

原著論文

コイ (*Cyprinus carpio*) における脊椎骨・咽頭骨のサイズと体長との関係、
およびそれらの冬輪について

瀧 弘明¹・加藤 遼¹・渡辺智之¹・中島経夫¹

On relationships between body length and vertebral and pharyngeal sizes, and their annual rings in
the common carp, *Cyprinus carpio*

Hiroaki TAKI¹, Ryo KATO¹, Tomoyuki WATANABE¹, and Tsuneo NAKAJIMA¹

Abstract: Many vertebral and pharyngeal remains of the common carp, *Cyprinus carpio*, are excavated from archaeological sites of the Jomon and Yayoi Periods. It would be ideal if we could know the body length and harvest season from the vertebral and pharyngeal remains. However, no data sets are available from the common carp on the relations between body length and vertebral and/or pharyngeal sizes, nor any observation on their annual rings. To improve the situation, we studied the relationships between the body length and the vertebral and pharyngeal sizes in extant specimens of the common carp, as well as the annual ring spacing observed in the vertebrae and pharyngeal in relation to the season of harvest.

I. はじめに

コイ科魚類の遺存体は、縄文・弥生時代の多くの遺跡から出土している。これらの脊椎骨や咽頭骨遺存体に見られる冬輪から、その採捕季節や年齢を知ることができると考えられる。魚の骨では、骨化中心から連続的に骨組織が成長していく。成長が遅滞する冬季には成長線が密になり冬輪が形成される。これまで、冬輪の観察は鱗や耳石で行われていた(田中・石原 1981, 柳下ほか 2005, 高嶋ほか 2013, 平井ほか 2015, 金戸ほか 2017など)。大野(2015)は、コイの脊椎骨や咽頭骨の薄片を作製し成長線の観察を行った。脊椎骨については、冬輪を確認し採捕季節や年齢を知る手がかりとなることを示したが、咽頭骨の冬輪については明確に示すことができていなかった。

ところで、脊椎骨遺存体ではコイであると確認することはできないが、咽頭骨であればコイと同定できる。そこで、コイ遺存体の体長や採捕季節、年齢を推定するための基礎的なデータを得るために、現生コイ *Cyprinus carpio* の脊椎骨および咽頭骨のサイズと体長との関係、それらの薄片や切断面に見られる冬輪と採捕季節や年齢との関係を調査した。

II. 材料

2013年から2016年までに、岡山市内の水路で採捕

表 1. 脊椎骨薄片標本および咽頭骨切断面標本を作製したコイ *Cyprinus carpio* の標本一覧。

登録番号 LPOUS	体長 (mm)	採集年月日	脊椎骨薄 片	咽頭骨 切断面
2445	523.0	2014/04/26	1	
2451	435.0	2014/07/13	1	
2455	515.0	2014/10/10	1	
2456	510.0	2014/10/10	1	1
2457	475.0	2014/10/10	1	
2499	463.2	2014/11/25	1	
2503	486.0	2015/04/23	1	1
2651	410.5	2015/07/03	1	1
2652	391.0	2015/07/03	1	1
2811	567.0	2015/10/16	1	1
2856	397.9	2016/04/17	1	1
2878	432.5	2016/07/31	1	1
合計			12	7

されたコイ、および茨城県霞ヶ浦で養殖されたコイを岡山理科大学古魚類学研究室(LPOUS)に登録した。これらのうち、咽頭骨長と体長との関係を調査した個体は岡山産のコイ34個体、茨城産のコイ60個体の合計94個体、部位による脊椎骨の大きさの違いを調査した個体は岡山産5個体、茨城産5個体の合計10個体、脊椎骨横径と体長との関係を調査した個体は岡山産19個体、茨城産のコイ32個体の合計51個体を使用した。脊椎骨薄片標本および咽頭骨切断面標本を作製した個体は表1に示した。

1. 〒700-0005 岡山県岡山市北区理大町1-1 岡山理科大学生物地球学部生物地球学科 Department of Biosphere-Geosphere Science, Faculty of Biosphere-Geosphere Science, Okayama University of Science, Ridai-cho 1-1, Kita-ku, Okayama-shi, Okayama-ken 700-0005, Japan.

III. 方法

脊椎骨・咽頭骨乾燥標本の作製方法

体長を計測後、脊椎骨および咽頭骨を魚体から摘出し、軟組織を完全に除去した後、70%エタノールで保存した。その後、100%エタノール、100%アセトンで脱水し、風乾して乾燥標本を作製した。

脊椎骨・咽頭骨の計測

脊椎骨の横径および縦径は、脊椎骨後方面を図1のとおり計測した。縦径は左右の神経棘の中間点および左右の血道棘の中間点を結んだ距離、横径は縦径に垂直な最大の径とした。

咽頭骨長は図2に示すように咽頭骨前端から後肢後縁までの最大長とした。

計測の方法は、Leica EZ4 HD実体顕微鏡または65mmF2.8 1-5倍マクロレンズを装着したCanon EOS 60Dデジタル一眼レフカメラでデジタルイメージを作成し、計測ソフトNikon NIS-Elements BRを用いて計測した。

脊椎骨薄片標本の作製方法

観察面付近をパワーコントローラー(UC500C)に装着したダイヤモンドカッター(MC1242)で切断し、切断面を粒度600, 800, 1000, 3000, 6000の砥石で研磨し、研磨面をスライドグラスにエポキシ樹脂で固定するとともに、検体全体を樹脂に封入した。デシケーター内に検体を入れ真空ポンプで内部の空気を吸引することによって、樹脂内の気泡を抜いた。この作業を何回か繰り返した後、樹脂を硬化させた。硬化後、上記の砥石で研磨し、0.7~0.9mmの厚さの薄片を作製した。

脊椎骨の観察面は、最後方位腹椎とその前後の腹椎および尾椎を用いて、その中心付近の水平断面とした。

咽頭骨切断面標本の作製方法

咽頭骨の観察面は、大野(2015)にしたがって、咽頭骨の有孔面に見られる前角付近の骨梁に沿って(図3)、咽頭骨をダイヤモンドカッター(MC1242)で切断した。切断面を粒度600, 800, 1000, 3000, 6000の砥石で研磨し、切断面標本とした。

IV. 結果と考察

咽頭骨長と体長の関係

94個体から摘出した177点の咽頭骨について咽頭骨長を計測し、体長との関係を図4の散布図に示した。回帰式は $BL=10.0Lph-17.3$ (決定係数 $R^2=0.91$)となった。BLは体長、Lphは咽頭骨長である。

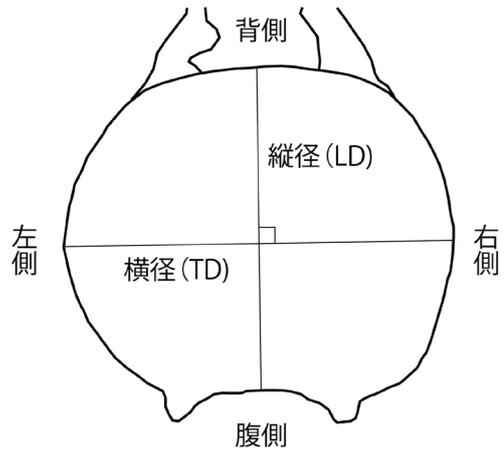


図1. 脊椎骨の横径と縦径の計測方法.



図2. 咽頭骨長の計測方法.

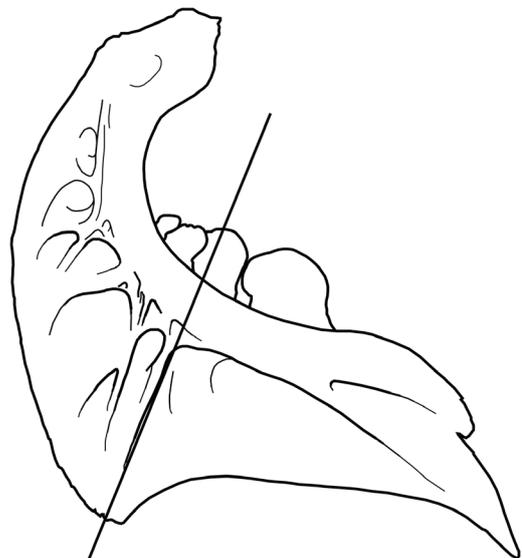


図3. 咽頭骨を切断する位置.

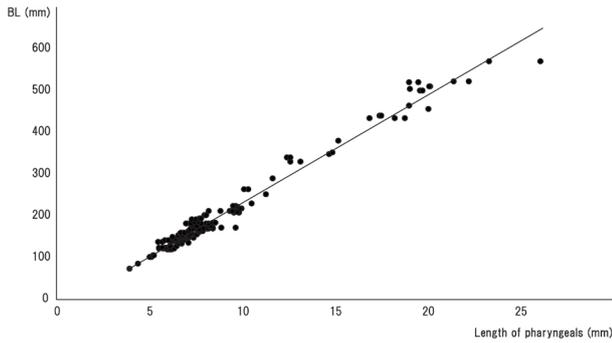


図4. 咽頭骨長と体長との関係.

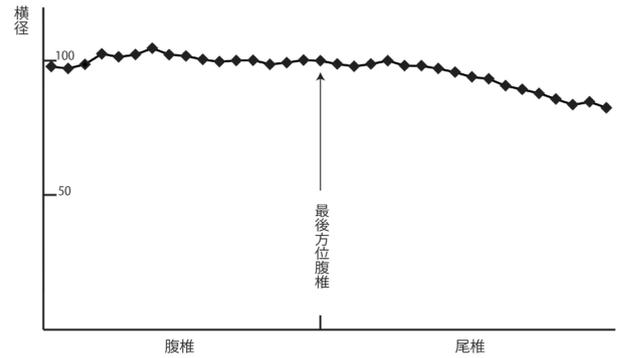


図6. 最後方位腹椎を基準にした各脊椎骨の横径.

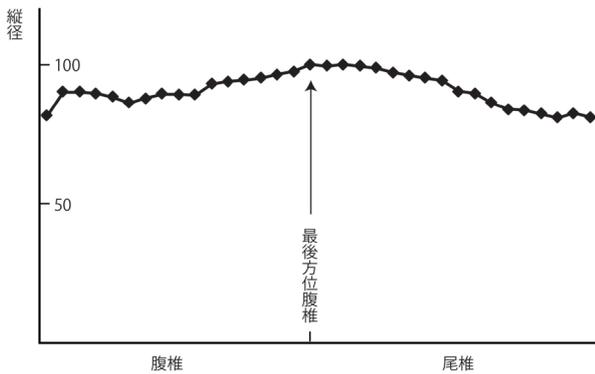


図5. 最後方位腹椎を基準にした各脊椎骨の縦径.

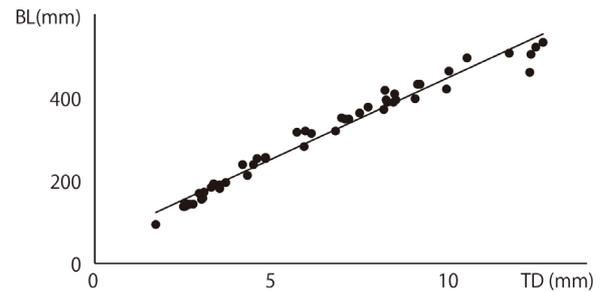


図7. 最後方位腹椎の横径と体長との関係.

部位による脊椎骨の大きさの違い

最後方位腹椎の縦径と横径を100とし、それぞれの個体の脊椎骨実測値を指数化し、10個体分の平均を図5と図6に示した。縦径は、最後方位腹椎が最大で、尾椎は後方に向かって小さくなり、腹椎も前方に向かって小さくなっている(図5)。横径は、最後方位腹椎と前後の腹椎と尾椎がほぼ同じ値で、尾椎は後方に向かって小さくなり、腹椎はほぼ一定であるが前方に向かってやや大きくなり、再前方に向かってまた小さくなる(図6)。

この結果から、最後方位腹椎の横径を用いて脊椎骨のサイズとし、脊椎骨のサイズと体長との関係を求めた。薄片作製には最後方位腹椎とその前後の腹椎と尾椎の水平断を用いることにした。

脊椎骨の横径と体長の関係

51個体の最後方位腹椎の横径を計測し、体長との関係を図7の散布図に示した。回帰式は $BL=39.015TD+56.819$ (決定係数 $R^2=0.9731$) となった。BLは体長、TDは横径である。

脊椎骨の薄片および咽頭骨の切断面にみられる冬輪脊椎骨の薄片標本については12個体、咽頭骨の切断面標本については7個体作製した(表1参照)。4月17日に採捕されたLPOUS2856の脊椎骨薄片では4本、咽頭骨切断面では3本の冬輪と思われる成長線

が観察され、脊椎骨薄片のほうが1本多い(図8)。4月23日に採捕されたLPOUS2503では脊椎骨薄片、頭骨切断面ともに、冬輪と思われる成長線が4本観察された(図9)。7月3日に採捕されたLPOUS2651(図10)と2652(図11)では、脊椎骨、咽頭骨ともに冬輪と思われる成長線が2本観察された。7月31日に採捕されたLPOUS2878では、脊椎骨、咽頭骨ともに3本(図12)、10月10日に採捕されたLPOUS2456では、脊椎骨、咽頭骨ともに4本観察された(図13)。10月16日に採捕されたLPOUS2811では、脊椎骨では7本観察されたが、咽頭骨では6本観察された(図14)。

薄片にした場合、さまざまな成長線がみえてきて、冬輪を確認しづらくなる。たとえば、LPOUS2856およびLPOUS2811では脊椎骨でみられる冬輪と思われる成長線が1本多い。図8の脊椎骨薄片で見られる②または③の成長線は冬輪ではない。図14の脊椎骨薄片の⑤または⑥の成長線も冬輪ではない。さらに、LPOUS2651では図10の脊椎骨の成長線②の近心に2本の明瞭な成長線があるが、切断面ではそれが極めて不明瞭である。LPOUS2456では脊椎骨、咽頭骨ともに冬輪は4本と判断されたが、図13の脊椎骨に見られる④の成長線遠心に2本の明瞭な成長線が見られる。しかし、咽頭骨ではそれが不明瞭である。そこで、冬輪と判断される成長線は、LPOUS2651と2652では2本、2856と2878では3本、2503と2456では4本、2811では6本である。



図8. コイ(LPOUS2856)の脊椎骨薄片標本と咽頭骨切断面標本. 脊椎骨では冬輪と思われる成長線が4本見えるが, 咽頭骨では3本しか確認できない. スケールは2 mm, 矢印は冬輪と思われる成長線, 実線は外縁を示す(図9から図14においても同様).

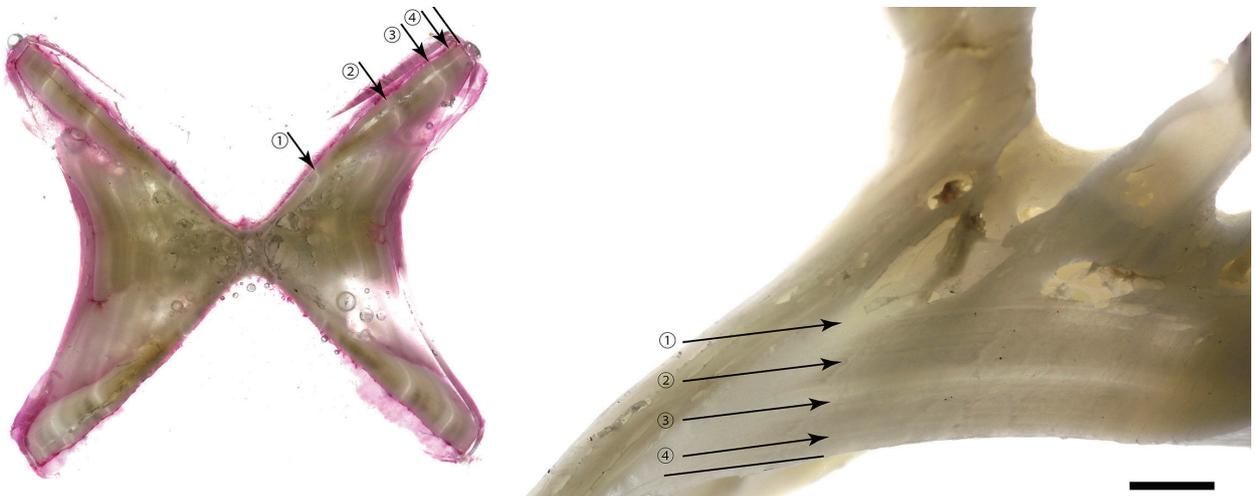


図9 コイ(LPOUS2503)の脊椎骨薄片標本と咽頭骨切断面標本.



図10. コイ(LPOUS2651)の脊椎骨薄片標本と咽頭骨切断面標本.

冬輪を観察するには脊椎骨薄片より咽頭骨切断面の方が適している. 脊椎骨と咽頭骨で骨形成に生理的な違いがあるとは思われないので, これは薄片標本にしたためにさまざまな成長線が観察されたと

考えられる. 一方, 切断面標本では冬輪が強調されるので, 冬輪の観察には切断面標本が適していると思われる.

次に, 採捕季節と冬輪との関係について考える.

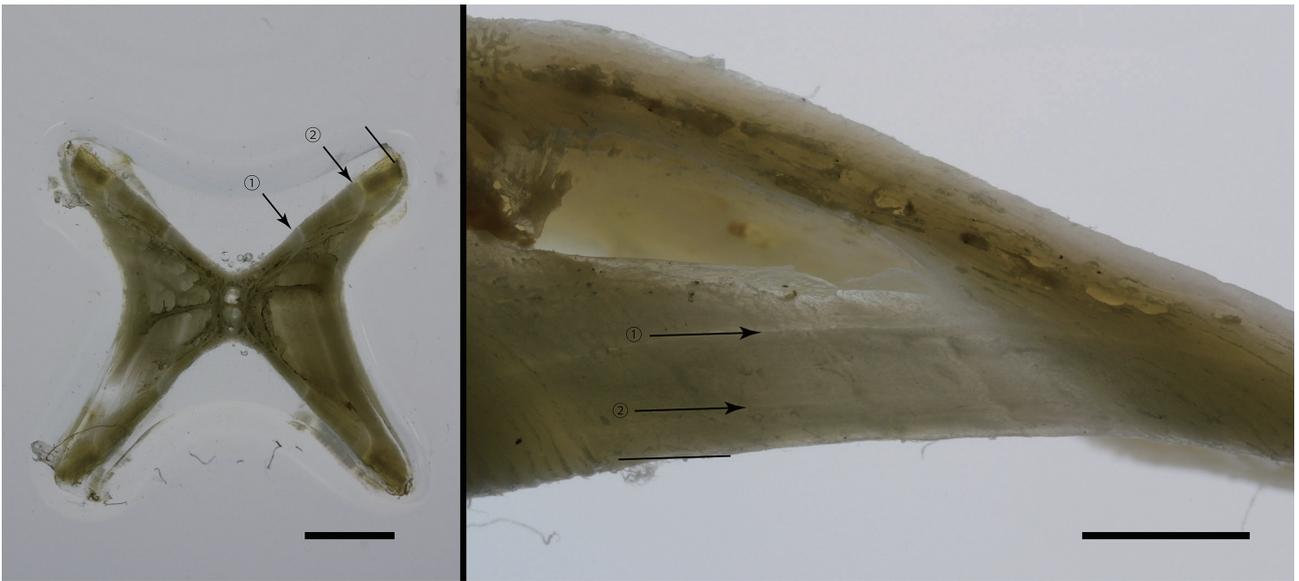


図11. コイ(LPOUS2652)の脊椎骨薄片標本と咽頭骨切断面標本.



図12. コイ(LPOUS2878)の脊椎骨薄片標本と咽頭骨切断面標本.



図13. コイ(LPOUS2456)の脊椎骨薄片標本と咽頭骨切断面標本.

4月採捕の個体では最遠心冬輪から外縁までの間隔が、最遠心年輪と直近の年輪との間隔に対して50%未満であった。7月採捕の個体では、50%未満(LPOUS2878)と50%以上(LPOUS2651と2652)の個体があった。10月採捕の個体では、すべて50%以上で

あった。このことから、冬輪の間隔から採捕季節を判定することができる。

これまで、咽頭骨で冬輪を観察した例はないが、今回の研究により咽頭骨の骨梁で、冬輪を観察することができることがわかった。コイと同定された咽



図14. コイ(LPOUS2811)の脊椎骨薄片標本と咽頭骨切断面標本.

頭骨遺存体の冬輪の観察から採捕季節や年齢を知ることができる.

本研究はJSPS科研費26300004の助成を受けた.

引用文献

- 金戸悠梨子・片山知史・飯田真也(2017). サケの耳石と鱗による年齢査定法の検討. 日水誌, 83(5): 758-763.
- 平井慈恵・秋田雄一・海老沢明彦・太田 格・照屋和久・山田秀秋・小林真人・佐藤 琢・浅見公雄・奥澤公一(2015). 八重山海域で漁獲された

シロクラベラの性成熟サイズと年齢. 水産増殖, 63(4): 417-421.

大野愛有実(2015). コイの咽頭骨および椎骨遺存体による死亡季節・齢の推定. 岡山理科大学大学院総合情報研究科2014年度修士論文.

高嶋孝寛・星野 昇・板谷和彦・前田圭司・宮下和士(2013). 耳石断面観察によるホッケ道北群の年齢査定法と年齢-サイズ関係. 日水誌, 79(3): 383-393.

田中昌子・石原勝敏(1981). 鱗の成長線数によるコイの年齢査定を試み. 動雑, 90: 69-75.

柳下直己・大木 繁・山崎 淳(2005). 若狭湾西部海域におけるヤナギムシガレイの年齢と成長および年齢組成. 日水誌, 71(2): 138-145.

(2017年12月22日受理)