

マッコウクジラ *Physeter macrocephalus* 新生児の前肢骨格

宮川尚子

千葉県立中央博物館
〒260-8682 千葉市中央区青葉町955-2
E-mail: n_miyakawa@chiba-muse.or.jp

(2022年10月31日投稿)

要旨 鯨類の前肢骨格に関する報告は乏しい。本稿ではマッコウクジラ *Physeter macrocephalus* の新生児の前肢骨格について報告した。本個体は、第一指の第一指骨と第二中手骨が癒合していると考えられ、指骨式は本種で一般的な $I_1II_3III_3IV_4V_3$ であると判断した。また、過去の報告との比較により種内変異についても検討した結果、(1) 新生児の前肢骨格は軟骨部が多いこと、(2) 成長に伴って手根骨等が骨化していく可能性、(3) 骨化の進行には雌雄差や個体差、同一個体内でも左右差がある可能性が示唆された。指骨数の個体差や中手骨の形態変異については過去に報告があるが、例数が少ないため引き続き知見の蓄積が求められる。

キーワード：マッコウクジラ, 新生児, 胸びれ, 前肢骨格, 軟骨, 骨化

鯨類は二次的に水棲適応した哺乳類であり、進化の過程で前肢はひれ状に変化し、胸びれとなった。鯨類のひれ状になった前肢は一般的な陸棲哺乳類と同様に肩甲骨・上腕骨・橈骨・尺骨・手根骨・中手骨・指骨で構成されているが、指骨数が多いのが特徴である。この現象は多指骨化や指骨過剰などと呼ばれ、二次的に水棲適応した動物によく見られる特徴であり、魚竜などの海棲爬虫類でも確認されている (e.g., Fedak & Hall, 2004; Cooper *et al.*, 2007; 樽, 2014; 植草ほか, 2019)。哺乳類の指骨式は通常 $I_2II_3III_3IV_3V_3$ であるが (Fedak & Hall, 2004)、ハクジラ類では第二指および第三指の指骨数が、ヒゲクジラ類では第三指および第四指の指骨数がこの数よりも多くなる傾向にある (e.g., Cooper *et al.*, 2007; 植草ほか, 2019)。

鯨類の前肢骨格は、骨化パターンや手根骨の要素、指骨数や指数などが種によって異なることが知られている (e.g., Cooper *et al.*, 2007; Mellor *et al.*, 2009)。また、種内変異も確認されており、骨化パターンや形態、指骨数などが個体によって異なる事例が報告されている (e.g., Cooper *et al.*, 2007; Watson *et al.*, 2008; 樽, 2014; 木村, 2017)。さらに、同一個体の左右で指骨数が異なる事例も報告されており (木村, 2017)、鯨類の前肢骨格には種間や種内で変異が

あることがわかっている。しかし、これらの骨格に関する種内変異等の情報の蓄積は少なく、基礎的な知見は十分とはいえない (木村, 2017)。

マッコウクジラ *Physeter macrocephalus* の前肢骨格については、縦長で横幅が狭い特徴的な肩甲骨や寸詰りな上腕骨・橈骨・尺骨、6つの手根骨要素と5本の指を持ち、指骨数には個体差があることなどがわかっている (西脇, 1965; 加藤, 1995; Cooper *et al.*, 2007)。しかし、本種は大型の鯨類であり、サンプル数を集めることが難しいため、報告は単発的なものが多い。特に若齢個体の情報は少なく、成長に伴う変化等はよくわかっていない。さらに、前肢骨格は剖出に手間がかかるため、報告が少なく、基礎的な知見の拡充が求められる。筆者はマッコウクジラの新生児を調べる機会を得たので、本稿ではその前肢骨格について報告する。

材料と方法

千葉県立中央博物館の所蔵するメスのマッコウクジラ新生児 (体長3.92m, 標本番号CBM-ZZ 20020; 表1) の前肢骨格の観察を行なった。観察は硬骨だけでなく、骨

表1. 材料の詳細。

標本番号	体長(m)	性別	産地	年	性的成熟	肉体的成熟	出典
CBM-ZZ 20020	3.92	メス	千葉県	2021	×	×	本研究
CBM-ZZ 399	約10	メス	千葉県沖	1987	○	×	本研究
—	約13	オス	和歌山県沖	1985	×	×	嘉陽ほか (1999)
—	約14 (46feet)	オス	東北沖	1960	○	×	Omura <i>et al.</i> (1962)
—	17.6	オス	岩手県沖	1987	○	○	加藤 (1995)

格標本作成時に撮影された写真から軟骨の有無や形態についても実施した。ただし、これらの写真は骨格標本作成の工程を記録するために撮影されたものであり、前肢骨格の観察のために全ての軟骨部を剖出して撮影したものではないため、完全な観察ができたわけではない。

新生児個体の観察結果を同館所蔵の性的成熟に達しているメスのマッコウクジラ（体長約10m, 標本番号CBM-ZZ 399; 表1）と比較することでメスの前肢骨格の成長に伴う変化を検討した。さらに、日本近海産のオスのマッコウクジラに関する過去の報告（Omura *et al.*, 1962; 加藤, 1995; 嘉陽, 1999; 表1）とも比較し、可能な範囲で性差や個体差等についても記述した。なお、比較に使用した標本は硬骨のみを対象に観察されたものであり、軟骨の情報はない。

各個体の成熟状態は体長から判断した。加藤（1995）の基準に従い、性的成熟体長（メス：約8.6m, オス：約13.7m）を超えていれば性的成熟個体、肉体的成熟体長（メス：11.0m, オス：15.8m）を超えていれば肉体的成熟個体と見なした。個体CBM-ZZ 399については、脊椎骨の骨端板の癒合状況の観察が可能だったため、脊椎骨からも肉体的未成熟個体であることが確認できた。

前肢骨格の骨の要素は、嘉陽ほか（1999）、木村（2016）、Cooper *et al.*（2007）を参考に同定した（図1）。

結果と考察

マッコウクジラ新生児CBM-ZZ 20020（以下、新生児個体）の前肢骨格の軟骨部を含む写真及び模式図を図

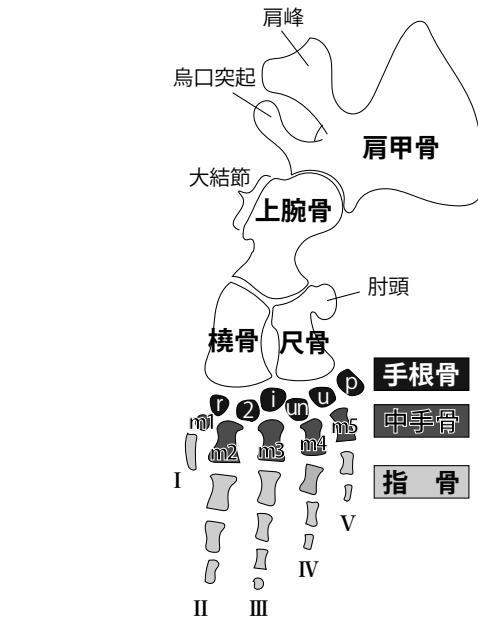


図1. マッコウクジラの前肢骨格の配列 (左). r: 橈側手根骨 (radial carpal bone, lunate bone); 2: 第二手根骨 (second carpal bone, trapezoid bone); i: 中間手根骨 (intermediate carpal bone, lunatum bone); un: 第四・五手根骨 (fourth and fifth carpal bones, unciform bone); u: 尺側手根骨 (ulnar carpal bone, cuneiform bone); p: 副手根骨 (accessory carpal bone, pisiform bone); m1~m5: 第一中手骨~第五中手骨.

2, 硬骨のみの写真を図3に示す。また、比較に使用したCBM-ZZ 399（以下、性的成熟メス個体）の前肢骨格を図4に示す。

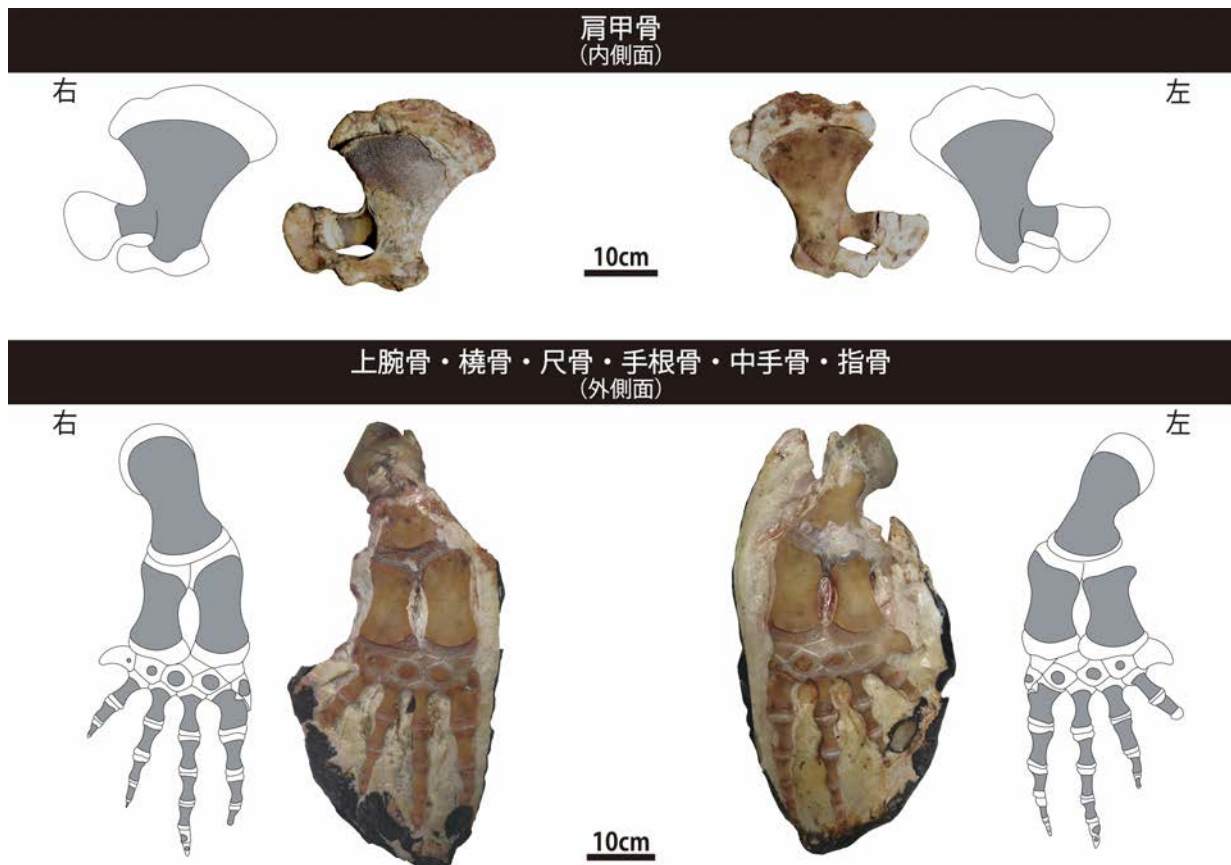


図2. 新生児個体（CBM-ZZ 20020）の前肢骨格の写真と模式図。模式図の灰色部分は硬骨を、白抜き部分は軟骨を表す。

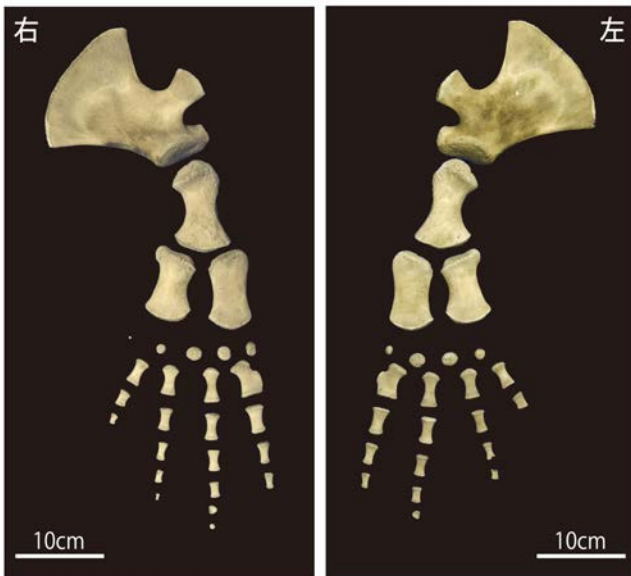


図3. 新生児個体 (CBM-ZZ 20020) の前肢骨格 (硬骨部のみ). 左の第二指の第五指骨は標準化した際に紛失.

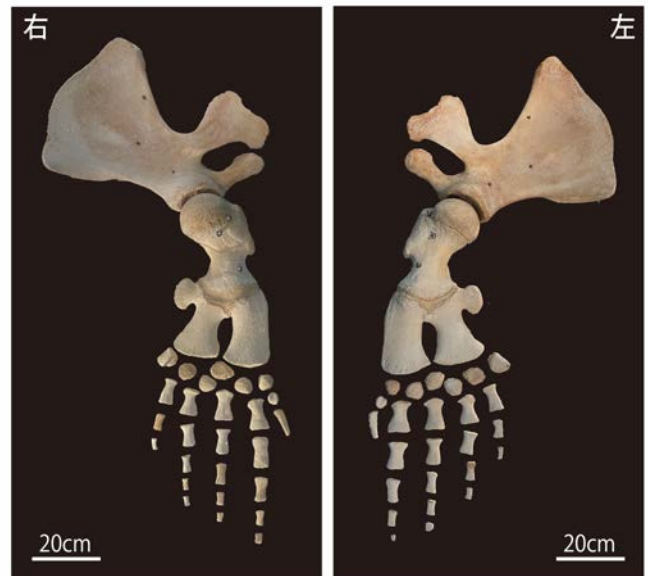


図4. 性的成熟メス個体 (CBM-ZZ 399) の前肢骨格 (硬骨部のみ)

肩甲骨・上腕骨・橈骨・尺骨

新生児個体の肩甲骨の烏口突起および肩峰は大部分が軟骨で構成されていた (図2, 3). 性的成熟メス個体ではこれらの突起は硬骨になっているため (図4), メスでは成長とともに骨化していくものと考えられる. オスにおいても体長の増加とともに硬骨部が拡大しており, 成長に伴って骨化していくものと考えられる (Omura *et al.*, 1962; 加藤, 1995; 嘉陽ほか, 1999). しかし, 体長13 mのオス (嘉陽ほか, 1999) の烏口突起および肩峰の硬骨部は体長10 mの性的成熟メス個体より未発達であったため, 骨化の速度が雌雄で異なる可能性がある.

また, 性的成熟メス個体と比べて新生児個体の上腕骨の大結節と尺骨の肘頭が未発達であり, メスではこれらの部位も成長とともに骨化していくものと考えられる.

手根骨

新生児個体の手根骨は6つの要素で構成されており, 過去の研究と同様の結果となった. 橈側手根骨および中間手根骨は軟骨であり, 第二手根骨, 尺側手根骨, 第四・五手根骨は中心部が骨化していた. 副手根骨の骨化状況には左右差があり, 左側のみ一部が骨化していた. 性的成熟メス個体では6つ全ての要素が硬骨であったため, 手根骨も成長と共に骨化していくと考えられる. 体長13 m及び14 mのオス個体 (それぞれ嘉陽ほか, 1999; Omura *et al.*, 1962) では副手根骨以外は硬骨として確認できた. 体長17.6 mのオス個体 (加藤, 1995) の個体は副手根骨を含む全ての要素が硬骨になっていたため, 副手根骨は他の手根骨より骨化する時期が遅い可能性がある.

中手骨

新生児個体の5つ全ての中手骨で, 骨化している部分を確認された. 第二~五中手骨は中心部が硬骨で両端が軟骨であったが, 第一中手骨は大部分が軟骨であった.

第一中手骨は形態も他の中手骨と異なっており, 三角形を呈していた. これは性的成熟メス個体の第一指の第一指骨に近い形態だった. 性的成熟メス個体の第一中手骨は玉状の骨であった. 新生児個体も硬骨部であれば玉状の骨であるため, この骨は成長しても骨化が進行しない可能性がある. しかし, Omura *et al.* (1962) で報告された個体では三角形, 加藤 (1995) では中央部が凹んだ四角形, 嘉陽ほか (1999) では玉状をしているため, 第一中手骨は個体によって形態や最終的に骨化する範囲が異なる可能性がある.

さらに, 新生児個体の第二中手骨は特殊な形態をしていた. 通常, 性別に関係なく, 第二~五中手骨は中央部が凹む四角形をしているが, 新生児個体の第二中手骨は第一指側が凹まずに膨らんでいた. この第二中手骨の第一指側の膨らみには軟骨が付随しており, 第一中手骨の遠位端と関節しているようだった. このことから新生児個体の第二中手骨は第一指の第一指骨と癒合している可能性が高いと考えられた. 過去にもオスで第二中手骨と第一指の第一指骨が癒合していた事例が報告されており, この個体は第五中手骨も特殊な形態をしていた (加藤, 1995). マッコウクジラの中手骨は形態に変異が生じやすい骨なのかもしれない.

指骨

新生児個体の指骨は, 遠位の骨に軟骨部が多い傾向にあり, 右の第五指の第三指骨や左の第二指の第四・第五指骨は軟骨のみで構成されていた. 硬骨化している指骨の形態は左右対称的であったが, 指骨数は左右で異なっていた. 左の第五指の指骨数が右に比べて少ない理由として, 死骸発見時に左の胸びれに穴が空いていたことから, 生前に指骨が破損・欠損した可能性が考えられる. また, この個体の指骨数の左右差は遠位の指骨が観察されたかどうかの違いであった. 本稿では, 軟骨の観察に用いた写真は硬骨を標準化する過程で撮影されたもので

軟骨に焦点を当てたものではないため、小さく軟骨だけで構成された遠位の指骨まで正確に記録されなかった可能性がある。また、先端部まで観察できた指はどれも最も遠位な指骨は先が尖った三角形をしていたため、この形態の骨が確認されていない指（右の第四指および第五指、左の第一指）は遠位の指骨が記録されなかったと考えられる。実際に左右で指骨数の異なる第一指、第四指、第五指において、指骨数の少ない方では三角形の指骨が確認されていない。従って左右の指骨は同数であった可能性は高い。第一指の第一指骨は第二中手骨と癒合しているが存在するものとする、新生児個体の指骨式は $I_1II_5III_5IV_4V_3$ であり、マッコウクジラの一般的な数と一致した（大隈, 1962; 西脇, 1965）。

また、性的成熟メス個体では硬骨化した指骨数に左右差が確認された。この個体は軟骨の情報がないため、軟骨も含めた指骨数でも左右差があるかどうかは判断できないが、骨化の進行には左右差が生じる可能性もある。

Cooper *et al.* (2007) はマッコウクジラの指骨数を $I_{0-1}II_{3-6}III_{4-5}IV_{2-4}V_{0-3}$ とし、個体差があると報告している。本稿で比較した個体も指骨数に個体差はあるものの1個体（加藤, 1995）を除いてはCooper *et al.* (2007) の報告した数値内におさまっていた。加藤 (1995) の個体は右の第五指の横に特殊な形態をしている第五中手骨から続く指骨のような骨が存在しており、六本の指が存在するように見えた。タイハイヨウアカボウモドキでも過剰な指をもつ個体が確認されており（Watson *et al.*, 2008）、指骨は前肢骨格の中でも個体差や変異が現れやすい骨である可能性が考えられる。

謝 辞

いすみ市役所の皆様および千葉県夷隅土木事務所の皆様には、マッコウクジラ新生児の座礁情報および標本回収の機会をご提供いただいた。千葉県立中央博物館の立川浩之氏、尾崎煙雄氏、西内李佳氏、平田和彦氏、鶴見大学の小寺稜氏には新生児の解体・回収作業にご協力いただいた。まっ工房には新生児の骨格を標本化時に撮影した写真をご提供いただいた。以上の方をはじめ、お世話になった方々に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- Cooper, L. N., A. Berta, S. D. Dawson & J. Reidenberg. 2007. Evolution of hyperphalangy and digit reduction in the Cetacean Manus. *Anat. Rec.* 290: 654–672.
Fedak, T. & B. K. Hall. 2004. Perspectives on hyperphalangy: patterns

- and processes. *J. Anat.* 204: 151–163.
加藤秀弘. 1995. マッコウクジラの自然誌. 320 pp. 平凡社, 東京.
嘉陽 稔・川島由次・小倉 剛・真喜志修. 1999. マッコウクジラの骨計測. あじまあ 名護博物館紀要 9: 1–48.
木村敏之. 2017. カズハゴンドウにおける手根骨・中手骨・指節骨の同一集団内の多様性. 群馬県立自然史博物館研究報告 21: 93–96.
木村敏之・楓 達也. 2016. 三重県の下部中新統一志層群より保存の良いハクジラ類前肢化石の産出. 群馬県立自然史博物館研究報告 20: 79–84.
Mellor, L., L. N. Cooper, J. Torre & R. L. Brownell, Jr. 2009. Paedomorphic Ossification in Porpoises with an Emphasis on the Vaquita (*Phocoena sinus*). *Aquat. Mamm.* 35 (2):193–202.
西脇昌治. 1965. 鯨類・鯨脚類. 439 pp. 東京大学出版会, 東京.
大隈清治. 1962. 日本の哺乳類 (7) 鯨目マッコウクジラ属. 哺乳類科学 17: 35–48.
Omura, H., M. Nishiwaki, T. Ichihara & T. Kasuya. 1962. Osteological note of a sperm whale. *Sci. Rep. Whales. Res.* 16: 35–45.
樽 創. 2014. イルカの四肢で見えてくるもの. 自然科学のとびら 20 (1): 7–8.
植草康浩・一島啓人・伊藤春香・植田啓一. 2019. 鯨類の骨学. 152 pp. 緑書房, 東京.
Watson, A., T-F. Kuo, W-C. Yang, C-J. Yao & L-S. Chou. 2008. Distinctive osteology of distal flipper bones of tropical bottlenose whales, *Indopacetus pacificus*, from Taiwan: mother and calf, calf with polydactyly. *Mar. Mamm. Sci.* 24(2): 398–410.

Forelimb bones in the newborn Sperm whale, *Physeter macrocephalus*

Naoko Miyakawa

Natural History Museum and Institute, Chiba
955-2 Aoba-cho, Chuo-ku, Chiba 260-8682, Japan
E-mail: n_miyakawa@chiba-muse.or.jp

Little is known about the forelimb bones of cetacean. This paper reported the forelimb bones in the newborn individual of Sperm whale, *Physeter macrocephalus*. About the newborn whale, it was assumed that the metacarpals II and the phalangeal I of digit I were fused, and that the formulae were given as $I_1 II_5 III_5 IV_4 V_3$. To examine the intraspecific variation of the forelimb bones of this species, I also compared the results of this report with previous studies. It was suggested that (1) some parts of forelimb bones in the newborn whale were composed of cartilage, (2) those parts may ossify with growth, and (3) ossification pattern may differ among in sex, individuals and right-left. More information is required to verify examine the intraspecific variation of the forelimb bones.