

成長段階が異なるコウイカの消化吸収機構の解明 ～機能形態学的手法を用いて～

大村文乃

東京大学 農学特定研究員

(現 日本工業大学 特別研究員)

緒言

コウイカ科は日和見的捕食者であり、甲殻類と魚類を主要な餌生物とされている^{1,2)}。コウイカ科は主な餌生物の捕食頻度と餌生物の大きさを、成長と共に変化させると報告されている³⁾。ヨーロッパコウイカでは、成長と共に餌生物を甲殻類から魚類へと移行させることが知られている¹⁾。コウイカでは、外套長6 cmの個体は主に甲殻類を捕食するのに対し、外套長8 cmの個体は甲殻類に加えて魚類も捕食することがわかっている⁴⁾。また、シリヤケイカも、上述のコウイカと同様の食性を示すことが明らかになっている⁴⁾。

一般に、消化器官の構造や機能は、食性と直接関係があるとされている⁵⁾。コウイカ科の消化器官は、Schippe & Boletzky (1976) と Yim & Boucaud-Camou (1980) により、組織学的に調べられている^{6,7)}。また、ほとんどの外部器官は発生段階の初期の間に分化し、そ

の後アロメトリー成長をすることが報告されている⁸⁾。

これらのような研究は行われているが、これまでコウイカの幼体と成体との消化器官の違いは定量化されていない。そこで、本研究では、コウイカの幼体と成体の消化器官の重量を計測することにより、成長に伴う消化器官の量的変化を調べる。それにより、コウイカの消化機構の適応戦略を明らかにすることが目的である。

材料と方法

コウイカ *Sepia esculenta* の幼体を11個体、成体を5個体用いた(表1)。幼体に関しては、外套背長3.1から4.7 cm、体重5.4から16.5 gの範囲の個体を用いた。成体に関しては外套背長12.7から13.5 cm、体重236.3から258.0 gの範囲の個体を用いた。

サンプルは10%ホルマリンにて固定後、70%エタノール中にて保存した。その後、解剖バサミとピンセットを用いてそれぞれの消化器官を剖出した。剖出した消化器官は、胃、盲囊、肝臓、腸、膵臓(図1)である。剖出後、電子天秤(Shimadzu UX420X, Shimadzu

表1 使用個体

	体重 (g)	外套背長 (cm)
幼体	16.0	4.7
	15.8	4.5
	14.4	4.4
	15.2	4.0
	13.9	3.9
	10.9	3.8
	5.4	3.1
	16.5	4.4
	11.7	3.9
	11.2	4.1
	7.5	3.2
成体	266.3	13.5
	236.3	13.0
	258.0	13.3
	250.0	13.0
	255.9	12.7

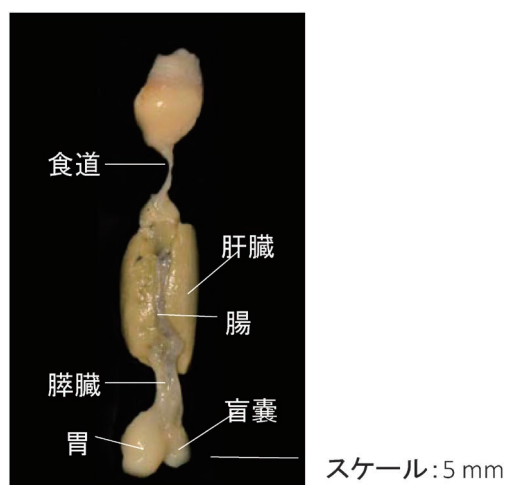


図1 コウイカ(幼体)の消化器官

UX420H, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) にて各消化器官の重量を計測した。体重に対する、それぞれの消化器官の重量を、消化器官重量割合として算出した。消化器官重量割合が幼体と成体で有意に異なるかどうかを確かめるため、JMP Pro 9 (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina) を用いて *U*-test により検定を行った。

また、体重と各消化器官の重量の対数を取り、アロメトリ式 $\log y = \log b + a \log x$ を用い、直線回帰により相対成長係数 a を求めた。 $0.9 \leq a \leq 1.1$ を等成長とし、 $a < 0.9$ を劣成長、 $1.1 < a$ を優成長とした。

結 果

幼体と成体の消化管重量割合を表2と図2に、体重と消化器官重量との関係を図3に示した。胃重量割合は、幼体と成体ともに0.33%であり、幼体と成体で有意な差は認められなかった。また、体重に対する胃重量は、等

成長を示した ($\alpha=1.00$)。盲嚢重量割合は、幼体が0.26%、成体が0.28%であり、幼体と成体で有意な差は認められなかった。体重に対する盲嚢重量は、等成長を示した ($\alpha=1.10$)。一方、肝臓重量割合は、幼体と成体で有意な差が認められた ($p < 0.01$)。肝臓重量割合は、幼体が2.97%であるのに対し、成体が5.87%であった。体重に対する肝臓重量は、優成長を示した ($\alpha=1.29$)。膵臓重量割合は、幼体が0.11%、成体が0.32%であり、成体と幼体で有意な差が認められた ($p < 0.01$)。体重に対する膵臓重量は、優成長を示した ($\alpha=1.34$)。腸重量割合に関しては、幼体と成体で有意な差は認められなかった。体重に対する腸重量は、等成長を示した ($\alpha=0.98$)。

考 察

消化器官により、幼体と成体で重量割合が異なり、ま

表2 消化器官重量割合 (%) (mean±SEM)

	胃	盲嚢	肝臓	膵臓	腸
幼体	0.33±0.05	0.26±0.08	2.97±0.49	0.11±0.02	0.14±0.02
成体	0.33±0.05	0.28±0.08	5.87±1.13	0.32±0.07	0.13±0.03

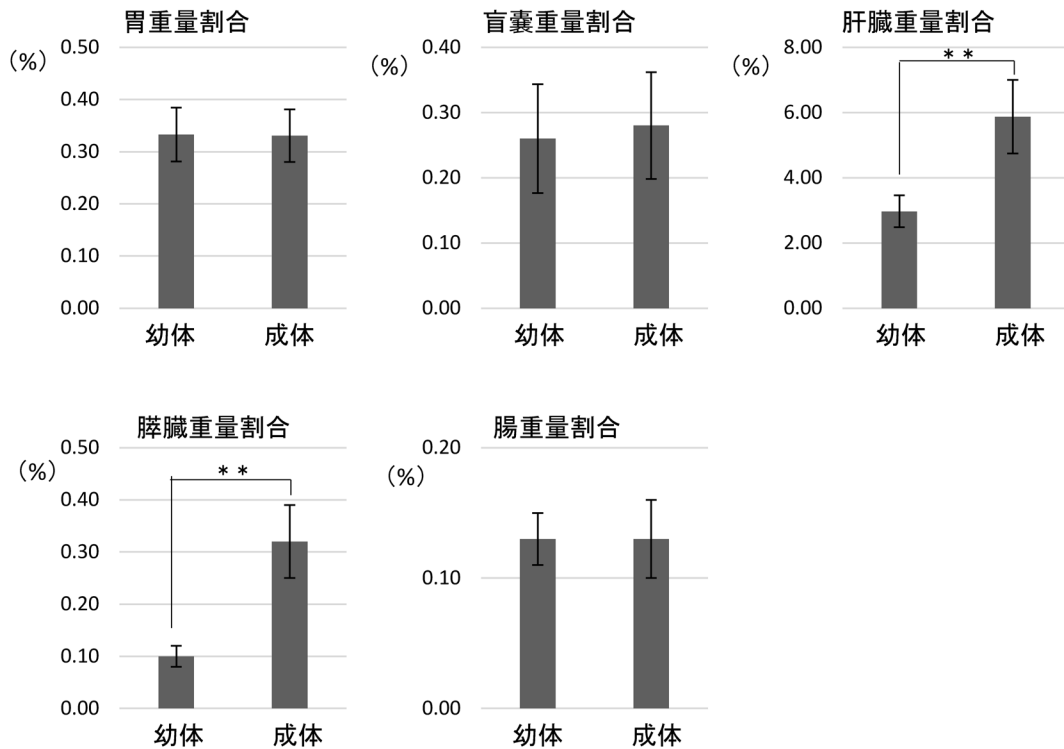


図2 消化管重量割合 ($p < 0.01$)

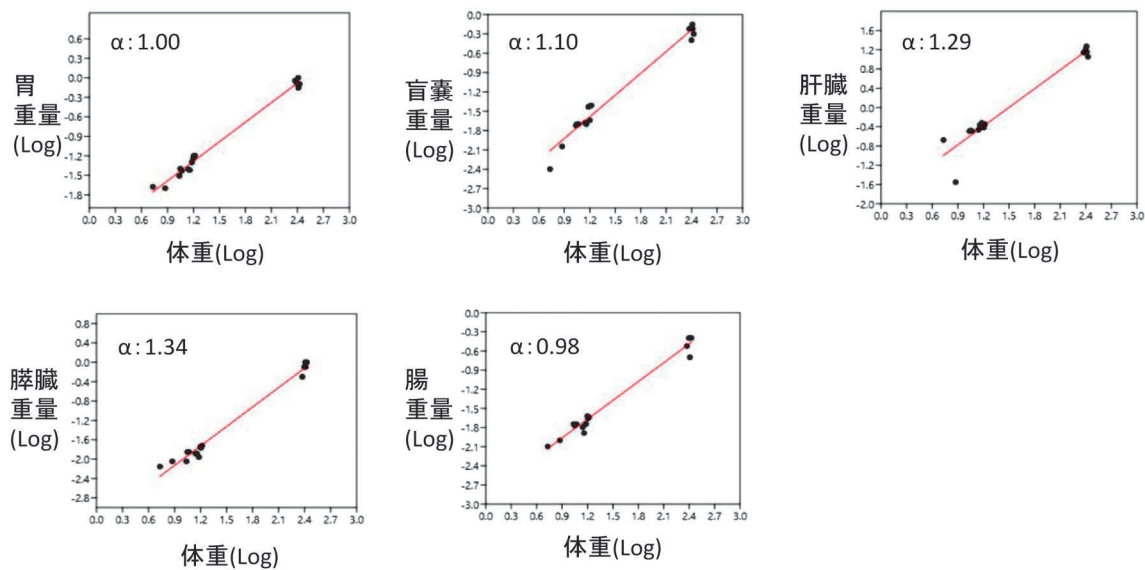


図3 消化器官重量の自然対数と体重の自然対数との直線回帰。α：直線回帰で求めた相対成長係数

た、成長の仕方も異なった（図2、3、表2）。

胃重量割合は、幼体と成体で有意な差は認められなかった（図2、表2）。また、体重に対する胃重量は等成長を示した（図3）。Boucaud-Camou & Boucher-Rodoni (1983) により、食道と胃の上皮において、消化酵素は分泌されないと報告されている⁹⁾。また、Mangold & Young (1998) によると、胃は筋肉からなる器官であるため、胃に入った食物は、胃壁の動きにより機械的に破碎されると推察されている¹⁰⁾。イカの成長に伴い、食性がより多様になり、成体の餌生物は幼体の餌生物と異なる¹¹⁾。これらのことから、胃は体全体の成長と共に成長しており、成長に従いより多様な餌生物を機械的に消化できるようになると推察される。

盲嚢重量割合は、幼体と成体で有意な差は認められず（図2、表2）、体重に対する盲嚢重量は等成長を示した（図3）。盲嚢の機能は消化酵素の分泌、栄養の吸収、消化できない粒子の排泄であると言われている¹⁰⁾。また、盲嚢は頭足類において主要な吸収器官とみなされている⁹⁾。これより、盲嚢は体全体と共に成長し、成長に従い、より多くの消化酵素の分泌、栄養の吸収、粒子の排泄を行うと考えられる。

肝臓重量割合は、幼体よりも成体の方が有位に大きく（図2、表2）、体重に対する肝臓の割合は優成長を示した（図3）。肝臓は消化とその他総合的な役割を果たしている器官であると言われている⁹⁾。また、肝臓は脂肪が多く含まれていることから、栄養の貯蔵を行う機能があると推察されている¹¹⁾。Boucaud-Camou &

Péquignat (1973) によると、コウイカ科の肝臓は、主な吸収器官として働くと唆されている¹²⁾。*Sepia officinalis* においては、肝臓は長期間の飢餓ではなく、短期間の飢餓に対する栄養の貯蔵庫として機能していると考えられている¹³⁾。肝臓が栄養の貯蔵や吸収を行うと考えられていることから、成体は幼体に比べると、生殖のための栄養を蓄える必要があるため、本研究において幼体に比べて成体の肝臓は有意に大きく、また、優成長を示したと推察される。

膵臓重量割合は、幼体に比べて成体が有位に大きく（図2、表2）、体重に対する膵臓重量は優成長を示した（図3）。膵臓はコウイカ科において吸収の機能をしていると推察されている¹²⁾。Schipp & Boletzky (1976) は、膵臓の上皮は、栄養の再吸収と代謝において腸管と肝臓を補助すると言及している⁶⁾。成体は幼体に比べ、生殖のためにより多くの栄養を肝臓に貯蔵しなくてはならないと考え、膵臓は肝臓の機能を補助するため、幼体の膵臓よりも成体の膵臓の方が大きくなったと考えられる。

腸重量割合は、幼体と成体とで有意な差は認められなかった（図2、表2）。また、体重に対する腸重量は等成長を示した（図3）。コウイカ科において、腸における栄養素の吸収は見られないと報告されている⁹⁾。排泄物を通すという腸の機能は、成長に伴う変化は見られないと考えられるため、腸は体全体の成長に伴い成長したと推察される。

本研究は、コウイカの消化器官の成長による変化を定

量的に調べた。今後、消化器官の組織的な観察や、摂餌実験による消化機構の変化の観察等が課題である。

要 約

コウイカの成長に伴う消化器官の変化を調べるため、幼体と成体の各消化器官の重量割合と、体重に対する各消化器官重量のアロメトリー式を求めた。結果、消化器官により、幼体と成体で重量割合が異なり、また、成長の仕方も異なった。胃、盲嚢、腸は体全体の成長と共に成長していることが推察された。肝臓と膵臓は、幼体に比べて成体の方が有位に大きく、優成長を示したことから、生殖のために栄養素を蓄える成体の方がより大きくなる必要性があると示唆された。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、研究助成を賜りました公益財団法人三島海雲記念財団ならびに関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) B. G. Castro, A. Guerra: *Scientia Marina*, **54**, 375–388, 1990.
- 2) G. S. Pinczon, et al.: *Aquat. Sci.*, **61**, 167–178, 2000.
- 3) D. M. Alves, et al.: *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **86**, 429–436, 2006.
- 4) Y. Koito, et al.: *Aquacult. Sci.*, **3**, 40–50, 1955.
- 5) K. Mangold, A. M. Bidder: *L'appareil Digestif et la Digestion* (P. P. Grassé, ed.), pp. 321–373, *Traité de Zoologie, Anatomie, Systématique, Biologie*, 1989.
- 6) R. Schipp, V. S. Boletzky: *Zoomorphologie*, **86**, 81–98, 1976.
- 7) M. Yim, E. Boucaud-Camou: *Arch. Anat. Microsc. Morphol. Exp.*, **69**, 59–79, 1980.
- 8) Okutani: *Cephalopod Life Cycles*, Vol. 2 (P. R. Boyle, ed.), pp. 33–44, Academic Press, 1987.
- 9) E. Boucaud-Camou, R. Boucher-Rodoni: *The Mollusca* (A. S. M. Saleuddin, K. M. Wilbur, eds.), pp. 149–187, Academic Press, New York, 1983.
- 10) K. M. Mangold, R. E. Young: *Smithson. Contrib. Zool.*, **586**, 21–30, 1998.
- 11) R. Boucher-Rodoni, et al.: *Comparative Reviews* (P. R. Boyle, ed.), pp. 85–108, Academic Press, London, 1987.
- 12) E. Boucaud-Camou, E. Péquignat: *L. Form. Funct.*, **6**, 93–112, 1973.
- 13) B. G. Castro, et al.: *Mar. Biol.*, **114**, 11–20, 1992.