

## 脂質の消化管吸収に及ぼす食塩の効果に関する研究

都築 毅

東北大学大学院農学研究科

**概要** 東北地方は食塩摂取量が多いことが以前から知られているが、都道府県別の食塩摂取量と Body Mass Index (BMI) とは似た傾向を示す。東北地方の脂質摂取量はそれほど多くないため、食塩摂取量と脂質吸収効率に何らかの関係が推察された。今までに、食塩摂取量と脂質吸収について検討した研究はない。

そこで本研究では、食塩 (NaCl) 摂取が、ラットの脂質吸収に及ぼす影響を検討した。SD 系ラットの飲料水を NaCl 水 (0, 0.45, 0.9, 1.8%) に置換して 1 週間飼育し、大豆油を強制経口投与 (4 mL/kg 体重) し、0、3、6、9 時間後に断頭して採血した。得られた血液から血漿を調製し、トリアシルグリセロール量を測定した。トリアシルグリセロール量は、NaCl 摂取量依存的に増加する傾向が見られた。また、大豆油投与から 9 時間後の膵臓、小腸粘膜を採取し、定量 RT-PCR 法を用いて脂質吸収関連分子の mRNA 発現量を測定した。小腸由来の脂質吸収関連分子の mRNA 発現量は NaCl 溶液摂取群で増加した。また、膵消化酵素や消化管ホルモン、膵臓や小腸内容物のリパーゼ濃度、小腸内容物の胆汁酸濃度については、NaCl 溶液摂取群で有意に増加した。

以上より、食塩の摂取により脂質の吸収効率が増加する可能性が考えられた。

### 【研究目的】

近年、食の欧米化により日本人の脂質摂取量は増え、肥満症が増加している。肥満症は糖尿病、高血圧、脂質異常症など生活習慣病の発症に深く関係しており、心筋梗塞や脳梗塞などの冠動脈疾患の発症率も増加させる。このため、肥満症を促進もしくは抑制する食に関する情報は、非常に重要である。平成 14 年に国民栄養調査のデータをもとに都道府県別に栄養関連指標を検討したものが発表され、そこに興味深いデータが見られた (図 1)<sup>[1]</sup>。東北地方は食塩摂取量が多いことが以前から知られているが、都道府県別の食塩摂取量と Body Mass Index (BMI) とが似た傾向を示していた。東北地方の脂質摂取量はそれほど多くないため、食塩摂取量と脂質吸収効率に何らかの関係が推察された。今までに、食塩摂取量と脂質吸収について検討した研究はない。そこで本研究では、食塩 (NaCl) 摂取が、ラットの脂質吸収に与える影響を検討した。

### 【研究方法】

**実験 1:** 7 週齢の SD 系雄性ラットを 1 週間予備飼育し、飲料水を NaCl 水 (0, 0.45, 0.9, 1.8%) に置換して 1 週間飼育した。その後、大豆油を強制経口投与 (4 ml/kg 体重) し、0、3、6、9 時間後に採血した (n=6)。得られた血液から血漿を調製し、トリアシルグリセロール (TAG) 量を測定した<sup>[2]</sup>。

**実験 2:** 7 週齢の SD 系雄性ラットを 1 週間予備飼育し、飲料水を NaCl 水 (0, 0.9%) に置換して 1 週間飼育した。その後、大豆油を強制経口投与 (4 ml/kg 体重) し、9 時間後の膵臓、小腸粘膜を採取し、定量 RT-PCR 法を用いて脂質吸収関連分子の mRNA 発現量を測定した。また、膵リパーゼや胆汁酸量も測定した<sup>[3,4]</sup>。

### 【研究結果と考察】

実験 1 で、体重増加量は 0.45%、0.9% NaCl 溶液群で増加し、1.8% NaCl 溶液群では減少した (図 2)。飲水量は NaCl 溶液の濃度依存的に増加した。NaCl 摂取量は濃度

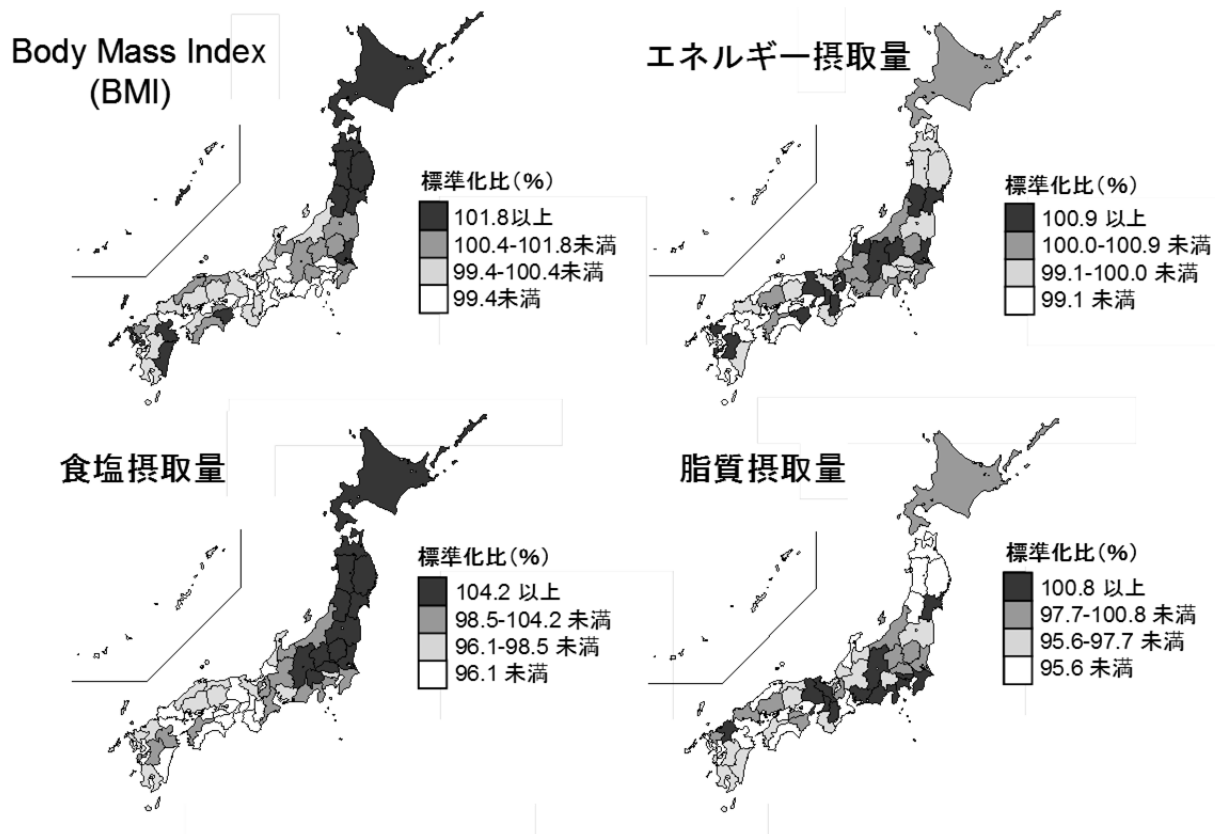


図 1. 国民栄養調査データを活用した都道府県別栄養関連指標(平成 14 年度 厚生科学研究費補助金健康科学総合研究事業より)

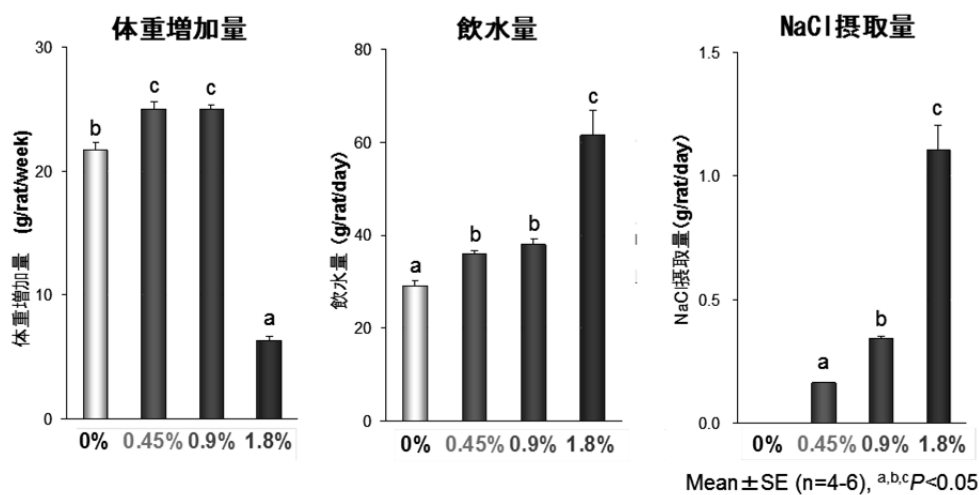


図 2. 食塩摂取による体重、飲水量への影響

依存的に増加した。これにより、NaCl 摂取は成長に影響を与えることが明らかとなり、濃い濃度(1.8%)ではラットの成長を阻害することが分かった。大豆油投与後の血漿トリアシルグリセロール(TAG)濃度の変化は、NaCl 摂取で増加した(図 3)。血漿 TAG 濃度はいずれの NaCl 溶液群で

も大豆油投与 3 時間後に最大値となった。空腹時の血漿 TAG 濃度は NaCl 溶液の濃度依存的に高い傾向を示した。血中濃度曲線下面積(AUC)は NaCl 溶液の濃度依存的に増加した。これにより、NaCl は脂質吸収を促進することが示唆された。

次に、NaCl 摂取により脂質吸収効率がどのように変化したかを明らかにするため、脂質吸収に関わる様々な分子(図4)の発現量を検討するために、実験2を行った。小腸由来の脂質吸収関連分子や膵消化酵素の mRNA 発現量は NaCl 溶液摂取群で増加した(図5)。また、これらを制御している消化管ホルモンの mRNA 発現量を NaCl

は増やすことも確認された(図6)。さらに、膵臓や小腸内容物のリパーゼ濃度、小腸内容物の胆汁酸濃度についても、NaCl 摂取群で有意に増加した。

以上より、食塩の摂取により脂質の吸収効率が増加する可能性が考えられた。

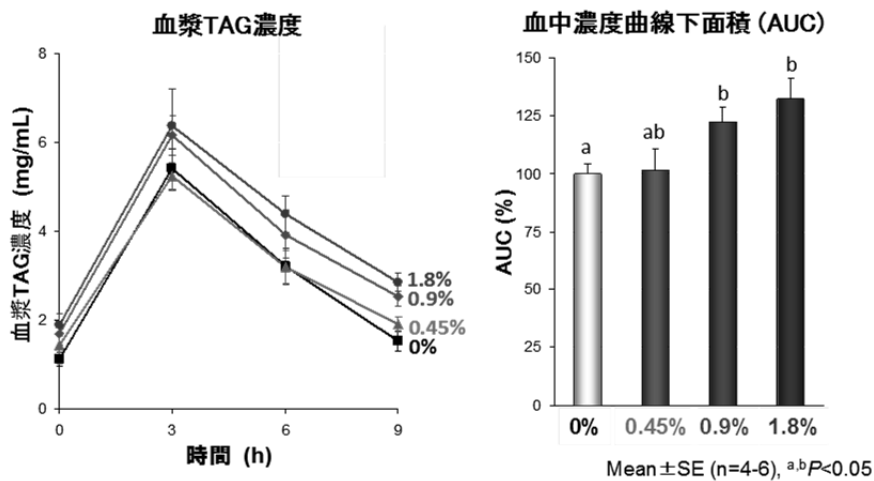


図3. 食塩摂取による血中 TAG 濃度への影響

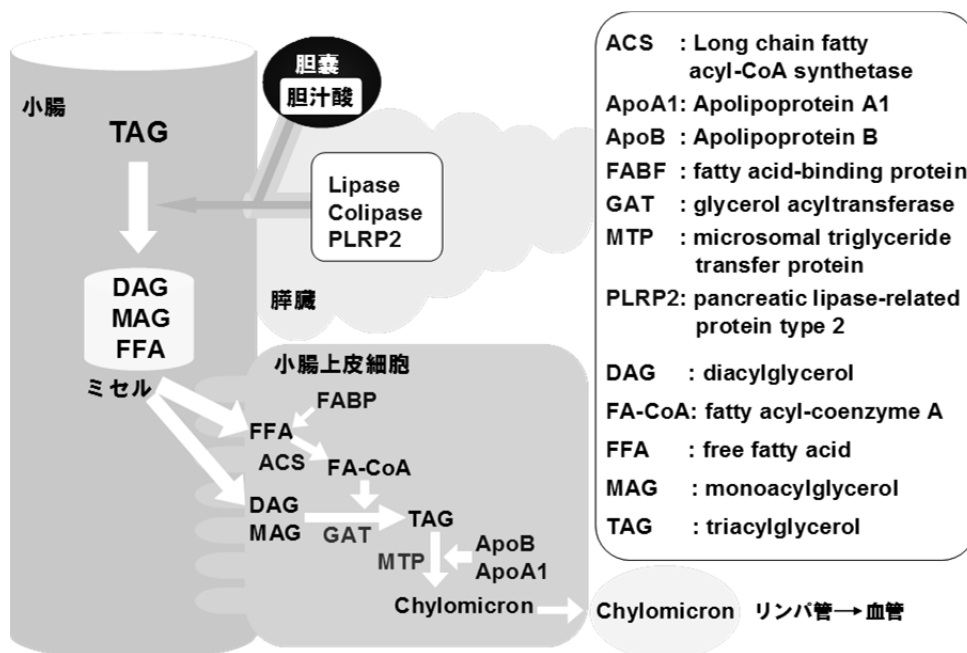


図4. 脂質吸収メカニズム

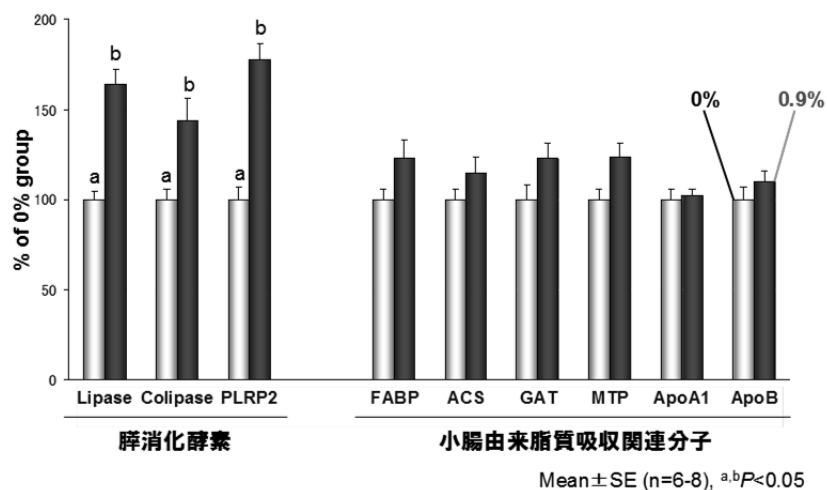


図 5. 脂質吸収関連分子 mRNA の発現量

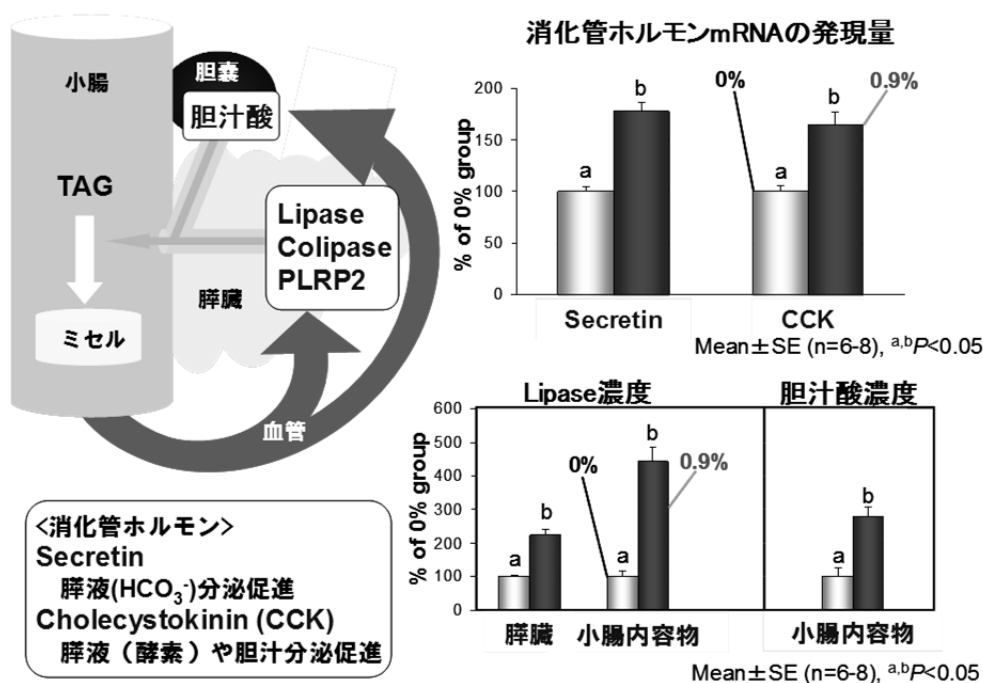


図 6. 消化管ホルモン mRNA の発現量や酵素量

文 献

[1] 『健康日本21』における栄養・食生活プログラムの評価手法に関する研究, 平成 14 年度 厚生科学研究費補助金健康科学総合研究事業

[2] T. Tsuzuki, M. Igarashi, M. Komai and T. Miyazawa. Significant occurrence of 9,11-conjugated linoleic acid (18:2, n-7) in the liver and plasma lipids of rats fed 9,11,13-eleostearic acid (18:3, n-5)-supplemented diet. J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo). 2003 Jun; 49(3): 195-200.

[3] T. Tsuzuki, I. Ikeda. Slow Absorption of Conjugated

Linoleic Acid in Rat Intestines, and Similar Absorption Rates of 9c,11t-Conjugated Linoleic Acid and 10t,12c-Conjugated Linoleic Acid. Biosci Biotechnol Biochem. 2007 Aug; 71(8): 2034-40.

[4] T. Tsuzuki, Y. Kawakami. Tumor angiogenesis suppression by  $\alpha$ -eleostearic acid, a linolenic acid isomer with a conjugated triene system, via peroxisome proliferator-activated receptor  $\gamma$ . Carcinogenesis, 2008 Apr; 29(4): 797-806.

## Research on Effects of Salt on the Lipid Absorption

Tsuyoshi Tsuduki

Tohoku University, Graduate School of Agricultural Science

### Summary

In Japan, the region where the salt intake is high and the region where Body Mass Index (BMI) is high show the tendency to look like. The salt intake in the Tohoku region is high. Moreover, BMI is also high. Some relations were guessed to the salt intake and the lipid absorption efficiency because there were not too a lot of lipid dietary intakes in the Tohoku region. Neither the salt intake nor the lipid absorption has been examined before. Then, this study examined the influence that the salt (NaCl) intake caused for the lipid absorption of rats. The rats were bred by the NaCl solution for one week, and the forced oral dosage of soybean oil (4 mL/kg b.w.). The rats were collected blood by decapitation administering 0, 3, 6 or 9 hours later. The plasma was prepared from the obtained blood, and the concentration of the triacylglycerol was measured. As a result, the plasma triacylglycerol levels have increased by the NaCl intake. Next, pancreas and the small intestine mucous membrane of rats were collected nine hours after the soybean oil administering. And, the levels of mRNA expression of the molecule that related to the lipid absorption by qRT-PCR method. The levels of the mRNA expression of the lipid absorption related molecule in the small intestine of rats has increased in the NaCl intake group. In addition, the pancreas digestive enzyme, the gastrointestinal hormone, the lipase concentration of the small intestine and pancreas, and the bile acid concentration of the small intestine contents have increased by the NaCl intake. Therefore, the possibility that the absorb efficiency of the lipid increases by taking the salt was thought.