

機関番号：24302

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21700764

研究課題名（和文） 鉄欠乏状態における三大栄養素が鉄の吸収・利用におよぼす影響に関する研究

研究課題名（英文） Studies on the effects of the three major nutrients on iron absorption and utilization under iron deficiency

研究代表者

小林 ゆき子 (YUKIKO KOBAYASHI)

京都府立大学・生命環境科学研究科・助手

研究者番号：10381930

研究成果の概要（和文）：

鉄欠乏性貧血は世界中で頻発している栄養失調のひとつであり、鉄欠乏の解消は栄養学上大きな課題である。本研究では鉄欠乏症に対して効果のある鉄剤を探索するのではなく、食事全体としての鉄欠乏症への対応について検討することを目的とした。本研究期間では、鉄欠乏状態における三大栄養素の鉄生物学的利用能を検討するため、摂取する鉄量が低い場合と鉄需要が増大している妊娠期において、オリゴ糖は鉄の吸収と利用にどのように関与するかについて検討した。その結果、鉄摂取量が少ない状況下において、酸性キシロオリゴ糖の摂取は貯蔵鉄の減少を抑制することが認められた。妊娠期においては、酸性キシロオリゴ糖食は食事鉄の吸収を促進することが示された。したがって、酸性キシロオリゴ糖は食事鉄の吸収を促進することによって鉄欠乏性貧血の予防し、鉄生物学的利用能を改善することが示唆された。

研究成果の概要（英文）：

Iron deficiency anemia is one of the most serious forms of malnutrition. Elimination of iron deficiency on nutrition is a major issue. The aim of this study was to investigate the corresponding to iron deficiency as a whole diet, instead of exploring the iron preparation in effect for iron deficiency. In this study period, to investigate the improvement of iron bioavailability by the three major nutrients under iron deficiency, it examined whether or not the oligosaccharide was useful for iron deficiency in cases of low iron intake and pregnancy increased iron demand. It demonstrated that acidic xylooligosaccharide added diet could preserve storage of hepatic iron in adult female rats fed a low iron diet and promote of dietary iron absorption in pregnancy female rats. These results suggested that acidic xylooligosaccharide could prevent iron deficiency anemia by promotion of dietary iron absorption, and/or improvement of iron bioavailability.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成21年度	1,400,000	420,000	1,820,000
平成22年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,300,000	690,000	2,990,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：食と健康、臨床栄養学

## 1. 研究開始当初の背景

鉄欠乏性貧血は世界中で頻発している栄養失調のひとつである。日本においても例外ではなく、潜在的鉄欠乏を含めた割合は更に高いことが指摘されている。鉄欠乏を防止する食生活の研究はその多くが鉄の吸収部分に焦点をあてた鉄剤や鉄化合物の探求である。しかし、食事中にはさまざまな栄養素が共存しており、鉄剤や鉄化合物の摂取がただちに鉄欠乏防止につながるとは限らない。さらに鉄欠乏性貧血や鉄欠乏症など、生体の鉄出納が異常な状態下での鉄代謝に対する食事由来成分のはたらきについては深く議論されていない。

研究代表者はこれまで食事全体として鉄欠乏症への対応を検討することを目指し、その基礎的研究として、食事鉄と共存する三大栄養素（炭水化物・タンパク質・脂質）との相互作用について様々な条件下で検討し、鉄代謝に対する栄養成分の関与について解明することを試みた。その結果、食事タンパク質源の食品由来や形態、炭水化物の種類の違いによってミネラル吸収促進や生体利用能の向上が認められ、鉄欠乏回復に有用である可能性を見いだした。

## 2. 研究の目的

本研究では、鉄欠乏状態において三大栄養素が食事鉄の吸収・生体利用に関与するか否か解明することを目的とし、鉄出納がアンバランスである状態下での鉄代謝に対する三大栄養素のはたらきについて検討した。本研究期間では、炭水化物のうち、ミネラル吸収促進等さまざまな生体調節機能を有することが期待されている難消化オリゴ糖のひとつであるキシロオリゴ糖に着目し、そのなかでも側鎖にウロン酸が結合した酸性キシロオリゴ糖に焦点を当てた。酸性キシロオリゴ糖の機能性について、全身の鉄出納が異常であると考えられる摂取鉄量が不足している場合と鉄需要が増大していると考えられる妊娠期の母体に対する鉄生体利用能への影響について検討した。

## 3. 研究の方法

### 1) 鉄摂取量不足に対する酸性キシロオリゴ糖摂取の有用性

成長による鉄要求量が安定した成熟期（20週齢）のSD系雌性ラットに3種類の実験食を4週間与え、3日ごとに採血し鉄欠乏の程度を比較し、酸性キシロオリゴ糖の鉄欠乏性

貧血予防効果を検討した。実験群はカゼイン食群、低鉄カゼイン食群、低鉄酸性キシロオリゴ糖添加食群とし、血液指標の変化、貯蔵鉄量や小腸部の鉄輸送担体 mRNA 発現量などを調べた。

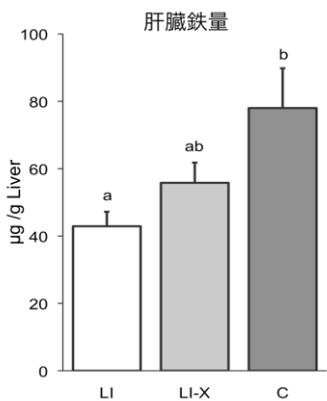
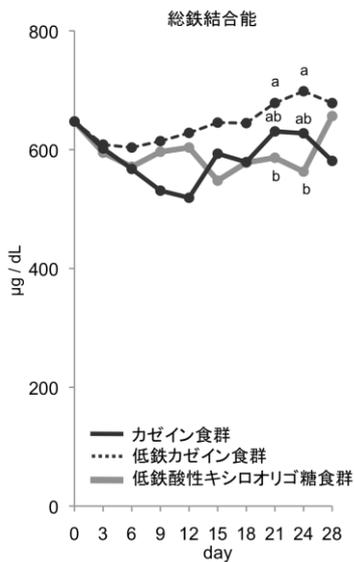
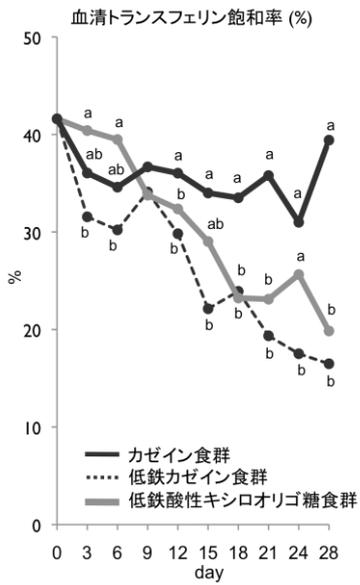
### 2) 妊娠ラットの鉄需要増大に対する酸性キシロオリゴ糖の有用性

180g 前後の SD 系雌性ラットを交配させ、3つの群に分けた。実験群は正常対照群（非妊娠）、妊娠(+)カゼイン食群、妊娠(+)酸性キシロオリゴ糖食群とした。プラーク確認時を妊娠1日目として実験食を開始し、21日目に解剖してサンプルを得た。採血は妊娠1、10、21日目に行い、血液指標の変化を観察した。妊娠7～12日目と18～20日目には糞を全量回収して見かけの鉄吸収率を算出した。解剖時サンプルから、貯蔵鉄量や小腸部の鉄輸送担体 mRNA 発現量などを調べた。

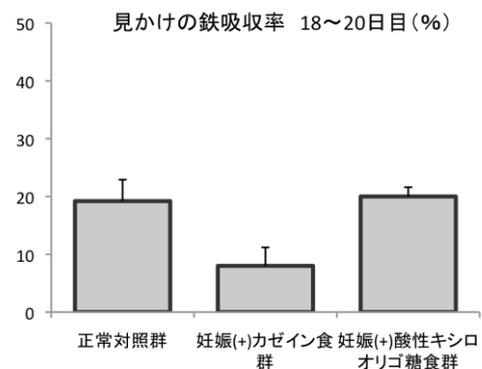
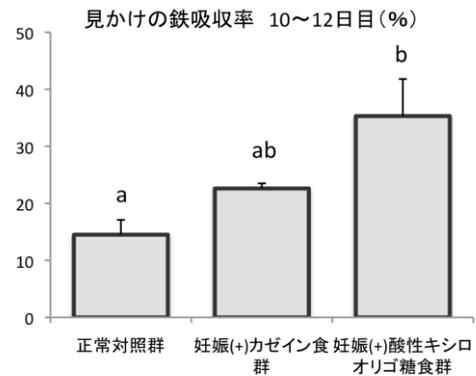
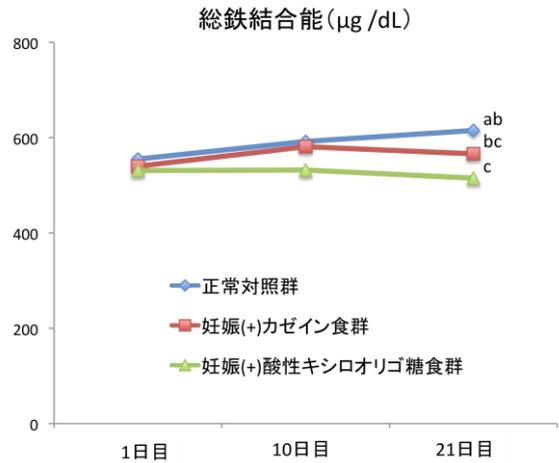
## 4. 研究成果

### 1) 鉄摂取量不足に対する酸性キシロオリゴ糖摂取の有用性

解剖時、すべての食事群のヘマトクリット値およびヘモグロビン濃度に有意な差は示されず、貧血状態に陥っていないことが確認された。実験開始6日目まで、低鉄酸性キシロオリゴ糖添加食群の血漿鉄濃度がカゼイン食群に比べ上昇傾向を示した。また、低鉄酸性キシロオリゴ糖添加食群のトランスフェリン飽和度はカゼイン食群および低鉄カゼイン食群に比べ有意に高値を示したことから、低鉄酸性キシロオリゴ糖食群における鉄吸収促進が推察された。また低鉄酸性キシロオリゴ糖食群の総鉄結合能および不飽和鉄結合能は、24日目まではカゼイン食群と同様の経時変化を示しており、低鉄酸性キシロオリゴ糖食群では貯蔵鉄の動員が低鉄カゼイン食群に比べ遅延されていたと推察された。解剖時、低鉄酸性キシロオリゴ糖食群のDMT1およびフェロポルチンの mRNA 発現量の増加は低鉄カゼイン食群に比べ抑制されていた。さらに、低鉄酸性キシロオリゴ糖食群の肝臓中鉄量の減少が低鉄カゼイン食群に比べ抑制されており、低鉄酸性キシロオリゴ糖食群は低鉄カゼイン食群に比べ潜在性鉄欠乏状態が軽度であったと推察された。以上から、鉄摂取量が少ない状況下においても、酸性キシロオリゴ糖の摂取は鉄に対する還元性および可溶化作用により食事鉄の吸収を促進し、貯蔵鉄の減少を抑制することが明らかとなった。



あり、トランスフェリン産生が抑制されていることが予想されたことから、貧血の状態が軽度であると推察された。見かけの鉄吸収率は、妊娠 10～12 日目では、妊娠(+)群は正常対照群に比べ高い傾向を示した。特に妊娠(+)酸性キシロオリゴ糖食群は妊娠(+)カゼイン食に比べ増加傾向にあり、正常対照群に比べ有意に高かった。妊娠 18～20 日目では、妊娠(+)カゼイン食群は正常対照群に比べ低下傾向を示したのに対し、妊娠(+)酸性キシロオリゴ糖食群では正常対照群と同程度であった。このことから、酸性キシロオリゴ糖は鉄要求量が増大する妊娠期においても鉄吸収を促進することによって鉄欠乏性貧血の予防に有用にはたらくことが示唆された。



## 2) 妊娠ラットの鉄需要増大に対する酸性キシロオリゴ糖の有用性

解剖時にはすべての妊娠(+)群で貧血状態であることが確認された。妊娠(+)酸性キシロオリゴ糖食群の総鉄結合能と不飽和鉄結合能は妊娠(+)カゼイン食群に比べ低下傾向で

## 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)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 4 件)

① 小林ゆき子, 安井梨紗, 若杉悦子, 桑波田雅士, 木戸康博. (2009) 卵タンパク質が鉄欠乏ラットの貧血回復におよぼす影響, 第 63 回日本栄養・食糧学会大会, 長崎

② Kobayashi Y, Wakasugi E, Obuchi T, Yasui R, Yoshida K, Ishikawa K, Kuwahata M, Kido Y. (2009) Usefulness of Acidic Xylo-oligosaccharide on Iron Absorption and Biological Utilization by Rats. 19th International Congress of nutrition, Bangkok, Thailand

③ 小林ゆき子, 大淵貴之, 若杉悦子, 安井梨紗, 福田智, 桑波田雅士, 木戸康博. (2009) 鉄欠乏状態が腸内環境におよぼす影響. 第 48 回日本栄養・食糧学会近畿支部大会, 京都

④ 小林ゆき子, 福田智, 大淵貴之, 濱田真衣, 桑波田雅士, 木戸康博. (2010) 鉄欠乏状態での酸性キシロオリゴ糖摂取は血清鉄濃度の回復を促進する. 第 49 回日本栄養・食糧学会近畿支部大会, 大阪

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等 なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

小林 ゆき子 (Yukiko Kobayashi)

京都府立大学・生命環境科学研究科・助手  
研究者番号: 10381930