

(3) 北太平洋に棲息するアカイカの外部形態と平衡石の地理的差異

*中田 淳(釧路水試)・窪寺恒己(北海道大学)

1 はじめに

北西太平洋に分布するアカイカの系群構造について村上(1979)は、密度分布の不連続性や海洋条件の相違から、東経160~170度付近を境にして東西で異なる集団の存在を推定している。

また、制度的にも東経170度以東、以西の海域ではそれぞれ流網、釣りといった異なる操業形態がとられているが、最近では以西海域でも流網漁法の再開を要請する声が増しに強まっているので、資源構造の解明は研究上、産業上の重要な課題となっている。

幸い筆者らは、本邦沿岸、中央太平洋、北東太平洋のかけ離れた3つの海域の標本を入手する機会に恵まれたので、従来イカ類の資源研究の中では余り手掛けることのなかった外部形態および平衡石の比成長とその地理的差異の検討を試みたので報告する。

なお、本研究を行うにあたり、貴重な標本の提供をいただいた海洋水産資源開発センターならびに北海道漁業公社釧路支社に厚く御礼申し上げる。

2 材料と方法

用いた標本は、1979年6~10月の期間、海洋水産資源開発センターが実施したアカイカ漁場調査の標本、同年7月のサケ・マス調査船の混獲物、および9・10月に商業船が釣り・流網で漁獲したものである(図1、表1)。

外部形態の測定は、主に窪寺(1978、未発表)、Kashiwada and Recksiek(1978)に従い、魚類の耳石に相当する平衡石(Statolith)の測定は、Clarke(1978)を参考に行った(図2、表2)。

標本はすべて冷凍標本で、解凍後ただちに外部形態の測定は1mm単位まで、平衡石は100分の1mm単位まで行った。なお、左右対称な部位は原則として右側を測定し、特に、各腕の長さ、触腕穂長は、左右両側の平均値を用いた。

以上の測定を実施した上で、3海域毎の胴長に対する各形質(第1腕~第4腕吸盤数を除く)の比成長

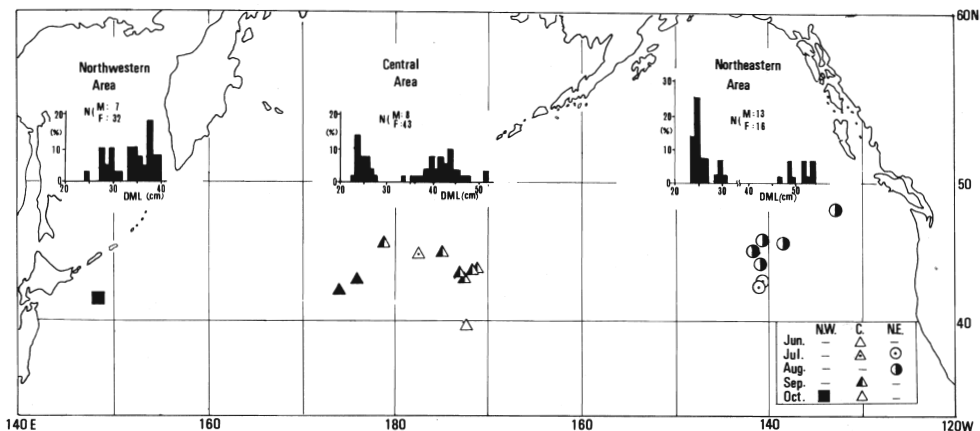


図1 時期、海域別のアカイカ胴長組成と標本採集地点

回帰式を求め、そのうち硬組織部位と触腕穂長については共分散分析を行った。なお、胴長組成に著しい違いのある北東太平洋海域のものは、胴長 40 cm 以上と以下に分けて検討した。

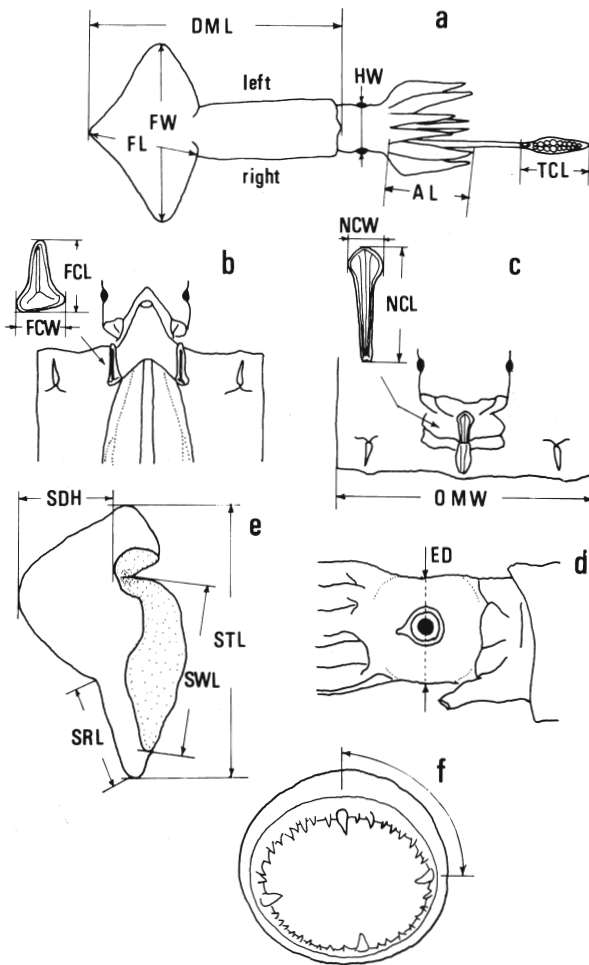
また、触腕長、第Ⅲ腕・触腕大吸盤の歯数は、誤差が大きいため解析には使用しなかった。

表 1 供試標本の要目

採 集 地 点			採集月日	採集方法	標 本 個 体 数		
海 域	緯 度	経 度			雄	雌	計
北西太平洋	41° 55' N	148° 16' E	10. 26	釣	7	32	39
中央太平洋	39° 44' N	172° 14' W	6. 24	釣		1	1
	44° 54' N	177° 34' W	7. 18	流 網		9	9
	45° 37' N	178° 20' E	9. 1	流 網		6	6
	43° 36' N	171° 26' W	9. 15	釣		1	1
	45° 50' N	175° 00' W	9. 15	流 網		11	11
	43° 46' N	171° 23' W	9. 17	釣		1	1
	43° 32' N	173° 02' W	9. 23	釣		1	1
	43° 22' N	172° 50' W	9. 25	釣	6	4	10
	42° 34' N	175° 42' E	10. 12	釣	2	8	10
北東太平洋	42° 07' N	174° 13' E	10. 13	釣		1	1
	42° 36' N	140° 53' W	7. 16	釣		2	2
	42° 45' N	140° 43' W	7. 19	釣		1	1
	48° 04' N	133° 01' W	8. 13	釣		1	1
	45° 49' N	138° 21' W	8. 15	釣		2	2
	45° 56' N	140° 49' W	8. 16	釣		1	1
	44° 51' N	141° 09' W	8. 17	釣	5	5	10
	44° 13' N	140° 48' W	8. 22	釣	8	4	12
				総 計		28	91

表 2 アカイカ精密測定部位

A. 体形的部位			
a. 柔組織部位			
1) DML	Dorsal mantle length	背外套長 (胴長)	魚体の背側で、鰭の後端から外套の最前端部までの長さ。
2) FL	Fin length	鰭 長	鰭の後端から最前端部までの長さ。
3) FW	Fin width	鰭 幅	鰭の左端から右端までの長さ。
4) HW	Head width	頭 幅	左右の眼球を横切る頭部の幅。
5) ED	Eye diameter	眼 径	眼球の外径。
6) AL I~IV	Arm length I~IV	第 I ~ IV 腕長	腕の基部から末端までの長さ。
7) TL	Tentacle length	触腕長	触腕の基部から末端までの長さ。
8) TCL	Tentacle club length	触腕穂長	吸盤が顕著に大きくなり密生する部分から先端までの長さ。
9) OMW	Open mantle width	外套周囲長	外套膜切開後の外套膜の最大幅。
b. 硬組織部位			
10) NCL	Nuchal cartilage length	頸軟骨長	頸軟骨の最大長。
11) NCW	Nuchal cartilage width	頸軟骨幅	頸軟骨の最大幅。
12) FCL	Funnel cartilage length	漏斗軟骨長	漏斗軟骨の最大長。
13) FCW	Funnel cartilage width	漏斗軟骨幅	漏斗軟骨の最大幅。
14) STL	Statolith total length	平衡石全長	} 図 2 参照
15) SRL	Statolith rostrum length	平衡石吻長	
16) SWL	Statolith wing length	平衡石翼長	
17) SDH	Statolith dome height	平衡石側丘高	
B. 数的部位			
18) AS I~IV	Arm sucker count I~IV	第 I ~ IV 腕吸盤数	肉眼で数えられる腕のすべての吸盤数。
19) DIII S	Dentition of III arm sucker	第 III 腕吸盤歯数	腕中央部の吸盤の角質環歯の歯数。
20) DTS	Dentition of tentacle largest sucker	触腕大吸盤歯数	大吸盤の角質環歯の歯数。90度毎にある大歯間の小歯の数で 1/4 分画を計数。



- a) 背面図, DML (胴長), FL (鰭長), FW (鰭幅), HW (頭幅), AL (腕長), TCL (触腕穂長) を示す。
- b) 外套膜切開後の腹面図。FCL (漏斗軟骨長), FCW (漏斗軟骨幅) を示す。
- c) 外套膜切開後の腹面図。NCL (頸軟骨長), NCW (頸軟骨幅), OMW (外套周囲長) を示す。
- d) 頭部左側面図。ED (眼径) を示す。
- e) 右平衡石正面図。STL (平衡石全長), SRL (平衡石吻長), SWL (平衡石翼長), SDH (平衡石側丘高) を示す。
- f) 触腕穂の大吸盤。矢印で示した大歯間の小歯を計数。

図2 アカイカ精密測定部位

3 結果と考察

表3に、海域毎の各形質の比成長回帰式を示し、その適合度を知るために相関係数の t -検定を行った。その結果、北東太平洋海域の胴長 40 cm 以上のものを除いて高い相関を示した。

図3に腕長と鰭長、鰭幅の関係を、図4に頭幅、眼径の関係を示した。いずれの部位についても海域間で明瞭な差は認め難かった。

図5に胴長と第1腕の長さ、および吸盤数の関係を示した。腕長との関係では、胴長 40 cm 前後のところで変異幅が非常に大きくなっており、この様な傾向は他の腕においても同様に見られ、また、後述する触腕穂長との関係においても認められる。標本に供した 40 cm 前後の個体はすべて雌であって、内藤他(1977)が明らかにした成長、成熟の変曲点にほぼ一致するところから、あるいはそれらと関連があるのかも知れない。

一方、吸盤数は、他の腕においても同様であるが、発育するに従って曲線的に増加する傾向を示している。実際その様なものであるのか、あるいは若い段階のものでは肉眼で観察出来ないほど吸盤が小さいた

めに見掛上そうなるのかはよく解らない。

図6に胴長と外套周囲長、触腕穂長の関係を示した。外套周囲長では、海域間で明瞭な差は認め難いが、触腕穂長では胴長40 cm前後で北西太平洋海域の方が中央太平洋海域より大きい傾向を示している（F検定で有意）。

図7、8にそれぞれ胴長に対する漏斗軟骨の長さ、頸軟骨の長さ、幅の関係を示した。このうち頸軟骨長との関係においてのみ、北西太平洋海域と中央太平洋海域の間でF検定で有意であった。

図9に胴長と平衡石全長の関係を、図10に、同じく平衡石吻長（a）、翼長（b）、側丘高（c）の関係を示した。

平衡石は魚類の耳石に相当する左右1対のカルシウム組織で、漏斗基部、頭軟骨の腹側末端の平衡胞（Statocyst）の中にある。また、Clarke（1978）は、硬組織に乏しいイカ類で、平衡石が種によって異なった形状を持つことから分類学上の重要な形質の1つと注目している。

アカイカの平衡石は、全長2mmにみえない非常に小さなものであり、カルシウムの沈着によって厚みを増し肥大していくが、ばらつきが大きい。その傾向は翼（wing）、側丘（lateral dome）において同様である。しかし、吻（Rostrum）だけは比成長が判然としない。

また、いずれの部位についても海域間で明瞭な差は認め難かった。

すでに述べてきたように共分散分析の結果、若干の形質について海域間で差が認められたが、それらをまとめて図11に示した。右上半部が傾きの検定、左下半部が位置の検定結果である。

北西太平洋海域と中央太平洋海域の間で、頸軟骨長と触腕穂長について差が認められたが、他の海域間の比較（北西太平洋と北東太平洋、中央太平洋と北東太平洋）では、差が認められなかった。

以上の結果からアカイカの外部形態と平衡石において、3海域間で明瞭な差異は認め難かった。

ところで、沿岸性種であるヤリイカ類では、従来から同一種内で極めて変異に富むことが知られている。例えばKashiwada and Recksiek（1978）は、カリフォルニアヤリイカ *Loligo opalescens* において雌雄や成熟段階で、また海域の違いによって外部形態（触腕大吸盤の幅、第I・II腕長、両眼間隔など）に違いがあることを報告している。一般にヤリイカ類は、大規模な移動回遊を行わず、産卵はごく沿岸水帯の海底で沈性付着卵を生む。

一方、アカイカの場合は、極めて対称的な外洋種で、その産卵生態は今のところよく解らないが、村上（1979）は、成熟親魚の分布生態から、海山、海盆、海嶺といった海底地形と密接な関係があるだろうとしており、奥谷（1979）は、ソデイカ *Thysanoteuthis rhombus* に近い浮遊性卵塊を外洋的環境に産出すると推定している。いずれの場合でも、少なくとも環境としては比較的安定的な場所で産卵すると考えて間違いなさそうである。

こういったヤリイカ類とアカイカの間で考えられる産卵特性の違いは、当然以後の分布・移動・回遊特性にもつながっているわけで、こうした違いが形態変異の問題とも深く関連しているものと思われる。

しかし、今回得られた標本では3海域間で同じ発育段階のものどうしを比較することが出来なかったし、雌雄こみにして取り扱ったことや、比較する海域区分の設定にも問題があった。

従って今後は比較的資料の入手が容易である本邦近海において、外部形態の比成長のモデルを作り、これを基準にして他海域のものと適合するか、否かを再吟味する必要がある。また、併せてアカイカの分布・回遊・産卵等の生態的知見を豊富にしていき、これらを総合してアカイカの資源構造を明らかにしていきたい。

表3 3海域における胴長に対する各形質の比成長回帰式 $Y = aX + b$

形質	北西太平洋海域				中央太平洋海域				北東太平洋海域 40 cm <				北東太平洋海域 40 cm >			
	個体数	相関係数 (r)	高さ (b)	傾き (a)	個体数	相関係数 (r)	高さ (b)	傾き (a)	個体数	相関係数 (r)	高さ (b)	傾き (a)	個体数	相関係数 (r)	高さ (b)	傾き (a)
FL	39	0.980	-1.026	0.458	51	0.994	-9.371	0.477	9	0.977	1.295	0.447	20	0.985	-12.840	0.496
FW	39	0.964	-0.994	0.758	51	0.990	6.882	0.728	7	0.032 ^{NS}	351.974	0.047	20	0.962	12.347	0.696
HW	36	0.844	-1.643	0.212	46	0.970	2.484	0.195	8	0.250 ^{NS}	48.022	0.094	20	0.843	-12.428	0.245
ED	35	0.907	0.778	0.121	46	0.975	2.967	0.116	9	0.179 ^{NS}	48.586	0.022	19	0.915	-1.321	0.134
AL I	39	0.941	-44.105	0.569	51	0.964	-4.488	0.449	9	0.266 ^{NS}	164.488	0.108	20	0.953	-5.018	0.434
AL II	38	0.934	-50.366	0.681	50	0.965	-5.015	0.555	9	0.445 ^{NS}	157.926	0.211	20	0.965	-29.276	0.615
AL III	39	0.931	-33.713	0.653	49	0.953	-1.024	0.564	9	0.423 ^{NS}	153.912	0.242	20	0.971	-13.108	0.582
AL IV	39	0.943	-46.488	0.664	51	0.959	-1.440	0.540	9	0.538 ^{NS}	118.798	0.282	20	0.957	-9.286	0.534
TCL	38	0.900	-68.736	0.712	40	0.977	-5.557	0.502	8	0.253 ^{NS}	161.486	0.149	19	0.923	-50.675	0.655
OMW	39	0.962	0.783	0.650	51	0.992	-13.666	0.691	8	0.862	20.161	0.608	20	0.948	-15.122	0.689
NCL	39	0.935	0.868	0.113	51	0.991	-3.218	0.123	9	0.442 ^{NS}	39.352	0.035	20	0.338 ^{NS}	2.378	0.102
NCW	39	0.922	-3.902	0.053	51	0.987	-3.834	0.053	9	0.358 ^{NS}	9.263	0.025	20	0.562	-4.663	0.058
FCL	39	0.935	-0.517	0.111	51	0.987	-1.413	0.113	9	0.714 [*]	20.630	0.068	20	0.286 ^{NS}	-5.241	0.128
FCW	39	0.242 ^{NS}	-3.049	0.078	50	0.987	-5.413	0.084	9	0.282 ^{NS}	8.962	0.051	20	0.331 ^{NS}	-9.722	0.104
STL	39	0.766	0.8764	1.8×10^{-3}	50	0.939	0.9135	1.7×10^{-3}	9	0.284 ^{NS}	1.2757×10^{-3}	0.9×10^{-3}	19	0.810	0.762	2.2×10^{-3}
SWL	39	0.461	0.4166	1.4×10^{-3}	50	0.897	0.5450	1.0×10^{-3}	9	0.209 ^{NS}	0.8531	0.3×10^{-3}	19	0.668	0.4680	1.4×10^{-3}
SRL	39	0.259 ^{NS}	0.3576	0.3×10^{-3}	50	0.424	0.3792	0.2×10^{-3}	9	0.255 ^{NS}	0.1988	0.6×10^{-3}	19	-0.003 ^{NS}	0.4543	-0.0×10^{-3}
SDH	39	0.706	0.2929	0.9×10^{-3}	50	0.920	0.3253	0.8×10^{-3}	9	0.317 ^{NS}	0.4634	0.4×10^{-3}	19	0.722	0.2815	0.9×10^{-3}

相関係数(r)の t-test 無印 - Significant at the 1% level
 * - Significant at the 5% level
 NS - Not significant

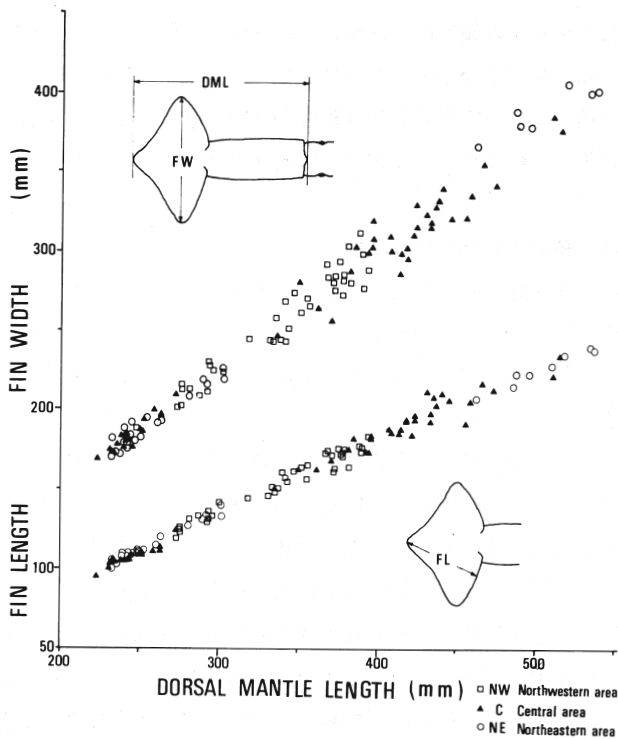


図3 胴長と鰭長、鰭幅の関係

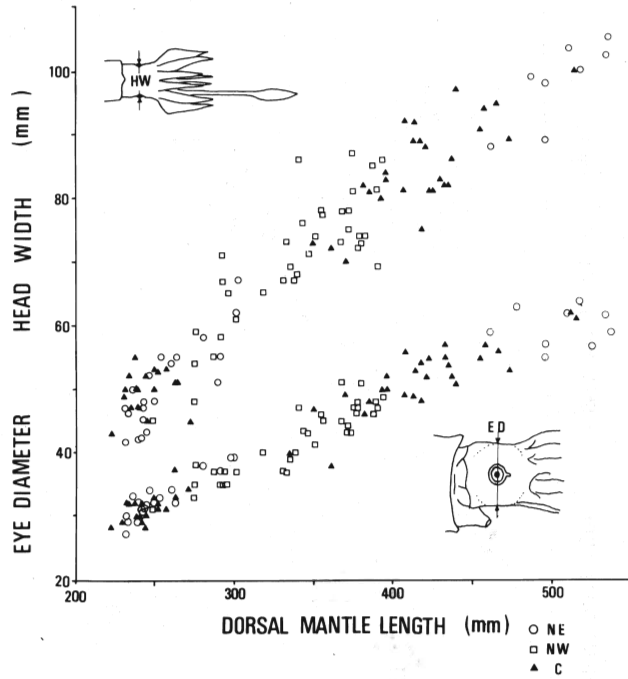


図4 胴長と頭幅，眼径の関係

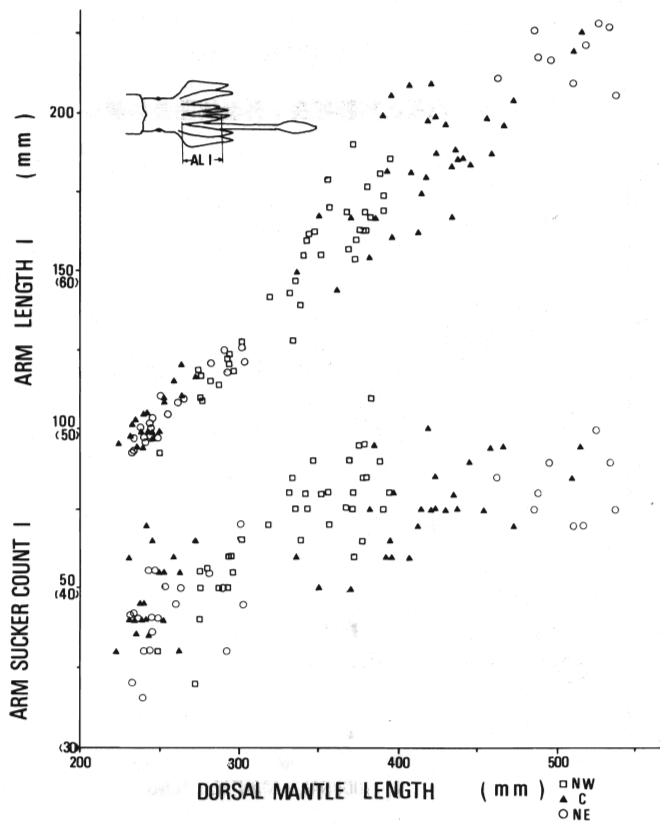


図5 胴長と第I腕長，第I腕吸盤数の関係

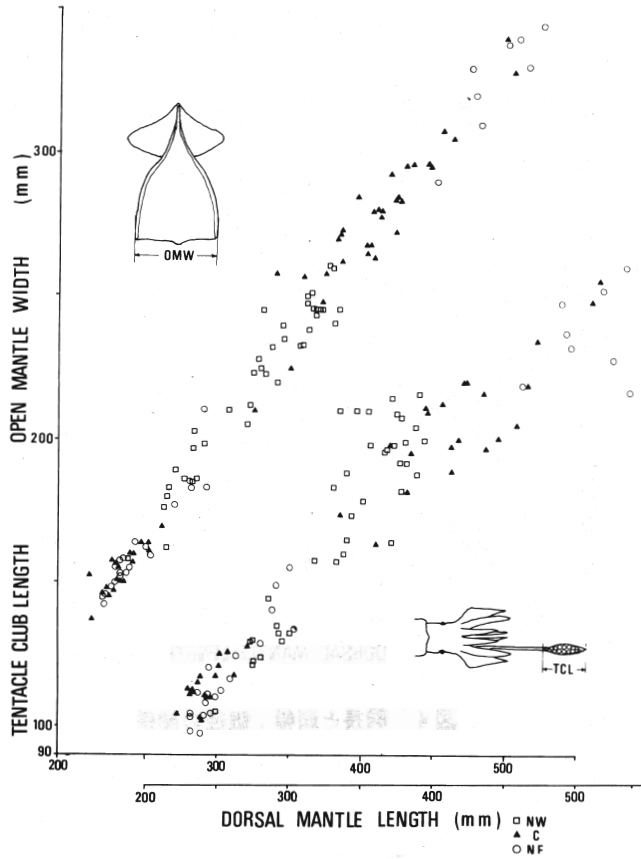


図6 胴長と触腕穂長，外套周囲長の関係

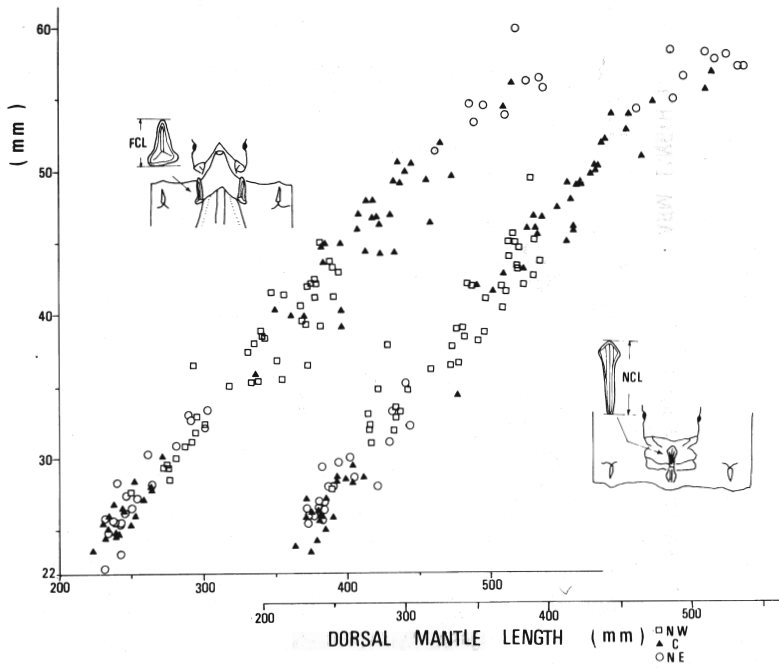


図7 胴長と頸軟骨長，漏斗軟骨長の関係

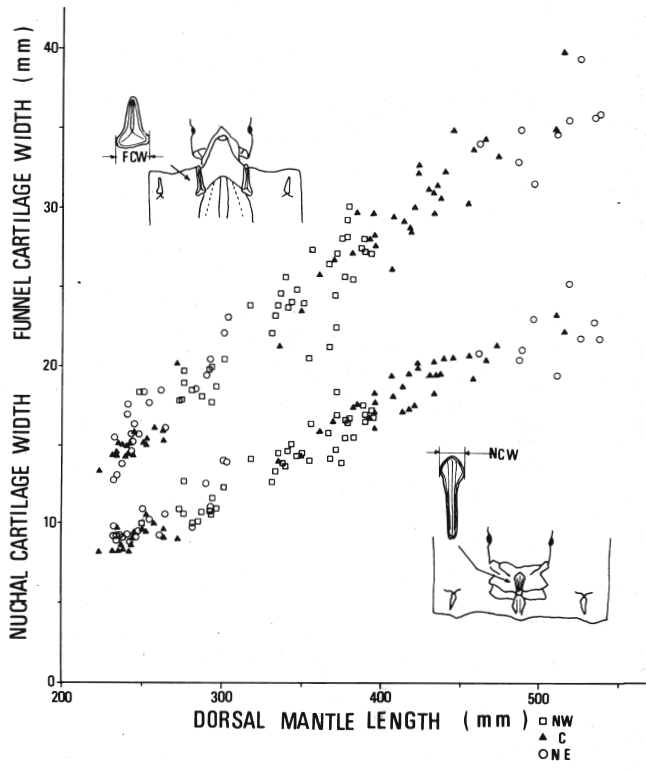


図 8 胴長と頸軟骨幅，漏斗軟骨幅の関係

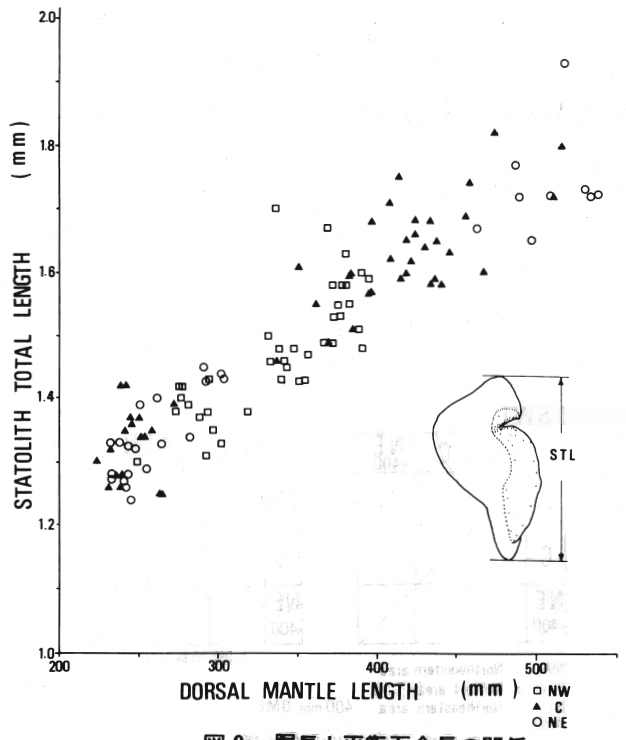


図 9 胴長と平衡石全長の関係

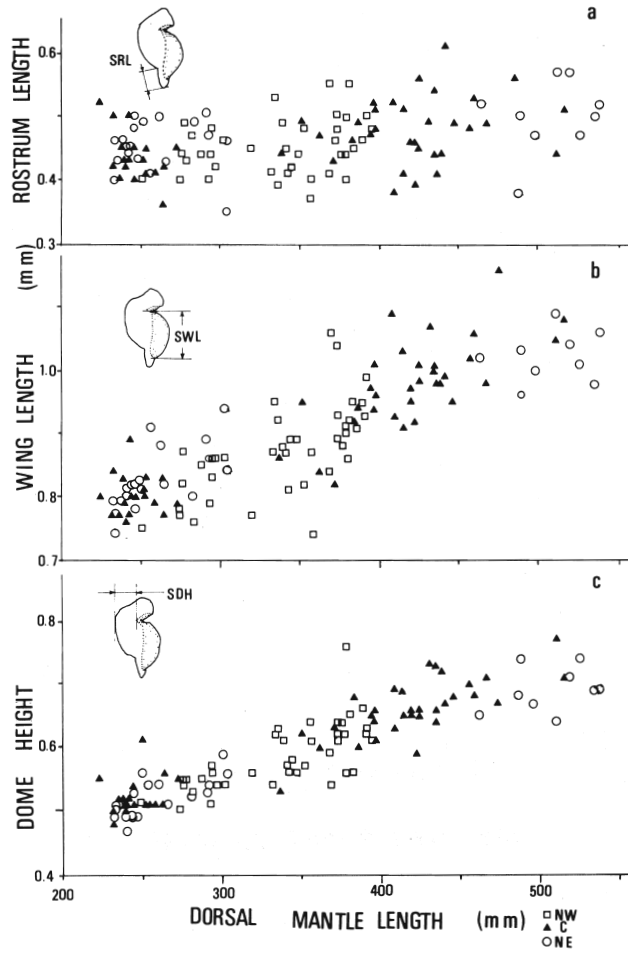


図 10 胴長と平衡石吻長(a), 翼長(b), 側丘高(c)の関係

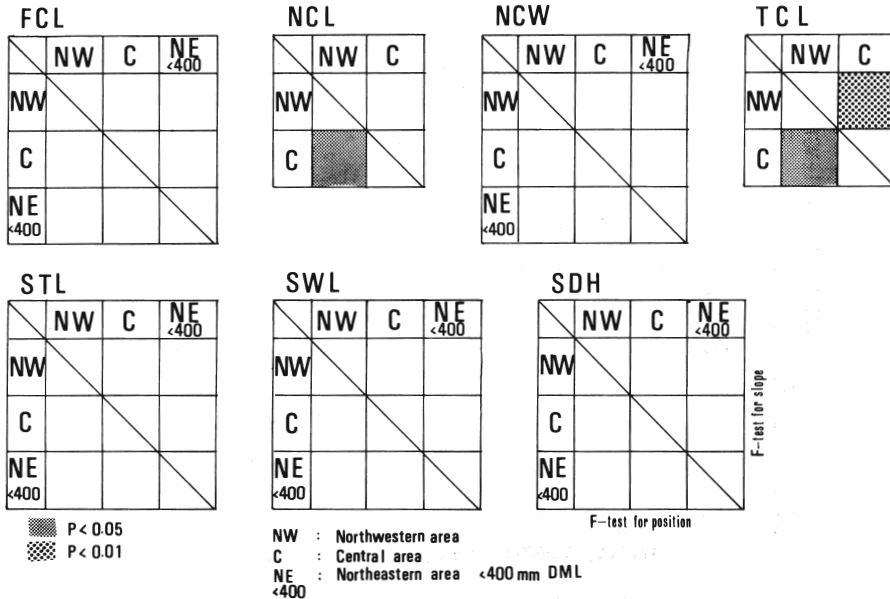


図 11 共分散分析結果

引用文献

- Clarke, M. R. (1978) : The cephalopod statolith - an introduction to its form. J.mar.biol. Ass.U.K. 58, 701 - 712.
- Kashiwada, J. and Recksiek, C. W. (1978) : Possible morphological indicators of population structure in the market squid, *Loligo opalescens* Fish Bull. 169, 99-111.
- 窪寺恒己 (1978) : 北太平洋亜寒帯水域に生息する外洋性イカ類 (テカギイカ科) の成長に伴う形態変化および稚仔期の分類. 北海道大学水産学部修士論文. 1 - 102. (英文, 未発表).
- 村上幸一 (1979) : 200カイリ時代における北海道沿岸漁業の今後の問題点. 4. アカイカ, ツメイカ類. 日本水産学会漁業懇話会報. 14. 42 - 51.
- 内藤政治・村上幸一・小林 喬 (1977) : 北西太平洋亜寒帯水域における外洋性イカ類の成長と食物. 北大水産, 北洋研業績集, 特別号. 339-351.
- 奥谷喬司 (1979) : 現生二鰓類の生態と分類-頭足類の生物学①-. 海洋と生物. 1, 19-23.

質 疑

安達 (島根水試) カリフォルニアのヤリイカでスタトリス (平衡石) を使って年令と成長を検討し, その寿命を1年半と推定していると思いますが, アカイカについてスタトリスを使って年令・成長を検討できる可能性があるかどうか. 言いかえれば, 日間・月間の成長のリングが見られるかどうかお聞かせ下さい。

中田 窪寺が最近アカイカのスタトリスについて削ってみたところ, ある間隔をもってリングのあることが実際に確認されております. それが実際にアカイカの日間・月間の成長を示すものなのかはわかりません。

奥谷 (科学博物館) ①腕長とか鰭の幅などと外套長と比較しているのは定法ですが, スタトリスはアカイカでは2mm前後と思われ, この小さなものと外套長500mmのものとの比較は, 比較対象があまり良くないのではないかと思います. むしろ, 何らかのインデックスのようなものとの比較の方が良いのではないかと考えております。

②今回行われた研究は, 分類学的なものの分離というものが頭であって進められたのですが, そうしますと, 例えば鰭の長さの測定部位が非常にこの研究では特殊でして, 一般には鰭の長さは鰭のベースを測るのが普通です. それから腕長が比較において外套長とうまくいかないのは, 軟らかく伸縮することによるもので, 近頃の分類学的研究では, 腕の長さは腕の吸盤の一番初めの吸盤から先端までを測定しています. 従って, この研究が進んで, アカイカの中の亜種あるいは個体群の識別といった分類学的な基礎にもとづくものになってゆくときには, 他の種類の分類学的研究に使われた部位を使用した方が将来的には良いのではないかと思います。

③いろんな点で綿密な調査を実施され, 硬組織が少ないものについて苦心されていますが, どうしてビーク (口ばし) の測定をしなかったのか. 先ほどのスタトリスとの関係もありますが, 最近, 比成長の問題に外套長すら安定ケースとみないで, 外套を測らないで, ペン (グラデュウス) を測定するなど,

硬組織ということに非常に着目されているのに、この際、これだけの精密な取り扱いにビークをとり入れられなかったのはどうしてか。とり入れられたら良かったと思います。

以上3点コメントを含めて質問します。

中田 硬組織としてのビークをとり上げなかったのかとのことについては、測定する方であまりイカを知らなかったために、ビークそのものは採取したのですが、乾燥させた状態で長時間放置したために、標本が変形し残念ながら測定できないということになってしまいました。

市川（開発センター） ちょっと疑問に思ったことですが、触腕の長さを測っておられますが、海中で遊泳している自然状態での触腕の長さ、釣りにかかった後の状態とではかなり長さが違うのではないかと思います。初歩的な質問ですが、この点説明して下さい。

中田 その部分についての説明を省略してしまいました。触腕長、第3腕中央の吸盤数、吸盤の角質環の歯数および触腕の大吸盤角質環歯数は、隣接する吸盤同士、左右によって変異が大きい。触腕長についても生の状態で測った場合には全く使用できないということで、測定はしたが、すべて解析の部分からはカットしています。

浜部（日水研） 奥谷さんの質問にありましたビークの測定のほか、もう一つラグラという口の中のハジタについても取り入れられたらよいのではと思います。もう一つは、外国の文献を見ても盛んに使っているのが精莢の内部形態です。これはイレックスの場合では形態が違うようです。これらも形態的には使えるのではないかと思いますので、今後の展開に考えていただけたらよいのではと思います。ご報告を聞いての感想です。