

学 位 論 文 題 名

Effects of Tannic Acid and Nondigestible Carbohydrate Sources on Absorption of Iron and Other Trace Minerals in Rats

(ラットの鉄およびその他微量必須元素の吸収における
タンニン酸と非吸収性糖類の影響)

学位論文内容の要旨

ポリフェノールは、植物性の食品や飲料に多く含まれる化合物群で、欠くことのできないヒトの食事成分である。近年、その有用な生理作用が多く見いだされて、研究者の注目を集めている物質である。これらの物質は、多くの健康維持に重要な作用を有する反面、主要なポリフェノール性物質であるタンニン酸は、有害な活性を有する。タンニン酸の持つ最も重大な問題点は、食事として大量に摂取した場合に、鉄、特に非ヘム鉄の吸収を低下させることであり、この作用は、タンニン酸の持つ多数のガロイル基が寄与している。実際に、タンニン酸を多く含むお茶やコーヒー、ワインなどは鉄吸収を妨げるとする報告がある。しかし、これまで、鉄以外の重要な微量必須元素（トレースエレメント）に関して、タンニン酸摂取の影響に関する知見は無かった。また、鉄に関しても、その欠乏症状である貧血指標（ヘモグロビン濃度、ヘマトクリット値）への影響は、詳細には調べられていない。

一方、難消化性糖類は、カルシウムなどのいくつかのミネラル吸収を促進するとする報告があり、鉄吸収に関しても促進作用が報告されている。しかし、これらの食事因子が、タンニン酸により障害された鉄吸収に対して、有効に働くかどうかは明らかではなかった。

本研究においては、これらの点を明らかにすべく、実験動物であるラットを使い、種々の食餌条件を設定して実験を行った。まず、鉄吸収に関して、タンニン酸の影響を見るための条件設定を行った。すなわち、鉄の食餌中のレベルを、5 mg / kg diet から 35 mg / kg diet まで変動させ、ラットにおける鉄の最小必要量 (30 mg / kg diet) を求めた。次にその鉄レベルの食餌を使用して、タンニン酸の添加レベルを種々に変化させ、鉄吸収、およびそれ以外の微量必須元素として、亜鉛、銅、マンガンを取り挙げて、それらの吸収率へのタンニン酸摂取の影響を見た。また、大腸発酵がミネラル吸収に影響を及ぼすとする知見があるため、タンニン酸の大腸発酵への影響も見た。一方、難消化性糖類に関しては、既に鉄吸収促進作用が明らかになっている難消化性オリゴ糖の一種、フラクトオリゴ糖と、その他に、新しく大量調整法が確立したオリゴ糖である、difructose anhydride III および、大豆水

溶性繊維を用いて、タンニン酸により障害された鉄吸収に対する作用を検討した。

これら試験の結果、以下の3つの新しい知見を得た。

- 1、タンニン酸の摂取レベルに関して、その作用は用量依存性であり、食餌中1% (10 g / kg diet) を超えると、鉄吸収を低下させるとともに、鉄欠乏性貧血の症状が惹起され、血中ヘモグロビン濃度、ヘマトクリット値が低下し、不飽和鉄結合能などが上昇した。一方、鉄以外の微量必須元素、亜鉛、銅、マンガンの吸収は、タンニン酸摂取の影響を受けなかった。また、タンニン酸の摂取は、盲腸内容物の pH を低下させ、短鎖脂肪酸含量を増加させた。
- 2、難消化性オリゴ糖である、difructose anhydride III の摂取は、タンニン酸で低下した鉄吸収と、それにより誘発された鉄欠乏性貧血を改善した。しかし、フラクトオリゴ糖はこれらの改善作用は見られなかった。さらに、この改善作用に大腸発酵が関与していることを示唆した。便中に排せつされたタンニン酸は摂取したものの18%であり、このこともタンニン酸が大腸の微生物により分解され、このことが、鉄の栄養状態の改善につながったことを示唆している。
- 3、大豆水溶性繊維は、食餌への7.5%(75 g / kg diet) の添加により、タンニン酸により低下した鉄吸収を改善した。

以上、1%以上のタンニン酸を含む食餌の摂取は、ラットの非ヘム鉄の吸収を抑制し、重度の鉄欠乏性貧血を惹起することが明らかにされ、この作用は、用量依存性であった。また、difructose anhydride III は、これらのタンニン酸による悪影響を改善させることを明らかにした。さらに、大豆水溶性繊維の摂取の同様作用を持ち、これらは大腸発酵の亢進が関与することを示唆する結果を得た。

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
副 査 講 師 石 塚 敏

学 位 論 文 題 名

Effects of Tannic Acid and Nondigestible Carbohydrate Sources on Absorption of Iron and Other Trace Minerals in Rats

(ラットの鉄およびその他微量必須元素の吸収における
タンニン酸と非吸収性糖類の影響)

本論文は、115 頁からなる英文論文であり、図 21 と表 17 を含み、参考論文 2 編が添えられている。

ポリフェノールは、植物性の食品や飲料に多く含まれる化合物群で、欠くことのできないヒトの食事成分である。近年、その有用な生理作用が多く見いだされて、研究者の注目を集めている物質である。これらの物質は、多くの健康維持に重要な作用を有する反面、主要なポリフェノール性物質であるタンニン酸は、有害な活性を有する。タンニン酸の持つ最も重大な問題点は、食事として大量に摂取した場合に、鉄、特に非ヘム鉄の吸収を低下させることであり、実際に、タンニン酸を多く含むお茶やコーヒー、ワインなどは鉄吸収を妨げるとする報告がある。しかし、これまで、鉄以外の重要な微量必須元素（トレースエレメント）に関して、タンニン酸摂取の影響に関する知見は無かった。また、鉄に関しても、その欠乏症状である貧血指標（ヘモグロビン濃度、ヘマトクリット値）への影響は、詳細には調べられていない。一方、難消化性糖類は、カルシウムなどのいくつかのミネラル吸収を促進するとする報告があり、鉄吸収に関しても促進作用が報告されている。しかし、これらの食事因子が、タンニン酸により障害された鉄吸収に対して、有効に働くかどうかは明らかではなかった。

本研究においては、これらの点を明らかにすべく、実験動物であるラットを使い、種々の食餌条件を設定して実験を行って実験を行っている。まず、鉄吸収に関して、タンニン酸の影響を見るための条件設定を行っている。すなわち、鉄の食餌中のレベルを、5 mg / kg diet から 35 mg / kg diet まで変動させ、ラットにおける鉄の最小必要量 (30 mg / kg diet) を求めた。次にその鉄レベルの食餌を使用して、タンニン酸の添加レベルを種々に変化させ、

鉄吸収、およびそれ以外の微量必須元素として、亜鉛、銅、マンガンを取り挙げて、それらの吸収率へのタンニン酸摂取の影響を見ている。また、大腸発酵がミネラル吸収に影響を及ぼすとする知見があるため、タンニン酸の大腸発酵への影響も見ている。一方、難消化性糖類に関しては、既に鉄吸収促進作用が明らかになっている難消化性オリゴ糖の一種、フラクトオリゴ糖と、その他に、新しく大量調整法が確立したオリゴ糖である、difructose anhydride III および、大豆水溶性繊維を用いて、タンニン酸により障害された鉄吸収に対する作用を検討している。

これら試験の結果、以下の3つの新しい知見を得ている。

- 1、タンニン酸の摂取レベルに関して、その作用は用量依存性であり、食餌中1% (10 g / kg diet)を超えると、鉄吸収を低下させるとともに、鉄欠乏性貧血の症状が惹起され、血中ヘモグロビン濃度、ヘマトクリット値が低下し、不飽和鉄結合能などが上昇した。一方、鉄以外の微量必須元素、亜鉛、銅、マンガンの吸収は、タンニン酸摂取の影響を受けなかった。また、タンニン酸の摂取は、盲腸内容物のpHを低下させ、短鎖脂肪酸含量を増加させた。
- 2、難消化性オリゴ糖である、difructose anhydride IIIの摂取は、タンニン酸で低下した鉄吸収と、それにより誘発された鉄欠乏性貧血を改善した。しかし、フラクトオリゴ糖はこれらの改善作用は見られなかった。さらに、この改善作用に大腸発酵が関与していることを示唆した。便中に排せつされたタンニン酸は摂取したものの18%であり、このこともタンニン酸が大腸の微生物により分解され、このことが、鉄の栄養状態の改善につながったことを示唆している。
- 3、大豆水溶性繊維は、食餌への7.5%(75 g / kg diet)の添加により、タンニン酸により低下した鉄吸収を改善した。

以上、1%以上のタンニン酸を含む食餌の摂取は、ラットの非ヘム鉄の吸収を抑制し、重度の鉄欠乏性貧血を惹起することが明らかにされ、この作用は、用量依存性であった。また、difructose anhydride IIIは、これらのタンニン酸による悪影響を改善させることを明らかにした。さらに、大豆水溶性繊維の摂取の同様退作用を持ち、これらは大腸発酵の亢進が関与することを示唆する結果を得ている。これらの結果は、全て新規の知見であり、また、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、カオサロ アフサナが博士(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。