

質量分析イメージングを用いた魚肉タンパク質摂餌ラットの

の骨格筋脂質解析

研究成果のポイント

- ・ラットにスケトウダラ由来の魚肉食を摂餌させると、腓腹筋重量が顕著に増加し、筋線維が肥大化することを明らかにした。
- ・骨格筋組織は、収縮特性・代謝特性が大きく異なる遅筋と速筋が複雑に混ざり合った組織であり、代謝物の解析は困難であった。そこで本研究は、低分子代謝物の局在を明らかにすることができる質量分析イメージング法を応用し、魚肉食特異的に変化しうる代謝物の解析を行った。
- ・魚肉食により肥大した骨格筋組織を質量分析イメージング法によって解析したところ、局所的な脂質変化を明らかにすることができた。質量分析イメージング法及び免疫組織化学の手法を用いて遅筋・速筋をそれぞれ個々に解析することにより、魚肉食による骨格筋肥大が、遅筋・速筋両方に対して有効であることが示唆された。

研究成果の概要

我々は、ラットを実験対象として摂餌タンパク質組成を改変し、骨格筋量の変動を観察した。解析に用いた腓腹筋は、速筋と遅筋の組成が異なる三つの部位（表層部、深層部、内側頭深層部）を含むよう10 μ m厚の凍結切片を作成し、質量分析イメージング及び免疫組織学染色に供した。筋線維直径を計測したところ、魚肉食投与によって筋線維が有意に肥大している表現型を得ることができた。免疫組織学的染色によって速筋線維と遅筋線維を染めわけ、それぞれの筋線維タイプごとに筋線維直径を計測したところ、いずれの線維においても有意な肥大が認められた。次に魚肉食の摂取によって起こる筋線維肥大特異的な分子マーカーを探索するため、質量分析イメージングに供した。その結果、特に遅筋部位に特徴的に局在し、魚肉食により増減している脂質分子を同定した。本研究により、魚肉食摂取による筋肥大は速筋・遅筋両方に対して有効であることが示唆された。また、肥大時に、特に遅筋における骨格筋の脂質組成が変化していることが明らかになった。

研究成果の詳細

(背景)

近年、加齢性筋力減退症(以下、サルコペニア)が大きな社会問題となっている。筋力の維持には適切な運動療法が効果的であるものの、高齢者はその処方が困難である場合が多い。そのため、サルコペニアの予防・治療法の確立を目指した栄養学的アプローチの研究が盛んに行われている。我々は、ラットを実験対象として摂餌タンパク質組成を改変し、骨格筋量の変動を観察した。その結果、カゼイン食(カゼインが主要タンパク質源)摂餌群と比較して、魚肉食(スケトウダラ由来タンパク質が主要タンパク質源)摂餌群の腓腹筋重量が顕著に増加することを明らかにした。そこで、この重量変化が骨格筋肥大に起因するものなのか、またその際どういった代謝物変化が起こっているのかを明らかにするため、質量分析イメージング及び組織学的手法を用いて解析を行った。

(研究手法)

5週齢SDラット雄に、カゼイン食と魚肉食をそれぞれ7日間与え飼育した。その後腓腹筋を摘出し、速筋と遅筋の組成が異なる三つの部位(表層部、深層部、内側頭深層部)を含むよう10 μ m厚の凍結切片を作成し、質量分析イメージング及び免疫組織化学染色に供した。

(研究成果)

筋線維直径を計測したところ、魚肉食投与によって筋線維が有意に肥大している表現型を得ることができた。次に、免疫組織学的染色によって速筋線維と遅筋線維を染め分け、それぞれの筋線維タイプごとに筋線維直径を計測したところ、いずれの線維においても有意な肥大が認められた。次に魚肉食の摂取によって起こる筋線維肥大特異的な分子マーカーを探索するため、質量分析イメージングに供した。その結果、特に遅筋部位に特徴的に局在し、魚肉食により増減している脂質分子を同定した。本研究により、魚肉食摂取による筋肥大は速筋・遅筋両方に対して有効であることが示された。また、肥大時に骨格筋の脂質組成が変化していることが明らかになった。

(今後の展望)

遅筋と速筋をさらに細かく分けると、MHC (myosin heavy chain) Type I と II a、Type II b と II x に分けられる。今後は多重蛍光免疫染色を行い各々の筋繊維を染め分け、魚肉食摂餌によって筋線維タイプが変化する可能性を明らかにしたい。また、質量分析イメージングでピックアップした分子をライブラリーサーチより探索し、代謝物の変動を明らかにしたい。

発表論文の概要

研究論文名

Investigation of the lipid changes that occur in hypertrophic muscle due to fish protein-feeding using mass spectrometry imaging

著者

森 笹 瑞季 (日本大学生物資源科学部 修士1年)

井上 菜穂子 (日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 専任講師)

佐藤 友彦 (日本大学生物資源科学部 修士2年)

岸田 太郎 (愛媛大学農学部 教授)

藤谷 美菜 (愛媛大学農学部 助教)

内田 健志 (日本水産株式会社 研究員)

森 司 (日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 教授)

公表雑誌: Journal of Oleo Science Vol. 68 (2) 141-148

公表日: 2019年2月1日 (日本時間など)

お問い合わせ先

日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 生物機能化学研究室

教授 井上 菜穂子 (いのうえ なおこ)

TEL/FAX 0466(84) 3681 E-mail: inoue.naoko@nihon-u.ac.jp

文責: 生物機能化学研究室 修士1年 森 笹 瑞季
専任講師 井上 菜穂子