

エゾヒグマ (*Ursus arctos yesoensis*) 乳汁の 一般組成と主要成分の化学的性状

安藤 功一*・森 光臣*・加藤 勲**
遊佐 孝五*・合田 克己***

General Composition and Chemical Properties of the Main Components of Yeso Brown Bear (*Ursus arctos yesoensis*) Milks

Koichi ANDO*, Mitsuomi MORI*, Isao KATO**,
Kogo YUSA* and Katsumi GODA***

(May, 1979)

哺乳動物の乳汁は、反芻動物の分泌するカゼイン型乳汁と非反芻動物の分泌するアルブミン型乳汁に大別されている²⁾。これら乳汁は、動物の種類により特有の組成と性状を呈しており、幼動物に取っては栄養生理学的に重要な意義を持っていることはいうまでもない。未だ十分に知られていない各種哺乳動物の乳汁を調査する事は、比較生物学の立場から、その動物の進化の過程、あるいは生態、生化学の分野において意義あるものと考えられる。一方、野生動物の生存圏が時代の変遷と共に狭ばまってきていることが考えられ、これらの種の保存の上から、又、動物園保有の哺乳幼動物飼育における基礎資料を得る上からもこの分野の研究の必要性は今後増大するものと確信する。さて一般に出生後の幼動物の発育速度は、乳汁中のたん白質および Ca, P の含量と比例関係にあるといわれているが、エゾヒグマも出生後の発育にめざましいものがある。ヒグマの乳汁組成については、1972年に Janness らの報告¹⁵⁾があるのみで、我国特有の種であるにも拘らず、分析の機会を逸してきた。しかし、のぼりべつクマ牧場において採乳の機会が得られたので

* 酪農学科、乳製品製造学研究室

Laboratory of Milk Research, Department of Dairy Science, The College of Dairying, Ebetsu, Hokkaido, Japan.

** 化学研究室

Laboratory of Chemistry, The College of Dairying, Ebetsu, Hokkaido, Japan.

*** のぼりべつクマ牧場

Noboribetsu Bear Park, Noboribetsu, Hokkaido, Japan.

乳汁の一般組成と化学的性状を分析し、ホルスタイン乳の分析値および他の哺乳動物乳の文献値と比較検討を行った。

実験材料および方法

1. 試料採取

のぼりべつクマ牧場で飼育している分娩91~98日のエゾヒグマ (*Ursus arctos yesoensis*) を塩酸ケタミン (三共株式会社, ケタラール 50) およびスキサメトニウム (山之内製薬株式会社, サクシン注射液) をそれぞれ単独に麻酔銃により注射し, 3対の乳頭より手搾乳を行い合乳として35~150 mlを採取した。なお, 試料採取期間は, 1977年4月25~28日で, 合計4頭から分析試料を得た。

2. 一般組成分析法

a. 比重: ゲールサックピクノメーター法²²⁾, b. pH: ガラス電極法 (日立-堀場, F-7 Lc), c. 水分: 簡易濾紙乾燥法²⁹⁾, d. たん白質: ケルダール法²²⁾, e. 脂肪: バブコック法 (試料は重量で採取した。), f. 乳糖: Somogyi法²⁵⁾, g. 灰分: 電気炉灰化法²²⁾, h. 乳たん白質および非たん白態窒素 (NPN) の試料調整は, Rowland法²⁴⁾ に準じて行った。

3. 無機組成分析法

a. Ca, Mg の定量: キレート滴定法⁵⁾, b. Na, K の定量: 炎光比色定量法⁵⁾, c. P の定量: 比色定量法⁵⁾, d. Fe の定量: 原子吸光分析法¹¹⁾。

4. ディスク電気泳動法

試料 10 ml を 3,000 r. p. m., 20 分間, 2 回遠心処理を行いクリーム層を除去し, 乳汁と同量の加水を行い 0.1 N, HCl でカゼインを除去し, カゼイン区分とし, 一方, 濾液については, ホエー区分として分別採取を行った²⁴⁾。カゼイン区分は同一 pH の蒸留水で水洗後, 0.1 N, NaOH でカゼインを溶解 (pH 7 前後に調整) し再び酸沈殿および水洗を繰り返した後, 0.1 N, NaOH で再びカゼインを溶解し蒸留水で透析を行い脱塩し, 凍結乾燥を行い試料とした。一方, ホエーたん白質区分は蒸留水で透析後, カゼイン区分同様, 凍結乾燥を行い試料とした。これら試料を溶解し最終濃度で 0.2 M, β -メルカプトエタノール, 0.75 M, ショ糖および 4.5 M, 尿素を加え電気泳動の試料とした。泳動条件は次のようである。4.5 M, 尿素を含む 7.5% polyacrylamide gel を作成し緩衝液は 0.05 M トリスアミノメタン-0.04 M グリシン (pH 8.6), 泳動用ゲル 1 本につき 2 mA 通電し, 泳動終了後は直ちに 1% アミドブラック 10 B, 7% 酢酸溶液で染色固定を行った。

5. ガスクロマトグラフィーによる乳脂肪構成脂肪酸の定量⁸⁾

脂肪酸メチルエステルの調整は, 凍結乾燥試料を 1 g 秤量し, Folch (クロロホルム: メ

タノール=2:1)の溶媒で脂肪を抽出濾過の後、ロータリーエバポレーターで溶媒除去後、残留脂質に石油エーテル 10 ml を加え溶解し、更に 2 N, KOH-メタノール 0.5 ml を加え、強搅拌の後、5 分間静置し、上層をガスクロマトグラフィー用充填試料とした。分離した各脂肪酸は、クロマトグラムに現われた保持時間により推定確認を行い面積法により含量を算出した。

ガスクロマトグラフィーの運転条件は次の如くである。

充填剤：固定相に Shimalite (セライト) の 60~80 mesh, 固定相液体として 25% 相当の ジエチレングリコールサクシネート (DEGS), カラム温度：210°C, 試料室注入温度：260°C, キャリヤーガス：N₂ ガス (流量 30 ml/min), 検出器：FID, 試料注入量：3~4 μ l, 装置：島津製作所, GC-4 APTF。

6. 電子顕微鏡によるカゼインミセルの観察方法

試料の調整：採乳後直ちに試料 1 容量に対し、40% 中性ホルムアルデヒド 3 容量⁷⁾を加え、強搅拌の後、5°C で 24~71 時間保存し、蒸留水で透析の後、電子顕微鏡観察試料とした。電子顕微鏡による観察条件は次の如くである。

透析の終了した試料をたん白質濃度、10 mg/ml に調整し、日立 HS-8 型電子顕微鏡により観察を行った。加速電圧、50 kV, Ge-Shadowing 法をもちい、直接倍率 $\times 20,000$ で観察を行った。

実験結果および考察

1. 一般組成

Table 1 にエゾヒグマ乳汁の分析結果を文献値とともに示した。エゾヒグマ 4 頭の分析値は次の通りである。採乳量：35~150 ml (平均 94 ml), pH: 5.8~6.1 (平均 5.9), 比重：1.0451~1.0595 (平均 1.0496), 水分：61.62~78.01% (平均 70.26%), 全固形分：21.99~38.38% (平均 29.74%), 全たん白質：9.40~11.05% (平均 10.20%), カゼイン態 N 化合物：5.563~7.590% (平均 6.316%), 乳清たん白質：2.742~3.921% (平均 3.317%), 脂肪：8.0~22.0% (平均 15.3%), 乳糖：1.665~2.983% (平均 2.162%), 灰分：1.374~1.809% (平均 1.491%), カロリー：133.05~264.49 cal/100 g (平均 198.10 cal/100 g)。これら分析値の結果を他の文献値と比較すると、エゾヒグマの pH は、他動物乳汁より低く、Altman¹⁾らおよび Hock¹³⁾らの black bear の乳汁分析値の傾向と近似した値を示し、熊乳汁の一般的傾向とも考えられる。

比重は、他種の熊乳汁、あるいはホルスタイン乳、婦人乳より比較的高い値を示した。これは乳固形分が非常に高い値を表わしたことから推察される。全たん白質は polar

Table 1. Comparison of general composition

	Cub age (days)	Milk volume (ml)	pH	Sp. Gr (15 C)	Moisture (%)
Yeso brown bear sample 1	95	150	6.1	1.0451	69.44
sample 2	92	135	5.8	1.0453	71.91
sample 3	98	53	5.9	1.0595	78.01
sample 4	91	35	5.8	1.0486	61.62
Mean value	94	94	5.9	1.0496	70.26
Black bear ¹³⁾	—	—	—	1.0380	76.30
Polar bear ³⁾	—	—	—	1.0145	55.90
Dog ¹⁾	—	—	—	—	75.40
Cow ¹⁹⁾	—	—	6.6	1.0320	87.70
Human ¹⁹⁾	—	—	7.2	1.0310	88.00

bear とほぼ近似した値を示しているが、これは、エゾヒグマと polar bear が近縁種であるためとも考えられる。しかし、乳汁としては高たん白乳汁といえよう。乳糖は、従来より我国で実施されている仔熊の人工哺育実験²⁰⁾ から考えて、低乳糖の乳汁であろうと予想していたものの、それに反し割合高い含量値を示した。この理由については明らかでないが、Jeness ら¹⁵⁾ によると、野生のものより動物園で飼育している熊乳汁は乳糖含量が多かったとの報告もあるところから、著者らの結果は野生のエゾヒグマより高い傾向を示している可能性も考えられる。エゾヒグマの一般組成は、ホルスタイン乳および婦人乳と比較し、乳糖を除くその他の乳汁成分は非常に高い値を示していた。エゾヒグマの出生後体重が2倍となるのに要する日数は、住吉²⁶⁾ のデータから（生後20日頃までは体重の多少の減少、もしくは横ばい傾向が見られる。）生後25日目位である。

ちなみに人は、180日、牛は、47日で生後体重が2倍となる¹⁴⁾。乳汁成分の中で、特に成長に不可欠なたん白質とCa、Pの含量は、幼動物の発育速度と比例的関係があると認められているところから鑑みてエゾヒグマの乳汁中のたん白質、灰分含量が高いことは理解出来よう。乳汁のカロリーを Perrin の式²³⁾、 $[E=9.11 \text{ Fat} + 5.12 (6.38 \times \text{total } N) + 3.95 / \text{lactose}]$ で算出すると198.10/cal/100gとなり、black bear より高い事が明らかとなった。（但し、係数5.12は、豚乳の値を採用した。）

2. ディスク電気泳動法によるたん白質組成

エゾヒグマのたん白質構成比率は、カゼイン62%、乳清たん白質33%およびNPN5%となっている。カゼインと乳清たん白質の割合を示すカゼインナンバーは、58.95~69.63%（平均61.9%）で、牛乳79%、婦人乳33%と比較し、婦人乳よりカゼインの占める割合が

of Yeso brown bear milks with reference data

Total solid (%)	Total protein (%)	Casein (%)	Whey protein (%)	Fat (%)	Lactose (%)	Ash (%)	Calorie (cal/100 g)
30.56	10.90	7.590	2.742	16.0	1.665	1.404	208.14
28.08	9.40	5.563	3.310	15.0	2.106	1.374	193.10
21.99	9.45	5.571	3.297	8.0	2.983	1.387	133.05
38.38	11.05	6.540	3.921	22.0	1.897	1.809	264.49
29.74	10.20	6.316	3.317	15.3	2.162	1.491	198.10
23.50	7.34	4.210	—	10.5	1.510	1.140	134.00
44.10	10.20	—	—	31.1	0.490	1.170	337.48
24.60	10.10	—	—	9.5	2.70	1.350	137.0
12.30	3.20	2.710	—	3.59	4.65	0.70	65.0
12.00	1.19	0.390	—	3.69	6.80	0.20	60.0

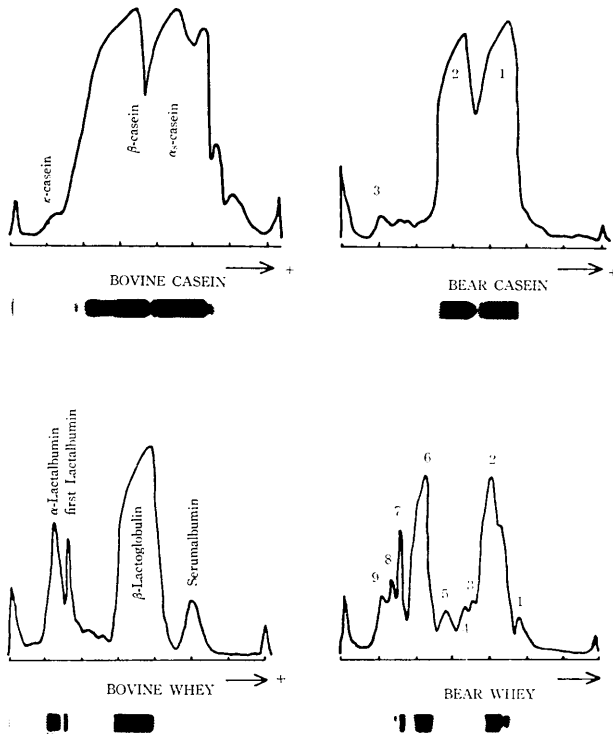


Fig. 1. Polyacrylamide gel disc electrophoretic analysis and their densitograms of bear and bovine fractions.

大きい。しかし、牛乳より小さいが、非反芻動物の乳汁としては、カゼインの割合が高かった。

ディスク電気泳動によりエゾヒグマの乳汁たん白質とホルスタイン乳と比較した泳動図を、Fig. 1 に示した。ホルスタイン乳のカゼインでは、 α_s -、 β -カゼインが主要成分であり κ -カゼインが僅か分離されていた。一方、エゾヒグマのカゼイン組成をみると、牛乳カゼインの α_s -カゼインに類似した1のバンドと β -に相当する2のバンドは、牛乳カゼインより移動度が遅く、 κ -カゼインに相当する3のバンドの移動度は、ほぼ同じ傾向を示した。エゾヒグマのカゼインは、 β -カゼインに相当する2のバンドと κ -カゼインに相当する3のバンドの間には、少なくとも未知な3本のバンドが認められた。一方、乳清たん白質をみると、牛乳の乳清たん白質では、Serumalbumin, β -Lactoglobulin, first Lactalbumin, α -Lactalbumin の4成分の外に未知な2本のバンドが認められる。エゾヒグマの乳清たん

Taable 2. Fatty acid composition of Yeso

	C ₄	C ₆	C ₈	C ₁₀	C ₁₀ ¹⁼	C ₁₂
Fat of yeso brown bear milk	1.068	3.137	0.093	0.067	T	0.459
Fat of holstein milk	3.356	3.447	1.264	3.293	0.443	3.655
Bear/Bovine	0.318	0.910	0.074	0.020	—	0.126

T: Trace.

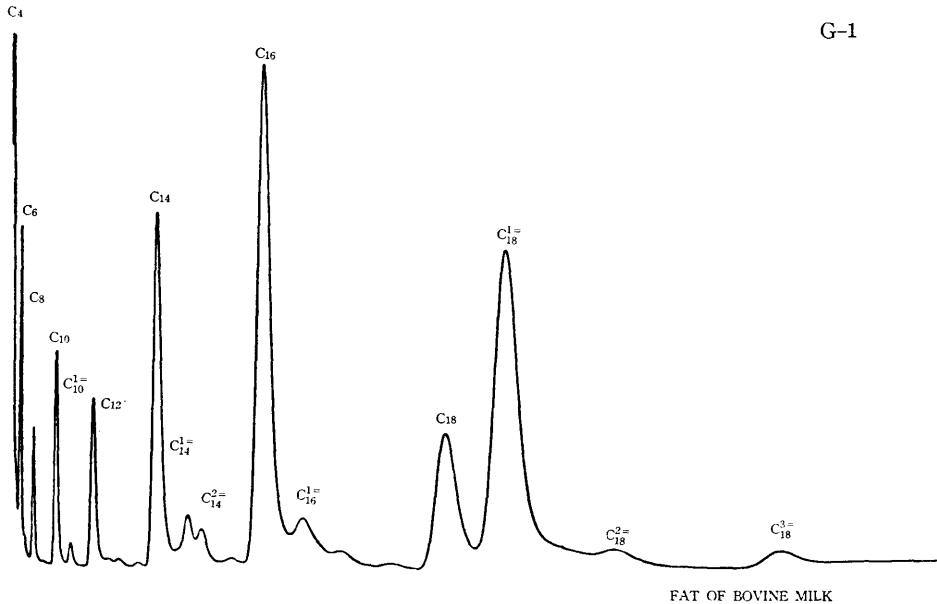


Fig. 2. Gaschromatograms

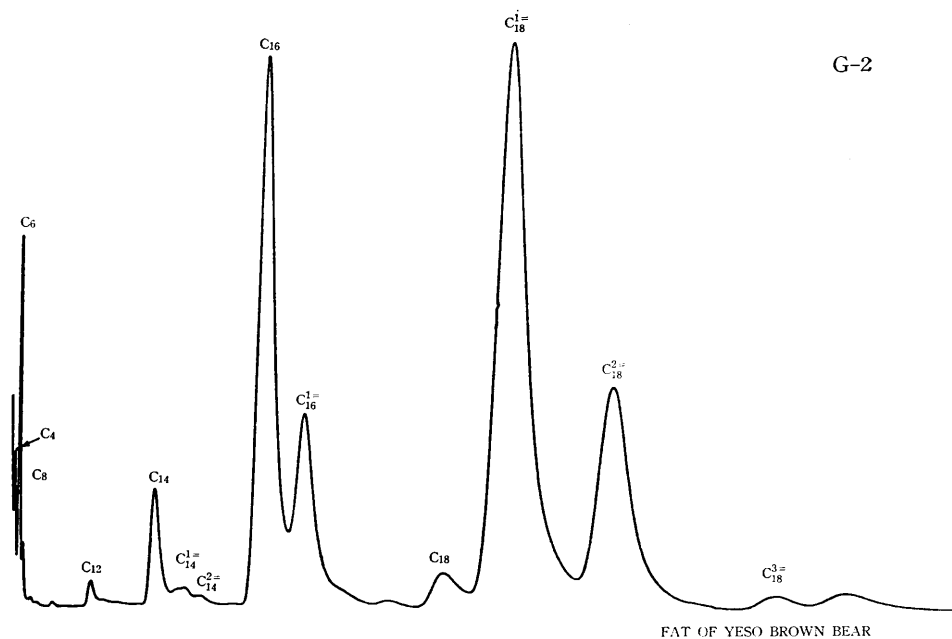
白質を移動度から比較すると、Serumalbumin と類似した成分は 1 で、 β -Lactoglobulin は 2, 3, 4, first Lactalbumin は 7, α -Lactalbumin は 9 となるが、5, 6 のバンドは牛乳に該当する成分は認められない。エゾヒグマの乳汁たん白質は牛乳たん白質より構成成分は多く、しかも 2 と 6 の成分が主要成分と考えられる。いずれにしろ、エゾヒグマ乳のたん白成分はホルスタイン乳のたん白質とは、相当異なる組成を有している。

3. 乳脂肪構成脂肪酸

エゾヒグマの乳脂肪構成脂肪酸の構成比率を Table 2 に示した。対照としたホルスタイン乳脂肪の試料は、当大学附属農場で採乳したものである。一般に酪酸は反芻動物特有の乳脂肪酸といわれているが、著者らの再度に渡る分析結果では、エゾヒグマの乳脂肪中に、酪酸 (C_4) が 1.68% 程度存在していることが認められた。ホルスタイン乳脂肪の構成脂肪酸とエゾヒグマの乳脂肪構成脂肪酸と比較すると Fig. 2 および Table 2 から明らか

brown bear milk and holstein milk. (%)

C_{14}	C_{14}^1	C_{14}^2	C_{16}	C_{16}^1	C_{18}	C_{18}^1	C_{18}^2	C_{18}^3	Total
2.845	0.658	0.298	20.505	9.221	2.641	41.227	16.883	0.892	99.993
9.866	2.522	2.166	22.792	4.447	10.844	27.912	2.256	1.737	100.033
0.288	0.261	0.138	0.900	2.074	0.244	1.477	7.484	0.514	



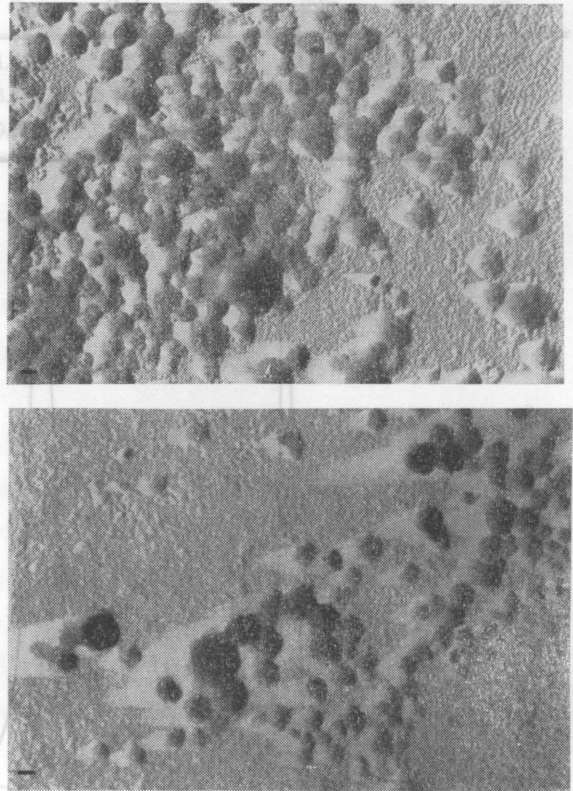
of bovine and bear milk fat.

かなように脂肪酸構成に反芻、非反芻動物の差異が明らかに認められ、これは脂肪の生成機構の違いに起因する相異と考えられる。

その特徴的差異をあげると次のごとくなる。

$C_{16}^=$ (9.221%), $C_{18}^=$ (41.227%) および $C_{18}^{2=}$ (16.883%) の各脂肪酸はホルスタイン乳脂肪より多く、中でも $C_{18}^{2=}$ は、牛の約7.5倍も含まれていた。一方、特に少ない脂肪酸としては C_8 , C_{10} , および $C_{10}^=$ があり、 $C_{16}^=$ 以上のC鎖を有する脂肪酸の中で、 C_{18} が少ないことが特徴と思われる。今回、著者らは、飼育下にあるエゾヒグマから採乳を行い試料としたが、乳牛においても給与飼料に含まれる脂肪により乳汁中の脂肪酸組成に変化が認められていることから判断し、飼育中の餌の影響も十分考慮される。しかし、仮りにそうであるとしても、エゾヒグマ乳脂肪の特徴は、 $C_{10}^=$ (decanoic acid) から $C_{18}^{2=}$ (linoleic acid) までの不飽和脂肪酸の含量が多いことをあげることが出来よう。一方、 C_4 (酪酸) の存在が認められたことに関しては、Bakerら³⁾ がエゾヒグマと近縁種である polar bear の乳脂肪から、食性が異なるにもかかわらず、酪酸の

存在を報告していることからみて、近縁種であるエゾヒグマの乳脂肪から分離される可能性は十分考えられる。従来、酪酸は反芻動物の乳脂肪特有の脂肪酸といわれており、非反芻動物の乳脂肪から酪酸の存在が認められたことについては興味を覚える。Kleiberら¹⁷⁾ は、 ^{14}C -酪酸を牛の血中に投与し、乳脂肪への移行について追跡したところ、乳中に移行していると報告している。又、各種動物の消化器系各部位の生成揮発性脂肪酸の濃度に関する研究^{4), 9), 10)} あるいは豚の消化系内揮発性脂肪酸の吸収に関する報告²⁷⁾ などを考慮し、更に消化器の構造から、エゾヒグマは、分類上肉食動物であり、イタチ科、アライグマ科と同様、盲腸は欠除していることが、中川らの報

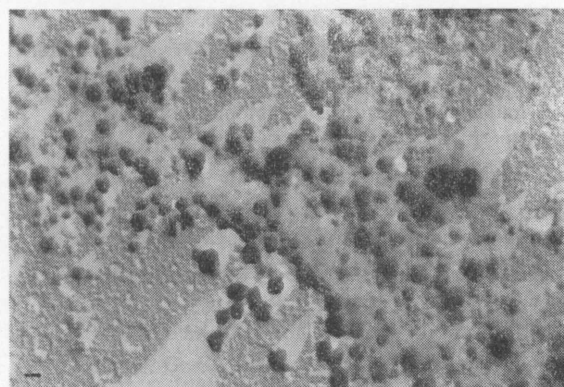
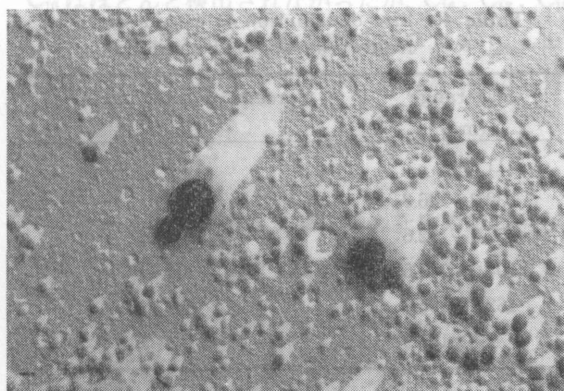


BOVINE CASEIN

Fig. 3. Electromicrographs of bear milk

Table 3. Composition of inorganic component in Yeso brown bear milks with reference data

	Ca (mg/100 g)	P (mg/100 g)	Mg (mg/100 g)	Na (mg/100 g)	K (mg/100 g)	Fe (μ g/100 g)
Yeso brown bear sample 1	407.5	283	45.43	60.91	145.8	627
sample 2	342.5	265	26.42	52.07	155.7	673
sample 3	346.0	264	23.92	43.60	155.7	677
sample 4	362.4	271	32.92	57.02	156.3	665
Mean value	364.6	271	32.17	53.40	153.4	660
Black bear ¹³⁾	410	290	—	—	—	—
Polar bear ³⁾	290	230	—	—	—	—
Cow ¹⁹⁾	125	96	12	58	138	100
Human ¹⁹⁾	33	15	4	15	55	150



BEAR CASEIN

and holstein milk. (bar length: 100 m μ)

告²¹⁾から明らかにされた。しかし、その食性は、衆知のごとく雑食性であり、野性の状態では、植物性の物を多く摂取している。そのことから消化器系の形態は肉食性動物であるが、実際には植物性の餌を主に摂取している¹²⁾という、いささか不可解な一面を備えている。エゾヒグマは冬眠中、通常は餌を摂らず、巣穴に入っており、しかも排糞もしない¹²⁾といわれていることと前述の他研究者の報告から鑑み、腸内細菌により生成した酪酸が、血中に移行し、乳脂肪に組みこまれたものと考えられる。

4. ミネラル組成

乳汁中のミネラルの役割は、幼動物の骨格形成、体液のpH維持、浸透圧、神経および筋肉の生理作用など、重要な意義を有している。哺

乳動物の分泌する乳汁は、その幼動物の生理的要求を満していることはいうまでもない。乳汁中のたん白質と同様、ミネラル成分中特に、Ca, P の含量は比例的関係があるといわれているが Table 3 に示したようにエゾヒグマの Ca 含量は平均 364.6 mg/100 g あり、牛乳の 2.9 倍、婦人乳の 11 倍に及ぶ。一方、P 含量は平均 271 mg/100 g 含まれ、牛乳の 2.8 倍、婦人乳の 18 倍に達しており、又発育に伴い造血に不可欠な Fe の含量も牛乳、婦人乳より多く含まれている。Table 3 から明らかなように、エゾヒグマの乳汁は、これらミネラル成分は他の哺乳動物乳と比較し、平均的に高い含量を示している。

5. ガゼインミセルの形態観察

哺乳動物の種類により乳汁組成に特異性が認められるが、カゼインセルの形態についても同じく、差異が認められている。たとえば、ラット、マウスでは平均直径が 200~300 μ ¹⁶⁾ といわれ、牛では 20~200 μ ²⁸⁾、50~250 μ ⁶⁾ あるいは 20~300 μ で、平均 93 μ ¹⁸⁾ と報告されている。一方、婦人乳は、牛乳より小さく、約 20 μ の粒子が大部分を占めているとの報告²⁸⁾もある。

Fig. 3 は、エゾヒグマと牛のカゼインミセルの電子顕微鏡写真を示した。又、Table 4 は、カゼインミセルの粒子直径を 8,649 粒測定し、粒度分布と構成比率および平均直径を示した。これらの結果からエゾヒグマのカゼインミセルは、大部分が 29.2~92.6 μ の範囲にあり、平均直径は、51.65 μ と牛のカゼインミ

Table 4. Size distribution of casein micelles from Yeso brown bear milk

Size range (μ)	Percent of total micelles (%)
<11.57	15.0
39.2~ 46.3	46.0
57.9~ 92.6	30.0
104.2~150.5	6.4
162.1~196.8	1.0
>196.9	0.3

Average micelle diameter. 51.65 μ

セルより小さく、婦人乳より大きいことが明らかとなった。電子顕微鏡でみる限り一般に反芻動物は非反芻動物よりカゼインミセルは大きい、エゾヒグマのカゼインミセルは丁度中間に位置しているものと考えられる。

要 約

4頭のエゾヒグマより採乳を行い、一般組成および主要成分の化学的性状について分析を行った。分析値は、ホルスタイン乳と各種哺乳動物乳の文献値を対比し、検討を行った。得られた結果は次の通りである。

1. 一般組成の平均値は、比重 1.0496, pH 5.90, 水分 70.26%, 全固形分 29.72%, SNF 14.42%, 脂肪 15.3%, たん白質 9.80% (カゼイン 6.316%, 乳清たん白質 3.317%), 乳糖

2.162%, 灰分 1.491% (Ca 364.6 mg%, P 271 mg%, Mg 32.17 mg%, Na 53.40 mg%, K 153.4 mg%, Fe 660 g%)。

これらエゾヒグマの化学成分とホルスタイン乳の該当成分を比較し、それぞれ比率を求めると、たん白質 3.10 倍、脂肪 4.30 倍、乳糖 0.46 倍、灰分 2.13 倍でありエゾヒグマの乳汁は、乳糖以外の成分の全ては高濃度であった。

2. ディスク電気泳動によるたん白質成分をみると、カゼイン区分の主要組成は、3成分が認められ、乳清たん白質区分もカゼイン区分と同じく、主要成分は3成分であることが認められた。これらたん白質区分の移動度は多少遅いことが、特徴である。その他数本の微量成分の存在が認められた。

3. エゾヒグマ乳脂肪の脂肪酸組成は、 C_4 (1.068%), C_6 (3.137%), C_8 (0.093%), C_{10} (0.067%), C_{12} (0.459%), C_{14} (2.845%), $C_{14}^=$ (0.658%), $C_{14}^2=$ (0.298%), C_{16} (20.505%), $C_{16}^=$ (9.221%), C_{18} (2.641%), $C_{18}^=$ (41.227%), $C_{18}^2=$ (16.883%), $C_{18}^3=$ (0.892%) である。エゾヒグマ乳脂から C_{10} はほとんど検出されなかったが、 $C_{16}^=$, $C_{18}^=$, $C_{18}^2=$ は非常に多く含まれていた。

4. エゾヒグマ乳の電子顕微鏡写真から、カゼインミセルのサイズ分布は、11 から 200 $m\mu$ であり、しかも、ミセルの 76% は 40~93 $m\mu$ で平均直径は、51.65 $m\mu$ であった。

謝 辞

終りにあたり、雪印乳業株式会社技術研究所ならびに酪農学園大学土壤肥科学研究室の御協力を頂いたことを報告し、紙面を借りて謝意を表します。

文 献

- 1) Alfman, D. C. and D. S. Dimmer, Eds., 1961. Blood and other body fluids. Washington, D. C., Fed. Am. Soc. Exper. Biol., 465-466.
- 2) 久釜雄三, 1975. 牛乳および各種乳汁の化学的組成. 乳学, 光琳書院, 1-12.
- 3) Baker, B. E., C. R. Harington and A. L. Symes, 1963. Polar bear milk. 1, Gross composition and fat constitution. Canadian J. Zoology, 41: 1035-1039.
- 4) Barcooft, J., R. A. McAnally and A. T. Phillipson, 1944. Absorption of volatile acids from the alimentary tract of the sheep and other animals. J. Exptl. Biol., 20: 120-129.
- 5) Barnard, J. A. and R. Chayen, 1965. Modern methods of chemical analysis. Mcgraw-hill, London, 7: 91-92, 101-115.
- 6) Carroll, R. J., M. P. Thompson and G. C. Nutting, 1968. Glutaraldehyde fixation of casein micelles for electron microscopy., J. Dairy Sci., 51: 1903-1908.
- 7) Calapaf, G. G., 1968. An electron microscope study of the ultrastructure of bovine and human casein micelles in fresh and acidified milk. J. Dairy Res., 35: 1-16.
- 8) DeMan, J. M., 1964. Determination of the fatty acid composition of milk fat by dual column temperature programmed gas-liquid chromatography. J. Dairy Sci., 47: 546-

547.

- 9) Elsdén, S. R., M. W. S. Hitchcock, R. A. Marshall and A. T. Phillipson, 1946. Volatile acid in the digesta of ruminants and other animals. *J. Exptl. Biol.*, **22**: 191-202.
- 10) Friend, D. W. H. W. Cunningham and J. W. G. Nicholson, 1963. The production of organic acid in the pig. 2, The effect of diet on the levels of volatile fatty acids and lactic acid in sections of the alimentary tract. *Canadian J. Anim. Sci.*, **43**: 156-168.
- 11) 長谷川敏彦, 保田和雄, 1971. 原子吸光分析. 講談社サイエンティフィック, 362-363.
- 12) 北海道開拓記念館, 1976. ヒグマ (第15回特別展, ヒグマ, 1976, 7月20日~8月31日), 18.
- 13) Hock, R. J. and A. M. Larson, 1966. Composition of black bear milk. *J. Mammal.*, **47**: 539-540.
- 14) 星冬四郎, 内藤元男, 1968. 泌乳. 東大出版会, 218-219.
- 15) Jenness, R., A. W. Erickson and J. J. Craighead, 1972. Some comparative aspects of milk from four species of bears. *J. Mammal.*, **53**: 34-47.
- 16) 上野川修一, 1978. カゼインミセル (その構造と構成成分間の相互作用). *化学と生物*, **6**: 556-564.
- 17) Kleiber, M., A. L. Black, M. A. Brown, J. Luick, C. F. Baxter and B. M. Tolbert, 1954. Butyrate as a precursor of milk constituents in the intact dairy cow. *J. Bio. Chem.*, **210**: 239-247.
- 18) Knoop, E. and A. Wortman, 1960. Studies on the size distribution of casein particles in cows milk, goats milk and human milk. *Milchwissenschaft* **15**, 273-276.
- 19) Macy, L. G., H. J. Kelley and R. E. Sloan, 1953. The composition of milks. *Nasnrc Publishing*, **254**: 63-70.
- 20) 永田新吾, 松本秋雄, 1970. ヒグマの人工哺育について. *動水誌*, **XII**: 41-43.
- 21) 中川志郎, 増井光子, 祖谷勝紀, 斎藤 勝, 1964. 動物の消化器の比較解剖学的観察. 第1報, 長さの比較, *動物園水族館雑誌*, **6**: 20-30.
- 22) Official methods of analysis of the association of official analytical chemists (AOAC), 1975. 273-281.
- 23) Parrin, D. R., 1958. The calorific value of milk of different species. *J. Dairy Res.*, **25**: 215-220.
- 24) Rowland, J. S., 1938. The determination of the nitrogen distribution in milk. *J. Dairy Res.*, **9**: 42-46.
- 25) Somogyi, M., 1945. Determination of blood sugar. *J. Biol. Chem.*, **160**: 69-73.
- 26) 住吉 尚, 1973. のぼりべつクマ牧場におけるヒグマの繁殖記録. *動水誌*, **15**: 65-67.
- 27) 渡辺泰邦, 村井秀夫, 1968. 豚の消化管内揮発性脂肪酸, 乳酸, グルコースと揮発性脂肪酸の動静脈差. *信州大学農学部紀要*, **5**: 29-35.
- 28) 遊佐孝五, 1962. 牛乳ならびにアイスクリーム中カゼイン粒子の形態とその変性に関する研究. *酪農学園大学紀要*, **1**: 172-224.
- 29) 遊佐孝五, 土屋毅造, 加藤征輝, 安藤功一, 1965. 濾紙による乳固形分の簡易測定法. *畜産の研究*, **19**: 327-329.

Summary

Milk samples taken from Yeso brown bears (Hokkaido Japan) were analyzed for the general composition and chemical properties of the major components, and compared with the published data of milks of various mammals as wells as Holstein friesian cattle.

The results obtained are as follows :

1. Average values of the general composition of bear milk samples were : Sp. gr. ; 1.0478, pH ; 5.90, moisture ; 70.26%, total solid ; 29.72%, SNF ; 14.42%, fat ; 15.30%, protein ; 9.80% (casein, 6.316%, whey protein, 3.317%), lactose ; 2.162%, ash ; 1.491% (Ca ; 364.60 mg%, P ; 271.00 mg%, Mg ; 32.17 mg%, Na ; 53.14 mg%, K ; 153.4 mg%, and Fe ; 660.0 μ g%).

Ratios of the chemical components of bear milk to those of holstein cow milk were : protein (3.10), fat (4.30), lactose (0.46), and ash (2.13).

Bear milk was richer than Holstein cow milk for each chemical components except lactose.

2. The proportions of casein and whey protein in Yeso brown bears milk showed a distinct difference in polyacrylamide disc electrophoretic patterns. The three major bands in both casein and whey proteins of bear milk were similar to those of bovine milk. These protein fractions showed a slight mobility.

Other minor components were found in both protein separations.

3. Bear milk fatty acids contained C_4 (1.068%), C_6 (3.137%), C_8 (0.093%), C_{10} (0.067%), C_{12} (0.458%), C_{14} (2.845%), C_{14}^1 (0.658%), C_{14}^2 (0.298%), C_{16} (20.505%), C_{16}^1 (9.221%), C_{18} (2.641%), C_{18}^1 (41.227%), C_{18}^2 (16.883%), and C_{18}^3 (0.892%), and holstein cow milk fatty acids contained C_4 (3.356%), C_6 (3.447%), C_8 (1.264%), C_{10} (0.443%), C_{12} (3.655%), C_{14} (9.844%), C_{14}^1 (2.522%), C_{14}^2 (2.166%), C_{16} (22.792%), C_{16}^1 (4.447%), C_{18} (10.844%), C_{18}^1 (27.912%), C_{18}^2 (2.256%), and C_{18}^3 (1.737%), as its major constituents. C_{10} in bear milk fat was scarcely detected, while C_{16}^1 , C_{18}^1 and C_{18}^2 were observed in considerable amounts.

4. The electron micrographs showed a size distribution of Yeso brown bear milk casein micelles ranging from 11 to 200 $m\mu$.

In this investigation, 76% of the micelles was 40–93 $m\mu$ in diameter on an average. The most incident diameter of casein micells was found in 51.65 $m\mu$.