 |

本研究の根拠

本研究報告書は、牛乳乳製品健康科学会議並びに一般社団法人 J ミルクと近畿大学医学部との平成 27 年 4 月 3 日付け委託契約に基づいて実施された「牛乳乳製品健康科学」学術研究に関する事業の成果を報告するものである。

本研究は、近畿大学医学部（甲）と牛乳乳製品健康科学会議（乙）並びに一般社団法人 J ミルク（丙）の間で平成 27 年 4 月 3 日付け委託契約書第 1 条にしたがって実施された。

第 1 条 甲は、次の各号により調査研究の実施について乙及び丙から委託を受け、その成果を乙及び丙に報告するものとする。

- (1) 委託する事業名：平成 27 年度「牛乳乳製品健康科学」学術研究事業
- (2) 研究題目：長期大規模コホートにおける牛乳摂取量の体重、BMI
および体組成への影響評価
- (3) 研究目的及び内容：地域在住女性を対象にしたコホートの 20 年次追跡を完遂し、長期間の牛乳摂取量が体重および BMI、筋量および脂肪量にどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることを目的にした前向きコホート研究。
- (4) 研究担当者：公衆衛生学教室 立木隆広
- (5) 委託費：1,499 千円
- (6) 履行期限：平成 28 年 3 月 31 日