

若齢スルメイカの成長に伴う形態および食性の変化

Diet of juvenile Japanese common squid *Todarodes pacificus*: relationship between allometric growth and dietary shift

内川和久・木所英昭（日本海区水産研究所）

Kazuhisa UCHIKAWA and Hideaki KIDOKORO

多くの生物は成長に伴い食性を変化させるが、この際、形態、生理および行動的な変化を伴うことが多い (Emerson *et al.* 1994)。この点に着目し、魚類では形態と食性の関連について多くの研究例があるが (例えば、Christensen 1996; Norton 1991; Svanbäck and Eklöv 2002; Wainwright 1996)、イカ類ではほぼ皆無である。本研究は日本海の生態系において重要な地位を占めるスルメイカについて、特に生態の知見が少ない若齢期を対象に、生態形態学 (Ecomorphology) 的観点から成長に伴う外部形態と食性の関連を明らかにすることを目的とした。

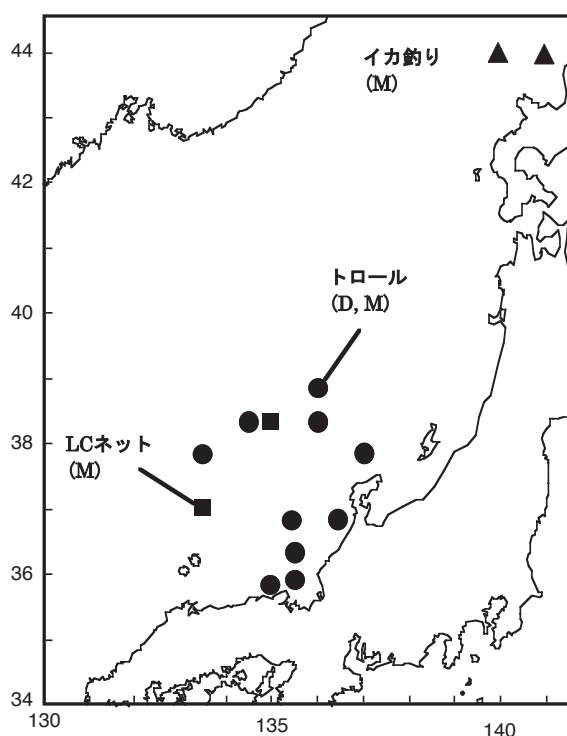


図1 スルメイカの採集点。D: 消化管内容物分析, M: 形態分析

材料と方法

夜間に表層トロール、LC ネットおよびイカ釣り機によりスルメイカを採集した (図1)。サンプルは船上で冷凍し、実験室に持ち帰った。解凍後、一部の個体は計10箇所部位 (内川 2012) について形態測定を行い、残りはホルマリン固定後、消化管内容物分析に供した。

消化管 (食道・胃・盲嚢・腸) の内容物を検鏡下で観察し、餌生物を可能な限り種まで同定した。出現した甲殻類に関しては、予め顎部の形態などを解剖した基準標本を作成し、これを参照し種同定を行った (内川 2012)。また、餌生物個体数は出現した形態形質の数 (たとえば、カイアシ類の顎部など) から推定した。得られたデータをもとに、各餌生物の個体数割合、重量割合および出現頻度を求め、百分率重要度指数 (%IRI) を算出した。

各形態形質を外套長 (ML) で標準化し、相対成長パターンを検討した。また、これと同時に

外套長を基準としたアロメトリー式 [$\log y = \log a + b \log x$] を作成した。ここで x は外套長 (mm)、 y は各形態形質 (mm)、 a は初期成長定数、 b は相対成長係数である。本研究では $b \geq 1.05$ の場合を優成長、 $0.95 \leq b < 1.05$ を等成長、 $b < 0.95$ を劣成長とみなした。

結果

15.3~143.5mmML (n=105) のスルメイカの消化管内容物を分析した。また、同定不可能であった内容物は解析から除外した。同定不可能な内容物は、<50、50~99 および 100~150 mmML のスルメイカの各サイズ群で、それぞれ 27、12 および 0 例であった (表 1)。

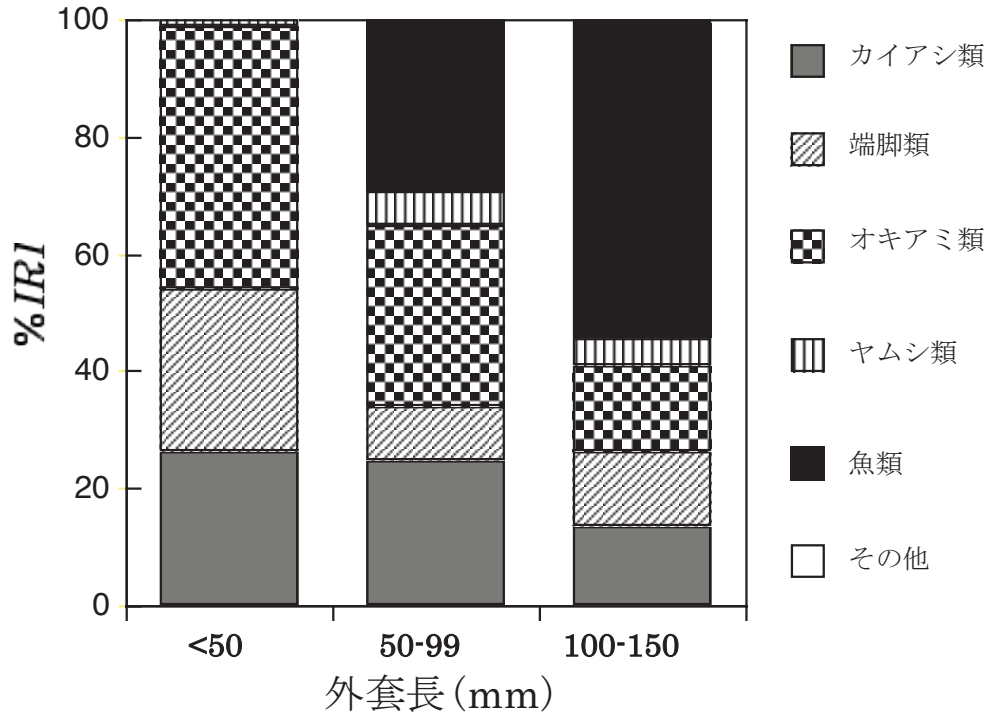


図 2 スルメイカの体長群別餌生物組成

スルメイカの体長群別に餌生物組成をみると、50mmML 未満の主要餌生物はカイアシ類、端脚類およびオキアミ類であり、これら 3 分類群で%IRI=98%以上を占めた (表 1、図 2)。また、50mmML 以上になるとキュウリエソなどの魚類の捕食が認められるようになり、100mmML 以上で%IRI の 50%以上が魚類で占められた。この魚類の重要度の増加とともに、カイアシ類、端脚類やオキアミ類の重要度は成長に伴い減少する傾向があり、スルメイカは主要餌生物を動物プランクトンに依存する時期を経て、50mmML 程度から次第に魚食性の傾向を強めると考えられる。

各測定部位の外套長に対する比は、成長とともに鰭で増加し、触腕以外の 6 形質で減少する傾向が認められた (図 3)。また、外套径や鰭基底長など 6 形質は 40~60mmML まで急速に変化し、その後は緩やかに変化する傾向があった。アロメトリー式の相対成長係数 (b) より、鰭基底長および鰭幅が優成長、触腕長が等成長、その他、外套径や頭幅などの 6 つの形態形質が劣成長を示した (表 2)。これらのことから、スルメイカの成長においては、体幅よりも胴体の長軸方向への成長と鰭の成長が優先すると考えられる。

表 1 スルメイカの体長群別餌生物組成：Cn: 個体数割合 (%), W; 湿重量割合 (%), F; 出現頻度 (%)

| Prey | Size range (mmML) | | | | | | | | |
|--|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|
| | <50 | | | 50-99 | | | 100-150 | | |
| | Cn | W | F | Cn | W | F | Cn | W | F |
| COPEPODA | | | | | | | | | |
| Calanidae | 5.00 | 0.07 | 4.55 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Calanus</i> spp. | - | - | - | 2.39 | 0.46 | 3.70 | - | - | - |
| <i>Neocalanus</i> spp. | 22.50 | 12.78 | 4.55 | 11.17 | 1.54 | 14.81 | - | - | - |
| <i>Paraeuchaeta elongata</i> | - | - | - | 15.16 | 4.04 | 3.70 | 0.88 | 0.04 | 8.33 |
| Euchaetidae | 2.50 | 0.93 | 4.55 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Candacia bipinnata</i> | - | - | - | 8.78 | 1.55 | 7.41 | 1.76 | 0.09 | 16.67 |
| <i>Eucalanus bungii</i> | - | - | - | 0.80 | 0.02 | 3.70 | - | - | - |
| <i>Paracalanus parvus</i> s.l. | - | - | - | 0.80 | + | 3.70 | 8.36 | 0.02 | 16.67 |
| <i>Oncaea</i> spp. | 2.50 | 0.01 | 4.55 | 1.60 | + | 7.41 | 7.48 | 0.01 | 25.00 |
| <i>Corycaeus</i> spp. | 5.00 | 0.10 | 4.55 | 1.60 | + | 3.70 | 4.84 | 0.01 | 25.00 |
| Calanoida (unid.) | - | - | - | 1.60 | 0.02 | 3.70 | 3.96 | 0.26 | 8.33 |
| Copepoda (unid.) | 7.50 | 1.66 | 13.64 | - | - | - | - | - | - |
| OSTRACODA | | | | | | | | | |
| <i>Disconchoecia pseudodiscophora</i> | - | - | - | 1.60 | 0.03 | 3.70 | 0.44 | 0.01 | 8.33 |
| AMPHIPODA | | | | | | | | | |
| <i>Primno abyssalis</i> | - | - | - | 0.80 | 0.03 | 3.70 | 3.96 | 0.03 | 8.33 |
| <i>Themisto japonica</i> | 12.50 | 27.17 | 13.64 | 15.16 | 6.42 | 14.81 | 14.08 | 7.19 | 25.00 |
| Hyperideia (unid.) | 7.50 | 6.97 | 13.64 | - | - | - | - | - | - |
| Amphipoda (unid.) | - | - | - | - | - | - | 0.44 | 0.07 | 8.33 |
| EUPHAUSIACEA | | | | | | | | | |
| <i>Euphausia pacifica</i> | 2.50 | 3.47 | 4.55 | 2.39 | 2.37 | 11.11 | 6.16 | 4.95 | 50.00 |
| <i>E. pacifica</i> furcilia | - | - | - | - | - | - | 0.44 | 0.01 | 8.33 |
| <i>Thysanoessa longipes</i> | 5.00 | 21.62 | 9.09 | 3.19 | 6.24 | 11.11 | 1.76 | 0.87 | 25.00 |
| Furcilia larvae | - | - | - | 0.80 | 0.07 | 3.70 | - | - | - |
| Euphausiacea (unid.) | 12.50 | 20.15 | 18.18 | 7.18 | 3.62 | 33.33 | 0.44 | 0.34 | 8.33 |
| DECAPODA | | | | | | | | | |
| Decapod megalopa | - | - | - | - | - | - | 0.88 | 0.01 | 8.33 |
| Maracostraca (unid.) | - | - | - | - | - | - | 0.44 | 0.01 | 8.33 |
| Crustacea (unid.) | 10.00 | 2.86 | 18.18 | 0.80 | 0.50 | 3.70 | 0.44 | 0.54 | 8.33 |
| CHAETOGNATHA | | | | | | | | | |
| <i>Sagitta elegans</i> | 2.50 | 2.22 | 4.55 | 20.20 | 4.34 | 7.41 | 36.63 | 1.56 | 8.33 |
| Chaetognatha (unid.) | 2.50 | 0.01 | 4.55 | - | - | - | - | - | - |
| OSTEICHTHYES | | | | | | | | | |
| <i>Maurollicus japonicus</i> | - | - | - | 2.39 | 61.89 | 11.11 | 4.84 | 83.20 | 41.67 |
| Osteichthyes (unid.) | - | - | - | 1.60 | 6.86 | 7.41 | - | - | - |
| CEPHALOPODA | | | | | | | | | |
| Decapod cephalopoda (<i>Todarodes pacificus</i> ?) | - | - | - | - | - | - | 1.76 | 0.80 | 16.67 |
| <hr/> | | | | | | | | | |
| N. of unidentified material | 27 | | | 12 | | | 0 | | |
| N. of empty digestive tracts | 13 | | | 2 | | | 1 | | |
| N. of specimens examined | 56 | | | 38 | | | 11 | | |

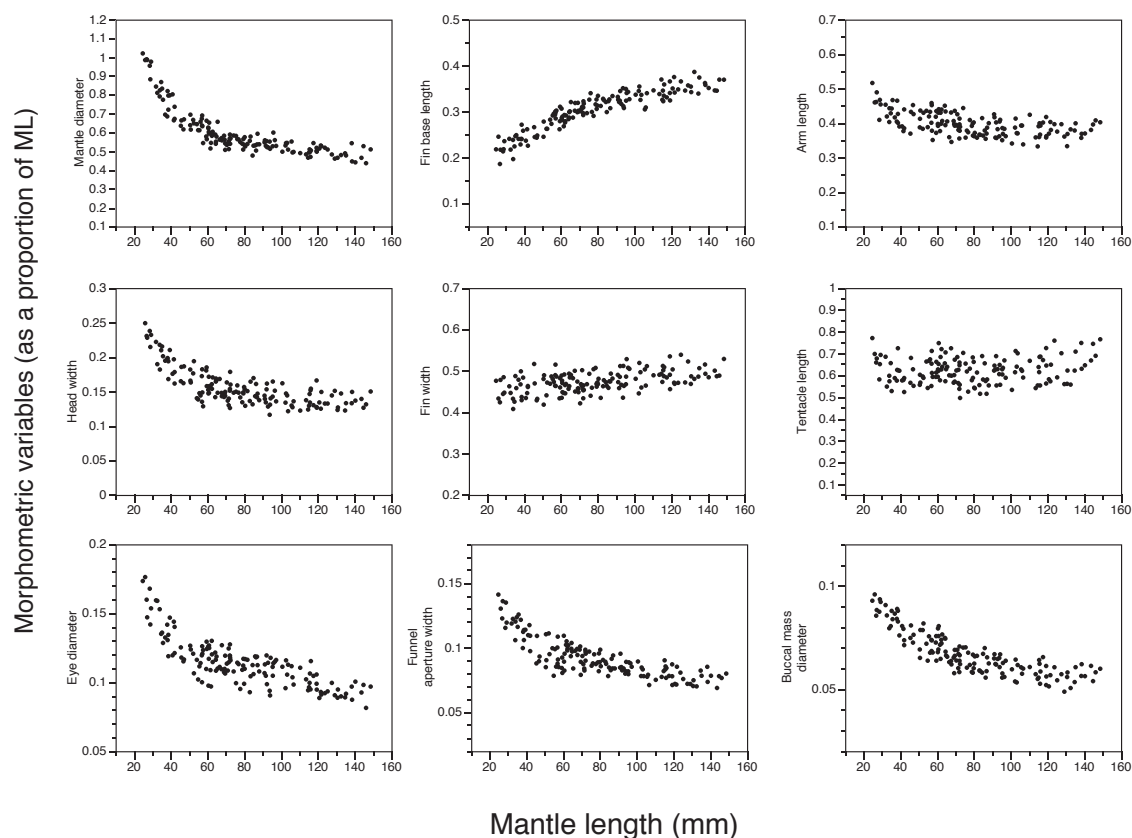


図3 外套長で標準化した各測定部位の成長パターン

表2. 各測定部位の外套長に対する相対成長パターン

| 計測部位 | | 標本数 | $\log a$ | b | R^2 |
|------|-----------------------|-----|----------|------|-------|
| 外套径 | Mantle diameter | 150 | -0.48 | 0.62 | 0.93 |
| 頭幅 | Head width | 149 | -0.25 | 0.70 | 0.91 |
| 眼径 | Eye diameter | 149 | -0.41 | 0.71 | 0.94 |
| 鰭基底長 | Fin base length | 150 | -1.11 | 1.32 | 0.99 |
| 鰭幅 | Fin width | 150 | -0.49 | 1.06 | 0.99 |
| 漏斗幅 | Funnel aperture width | 150 | -0.48 | 0.70 | 0.94 |
| 腕長 | Arm length | 150 | -0.19 | 0.89 | 0.97 |
| 触腕長 | Tentacle length | 149 | -0.23 | 1.01 | 0.96 |
| 口球径 | Buccal mass diameter | 150 | -0.61 | 0.70 | 0.95 |

考察

イカ類の遊泳は漏斗からの水の噴出によるジェット推進、鰭の運動による推進およびこの両者の協働によってなされる (Hoar *et al.* 1994; Bartol *et al.* 2008)。相対成長で認められた胴体の長軸方向への成長の優先と鰭サイズ増大は、遊泳力の向上を示唆しているものと考えられる。また、ジェット推進ではより推力を得るために外套膜へ取り込める水の容量を大きくする必要があるので、長軸方向への成長の優先は、形状抵抗を少なくする流線型の体型になるというだけではなく、取り込める水の容積も増大させるという2つの意義があるものと考えられる。一方、触腕は等成長、腕および眼球は劣成長であるなど、餌の探索や捕獲に関わる器官に優成長の部位は認められなかった。さらに、相対成長の変化パターンは40~60mmMLまで急速に変化していた。これらのことから、若齢期のスルメイカは遊泳力の向上を優占する成長パターンを持ち、遊泳力の変化はおおよそ40~60mmMLまでに急速に進展することが示唆された。

一方、スルメイカの食性はオキアミ類などの甲殻類中心の組成から、50mmML以降で次第に魚類の重要度が高くなる傾向が認められ (図2)、魚食が始まる時期と形態が大きく変化する時期はおおむね一致していた。したがって、スルメイカの食性の変化は遊泳力の向上によりもたらされたものであり、スルメイカはおおよそ50mmMLに達すると、より大型の餌生物が捕獲可能な遊泳力を獲得するものと考えられた。

文献

- Bartol I. K., Krueger P. S., Thompson J. T. and Stewart W. J., 2008: Swimming dynamics and propulsive efficiency of squids throughout ontogeny. *Integ. Comp. Biol.*, **48**, 720-733.
- Christensen B., 1996: Predator foraging capabilities and prey antipredator behaviours: pre- versus postcapture constraints on size-dependent predator-prey interactions. *Oikos*, **76**, 368-380.
- Emerson S. B., Greene H. W. and Charnov E. E., 1994; Allometric aspects of predator-prey interactions, in "Ecological morphology: integrative organismal biology" (ed. by Wainwright P. C. and Reilly S. M.), The University of Chicago Press, Chicago, pp. 123-139.
- Hoar J. A., Sim E., Webber D. M. and O'Dor, R. K., 1994: The role of fins in the competition between squid and fish, in "Mechanics and physiology of animal swimming" (ed. by Maddock L., Bone Q. and Rayner J. M. V.), Cambridge University Press, New York, pp. 27-43.
- Norton S. F., 1991: Capture success and diet of cottid fishes: the role of predator morphology and attack kinematics. *Ecology*, **72**, 1807-1819.
- Svanbäck R. and Eklöv P., 2002: Effects of habitat and food resources on morphology and ontogenetic growth trajectories in perch. *Oecologia*, **131**, 61-70.
- 内川和久, 2012 : スルメイカの摂餌生態. スルメイカ資源評価協議会報告 (平成23年度), 60-84.
- Wainwright P.C., 1996: Ecological explanation through functional morphology: the feeding biology of sunfish. *Ecology*, **77**, 1336-1343.