日本食生活学会誌　第27巻　第４号　237–242（2017）

［論　　文］

食前のチラコイド摂取がラット血清中の中性脂肪値上昇に及ぼす影響

男澤　嶺*§・松田寛子*§・熊崎広大*・田中麻美子*・
宇田川瑛里*・西田　毅**・白井隆明*

（*東京海洋大学大学院サラダサイエンス寄附講座，**ケンコーマヨネーズ株式会社）
（§両者の貢献は同等である）

（平成28年９月26日受付，平成29年１月16日受理）

Effects of dietary thylakoid intake just before diet on postprandial serum hypertriglyceridemia in rats

Ryo Otokozawa*§, Hiroko Matsuda*§, Kodai Kumazaki*, Mamiko Tanaka*, Eri Udagawa*, Takeshi Nishida**, Takaaki Shirai*
（§Contribured equally to this work）

* *Laboratory of Salad Science, Graduate School of Marine Science and Technology, Tokyo University of Marine Science and Technology*, 4-5-7, Konan, Minato-ku, Tokyo, 108-8477
** *Kenko Mayonnaise Co.,Ltd.*, Takaidohigashi, Suginami-ku, Tokyo, 168-0072

*〒108–8477　東京都港区港南４－５－７
**〒168–0072　東京都杉並区高井戸東３－８－13

The postprandial increase in blood triglyceride levels is an independent risk factor for coronary artery disease and a large number of studies has shown that a diet rich in vegetables may provide protection against many chronic diseases. Leaf vegetables generally contain β-carotene, zeaxanthin and chlorophyll including thylakoids. In this study, we investigated the bile acid-binding capacities of thylakoids *in vitro* and the suppressive effects of it before the administration of a lipid meal on postprandial hypertriglyceridemia in rats using oral fat tolerance/loading tests (OFTT). Consequently, thylakoids bound bile acids in a dose-dependent manner. Following the administration of the lipid meals, increases in the serum triglycerides levels were significantly reduced in rats fed 300 mg/kg bw of thylakoids just before lipid meals. Additionally, the area under the curve showed that a high-dose thylakoids significantly inhibited the absorption of dietary fat. Moreover, the level of fecal bile acid was significantly increased although there were no significant differences in the fecal volume and fecal total lipid levels.

These results suggest that thylakoid intake before eating a lipid diet induces a suppressive effect of postprandial hypertriglyceridemia to defecate bile acid and confirmed the results of the health-promoting potential dietary thylakoids. This health benefit of thylakoids could be achieved by substantially increasing the consumption of vegetables.

1．緒　　言

近年，全世界において，BMI 値が25～30を示す人口は10億人以上，同値が30以上を示す人口は３億人以上と推定され，BMI 値が25～30を過体重，30以上を肥満と判定している[1)]。また，食後高脂血症は近年の日本人において，動脈硬化のリスクファクターの一つとして挙げられ[2)]，食後の血中中性脂肪値の上昇抑制は，重大疾病の予防につながると考えられる。

厚生労働省は，主に野菜に含まれる食物繊維が，糖尿病や循環器疾患の予防作用を有することに着目し，2000（平成12）年度に「健康日本21」を掲げ，１日350 g の野菜摂取を推奨した[3)]。しかし，同省による「平成26年国民健康・栄養調査」では，日本人の野菜摂取量の平均値は292 g であり[4)]，推奨された摂取量には，未だに達していない。一方で，国内において消費される野菜のうち，葉野菜類は根菜類と比べ年間の支出金額が高く，消費量も全体の大部分を占めている[5)]。したがって，葉野菜類が日本人に広く親しまれていることがわかる。

野菜をはじめとして植物にはポリフェノールやカロテノイドなど多くのフィトケミカルが存在し，それらの機能性は広く研究されている[6)]。フィトケミカルについて，がん予防効果や抗酸化作用[7)]が主な機能性として挙げられているが，食後の血中中性脂肪値の上昇を抑制する成分も報告されている[7,8)]。葉野菜類に含まれる成分には，β−カロテンやゼアキサンチン，クロロフィルなどが挙げられるが，クロロフィルは緑色色素として，葉緑体の構成器官であるチラコイドと呼ばれる円盤状の小胞に収められている[1,9,10)]。既往の研究において，クロロフィルの機能性として造血作用[11)]，α−アミラーゼ活性阻害作用[12)]，さらには血漿脂質改善作用[13)]が報告されているが，近年ではクロロフィルの局在部位であるチラコイドの機能性も注目されている。

Montelius らは，ラットの腸管の上皮細胞に，チラコイドとグルコース溶液を添加した際の腸通過率を測定したところ，腸管の粘膜側にチラコイドが結合し，糖取り込みを抑制させるチラコイドバリアが形成されることを確認した[14)]。この結果を基盤として実施したブタのチラコイド投与実験より，チラコイドによる血糖値の上昇抑制作用や，食後の低血糖の予防作用を明らかにし，チラコイドが低グリセミックインデックス（GI）食品としてⅡ型糖尿病に有効であることを報告した[15)]。さらにチラコイドは，疎水性の集光性複合体（Light Harvest Complex）を有し，食事由来の油滴と膵リパーゼの捕捉により，リパーゼ活性を阻害すると報告されている[5,16,17)]。そのため，チラコイドは *in vitro* の研究から脂質の消化・吸収にも影響を与える可能性が示唆された。一方，金本らは，食事の順序として，米飯よりも野菜サラダを先に食べることが，食後の血糖値や血中中性脂肪値の上昇抑制に有効であると報告している[18)]。しかし，チラコイドによる食事中の脂質の消化・吸収抑制に関する知見は未だに乏しい。

そこで本研究では，葉野菜類にみられるチラコイドの食前摂取が食事中の脂質の消化・吸収へ及ぼす影響とその一部の機構の解明を目的として，チラコイドの胆汁酸吸着能を評価した。また，ラットを用いた経口脂質負荷試験（OFTT）による食後の血清中の中性脂肪値や糞中脂質に及ぼす影響について検討した。

2．実験材料および方法

（1）試　　料

ホウレンソウから pH 法を用いて抽出し，精製されたチラコイド粉（*Appethyl*, Green leaf Medicals AB，Stockholm）を用いた[15)]。

（2）*in vitro* における胆汁酸吸着率の測定

胆汁酸吸着率は Eastwood らの測定法[19)]に基づいて評価した。まず，チラコイド粉（5, 15, 30 mg）と胆汁酸ナトリウム溶液１ mL を懸濁し，37℃で１時間吸着反応させた。胆汁酸ナトリウム溶液は，４つの胆汁酸ナトリウム（コール酸，デオキシコール酸，ケノデオキシコール酸，タウロコール酸）をそれぞれ最終濃度が１ mM となるよう，0. 05 M リン酸緩衝液（pH 7. 0）に調製した。その後，2, 380 ×***g*** で遠心分離し，上清中の胆汁酸濃度を，胆汁酸テストワコー（和光純薬，大阪）にて測定した。胆汁酸吸着率（％）はコレスチラミンを44. 4％含有するクエストラン（サノフィ，東京）５ mg に対する比として算出した。

（3）ＯＦＴＴ

OFTT の操作は江頭らの方法[2)]に準じて行い，４週齢の Sprague-Dawley 系雄ラット（日本 SLC，静岡）を使用した。ラットは室温22± ２℃の飼育室で12時間の明暗サイクルにて飼育した。飼料は一般飼育用飼料 CE−２（日本クレア，東京）とし，水とともに自由に摂取させた。動物実験は「国立大学法人東京海洋大学動物実験実施規定」に基づいて実施した。

ラットは１週間予備飼育した後，平均体重がほぼ等しくなるように４群に分けた（112. 4 g，n = ６）。その後，16時間絶食させ，チラコイド粉50 mg/kg bw（L 群），チラコイド粉150 mg/kg bw（M 群），チラコイド粉300 mg/kg bw（H 群）および生理食塩水のみ（cont 群）を，胃ゾンデを用いて各群に経口投与した。このとき，混合溶液内でチラコイド粉の沈殿を防ぐため，あらかじめチラコイド粉を乳鉢で微細状にしておいた。チラコイド粉混合液の投与直後，すべての群に生理食塩水の投与量と同量のコーン油（味の素，東京）を投与した（8. 3 mL/kg bw）。コーン油の投与直後を０時間とし，その後１時間ごとに10時間まで尾静脈採血を行った。得られた血液を20, 600 ×***g***で遠心分離することで血清を採

取し，トリグリセライド E–テストワコー（和光純薬，大阪）を用いて血清中のトリグリセライド（TG）を測定した。

（4）糞中脂質および胆汁酸測定

糞は，コーン油投与後から5～16時間に採取し，糞の付着物をキムワイプで拭きとった後，湿重量を測定した。その後，糞を凍結乾燥し乾燥重量を測定した。糞中水分は糞の湿重量と乾燥重量から算出した。

糞中の全脂質は Folch 法[20] に従って抽出し，95℃の常圧加熱乾燥法によって定量した。

糞中胆汁酸は，小林らの方法[21]に準じて測定した。粉末状の糞に5倍量の99.5%エタノールを加え，70℃で1時間加温した後，2,380 ×*g*で遠心分離した。得た上清中の胆汁酸は前述のキットにて測定し，総胆汁酸を算出した。

（5）統計処理

結果は，平均値と標準誤差（SE）で示した。測定値は群ごとに Smirnoff-Grubbs 検定を行い，棄却判定した。その後，Turkey の多重比較検定を行い，分散が等しくない場合は，ノンパラメトリック検定を行い，有意差を判定した。血清 TG 値の経時変化から得られる曲線下面積（AUC）は，初期値をベースとした台形公式を用いて算出した。

3．実験結果

（1）*in vitro* における胆汁酸吸着率

クエストラン 5 mg/mL の吸着率を基準にするとチラコイド粉の胆汁酸吸着率は，チラコイド粉 5 mg/mL では18%，15 mg/mL では35%，30 mg/mL では49%となり，濃度依存的に増加した（Fig. 1）。

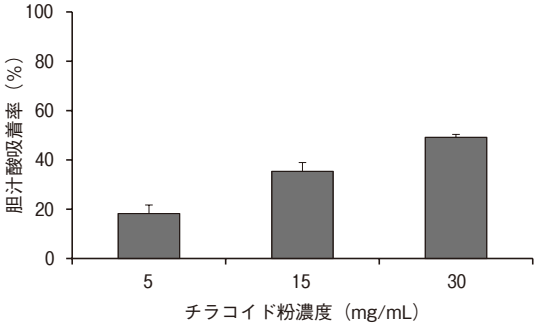


Fig. 1．チラコイド粉における胆汁酸吸着率（n＝6）
チラコイド粉と各胆汁酸混合溶液を吸着反応させ，未吸着の胆汁酸濃度を測定することで胆汁酸吸着率を算出（5 mg/mL クエストランに対する値）。

（2）食後の血清中の中性脂肪値の上昇抑制作用

コーン油投与直前のチラコイド粉投与による血清 TG 値の経時的変化を Fig. 2 で示し，AUC を Fig. 3 に示した。cont 群では血清 TG 値が投与後2時間から3時間にかけて上昇し，投与後4時間で最大値（133 mg/dL）に達した。その後は経時的に減少し，投与後10時間で初期値（42 mg/dL）まで戻った。一方，チラコイド粉投与群では，濃度にかかわらず投与後2時間の血清 TG 値が cont 群に対し有意（p<0.05）に低い値を示した。さらに，cont 群が最大値を示した投与後3～4時間においても，3時間では L と M 群，4時間では H 群のみの血清 TG 値がそれぞれ cont 群に対し有意（p<0.05）に低下した。一方，OFTT におけるコーン油の体内吸収量の合計を示す AUC は，H 群においてのみ cont 群よりも有意（p<0.05）に減少した。

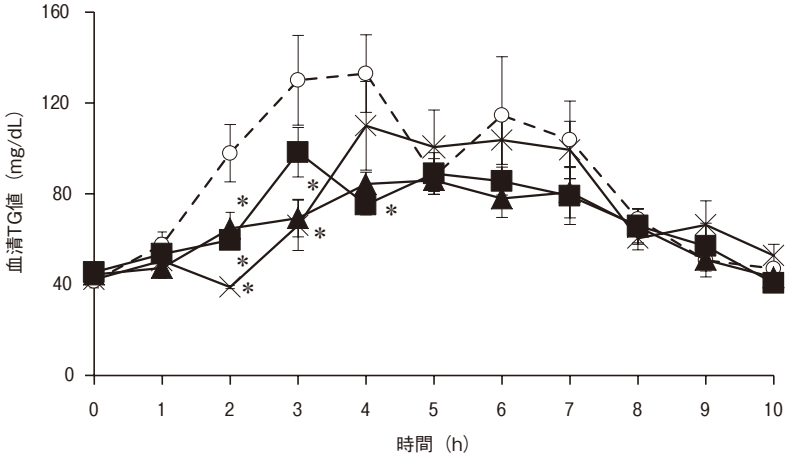


Fig. 2．チラコイド粉食前投与による血清 TG 値の経時的変化
脂質負荷試験（OFTT）において，コーン油投与直前にチラコイド粉を投与し，経時的に血清 TG 値を測定。数値は平均値± SE。＊は cont 群と比較して有意差あり（p<0.05）。
○：cont 群（生理食塩水投与直後にコーン油投与）。
▲：L 群（生理食塩水＋チラコイド50 mg/kg bw 投与，直後にコーン油投与）。
×：M 群（生理食塩水＋チラコイド150 mg/kg bw 投与，直後にコーン油投与）。
■：H 群（生理食塩水＋チラコイド300 mg/kg bw 投与，直後にコーン油投与）。

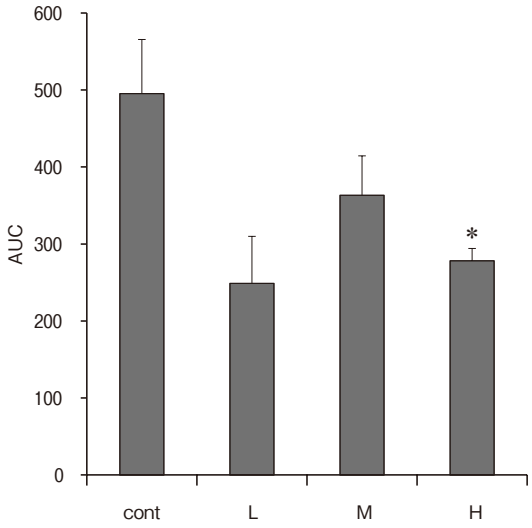


Fig. 3．チラコイド粉投与後の血清 TG 値の経時変化における AUC

Fig. 2 における各群の初期値をベースとして AUC を算出。＊は cont 群と比較して有意差あり（$p<0.05$）。

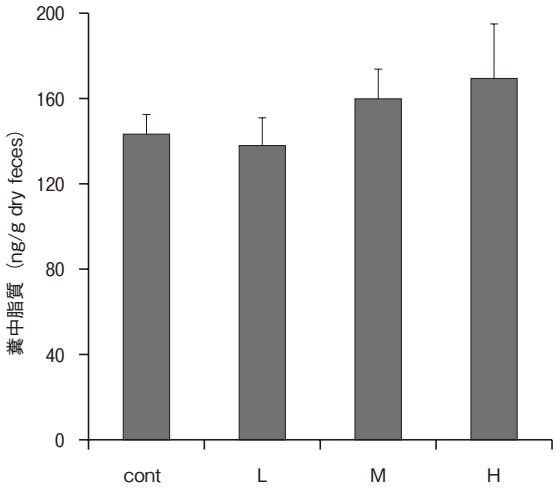


Fig. 5．糞中 1 g 当たりの脂質量

糞中の全脂質を Folch 法に従って抽出後，常圧加熱乾燥法によって定量。

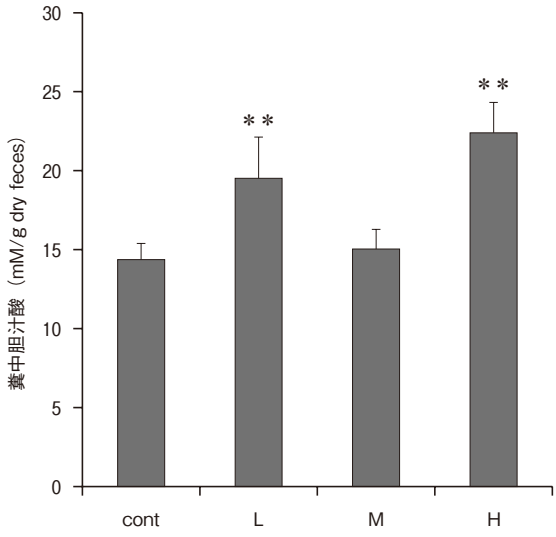


Fig. 6．乾燥糞 1 g 当たりの胆汁酸量

糞中胆汁酸をエタノールで抽出後，未吸着の胆汁酸濃度を測定することで算出。＊＊は cont 群と比較して有意差あり（$p<0.01$）。

（3）糞中への脂質および胆汁酸排泄促進作用

コーン油投与後に回収した糞の湿重量，乾燥重量さらには水分量を Fig. 4 に示した。チラコイド粉投与は濃度にかかわらず，いずれの群においても，cont 群と比べて糞の重量および水分量に影響を及ぼさなかった。また，乾燥糞 1 g 中の全脂質においても有意な変化はなく（Fig. 5），チラコイド粉投与群の糞中にもチラコイドに起因する緑色の呈色は視認できなかった（データ非掲載）。一方，乾燥糞 1 g 当たりの胆汁酸は L，H 群において，cont 群に対し有意（$p<0.01$）に増加した（Fig. 6）。しかし，M 群は cont 群とほぼ同等値を示した。

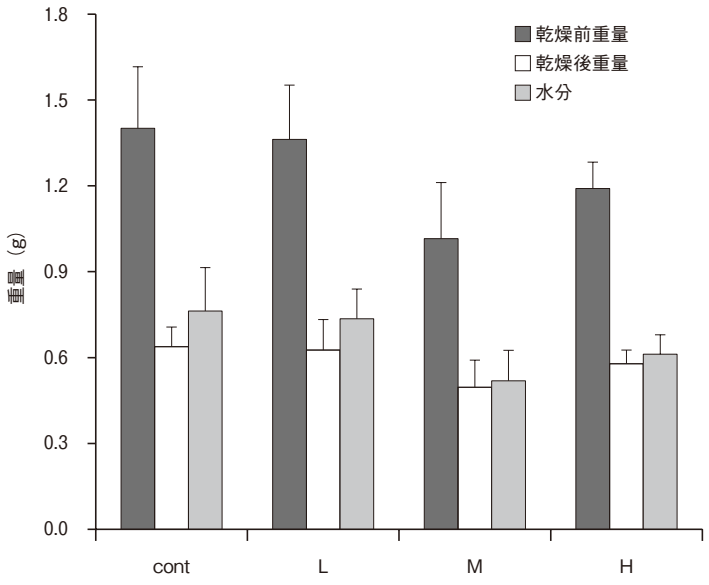


Fig. 4．回収した糞の湿重量，乾燥重量および水分量

チラコイド粉投与後 5 ～16時間に排泄された糞を回収し，凍結乾燥前後の重量を測定。乾燥前後の重量差から水分量を算出。

4．考　察

我々は，葉野菜類にみられるチラコイドの食前摂取が食事中の脂質の消化・吸収へ及ぼす影響とその一部の機構の解明を目的としている。そこで，本研究では，チラコイドの胆汁酸吸着能やOFTTによる食後の血清中のTG値の上昇抑制能，さらには糞中脂質排泄について検討した。

チラコイド粉は*in vitro*において濃度依存的に胆汁酸吸着能を示し，チラコイド粉30 mg/mLの吸着率は約50%であった。我々は同様の方法で，トウモロコシでん粉中に存在するレジスタントスターチ粉の胆汁酸吸着能を確認しているが，チラコイド粉30 mg/mLは等量のレジスタントスターチ粉の胆汁酸吸着率（約40%）よりも高い値を示した[22]。既往の研究において，チラコイドはリパーゼ活性阻害能を有すると報告されている[5, 16, 17]ため，チラコイド粉は胆汁酸への吸着とリパーゼ活性阻害を介して脂質吸収を抑制する可能性が示唆された。

チラコイドは水分を除くと，70%のタンパク質と30%の脂質で構成されている[23]。光合成はチラコイド内の光化学系Iおよび同II（Photosystem I，同II）で行われ，Photosystem IIには集光性色素タンパク質（Light Harvest Complex II），クロロフィルaおよび同b，ルテイン，キサントフィル，カロテノイドが結合している[23]。Albertssonらは，チラコイドによるリパーゼの捕捉作用について，主に疎水性を示すLight Harvest Complex IIが担っていることを報告している[17]。一方，Photosystem IIは3つの表在性タンパク質からなる大きな親水性領域があることが報告されている[24]。今回用いた4つの胆汁酸のうち，ケノデオキシコール酸およびデオキシコール酸は，他の2つの胆汁酸よりもOH基を多く有している[25]。よって，チラコイドによるリパーゼ捕捉メカニズムを考慮すると，チラコイド粉の胆汁酸吸着能には膜構造の両親媒性が影響していると考えられた。

ラットにおけるチラコイド粉の食前投与は，チラコイド粉の濃度（50, 150, 300 mg/kg bw）にかかわらず食後の血清中の中性脂肪値の上昇を抑制した。しかし，AUC値では高濃度のチラコイド粉においてのみ全体的な脂質吸収が抑制された。この結果から，チラコイド粉は濃度にかかわらず脂質吸収の遅延作用を有する一方で，高濃度の摂取時のみ脂質吸収の抑制作用を示すことが示唆された。今回検討した3つの投与濃度（50, 150, 300 mg/kg bw）は，我々が過去に行った研究を参考にすると共に[22]，胆汁酸吸着率の測定で用いたチラコイド粉量を概算して設定したため，*in vitro*での濃度依存的な胆汁酸吸着能と*in vivo*での脂質吸収抑制作用には関連性があることが考えられた。Emekらは，*in vitro*において，消化酵素によってチラコイド膜構造は徐々に破壊され，リパーゼ活性阻害能が漸減することを示した[23]。そのため，生体内では，濃度依存的なチラコイドの消化時間の遅延が考えられ，結果的にH群が最も食後の血清中の中性脂肪値の上昇抑制に繋がったと考えられる。

食前の高濃度チラコイド粉投与において脂質吸収の抑制作用が認められたことから，脂質排泄の促進作用が期待された。しかし，チラコイド粉の排便促進作用や腸内での水分保持作用は得られず，糞中の脂質排泄も促進しなかった。本研究では，チラコイド粉により吸収が阻害された脂質が体外へ排泄されるかは明らかにできなかった。その理由として，糞中のコレステロールや中性脂肪を含む全脂質を測定したため，中性脂肪以外の脂質排出が影響し，OFTTにおける血清中の中性脂肪値の上昇抑制効果と一致しなかったと考えられる。一方，Montelius らは，チラコイドを混餌投与したラットにおいて，食餌性チラコイドが腸内細菌叢を良好にし，プレバイオティクス食品になりうることを報告した[1]。プレバイオティクスの代表例である食物繊維には，腸内細菌の活性化，排便量の増加，胆汁酸の吸着効果等を有することが示されている[26]。本研究では，チラコイド粉の排便促進作用は得られなかったものの，糞中の胆汁酸排泄作用は確認できたため，食物繊維様作用が期待できた。胆汁酸はコレステロールから合成されるため，コレステロール代謝との関連性が深い[27]。本研究では，胆汁酸のうち，ヒト生体内での構成比が高い，コール酸，ケノデオキシコール酸，デオキシコール酸さらにタウロコール酸に対するチラコイド粉の吸着能を示した[26]。そのため，チラコイド粉が胆汁酸への相互作用を介してコレステロール代謝へ影響を与える可能性が新たに考えられた。

既往の研究により，ヒトにおいて，チラコイドはリパーゼ活性の阻害に伴い，食欲ホルモンの一種であるコレシストキニン（CCK）やグルカゴン様ペプチド（GLP–1）の分泌を促進することが報告されている[28]。そのため，肥満症により誘導される疾患の予防や改善には，チラコイドによる血糖値上昇抑制作用の他に，CCKおよびGLP–1による食欲抑制作用を介した摂食量の減少に伴う体重低下も影響すると考えられている[5, 10, 21]。本研究では，新たなチラコイドの機能性として，食前のチラコイド摂取が食事中の中性脂肪の消化・吸収抑制作用と胆汁酸排泄促進作用を有することを明らかにした。

Stenblomらは，5 gのチラコイドが100 gのほうれん草に相当すると述べている[29]。よって，本研究で用いたチラコイド粉濃度50～300 mg/kg bwは，体重60 kgのヒトが摂取する場合，チラコイドを3～18 g，つまりほうれん草では60～360 gに相当する。そのため，本研究で効果が得られたチラコイド濃度は，サプリメントに限らず，普段の食生活においても摂取が十分可能であると考えられる。したがって，本結果は，食前の野菜摂取のさらなる重要性を提示するものであり，葉野菜類の摂取量増加の一助となりうると考えた。

文　献

1） Montelius C., Osman N., Weström B., Ahrné S., Molin G., Albertsson PÅ., Erlanson-Albertsson C.: Feeding spinach thylakoids to rats modulates the gut microbiota, decreases food intake and affects the insulin response. *J. Nutr. Sci*., 2, 1-9 (2013)

2） 江頭祐嘉合，蒲原智子，山口航，入江ひとみ，豊田唯，花村学，平井静，篠田有希，山本（前田）万里：ラットにおける「べにふうき」エキスの食後中性脂肪の上昇抑制作用，日食科工会誌，60，407–411（2013）

3） 厚生労働省：国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本的な方針，12–13（2012）

4） 厚生労働省健康局健康課編：平成26年国民健康・栄養調査結果の概要，15–16（2014）

5） 総務省統計局：家計調査品目別都道府県庁所在市及び政令指定都市ランキング（2015）

6） 渡辺昌，卓興鋼：ファンクショナル・フードファクター・データベースと食品の安全性，日補完代替医療会誌，2，101–111（2005）

7） 赤尾幸博，土佐秀樹：ファイトケミカルによるがんの予防，オレオサイエンス，11，161–165（2011）

8） 髙橋あずさ，渡辺純，坂口博英，岡崎由佳子，鈴木卓，知地英征：アントシアニン高含有アロニアおよびハスカップ果実抽出物は臭素酸カリウム誘導腎酸化障害を低減する，日食科工会誌，62，235–241（2015）

9） 矢賀部隆史，宮下達也，吉田和敬，稲熊隆博：『野菜と果物の色に宿るチカラ』―野菜や果物に含まれるカロテノイドと疾病の予防改善―，日薬理誌，5，256–261（2013）

10） Östbring K., Rayner M., Albertsson PÅ., Erlanson-Albertsson C.: Heat-induced aggregation of thylakoid membranes affect their interfacial properties. *J.Nutr. Sci*., 6, 1310-1318（2013）

11） 多田靖次：葉緑素の利用，農産加工技術研究会誌，1，36–39（1953）

12） 守康則，小野菊子，首尾木千恵：α–アミラーゼ活性に及ぼすクロロフィルの影響，栄養と食糧，19，197–202（1966–1967）

13） 山下かなへ，野原優子，熊谷元美，並木満夫：クロロフィルの血漿脂質改善効果，日家政会誌，42，589–594（1991）

14） Montelius C., Gustafsson K., Weström B ., Albertsson PÅ., Emek SC., Rayner M., Erlanson-Albertsson C.: Chloroplast thylakoids reduce glucose uptake and decrease intestinal macromolecular permeability. *Br. J. Nutr.*, 106, 836-844 (2011)

15） Montelius C., Szwiec K., Kardas M., Lozinska L., Erlanson-Albertsson C., Pierzynowski S., Rehfeld JF., Weström B.: Dietary thylakoids suppress blood glucose and modulate appetite-regulating hormones in pigs exposed to oral glucose tolerance test. *Clin. Nutr.*, 33, 1122-1126 (2014)

16） Albertsson PA., Köhnke R., Emek SC., Mei J., Rehfeld JF., Akerlund HE., Erlanson-Albertsson C.: Chloroplast membranes retard fat digestion and induce satiety: effect of biological membranes on pancreatic lipase/co-lipase, *Biochem. J.*, 401, 727-733 (2007)

17） Rayner M., Ljusberg H., Emek SC., Sellman E., Erlanson-Albertsson C., Albertsson PÅ.: Chloroplast thylakoid membrane-stabilised emulsions. *J .Sci. Food Agric.*, 91, 315-321 (2011)

18） 金本郁男，井上裕，守内匡，山田佳枝，居村久子，佐藤眞治：低 Glycemic Index 食の摂取順序の違いが食後血糖プロファイルに及ぼす影響，糖尿病，53，96–101（2010）

19） Eastwood MA., Anderson R., Mitichell WD., Robertson J., Pocock S.: A method to measure the adsorption of bile salts to vegetable fiber of differing water holding capacity., *J. Nutr.*, 106, 1429-1432 (1976)

20） Folch J., Lees M., Sloane-Stanley GH.: A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509 (1957)

21） 小林謙一，松本雄宇，廣田弥里，遠田昴史，寺本明子，吉野美香，山本祐司，田所忠弘：高脂肪食ラットにおけるシルク（家蚕・野蚕）パウダーの排便促進効果および糞中脂質排泄促進効果，食生誌，25，185–190（2014）

22） Matsuda H., Kumazaki K., Otokozawa R., Tanaka M., Udagawa E., Shirai T.: Resistant starch suppresses postprandial hypertriglyceridemia in rats. *Food Research International.*, 89, 838-842 (2016)

23） Emek SC., Åkerlund HF., Clausén M., Ohlsson L., Weström B., Erlanson-Albertsson C., Albertsson PÅ: Pigments protect the light harvesting proteins of chloroplast thylakoid membranes against digestion by gastrointestinal proteases. *Food Hydrocoll.*, 25, 1618-1626 (2011)

24） 村上悟：光合成膜　電子顕微鏡による構造の研究，電子顕微鏡，15，34–35 (1981)

25） 石井伸一：胆汁酸からの糖・脂質代謝疾患への新たなアプローチ，日薬理誌，136，265–269（2010）

26） 清水健太郎，小島将裕，小倉裕司，嶋津岳士：プロバイオティクス・プレバイオティクス，日静脈経腸栄会誌，31，797–802（2016）

27） 小西孝宣，鍋谷圭宏：腸肝循環　胆汁酸サイクルを中心に，外科代栄，47，41–43（2013）

28） Montelius C., Erlandsson D., Vitija E., Stenblom EL., Egecioglu E., Erlanson-Albertsson C.: Body weight loss, reduced urge for palatable food and increased release of GLP-1 through daily supplementation with green-plant membranes for three months in overweight women. *Appetite.*, 81, 295-304 (2014)

29） Stenblom EL., Egecioglu E., Landin-Olsson M., Erlanson-Albertsson C.: Consumption of thylakoid-rich spinach extract reduces hunger, increases satiety and reduces cravings for palatable food in overweight women. *Appetite.*, 91, 209-219 (2015)