

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 9 日現在

機関番号：27401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350135

研究課題名(和文)海苔由来成分の新規な生理活性物質の作用機作解明

研究課題名(英文)Effect of Porphyra yezoensis (nori) consumption on lipid absorption in rats, and an investigation of the mechanism and physiologically active components

研究代表者

友寄 博子 (tomoyori, hiroko)

熊本県立大学・環境共生学部・准教授

研究者番号：10347700

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：海苔微粉末加工試料が脂質負荷ラットの血中脂質濃度を上げる作用メカニズムについて検討した。その結果、海苔の脂溶性成分が血中脂質濃度を上げることが明らかとなった半面、水溶性食物繊維、試料の脂肪球サイズはいずれも脂質吸収を促進する要因ではない可能性が示された。また脂溶性ビタミンであるトコフェロールの吸収には今回の条件では影響しないことが示された。また、糖尿病改善に役立つと思われる経口可能なインスリン様作用物質について海苔に含まれるアミノ酸含量を測定し、多く含まれるアミノ酸のインスリン様作用を検討したが、作用物質ではない可能性が示された。

研究成果の概要(英文)：In order to clarify the effect of nori (*Porphyra yezoensis*) consumption on lipid absorption, we administered samples of nori mixed with oil to rats. We prepared the samples by heating rapeseed oil and fine nori powder (NARO). We found that the lipid concentration in the blood of the rats treated with NARO was higher than that of the control group. Neither water-soluble dietary fiber (porphyran) from nori nor lipid particle size appeared to be responsible for the difference in lipid concentration between the two groups. We also tested α -tocopherol absorption in the same manner, but the result showed that α -tocopherol behaved differently under these conditions. We analyzed the amino acid composition of nori, and found that it is high in protein. We attempted to separate and purify the substances with insulin-like action within nori. We did isolate some of the main components of nori, but were unable to find the substances with insulin-like action.

研究分野：総合領域

キーワード：海苔 海藻 肥満 機能性食品 糖尿病 低栄養

1. 研究開始当初の背景

メタボリックシンドロームの成因は様々な要因が重なり合っているが、食事による影響がかなり大きいと考えられている。特に合併症として症例の多い糖尿病は日本人の成人では4人に1人以上がその予備軍といわれており、その改善が大きな課題となっている。糖尿病の予防と治療には、主に高血糖、高インスリン血症、インスリン抵抗性などを病気の進行に合わせて改善する事が重要である。現在糖尿病の治療では、早期であってもインスリン治療をすることで、劇的に改善することが報告されている。しかし、インスリンは経口摂取では小腸で分解され、腸管吸収ができないため、通常医師の指導下で皮下または筋肉注射により血糖値のコントロールを行わなくてはならない。このように、インスリンの投与は苦痛を伴う方法によって投与されているのが現状である。従って、このような状態を改善するため、経口摂取可能なインスリン様作用物質の探索が重要である。

先に述べたようにメタボリックシンドロームは過食が原因として問題となっているが、その反面低栄養状態におかれている国民の存在も殆ど注目されていないが、潜在的に大きな問題となっている。つまり、高齢化社会の進行とともに、高齢者の低栄養が進んだ現状や20代女性の約3割が低体重という問題も無視できない課題となってきている。従って、国民全体の健康維持・増進の面から食品開発を考えるとこのような現状を改善する為に、効率よく栄養素を摂取できる食品素材の開発が必要である。この他にも、腎臓疾患の患者はたんぱく質を極端に制限する必要があるため、糖質と脂質からエネルギーを補給する必要があり、中でも脂質を効率よく吸収できる素材開発が非常に重要な課題と言える。さらに、生体活動に不可欠な脂溶性のビタミンや抗酸化機能を持つ脂溶性色素は、脂質とともに摂取すると吸収しやすくなるが、調理法によってはその大半を利用できずに排泄してしまう。そこで、食事として摂取した栄養素を効率よく吸収できる食品素材の開発も望まれている。

2. 研究の目的

本研究では、焼海苔微粉末と油を加熱処理(NARO)した後ラットに投与すると脂質吸収を促進した結果を報告している。そこで、海苔の持つこの脂質吸収促進作用について、その作用機構ならびに作用物質を明らかにする目的で研究を行った。また、海苔から得られたインスリン様作用物質を含む画分についてその作用物質の分離・精製を目的に研究を行った。

3. 研究の方法

(1) 海苔微粉末の脂質吸収促進作用に関する研究

NARO から抽出した脂質画分が脂質吸収に及ぼす影響

本実験では、NARO 試料から脂質成分を抽出し、脂質経口負荷試験を行った。脂質負荷試験に際しては、kud:wistar 系雄性ラット(正常ラット)を用い、コントロール群には水、試験群には NARO または NARO より抽出した脂質画分を投与した。投与後は血中トリグリセリド濃度を継時的に測定することにより脂質の吸収を評価した。なお、投与に際しては、投与脂質量が同量になるようにした。

海苔の加熱処理による食物繊維の変化

NARO 試料は焼海苔微粉末にさらに熱処理を加えることで、脂質吸収促進作用を示している。そこで、加熱によりその組成が変化するとされている食物繊維を測定した。

NARO およびアラビアゴム(水溶性食物繊維)の脂質吸収に及ぼす影響の比較

先の研究で、海苔から抽出した水溶性食物繊維画分は予想と反して脂質吸収促進作用物質ではなかった。そこで、その作用を確認するために食品として一般的に利用されている水溶性食物繊維であるアラビアゴムを用いて脂質負荷試験を行った。なお、脂質負荷試験の方法はと同様に行った。

NARO の脂肪球サイズの比較

脂質は、その脂肪球サイズが小さくなるほど消化酵素との界面が広がり、消化が良くなることが知られている。そこで、本実験では一般的な食品や母乳と NARO の脂肪球サイズを比較した。測定は、試料を蛍光顕微鏡で観察し、その脂肪球の数を大きさで分類し、その組成を比較した。

脂溶性ビタミン(ビタミンE)の吸収に及ぼす NARO の影響

これまで NARO の脂質吸収への影響はトリグリセリドで評価してきた。そこで、本実験では脂溶性成分の吸収にどのような影響を及ぼすか検討した。投与法はと同様に行い、投与液にビタミンEを添加して、血清中のトコフェロール含量で体内への輸送を検討した。

(2) 海苔由来成分のインスリン様作用物質の分離・精製

アミノ酸のインスリン様作用の測定

申請者は先の研究で、海苔から抽出した成分にインスリン様作用があることを明らかにした。これまで作用成分の同定を試みてきたが、その同定には至っていない。海苔には

約4割のたんぱく質が含まれている。そこで、本研究では海苔に多く含まれているアミノ酸をHPLCにより分析を行い、含有するアミノ酸を中心にインスリン様作用を測定し、作用成分の同定を進めた。

4. 研究成果

(1) 海苔微粉末の脂質吸収促進作用に関する研究

NARO から抽出した脂質画分が脂質吸収に及ぼす影響

水と脂質エマルジョンのみを投与したコントロール群、NARO 群、NARO より脂質を抽出した(Lipid frac.)群の3群について比較した結果を図1に示した。投与後180分まで他の2群に比較してLipid frac. 群で血中トリグリセリド濃度が有意に高い結果を示した。この結果から、NARO 試料の脂質吸収促進作用は脂質に溶解する成分である可能性が示された。今後、海苔に含まれる脂溶性成分の脂質吸収への影響を検討していく予定である。

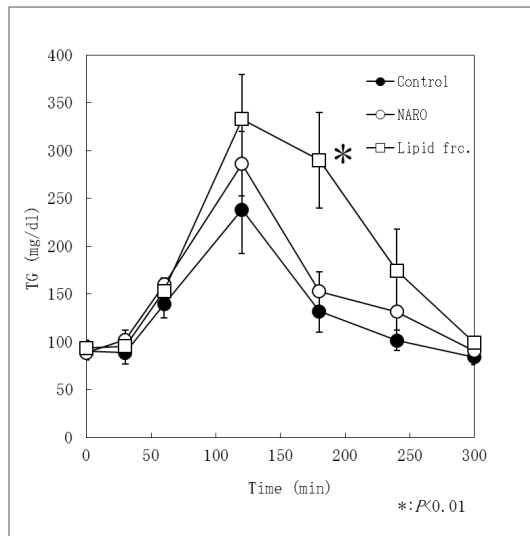


図1 正常ラットを用いた脂質負荷試験 (NARO 群、NARO 由来脂質画分群)

海苔の加熱処理による食物繊維の変化

これまで、海苔は加熱により水溶性食物繊維含量が高くなることが報告されている。そこで、乾海苔、焼海苔、焼海苔粉末をNAROと同程度加熱したもの、NARO 試料の4点についてその組成を比較した。その結果、加熱の程度が高くなるほど水溶性食物繊維比率が高くなること、さらに油と加熱することでその比率がさらに高まることが明らかとなった。

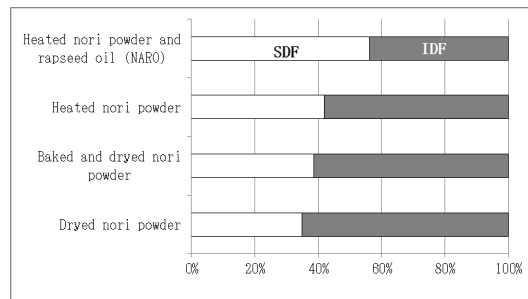


図2 海苔由来食物繊維含量比率の比較

NARO およびアラビアゴム (水溶性食物繊維) の脂質吸収に及ぼす影響の比較

の実験で加熱により水溶性食物繊維含量が増え、さらにNARO 試料で最も多くなったことから、一般的に食品として使用されている水溶性食物繊維(アラビアゴム)と脂質吸収に及ぼす影響について比較を行った。その結果、アラビアゴム群が投与後60分後にコントロール群に比べて血中トリグリセリド濃度が低い値を示した。さらに、NARO 群に比較すると投与後30分後と120分後に有意に低い値を示し、このことから、脂質吸収を促進しているのは、水溶性食物繊維ではない可能性が示された。

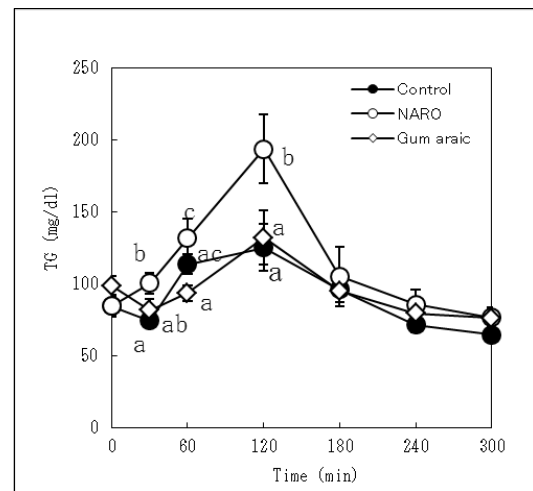


図3 正常ラットを用いた脂質負荷試験 (アラビアゴムとの比較)

NARO の脂肪球サイズの比較

脂質の吸収にはその油滴の大きさが影響することが知られている。つまり、油滴が小さいほうが消化酵素と接する界面が大きくなり、消化が速やかに進むのである。そこで、本実験では市販の食品や母乳とNAROの脂肪球サイズを比較した。その結果、NAROにおいて特に脂肪球サイズが小さいということもなかったことが明らかになった。したがって、脂

質吸収促進作用は脂肪球サイズによる影響ではない可能性が示された。

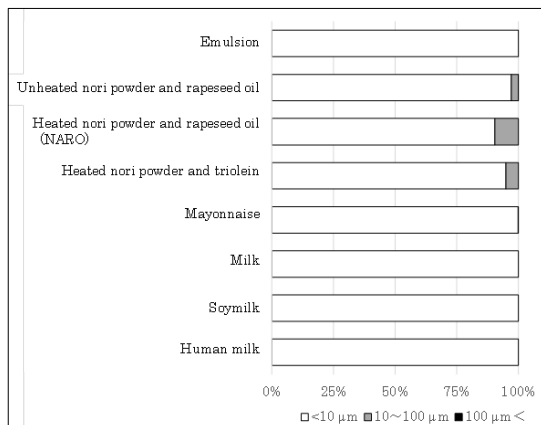


図4 NARO および食品等の脂肪球サイズ比較

脂溶性ビタミン（ビタミンE）の吸収に及ぼすNAROの影響

これまでNAROの脂質吸収へ及ぼす影響についてはトリグリセリドでのみ評価してきた。そこで、脂溶性成分の吸収へ影響を示すか検討したその結果、今回の条件では-トコフェロールの血中への輸送量に影響を及ぼさなかった。

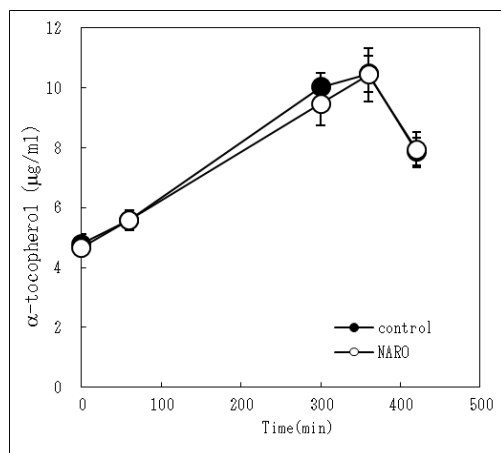


図5 正常ラットを用いた脂質負荷試験（-トコフェロール）

(2) 海苔成分のインスリン様作用物質の分離・精製

アミノ酸のインスリン様作用の測定

インスリン様作用を示す分子量 1000 以下の画分 (NS<1000) について、アミノ酸分析を行った結果を図6に示す。これらのアミノ酸についてインスリン様作用を検討したが、強い活性を示すものはなかった。このことから、海苔のインスリン様作用はアミノ酸によるものではない可能性が示された。

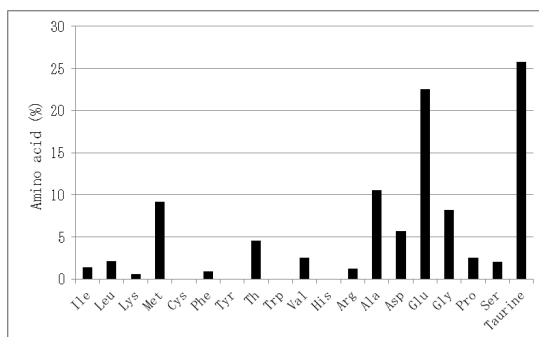


図6 NS<1000 に含有するアミノ酸組成

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔学会発表〕（計6件）

友寄博子、近藤昌次、浅川牧夫、スサビ食事脂質のリンパ輸送に及ぼす海苔由来成分の影響、平成25年度日本栄養・食糧学会九州・沖縄支部大会、平成25年10月19日、福岡

友寄博子、近藤昌次、浅川牧夫、海苔由来成分が食事脂質の輸送に及ぼす影響、第11回日本機能性食品医学学会、平成25年12月7日、東京

友寄博子、近藤昌次、外村彩夏、浅川牧夫、スサビノリ由来成分に含有するインスリン様作用物質の探索、第68回日本栄養・食糧学会、平成26年5月31日、北海道

友寄博子、大田黒香織、近藤昌次、浅川牧夫、スサビノリ由来成分の食事脂質吸収に及ぼす影響、第56回日本脂質生化学会、平成26年6月6日、大阪

友寄博子、大田黒香織、近藤昌次、浅川牧夫、スサビノリ由来水溶性食物繊維画分が食事脂質吸収に及ぼす影響、第57回日本脂質生化学会、平成27年5月28日、大阪

渡邊紗矢、嶋田浩美、西岡美里、松尾香織、友寄博子、海苔由来成分の脂質吸収促進作用の解明、平成27年度日本栄養・食糧学会九州・沖縄支部大会、平成27年10月31日、沖縄

6. 研究組織

(1) 研究代表者

友寄博子 (TOMOYORI HIROKO)
 熊本県立大学・環境共生学部・食健康科学科・准教授
 研究者番号：10347700

(2)研究分担者
なし

(3)連携研究者
なし