

氏名	川崎 淨教
授与した学位	博士
専攻分野の名称	農学
学位授与番号	博甲第4980号
学位授与の日付	平成26年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科 バイオサイエンス専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	モルモットの栄養素消化および窒素利用に及ぼすフラクトオリゴ糖の影響に関する研究
論文審査委員	教授 坂口 英 教授 宮本 拓 准教授 畑生 俊光

学位論文内容の要旨

機能性甘味料として広く用いられているフラクトオリゴ糖 (FOS) はラットで Ca, Mg などのミネラルの吸収を促進すること、ウサギで窒素利用性を向上させることなど、飼料中栄養素の利用にも影響することが報告されており、これらの FOS の効果には大腸内微生物の活動への関与が強く示唆されている。モルモットは、ウサギと同様に、微生物発酵の場として大きな盲腸を備えており、日常的に食糞を行う。しかし、モルモットの大腸機能はウサギとは大きく異なっており、FOS 摂取の効果がウサギと同様に発現するかについては検証が必要である。本研究ではモルモットの窒素 (N) 利用性や栄養素消化に及ぼす FOS の影響とその発現機構の一部を調べた。

はじめに、成熟雄モルモットを用いて、栄養素消化率および窒素利用性に及ぼす FOS の影響をグルコースを対照糖として調べた。FOS3%添加飼料を与えた時には粗灰分消化率が高まったが、ウサギで確認された N 利用性の向上は見られなかった。一方 FOS5%添加飼料を与えた時は、尿中窒素排泄量が低下し、体内 N 保持量が増加することで、N 利用性が向上した。一方では繊維画分 (acid detergent fiber: ADF) 消化率が低下した。

次に FOS 摂取時の窒素利用性の向上に食糞が関与しているかを解明するために、食糞を阻止した状態で、FOS5%添加飼料を与えたモルモットの窒素利用性をグルコース添加飼料と比較した。その結果、食糞を阻止しない時には認められた N 利用性向上効果が発現せず、FOS 摂取時の N 利用性の向上は食糞を介して発現することが示された。

更に、ADF 消化率に影響する要因の一つと考えられる消化管内容物の滞留時間や通過時間に及ぼす FOS 摂取の影響を調べた結果、消化管内容物の液相および固相マーカーの盲腸における平均滞留時間が減少した。したがって、FOS5%添加飼料摂取時の ADF 消化率の低下は、盲腸内で繊維成分が微生物による消化を受ける時間が減少したことによって引き起こされた可能性が示された。

最後に、FOS による N 利用性向上の発現メカニズムの一部を明らかにするために、静脈内に投与した ¹⁵N-尿素が盲腸内微生物や尿中へ移行する量に及ぼす FOS 摂取の影響を調べた。その結果、FOS 摂取時のモルモットの盲腸内微生物への血中尿素の移行量が増加し、尿中窒素への移行量は低下した。このことから FOS 摂取の効果は微生物増殖への血中尿素-N の再利用が増大することによってもたらされることを明確に示すことができた。

以上の結果から、FOS5%の食餌への添加はモルモットの ADF 消化率を低下させるが、尿中 N 排泄量を低下させ、N 平衡を増大させることが示された。FOS の摂取による N 利用性向上効果は、盲腸内微生物増殖が促進されることにより、血中尿素-N の盲腸内微生物への取り込み量が増加し、それに伴う尿中 N 排泄量の低下によって発現する可能性が示された。この効果は大腸が発達した単胃動物で普遍的に起こる可能性が考えられ、飼料タンパク質利用性の改善だけでなく、環境への N 負荷軽減にもつながるので、単胃家畜や実験動物の飼料設計に応用できる可能性が高い。

論文審査結果の要旨

本論文は、機能性食品素材として広く利用されているフラクトオリゴ糖（FOS）が、特徴的な大腸機能を持つ草食性単胃動物モルモットの栄養素消化とタンパク質栄養に及ぼす影響とその効果発現機構の解明をめざして遂行されたものである。

はじめに、モルモットのN蓄積、繊維消化率、消化管内容物滞留時間等に及ぼすFOSの飼料添加の影響を調べ、FOS3%添加では効果は小さかったものの5%添加によって飼料Nの利用性が向上することを示した。また食糞を阻止したモルモットによる同様の試験結果から、FOSの効果発現には食糞が重要な役割を果たしていることも明確に示した。一方ではFOSの添加は繊維消化率の低下をもたらすことも明らかにし、このことは消化管内容物滞留時間が短縮されることによることを示した。次に、モルモットの静脈内に単一投与した¹⁵N-尿素の体内動態を調べ、FOSは血中尿素-Nが盲腸内微生物の増殖に利用される量を増大させ、その結果盲腸内微生物量が増大すること等を明らかにした。このことによって、FOSによる飼料窒素の利用向上効果の発現には、血中尿素の盲腸内微生物による利用促進と、増殖した微生物の食糞による摂取量の増大が大きく関与していることを明らかにしている。

このように本論文では、モルモットの窒素代謝、栄養素消化に及ぼすFOSの効果とその効果発現機構を明確に示した。このようなFOSによる飼料窒素利用効率改善はウサギでも確認されていることから、盲腸が発達している動物では普遍的な現象である可能性を示唆している。このことは草食動物の栄養における盲腸の役割の重要性を示す重要な知見としても評価できる。また本論文の内容は、環境に対する窒素負荷の低減に貢献する飼育技術への応用も可能である。論文内容の一部はすでに学術誌に掲載されており、学術的にも高く評価されている。また最終試験では論文内容が簡潔明瞭に述べられ、質疑に対しての応答も的確であった。以上から本論文は博士の学位に十分値するものと判断した。