

学 位 論 文 題 名

Study on the Effect of Psyllium (*Plantago Ovata*) and
Nondigestible Disaccharides on Mineral Absorption and
Bone Parameters in Normal and Ovariectomized Rats

(卵巣摘除骨粗鬆症モデルラットにおける、サイリウムおよび
非消化性二糖類摂取によるミネラル吸収と骨への影響に関する研究)

学位論文内容の要旨

閉経後の女性に起こる、エストロゲン欠乏は骨疾患や心疾患の原因となり、また、カルシウムの腸吸収を低下させることが知られている。このモデルとして、卵巣摘除ラットはよく用いられる。ここでは、このモデル動物を用いて、食物繊維やオリゴ糖といった難消化性糖類の持つ種々のミネラル吸収への影響を、骨代謝との関連で研究している。

高粘度水溶性食物繊維として知られる、サイリウム(サイリウムシードハスク)は、便秘改善や血清コレステロール低下作用が知られ、広く用いられているが、一方カルシウム吸収阻害作用が知られていた。この阻害には、サイリウムの持つ粘度が関係していることが示唆されていたが、明確な関係は示されておらず、また他のミネラル吸収への作用も明らかにされていなかった。また、難消化性オリゴ糖は、サイリウムと逆にカルシウム吸収促進作用が知られているが、そのタイプ(種類)による違いや、他のミネラル吸収への作用は明らかではなかった。

本論文では、これらの点を明らかにすべく、サイリウムの粘度を、段階的に低下させる処理をして、種々にミネラル吸収や骨への影響を、主にミネラルの出納試験を用いて観察すると同時に、他の主要栄養素である食事たんぱく質との相互作用も、正常および卵巣摘除ラットを用いて検討している。また、現在入手可能な、難消化性2糖類の種々のミネラル吸収への影響を、同様に検討している。

これら試験の結果、以下の4つの新しい知見を得ている。

- 1、サイリウムの摂取は、ラットのカルシウム、マグネシウム、亜鉛の吸収を低下させた。しかし、酸処理によりその粘度を段階的に低下させると、これらの低下は解消されるだけでなく、最も粘度を低下させたサイリウムでは、マグネシウム吸収が促進された。これは、サイリウムのミネラル吸収阻害が、その粘度に

よることを明確に示し、さらにサイリウムに新しい機能を付与できる可能性を示した。

- 2、サイリウムは、カルシウム吸収を低下させるにもかかわらず、骨強度を増加させた。この矛盾する因子を検索するため、サイリウム中に含まれるミネラル、水溶性低分子、疎水性分子を除く処理をして試験したが、それでも骨強度増強作用は維持された。サイリウム繊維素のものが、骨強度に影響のある因子の吸収を変化させた可能性が示された。
- 3、大豆たんぱく質食では、カゼイン食に比べ亜鉛や鉄吸収は低下させる。サイリウムは、カゼインをタンパク源とした食餌では、これらのミネラル吸収を低下させたが、大豆たんぱく質摂取で低下したミネラル吸収を回復させた。これは、サイリウムと食事たんぱく質の相互作用を示した、初めての結果である。
- 4、4種類の難消化性2糖類、Difructose anhydrideIII, melibiose, maltitol および cellobiose 摂取によるミネラル吸収への作用を、フラクトオリゴ糖と比較した結果、各タイプの2糖類は、それぞれ特徴的な作用を示した。その作用は、各2糖類の大腸での発酵性とある程度相関した。また、卵巣摘除ラットにおいて、Difructose anhydrideIII のみが非常に強い鉄吸収促進作用を示した。

以上、広範に使用されながら、ミネラル吸収への作用が明確でなかったサイリウムの作用を明らかにし、さらに低粘度化によりマグネシウム吸収促進作用を新たに見いだした。また、これまでほとんど比較されたことのなかったオリゴ糖間でのミネラル吸収作用の比較より、新たな結果を得ている。これらの知見は、エストロゲン欠乏による骨障害の改善に役立つとともに、栄養学に大いに貢献できるものである。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 原 博
副 査 教 授 浅 野 行 蔵
副 査 教 授 川 端 潤

学位論文題名

Study on the Effect of Psyllium (*Plantago Ovata*) and Nondigestible Disaccharides on Mineral Absorption and Bone Parameters in Normal and Ovariectomized Rats

(卵巣摘除骨粗鬆症モデルラットにおける、サイリウムおよび非消化性二糖類摂取によるミネラル吸収と骨への影響に関する研究)

本論文は、100 頁からなる英文論文であり、図 10 と表 24 を含み、参考論文 2 編が添えられている。

閉経後の女性に起こる、エストロゲン欠乏は骨疾患や心疾患の原因となり、また、カルシウムの腸吸収を低下させることが知られている。このモデルとして、卵巣摘除ラットはよく用いられる。ここでは、このモデル動物を用いて、食物繊維やオリゴ糖といった難消化性糖類の持つ種々のミネラル吸収への影響を、骨代謝との関連で研究している。

高粘度水溶性食物繊維として知られる、サイリウム(サイリウムシードハスク)は、便秘改善や血清コレステロール低下作用が知られ、広く用いられているが、一方カルシウム吸収阻害作用が知られていた。この阻害には、サイリウムの持つ粘度が関係していることが示唆されていたが、明確な関係は示されておらず、また他のミネラル吸収への作用も明らかにされていなかった。また、難消化性オリゴ糖は、サイリウムと逆にカルシウム吸収促進作用が知られているが、そのタイプ(種類)による違いや、他のミネラル吸収への作用は明かではなかった。

本論文では、これらの点を明らかにすべく、サイリウムの粘度を、段階的に低下させる処理をして、種々にミネラル吸収や骨への影響を、主にミネラルの出納試験を用いて観察すると同時に、他の主要栄養素である食事たんぱく質との相互作用も、正常および卵巣摘除ラットを用いて検討している。また、現在入手可能な、難消化性二糖類の種々のミネラル吸収への影響を、同様に検討している。

これら試験の結果、以下の 4 つの新しい知見を得ている。

- 1、サイリウムの摂取は、ラットのカルシウム、マグネシウム、亜鉛の吸収を低下させた。しかし、酸処理によりその粘度を段階的に低下させると、これらの低下は解消されるだけでなく、最も粘度を低下させたサイリウムでは、マグネシウム吸収が促進された。これは、サイリウムのミネラル吸収阻害が、その粘度によることを明確に示し、さらにサイリウムに新しい機能を付与できる可能性を示した。
- 2、サイリウムは、カルシウム吸収を低下させるにもかかわらず、骨強度を増加させた。この矛盾する因子を検索するため、サイリウム中に含まれるミネラル、水溶性低分子、疎水性分子を除く処理をして試験したが、それでも骨強度増強作用は維持された。サイリウム繊維素のものが、骨強度に影響のある因子の吸収を変化させた可能性が示された。
- 3、大豆たんぱく質食では、カゼイン食に比べ亜鉛や鉄吸収は低下させる。サイリウムは、カゼインをタンパク源とした食餌では、これらのミネラル吸収を低下させたが、大豆たんぱく質摂取で低下したミネラル吸収を回復させた。これは、サイリウムと食事たんぱく質の相互作用を示した、初めての結果である。
- 4、4種類の難消化性2糖類、Difructose anhydrideIII, melibiose, maltitolおよび cellobiose 摂取によるミネラル吸収への作用を、フラクトオリゴ糖と比較した結果、各タイプの2糖類は、それぞれ特徴的な作用を示した。その作用は、各2糖類の大腸での発酵性とある程度相関した。また、卵巣摘除ラットにおいて、Difructose anhydrideIII のみが非常に強い鉄吸収促進作用を示した。

以上、広範に使用されながら、ミネラル吸収への作用が明確でなかったサイリウムの作用を明らかにし、さらに低粘度化によりマグネシウム吸収促進作用を新たに見いだした。また、これまでほとんど比較されたことのなかったオリゴ糖間でのミネラル吸収作用の比較より、新たな結果を得ている。これらの知見は、エストロゲン欠乏による骨障害の改善に役立つとともに、栄養学に大いに貢献できるものである。

よって、審査員一同は、パッチャナ アサワルジャンが博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。