馬の骨格の化學的組成に就て (第1報)

佐々木 林治郎・鈴木 芳 男 (東京大學農學部)

Oh the Chemical Composition of Horse Bones.

RINJIRO SASAKI, YOSHIO SUZUKI (Faculty of Agriculture, Tokyo University)

馬の骨格の化學的組成の一般的研究は報告されたものがないやうである。骨軟症の肋骨については水分、石灰、磷酸を定量⁽¹⁾したものがあつた、又骨軟症の場合に骨のオセインについてアミノ酸を定量したものがあつた。⁽²⁾ 豚の骨については各骨部位の比較研究の報告がある。⁽³⁾

依て著者は馬の骨について先づ骨の化學的組成を明らかにすることが骨を利用するためにも、或は生理又は病理を研究するにも基礎として必要であると考へ、同一馬體の骨 10 數種を選びその組成並に脂肪の性質を比較した。この實驗により扁平骨と長短間に多少の差違を認め又蛋白質に於て各骨部位により窒素の含量が違ふのではないかと推定されるのでその成績を報告する。

實 驗

(1) 供 試 料

(a) 骨組成の比較に用ひたもの 福正號 25 歳、榮養稍不良、屠殺後直ちに筋肉、結締組織及骨膜等の附着物を除去して秤量し、これを風乾して、秤量後粉砕した。骨は第1圖の如く 11 種左側を用ひた。

1. 頭骨(齒を除く)	7. 腕前骨
2. 下顎骨(//)	8. 腕骨
3. 肩胛骨(軟骨を除く)	9. 股骨
4. 肋骨	10. 脛腓骨
5. 上膊骨	11. 跗前骨
6. 橈尺骨	

(b) 脂肪の性質比較に用ひたもの 屠場にて屠殺された7歳の榮養良好な壯馬。前記同様器械的に附着物を除去し、長い骨は適當に分割した。これを煮取法(80°C)により脂肪を分離し、芒硝を加へて脱水濾過したものを供試料とした。供試骨の位置は第2圖の通りで左側を用ひた。

1. 頸椎、胸椎	3. 肋骨	6. 橈尺骨
腰椎、薦骨	4. 肩胛骨	7. 腕骨
2. 肋軟骨、胸骨	5. 上膊骨	8. 脛腓骨

(2) 分 析 法

(a) 骨 組 成

(i) 水分 粉碎試料について 100°~105°C の乾燥法

第1圖(上) 第2圖(下)

により水分を定量し、別に風乾の際に失はれた水分を合算した。

(ii) 蛋白質 ケルダール法により窒素を定量し、係數 6.25 を用ひた。

(iii) 脂肪 ソックスレット法による。

(iv) 灰分 灰化法による。

CaO : 舊酸カルシウム—過マンガン酸加里法により定量した。

P₂O₅ : Ammonium Phosphomolybdate とし、沈澱せしめ、これにアルカリを加へて溶解し、過剰のアルカリを鹽酸標準溶液にて滴定した。⁽⁴⁾

(b) 脂肪の性質

(i) 屈折率 Abbe's Refractometer を用ひ 20°C にて測定した。

(ii) 酸 價 苛性加里 N/10 酒精溶液にて滴定した。

(iii) 鹼化價 苛性加里 N/2 酒精溶液にて鹼化し、N/2

(iv) 沃素價 Wijs 氏試薬を加へ、次に沃度加里 10 % 溶液を加へたものについて、チオ硫酸曹達 N/10 溶液にて滴定した。

(3) 實驗結果

馬骨の化學的組成は分析の結果第1表の通りである。

第1表 馬骨の化學的組成

骨 名	水分	固 形 物					灰分中の無機成分	
		窒素化合物%		脂 肪	灰 分	其 他	CaO	P ₂ O ₅
		窒 素	蛋 白 質 N×6.25					
1. 頭 骨	38.41	6.42	40.12	4.07	48.24	7.56	56.84	41.80
2. 下顎骨	41.55	5.01	31.34	2.22	46.04	20.39	46.69	40.66
3. 肩胛骨	35.15	6.24	38.98	4.11	53.31	3.60	56.70	39.50
4. 肋 骨	50.96	6.27	38.18	5.22	52.19	4.41	60.20	38.40
5. 上膊骨	45.40	5.16	32.26	8.68	51.80	7.26	48.29	41.12
6. 橈尺骨	40.63	5.17	32.34	7.32	46.55	13.79	48.56	37.62
7. 腕前骨	25.89	5.27	32.96	3.71	46.70	16.67	49.35	35.70
8. 腕 骨	41.55	6.21	38.80	5.78	51.60	3.82	59.85	37.34
9. 股 骨	50.93	5.87	36.76	8.34	52.60	2.30	58.85	37.22
10. 脛腓骨	45.29	5.71	35.69	4.99	46.03	13.29	56.00	36.06
11. 跗前骨	29.63	5.31	33.20	3.60	47.36	15.84	58.87	34.43

但し其他の項は 100 から水分、蛋白質、脂肪、及灰分を減じた残量を示す。

脂肪の性質は分析の結果第2表の通りである。

第2表 馬骨の脂肪の性質

骨 名	屈折率 20°C	酸 價	鹼化價	沃素價
1. 頸椎、胸椎、 腰椎、薦骨	1.4704	2.16	211.99	83.7
2. 肋軟骨、胸骨	1.4721	9.66	232.22	83.7
3. 肋 骨	1.4719	10.92	226.00	79.5
4. 肩 胛 骨	1.4708	25.73	229.92	87.9
5. 上 膊 骨	1.4663	19.39	204.02	102.4
6. 橈 尺 骨	1.4672	8.96	200.09	90.3
7. 腕 骨	1.4709	30.37	229.14	71.0
8. 脛 腓 骨	1.4663	37.99	199.04	92.2

考 察

(1) 化學的組成 各種の骨の中で水分の最も多いのは肋骨及股骨で 51% に達し、てゐる。最も少いのが腕前骨の 25% 及跗前骨の 29% である。骨の部位で比較すれば前肢を形成する骨は後肢骨のそれよりも水分含量が少なく、文獻による豚の骨と同様である。(3) 又肢の上部の骨は下部の骨よりも水分の多くなつてゐる點は豚の骨と關係が逆になつてゐる。

骨の蛋白質の窒素含量を 16% に假定すると固形物中の各成分の含量について蛋白質、脂肪又は灰分に屬しない其他の成分が甚だ多く含まれることになる。また其他

の成分が骨の種類によつて著しき差異のあることを示す。然しこの問題は骨の蛋白質の窒素含量を 16% と假定するところに誤を生ずると考へるので固形物から脂肪及灰分を減じたものを蛋白質と見做し別に窒素の實測値から其の蛋白質の窒素含量(%)を次表の如く算出した。

骨 名	100 - (脂肪 + 灰分)	骨の窒素含量 (%)實測値	蛋白質の窒素含量 (%)推定値
1. 頭 骨	47.69	6.42	13.5
2. 下顎骨	51.74	5.01	9.7
3. 肩 胛 骨	42.58	6.24	14.7
4. 肋 骨	42.59	6.27	14.7
5. 上 膊 骨	39.52	5.16	13.1
6. 橈 尺 骨	46.13	5.17	11.2
7. 腕 前 骨	49.63	5.27	10.6
8. 腕 骨	42.62	6.21	14.6
9. 股 骨	39.06	5.87	15.0
10. 脛 腓 骨	48.98	5.71	11.7
11. 跗 前 骨	49.04	8.31	10.8

上記の如く算出した蛋白質の推定窒素含量(%)についてみると股骨、肩胛骨、肋骨、腕骨及頭骨の蛋白質には 15%~13% の窒素を含み、之に反し脛腓骨、橈尺骨、跗前骨、腕前骨及下顎骨の蛋白質は 11.7%~9.7% に過ぎない。即ち骨の蛋白質の種類が部位によつて異つてゐる。

ることが推定される。但しこの計算には分析上骨の脂肪と灰分以外の成分を蛋白質と仮定したのである。よつて之を確かめるには骨から蛋白質を分離してその窒素の分布を定量する必要がある。

脂肪については供試料が老齡馬であるから壯齡馬よりも一般に少いかもしれない。併し分析の結果は骨髓のはつきりしてゐる上膊骨及股骨に多く固形物中 8% 以上を示し内臓を保護する肋骨及腕骨が 5% 以上であり、最も少ないものが下顎骨次で跗前骨及腕前骨となつてゐる。

灰分については肩胛骨が最も多く固形物中 53% で豚の骨⁽³⁾の 52.65% に似てゐる。

(2) 脂肪の性質 屈折率は肋骨が大で上膊骨が小であつて扁平骨が大となつてゐる。

酸價が分析上高くなつてゐるのは脂肪の抽出まで室温に長時間おいたために分解したためであると思ふ。但し頸椎、胸椎、腰椎薦骨と橈尺骨は抽出まで冷蔵庫に入れておいたので酸價が低い。

齡化價から見れば上膊骨、橈尺骨及脛腓骨は低級脂肪酸の含量が少い。文獻⁽⁵⁾によれば、牛脚油及獸骨油の齡化價は 199 以下である。又馬の脛骨及股骨の骨髓から分離した油の齡化價は 199.0 で沃素價は 62.9⁽⁶⁾ になつてゐるが、この實驗では骨の全部から抽出した油について分析したのである。その結果は齡化價は 199 で大體同じであるが、沃素價は骨髓油よりも高く 92.2 になつてゐる。骨髓以外の部分の脂肪に不飽和脂肪酸が多く含まれるものと思はれる。又沃素價からみると上膊骨、橈尺骨及脛腓骨には、脊柱骨、肋骨、胸骨、腕骨よりも不飽和脂肪酸が多くふくまれる。

結 論

(1) 水分含量は前後肢形成骨に於て上部より下部に至るに従つて次第に少くなつてゐる。

(2) 蛋白質は推定によれば各骨部位によつて窒素の含量が異つて居り、肩胛骨、肋骨及腕骨のような扁平骨に多くふくまれ且つ大體同じ組成になつてゐることが想像される。これに反し四肢骨に於て股骨及上膊骨以外の蛋白質の窒素含量が比較的少いのは炭水化物を多く結合し、運動生理に關係があるのか、或は本供試料が老齡にして且つ栄養不良のため病的的關係から窒素%が低くなつてゐるのではないかと想像される。以上の問題は骨から蛋白質を分離しその窒素の分布を定量すれば確實な結論が得られる。

(3) 脂肪の性質について扁平骨と長短骨との間には次の様な差違があらはれてゐる。

骨	扁平骨	長短骨
性質		
屈折率 20°C	1.4704~1.4721	1.4663~1.4667
齡化價	211~232	199~204
沃素價	71~83	90~102

(4) 四肢骨の脂肪は分解し易い形で運動に際しエネルギーの補給をしてゐることが想像される。

以上の結果より骨組成並に脂肪の性質は四肢骨の長短骨と臓器を保護してゐる扁平骨との間に差違のあることが知られる。これは長短骨の骨髓の赤色部及黄色部の組成並に性質に關係のあることが想像される。又蛋白質については骨から蛋白質を分離し窒素の分布を定量して結論を得なければならぬ。この研究に供した試料は實驗の都合で骨格の全部に互つてないから馬體形成上の詳細は未だ不明の點があるが概要の推定には十分と思ふ。

要 約

同一馬體の骨 10 數種についてその化學的組成及脂肪の性質を比較した結果、扁平骨と長短骨との間に多少の差違を認め又骨の部位により蛋白質の窒素含量に差違あることを推定した。

附記 本研究は文部省科學研究費により遂行したもので大要を昭和 23 年 4 月 18 日の日本畜産學會講演會に於て報告した。

文 獻

- (1) 新美信大；馬骨軟症の實驗的研究 陸軍獸醫報 217 號，昭和 2 年 p. 668.
- (2) 堀 慧；Ossein の Cystin 及び Tryptophan の含量 科學 昭和 9 年 p. 255.
- (3) 齋藤道雄；獸骨に關する研究 豚に於ける各骨部位の比較，大陸科學院研究報告，第 1 卷 3 號，昭和 12 年 p. 63.
- (4) 石橋雅雄；容量分析指針 p. 107.
- (5) 上野誠一；油脂實驗法 p. 269.
- (6) 石川清一；馬油から潤滑油の合成，綜合獸醫學雜誌 第 3 卷 3 號 昭和 21 年 p. 1.

Résumé

The chemical composition of 11 kinds of bones and the chemical property of fat contained in 8 kinds of bones of same horse were determined. The results are as follows :

- (1) Water contains gradually less lowuads in the bones forming both legs.
- (2) Nitrogen contents of proteins are presumed to be different in many parts of bones from analytical values.
- (3) Properties of fat are at clear variance with *os planum* between *os longum-breve*, and fat of legs are supposed to be easily decomposable, supplying kinetic energy.