

アメリカグマ (*Ursus americanus*), マレーグマ (*Helarctos malayanus*), ホッキョクグマ (*Ursus maritimus*) における 手内筋の筋重量について

Muscle Masses of the Hand in the American Black Bear (*Ursus americanus*),
the Sun Bear (*Helarctos malayanus*), and the Polar Bear (*Ursus maritimus*)

大石 元治¹, 江木 直子², 宇根 有美³, 藤田 道郎⁴,
添田 聡⁵, 尼崎 肇⁵, 市原 伸恒¹

¹麻布大学獣医学部解剖学第一研究室, 神奈川県相模原市中央区淵野辺 1-17-71

²京都大学霊長類研究所系統発生分野, 愛知県犬山市 41-2

³麻布大学獣医学部病理学研究室, 神奈川県相模原市中央区淵野辺 1-17-71

⁴日本獣医生命科学大学獣医学部放射線学研究室, 東京都武蔵野市境南町 1-7-1

⁵日本獣医生命科学大学獣医学部獣医解剖学研究室, 東京都武蔵野市境南町 1-7-1

Motoharu OISHI¹, Naoko EGI², Yumi UNE³, Michio FUJITA⁴, Satoshi SOETA⁵,
Hajime AMASAKI⁵ and Nobutsune ICHIHARA¹

¹Laboratory of Anatomy 1, School of Veterinary Medicine, Azabu University,
1-17-71 Fuchinobe, Chuo, Sagamihara, Kanagawa 252-5201, Japan

²Systematics and Phylogeny Section, Primate Research Institute, Kyoto University,
Inuyama, Aichi 484-8506, Japan

³Laboratory of Veterinary Pathology, School of Veterinary Medicine, Azabu University,
1-17-71 Fuchinobe, Chuo, Sagamihara, Kanagawa 252-5201, Japan

⁴Department of Veterinary Radiology, School of Veterinary Medicine, Nippon Veterinary and Life Science University,
1-7-1 Kyouanchou, Musashino, Tokyo 180-8602, Japan

⁵Department of Veterinary Anatomy, School of Veterinary Medicine, Nippon Veterinary and Life Science University,
1-7-1 Kyouanchou, Musashino, Tokyo 180-8602, Japan

Abstract: The hands of the American black bear (*Ursus americanus*), the sun bear (*Helarctos malayanus*), the polar bear (*Ursus maritimus*), and the lion (*Panthera leo*) were dissected and the mass of the intrinsic hand muscles were systematically recorded to explore possible interspecies variation. Muscle mass was divided by the third metacarpal bone size for normalization. The results indicated that the normalized muscle masses of the thenar muscles were larger in the three bears than the lion, and the abductor pollicis muscle was larger in the sun bear than other bears. For the abductor digiti minimi muscle, the normalized muscle mass was larger in the three bears than the lion, but smaller in the polar bear among three bears. One limitation of this study is that here we provided only one specimen for each species, and thus the present results need to be confirmed by examining a larger number of cases in future studies. However, these differences in the intrinsic hand muscles of the four species may reflect adaptation for their different habits.

Key words: American black bear, Intrinsic hand muscles, Polar bear, Sun bear

哺乳類の木登り運動では一般的に、体サイズが大きくなると枝などの支持基体の上でバランスを取ることが難しくなり、木登りをするには不向きになると考えられている¹⁾。しかし、食肉類の中には100 kgを超えるにもかかわらず木登りをする、またはそれを得意とする種が存在し、クマ科は木登りをする大型哺乳類の一つである^{2,3)}。また、クマ科は雑食性であり、果実、木の実、若葉などの植物だけではなく、小型哺乳類や魚などを食べる^{2,3)}。彼らの狩猟戦略はネコ科と同様に獲物の近くに忍び寄って接近するか、近づいて来るのを待ち、一気に襲い掛かる「強襲型」であり、前肢で獲物を捕らえる²⁾。すなわち、クマ科の前肢は四足歩行などの移動装置としてだけではなく、木登りの際に枝などの支持基体を掴んだり、獲物を捕らえたりするための把握装置として機能する^{2,4)}。

クマ科の生息域は熱帯のジャングルから北極圏の海洋上までと広範囲であり、さまざまな環境に適応した種が存在する。そのなかでも、マレーグマ (*Helarctos malayanus*) は東南アジアの熱帯から亜熱帯地域の森林に生息しており樹上性が強く、クマ科の中で最も優れた木登り能力をもつと考えられている^{2,3)}。一方、アメリカグマ (*Ursus americanus*) は北アメリカの亜寒帯から温帯の森林地帯に生息しており、生息地域が重なっているヒグマに比べると樹上傾向は強いが^{2,3)}、マレーグマのように木の上に寝床や休息場を作ることにはまれである³⁾。また、ホッキョクグマ (*Ursus maritimus*) は主に北極圏の氷海に生息し、長距離の遊泳を行う^{2,5)}。すなわち、運動能力に違いがあるこれらのクマ科の形態を比較することは、食肉類のなかでも大型動物の手の機能や進化を理解することにつながると期待できる。

そこで、本研究は前肢の末端にある手部の筋(手内筋)に着目して、クマ科のなかで樹上性の強いマレーグマ、樹上性が中程度のアメリカグマ、木登りは行わず遊泳に適応したホッキョクグマ、さらにクマ科共通の特徴を明らかにするために同じ食肉類のなかで木登りを行い、かつ体サイズが同じくらいである大型ネコ科動物のライオン (*Panthera leo*) と比較することで、クマ科の手内筋における移動様式への適応パターンを定量的に議論することを目的とした。

本研究では、京都大学霊長類研究所、国立科学博物館、麻布大学獣医病理学研究室に所蔵されていた

表1 標本データ

	アメリカ グマ	マレー グマ	ホッキョク グマ	ライオン
左側 / 右側	左手	右手	右手	左手
手内筋の 総筋重量 (g) * ¹	53.7	31.7	85.9	114.9
体サイズの指標 * ²	5.8	3.0	12.6	19.4

*¹: 虫様筋は含めない*²: 第三中手骨の大きさ (cm³) [(第三中手骨の長さ cm) × (幅 cm) × (厚さ cm)]

表2 3種のクマ科とライオンにおける手内筋の標準化筋重量

	アメリカ グマ	マレー グマ	ホッキョク グマ	ライオン
第一指外転筋	0.6	1.5	0.4	0.1
第一指内転筋 * ¹	1.2	0.8	1.0	0.1
骨間筋 (II_r) * ²	0.8	0.9	0.7	0.7
骨間筋 (II_u) * ²	0.6	0.8	0.5	0.5
骨間筋 (III_r) * ²	0.5	0.5	0.4	0.7
骨間筋 (III_u) * ²	0.5	0.6	0.5	0.6
骨間筋 (IV_r) * ²	0.3	0.4	0.3	0.6
骨間筋 (IV_u) * ²	0.9	0.8	0.5	0.6
第五指内転筋 * ³	0.7	1.2	0.7	0.8
第五指外転筋	3.1	3.3	1.9	1.2

*¹: 第一指の内側に停止する第一指屈筋を含む。*²: 骨間筋は第II指から第IV指の橈側 (r) と尺側 (u) に停止している成分に分類した。*³: 第五指の内側に停止する骨間筋を含む。

アメリカグマ、マレーグマ、ホッキョクグマ、ライオンの各1個体の手部を使用した(表1)。使用した標本はすべて成体であり、性別は区別しなかった。

標本は病理解剖の後、冷凍保管された。解凍後、手部骨格のプロポーションを観察するためにCT撮影を行った。撮影は、京都大学霊長類研究所、もしくは日本獣医生命科学大学で行われた。手内筋は骨から分離した後、筋腹(近位端にある筋線維から遠位端にある筋線維まで)と外在腱の接合部で切断した。筋腹の重さ(以下、筋重量とする)は電子天秤を用いて測定した。体重の異なる動物間で計測値を比較する場合、体サイズの標準化が必要である。本研究では体サイズの指標として第三中手骨の大きさ [(第三中手骨の長さ cm) × (幅 cm) × (厚さ cm)] を用い、各筋重量を割ることにより、標準化筋重量を算出した。

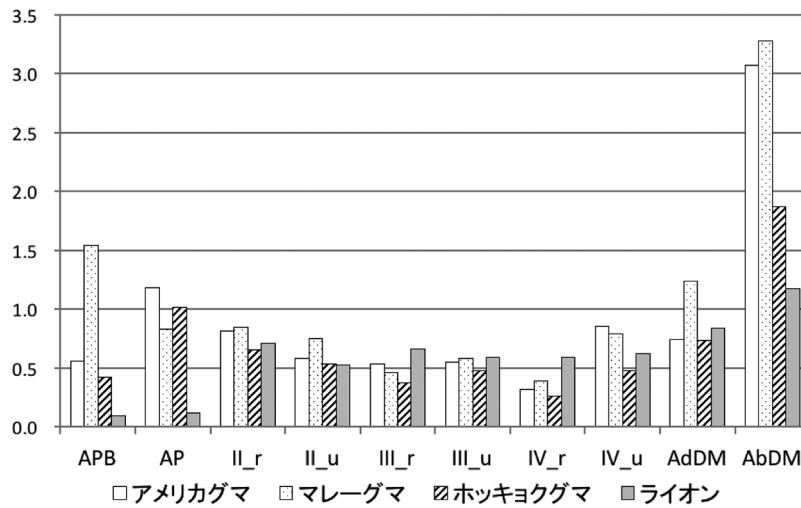


図1 3種のクマ科とライオンにおける手内筋の標準化筋重量の比較

APB: 第一指外転筋, AP: 第一指内転筋 (第一指の内側に停止する第一指屈筋を含む), II_r: 骨間筋 (第二指橈側の成分), II_u: 骨間筋 (第二指尺側の成分), III_r: 骨間筋 (第三指橈側の成分), III_u: 骨間筋 (第三指尺側の成分), IV_r: 骨間筋 (第四指橈側の成分), IV_u: 骨間筋 (第四指尺側の成分), AdDM: 第五指内転筋 (第五指の内側に付着する骨間筋を含む), AbDM: 第五指外転筋

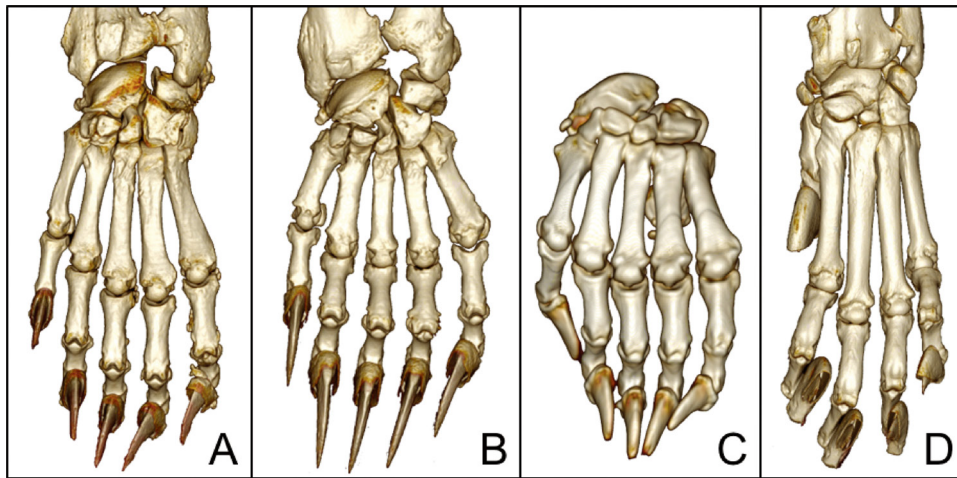


図2 CTデータから再構成された3種のクマ科とライオンの左側手部の骨格 (背側観)

A: アメリカグマ, B: マレーグマ, C: ホッキョクグマ, D: ライオン

マレーグマ, ホッキョクグマの標本は右手であったので, 画像を水平反転させた。

本研究では第一指外転筋, 第一指内転筋 (第一指内側に停止する第一指屈筋を含む), 各骨間筋 (第II指から第IV指の橈側 (r) と尺側 (u) に停止している成分に分類), 第五指内転筋 (第五指の内側に停止する骨間筋を含む), 第五指外転筋を比較した。虫様筋は対象外とした。

3種のクマ科はライオンに比べ, 第一指に停止する

筋群 (第一指外転筋, 第一指内転筋) の標準化筋重量が大きな値を示した (図1)。ライオンの第一指は他の外側4指と比較して短く, 第一指の先端は第二指の中手骨頭付近に位置する (図2)。一方, 3種のクマ科の第一指はライオンと比較して相対的に長く, 第二指の基節骨, もしくは中節骨の骨頭まで伸びる (図2)。これらの差は第一指の体重支持への参加の有無と対

応しており、本研究において認められた関連する筋群の特徴もまた両動物群の第一指の役割の違いを反映していると考えられる。さらに、3種のクマ科の間では、第一指に停止する筋の標準化筋重量において、マレーグマでは第一指内転筋よりも第一指外転筋の方が大きな値を示したが、逆にアメリカグマとホッキョクグマでは第一指外転筋よりも第一指内転筋の方が大きい値を示した(図1)。マレーグマはクマ科のなかで最も樹上環境に適応している種であり^{2,3)}、高度に木登りに特殊化するなかで他のクマ科とは異なる第一指の使い方をしている可能性があり、第一指の運動に関係する筋の標準化筋重量の違いに反映されているのかもしれない。

3種のクマ科とライオンの第五指は第一指ほど顕著な発達の違いはみられないが(図2)、3種のクマ科はライオンに比べて第五指外転筋の標準化筋重量が大きかった(図1)。第五指は地上や樹上において体重を支えるなど共通する役割があるものの、クマ科とネコ科において筋に課せられる要求が異なるのかもしれない。また、他のクマ科と比較して、ホッキョクグマの第五指外転筋の標準化筋重量は相対的に小さい値を示した(図1)。ホッキョクグマは、木登りをせず、泳ぐことに特殊化するなかで、棘下窩が小さい肩甲骨や^{6,7)}、発達した頸部の筋をもっている⁸⁾。本研究で認められた第五指外転筋の特徴もまたホッキョクグマが北極圏での半水生生活に適応するなかで起こった変化なのかもしれない。

同じ食肉類であり、一般的に木登りに適応しているクマ科とネコ科であっても、手内筋においては異なる形態パターンの存在が示唆された。さらに、クマ科の中でも移動様式の違いに応じて異なる形態パターンを示すことが推測された。しかし、本研究で使用した標本がそれぞれ1個体ずつであったため、今後はサンプル数を増やして今回得られた結果を立証するとともに、クマ科の手の使い方と作用する筋と

の関係性を明らかにすることで、手内筋に認められた種差の機能的な意義についても検討を進める必要がある。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、標本を提供していただいた国立科学博物館の川田伸一郎氏、京都大学霊長類研究所資料委員会、札幌市円山動物園、上野動物園のスタッフ、またCT撮影にご協力をいただいた日本獣医生命科学大学獣医放射線学研究室のスタッフに深く感謝致します。

文献

- 1) Cartmill, M., Climbing. "In Functional Vertebrate Morphology", eds. Hildebrand, M., Bramble, D. M., Liem, K. F., Wake, D. G., Belknap Press, Cambridge, pp. 73-88 (1985).
- 2) Ewer, R. F., The Carnivores. Cornell University Press, New York (1973).
- 3) Nowak, R.W., Walker's Carnivores of the World. Johns Hopkins University Press, Baltimore (2005).
- 4) Taylor, M. E., Locomotor adaptations by Carnivores. "In Carnivore behavior ecology, and evolution" ed. Gittleman, J. L., Cornell University Press, New York, pp. 382-409 (1989).
- 5) Flyger, V. and Townsend, M. R., The migration of polar bears. *Sci. Am.*, 218, 108-116 (1968).
- 6) Davis, D. D., The shoulder architecture of bears and other carnivores. *Fieldiana Zool.*, 31, 285-305(1949).
- 7) Oxnard, C. E., The architecture of the shoulder in some mammals. *J. Morph.*, 126, 249-290 (1968).
- 8) Endo, H., Kakegawa, Y., Taru, H., Sasaki, M., Hayashi, Y., Yamamoto, M., and Arishima, K., Musculoskeletal system of the neck of the polar bear (*Ursus maritimus*) and the Malayan bear (*Helarctos malayanus*). *Ann. Anat.* 183, 81-86 (2001).