

食品の安全に関する一考察
—牛乳中のホルモンに関して—
相原 英孝

A Study of Foods Safety
— Hormones of Bovine Milk —
Hidetaka Aihara

キーワード：安全性 Safety、牛乳 Bovine Milk、ホルモン Hormone

はじめに

中国の粉ミルクにホルモン混入の疑いの報道がなされ、牛乳中のホルモンについて注目されている。しかし、この問題については、未だ明確な原因の解明がなされていない。そこで、今回、中国粉ミルクとは異なる観点で、牛乳中のホルモンについて、検討を加える。

牛乳は、メス牛が仔牛の成長のために分泌する乳である。280日の妊娠期間を経て、出産後、直ちに分泌が始まる。これらの妊娠・出産・泌乳は、以下のようにホルモンにより制御されている。

妊娠とホルモン

受精した卵割を始めた胚が着床して、その後、黄体ホルモンが分泌されることによって、妊娠が維持される。

泌乳のメカニズム

牛の乳腺上皮細胞が、妊娠末期において乳汁分泌機能を持ち始め、分泌物が乳腺内に貯えられ始める。さらに分娩前後になって乳腺細胞の分泌機能が著しく亢進して泌乳を開始する。泌乳に必要なホルモンは、牛において、インシュリン、グルココルチコイド、プロラクチンであるとされている。

泌乳の維持

泌乳は吸乳や搾乳の刺激によって維持される。

吸乳や搾乳の刺激は、牛の下垂体後葉から、オキシトシン、前葉からプロラクチン、ATCHを放出させ、泌乳を維持させている。また、泌乳の維持において必要なホルモンは、プロラクチン、グルココルチコイド、甲状腺ホルモン、成長ホルモンとされている。

このように哺乳動物の泌乳は、出産して初めて始まり、授乳期間を終えると排卵が起こり、妊娠が可能となる。牛乳を生産するために家畜化された乳牛は、妊娠・出産を繰り返すことで、泌乳可能状態を維持する。しかし、自然の妊娠・出産のサイクルでは、授乳中排卵が起こらず、授乳（搾乳）停止後、一定期間の後、排卵が起こり、妊娠・出産・泌乳のサイクルが始まる。

乳牛の泌乳サイクル

しかし、上記の方法では、授乳中は妊娠せず、牛乳の生産性を高めることが出来ない。現在の日本に於ける乳牛は100%人工授精で妊娠し、その結果、安定した牛乳の供給を可能としている。しかし、ここに問題点がある。これまでの人工授精では、排卵時期の見極めが難しかった。そこで、現在は、オブシンク法というホルモンを利用した排卵時期を確定させる方法がとられている。その方法とは、発情周期の任意の時期に性腺刺激ホルモン放出ホルモン(GnRH)を投与しその7日後にプロスタグランジンF2 α (PGF2 α)投与、そして48時間後にGnRHを投与して、その16-20時間後定時授精を行う方法で、主に経産牛の空胎日数短縮策として考案された。GnRH

を投与すると下垂体からLHが放出され、性周期の時期に係わらず、発育卵胞や主席卵胞が黄体化または閉鎖退行してその1-2日後に新しい卵胞ウェーブが開始される。GnRH投与後6-7日後には黄体が形成されており、発育開始後5-6日目の主席卵胞も存在するので、この時期にPGF2 α を投与すれば同期化しやすく、さらにその48時間後(主席卵胞が成熟した段階)に再びGnRHを投与することで、24-32時間後に精度の高い排卵同期化が可能となる。2回目のGnRH投与後12-20時間(排卵予定の12時間前)が発情発現なくても授精の適期となる。このような方法が知られている。また、農林水産省研究情報、新潟県農林水産業研究成果集などで、ホルモンを利用した効率の高い人工授精について報告がされている。

これらの方法により、牛乳は、現在、安定した価格、生産が維持されている。

しかし、その結果、授乳中の乳牛でも、妊娠が可能となり、妊娠しながら、搾乳されるといふ、自然界では全くあり得ない状況で、牛乳を搾乳することが可能となる。

現在の泌乳サイクルの問題点

乳牛の妊娠中の泌乳には、問題点がある。妊娠期間中は、その妊娠を維持するために、黄体ホルモンなどが血液に分泌される。

本来、妊娠中の牛から搾乳することは泌乳のメカニズムからみて、正常な状態ではない。妊娠を維持するために血液に分泌されたホルモンが容易に牛乳へ移行し、摂取したヒトの体内でホルモンとして振る舞う可能性がある。また、現在の食生活の欧米化により、多くなってきたガンなどの発症の原因として、妊娠牛から搾乳した牛ホルモンが含まれる牛乳による可能性も指摘されている。また、食生活の欧米化に伴って、様々な変化が起きている。動物性タンパク質・脂質の適度な摂取の増加によって、脳出血が減少し、平均寿命が伸び世界でも有数の長寿国となってきた。牛乳摂取の増加によって、子供の体格が向上してきたと言われるが、牛乳中のホルモンによる影響の可能性も、否定出来ない。例えば、ホルモンによって引き起こされる第二性徴が早まったのが、栄養状態の向上と

されてきたが、ホルモンの影響の可能性もある。妊娠牛でない牛から搾乳した牛乳に関しても、微量であるが牛の成長ホルモンが含まれているとの報告もある。

また、牛乳では、表1に示したような三次機能も解明されてきている。

その主なものは、感染防御機能として、ラクトフェリンは、鉄要求性の高い大腸菌のようなグラム陰性菌の鉄利用を妨げることにより、静菌作用を及ぼす。乳糖や κ -カゼイングリコペプチドにより、人腸管内に生息する腸内細菌の有益菌の増殖促進などにより、成長機能を有していると考えられている。また、カルシウムの吸収に関して、古くから知られている乳糖、カゼインをトリプシンで消化すると生じるリン酸化されたセリン残基を複数個含むカゼインホスホペプチドやカルシウム結合たんぱく質などが知られている。ホエイタンパク質には、血清コレステロールの低下機能も知られており、その

表1 ミルクの三次機能

感染防御機能	免疫グロブリン
	ラクトフェリン
	リゾチム
	ラクトペルオキシダーゼ
	キサンチンオキシダーゼ
	補体
	トリプシンインヒビター
	ビタミンB12および葉酸結合タンパク質
	高分子量のムチン様糖タンパク質
	カゼイングリコペプチド
	脂肪酸
	オリゴ糖
	マクロファージ
好中球	
整腸作用	乳糖
	κ -カゼイングリコペプチド
カルシウムの吸収促進機能	オリゴ糖
	乳糖
	ビタミンD
	カゼインホスホペプチド
血清コレステロールの低下機能	カルシウム結合タンパク質
	ホエイタンパク質
免疫系の調節機構	乳脂肪球皮膜
	ラクトフェリン
	κ -カゼインとそのグリコペプチド
	パラ- κ -カゼイン
	カゼインホスホペプチド
	α -ラクトアルブミンとリゾチム
細胞の増殖促進機能	カゼイン由来の低分子ペプチド
鉄イオンの有効利用機能	
ミルクタンパク質の消化により遊離する生理活性ペプチド	

吉川正明編(1998)『ミルクの先端機能』より作成

表2 ミルクに含まれることが確認されているホルモン類

成長ホルモン
甲状腺刺激ホルモン
卵胞刺激ホルモン
プロラクチン（乳腺刺激ホルモン）
黄体化ホルモン
ゴナドトロピン（性腺刺激ホルモン）
副腎皮質ホルモン
エリスロポエチン（造血ホルモン）
オキシトシン
ニューロテンシン
コレシストキニン
ガストリン
エステラジオール
エストリオール
プロゲステロン
テストステロン
17-ケトステロイド
コルチコステロン
チロキシン
トリヨードチロキシン
プロスタグランジン
メラトニン

吉川正明編（1998）『ミルクの先端機能』より改変

機能の一部は、脂肪球皮膜によるものと示唆されている。さらに、チーズの製造過程で生成されるパラ- κ -カゼインは免疫グロブリンの産生を増強することも報告されている。

しかし、牛乳は、加熱殺菌されて市販される。そのため、タンパク質の場合、その効果が期待出来ないこともある。

また、牛乳および発酵乳が抗変異原性を示すことも報告されている。

このように、牛乳・乳製品が人の健康の維持に役立っていることが認められている。

表2に示したように、多くのホルモンがほ乳類の乳に含まれていることも報告されている。これらのホルモンの役割については、未だ解明されていない。細胞の増殖や分化あるいは乳成分の生合成や分泌のために作られた成分が混入したのか、新生仔の発育のために利用されることを目的とする可能性がある。しかし、妊娠乳牛から搾乳された牛乳では、妊娠に関するホルモン含量が非妊娠乳牛から搾乳された牛乳より多いことが知られている。

おわりに

牛乳および乳製品は、現在の日本の食生活に

なくてはならないものとなっている。さらに、多くの研究により、牛乳の持つ人の健康に対する種々の効果も解明されてきている。

しかし、生産性のために自然では考えられない妊娠中の搾乳によって、ホルモン含量の高い牛乳を生み出している。牛乳のホルモン含量に関して、今まで、あまり関心が寄せられていなかった。

牛乳を含めて乳（ミルク）に含まれるホルモンの役割の解明することが必要である。さらに、乳が新生仔にとっての理想的な栄養食品であることは、明白であるが、乳の役割から、乳児期以降の人に対する栄養的な意味を検討する必要がある。また、微量のホルモンの長期摂取による人体への影響に対しても検証が必要である。

現在、日本は、少子高齢化社会に向かっている。高度成長期から生産性を重視してきたが、今ここで、見直すことが必要ではないか。

今回取り上げた牛乳は、生産性重視のために、生物として自然な状態で生産されていない。生産性は低下するが、搾乳サイクルを自然に戻した危険性の少ない牛乳の生産も考える必要があるのではないか。

乳（ミルク）は、唯一、それぞれの哺乳動物にとって、栄養として摂取されることを前提として、その動物が作り出す食物である。しかし、対象は、新生仔に限定されている。このように、我々が日々摂取している食品には、完全なものは存在しない。この事実を忘れないことが必要である。

参考文献

- 野口洋介（1998）『牛乳・乳製品の知識』幸書房、東京
- 鷹尾亨（2001）『牛乳・乳製品の実際知識』（第6版）東洋経済新報社、東京
- 細野明義（2001）『ヨーグルトの科学—乳酸菌の贈り物—』八坂書房、東京
- Frank A. Oaki M.D. 弓場隆 訳（2003）『牛乳には危険がいっぱい？』東洋経済新報社、東京
- 外山利通（2007）『牛乳を信じるな！』メタモル出版、東京
- 小寺とき（2008）『本物の牛乳は日本人に合う—ノンホモ・パステアライズド牛乳の話—』農山漁村文化協会、東京
- 藤田哲（2003）『食品のうそと真正評価—消費者と公正な業者を守るために—』株式会社エヌ・ティー・エス、東京

- 山内邦男、横山健吉 編 (1992)『ミルク総合事典』朝倉書店、東京
- 中澤勇二、細野明義 (1989)『新説チーズ科学』株式会社食品資材研究会、東京
- 日本栄養・食糧学会監修 (1993)『牛乳成分の特性と健康』株式会社 光生館、東京
- 吉川正明、細野明義、中澤勇二、中野覚 共編 (1998)『ミルクの先端機能』弘学出版株式会社、川崎市
- 梅津元昌 (1978)『家畜の生理学』株式会社養賢堂 東京
- <http://milk.asm.ne.jp/qa/hanron/hanron.htm>
- <http://homepage2.nifty.com/smark/Milk-EST.htm>
- http://www.pref.tottori.lg.jp/secure/76002/17_24kurihara.pdf#search='オブシンク法'
- <http://www.ari.pref.niigata.jp/nourinsui/seika01/fukyu/18/010118.html>
- http://www.affrc.go.jp/ja/research/seika/data_kanto/h14/kan384