

ミルクオリゴ糖の進化：オリジンと哺乳動物間での
ミルクオリゴ糖/ラクトース割合の選択性



講師

浦島 匡 先生

帯広畜産大学名誉教授

日付：2025 年 5 月 9 日（金）

時間：16時35分～18時05分

場所：E201 教室

講演概要

哺乳動物のミルクは、糖質としてラクトース(Gal β 1-4Glc)とともにミルクオリゴ糖を含んでいる。大半のミルクオリゴ糖は還元末端側にラクトース単位を含み、乳腺細胞内でラクトースをアクセプターとして各種の糖転移酵素が作用した結果、生合成される。ミルクの中でラクトースとミルクオリゴ糖濃度の割合は哺乳動物種間で異なり、ヒトなどの大半の有胎盤類ではラクトースが優先的であるが、単孔類と有袋類ではミルクオリゴ糖が優先的である。

乳腺細胞内でラクトースは、UDP-ガラクトースとグルコースから β 4ガラクトシルトランスフェラーゼI(β 4GalT I)と α -ラクトアルブミン(α -LA)の共同作用によって生合成される。 α -LAとの相互作用から β 4GalT Iのアクセプターは、N-アセチルグルコサミンからグルコースに変わる。乳腺やミルクのみに含まれる α -LAは、涙、唾液、鳥類の卵白などにも含まれる溶菌酵素リゾチーム(LZ)と一次構造や三次構造が似ており、LZからの分子進化によって獲得された。哺乳類進化において、 α -LAの獲得によってラクトースが出現したが、それは糖転移酵素のアクセプターにもなり、同時にミルクオリゴ糖が出現した。哺乳類の祖先的な形態特徴を残す単孔類のように、初期哺乳類のミルクではミルクオリゴ糖の方が優先的であったと予想されるが、有胎盤類では α -LAの発現量が上昇することによって、ミルクの中でラクトースが優先的になった。

単孔類や有袋類の乳児は、ミルクの中で優先的な糖質であるミルクオリゴ糖を栄養源としている。それは小腸上皮においてピノサイトーシスかエンドサイトーシスによって細胞内に取り込まれ、リソソーム内の加水分解酵素の働きで単糖に消化される。一方、ヒトなどの有胎盤類の乳児は、ラクトースを加水分解する酵素ラクターゼの獲得によって、小腸上皮微絨毛膜においてラクトースを加水分解し、単糖を能動輸送によって細胞内に取り込む。それによってラクトースは栄養源となる一方、ミルクオリゴ糖は小腸で消化を受けずに大腸に移行する。

ヒト乳児においては、腸内細菌とくにビフィズス菌がミルクオリゴ糖を増殖への栄養源として利用している。ヒトミルクオリゴ糖自体やビフィズス菌によるその代謝産物には、乳児への感染防御、免疫調整、腸管バリア機能強化、壊死性腸炎予防、脳神経系の活性化などの機能がある。腸内細菌はミルクオリゴ糖の代謝能力を獲得することで、ヒトとの共生進化が可能になった。

講演の中では、単孔類、有袋類またヒトのミルクオリゴ糖の化学構造の特徴を紹介しながら、ミルクオリゴ糖の進化についても論述する。

問い合わせ先

伊藤和義：kazuyoshi@soka.ac.jp

研究所HP：<https://www.soka.ac.jp/glycan/>

