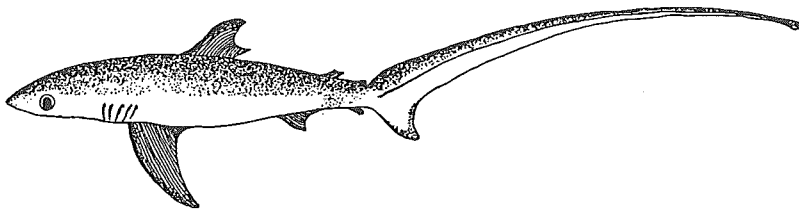


板鰓類研究連絡会報 第19号

Report of Japanese Group for
Elasmobranch Studies
No. 19



Alopias pelagicus Nakamura

板鰓類研究連絡会 1985年1月 January, 1985
Japanese Group for Elasmobranch Studies

名誉会長 石 山 礼 蔵
会 長 水 江 一 弘（長崎大学水産学部）
事 務 局 〒 852 長崎市文教町 1 - 14
長崎大学水産学部内
板鰓類研究連絡会

Office JAPANESE GROUP for
ELASMOBRANCH STUDIES
Faculty of Fisheries
Nagasaki University,
1-14 Bunkyo-Machi
Nagasaki 852, Japan

目 次

Contents

仲 谷 一 宏	大陸棚斜面未利用資源調査により漁獲された軟骨魚類	1
Kazuhiro Nakaya	Sharks, Skates, Rays and Chimaeras Taken from Continental Slopes around Japan	
中 野 秀 樹	北太平洋におけるヨシキリザメの分布と生物学的特性	9
Hideki Nakano	Distribution and Biological Characteristics of the Blue Shark in the Central Pacific Ocean	
西 田 清 徳	日本産トビエイ亜目魚類6科6種の骨格系の比較解剖	21
Kiyonori Nishida	Comparative Skeletal Anatomy of Six Myliobatoid Fishes from Japan	
田 中 彰	米国サメ行脚	43
Sho Tanaka	An Account of a Travel in US for the Shark Research	
文 献 紹 介		47
Paper review		

大陸棚斜面未利用資源調査により 漁獲された軟骨魚類

Sharks, Skates, Rays and Chimaeras taken
from Continental Slopes around Japan

北海道大学水産学部

Faculty of Fisheries,
Hokkaido University

仲谷 一宏

Kazuhiro Nakaya

いあゆる 200 海里問題に伴って、日本がそれまで海外の大陸棚水域から得ていた海洋動物蛋白質の確保が困難な情勢となつてきている。この問題を解決する一助として、水産方は我国周辺の深海部を見直し、新漁場開拓と当水域の資源評価を目的に大陸棚斜面未利用資源精密調査を企画し、昭和53年から55年の3年間、北転船によって日本各地で大がかりな調査を実施した。この調査には日本各地の大学関係者も協力し、多くの成果が得られた。このうち記録された魚種の分類については、当時、南西海区水産研究所におられた三谷文夫氏のご協力もあつて図鑑として出版されることとなった。この図鑑は昭和57年にその第1集が刊行され、現在も引き続いて毎年出版されてきている。^{*}脚注 これらの

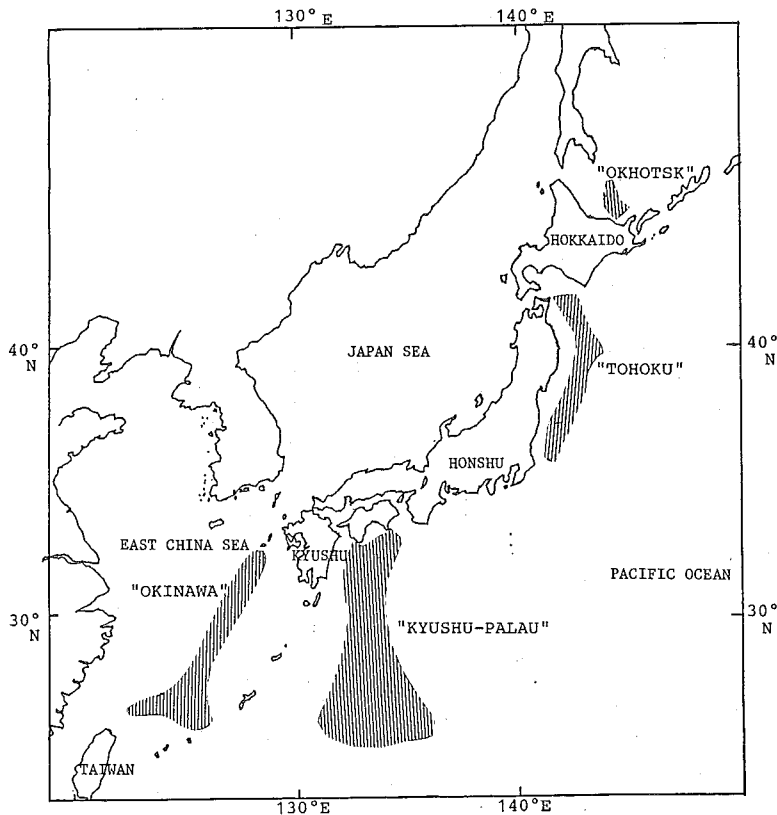


Fig. 1. Areas of research.

"OKINAWA": Okinawa Trough and adjacent waters, "KYUSHU-PALAU": Kyushu-Palau Ridge and Tosa Bay, "TOHOKU": North-eastern sea of Japan, "OKHOTSK": Okhotsk Sea off Hokkaido.

- ※。九州-パラオ海嶺ならびに土佐湾の魚類 (Fishes of the Kyushu-Palau Ridge and Tosa Bay), 岡村収・尼岡邦夫・三谷文夫編, 222 カラー図版, 435 頁。
- 「東北海域、北海道オホーツク海域の魚類」(Fishes from the north-eastern sea of Japan and Okhotsk Sea off Hokkaido), 尼岡邦夫・仲谷一宏・新谷久雄・安井達夫編, 189 カラー図版, 371 頁。
- 「沖縄・伊豆半島及び周辺海域の魚類 I」(Fishes of the Okinawa Trough and the adjacent waters I), 岡村収・北島忠弘編, 250 カラー図版, 414 頁, なお, I は円口類からアンコウ目までで, それ以後の分類群については, 来る昭和60年春に刊行の予定となっている。

図鑑ではこの調査で漁獲されたほとんど全ての種の写真が提示され、解説されている。軟骨魚類については筆者が担当し、一部東北沖調査のサメについては白井滋氏(現日本NUS)が分担した。軟骨魚類もかなりの数が漁獲されたので、今回はこの一連の調査で記録された軟骨魚類についてご紹介をかねて述べてみたいと思う。

1. 調査の概要

調査の対象となった海域は東シナ海のいわゆる沖縄舟状海盆域(以後、沖縄舟状海盆と略す)・土佐湾および九州、パラオ海嶺域(同、九州・パラオ海嶺)・茨城県から青森県に至る本州沖の太平洋(同、東北海域)・網走沖のオホーツク海(同、オホーツク海域)である(Fig.1)。調査水深は100~1500mに及び、沖縄舟状海盆は7ヶ月、九州パラオ海嶺3ヶ月余、東北海域は4ヶ月余、オホーツク海は3ヶ月の調査であった。使用漁具は主にトロールであるが、他にたて縄、エビカゴなども併用された。

2. 調査結果

本調査の目的とするところは、前に述べた様に新漁場開拓および資源評価で、その結果の一部は前出の図鑑にも解説されている。さらに詳しい分析が各担当の水産研究所等で行なわれつつあり、順次公表されると思うので、資源関係に興味をお持ちの方はそちらを参考にしていただきたい。私の興味は軟骨魚類の分類や軟骨魚類相であり、ここでは専らこれらの側面を述べる。

1). 記録された軟骨魚類

3年間にわたる日本各地での調査の結果、採集された軟骨魚類は17科35属69種にのぼった(Table 1, 2)。日本魚類学会編の日本産魚名辞典によると、日本近海産軟骨魚類として158種(若干問題点があるが、ひとつの参考として)がリストアップされている。したがって、今回の一連の調査ではその4割以上にあたる軟骨魚類が記録されたことになる。この中には分類学的に、又は、生物地理学的に興味ある種が多数含まれているので、まず、それらについて以下に説明する。

ラブカ

Chlamydoselachus anguineus;

ラブカは今や地中海などの付属海を除いた主要な大洋に広い分布が認められている。日本近海では、ご存知の様に専ら相模

Table 1. Species and occurrence (marked p) of sharks in four regions.

Family Species	Regions			
	OKINAWA	KYUSHU-PALAU	TOHOKU	OKHOTSK
Chlamydoselachidae ラブカ科				
<i>Chlamydoselachus anguineus</i> ラブカ	p	-	-	-
Hexanchidae カグラサメ科				
<i>Heptranchias perlo</i> エドアブラサメ	p	p	-	-
Alopiidae オナガサメ科				
<i>Alopias superciliosus</i> ハチワレ	-	p	-	-
<i>Alopias pelagicus</i> ニタリ	p	-	-	-
Scyliorhinidae トラサメ科				
<i>Cephaloscyllium umbratile</i> ナスカサメ	p	-	-	-
<i>Scyliorhinus torazame</i> トラサメ	p	-	-	-
<i>Apristurus japonicus</i> ニホトハラサメ	p	-	-	-
<i>Apristurus macrorhynchus</i> ナガハラサメ	p	-	-	-
<i>Apristurus longicephalus</i> テンハラサメ	p	-	-	-
<i>Apristurus</i> sp.	-	-	p	-
<i>Galeus eastmani</i> ヤモリサメ	p	-	-	-
<i>Galeus nipponensis</i> ニホヤモリサメ	-	p	-	-
<i>Parmaturus pilosus</i> イモリサメ	p	p	-	-
Triakidae ドチサメ科				
<i>Proscyllium habeneri</i> タイワンサメ	p	-	-	-
<i>Proscyllium venustum</i> ヒョウサメ	p	-	-	-
<i>Mustelus manazo</i> ホシサメ	p	p	-	-
<i>Hemitriakis japonica</i> エイラクブカ	p	-	-	-
Sphyrnidae シュモクサメ科				
<i>Sphyrna lewini</i> アカシュモクサメ	p	-	-	-
Squalidae ツノサメ科				
<i>Squalus mitsukurii</i> フトツノサメ	p	p	-	-
<i>Squalus japonicus</i> トガリツノサメ	p	-	-	-
<i>Etmopterus lucifer</i> フジツシブ	p	p	p	-
<i>Etmopterus princeps</i> フトカラスサメ	-	p	-	-
<i>Etmopterus pusillus</i> カラスサメ	-	p	-	-
<i>Etmopterus unicolor</i> ニセカラスサメ	-	-	p	-
<i>Etmopterus</i> sp.	-	p	-	-
<i>Centroscyllium ritteri</i> カシミサメ	-	-	p	-
<i>Centroscyllium kamoharui</i> ハダカサメ	p	-	-	-
<i>Centroscyllium</i> sp. (a)	-	p	-	-
<i>Centroscyllium</i> sp. (b)	-	p	-	-
<i>Scymnodon squamulosus</i> ヒロウダサメ	p	-	p	-
<i>Scymnodon obscurus</i> スジヒロウダサメ	-	p	-	-
<i>Centrophorus squamosus</i> モミジサメ	-	-	p	-
<i>Centrophorus acus</i> タロウサメ	p	-	-	-
<i>Centrophorus scalpratus</i> オキナワサメ	p	-	-	-
<i>Deania calcea</i> ヘラツノサメ	p	-	-	-
<i>Squaliolus laticaudus</i> オビコビトサメ	p	p	-	-
Squatinae カササメ科				
<i>Squatina nebulosa</i> コロサメ	p	-	-	-

湾を中心とした海域から良く知られているが、本調査では沖縄舟状海盆から採集され、東シナ海での初記録となった。

テングヘラザメ Apristurus longicephalus :

本種は若い雄1尾しか知られていなかったが、沖縄舟状海盆から多量に採集され、土佐湾から東シナ海の深海部にかけて分布していることが確認された。また、その後、吻の長い別のヘラザメの標本が発見され、現在分類学的調査を行ないつつある。

ヘラザメ属の一種 Apristurus sp. :

この種は東北海域で多量に漁獲されたが、以前から北日本の太平洋から相当量とれることがわかっていた。この種は分類学的に未解決であるが、多量に漁獲されることもあるので、早急な分類学的解決を目指している。

フトカラスザメ Etmopterus princeps :

この種の分布域は北部大西洋であるが、九州・パラオ海嶺から初めて漁獲された。この個体は1000 m以深で漁獲されたが、この様な深海性魚類は遠く離れた所で発見されることも稀ではない。

カラスザメの一種 Etmopterus sp., カシミザメの一種 Centroscyllium sp. :

これらに属する個体は既知種とはいくつかの点で相異し、白井滋(前出)と分類学的に検討中である。

スジビロウドザメ Scymnodon obscurus :

矢野・田中(1984)により、obscurus はビロウドザメのシノニムと考えられるに至っている。

ガンギエイ属の一種

Raja sp. :

Table 2. Species and occurrence (marked p) of skates, rays and chimaeras in four regions.

東北海域で1個体、オホーツク海で1個体の計2個体が得られたが、その外部形態からして少なくとも同一種ではないかと考えられる。これらの個体は日本近海で知られているガンギエイ属の種類とは交接器の構造など外部形態的にかなり異質である。現在、この2尾はガンギエイ属の Amblyraja 亜属に属し、日本既知のガンギエイ属魚類とは亜属レベルで異なっていることが判明している。北大西洋の寒海に分布する R. hyperborea とは形態的にかなり類似しているが、その分類や分布等の詳細については M. Stehmann, 石原 元 両氏と研究中である。

チヒロカスベ

Bathyrāja abyssicola :

この種は北大米大陸北西部沖の太平洋深海部からのみ報告があり、極めてわずかの個体

Family Species	Regions			
	OKINAWA	KYUSHU-PALAU	TOHOKU	OKHOTSK
Torpedinidae シビレイ科				
<u>Torpedo tokionis</u> ヤマトシビレイ	p	-	p	-
Rhinobatidae サカタザメ科				
<u>Rhinobatos schlegelii</u> サカタザメ	p	-	-	-
Rajidae ガンギエイ科				
<u>Raja kenoei</u> ガンギエイ	p	-	-	-
<u>Raja acutispina</u> モヨウカスベ	p	-	-	-
<u>Raja macrocauda</u> キツネカスベ	p	-	-	-
<u>Raja gigas</u> ゾウカスベ	p	p	-	-
<u>Raja</u> sp.	-	-	p	p
<u>Bathyrāja tobitukai</u> トビツカエイ	p	-	-	-
<u>Bathyrāja abyssicola</u> チヒロカスベ	-	-	p	-
<u>Bathyrāja diplotaenia</u> リボンカスベ	-	-	p	-
<u>Bathyrāja matsubaraei</u> マツバラエイ	-	-	p	-
<u>Bathyrāja caeluronigricans</u> ツツスベ	-	-	-	p
<u>Bathyrāja notoroensis</u> ノトロカスベ	-	-	-	p
<u>Bathyrāja aleutica</u> アラスカカスベ	-	-	p	p
<u>Bathyrāja violacea</u> キタノカスベ	-	-	-	p
<u>Bathyrāja minispinosa</u> スズメカスベ	-	-	-	p
<u>Bathyrāja lindbergi</u> コマンドルカスベ	-	-	-	p
<u>Bathyrāja smirnovi</u> ドブカスベ	-	-	-	p
<u>Bathyrāja</u> sp.	p	-	p	-
<u>Rhinoraja longicauda</u> オナガカスベ	-	-	p	-
Anacanthobatidae ホコカスベ科				
<u>Anacanthobatis borneensis</u> イトヒキエイ	p	-	-	-
Dasyatidae アカエイ科				
<u>Dasyatis violacea</u> カラスエイ	-	p	-	-
<u>Urolophus aurantiacus</u> ヒラタエイ	p	-	-	-
<u>Urotrygon daviesi</u> アスエイ	p	p	-	-
Hexatrygonidae ムツエラエイ科				
<u>Hexatrygon longirostra</u> ムツエラエイ	p	-	-	-
Myliobatidae トビエイ科				
<u>Myliobatis tobiiei</u> トビエイ	p	-	-	-
Chimaeridae キンサンザメ科				
<u>Hydrolagus barbouri</u> コノホシギンザメ	-	-	p	p
<u>Hydrolagus purpureus</u> ムササギザメ	-	-	p	-
<u>Hydrolagus mitsukurii</u> アカギンザメ	p	-	-	-
<u>Chimaera phantasma</u> キンサンザメ	p	-	-	-
Rhinochimaeridae テングギンザメ科				
<u>Rhinochimaera pacifica</u> テングギンザメ	p	-	p	-
<u>Harriotta raleighana</u> アズマギンザメ	p	-	-	-

数しか獲れていないが、本調査では東北海域の1070-1100mの水深から1尾採集された。本種の記録水深は1000-2900mの超深海であるため、チヒロカスベなる和名を提唱した。

スベスベカスベ *Bathyraja minispinosa*, コマンドルカスベ *Bathyraja lindbergi*: 石山・石原(1977)がカムチャツカ半島東岸からベーリング海にかけて分布する種として発表したものであるが、本調査でオホーツク海から採集され、オホーツク海南部まで分布していることが判明した。

ソコガンギエイ属の一種 *Bathyraja* sp.: 東北海域で多数、沖縄舟状海盆で1尾が採集された。東北海域からの個体については石原元氏が見解を発表することになっている。一方、沖縄舟状海盆の標本については、形態的には東北海域の個体と類似しているが、他のソコガンギエイ属の種の分布の様相を考慮すると、東北海域からの個体と沖縄舟状海盆の個体が同一種なのか検討してみる必要があるのではないかと考えている。

イトヒギエイ *Anacanthobatis borneensis*: これは沖縄舟状海盆の630-1000mから採集されたが、同時にとれた標本に基づいて石原(1984)が日本初記録として報告している。

ウスエイ *Urotrygon daviesi*: 本種は九州・パラオ海嶺と沖縄舟状海盆で採集された。この種は南アフリカで記載され(Wallace, 1967), その後ハワイ(Tinker, 1978)と日本近海で採集された。本調査によると、漁獲水深は205-395mと浅く、はたして、これらが同一種なのか若干疑問が残る。将来、再度その分類を検討してみる必要があると思う。

ムツエラエイ *Hexatrygon longirostra*: 本種は奄美大島の北西はるか沖合の水深710mの所から採集された。石原・岸田(1984)は、東シナ海からムツエラエイの報告をしているが、これは本調査で漁獲され、記載されている個体と同一のものである。査定および学名については同報告に従った。6鰓孔をもつエイは Heemstra and Smith(1980)による南アフリカからの *H. bickelli* と Zhu et al.(1981)による本種の2種のみで、記録されている個体数も前者で1個体、後者で本調査の1個体を含めて2個体のみである。南アフリカ産の *H. bickelli* と本種は石原・岸田(同上)によると吻の形状の差により区別できるという。

2). 各調査海域の軟骨魚類の特性

本調査は349トン型の北転船を用い、主としてトロールによってなされた。調査期間等が各海域で異なるため厳密な比較はできないが、海域によりその軟骨魚類に差が見られるので、各調査海域の軟骨魚類相を考察してみるのも興味深い。

本調査全体で採集された

軟骨魚類は17科35属69種で、このうち沖縄舟状海盆では17科33属42種、九州・パラオ海嶺7科13属17種、東北海域6科11属18種、そしてオホーツク海域では2科3属9種が漁獲された(Table 3)。これを各分類ランクの中での全

Table 3. Numbers of families, genera and species collected.

Regions	OKINAWA	KYUSHU-PALAU	TOHOKU	OKHOTSK	Total
Family	17 (100%)	7 (41%)	6 (35%)	2 (12%)	17 (100%)
Genus	33 (94%)	13 (37%)	11 (31%)	3 (9%)	35 (100%)
Species	42 (61%)	17 (25%)	18 (26%)	9 (13%)	69 (100%)

(): Percentage of total number in each taxonomic rank.

採集軟骨魚類に対する割合を見ると、沖縄舟状海盆では科ランクで100%、属ランクで94%、種のランクで61%もの分類群が記録されたことになる。一方、北のオホーツク海では科で12%、属9%、種で13%の分類群しか記録されなかった。また、九州・パラオ海嶺と東北海域はこれらの中間的な値を示している。つまり、沖縄舟状海盆、九州・パラオ海嶺、東北海域、オホーツク海の順に各分類群の数が減少し(九州・パラオ海嶺と東北海域の種数のみがお互いに逆である)、軟骨魚類にも南へ行く程分類群が多く、逆に北へ行く程その多様性が減少する傾向が見られる。この傾向はとくに上位分類群で顕著で、沖縄舟状海盆で33属もの軟骨魚類が見られたのに反し、オホーツク海ではわずか3属しか記録されなかった。沖縄舟状海盆と九州・パラオ海嶺は比較的近い位置関係にあるが、その分類群の数には極端な差異が見られる。また、北の要素の強い東北海域とオホーツク海の間にも大きな差がある様である。

では、各調査海域の軟骨魚類を科毎にまとめて見てみよう(Table 4)。沖縄舟状海盆と九州・パラオ海嶺では、最も多くの種が採集された科はいづれにおいてもツノザメ科であった。次いで前海域ではトラザメ科、ガンギエイ科と続き、後海域ではトラザメ科とアカエイ科が同数で2位

Table 4. Number of species in families and rank of families in four regions.

OKINAWA		KYUSHU-PALAU		TOHOKU		OKHOTSK	
1. Squalidae	9 (21%)	Squalidae	9 (53%)	Rajidae	8 (44%)	Rajidae	8 (89%)
2. Scylliorhinidae	7 (17%)	Scylliorhinidae	2 (12%)	Squalidae	5 (28%)	Chimaeridae	1 (11%)
3. Rajidae	6 (14%)	Dasyatidae	2 (12%)	Chimaeridae	2 (11%)		
4. Triakidae	4 (10%)	others		others			
5. Dasyatidae	2 (5%)						
6. Chimaeridae	2 (5%)						
7. Rhinochimaeridae	2 (5%)						
8. others							

(): Percentage of species number in each region.

を占めている。さらに沖縄舟状海盆ではドチザメ科、アカエイ科、ギンザメ科およびテングギンザメ科で2種以上が記録されている。この両海域は第1位がツノザメ科であること（種数も9種で同じ）では似ているが、この科の全体に占める割合では異なっている。すなわち、沖縄舟状海盆ではツノザメ科の種数は全出現種数の2割で、第2位のトラザメ科ともそれ程大きな出現種数の差はなく、さらに第3位のガンギエイ科までを含めて、これら3科の合計種数が海域全体の種数の半分以上を占める。しかし、九州-パラオ海嶺では第1位のツノザメ科の種だけで全体の出現種数の半分以上を占めるのである。言いかえると、両海域で同種記録されたツノザメ科以外の部分の軟骨魚類の量と質に大きな差が見られるということになる（勿論、ツノザメ科内でも詳しく見ると質に差異があるが、ここでは問題にしない）。つまり、沖縄舟状海盆ではツノザメ科に匹敵するか、それに近い種数が記録された分類群がいくつかあり、さらにそれ以外にも多くの科に属する多様な軟骨魚類が採集されているが、九州-パラオ海嶺ではツノザメ科以外に46科しかなく、しかも、トラザメ科・ガンギエイ科・ドチザメ科など沖縄舟状海盆で種が多数出現した科で種数が少なかった。一方、北の2海域を見ると、この調査水域で最も優勢な分類群は共にガンギエイ科で、東北海域では軟骨魚類の種の半分近くが、オホーツク海では実にその9割がガンギエイ科の種で占められている。東北海域では次いでツノザメ科、ギンザメ科の種が多いが、オホーツク海ではガンギエイ科以外の軟骨魚類はコノホシギンザメのみであった。東北海域はツノザメ類が比較的多い点で南の2海域に似ているが、圧倒的にガンギエイ科の占める割合が多いことでは東北海域とオホーツク海は南の2海域とは明らかに様相を異にしている。特にオホーツク海はサメ類が皆無で、しかもガンギエイ科がその軟骨魚類のほとんど全てを占めることで他の3海域と極端に異質である。

各調査海域の軟骨魚類の特徴を簡単に述べたが、これら4海域は各々が特徴ある軟骨魚類相を有していることが明らかとなった。では、これらの軟骨魚類相の差を生じさせた要因等について考察してみよう。まず、南の2海域、沖縄舟状海盆と九州-パラオ海嶺であるが、両海域はほぼ同緯度にあり、近接した海域であるにもかかわらず、軟骨魚類の数や構成している種類に大きな差が見られた。この要因としては大陸棚や太平洋深海部に対する両海域の開わり合いや位置関係にある。地形的に見ると、沖縄舟状海盆は中国大陸と南西諸島から張り出した陸棚にある“盆地”であり、九州-パラオ海嶺の調査地点は太平洋の深海底からそびえ立つた“山の頂”である。つまり、沖縄舟状海盆は大陸棚や浅海の影響を強く受ける海域であり、九州-パラオ海嶺は土佐湾を除き、より強い外洋や深海の影響下にあると言える。事実、沖縄舟状海盆では、あまり遊泳力の強くないもの、海底とより密接な生態をもつもの、沿岸性の強いものなどが多く、これらは周囲の陸棚や浅海から直接海盆に侵入したと考えられる。しかし、陸棚地域とは深海により隔たれている九州-パラオ海嶺には浮遊卵や浮遊期を全くもたない軟骨魚類にとつては自力で泳ぎ渡るしか方法がない。九州-パラオ海嶺をとりまく5,000 m以上の深海平原が陸棚斜面の1,000 m内外の深さに生息する軟骨魚類にとつて具体的にどのような点で障害となるのかは不明だが、少なくとも遊泳力の弱いものなどにとつては、かなりのバリアーとなることは確実である。九州-パラオ海嶺の採集軟骨魚類を見ると、ツノザメ類の多くのものはこのバリアーを物ともせず、“大海原”を渡り切ったと考えられるが、その他の軟骨魚類はこの“大海原”が大きな障壁となつて、ここまで分布できない種が多いのではなかろうか。

“盆地”の沖縄舟状海盆にもツノザメ類が多いが、これは南部にある深みなどを經由して、本来陸棚から由来したグループの“なわばり”にうまく浸入し、再生産している(?)と考えられる。つぎに、北の東北水域とオホーツク海をみよう。ここではガンギエイ科が優先していることはすでに述べたが、この科の中でも Ishiyama(1958)により北方性とされたソコガンギエイ属やクジカスベ属で占められ、北方から東北水域にまで分布を広げているのがよくわかる。また、ツノザメ類が東北水域にまで見られ、しかもそのうちの2種が南の2海域と共通している。これらのことはツノザメ類にとつては東北海域が南の2海域と生息環境という点であまりちがわないということであろうか。しかし、オホーツク海にはツノザメ類が全く見られなかったが、このことはオホーツク海が彼らの生活にとつて不適なのか、それとも千島列島の浅海がバリアーとして強く働いてオホーツク海の“盆地”である調査海域には“たくまじい”ツノザメ類をさえも侵入できないでいるのであろう。

上の論議と一部重複するが、分類群別に全調査海域を見渡してみよう。サメ類・エイ類という形で見ると、サメ類は南の海域に多く、北へ行く程に減少している。一方、エイ類は海山域には少なく、それ以外の3海域にはほぼ均等に分布している。このことは、同じ板鰐魚類として兄弟関係にありながらも、サメ類とエイ類は異った分化過程を経ていることを暗示しているのではないだろうか。つまり、サメ類は南方から由来したが、全体に南の沿岸域やその沖合域で分化・発展している様である。しかし、エイ類では、ガンギエイ科、特にその中でもソコガンギエイ属だけが他のエイ類や板鰐類の分布域から大きく北側に突出し、さらに大西洋の北極海近辺に生息する種とごく近似の種(または同一種)が北の海域に発見されている。これらのことは、エイ類の系統回遊がサメ類程単純でなく、やはり、北方から由来したエイ類と南から派生したエイ類の2グループがあると見た方が理解しやすいのではないだろうか。九州-パラオ海嶺では、エイ類は3種のみ記録され、他の海域と比較すると極端に少ない。その中味を見るとゾウカスベは土佐湾で記録されており、厳密な意味で海山部で採集されたものはカラスエイとウスエイのみであり、海山域でのエイ類の占める割合はもつと減少する。カラスエイは遊泳力の強い外洋(表層)性の種であり、ウスエイは南アフリカからハワイに至る分布をするが、遊泳力は決して強いとは思われないので、超深海にもうまく適応している種ではないかと考える。本調査のデータだけで推論するのは無謀であるが、大部分のエイ類で(特にガンギエイ類)、5000m余の深海は大きな障壁となっているものと考えられる。トラザメ科のサメは元来が沿岸浅海性で、深海にその一部が適応していると考えられている。深海性トラザメ類の記録を見ると、海山部では2種が採集されているにすぎず、このグループにとつても、深海部が分布を拡大する障壁となっているのであろう。これらの分布の様相からすると、トラザメ類は依然として浅海や陸棚とその斜面附近に生息している魚類であり、ツノザメ類に見られる様に超深海を飛びこえた広域分布をしているものは少ないのではないだろうか。ドチザメ科は沿岸性のグループで、その中のホシザメが九州-パラオ海嶺における調査海域で採集されているが、これは土佐湾で記録されたものである。ツノザメ科については前節で考察したが、世界各地でのその分布を見ると、彼らはサメ類の中で最もたくましく、世界の海洋に進出し、他のサメ類では入り込めなかった様々な環境にも最もうまく適応放散して行ったグループであると思う。ギンザメ目では2科が記録され、陸に近い南北の3水域では、ギンザメ類が採集されているが、九州-パラオ海嶺では全く採集されなかった。土佐湾には明らかに分布している事実があるが、沖合の海山域には分布していないのであろうか。これが事実であれば興味深いことである。

3). 軟骨魚類相から見た各海域の近縁性

最後に、各海域の関係を共通種の出現という点から見てみよう(Table 5)。この結果によると、沖縄舟状海盆と九州-パラオ海嶺、東北海域とオホーツク海がやはり近い関係にあると言えよう。東北海域にはツノザメ類に南の2海域と共通の種が見られ、ツノザメ類から見るとこれら3海域はやや近い関係となるが、他の分類群ではほとんど共通のものが無い。オホーツク海は沖縄舟状海盆や九州-パラオ海嶺とは全く共通種がなく、この結論は前出の通りである。全体の軟骨魚類の種類数や、2海域の共通種数が、この様な分析法では充分ではないので明瞭な結論は得られないが、前項で得られた推論とほぼ同様な傾向が読みとれると思う。

Table 5. Relatedness of four regions, based on chondrichthyan fauna.

	OKINAWA	KYUSHU- PALAU	TOHOKU	OKHOTSK
OKINAWA	Species number (種数) (%) Percent	$\frac{9*(7)}{51}$	$\frac{4^{**}}{55}$	$\frac{0}{51}$
KYUSHU- PALAU	18 (14)		$\frac{2^{***}}{33}$	$\frac{0}{26}$
TOHOKU	7	6		$\frac{4^{****}}{23}$
OKHOTSK	0	0	17	

(共通種数)

No. of common species
No. of species
in two regions
(二海域の出現種数)

* Heptranchias perlo, Parmaturus pilosus, Mustelus manazo, Squalus mitsukurii, Etmopterus lucifer, Scymnodon squamulosus, Squaliolus laticaudus, Raja gigas, Urotrygon daviesi

** Etmopterus lucifer, Scymnodon squamulosus, Torpedo tokionis, Rhinochimaera pacifica

*** Etmopterus lucifer, Scymnodon squamulosus

**** Raja sp., Bathyrāja coeluronigricans, Bathyrāja matsubarae, Hydrolagus barbouri

() shows number and percent of species from Ridge area. Mustelus manazo and Raja gigas taken only from Tosa Bay are removed.

おわりに

昭和53年から3年間にわたって、日本周辺の4海域で行われた大陸棚斜面未利用資源調査で採集された軟骨魚類を考察してみた。海洋全体からすると今回調査された海域は小区域内のごく近接した地点であると言える。これらの調査海域は、また、暖流域や寒流域に属してはいるが、調査水深はかなり深く、直接的には表面の暖寒流の影響を受けない比較的均一な海洋条件下にあると考えられる。したがって、各調査海域の軟骨魚類にも、あまり大きな差があるとは考えなかった。しかし、実際に様々な比較をしてみると、各々の海域には各々特徴ある軟骨魚類相が観察された。今回の調査には含まれなかったが、日本海の深海部もかなり独立性の高い区域であり、この海域の軟骨魚類相もかなり特徴あるものと考えられる。この海域は、その成立の過程も良く解明されており、興味ある考察ができたのではないかと思う。今後、日本海のデータも含めてもう少し詳細に検討してみたいと考えている。データ不足のため、無理な推論があったり、内容が重複したり、読みにくい所が多々あったことと思うが、その点お許し願いたい。また、ご意見などをお寄せ下されば幸いです。

引用文献

- Heemstra, P.C. and M.M. Smith. 1980. Hexatrygonidae, a new family of stingrays (Myliobatiformes: Batoidea) from South Africa, with comments on the classification of Batoid fishes. Ichthyol. Bull. Rhodes Univ., (43):1-17, figs.1-15.
- Ishihara, H.1984. Second record of the rare skate Anacanthobatis borneensis from the East China Sea. Japan. J. Ichthyol., 30(4):448-451, fig.1.
- Ishihara, H. and S. Kishida. 1984. First record of the sixgill stingray Hexatrygon longirostra from Japan. Ibid., 30(4):452-454, figs.1-2.

- Ishiyama, R. and H. Ishihara. 1977. Five new species of skates in the genus Bathyraja from the western North Pacific, with reference to their interspecific relationships. Japan. J. Ichthyol., 24(2):71-90, figs.1-15.
- Tinker, S.W. 1978. Fishes of Hawaii. 532 pp., many figs., Hawaiian Service, Inc., Honolulu.
- Ishiyama, R. 1958. Studies on the rajid fishes (Rajidae) found in the waters around Japan. J. Shimonoseki Coll. Fish., 7(2-3):193-394, figs.1-86.
- Wallace, J.H. 1967. The batoid fishes of the east coast of Southern Africa. Part II: Manta, eagle, duckbill, cownose, butterfly and stingrays. Investig. Rep. Oceangr. Res. Inst., (16): 1-56, figs. 1-24.
- Yano, K. and S. Tanaka. 1984. Review of the deep sea squaloid shark genus Scymnodon of Japan, with a description of a new species. Japan. J. Ichthyol., 30(4):341-360, figs.1-10.
- Zhu, Y., Q. Meng, A. Hu and S. Li. 1981. Description of four new species, a new genus and a new family of elasmobranchiate fishes from deep sea of the South China Sea. Ocean. Limn. Sinica, 12(2):103-116, figs.1-4.

The Fisheries Agency of Japan has carried out the intensive oceanographic and biological researches on the continental slopes of the four regions around Japan for three years from 1978 (Fig. 1). The results, mainly those of classification of the fishes, have been published in three books by Japan Fisheries Resources Conservation Association in Tokyo since 1982. I took charge of the classification of the class Chondrichthyes, and have found 17 families, 35 genera and 69 species of the sharks, skates, rays and chimaeras (Tables 1 and 2). Many interesting species are included in the catches, and they were explained briefly. Faunal consideration on the chondrichthyans suggested that the each research region possesses the local-characteristic composition of chondrichthyan groups (Tables 3, 4 and 5). "OKINAWA" (Okinawa Trough in the East China Sea) contained the most numerous taxa (61-100% of total families, genera and species) among the investigated regions, and the species of the squalids, scyliorhinids and rajids account for 52% of all captured chondrichthyan species in this region. In "KYUSHU-PALAU" (Kyushu-Palau Ridge and Tosa Bay), however, only 7 families, 13 genera and 17 species were recorded, and the squalid shark, which alone account for 53% of regional total species, is the apparently most dominant group in this region. "TOHOKU" (north-eastern sea of Japan) and "OKHOTSK" (Okhotsk Sea off Hokkaido) are common in that the rajids or skates rank the first place, but "OKHOTSK" is strikingly characterized by the fact that the rajids account for nearly 90 % of the regional chondrichthyan species. Some reasons for such local-specific composition were discussed. "OKINAWA" appears to be invaded by the shallow-water, originally shallow-water, or benthic weak-swimming chondrichthyans from the surrounding continental shelf areas. Squalid sharks, the relatively strong-swimmers of the bathypelagic nature, extend at least to "TOHOKU", and some appear to have successfully invaded the "OKINAWA" basin through the deep channel at the south of the Okinawa Archipelago. In "TOHOKU" and "OKHOTSK" regions, the recorded rajid species are exclusively the northern (not southern) forms of the family, suggesting the extension of their range (of northern form) from the north Pacific to "TOHOKU" region, or so. None of the chimaeriforms could be collected in "KYUSHU-PALAU", and I can't interpret whether this means the true absence of the chimaeriforms from this region, or simply the uncatch. Relatedness, calculated by the number of common species in two regions, shows that "OKINAWA"/"KYUSHU-PALAU" and "TOHOKU"/"OKHOTSK" are the pairs of the regions in the sense of the chondrichthyan fauna.

(1984年11月28日 受付)

北太平洋におけるヨシキリサメの分布と生物学的特性

Distribution and biological characteristics of
the blue shark in the Central Pacific Ocean

北海道大学水産学部

Faculty of Fisheries,
Hokkaido University

中野 秀樹

Hideki Nakano

外洋の浮ガメ類は主にマグロ延縄および200海里専管水域施行以来、北洋のサケ・マス漁業から転船した大目流網の混獲物として漁獲され、水揚げされており(谷内 1979, 樽本 1984), 1例を挙げると昭和54年度のマグロ延縄漁業の漁獲量 326,518 トン中、サメ類は 37,000 トン(約11%)である(水産年鑑 1981)。これらのサメ類は正肉、練製品、フィッシュミール、フカヒレなどに利用されている(樽本 1984)。この内、ヨシキリサメ (*Prionace glauca*) は最も水揚量が多く、資源は比較的安定した状態にあるとみられている(谷内 1984)。

外洋性の浮ガメ類のなかでヨシキリサメは比較的良好に研究されており、北大西洋と北太平洋で成長式が示され、北大西洋では本種が雄で 180 cm (尾叉長)、雌で 185 cm (同)、およそ5才で成熟に達するとされている(Stevens 1975, Cailliet and Bedford 1983, Pratt 1979)。また本種は全世界の熱帯から温帯にかけて広範囲に分布するが、北大西洋の長年にわたる標識放流結果から当該海域のヨシキリサメはおそらく同一個体群であろうと考えられる(Casey et al 1979-1983)。北太平洋においても、海域は限定されているが、分布・回遊・食性・繁殖等に関して報告されており、海域による魚体の大きさの相違・体長による雌雄の生息域の分離・遊泳層の南北での相違・生息水温域・機会的な捕食者であること等の知見がある(須田 1953, Strasburg 1958, 川崎・永沼 1961, Le Brasseur 1964)。北太平洋では、夏季にアラスカ湾で 58°N、北太平洋中央域では 46°N 付近まで達し(Neave and Hanavan 1960, 三島 1981)、亜寒帯海洋前線周辺における表層生態系の主要な構成員となっている(三島 他 1981)。今までのところ北太平洋の本種分布の全貌は明らかにされておらず、断片的な情報から類推する他はない。海域による体長の相違や性比の違いに関する論議も充分とはいえない。これは一つにはヨシキリサメが広範な分布域を持ち、その分布全域におよぶ調査が困難であったこと・またサメ類が漁業において重要魚種ではなく、漁獲試験等でもこれまで十分な調査が行なわれなかったことに起因している。

近年200海里以降、サメ類の資源としての価値および企業化が検討されてきた一方で、漁獲対象となった場合の資源の減少が危惧されており(谷内 1978)、事前に資源生物学的な情報を集積する必要がある。さらに外洋表層生態系に出現する他の浮魚類の有効利用の点からも、その主要構成員である本種の分布・回遊の詳細を明らかにする必要がある。

本稿では1982年に海洋水産資源開発センター調査船新洋丸および北海道大学練習船北星丸に乗船した時の調査資料と1978~1982年までの5年間にあたり同センターが実施した“さめ新資源開発調査”および“いまがっお(えちおひあ)新資源開発調査”の資料を解析し得られた新たな知見と既往の知見を合わせて、北太平洋におけるヨシキリサメの分布について考察した。

I. 資料および方法

使用した資料は、1978~1982年までに海洋水産資源開発センターが実施した“さめ新資源開発調査”および“いまがっお(えちおひあ)新資源開発調査”資料と1982年6~8月および12月~翌2月に北海道大学練習船北星丸と同センター新洋丸で乗船調査した資料である。“さめ新資源開発調査”はオ77宝洋丸(426トン)およびオ53宝洋丸(224トン)を用いて実施され、浮延縄漁具(1鉢6本付で1,500~1,800鈎使用、餌水深40~60m)が使用された。“いまがっお(えちおひあ)新資源開発調査”は新洋丸(285トン)において大目流刺網(118~250 mm 目合で、計400~900反、水深およそ10m)を使用し実施された。北星丸では調査用流刺網(公比1.14の等比級数的に配列された19~233 mm 目合10種とさけます調査用刺網10種、および112・115・118・121 mm 目合の一般網40~80反、計100~140反)を使用した。

調査海域を図1に示す。オ77宝洋丸・オ53宝洋丸は180°以西、27°~55°Nの範囲、新洋丸は23°~50°N、144°E~124°Wの範囲で調査を行った。北星丸では33°~47°Nの155°、170°、175°30'E線上で調査した。実施された観測項目の内、使用したものは、1,091調査点の漁獲資料と

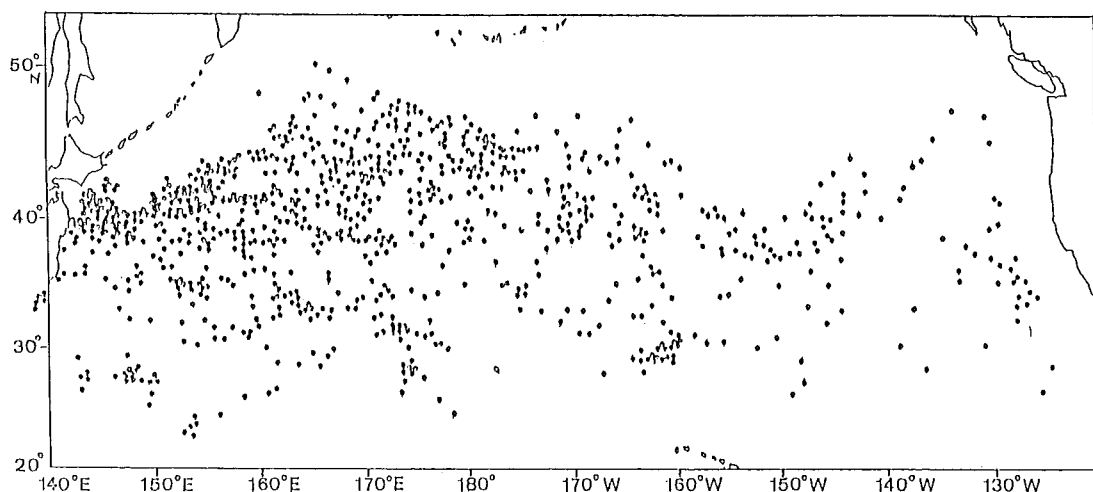


Fig.1. Location of sampling stations from which blue shark obtained during the period of June, 1978 to February, 1983 (Hoyo-maru no.77 1978, Hoyo-maru no.53 1979-1980, Shinyo-maru 1978-1983, Hokusei-maru 1982).

7425個体の魚体測定資料(体長・性別・妊娠)および536個体の精密測定資料(全長・体重・体長・性別・精巢重量・交接器長・交接器の石灰化・精包保有の有無)である。また海洋観測資料として、新洋丸の調査点別表面水温と北星丸の水温・塩分の鉛直分布資料を使用した。ヨシキリザメに対する各漁具の漁獲効果は異なっているため、分布密度はCPUE(反当り漁獲尾数=1操業当たり漁獲尾数/有効反数)とし、新洋丸の資料のみを用いた。

II. 結果

(1). 分布北限および分布密度

1978年から1982年までの全調査点を3ヶ月ごとの4期に分け、ヨシキリザメ分布北限の季節変化をみた(図2)。資料は採集方法や漁獲努力量が異なるので、調査対象個体群の相対的豊度を反映するものではないが、本種が得られた地点を分布域とみなし、漁獲されなかった地点と区別し図示した。

3~5月の調査海域(図2-A)ではヨシキリザメはほぼ全域で漁獲された。漁獲されなかった地点は40°N附近の三陸沖合に限りられている。6月~8月の調査海域(図2-B)は前期より北方で34°~50°Nの範囲である。ヨシキリザメの出現地点は40°Nの東西にあたり、最も北の出現地点は46°Nに達している。9~11月の調査地点は北西太平洋側が多かった(図2-C)。本種の出現地点は47°Nまでの範囲にあり、北側の調査海域での出現地点は6~8月よりも多かった。この出現は9~10月で多く、11月には減少する傾向があった。12~2月の調査海域は23°~42°Nの範囲にあり、30°N以南に本種漁獲のない地点が多かった(図2-D)。また、三陸沖合の40°N付近では3~5月と同様の傾向がみられた。

このようにヨシキリザメは北太平洋で広範囲に出現し、夏期にはその分布域を北方に拡大し、冬期には南下する傾向があった。そこで、新洋丸のCPUE(反当り漁獲尾数)を年ごとにまとめて表層域における分布密度を検討してみると、各年を通じてCPUE 0.5以上の地点は、1980年の130°W付近を除き、37°N以北の東西にあつてみられた(図3)。冬期に実施された南側水域の調査結果ではCPUEは各年とも低く、表層での分布密度は北で高く南で低い傾向があった。

次に、CPUEと表面水温を比較すると(図4)、漁獲水温は9.0°~25.4°Cの範囲にあり、特に14°~18°Cの範囲でCPUEが高かった。また、北星丸で実施した4調査線(西寒帯海洋前線を横断するよう南北35°N~47°30'Nに設定)においてヨシキリザメ漁獲と水温・塩分の鉛直構造とを比較した(図5, 6)。6月上旬の155°E線では西寒帯海洋前線は40°N付近に位置し、ヨシキリザメはこれ以南に出現、表面水温14°C(海洋前線のすぐ南側)の調査

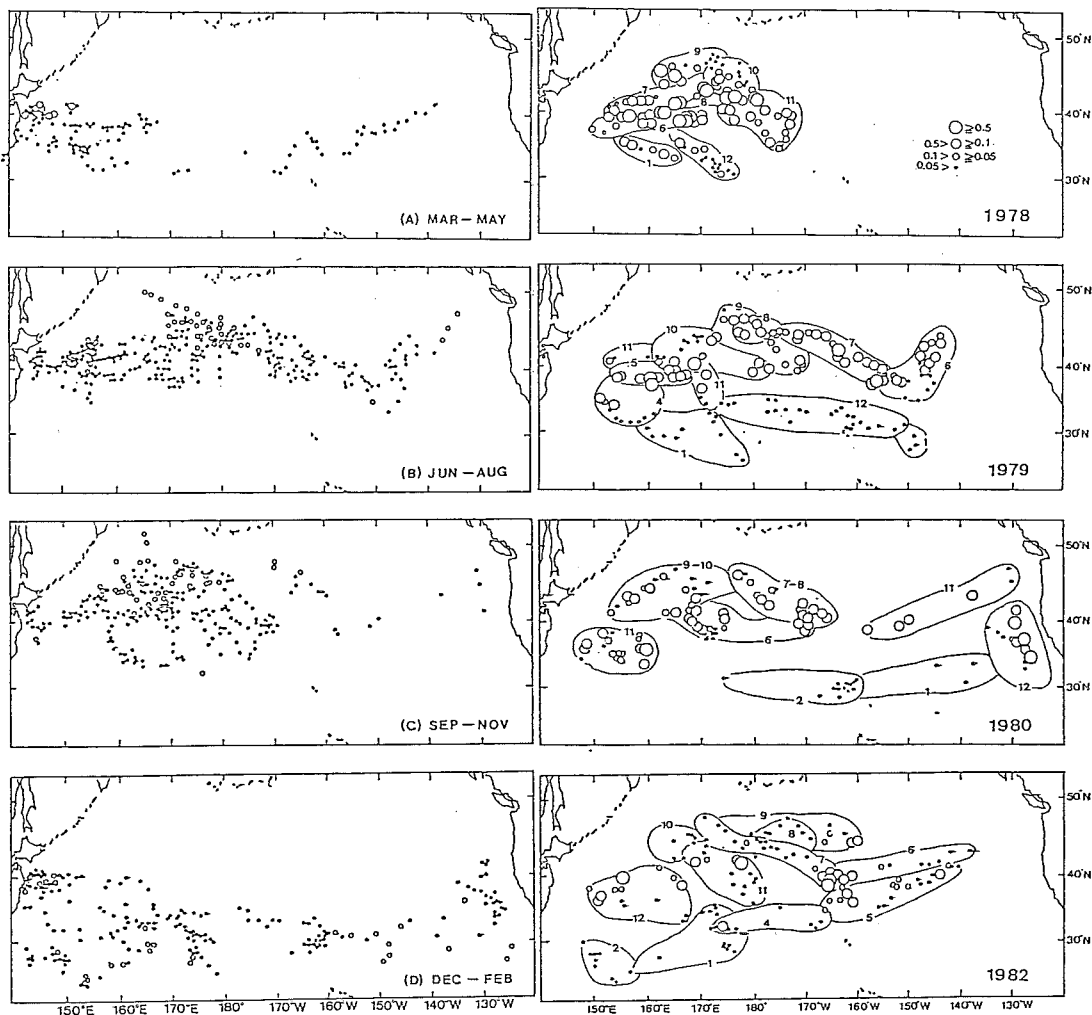


Fig.2. Sampling station of blue shark in each three months during the period 1978 to 1983. Open circles indicate station where blue shark did not occur.

Fig.3. The relative abundance of *Prionace glauca* at surface (0-10m) caught by R/V Shinyo-maru during the period 1978 to 1982. Abundance expressed as catch no. per 1 tan in each station. Numbers on map indicate month.

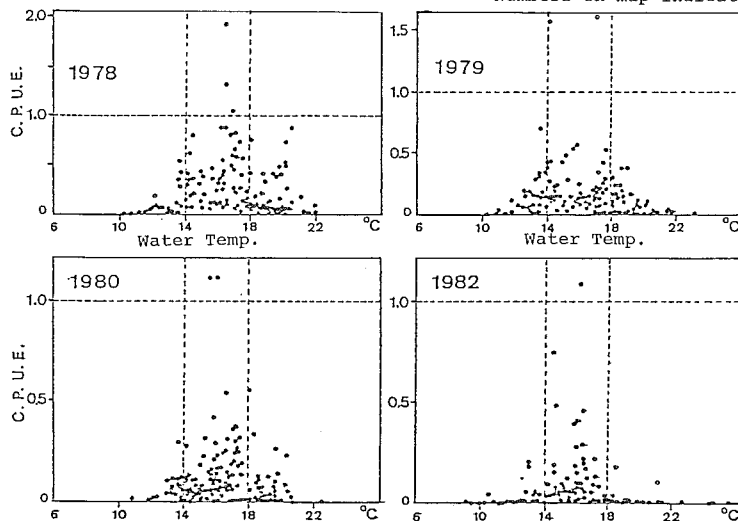


Fig.4. Relation between C.P.U.E. (shark catch/tan) and surface temperature in 1978-1980 and 1982 (Shinyo-maru).

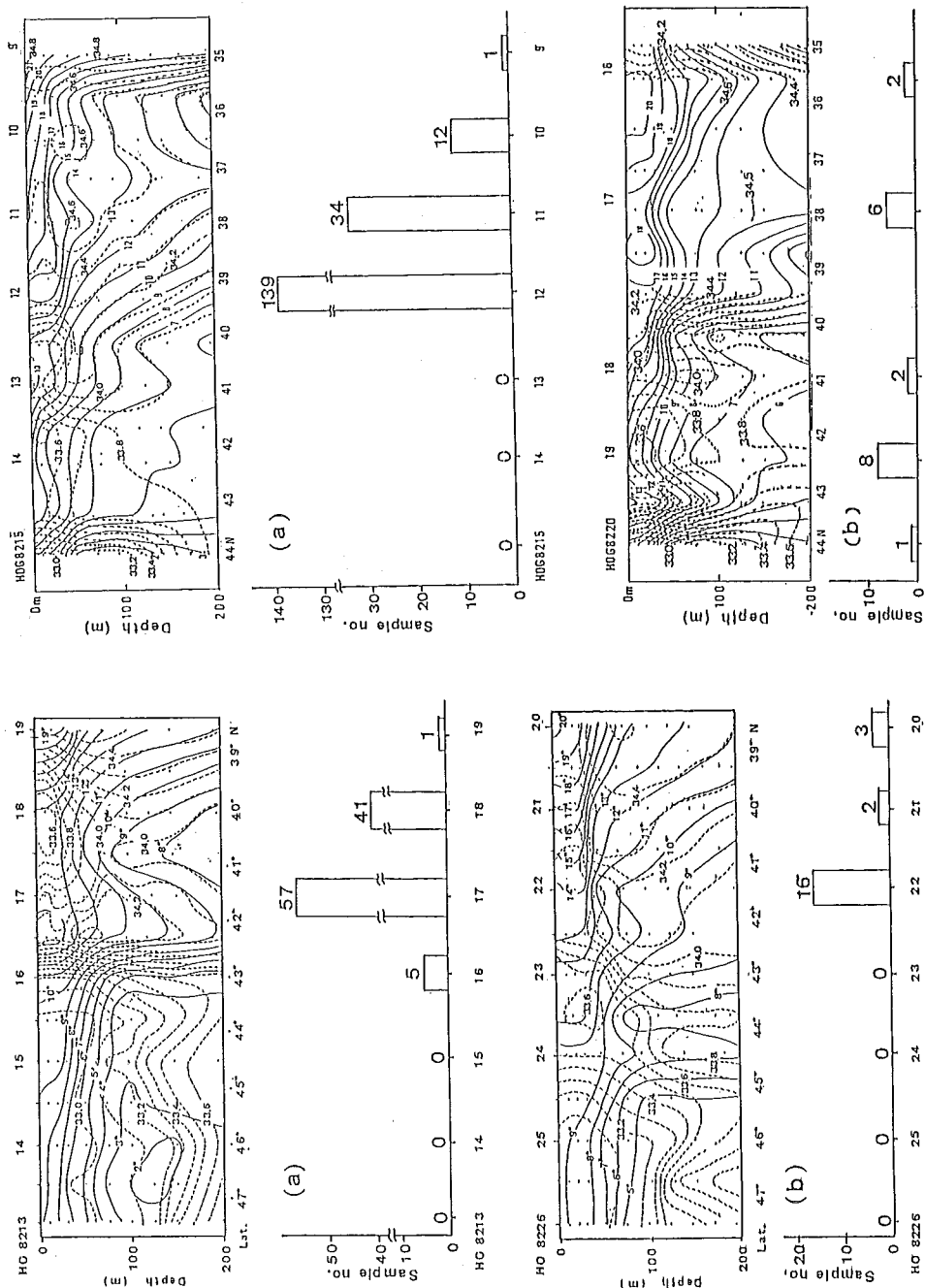


Fig. 5. Profile of temperature and salinity along longitude 155°E from latitude 35°N to 44°N and catch number of blue shark at each station in early June (a) and late June (b), 1982 (Hokusei-maru).

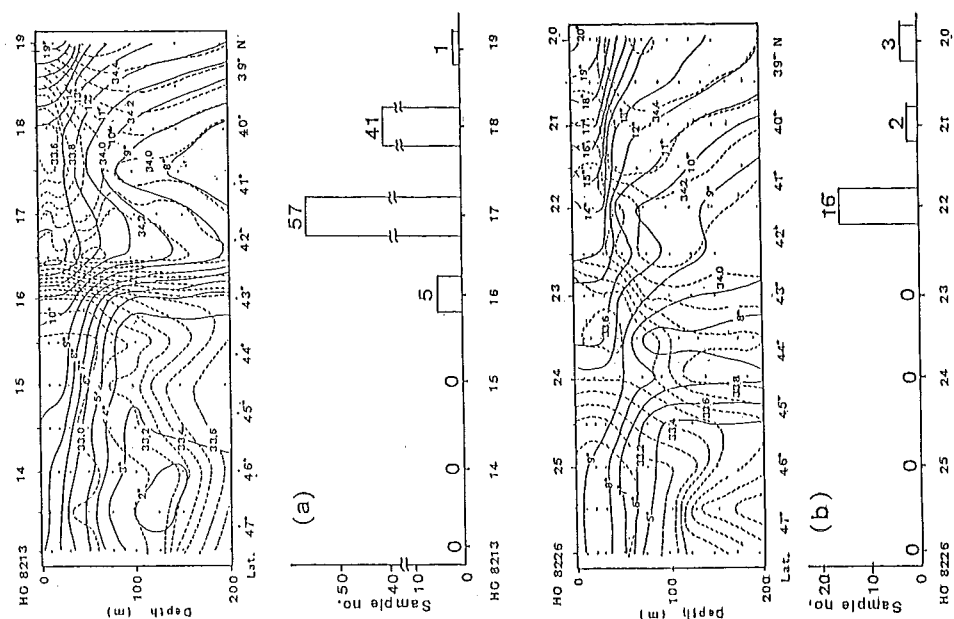


Fig. 6. Profile of temperature and salinity along longitude 170°E (a) and 175°30'E from 38°30'N to 47°30'N and catch number of blue shark at each station in July, 1982.

点で集中域が観察された(図5-a)。6月下旬には調査線は40°Nおよび43°N付近で14°Cの暖水帯を横断し、集中域は認められず、ヨシキリザメは全点で漁獲された(図5-b)。7月中旬の170°E線では海洋前線は43°N付近にみられ、ヨシキリザメはこれより南側で漁獲された(図6-a)。また、HOG 8217の調査点では集中域が観察された。7月下旬、170°36'E線では、海洋前線は170°Eほど明確ではないが、塩分濃度から43°N付近に存在するとみられ、本種はこれ以南の海域で漁獲された(図6-b)。

以上のように、6-7月のヨシキリザメ分布北限は亜寒帯海洋前線の位置とよく一致しており、そのすぐ南側に分布の集中域が認められた。

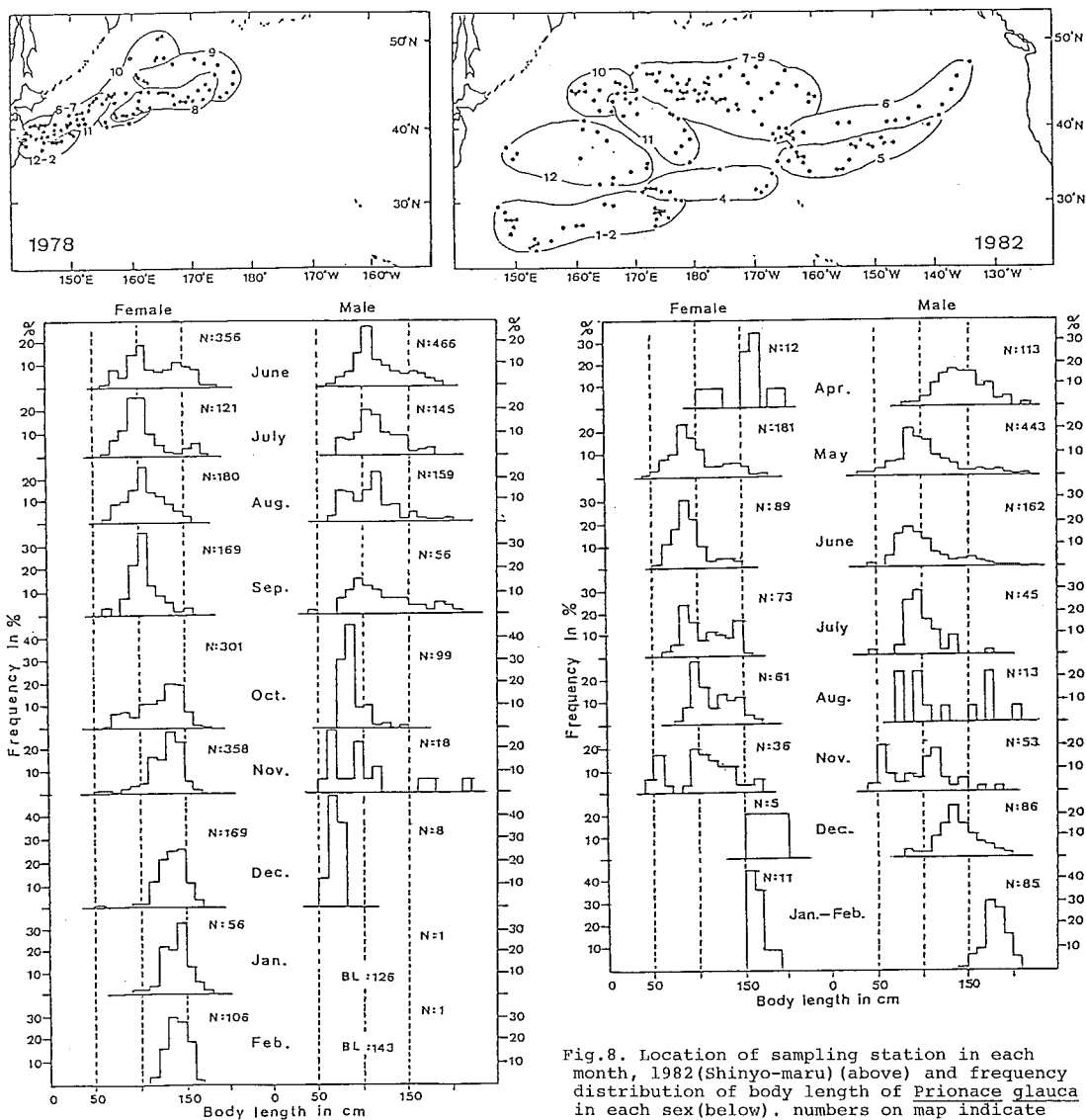


Fig.7. Location of sampling station in each month, 1978(Hoyo-maru no. 77)(above) and frequency distribution of body length of *Prionace glauca* in each sex (below). numbers on map indicate month (above).

Fig.8. Location of sampling station in each month, 1982(Shinyo-maru)(above) and frequency distribution of body length of *Prionace glauca* in each sex (below). numbers on map indicate month (above).

(2), 体長組成および性比

ここでは各船とも代表的な一年度の月別体長組成を両性について検討した。得られた体長組成はその大部分が50-200 cmの範囲にあったので、便宜的に体長100 cm以下を小型魚、100-150 cmを中型魚、150 cm以上を大型魚と称する。

図7に1978年のオク宝洋丸の調査海域と体長組成を示す。6-9月 ヨシキリガメの体長組成は雌雄とも体長100 cm付近を中心とした幾つかのモードを示したが、10月以降は、雌雄の性比および体長組成が明らかに異なり、雌は小型魚が少なくなり、体長モードは150 cmに近づく。一方、雄はほとんど出現なくなり、10-12月ではむしろ小型魚のみ出現した。1982年の新洋丸は中央北太平洋の広範な海域で調査を行なった(図8)。本調査では体長組成を海区別に考える必要がある。また、8-11月では調査個体が少ないため8-9月を8月、10-11月を11月として示した。南側の海域で調査を行った1, 2, 4, 12月では雌雄

Table 1. Sex ratio of each month during 1978 to 1982 and values of χ^2

Year & R/V	MONTH	April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.
'78 HOYO	sex ratio		358:466	121:145	180:159	169:56	301:99	358:18	169:8	56:1	106:1	
	χ^2		14.155*	2.165	1.301	56.751	102.01*	307.447*	146.45*	53.07*	103.04*	
'79 SHINYO	sex ratio						207:603	183:216	89:181			
	χ^2						193.6*	2.729	31.348*			
'80 SHINYO	sex ratio	14:116	122:145	200:82	89:109	141:90	226:32	137:83	150:169	173:123	26:41	53:54
	χ^2	128.36*	1.981	49.376*	2.02	13.709*	145.88*	13.225*	1.132	10.163*	32.143*	0.009
'82 SHINYO	sex ratio	12:113	181:443	89:162	73:45	61:13			36:53	5:86	11:86	
	χ^2	81.603*	110.006*	21.232*	6.644*	31.135*			3.247	72.099*	2.495	
'82 HOKUSEI	sex ratio											
	χ^2				10.99*	0.516						

* Significant at 5% level.

sex ratio = Female:Male

とも150cm以上の大型魚が多く、性比では雄が多かった。5~11月の北側海域では、雌雄とも150cm以下の小型魚、中型魚が主群とみられ、特に5月~9月の180°以西の北側海域では雌雄で100cm以下にモードがあった。また、雄が北から南へ連続的に体長モードが大きくなるのに対し、雌は北から南へ不連続的に大きくなった。

1982年の北星丸調査では調査点ごとに雌雄の体長組成を表わした(図9)。6月上旬とク月中旬にみられた集中域は雌雄とも100cm以下の体長階級70~80cmにモードがあり、出現点の最も北側であった。また、100cm以上の出現

は個体数は少ないが、雄の獲れた調査点では雄のみ、雌が出現した点では雌のみというような雌雄分離の傾向がみられた。

また、4船の月別性比をカイニ乗検定し、各海域別の性比を検討した(表1)。この結果、雌が卓越していた海域は夏期を中心とした亜寒帯海域や東北沖にあり、雄の多い海域は冬期から春期に調査した南側に多かった(図10)。これら性比の違う海域の体長組成は中型魚、大型魚にモードがある場合が多く、体長では100cm以上から雌雄の生息域に違いがみられ、小型魚の集中域では性比が違ふ場合は少なかった。

(3). 妊娠個体の出現海域

5ヶ年の調査期間中、203尾の妊娠個体が漁獲され、調査期間3ヶ月ごとの出現海域を検討した。3~5月、妊娠個体は34°~40°Nの東西にわたり出現した(図11-A)。6~8月

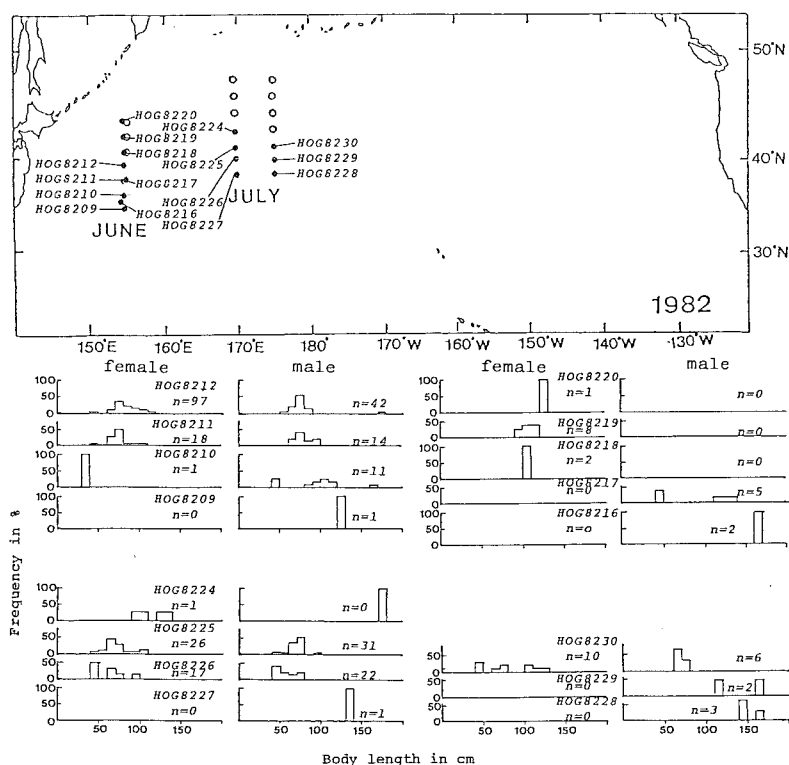


Fig.9. Location of sampling station June to July, 1982(Hokusei-maru)(above) and frequency distribution of *Prionace glauca* in each sex and each station(below).

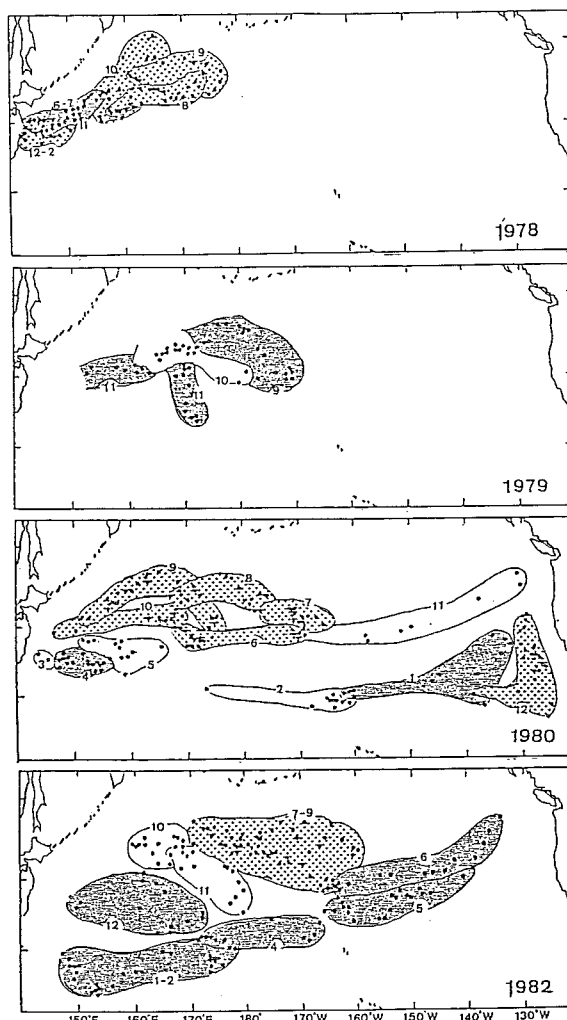


Fig.10. Distribution of male and female. Solid circles are sampling station and numbers indicate sampling months. Black zones indicate region where male is dominant and dotted zones indicate region where female is dominant.

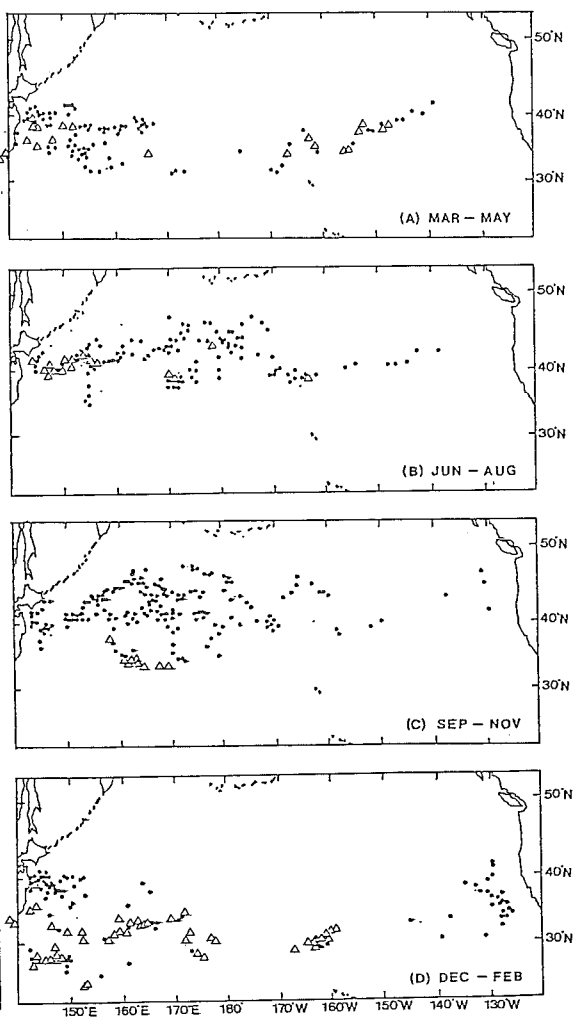


Fig.11. Sampling station of gravid female in each three months during the period 1978-1983. Triangles indicate occurrence of gravid female and solid circles are location of sampling station.

では三陸沖で出現点が北上する傾向を示したが、外洋域では北上傾向はそれほど顕著でない(図11-B)。9-11月の出現点は40°N以北の調査海域南縁に限られていた(図11-C)。12-2月には妊娠個体は最も多く、130°W周辺海域と三陸沖合を除く調査海域のほぼ全域に出現した(図11-D)。周年調査が実施された三陸沖では春から夏にかけて出現域は北上し、秋から冬に南下する傾向を示した。また、妊娠個体は周年出現したが、出現域は亜熱帯海洋前線以南の亜熱帯海域に限られていた。

(4). 生物学的特性

1982年度、北星丸と新洋丸で調査した雄285個体、雌148個体の体長-体重関係を図12に示す。雄の体長範囲は31-209 cm、体重0.15-80.0 kgであり、雌の体長範囲は32-190 cm、体重0.21-95.0 kgであった。雌雄の体長(L cm)と体重(W kg)の回帰式を以下に示す。なお、図中の白丸印は妊娠個体である。

$$\text{雄: } W = 3.838 \times 10^{-6} L^{3.174} \quad (r = 0.997, P < 0.01)$$

$$\text{雌: } W = 2.328 \times 10^{-6} L^{3.294} \quad (r = 0.994, P < 0.01)$$

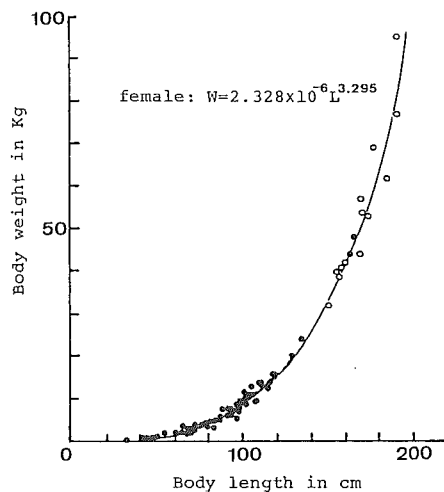
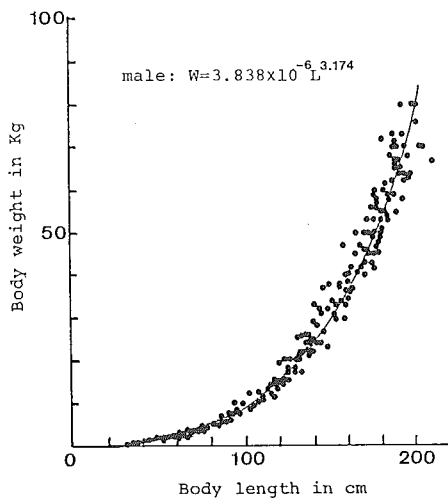


Fig.12. Relationship between body length(L) and body weight(W) in male(left) and female(right). Open circles indicate gravid female.

雌雄の各回帰係数には統計学的な有意差が認められた ($P < 0.005$)。回帰曲線は体長100 cm付近から雌雄で異なり、雌は同体長の雄に比べ、肥満度が高くなる。

150個体の雄について交接器長、精巣重量、交接器の石灰化の状態ならびに精包の有無を調査した。交接器長と体長の関係を図13に示す。交接器長は体長110 cm付近と160 cm付近に屈曲点のあるS字型を示した。精巣重量と体長の関係は精巣重量が体長120 cm付近から増加し、体長180 cm付近では分散が大きくなる傾向を示した(図14)。次に体長階級10 cmごとに交接器が石灰化していた個体の割合と精包を保有していた個体の割合を図15に示した。交接器が石灰化している個体は120~130 cmの体長階級から出現し、体長150 cmでは80%、180 cm以上では全個体が石灰化していた。精包は130~140 cmの体長階級からその存在が確認され、150~160 cmでは全個体が保有していた。これらのことから150 cm以上の大型魚は成熟に達している成魚であろうと推察された。

雌については精密測定をした個

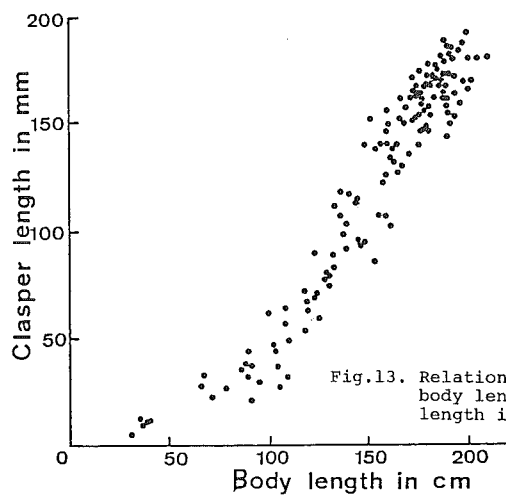


Fig.13. Relationship between body length and clasper length in male.

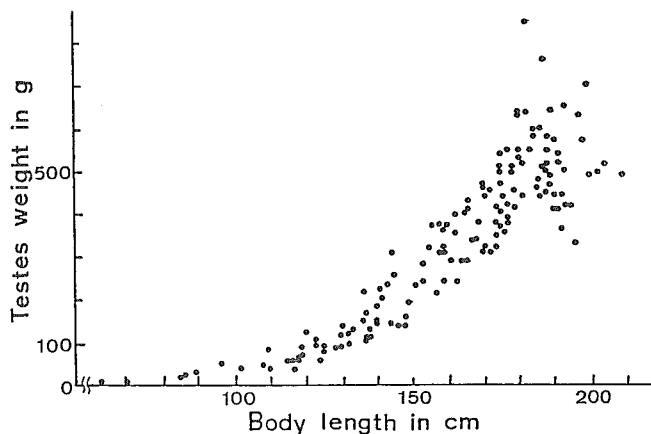


Fig.14. Relationship between body length and testes weight in male.

体数が少ないので、全調査期間中の妊娠個体の体長組成を検討した(図16)。体長範囲は138~203 cmで、160~170 cmの体長階級に単峰型のモードがみられ、平均値は163.5 cmであった。また各々の母体の胎仔数は1~59個体であり、平均は25.7個体であった。母体長(L cm)と胎仔数(E_n)には $E_n = 2.09L - 8.57$ ($r = 0.296$, $P < 0.01$) で表わされる正の相関があつた(図17)。胎仔の性別が確認された70母体について一腹の性比の均一性を検討した結果、70標本中66標本について均一であるとみなせ、Yatesの補正でも50標本について均一とみなせた(表2)。

(5) 胎仔

各母体内の胎仔の平均体長と標準偏差を採集された時期ごとに図18に示す。いずれの標本も分散が小さく、一母体内の胎仔体長はほぼ同じ大きさであつた。胎仔の平均体長は13.7~37.0 cmの範囲であり、2~6月の期間に30 cm以上の大型胎仔が認められ、6月から翌2月までの間に20 cm以下の小型胎仔が出現した。特に5月は大型胎仔のみが採集され、各母体の平均胎仔体長は1例を除きすべてが30 cm以上であつた。5月に採集された胎仔の体長組成は、雄=31.8±3.2 cm ($n=10$)、雌=32.8±2.8 cm ($n=9$)であり、雌雄間の平均体長及び分散に有意差はなかつた($0.1 < P < 0.15$)。

III. 考察

本調査ではヨシキリガメ分布域の北側部分が主に調査された。ヨシキリガメは北方ほど生息深度が浅くなることが知られており(Strasburg 1958)、表層流刺網を主に使用した中央北太平洋での調査は当該海域の本種の分布北限を表していると考えられる。

当海域においてヨシキリガメは表層水温9℃以上の海域で漁獲され、47°Nまで出現し、分布密度は37°N以北、14~18℃の水温帯で高かつた。この水温帯は亜寒帯海洋前線周辺

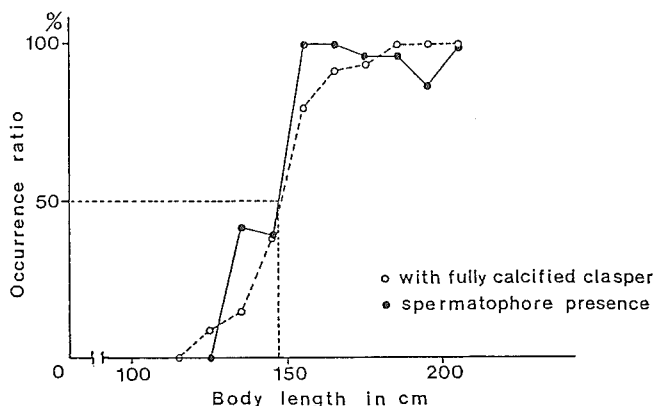


Fig.15. Occurrence ratios of male with fully calcified clasper and spermatophore presence in each 10 cm class of body length. Open circle indicates male with fully calcified clasper and solid circle indicates male with spermatophores. Dotted lines indicate coordinates for 50% maturity

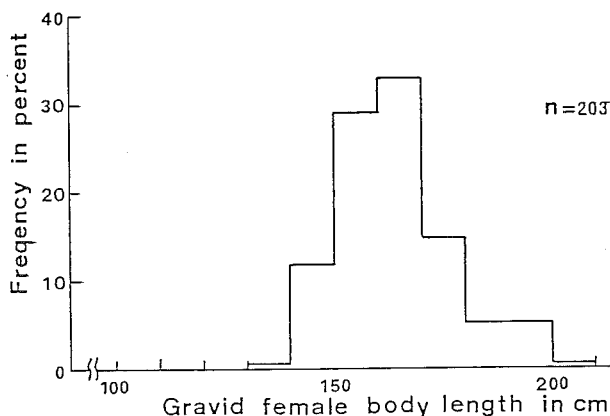


Fig.16. Frequency distribution of body length in gravid female collected from the North Pacific Ocean during the period June, 1978 to February, 1983.

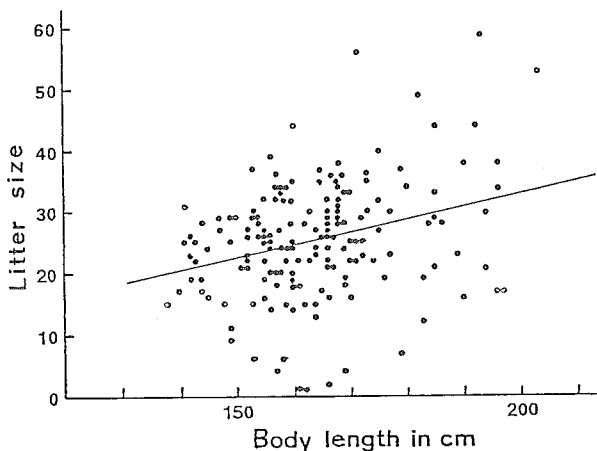


Fig.17. Relation between body length of gravid female and litter size. Regression equation of the form $E_n = 2.09L - 8.57$ where E_n =litter size and L =gravid female body length.

Table.2. Embryo sex ratio in each gravid female and values, Yates's values.

NO.	Sex Ratio	χ^2 values, Yates's values.	NO.	Sex Ratio	χ^2 values, Yates's values.
1	14 : 16	0.1333	36	6 : 16	4.5455*
2	9 : 10	0.0526	37	4 : 7	0.8182
3	21 : 19	0.1000	38	8 : 10	0.2222
4	12 : 10	0.1818	39	14 : 11	0.3600
5	13 : 11	0.1667	40	22 : 22	0.0000
6	15 : 15	0.0000	41	8 : 9	0.0588
7	16 : 19	0.2571	42	8 : 13	1.1905
8	19 : 19	0.0000	43	14 : 19	0.7576
9	16 : 14	0.1333	44	9 : 10	0.0526
10	10 : 19	2.7931*	45	13 : 12	0.0400
11	8 : 9	0.5397	46	10 : 10	0.0000
12	13 : 12	0.0400	47	12 : 17	0.8621
13	6 : 9	0.6000	48	13 : 19	1.1250
14	14 : 10	0.6667	49	10 : 18	2.2857
15	21 : 15	1.0000	50	17 : 9	2.4615
16	9 : 7	0.2500	51	10 : 15	1.0000
17	12 : 14	0.1538	52	12 : 13	0.0400
18	9 : 13	0.7273	53	9 : 10	0.0526
19	19 : 9	3.5714	54	13 : 12	0.0400
20	7 : 7	0.0000	55	15 : 13	0.1429
21	8 : 6	0.2857	56	9 : 6	0.6000
22	5 : 5	0.0000	57	8 : 19	4.4815*
23	13 : 20	1.4848	58	17 : 15	0.1250
24	10 : 9	0.0526	59	10 : 5	1.6667
25	15 : 19	0.4706	60	14 : 13	0.0370
26	21 : 17	0.4211	61	12 : 9	0.4286
27	17 : 27	2.2727	62	36 : 23	2.8644
28	17 : 27	2.2727	63	10 : 7	0.5294
29	30 : 28	0.0690	64	11 : 25	5.4444*
30	13 : 15	0.1429	65	10 : 16	1.3846
31	11 : 7	0.8889	66	14 : 8	1.6364
32	16 : 15	0.0323	67	21 : 12	2.4545
33	16 : 10	1.3846	68	19 : 10	2.7931
34	14 : 7	2.3333	69	2 : 7	2.7778
35	2 : 2	0.0000	70	2 : 2	0.0000

*Significant at 5% level. Sex Ratio = Female : Male

域において冬期は亜熱帯海域、夏期は表層水の昇温により北方の亜寒帯海域へ拡大する(Dodimead et al 1963)。1982年6-7月の北星丸調査では本種北限は亜寒帯海洋前線の位置とよく一致していたが、この時期6-9月に表層水温は太陽副射熱により昇温し、北限は海洋前線帯からさらに北側海域に拡大されていくものとみられる(三島1981)。北太平洋における本種の北限はアラスカ湾で、夏期に58°N付近まで出現し(Neave and Hanavan 1960)、その生息水域は非常に広いとされている(Strasburg 1958, 川崎・永沼1961)。当調査海域の30°N以北から分布北限域までは小型魚・中型魚からなる幼魚・未成魚群が主群として出現し、成長段階の違う体長群により生息域が異なると考えられた。分布集中域

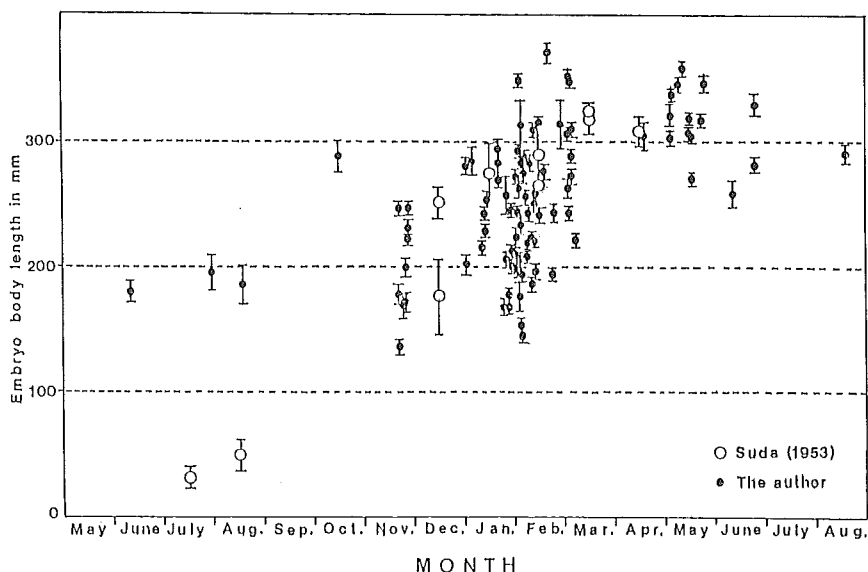


Fig.18. Relationship between embryo mean body length in each gravid female and month. Ranges indicate standard deviation.

が観察された亜寒帯海洋前線周辺海域は生物生産量が高く、浮魚類(サンマ・マサバ・マイワシ等)が高密度に集群する海域である(辻田 1981, 谷口 1981)。本種若令魚がこの餌環境の良好な海域を生育場とすることは、体成長に対し有利な生息場所選択であると推察される。また、同種大型個体による捕食や交尾時の咬接行動などを未成魚・幼魚が避けるためにも有利にはたらくであろう(Springer 1967)。

調査海域内で 30°N 以南の海域は幼魚がまったく漁獲されず、成熟魚が主群であり雌雄で生息域を異にする傾向があった。雌雄による生息域の分離は体長階級 100 cm 以上のモード群からその傾向が顕著となる。ヨシギリザメの雌成魚は近海域ほど多いことが知られており(須田 1953, Stevens 1974, Pratt 1979)、これに対応して本調査では外洋域で雄成魚の出現が多く観察された。海域ごとの雌雄の出現について $35^{\circ}\text{--}50^{\circ}\text{N}$ の範囲では南側ほど雄が多く(Strasburg 1958)、南方の $0^{\circ}\text{--}10^{\circ}\text{N}$ では雌成魚が多いとされ(須田 1953)、本調査からは $20^{\circ}\text{--}30^{\circ}\text{N}$ の海域で冬期に雄成魚が多かった。 $20^{\circ}\text{--}30^{\circ}\text{N}$ の海域は夏期に性比が 1 対 1 に近くなり、交尾場となる海域とされている(須田 1953)。また妊娠個体は冬期から春期にかけて北上し、亜寒帯海洋前線南縁の東西にあたる海域を出産場としていると推察された。このような成魚・未成魚間および成魚雌雄による生息域の分離はメジロザメ科やミズウニ科の沿岸性のサメ類で報告されているのと同様な傾向を示した(Olsen 1954, Springer 1960)。

北太平洋のヨシギリザメ雌雄の体長-体重関係には、北大西洋の本種で指摘された有意差が認められ(Stevens 1975)、体長 100 cm 付近から雌は雄に比べ肥満度を増す傾向があった。これは雌成魚の真皮の厚さが雄の 2 倍以上あることや(Pratt 1979)、本種の胎生、胎盤型の繁殖様式に関連した適応的意義を持つものかもしれない。また、雌雄による生息域の分離が始まる体長ともほぼ一致していることは興味深い。妊娠個体の胎仔数の平均は 25.7 個体であり、須田の報告(1953)とよく一致し、各母体内の性比はほぼ 1 対 1 であった。胎仔数の範囲 1~59 個体は操業中に甲板上で胎仔を出産した(流産した?)個体も含んでいる。1983 年 2 月の新洋丸調査では Strasburg (1958), Pratt (1979) 等の観察と同様に、船上で胎仔を産み出した個体がみられた。すなわち非常に少ない胎仔数は、ラ網等、外部からの物理的刺激により胎仔を産み出し、子宮に残っていた胎仔のみ数えられた可能性がある。北太平洋のヨシギリザメの出産時期は 12~4 月と報告され(須田 1953)、本調査では 2~6 月に大型胎仔が集中して認められたが、8~10 月にも体長 30 cm に近い大型胎仔が観察されており、母体や海域による差異がある(Pratt 1979)と考えられる。また、分布域の北側が調査海域だったことを反映してか、体長 130 mm 以下の小型の胎仔は認められなかった。

本調査および既往の知見からヨシギリザメの分布を要約すると、成魚は主に 30°N 以南の海域に雌雄でその分布域を異にして生息し、夏期に $20^{\circ}\text{--}30^{\circ}\text{N}$ の海域を交尾場としている(須田 1953)。妊娠個体は春から夏にかけて北上回遊し、 30°N 以北から亜寒帯海洋前線までの海域を出産場とする。 30°N から北限までは幼魚・未成魚の分布域で亜寒帯海洋前線域に分布の集中域を形成し、成長段階により異なった海域に集群して、体長 100 cm 以上では雌雄分離して生息する。体長の大きいものは徐々に南側海域とその生育場とし、成熟すると 30°N 以南の海域に移る。以上のような南北回遊が推察された。このような回遊は、ビンナガ *Thunnus alalunga* (Otsu and Uchida 1963)、クロマグロ *Thunnus thynnus* (Yamamoto et al 1969)、シマカツオ *Brama japonica* *Brama japonica* (島崎・中村 1981) などの亜熱帯海域に出現する魚種で報告されている回遊のパターンによく似ていた。本調査はヨシギリザメ分布域の北側海域で主に実施され、幼魚・未成魚を中心とする亜寒帯海洋前線帯から亜熱帯海海域までの分布が明らかとなった。しかし、外洋域に生息するヨシギリザメの生態的な知見はまだ不足し、さらに分布・成長・食性等の調査を行ない成長段階や雌雄による生息域分離の詳細や他有用魚種との関係を明らかにする必要がある。また本種の繁殖に深く関与する南方海域での知見を望みたいものである。

本稿執筆にあたり、サメ調査資料の使用を許され調査に協力して下さった海洋水産資源開発センターの渡辺洋博士、植原誠氏、水戸浩一博士および新洋丸乗組員の方々、資料採集に御協力下さった北海道大学練習船北星丸 船長山本昭一教授ならびに乗組員の方々、また終始御指導を賜った北大水産学部北洋水産研究施設 三島清吉教授をはじめとする教員・院生諸氏に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- Cailliet, G.M. and D.W. Bedford (1983): The biology of three pelagic sharks from California waters, and their emerging fisheries: a review, Cal.COFI Rep., 24 57-69.
- Casey, J., J.H.W. Pratt and C. Stillwell (1978-1983): The shark tagger, NOAA.
- Dodimead, A.J., F. Favorute and T. Hirano (1963): Salmon of the North Pacific Ocean - Part II. Review of oceanography of the subarctic Pacific region. Bull. Int. North Pac. Fish. Comm., 13, 1-195.
- 川崎健・永沼璋 (1961): 東北海域に分布する魚類の生態と東北海域の漁場についての研究(予報). 東北水産研究報告 19, Mar., 72-80.
- 三島清吉 (1981): 夏期亜寒帯性生物の亜寒帯海洋前線の乗り越えについて. 北大水産北洋研業績集: 特別号, 61-71.
- 三島清吉・小城春雄・島崎健二・大迫正尚 (1981): 亜寒帯海洋前線周辺海域における浮魚群衆の類型化. 北大水産北洋研業績集: 特別号, 105-118.
- Neave, F. and M.G. Hanavan (1960): Seasonal distribution of some epipelagic fishes in the Gulf of Alaska region. J. Fish. Res. Bd. Canada, 17(2), 221-223.
- Olsen, A.M. (1954): The biology, migration, and growth rate of the school shark, *Galeorhinus australis* (Macleay) (Carcharhinidae) in south-eastern Australian waters: Australian J. Mar. Freshwater Res. 5(3), 353-410.
- Otsu, T. and R.N. Uchida (1963): Model of the migration of albacore in the North Pacific Ocean. U.S. Fish. and Wild. Serv., Fish. Bull., 63(1), 33-44.
- Pratt, H.L., Jr. (1979): Reproduction in the blue shark, *Prionace glauca*. Fish. Bull., 77(2), 445-470.
- 島崎健二・中村悟 (1981): シマカツオ (*Brama japonica* Hilgendorf) の生態学的研究. 北大水産北洋研業績集: 特別号, 91-103.
- 須田明 (1953): ヨシサザ (*Prionace glauca* Linne) の生態研究 I. 南海区水産研業績集 オー号 (26), 1-11.
- Stevens, J.D. (1974): The occurrence and significance of tooth cuts on the blue shark (*Prionace glauca* L.) from British waters. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 54, 373-378.
- Stevens, J.D. (1975): Vertebral rings as a means of age determination in the blue shark (*Prionace glauca* L.). J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 55, 657-665.
- Strasburg, D.W. (1958): Distribution, abundance, and habits of pelagic sharks in the Central Pacific Ocean. Fish. Bull., 138(58), 335-361.
- Springer, S. (1960): Natural history of the sandbar shark *Eulamia milberti*. Fish. Bull., 178(61), 1-38.
- Springer, S. (1967): Social organization of shark populations. In P.W. Gilbert, R.F. Mathewson, and D. P. Rall (editors), Sharks, skates and rays, p.149-174. John Hopkins Press, Baltimore.
- 水産年鑑 (1981): カツオ・マグロ漁業, 82-85, 水産社.
- 谷内透 (1978): サメ類の再生産について. 海洋科学, 10(2), 45-51.
- 谷内透 (1979): 外洋性のサメの種類と分布. 海洋と生物, 1(4), 2-7.
- 谷内透 (1984): 漁業との関わり, 谷内透・須山三三編, 水産学シリーズ 49, 資源生物としてのサメ・エイ類, p. 35-45, 恒星社厚生閣.
- 谷口旭 (1981): 太平洋亜寒帯前線海域における低次生物生産の特性と漁場環境. 北大水産北洋研業績集: 特別号, 23-35.
- 樽本龍三郎 (1984): 沖合サメ延縄漁業を中心としたサメ漁業の歴史と現状. 板鰐類研究連絡会報 オ17号, 6-28.
- 辻田時美 (1981): 極前線生態系の内部力学. 北大水産北洋研業績集: 特別号, 55-60.
- Yamanaka, H., J. Morita and N. Anraku (1969): Relation between the distribution of tuna and water types of the North and South Pacific Ocean. Bull. Fish. Far Seas Fish. Res. Lab., No. 2, 257-273.

Distribution and biological characteristics of blue shark (*Prionace glauca*) were investigated by the longline and gillnet methods during 1978-1982. 7,425 individuals of blue shark were caught at 1,091 stations during present survey.

They were more abundant near the Subarctic boundary where water temperature is 14-18°C. The younger individuals numerously occurred to the north region of this research area and the adult mainly occurred to the south. Their sexual segregation became remarkable about 100cm precaudal length (subadult) and especially adults have a strong tendency of sexual segregation. Males were dominantly distributed to offshore and southward, and females were dominant to shore and northward in the research area. Pregnant females migrate to the north during spring to summer, and they give birth to young at the south of the Subarctic boundary.

The relationship between body weight (W in kg) and precaudal length (L in cm) is shown by the following equation,

$$W = 3.838 \times 10^{-6} L^{3.174} \quad \text{in male,}$$

$$W = 2.328 \times 10^{-6} L^{3.294} \quad \text{in female.}$$

The difference between the slopes of the two regressions is significant, and it becomes remarkable from about 100cm precaudal length.

(1984年11月28日 受け付)

日本産トビエイ亜目魚類6科6種 の骨格系の比較解剖

Comparative skeletal anatomy of six myliobatoid fishes from Japan

北海道大学水産学部

西田 清徳

Faculty of Fisheries,
Hokkaido University

Kiyonori Nishida

緒 言

トビエイ亜目魚類は熱帯域から温帯域にかけて広く分布する軟骨魚類で、Nelson (1984) によると20属約140種から構成される。本亜目魚類の大部分の種類は底生性であり、主に海水域に生息する。しかし、イトマギエイ科のオニイトマギエイ属魚類のように体盤の幅が6m、体重が1トンを超す(Nelson, 1984) 遊泳性の種類や、Potamotrygonidaeのように南米淡水域のみに生息する種類も知られている。従来、エイ目内におけるトビエイ亜目魚類の系統的な位置に関する研究は比較的多く(Regan, 1906; Garman, 1913; White, 1937; Holmgren, 1941; Compagno, 1973, 1977; 津村, 1975 未発表; Heemstra and Smith, 1980 など)、現在では本亜目を1自然群として包括する分類体系(White, 1937; Misra, 1951; Bigelow and Schroeder, 1953; Compagno, 1973, 1977; Nelson, 1984) が広く支持されている。しかしながら、トビエイ亜目内の系統類縁関係に関する研究は少く(Garman, 1913; White, 1937; Holmgren, 1941; 津村, 1975 未発表など)、必ずしも充分であると言え難い。このような状況のもとに、著者はトビエイ亜目魚類の単系統性を検討すること及び本亜目内の系統類縁関係を推定し、この類縁関係を反映する分類体系を設立することを目的として、「トビエイ亜目魚類の系統分類学的研究」を行なっている。日本産本亜目魚類には、最近、Ishihara and Kishida (1984) によつて Hexatrygonidae のムツエラエイが記録され、現在4科が知られている。今回は Hexatrygonidae を除く日本産トビエイ亜目魚類6科6種の骨格系の比較解剖の結果を紹介し、若干の考察を加えたい。また、本亜目魚類だけが共有する状態を確認するため、サカタガメ亜目、ガンギエイ亜目及びシビレエイ亜目魚類についても各1種解剖を行なった。エイ目魚類の骨格系は、軟骨性頭蓋、内臓弓、肩帯、腰帯及び脊柱の5部位に大きくわかれるが、このうち軟骨性頭蓋、肩帯及び腰帯に関して、その附属骨格も含めて詳細な記載及び描画を与えた。

謝 辞

本研究を行なうにあたり、終始御指導を賜わった北海道大学水産学部水産動物学講座の故五十嵐孝夫教授に深謝の意を表明する。また、有益なる御指導・御助言を賜わった同学部尼岡邦夫教授ならびに結果の検討・論議と適切なる御助言をいただいた仲谷一宏助教授に深く感謝の意を表明する。貴重な標本の贈与ならびに貸与や採集に関しては、以下に挙げる方々に多大なる便宜を賜わった。ここに列挙して深慮の意を表するものである。沖縄海洋博記念公園水族館 内田詮三館長及び戸田実氏をはじめとする飼育技術センター諸氏、石原元氏、遠洋水産研究所 畑中寛博士、国立科学博物館 上野輝彌博士及び松浦啓一博士、京都大学農学部 岩井保教授及び中坊徹次博士、同学部附属水産実験所 中村泉博士、西海区水産研究所 畔田正格博士、東京大学農学部 谷内透博士、和歌山県立自然博物館 丸山清重技師。

材 料 と 方 法

比較解剖の結果を紹介する標本は Bigelow and Schroeder (1953) の分類体系に基づいて選んだ日本産エイ目魚類4亜目9科9属9種である。記載及び描画に使用した標本個体の学名・和名・標本番号・性別・体盤幅及び採集地は一括して Table 1. に示した。なお、学名及び和名は日本魚類学会(1981)に従った。使用した材料は北海道大学水産学部水産動物学講座(HUMZ)に保存されている標本で Dingerkus and Uhler (1977) の軟骨染色法に基づいてアルシヤンブルーで染色した後、解剖に供した。図中の略号は Table 2. のように統一して示した。

I. 軟骨性頭蓋 (chondrocranium)

従来、エイ目魚類の軟骨性頭蓋に関する研究は多く、トビエイ亜目魚類に関しても Garman (1913) をはじめ

Table 1. List of specimens used for comparative anatomy.

Scientific name	Japanese name	specimen used	sex	disc width	locality
<i>Diayatis akaiei</i>	Aka-ei	HUMZ 34858	male	234 mm	off Myojin, Kanagawa Pref.
<i>Gymnura japonica</i>	Tsubakuro-ei	HUMZ 48301	female	475 mm	Mimase Fish Market, Kochi Pref.
<i>Myliobatis tobijei</i>	Tobi-ei	HUMZ 35182	female	255 mm	Mimase Fish Market, Kochi Pref.
		HUMZ 35617	female	261 mm	Mimase Fish Market, Kochi Pref.
<i>Atinoptera javanica</i>	Ushibana-tobi-ei	HUMZ 97698	female	1207 mm	off Haneji, Okinawa Is., Okinawa Pref.
<i>Mobula japonica</i>	Itomaki-ei	HUMZ 96495	male	845 mm	off Jorun, Okinawa Is., Okinawa Pref.
<i>Urolophus aurantiacus</i>	Hirata-ei	HUMZ 92988	male	178 mm	off Habu, Oshima Is., Tokyo
<i>Rhinobatos hynnicephalus</i>	Komon-sakata-zame	HUMZ 97105	male	126 mm	Tanabe Bay, Minabe, Wakayama Pref.
<i>Raja pulchra</i>	Megane-kasube	HUMZ 92011	female	363 mm	off Omu, Okhotsk Sea coast of Hokkaido
<i>Marke japonica</i>	Shibire-ei	HUMZ 94970	female	144 mm	30°19.7'N, 126°55.5'E, East China Sea

Table 2. Abbreviations used in text figures.

ac	antorbital cartilage	obff	otic branch of facial nerve foramen
acvf	anterior cerebral vein foramen	oc	occipital condyle
adf	anterodorsal fenestra	of	orbital fissure
antf	anterior fontanelle	onc	outernasal cartilage
apc	anterior process of chondrocranium	ornc	orbital nasal canal
avf	anteroventral fenestra	pbc-lf	pharyngobranchial cartilage 1 facet
cf	carotid foramen	pcvf	posterior cerebral vein foramen
da	depression 'a'	pdf	postdorsal fenestra
edlf	endolymphatic foramen	pnc	postnasal cartilage
es	eye stalk	poc	postorbital crest
esaf	efferent spiracular artery foramen	pop	postorbital process
f	fontanelle	posf	posterior fontanelle
fa	foramen 'a'	prlf	perilymphatic foramen
fb	foramen 'b'	proc	preorbital canal foramen
fm	foramen magnum	prop	preorbital process
hmdf	hyomandibular facet	prp	prepelvic process
ilp	iliac process	prl	propterygium of pectoral fin
inc	inner nasal cartilage	pr2	propterygium of pelvic fin
into	interorbital vein foramen	pvf	postventral fenestra
ja	jugal arch	r	radial cartilage
lbx	lateralis branch of vagus nerve foramen	rc	rostral cartilage
lc	lateral commissure	sp	scapular process
lf	lymphatic foramen	spoc	supraorbital crest
lpp	lateral prepelvic process	II	optic foramen
msp	mesopterygium	III	oculomotor foramen
mt1	metapterygium of pectoral fin	IV	trochlear nerve foramen
mt2	metapterygium of pelvic fin	VII	hyomandibular branch of facial nerve foramen
nc	nasal capsule	IX	glossopharyngeal nerve foramen
obf	obturator foramen	X	vagus nerve foramen

め Holmgren (1940, 1941), Hamdy (1959, 1962), Hamdy and Khalil (1963), 津村 (1975 未発表), Compagno (1977), Heemstra and Smith (1980), Compagno and Roberts (1982) など多数の研究がみられる。軟骨性頭蓋は単一の箱状を呈する軟骨とその附属骨格からなり、前方から吻軟骨 (rostral cartilage: rc), 鼻殻 (nasal capsule: nc), 眼窩 (orbit), 耳殻 (auditory capsule) の4部分に分けることができる。ここではそれらを吻軟骨と鼻殻を中心とする篩骨域 (ethmoidal region), 眼窩を中心とする眼窩域 (orbital region) 及び耳殻を中心とする後頭域 (occipital region) にかけて説明する。

I-a, 篩骨域 (ethmoidal region)

篩骨域は吻軟骨及び鼻殻を中心として、軟骨性頭蓋の前端から眼窩の前縁を形成する鼻殻の後面までをさす。

吻軟骨は軟骨性頭蓋の前面中央部から前方へ伸びて吻部を支持する。しかしながら、トビエイ亜目魚類では吻軟骨は存在しない (Figs. 1 and 2)。コモンスカタガメ及びメガネカスベは長く強く固い棒状を呈する吻軟骨を持ち、その先端は広がり板状を呈する (Fig. 1 G, H)。シビレイは軟骨性頭蓋の前方に遊離した3個の小さな板状の吻軟骨を持ち、これらはそれぞれ靱帯を介して軟骨性頭蓋の前面背縁とつながる (Fig. 1 I)。ウシバナトビエイとイトマキエイでは、軟骨性頭蓋の前面両側の背方が鼻殻の前縁をこえて前方

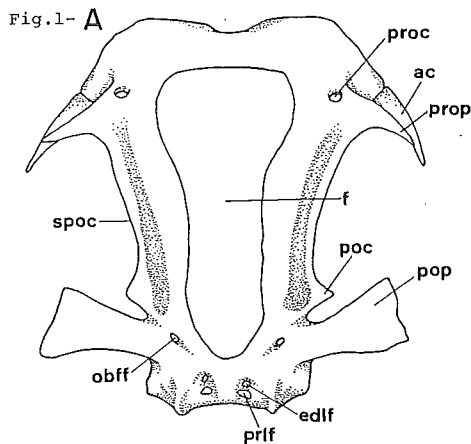


Fig.1-B

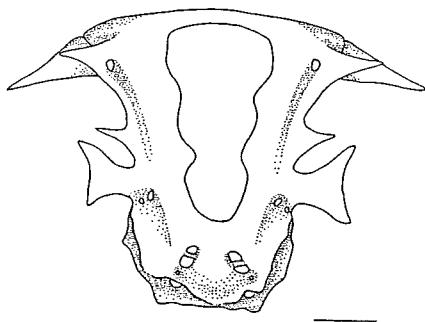


Fig.1-C

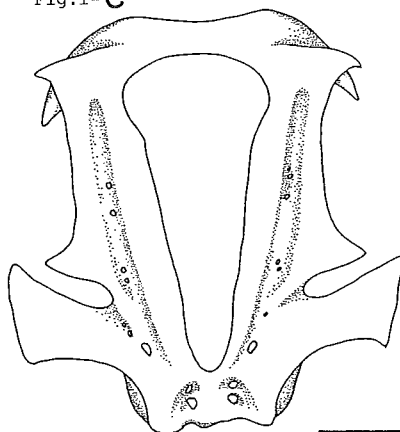


Fig.1-D

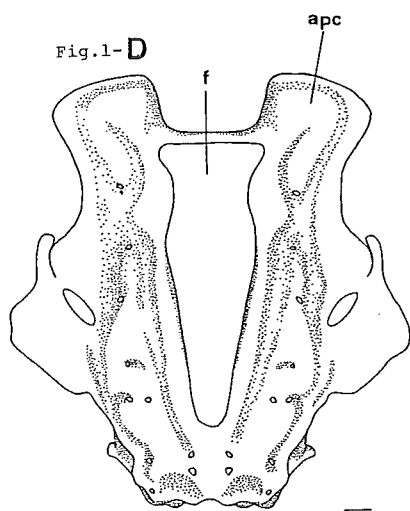


Fig.1-E

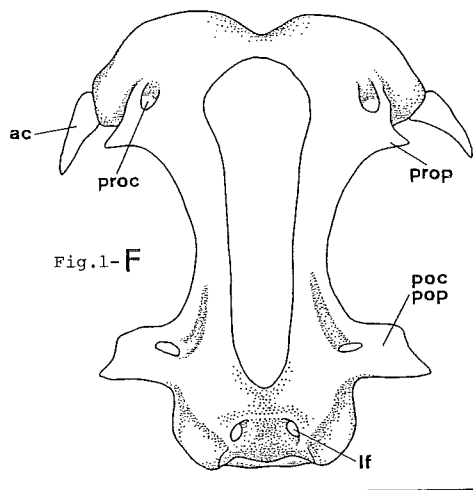
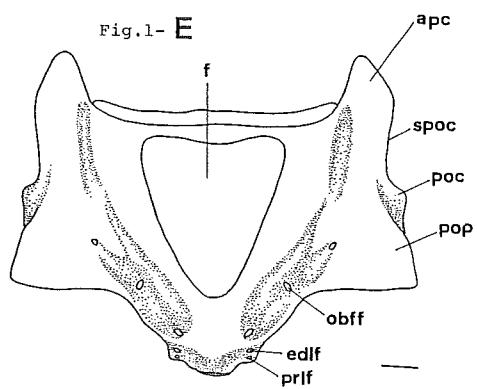
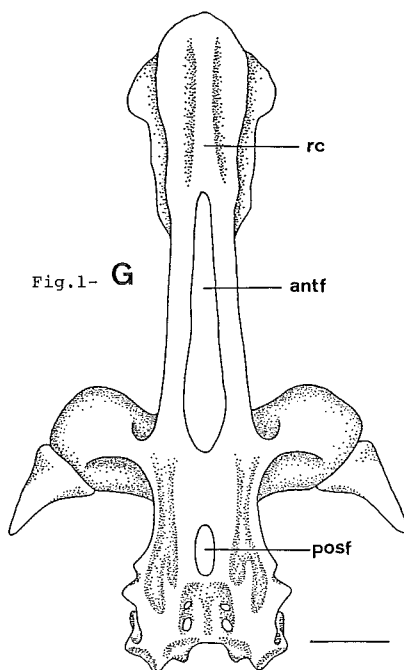


Fig.1-G



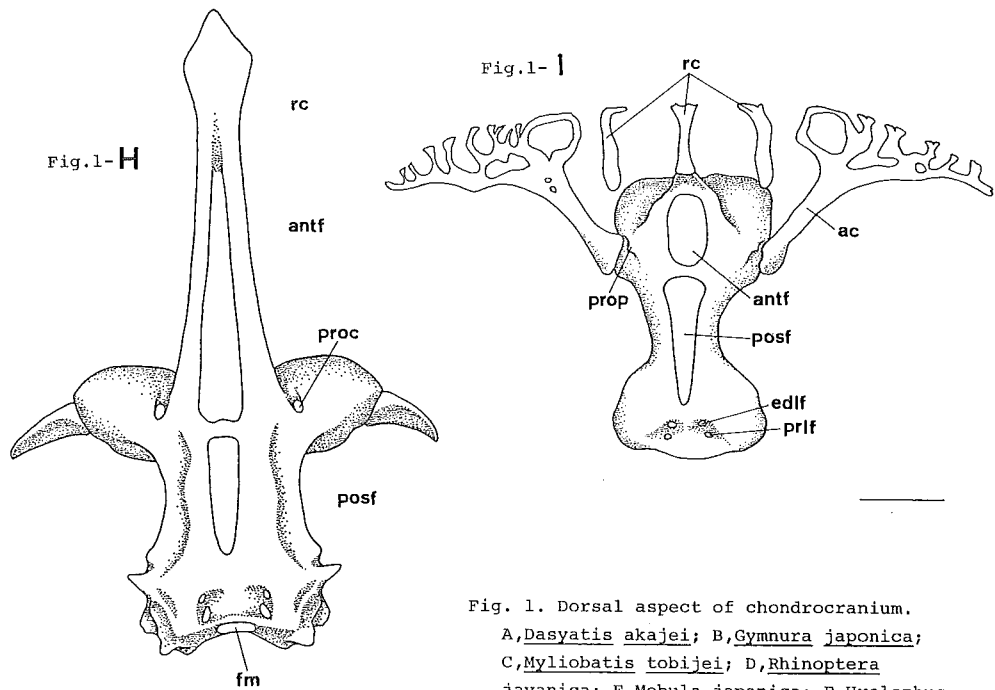


Fig. 1. Dorsal aspect of chondrocranium.
A, *Dasyatis akajei*; B, *Gymnura japonica*;
C, *Myliobatis tobijei*; D, *Rhinoptera javanica*; E, *Mobula japonica*; F, *Urolophus aurantiacus*; G, *Rhinobatos hynnicephalus*;
H, *Raja pulchra*; I, *Narke japonica*.
Scale bar indicates 10 mm.

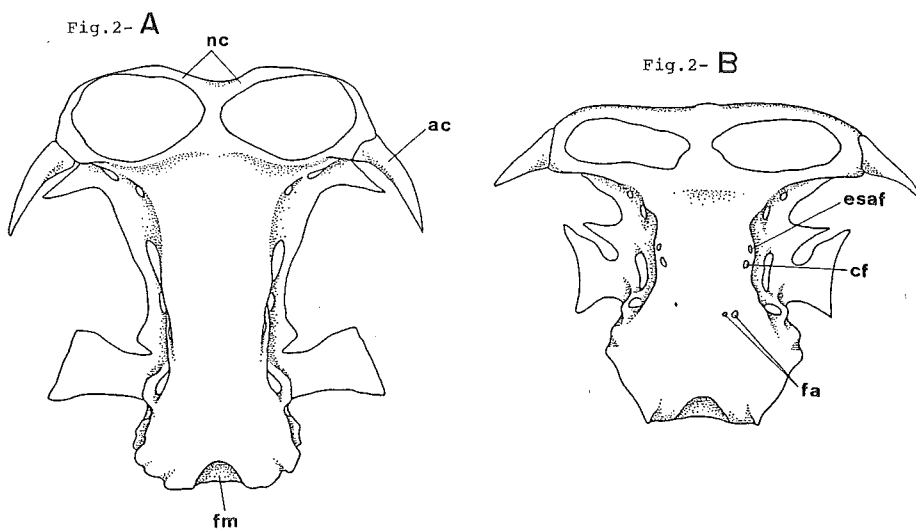


Fig.2-C

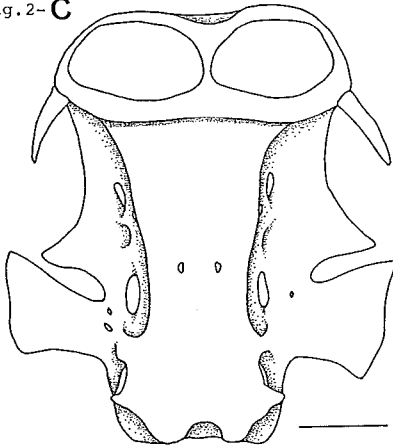


Fig.2-D

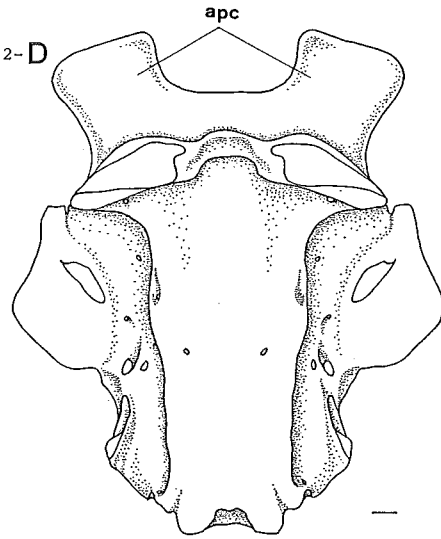


Fig.2-E

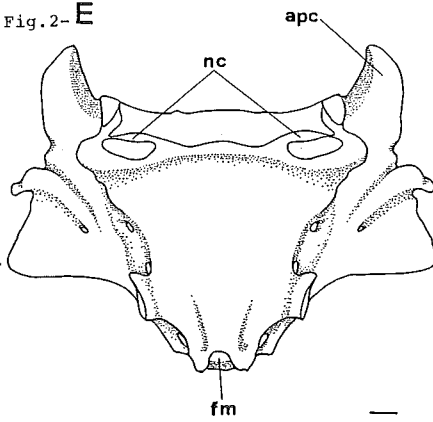


Fig.2-G

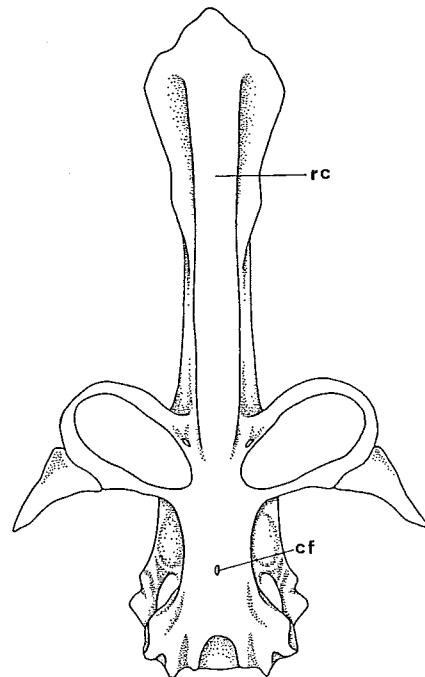
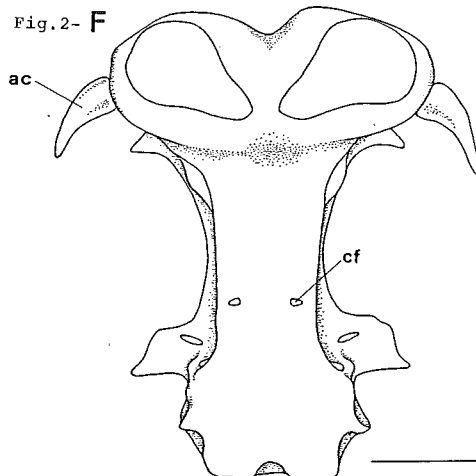


Fig.2-F



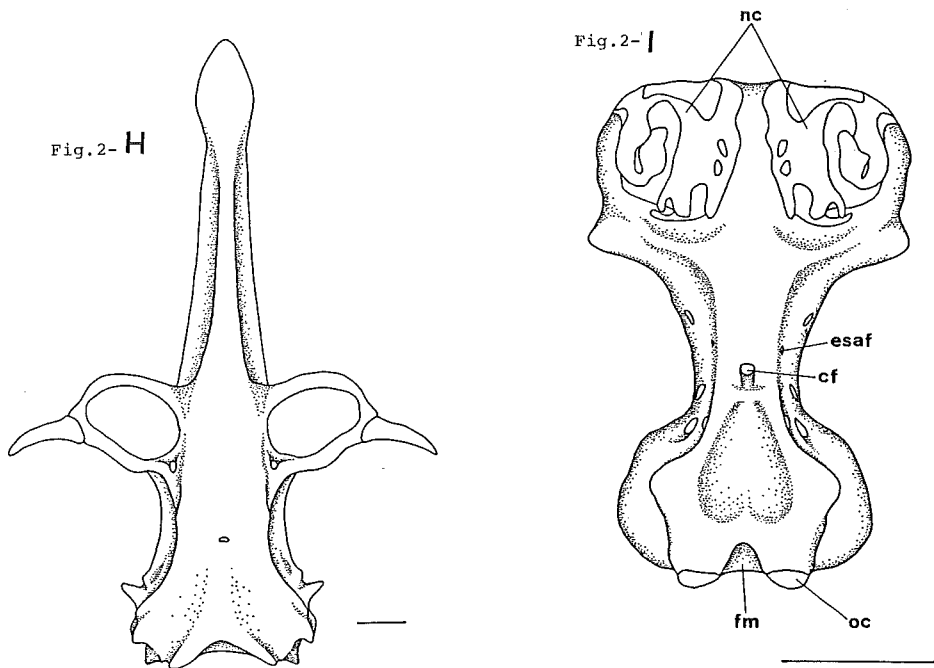


Fig. 2. Ventral aspect of chondrocranium. A, Dasyatis akajei; B, Gymnura japonica; C, Myliobatis tobiyei; D, Rhinoptera javanica; E, Mobula japonica; E, Urolophus aurantiacus; G, Rhinobatos hynnicephalus; H, Raja pulchra; I, Narke japonica. Scale bar indicates 10 mm.

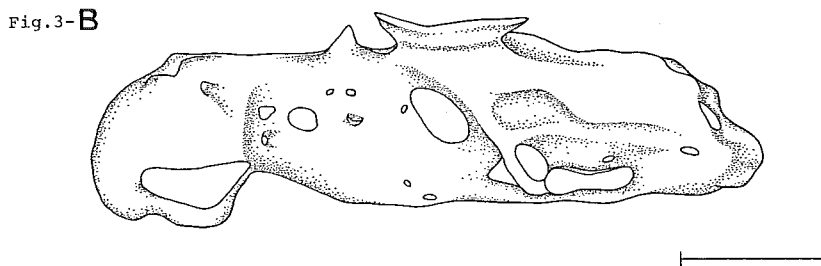
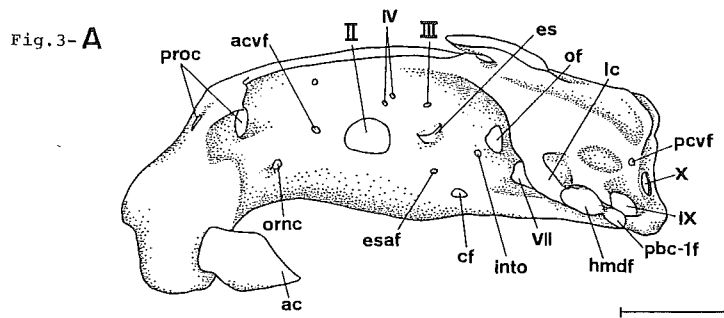


Fig.3- C

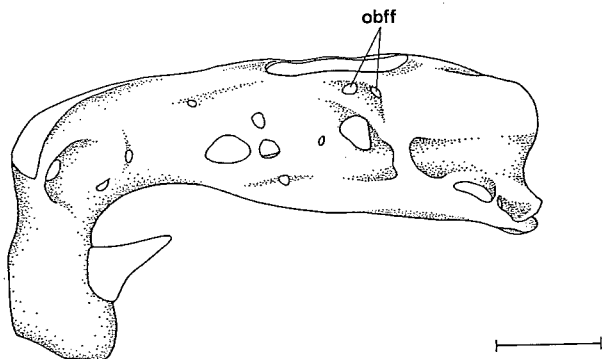


Fig.3- D

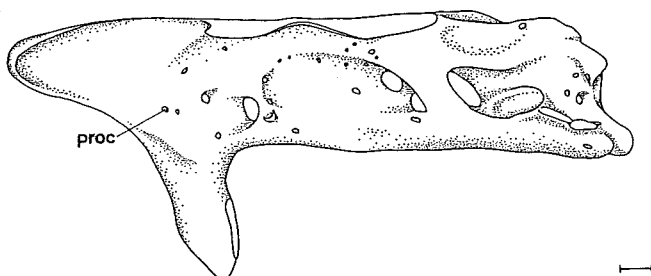


Fig.3- E

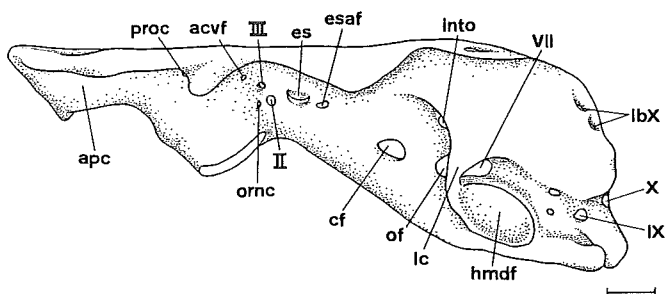


Fig.3- F

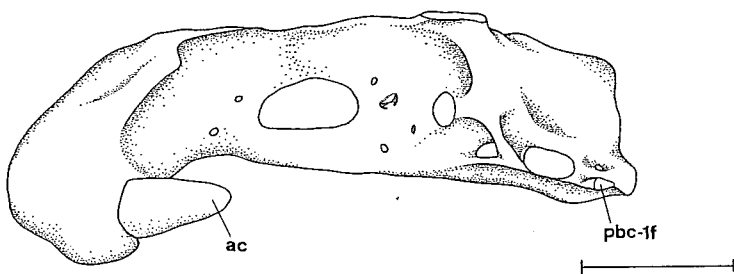


Fig.3- G

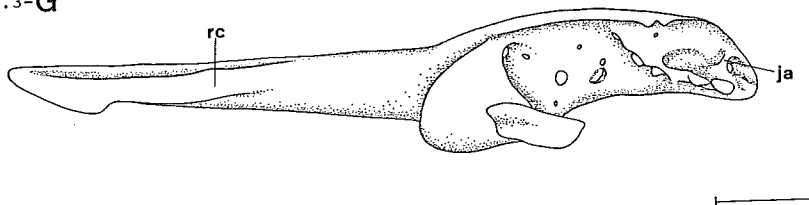


Fig.3-H

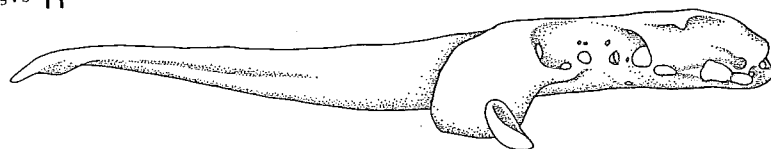


Fig.3-I

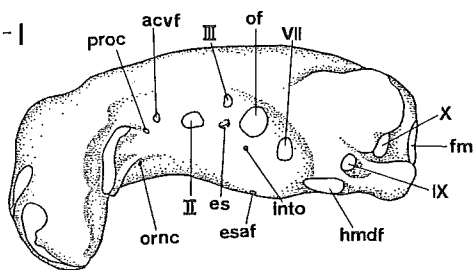


Fig.3. Lateral aspect of chondrocranium.

A, Dasyatis akajei; B, Gymnura japonica;
C, Myliobatis tobijei; D, Rhinoptera
javanica; E, Mobula japonica; F, Urolophus aurantiacus;
G, Rhinobatos hynnicephalus; H, Raja pulchra; I, Narke
japonica; Scale bar indicates 10 mm.

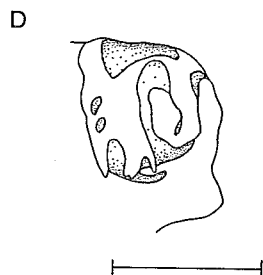
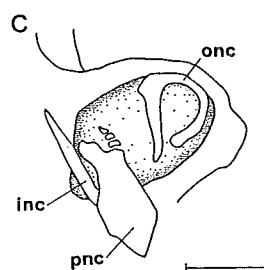
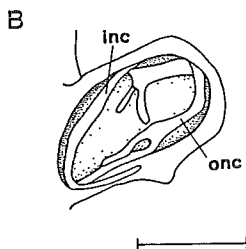
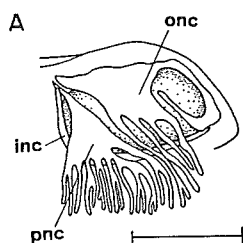


Fig.4. Ventral aspect of nasal capsule.

A, Myliobatis tobijei; B, Rhinobatos
hynnicephalus; C, Raja pulchra;
D, Narke japonica;
Scale bars indicate 10mm.

へ突出する (Figs. 1D, E and 3D, E)。これまで、この突出部に対する名称は与えられていないので、ここでは仮に軟骨性頭蓋の前向突起 (anterior process of chondrocranium: apc) と呼ぶことにする。この前向突起は頭鰭 (cephalic fin) を支持する働きを持つと考えられ、その他の本亜目魚類、コモンサカタザメ、メガネカスベ及びシビレイではみられない。鼻殻 (nasal capsule: nc) は左右一対の球状の部分で、中に嗅覚器官を収めている。鼻殻を形成する部分の軟骨壁は一般に薄くて柔らかい。本亜目魚類6種では鼻殻は側方に広がり、同時に腹方にも広がっている (Figs. 2A-F and 3A-F)。コモンサカタザメ及びメガネカスベでは鼻殻は側方に広がり、腹方への広がりはない (Figs. 2G, H and 3G, H)。また、シビレイの鼻殻はトビエイ亜目魚類と同様に側方及び腹方に広がる (Figs. 2I and 3I)。エイ目魚類の鼻殻は腹面で開口して外部につながっているが、その開口部は nasal cartilage とよばれる複数の薄い板状軟骨で覆われている。トビエイ亜目魚類の nasal cartilage は、鼻殻開口部の内側前方から後側方に広がる postnasal cartilage (pnc) と、残りの部分を覆う outernasal cartilage (onc) 及び開口部の縁に沿って走る innernasal cartilage (inc) から構成される (Fig. 4A)。同様にメガネカスベも3個の軟骨から構成されるが (Fig. 4C)、コモンサカタザメでは pnc が存在せず (Fig. 4B)、さらにシビレイではこれらの軟骨の癒合もしくは消失がすすんでいるため明瞭に区別できない (Fig. 4D)。一般に、エイ目魚類では鼻殻の側面後方に antorbital cartilage (ac) との関節面がある。この antorbital cartilage は鼻殻に付着し後側方へ向う板状の軟骨で、その先端は胸鰭の前担鰭軟骨に付着して、これを支持する (Fig. 3A-C, F-H)。しかしながら、シビレイの ac はこれとまったく異なる形態と機能を持つ (Fig. 1I)。シビレイではこの軟骨は鼻殻の側面後方から前側方へ向う背腹方向に非常に薄い板状を呈し、その先端は扇状に広がり細く分枝して、3個の吻軟骨の先端と共に吻部の前縁を形成する。したがってシビレイでは、ac は胸鰭の前担鰭軟骨と関節していない。一般にトビエイ亜目魚類の軟骨性頭蓋背面には眼窩の前縁を構成する眼窩前方突起 (preorbital process: prop) が存在するが (Fig. 1A-C, F), この突起はウシバトビエイ及びイトマキエイではみられない (Fig. 1D, E)。また、眼窩前方突起はシビレイでは存在するが (Fig. 1I)、コモンサカタザメ及びメガネカスベではみられない (Fig. 1G, H)。観察したエイ目魚類9種では、眼窩前方突起の基部近くに眼窩前方導管孔 (preorbital canal foramen: proc) が開口する (Fig. 1)。

I - b, 眼窩域 (orbital region)

眼窩域は軟骨性頭蓋側面の眼球を収納するくぼみを中心として、鼻殻の後面から耳殻の前面までをさす。エイ目魚類の軟骨性頭蓋の背面正中線上には顙門 (fontanelle: f) とよばれる開口部があり、この中には脳が収納され、強固な靱帯状の膜でふさがれている。コモンサカタザメ・メガネカスベ及びシビレイでは顙門は前後に2個あり、前部顙門 (anterior fontanelle: antif) 及び後部顙門 (posterior fontanelle: posf) とよばれる。コモンサカタザメ及びメガネカスベの前部顙門は吻軟骨から鼻殻の背面に位置して、後部顙門は眼窩域の背面に位置する (Fig. 1G, H)。シビレイでは前部顙門は鼻殻背面に位置して、後部顙門は眼窩域から後頭域の背面に位置する (Fig. 1I)。トビエイ亜目魚類の顙門は前後に別れず単一の開口で、鼻殻から後頭域の背面に位置する (Fig. 1A-F)。開口部の形状は種によって若干異なるが、一般に前方では広く、後方では狭くなる。本亜目魚類では眼窩域背面の両側縁は、鼻殻背面から耳殻背面に至るひさし状の隆起を形成する (Fig. 1A-F)。この隆起は supraorbital crest (spoc) とよばれ、前方では眼窩前方突起、後方では眼窩後方隆起 (postorbital crest: poc) につながっている。この隆起はコモンサカタザメ及びメガネカスベでは存在するがシビレイでは存在しない (Fig. 1G-I)。

眼窩域の側面は鼻殻の後面から耳殻の前面に至る比較的滑かな壁を形成するが、神経及び血管の出入口である小孔が沢山開口する。側面の前上方向すなわち鼻殻との境界付近には眼窩前方導管孔が開口して、その下方には orbital nasal canal (ornc) が開口する (Fig. 3A-I)。この2つの開口部の間のやや後方には anterior cerebral vein foramen (acvf) が開口する (Fig. 3)。これら3つの小孔は観察した9種全てに存在する。一般にエイ目魚類では acvf の後方に他の小孔に比べて相当大きな視神経孔 (optic foramen: II) とよばれる第2脳神経の通路となる開口がみられる (Fig. 3)。視神経孔の上方には滑車神経孔 (trochlear nerve foramen: IV) とよばれる小孔が存在する。これは中脳腹面から動眼筋へ達する滑車神経の通路で、その数は種によって変化する。ヒラタエイではこの小孔はみられず、アカエイでは2個、その他の本亜目魚類では1個の滑車神経孔が存在する (Fig. 3A-F)。また、コモンサカタザメでは1個、メガネカスベでは2個の滑車神経孔が存在するが (Fig. 3G, H)、シビレイではみられない (Fig. 3I)。観察したエイ目魚類9種では視神経孔の後方に眼球を支持する眼茎

(eye stalk:es)が発達する(Fig.3)。眼茎は円錐を逆にしたような形態で、先端は円板状で中心部がくぼみ、そこで眼球を支持する。エイ目魚類では眼茎の上方に動眼神経孔(oculomotor nerve foramen:III)が開口する(Fig.3)。この小孔は大脳脚の内側から眼球へ達する重カ眼神経の通路である。トビエイ亜目魚類では眼茎の後方に interorbital vein foramen (into) とよばれる小孔が開口するが(Fig.3A-F)、コモンサカタザメ及びシビレエイではこの小孔はみられず(Fig.3G,I)、メガネカスベでは眼茎の後方に存在する(Fig.3H)。本亜目魚類では眼茎の後下方すなわち腹面との境界付近に efferent spiracular artery foramen (esaf) が開口する(Fig.3A-F)。この小孔はメガネカスベ及びシビレエイでは存在するが(Fig.3H,I)、コモンサカタザメでは存在しない(Fig.3G)。観察したエイ目魚類9種では眼窩域の側面後方すなわち後頭域との境界付近に orbital fissure (of) がみられる(Fig.3)。

眼窩域の腹面は、正中線に沿って中央部がやや膨らんだ滑らかな壁を形成する。コモンサカタザメ、メガネカスベ及びシビレエイでは眼窩域腹面のほぼ中央に1個の頸動脈孔(carotid foramen:cf)が開口する(Fig.2G-I)。頸動脈孔はトビエイ亜目魚類では眼窩域腹面の両側に1対の小孔として存在する(Fig.2A-F)。また、ツバクロエイでは1対の頸動脈孔の後方や右側に、神経を通す2個の小孔が近接してみられる(Fig.2B)。これまでこの小孔に対する名称は与えられていないので、ここでは仮に α 孔(foramen α :fa)とよぶことにする。 α 孔は他のトビエイ亜目魚類、コモンサカタザメ、メガネカスベ及びシビレエイでは存在しない。

I-c. 後頭域 (occipital region)

後頭域は耳殻を中心として、耳殻の前面から軟骨性頭蓋の最後端までをさす。

エイ目魚類の後頭域は比較的厚い軟骨壁から構成され、耳殻は中央部の脳を収納する部分とあって左右1対存在する。後頭域の背面正中線上には顴門の後縁があり、supraorbital crest とよばれるひさし状の隆起は側方に突出する2個の突起につながる(Fig.1)。前方の突起は眼窩後方隆起(postorbital crest:poc)とよばれ、小さな三角形の板状を呈する。後方の突起は眼窩後方突起(postorbital process:pop)とよばれる大きな板状の突起である。トビエイ亜目魚類では、両突起は種類によって異なった状態を呈する。ヒラタエイでは、両突起が先端まで癒合しており(Fig.1F)、ウシバナトビエイでは両突起が先端で分離して基部では癒合しており、靱帯状の強い膜で覆われた開口部がある(Fig.1D)。その他の本亜目魚類では、両突起がそれぞれ離れて存在する(Fig.1A-C,E)。コモンサカタザメ及びメガネカスベでも両突起は存在するが、非常に小さく三角形の板状を呈する(Fig.1G,H)。シビレエイではどちらの突起も存在しない(Fig.1I)。さらに両突起の位置にも種によって変化がみられる。ツバクロエイ、ウシバナトビエイ及びイトマキエイでは両突起は眼窩域背面にあるが(Fig.1B,D,E)、その他の本亜目魚類では後頭域背面に位置する(Fig.1A,C,F)。コモンサカタザメ及びメガネカスベでは両突起は後頭域背面に位置する(Fig.1G,H)。エイ目魚類の眼窩後方突起の基部付近には顔面神経の分枝のための孔(otic branch of facial nerve foramen:obff)が開口する(Fig.1)。また、軟骨性頭蓋背面の後縁近くにはリンパ管の通路であるlymphatic foramen(lf)が開口する。本亜目魚類では一般に左右2対のlfを持ち(Fig.1A,C-E)、前方の1対はendolymphatic foramen(edlf)、後方の1対はperilymphatic foramen(prlf)とよばれる。しかしながら、ツバクロエイではedlfとprlfが1つのくぼみの中に非常に接近して存在し(Fig.1B)、ヒラタエイでは1対のlfが存在する(Fig.1F)。また、コモンサカタザメ、メガネカスベ及びシビレエイでは2対のlfが離れて存在する(Fig.1G-I)。

後頭域の側面は眼窩域の側面より側方に膨み、関節丘などが存在して比較的凸凹に富んでいる。観察したエイ目魚類9種ではofの後下方にhyomandibular branch of facial nerve foramen(VII)が開口する(Fig.3)。この小孔は延髄より出る顔面神経の第3枝(舌顎枝)の通路である。本亜目魚類6種では、この小孔の位置する部分にくぼみ、その上方及び下方の隆起した部分を結ぶ側部軟骨橋(lateral commissure:lc)とよばれるアーチが存在する(Fig.3A-F)。また、コモンサカタザメでも側部軟骨橋は存在するが(Fig.3G)、メガネカスベ及びシビレエイでは存在しない(Fig.3H,I)。さらにこの後方には舌顎軟骨(hyomandibular cartilage)との関節面(hyomandibular facet:hmdf)及び第1上鰓軟骨(1st epibranchial cartilage)との関節面(1st epibranchial cartilage facet:pbc-lf)が存在する(Fig.3)。pbc-lfの上後方には舌咽神経孔(glossopharyngeal nerve foramen:IX)が開口する(Fig.3)。コモンサカタザメ及びメガネカスベでは舌咽神経孔をまたいで頬部弓状軟骨(jugal arch:ja)とよばれるアーチが存在するが(Fig.3G,H)、このアーチは本亜目魚類及びシビレエイでは存在しない(Fig.3A-F,I)。

後頭域の腹面は眼窩域の腹面から連続する滑らかな壁を形成する。一般にエイ目魚類の腹面後端の中央部は頸部腹椎骨の舌状突出部との関節のためにくぼんでいる(Fig.2)。

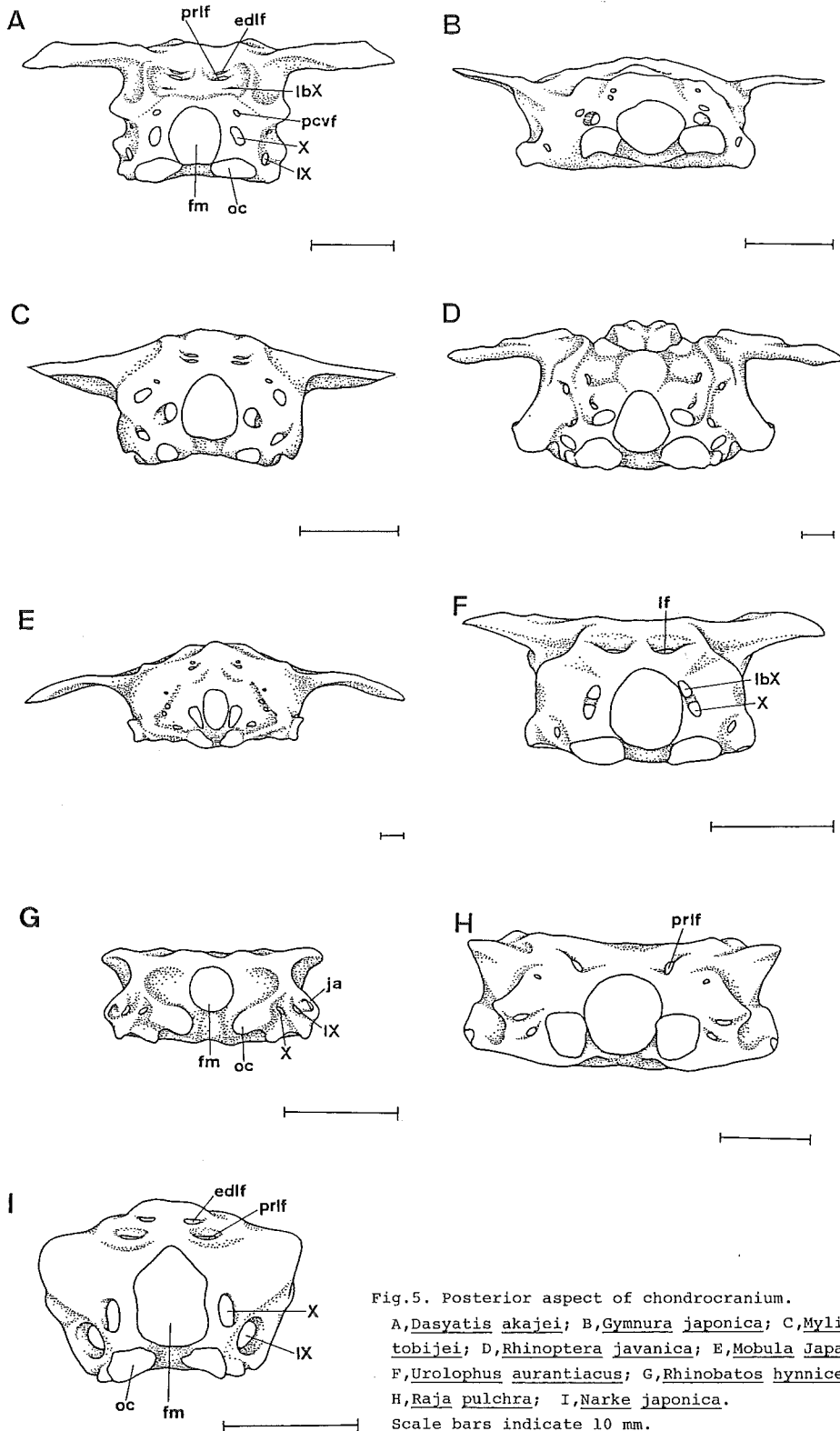


Fig.5. Posterior aspect of chondrocranium.
A, *Dasyatis akajei*; B, *Gymnura japonica*; C, *Myliobatis tobijei*; D, *Rhinoptera javanica*; E, *Mobula japonica*; F, *Urolophus aurantiacus*; G, *Rhinobatos hynnicephalus*; H, *Raja pulchra*; I, *Narke japonica*.
Scale bars indicate 10 mm.

後頭域の後面の中央には大孔 (foramen magnum:fm) が開口する (Fig.5)。大孔の両側には背柱との関節丘 (occipital condyle:oc) が存在する (Fig.5)。トビエイ亜目魚類では左右の OC の上方に迷走神経孔 (vagus nerve foramen:X) とよばれる比較的大きな孔が開口する (Fig.5A-F)。シビレイでも同様の状態がみられるが (Fig.5I)、コモンサカタザメ及びメガネカスベでは迷走神経孔は小さく OC の側方に位置する (Fig.5G,H)。トビエイ亜目魚類6種及びメガネカスベでは迷走神経孔の上側方に、迷走神経側分枝の通路となる小孔 (lateralis branch of vagus nerve foramen:lbX) が開口するが (Fig.5A-F,H)、この小孔はコモンサカタザメ及びシビレイでは存在しない (Fig.5G,I)。Holmgren (1941) によると、本亜目魚類は迷走神経孔の中に開口する posterior cerebral vein foramen (pcvf) とよばれる小孔を持つが、この状態はヒラタイで観察された。しかしながら、アカエイでは pcvf が迷走神経孔とは独立した状態 (Fig.5A) を示す。また、Holmgren (1941) によって迷走神経孔とは独立した pcvf を持つとされているシビレイでは、この小孔を確認できなかった (Fig.5I)。

Table 3. Comparison of 16 characters of the chondrocranium in 9 rajiform fishes.

species	<i>Dasyatis akajei</i> <i>Gymnura japonica</i> <i>Myliobatis tobijei</i> <i>Rhinoptera javanica</i> <i>Mobula japonica</i> <i>Urolophus auranticus</i> <i>Rhinobatos hymniccephalus</i> <i>Raja pulchra</i> <i>Narke japonica</i>						
rostral cartilage	absent				present		
expanse of nasal capsule	lateral and ventral				lateral		lateral and ventral
antorbital cartilage and propterygium	articulate						not articulate
anterior process of chondrocranium	absent		present		absent		
preorbital process	present		absent		present	absent	present
number of fontanelle	1				2		
supraorbital crest	present						absent
efferent spiracular artery foramen	present					absent	present
interorbital vein foramen	present					absent	present
number of carotid foramen	2				1		
foramen'a'	absent	present	absent				
lateral commissure	present					absent	
jugal arch	absent				present		absent
lateralis branch of vagus nerve foramen	present					absent	
postorbital crest and process	separate		partly fused	separate	fused	separate	absent
number of lymphatic foramen	2	2 in one dep.	2		1	2	

以上、軟骨性頭蓋の比較解剖に関する結果を述べてきたが、このうち種間で変化のみみられた形質とその状態は Table 3 に要約される。この他にも多くの変化がみられたが、相同の問題が残る変化、種内変異が存在する可能性が大きい変化など、さらに詳しい検討を必要とする変化は形質として採択されなかった。例えば、軟骨性頭蓋眼窩域側面に開く滑車神経孔 (trochlear nerve foramen:IV) は、その数が種によって変化するが、この変化は種内及び同一個体の左右でもみられる。よってこの形質は不安定な変化を示すと判断され、採択されなかった。

その結果、トビエイ亜目魚類6種だけが共有する下記の3形質の状態を確認した。吻軟骨を持たない状態、fontanelle が1個の状態、頸動脈孔が2個の状態。

さらに、以下に挙げる5形質において本亜目魚類内で変化がみられた。軟骨性頭蓋の前向突起 (anterior process of chondrocranium:apc) の有無。眼窩前方突起 (preorbital process:apc) の有無。眼窩腹面のふち (foramen 'a':fa) の有無。眼窩後方隆起 (postorbital crest:poc) と眼窩後方突起 (postorbital process:pop) の状態。リンパ管の通路 (lymphatic foramen:lf) の状態

II. 肩帯・胸鰭・頭鰭 (pectoral girdle, pectoral fin and cephalic fin)

エイ目魚類の肩帯・胸鰭及び頭鰭に関する研究は比較的多いが (津村, 1975, 未発表; Compagno, 1977; Compagno and Roberts, 1982; McEachran and Compagno, 1979, 1982; Heemstra and Smith, 1980 など), 本亜目魚類に関しては、比較解剖に基づく詳しい研究はほとんどみられない。肩帯、胸鰭及び頭鰭は一連の骨格である。肩帯は胸部と腹部の境界に位置するU字型の単一の軟骨で、胸鰭を支持する。胸鰭は肩帯の両側に関節する数個の鰭底軟骨 (basal cartilage) と、この鰭底軟骨によって支持される輻射軟骨 (radial cartilage:r) から構成される。頭鰭も胸鰭と同様に鰭底軟骨及び輻射軟骨から構成される。

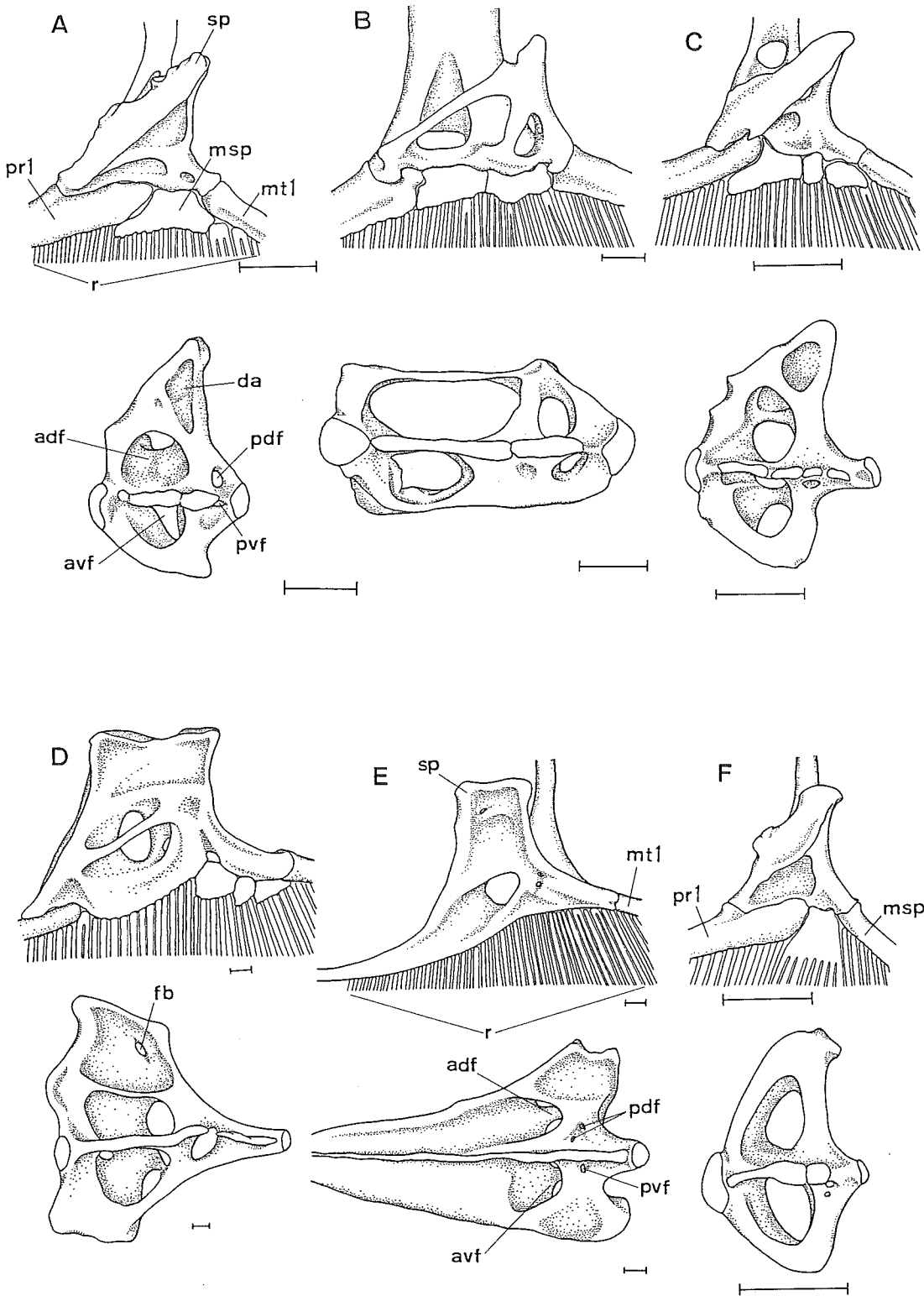
II-a. 肩帯 (pectoral girdle)

肩帯は板状を呈する腹面から両側面の胸鰭との関節面までの鳥口軟骨部 (coracoid cartilage region) と、これより上方の肩甲骨軟骨部 (scapular cartilage region) とに区別できる。トビエイ亜目魚類では肩帯の形態は種によって異なり、ツバクロエイのように横長の状態から (Fig. 6B)、アカエイのように縦長の状態 (Fig. 6A) までみられる。また、コモンサカタザメ及びメガネカスベでは前二者の中間的な状態 (Fig. 6G, H) を呈し、シビレイではし字型を呈する (Fig. 6I)。エイ目魚類の肩甲骨軟骨部の上端は背方へ向う突起状を呈している。この突起は肩甲骨軟骨突起 (scapular process:sp) とよばれる。トビエイ亜目魚類ではこの先端が脊柱に関節する。コモンサカタザメ及びメガネカスベでも突起の先端は脊柱と関節するが、シビレイでは脊柱との関節を持たない。またエイ目魚類では一般に、肩甲骨軟骨部内面前方にカサ上鰓軟骨 (5th epibranchial cartilage) 及びカサ角鰓軟骨 (5th ceratobranchial cartilage) との関節点及び関節面がみられる。肩甲骨軟骨部の側面には神経及び筋肉が通る2個の開口部が存在する。このうち前方の孔はanterodorsal fenestra (adf), 後方の孔はpostdorsal fenestra (pdf) とよばれる。adfは観察した本亜目魚類6種にみられるが (Fig. 6A-F), pdfはトビエイ、ウシバナトビエイ及びヒラタイでは存在せず (Fig. 6C, D, F), イトマキエイでも非常に小さい (Fig. 6E)。コモンサカタザメ及びシビレイではadf及びpdfがともに存在するが (Fig. 6G, I), メガネカスベでは肩甲骨軟骨部と鳥口軟骨部にまたがる大きな孔とpdfが存在する (Fig. 6H)。本亜目魚類のアカエイ、トビエイ、ウシバナトビエイ及びイトマキエイではadfの上方にくぼみがみられる (Fig. 6A-C-E)。さらにウシバナトビエイ及びイトマキエイではくぼみの中に小孔がみられる (Fig. 6D, E)。このくぼみ及び小孔に対する名称は従来与えられていないので、ここでは仮にくぼみa (depression 'a':da) 及びb孔 (foramen 'b':fb) とよぶことにする。くぼみa及びb孔は、コモンサカタザメ、メガネカスベ及びシビレイでは存在しない (Fig. 6G-I)。鳥口軟骨部の側面上端付近には鰭底軟骨との関節面が水平に並んでいる (Fig. 6)。エイ目魚類では一般に、これらの関節面の下方にadf及びpdfと同様に神経及び筋肉の通路となる2個の孔が存在する。このうち前方の孔はanteroventral fenestra (avf), 後方の孔はpostventral fenestra (pvf) とよばれる。avfは観察したエイ目魚類のうちメガネカスベを除く全種に、pvfはエイ目魚類9種にみられる (Fig. 6)。

II-b. 胸鰭 (pectoral fin)

胸鰭鰭底軟骨は輻射軟骨を支持する数個の棒状の軟骨及び板状の軟骨から構成される。肩帯の鳥口軟骨部上端の側面前方に関節して前方へ伸びる棒状の軟骨が前担鰭軟骨 (propterygium:prl) で側面後方に関節して後方へ伸びる棒状の軟骨が後担鰭軟骨 (metapterygium:mtl) である。前担鰭軟骨と後担鰭軟骨の間に水平に並ぶ板状の軟骨は中担鰭軟骨 (mesopterygium:msp) とよばれる。イトマキエイでは肩帯が前方へ伸びて頭部まで達し輻射軟骨を支持しており、肩帯と前担鰭軟骨との関節面が無い (Fig. 6E)。その他の本亜目魚類、コモンサカタザメ、メガネカスベ及びシビレイでは肩帯と前担鰭軟骨との関節面は明瞭である (Fig. 6A-D, F-I)。本亜目魚類の中担鰭軟骨は種によってその数が異なる (Table 4)。例えばイトマキエイでは中担鰭軟骨は存在しないが、トビエイ及びウシバナトビエイでは3個の中担鰭軟骨を持つ。また、コモンサカタザメ、メガネカスベ及びシビレイでは中担鰭軟骨は1個である。

胸鰭輻射軟骨は担鰭軟骨に支持される放射状に並ぶ数十列の小軟骨片で、多くの分節からなり、先端



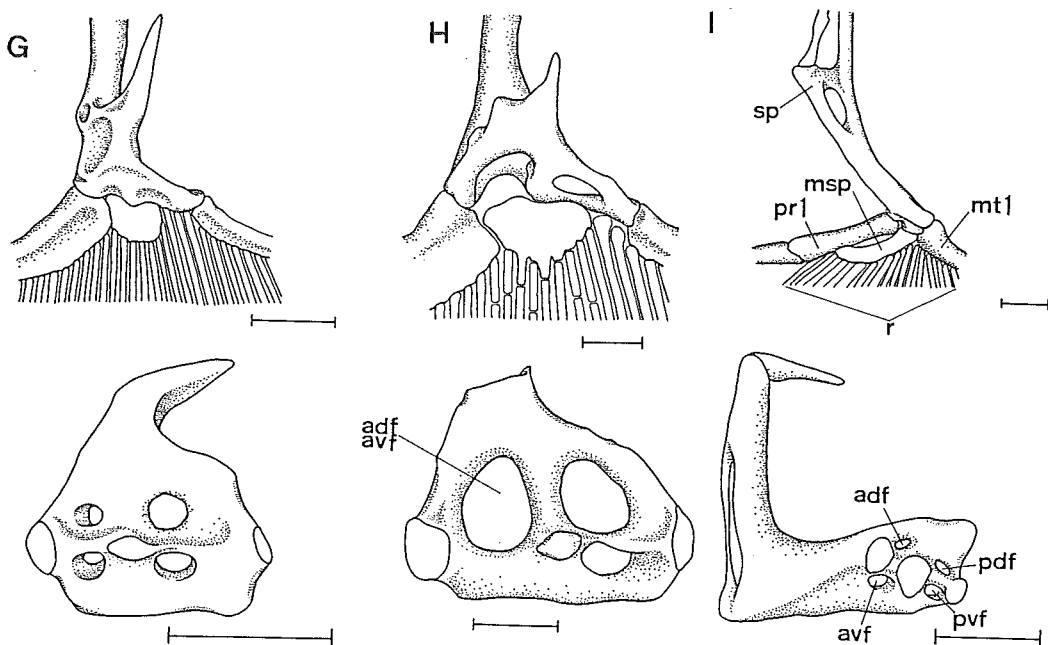


Fig.6. Dorsal (above) and lateral (below) aspects of pectoral girdle.

A,*Dasyatis akajei*; B,*Gymnura japonica*; C,*Myliobatis tobiiei*;
D,*Rhinoptera javanica*; E,*Mobula japonica*; F,*Urolophus aurantiacus*;
G,*Rhinobatos hymniccephalus*; H,*Raja pulchra*; I,*Narke japonica*.

Scale bars indicate 10 mm.

が分岐しているものもある。観察したエイ目魚類では Table 5 に要約されるように、輻射軟骨の数は種によって変化する

II-C. 頭鰭 (cephalic fin)

トビエイ亜目魚類では胸鰭の輻射軟骨が軟骨性頭蓋前縁附近で一度消失し、前方で再び現れる種類がある (Fig.7A,B)。従来この部分に対しては cephalic fin, cephalic lobe などの名称が与えられているが、ここでは胸鰭の輻射軟骨が一端途切れて再度現れた部分を胸鰭と区別して、頭鰭 (cephalic fin) とよぶことにする。頭鰭

Table 4. Number of mesopterygium. Numeral in parentheses indicates number of specimens.

species	number of mesopterygium
<i>Dasyatis akajei</i> (3)	1
<i>Gymnura japonica</i> (2)	2~3
<i>Myliobatis tobiiei</i> (1)	3
<i>Rhinoptera javanica</i> (1)	3
<i>Mobula japonica</i> (1)	0
<i>Urolophus aurantiacus</i> (2)	1
<i>Rhinobatos hymniccephalus</i> (1)	1
<i>Raja pulchra</i> (3)	1
<i>Narke japonica</i> (2)	1

Table 5. Number of pectoral radial cartilages supported by propterygium, mesopterygium and metapterygium. Numeral in parentheses indicates number of specimens.

species	propterygium	mesopterygium	metapterygium	total
<i>Dasyatis akajei</i> (3)	45~48	12~26	44~46	106~112
<i>Gymnura japonica</i> (2)	37	7~10-8~11	48	103
<i>Myliobatis tobiiei</i> (1)	33	9-4-7	49	102
<i>Rhinoptera javanica</i> (1)	33	5-4-4	—	—
<i>Mobula japonica</i> (1)	45	0	93	138
<i>Urolophus aurantiacus</i> (2)	44	8~9	36~38	88~91
<i>Rhinobatos hymniccephalus</i> (1)	31	7	26	64
<i>Raja pulchra</i> (3)	29~31	8~12	31~32	72~74
<i>Narke japonica</i> (2)	13	9~10	12~13	35

は胸鰭と同様に鰭底軟骨及び輻射軟骨から構成される。観察したエイ目魚類9種の中で頭鰭を持つのはウシバナトビエイ及びイトマキエイである (Fig. 7A, B)。

以上、肩帯、胸鰭及び頭鰭の比較解剖の結果を述べてきたが、このうち種間が変化のみとれた形質とその状態は Table 6 に要約される。ここでも、中担鰭軟骨の数、輻射軟骨の数など種内変異が存在する可能性が大きな変化は形質として採択されなかった。

その結果、本部位からはトビエイ目魚類6種だけが共有する状態は発見されなかった。また、以下に挙げる5形質

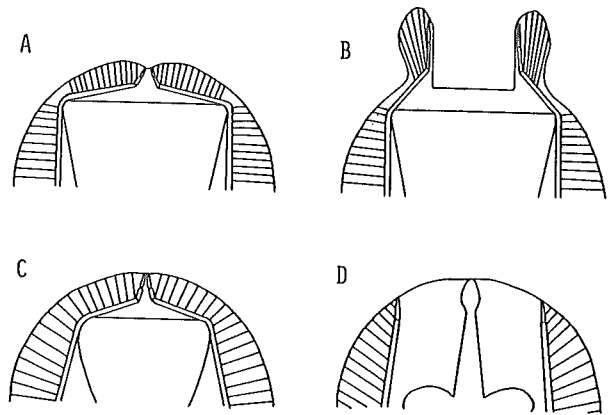


Fig. 7. Diagram showing the dorsal aspects of snout. A, *Rhinoptera javanica*; B, *Mobula japonica*; C, typical myliobatoid fish; D, typical rajoid fish.

Table 6. Comparison of 7 characters of the pectoral girdle in 9 rajiform fishes.

species	<i>Dasgatiella akabei</i> <i>Gymnura japonica</i> <i>Myllobatis tobiei</i> <i>Rhinoptera javanica</i> <i>Mobula japonica</i> <i>Urolophus hantaisus</i> <i>Rhinobatos hirtirostratus</i> <i>Baja plicata</i> <i>Narke japonica</i>						
articulation of scapular process and vertebrae	present						absent
number of anterior fenestra	2				1	2	
postdorsal fenestra	present	absent		present	absent	present	
depression 'a'	present	absent	present		absent		
foramen 'b'	absent		present	absent			
distinction between pectoral girdle and propterygium	clear			not clear	clear		
cephalic fin	absent		present		absent		

において本エイ目魚類内で変化がみられた。anterodorsal fenestra (adf) と anteroventral fenestra (avf) の状態。くぼみの a (depression 'a': da) の有無。b 孔 (foramen 'b': fb) の有無。肩帯 (pectoral girdle) と前担鰭軟骨 (propterygium: prl) の状態。頭鰭 (cephalic fin) の有無。

III. 腰帯・腹鰭 (pelvic girdle and pelvic fin)

エイ目魚類の腰帯及び腹鰭は Garman (1913) をはじめ Daniel (1922), Hulley (1972), 津村 (1975, 未発表), Compagno (1977), McEachran and Martin (1978) 及び McEachran and Compagno (1979) などによって研究されている。いながら、トビエイ目魚類の腰帯及び腹鰭に関する比較解剖に基づく詳しい研究はほとんど行われていない。本エイ目魚類の腰帯及び腹鰭は一連の骨格で、腹部の腹面にあり、アーチ状に総排泄孔 (cloaca) を囲む。腰帯は単一の板状の軟骨からなり、腹鰭を支持している。腹鰭は腰帯の両側端に関節する2個の鰭底軟骨 (basal cartilage) と、これらに支持される輻射軟骨

(radial cartilage:r) によって構成される。

Ⅲ-α, 腰帯 (pelvic girdle)

この骨は総排泄孔前方腹面に位置し、中央部の板状の座骨-恥骨部 (ischiopubic region) と両側端部のやや膨らんだ腸骨部 (iliac region) とに区別できる。トビエイ亜目魚類の腰帯は一般に前方へ弓状に湾曲するが、ヒラタエイのように湾曲の程度が低い種 (Fig. 8F) からウシバナトビエイ及びイトマキエイのようにアーチ状に強く湾曲する種 (Fig. 8D, E) までみられる。一方、コモンサカタザメ、メガネカスベ及びシビレエイでは、腰帯はほとんど湾曲しない (Fig. 8G-I)。エイ目魚類では座骨-恥骨部の中央前縁に、前方へ張り出す腰帯前向突起 (prepelvic process: prp) が発達する種がある。この突起はトビエイ、ウシバナトビエイ及びイトマキエイではよく発達する (Fig. 8C-E) のに対し、ツバクロエイでは発達程度が低い (Fig. 8B)。また、コモンサカタザメ、メガネカスベ及びヒラタエイでは腰帯前向突起は発達しない (Fig. 8G-I)。トビエイ亜目魚類では腰帯の腸骨部前縁に、前方へ張り出す腰帯側部前向突起 (lateral prepelvic process: lpp) が発達する種がある。観察した6種のうち、アカエイとヒラタエイにはこの突起がみられ (Fig. 8A, F)、その他の種にはみられない (Fig. 8B-E)。また、コモンサカタザメ、メガネカスベ及びシビレエイでは腰帯側部前向突起はよく発達する (Fig. 8G-I)。一般にエイ目魚類の腰帯腸骨部の背面には、背後方へ張り出す腸骨突起 (iliac process: ilp) が発達する (Fig. 8) が、ツバクロエイではこの突起の発達程度は低い (Fig. 8B)。また、腸骨部には背腹方向へ抜ける数個の神経孔 (obturatorial foramen: obf) が開口する (Fig. 8)。この神経孔の数は Table 7. に要約されるように、種間および種内でも変化する。

Table 7. Number of obturatorial foramina.
Numeral in parentheses indicates number of specimens.

species	left-right
<i>Dasyatis akajei</i> (3)	3~4-2~3
<i>Gymnura japonica</i> (4)	3-2~3
<i>Myliobatis tobijei</i> (1)	4-3
<i>Rhinoptera javanica</i> (1)	3-2
<i>Mobula japonica</i> (1)	3-3
<i>Urolophus aurantiacus</i> (2)	2-2~3
<i>Rhinobatos hynnicephalus</i> (1)	3-3
<i>Raja pulohra</i> (3)	3-2~3
<i>Narke japonica</i> (3)	2-2

Ⅲ-β, 腹鰭 (pelvic fin)

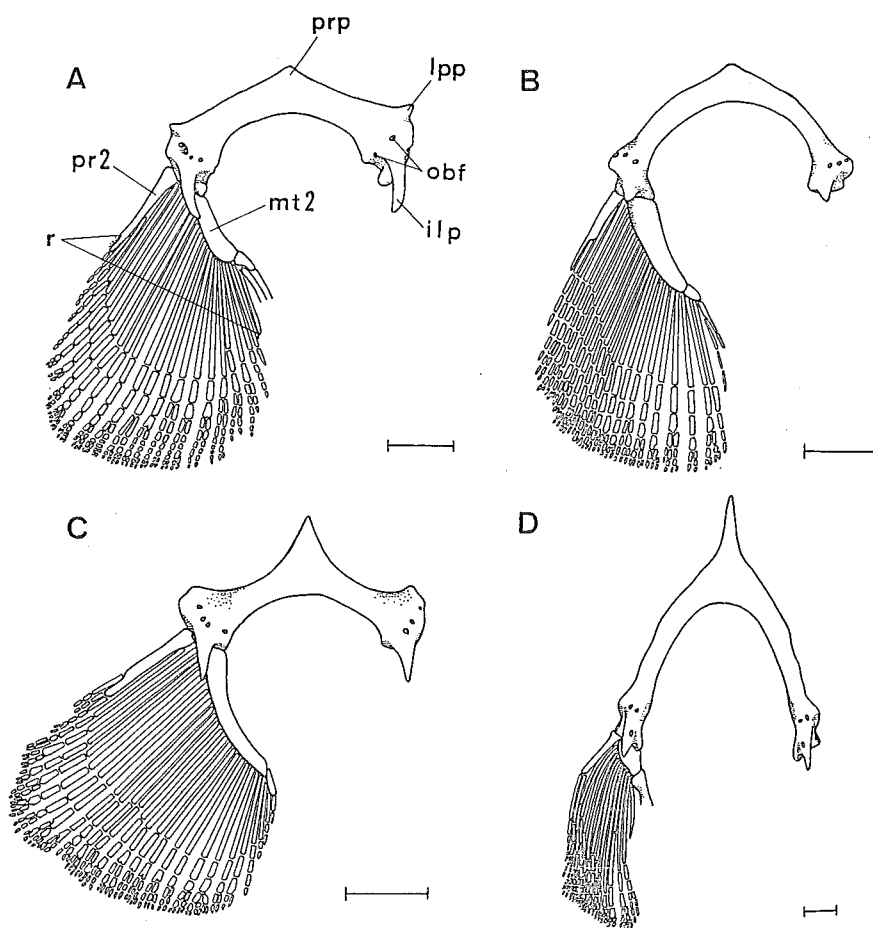
腹鰭鰭底軟骨は輻射軟骨を支持する2個の棒状の軟骨で、腰帯の両側端から後側方へ伸びる前担鰭軟骨 (propterygium: pr2) と後方へ伸びる後担鰭軟骨 (metapterygium: mt2) からなる。成熟した雄個体では、後担鰭軟骨の後端部が多数の軟骨片からなる交接器 (clasper) を担う。トビエイ亜目魚類のヒラタエイでは2個の担鰭軟骨が他種に比較して離れており、これらに支持されない輻射軟骨が存在する (Fig. 8F)。コモンサカタザメ及びメガネカスベでも担鰭軟骨に支持されない輻射軟骨がみられる (Fig. 8G, H)。輻射軟骨は2個の担鰭軟骨から放射状に並ぶ数列の小軟骨片で、多くの分節からなり、時には先端が分枝する。トビエイ亜目魚類の腹鰭輻射軟骨の総数は、イトマキエイのように左14、右14と少ない種からアカエイのように左23-29、右22-29と多い種まで変化 (Table 8.) する。このうち大部分の輻射軟骨は後担鰭軟骨に支持される (Table 8.)。各担鰭軟骨に支持される輻射軟骨の数及び担鰭軟骨に支持されない輻射軟骨の数は種間及び種内でも変化する。

Table 8. Number of radial cartilages supported by propterygium and metapterygium.
Numeral in parentheses indicates number of specimens.

species	propterygium left-right	not supported left-right	metapterygium left-right	total left-right
<i>Dasyatis akajei</i> (5)	2~6-2~6	0-0	21~27-20~27	23~29-22~29
<i>Gymnura japonica</i> (4)	2~4-2~4	0-0	16~21-16~21	20~23-20~23
<i>Myliobatis tobijei</i> (1)	4-4	0-0	24-24	28-28
<i>Rhinoptera javanica</i> (1)	2-2	0-0	19-19	21-21
<i>Mobula japonica</i> (1)	3-3	0-0	11-11	14-14
<i>Urolophus aurantiacus</i> (2)	2-2	0~2-0~2	16~18-16~18	20-20
<i>Rhinobatos hynnicephalus</i> (1)	1-1	1-1	27-27	29-29
<i>Raja pulohra</i> (2)	1-1	2-2	19-19~20	22-22~23
<i>Narke japonica</i> (3)	1-1	0-0	15~16-15~17	16~17-17~18

Table 9. Comparison of 3 characters of the pelvic girdle in 9 rajiform fishes.

species	<i>Dasyatis akajei</i> <i>Gymnura japonica</i> <i>Myliobatis tobijei</i> <i>Rhinoptera javanica</i> <i>Mobula japonica</i> <i>Urolophus aurantiacus</i> <i>Rhinobatos hymnicephalus</i> <i>Raja pulchra</i> <i>Narke japonica</i>			
pelvic girdle	anteriorly arched			straight
prepelvic process	tri- angular	round	triangular	
lateral prepelvic process	present	absent		present



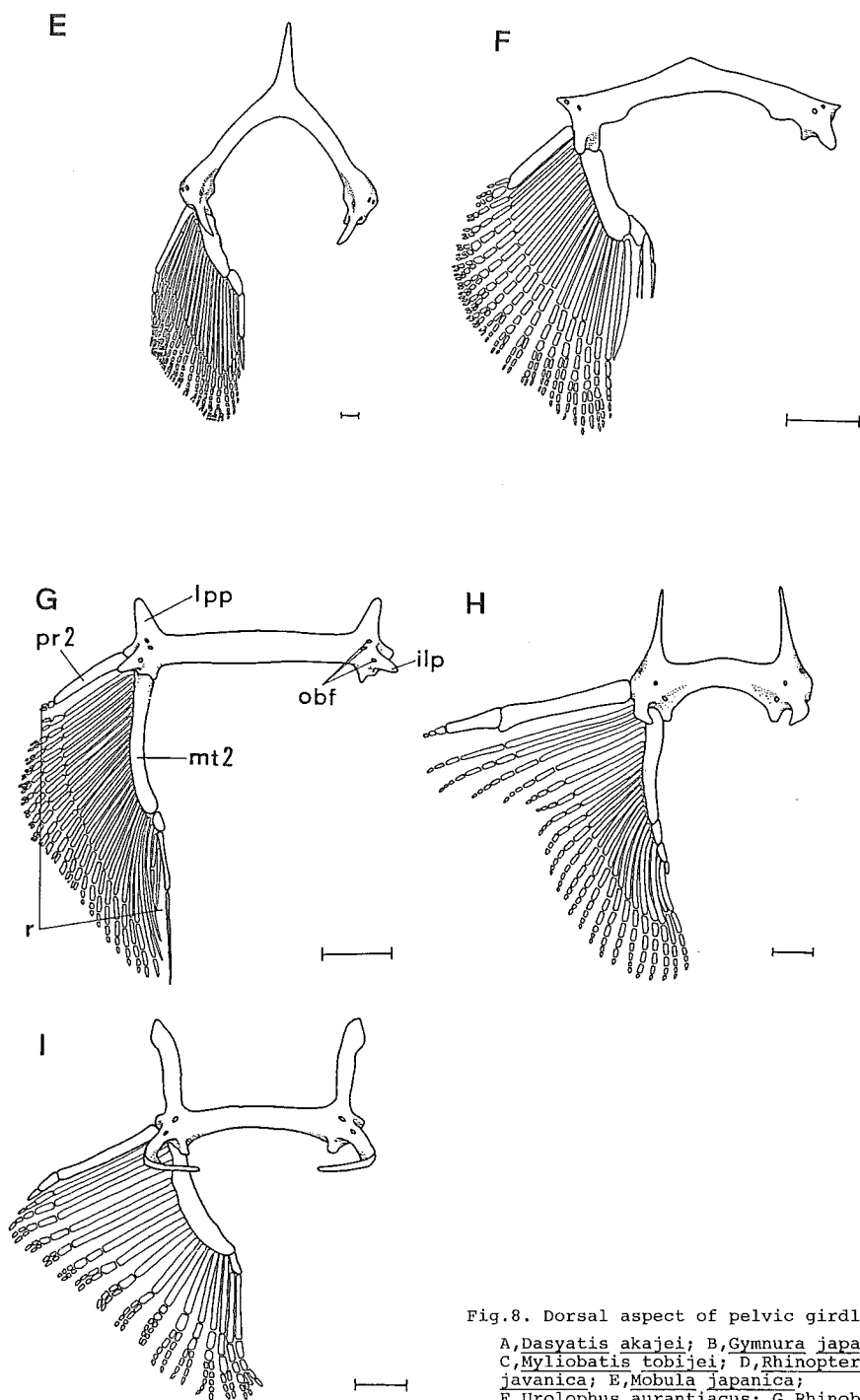


Fig.8. Dorsal aspect of pelvic girdle.

A, Dasyatis akajei; B, Gymnura japonica;
 C, Myliobatis tobiiei; D, Rhinoptera
javanica; E, Mobula japonica;
 F, Urolophus aurantiacus; G, Rhinobatos
hynnicephalus; H, Raja pulchra;
 I, Narke japonica.

Scale bars indicate 10 mm.

以上、腰帯及び腹鰭の比較解剖に関する結果を述べてきたが、このうち種間で変化のみられた形質とその形態は Table 9, に要約される。その他にも多くの変化がみられたが obturatorial foramen (obf) の数、腹鰭輻射軟骨の数など、種内変異が存在すると考えられる変化は形質として採択されなかった。その結果、腰帯及び腹鰭ゴトビエイ亜目魚類6種だけが共有する状態は、腰帯が前方へ弓状に湾曲する状態であることが判明した。さらに、以下に挙げる2形質において本亜目魚類内で変化がみられた。腰帯前向突起 (prepelvic process: prp) の発達状態。腰帯側部前向突起 (lateral prepelvic process: lpp) の有無。

考 察

エイ目魚類9種の骨格系の比較解剖の結果、以下に挙げる4形質の状態がゴトビエイ亜目魚類6種だけに共有されることがわかった。

- 1) 吻軟骨を持たない。 2) fontanelle が1個。 3) 頸動脈孔が2個。
- 4) 腰帯が前方へ弓状に湾曲する。

このうち 2), 3) 及び 4) の状態に関しては、今回比較解剖を行った9種以外のエイ目魚類において、いくつかの例外が存在する。Compagno (1977) によると、ノコギリエイ亜目の *Anoxypristis* 及びシビレエイ亜目の *Narcine* では fontanelle が1個の状態がみられる。また、著者が解剖を行ったゴトビエイ亜目の *Potamotrygon yapezi* では、頸動脈孔が1個であった。さらに Hulley (1972) によると、ガンギエイ亜目の *Raja springeri*, *R. pullipunctata*, *R. lanceorostrata* では、腰帯が前方へ湾曲する。したがって、これら3形質の状態をゴトビエイ亜目の全種だけが共有する状態と考えるのは不適当である。一方、1) の吻軟骨を持たない状態は従来から注目されており、Compagno (1977) 及び Heemstra and Smith (1980) は、この状態がゴトビエイ亜目魚類を特徴づける形質状態であると考えている。本研究でも、この状態には、上記したような例外が無いことから、ゴトビエイ亜目の全種だけが共有する状態であると判断した。また、以下に挙げる12形質において、ゴトビエイ亜目魚類内で変化がみられた。

- 1). 軟骨性頭蓋の前向突起 (apc) の有無。

有: ウシバナトビエイ、イトマキエイ。 無: アカエイ、ツバクロエイ、トビエイ、ヒラタエイ。

- 2). 眼窩前方突起 (prop) の有無。

有: アカエイ、ツバクロエイ、トビエイ、ヒラタエイ。 無: ウシバナトビエイ、イトマキエイ。

- 3). 眼窩域腹面のa孔 (fa) の有無

有: ツバクロエイ。 無: アカエイ、トビエイ、ウシバナトビエイ、イトマキエイ、ヒラタエイ。

- 4). 眼窩後方隆起 (pac) と 眼窩後方突起 (pop) の状態。

癒合: ヒラタエイ。部分的に癒合: ウシバナトビエイ。分離: アカエイ、ツバクロエイ、トビエイ、イトマキエイ。

- 5). リンパ管の通路 (lf) の状態。

1個: ヒラタエイ。くぼみの中に隣接して2個: ツバクロエイ。分離して2個: アカエイ、トビエイ、ウシバナトビエイ、イトマキエイ。

- 6). postdorsal fenestra (pdf) の有無。

有: アカエイ、ツバクロエイ、イトマキエイ。 無: トビエイ、ウシバナトビエイ、ヒラタエイ。

- 7). 肩帯側面のくぼみ a (da) の有無。

有: アカエイ、トビエイ、ウシバナトビエイ、イトマキエイ。 無: ツバクロエイ、ヒラタエイ。

- 8). 肩帯側面のb孔 (fb) の有無。

有: ウシバナトビエイ。 無: アカエイ、ツバクロエイ、トビエイ、イトマキエイ、ヒラタエイ。

- 9). 肩帯と前担鰭軟骨 (prl) の関節面の有無。

有: アカエイ、ツバクロエイ、トビエイ、ウシバナトビエイ、ヒラタエイ。 無: イトマキエイ。

- 10). 頭鰭の有無。

有: ウシバナトビエイ、イトマキエイ。 無: アカエイ、ツバクロエイ、トビエイ、ヒラタエイ。

- 11). 腰帯前向突起 (prp) の状態。

三角形の突出: アカエイ、トビエイ、ウシバナトビエイ、イトマキエイ、ヒラタエイ。丸い突出: ツバクロエイ。

- 12). 腰帯側部前向突起 (lpp) の有無。

有: アカエイ、ヒラタエイ。 無: ツバクロエイ、トビエイ、ウシバナトビエイ、イトマキエイ。

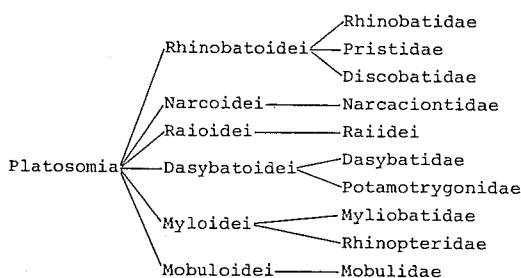
これによると、1), 2) 及び 10) の形質では、ウシバナトビエイ及びイトマキエイが他の4種と異なる状態を示す。4) 及び 8) の形質ではウシバナトビエイが、そして 9) の形質ではイトマキエイだけが、他の5

種と異なる状態を示す。また、3), 5) 及び 11) の形質では、ツバクロエイが他の5種と異なる状態を示し、4) 及び 5) の形質ではヒラタエイが、他の5種と異なる状態を示す。一方、7) の形質ではツバクロエイ及びヒラタエイが、12) の形質ではアカエイ及びヒラタエイがそれぞれ他の4種と異なる状態を示す。6) の形質の状態では、本亜目魚類はアカエイ、ツバクロエイ及びイトマキエイと、その他の3種に区別できる。

著者は分岐分類学的立場に立つて、本亜目魚類の系統分類学的研究を続けており、今回紹介した結果のみから系統縁関係及び分類体系を提示することはできない。したがってここでは、採択した12形質の各状態の分布が従来の研究における縁関係もしくは分類体系を支持するか否かを検討した。

従来、本亜目魚類の系統分類学に関する研究は少ないが、例えば Garman (1913) は本亜目魚類を3グループに分け、これをサカタザメ類、シビレイ類及びガンギエイ類と並置した (Table 10.)。そして彼は、ツバクロエイ類及びヒラタエイ類をアカエイ科に含めた。White (1937) は本亜目魚類をアカエイ上科として包括し、Table 11. に示されるような関係を提唱した。彼もまた、ツバクロエイ類及びヒラタエイ類をアカエイ科に含めている。一方 Bigelow and Schroeder (1953) は、トビエイ亜目にアカエイ科、ツバクロエイ科、ヒラタエイ科、トビエイ

Table 10. The classification of Garman (1913).



科、ウシバナトビエイ科、イトマキエイ科及び Potamotrygonidae を設けたが、この7科間の縁関係については触れていない。日本では、松原 (1955) が Garman (1913) と同様に、サカタザメ科、ウチワザメ科、ガンギエイ科、アカエイ科、トビエイ科及びイトマキエイ科を並置して、アカエイ科にツバクロエイ類及びヒラタエイ類を含めた。最近では Compagno (1973) が、科レベルでは Bigelow and Schroeder (1953) に従い、この7科を Garman (1913) の3グループに従って3上科にまとめている (Table 12.)。彼もアカエイ上科にツバクロエイ科及びヒラタエイ科を含めている。

これら従来の研究結果と12形質における各状態の分布を比較した結果、いくつかの問題点が生じた。まず、多くの研究者がアカエイ類、ツバクロエイ類及びヒラタエイ類が近縁であると考えているが、12形質中、これら3分類群に属するアカエイ、ツバクロエイ及びヒラタエイだけが共有する状態は存在しない。また、1), 2), 8), 9) 及び 10) の形質では3種が同じ状態を示すが、これらの状態は他の分類群に属する種でもみられる。さらに、ツバクロエイもしくはヒラタエイだけが他種と異なる状態を示す形質 3), 4), 5) 及び 11) もみられる。このように、アカエイ、ツバクロエイ及びヒラタエイが近縁であることを支持するような状態の分布はみられない。以上のことから、

アカエイ類、ツバクロエイ類及びヒラタエイ類は、従来考えられていたように、必ずしも近縁であるとは言い難いことが示唆される。次に、トビエイ類とウシバナトビエイ類の近縁性 (Garman, 1913; Compagno, 1973) に関しても同様の問題がみられる。それぞれの分類群に属するトビエイとウシバナトビエイだけが同じ状態を示す形質は無い。さらに、この2種が同じ状態を示す 3), 5), 6), 7), 9), 11) 及び 12) の形質についても、他の分類群に属する種で同じ状態がみられる。このように、トビエイとウシバナトビエイが近縁であることを支持するような状態の分布はみられない。以上のことから判断して、トビエイ類とウシバナトビエイ類は必ずしも近縁であるとは言い難い。1), 2) 及び 10) の形質ではウシバナトビエイとイトマキエイだけが他の4種と異なる状態を示すことも考慮すると、トビエイ類、ウシバナトビエイ類及びイトマキエイ類の3者間で、この問題を検討すべきである。

以上、日本産トビエイ亜目魚類6科6種の骨格系の比較解剖を行なった結果、本亜目魚類6種が共有する状態が4形質においてみられ、本亜目魚類内で変化する12形質が採択された。さらに、これら形質の状態の分布が、従来近縁であると考えられてきたアカエイ類、ツバクロエイ類及びヒラタエイ類、そしてトビエイ類及びウシバナトビエイ類の縁関係に関する問題点が提示された。

Table 11. The classification of White (1937).

Superfamily Dasybatoidea
Family Dasybatidae
Family Potamotrygonidae
Family Rhinopteridae
Family Myliobatidae
Family Mobulidae

Table 12. The classification of Compagno (1973).

Order Myliobatiformes
Superfamily Dasyatoidea
Family Dasyatidae
Family Potamotrygonidae
Family Urolophidae
Family Gymnuridae
Superfamily Myliobatoidea
Family Myliobatidae
Family Rhinopteridae
Superfamily Mobuloidea
Family Mobulidae

引用文献

- Bigelow, H.B. and W.C. Schroeder. 1953. Sawfishes, guitarfishes, skates and rays. pp. 1-514, figs. 1-117. In Tee-Van, J. et al. eds., Fishes of the western North Atlantic. Part 2. Mem. Sears Found. Mar. Res., Yale Univ., New Haven, xv+588 pp., 127 figs.
- Compagno, L.J.V. 1973. Interrelationships of living elasmobranchs. pp. 15-61, figs. 1-5. In Greenwood, P.H., R.S. Miles and C. Patterson eds., Interrelationships of fishes. Academic Press, London, xvi+536 pp.
- Compagno, L.J.V. 1977. Phyletic relationships of living sharks and rays. Amer. Zool., 17(2): 303-322, figs. 1-15.
- Compagno, L.J.V. and T.R. Roberts. 1982. Freshwater stingrays (Dasyatidae) of Southeast Asia and New Guinea, with description of a new species of *Himantura* and reports of unidentified species. Env. Biol. Fish., 7(4): 321-339, figs. 1-12.
- Daniel, J.F. 1922. The elasmobranch fishes. 3rd ed. Univ. Calif. Press, California, xi+334 pp., 260 figs.
- Dingerkus, G. and L.D. Uhler. 1977. Enzyme clearing of alcian blue stained whole small vertebrates for demonstration of cartilage. Stain Technol., 52(4): 229-232, figs. 1-3.
- Garman, S. 1913. The Plagiostomia. Mem. Mus. Comp. Zool., Harv. Coll., 36: 1-515, pls. 1-75.
- Hamdy, A.R. 1959. The head skeleton of *Rhinoptera bonasus*. Proc. Egypt. Acad. Sci., 14: 74-81, pls. 1-2.
- Hamdy, A.R. 1962. Studies on the orbital region in selachian neurocrania. Proc. Egypt. Acad. Sci., 17: 4-7, figs. 1-2.
- Hamdy, A.R. and M.S. Khalil. 1963. The connections and relations of the neurocranium and viscerocranium of *Rhinoblatius granulatus*, *Raja miraletus*, *Pteroplatea altavela*, *Aetomylus milvus* and *Stoasodon narinari*. Proc. Egypt. Acad. Sci., 17: 60-69, figs. 1-5.
- Heemstra, P.C. and M.N. Smith. 1980. Hexatrygonidae, a new family of stingrays (Myliobatiformes: Batoidea) from South Africa, with comments on the classification of batoid fishes. Ichthyol. bull., J.L.B. Smith Inst. Ichthyol., Rhodes Univ., (43): 1-17, figs. 1-15.
- Holmgren, N. 1940. Studies on the head in fishes. Embryological, morphological and phylogenetical researches. Part 1: Development of the skull in shark and rays. Acta Zool., 21: 51-267, figs. 1-185.
- Holmgren, N. 1941. Studies on the head in fishes. Part 2: Comparative anatomy of the adult selachian skull, with remarks on the dorsal fins. Acta Zool., 22: 1-100, figs. 1-74.
- Hully, P.A. 1972. The origin, interrelationship and distribution of southern African Rajidae (Chondrichthys, Batoidei). Ann. S. Afr. Mus., 60(1): 1-103, figs. 1-59.
- Ishihara, H. and S. Kishida. 1984. First record of the sixgill stingray *Hexatrygon longirostra* from Japan. Japan. J. Ichthyol., 30(4): 452-454, figs. 1-2.
- 松原喜代松. 1955. 魚類の形態と検索. 石崎書店, 東京. xi+V+1605 + xiii pp., 536 figs., 135 pls.
- McEachran, J.D. and L.J.V. Compagno. 1979. A further description of *Gurgesiella furvescens* with comments on the interrelationships of Gurgesiellidae and Pseudorajidae (Pisces, Rajoidei). Bull. Mar. Sci., 29(4): 530-553, figs. 1-10.
- McEachran, J.D. and L.J.V. Compagno. 1982. Interrelationships of and within *Breviraja* based on anatomical structures (Pisces: Rajoidei). Bull. Mar. Sci., 32(2): 399-425, figs. 1-18.
- McEachran, J.D. and C.O. Martin. 1978. Interrelationships and classification of *Raja erinacea* and *R. ocellata* based on claspers, neurocranium and pelvic girdles (Pisces: Rajidae). Copeia, 1978(4): 593-601, figs. 1-7.
- Misra, K.S. 1969. The fauna of India and the adjacent countries. Pisces, 1. Elasmobranchii and Holocephali. 2nd ed. Zool. Survey India, Calcutta. xxiv+276 pp., 19 pls.
- Nelson, J.S. 1984. Fishes of the world. 2nd ed. A Wiley-Interscience Publication, New York, xv+523 pp., many figs.
- 日本魚類学会. 1981. 日本産魚名大辞典. 三省堂, 東京. iii-Vii + 834 pp.
- Regan, C.T. 1906. A Classification of the selachian fishes. Proc. Zool. Soc. London, 2: 722-759, figs. 1-10.
- 津村憲. 1975. 日本近海産目魚類7科の系統類縁に関する研究. 36 pp., 12 figs. (修士論文, 未発表)
- White, E.G. 1937. Interrelationships of the elasmobranchs with a key to the order Galea. Bull. Mus. Natn. Hist., 74(3): 25-138, figs. 1-66, pls. 1-51.

Six myliobatoid fishes, *Dasyatis akajei*, *Gymnura japonica*, *Myliobatis tobijei*, *Rhinoptera javanica*, *Mobula japonica* and *Urolophus aurantiacus*, were investigated 1) to give precise descriptions of their chondrocrania, pectoral and pelvic girdles and 2) to compare such internal characters among them. Three other rajiform fishes, *Rhinobatos hynnicephalus*, *Raja pulchra* and *Narke japonica*, were dissected for comparison. Of the characters investigated, four character states were possessed in common by only these six myliobatoids. Twelve character states were found variable among these myliobatoid species. Comparison of the characters did not support the close relationships of Dasyatidae, Gymnuridae and Urolophidae, and that of Myliobatidae and Rhinopteridae, as has been supported by previous authors.

(1984年 11月 25日 受付)

米国サメ行脚

An account of a travel in US for the shark research

東海大学海洋学部 田中 彰

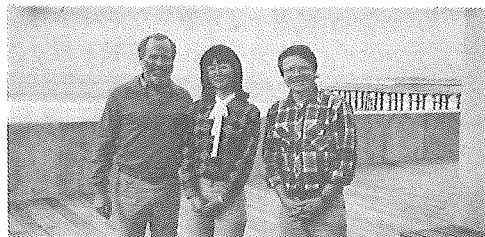
Faculty of Marine Science
and Technology, Sho Tanaka
Tokai University

今回、日本学術振興会の日米科学協力事業によって45日間アメリカ合衆国に滞在することが出来たので、彼の国で会った板鰐類研究者の研究実状について紹介する。

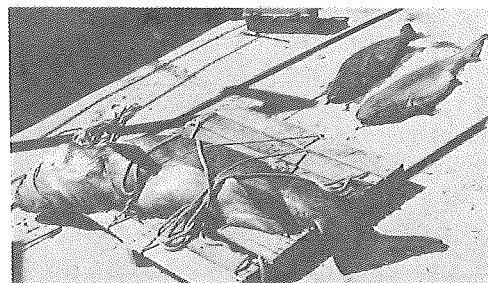
この日米科学協力事業は当会の会長である水江一弘氏が日本側の代表者で、米国側は当会のメンバーであるマイアミ大学の Dr. Samuel H. Gruber が代表者となり、「資源生物としての板鰐類の生活史に関する研究」"Life history studies on Elasmobranch fish - A fragile resource" というテーマで、1984年・1985年の2年間行なわれるものである。私は日本側の6人の研究者の1人に加えて頂き、次の3つの目的を持って訪米した。

①の目的は生活史の研究に欠かすことが出来ない年令査定法の確立である。板鰐類の年令形成として脊椎骨や棘が使用されているが、それらに見られる輪紋の形成周期や形成時期については未だ明らかでない点がある。近年、石灰化しつつある部分に取り込まれ、ラベリングされるテトラサイクリンを注射し飼育または標識放流して輪紋の形成周期を明らかにしようという研究が米国で行なわれてきており、私はこれらの研究が行われている大学、研究所を訪れ、その研究実態を把握することにした。②の目的は超音波テレメトリーシステムを用いての板鰐類の行動・生態に関する研究で、実際にその追跡調査に参加し、米国側の研究状況を把握することである。日本では故市原忠義教授(東海大学 海洋学部)が精力的にこの分野の研究をおこし進めていたが、亡くなる前は、この調査研究には多額の研究費が必要とすることもあって、その後あまり進んでいないようである。米国側にはサメに超音波発振器(ピンガー)をとり付けて行動生態を研究している3,4人の研究者があり、私はそれらの人々に会い、彼等が使用しているピンガーの性能・装着方法・追跡・記録方法などを観察・修得することにした。③の目的は近年私たちが駿河湾で行っている深海性ツノメ類の研究で、彼の国に保管されている模式標本を調べることである。駿河湾又は相模湾から採集された S. Garman によって命名された多くのサメ類はボストンのハーバード大学 Museum of Comparative Zoology に保管されているので、私は主としてそこで模式標本を詳細に計測・調査することにした。以上の目的を持って私は9月5日に成田空港から米国へ向ったわけである。

最初の訪問地はサンフランシスコの南約100マイルにある Moss Landing 海洋研究所である。この研究所はカリフォルニア州立大学の共通研究所であり(カリフォルニア州には州立大学が2つあり、その1つは大学院博士コースを持つカリフォルニア大学... UCLAなどが含まれる...、であり、他の1つは修士コースを持つ... 州立大学群である。この研究所は後者に属している)、米国側のこの協同事業研究者の1人 Prof. Gregor M. Cailliet がいる。彼は、近年、板鰐類の主に外洋性大型種の年令・成長の研究を精力的に行っており、また標識放流や生化学的手法による系統判別の研究を計画されており、米国における Fisheries Biology の第一人者である。私は初めての渡米ということもあり、期待に胸を膨らませて9月5日サンフランシスコ空港に付いた。光栄にも Prof. Cailliet は私を空港まで迎えに来てくれた。モスランディングまでは車で約2時間の道のりで、これぞアメリカという人家のない広大な風景が方々で見られた。このモスランディングの町は水深1000mにも及ぶ海底谷を持つモンレー湾に面した小さな漁港で、以前はワシ旋網漁業が栄えたところであった。研究所はイワシの加工工場を改造して造られたもので、現在は新しい研究棟も建ち、大学院生・学部学生の研究・教育に使われている。日本からの大学院生(女子)も1人いて(写真参考)イルカの生態を研究していた。この町の南にあるモンレーはアメリカ西海岸で初めての南がけの町で、



上: Dr. Bernd Würsig (右), Prof. Cailliet (左)



下: コビクザメ *Echinorhinus cookaei* (午前のもので、小型のもの2尾のうち右側のもの) と
カブラザメ *Hexanchus griseus* (小型のもの2尾のうち左側のもの... 幼魚である)

作家スタインバックの銅像や古い町並み、港内にはラッコやアザラシを見る観光地となっている。またスタンフォード大学の臨海実験所があり、かの有名な魚類学者 D.S. Jordan もここで採集研究を行ったとのことであった。

私はこの研究所で Prof. Cailliet および彼の大学院生たちと年齢査定法について話し合い、また椎体切片の作製器具や染色法を実際に見ることが出来た。新しい試みとしては、走査電子顕微鏡での輪紋解析、放射性同位元素による方法などがあり、非常に興味をひかれた。モスランディングを去る日にサメ類の視覚の研究を Dr. Gruber のもとで行った Dr. Joel L. Cohen にあずかな時間であったが会うことができた。この日は大学院生たちが仕掛けた底刺網で、コギクザメ2尾とカブラザメ1尾が漁獲され、初めて見る生きたコギクザメに感激した。その後、Prof. Cailliet とともにサンフランシスコの金門橋のそばにあるカリフォルニア科学アカデミー (CAS) に行き、そこを訪れている東京大学の谷内氏に会った。谷内氏は日米科学協力事業で9月3日から米国に滞在しておられ、CAS にあるカラスザメ属の標本を調査されていた。CAS には多くの標本がきちんと整理・保管されており、訪れる研究者にとっては研究しやすい場所のようであった。谷内氏をまじえ、私達3人は、サンフランシスコの北にある Tiburon の National Marine Fisheries Service の水産研究所を訪れ、Mr. Susumu Kato と Miss. Susan Smith に会った。Mr. Susumu Kato はハワイの日系人で谷内氏の親友でもあり、日本の水産研究者の多くは多少なりとも米国で彼のあそび話になっていることと思う。彼はカリフォルニアのサメ類について以前より研究しており、現在多忙の中、オナガザメ属の分類・生態を調査されていた。Miss. Susan Smith は最近の Trans. Amer. Fish. Soc. 113 (3) に載っていたテトラサイクリンによる椎体輪紋の年齢形質とこの有効性を検討した彼女の論文でも分かる様に、サメ類の年齢・成長の研究を行っている。彼女がこの論文で使った Leopard shark (ドチザメの一種) の椎体のテトラサイクリンによるラベリングマークを見ることができた。私も現在飼育中のサメにテトラサイクリンを投与しているので大変参考になった。この日の晩は Mr. Susumu Kato の家でパーティーがあり、夜遅くまで酒を飲み話をし、楽しい一時を過ごすことができた。翌日 (9/8) はサンフランシスコ湾でシャーク・ダービーがあり、たくさんの人々 (1647名) がサメを釣り、その体重を競っていた。その中 Miss. Susan Smith や Prof. Cailliet の大学院生たちは、標識放流したサメの回収やデータの収集に励んでいた。このシャーク・ダービーはサメの標識放流や再捕、そして試料採集の絶好の機会なのである。今回釣獲されたサメは、レオパードシャーク、^(エビスザメ)カブラザメ、ホシザメ属の一種、スプラインシャーク (エイラクブカの一種)、アブラツノザメなどであった。

翌日、サンフランシスコをたち、Los Angeles County Museum の Dr. Jeffrey A. Seigel に会った。彼は空港まで迎えにきてくれ、私をホテルまで連れて行ってくれた。彼は以前ツラナゴコビトザメを研究しており、私は駿河湾でとれるこのサメについて彼と話し合うために訪れた次第である。近年、この属にはツラナゴコビトザメとオオメコビトザメの2種が存在することが報告されている。この博物館にも多くの標本がスライド式の棚にきちんと整理・保管されており、アメリカの博物館の標本を大事に管理するシステムには感服させられた。ここではツノザメ目のサメ類と全頭類の標本を観察し、写真撮影を行った。

次の訪問地は Washington D.C. の Smithsonian Institution 国立自然史博物館 (USNM) である。ロスアンゼルスからは大陸横断一度ミネアポリスで飛行機を乗り換え、ワシントンに夕刻到着した。飛行機の乗り換えも、出迎えない空港到着も始めであり、不安であったが、無事、空港からタクシーで博物館のそばのホテルまで着き安かった。そのホテルには谷内氏が既に宿泊しておられ、6時すぎに谷内氏が博物館からちょうど戻られたところをロビーで会い、一緒に夕食をし、ビールを飲んで再会を喜んだ。翌日私は谷内氏と一緒に博物館へ行き、メジロザメ科のトガリメザメ属・ヒラガシラ属・トガリアンコウザメ属のリビジョンを書いた Dr. V. G. Springer に会い、ここの模式標本の調査の便宜をはかってもうった。ここの私の主目的は、ヘラツノザメの模式標本の調査で、かなり曲りくねった標本を伸ばしながら、細かく外部形態を計測した。その他、オオメコビトザメとカラスザメ属の1種の模式標本を調査することが出来た。Dr. Springer は夕刻仕事を終えると、研究室で酒を一杯飲むようで、谷内氏と私も呼ばれて一緒に酒を御馳走になった。僅かな時間であったが彼の人柄をうかがうことが出来たようであった。

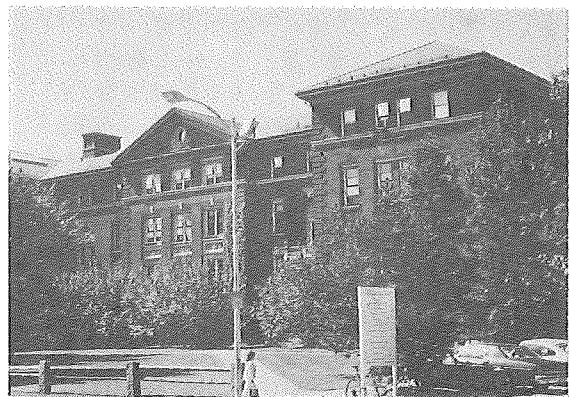
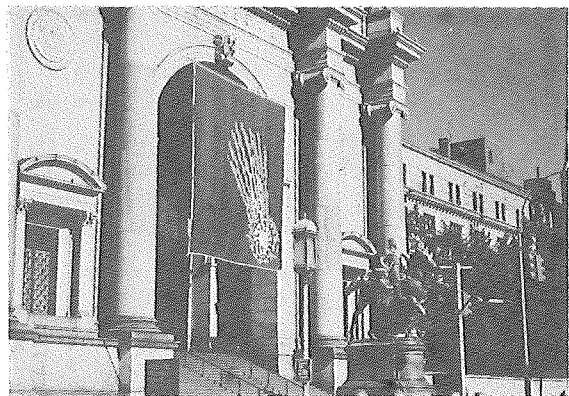
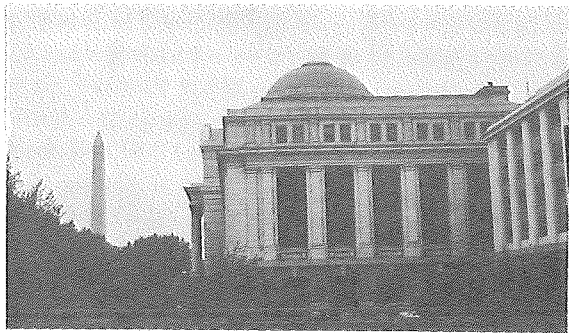
翌日 (9/13)、昼の飛行機でニューヨークへ行ったので、朝の数時間を使い、ホトマツクリ周辺の公園を散歩し、ホットハウスやリンカーン記念堂などを見た。ワシントン—ニューヨーク間、ニューヨーク—ボストン間はエアシャトルと言って予約なしで飛行機に乗り、座席も自由であり、新幹線にのるような気分であった。ワシントンからボストンまでは谷内氏と一緒に旅で、気分的に大変楽であった。ニューヨークではアメリカ自然史博物館 (AMNH) の Dr. Guido Dingerkus が迎えに来てくれ、我々二人を博物館のそばのホテルまで連れて行ってくれた。彼はテンジクザメ科の研究を主として行い、板鰓類の系統分類の新進気鋭の研究者である。彼の研究室には多くのサメ類の透明染色骨格標本が置いてあり、彼の精力的な研究姿勢がうかがわれた。ここにはコロンビア大学からの古いサメ類の標本があるが、それらの詳細な記録は失せていたため、貴重な標本を使うことが出来なかった。また、シーラカンスの標本も保存されており、その胎仔を手にとることが出来て、感激した。

この日の夕食は彼をまいて3人で日本料理を食べ、ニューヨークの酒場にも入り、世界の大都市ニューヨークの夜を快適に過ごした。翌日も1日中標本の調査を行ったが昼休みには彼と卓球をに楽しい一時を持つことが出来た。9月16日に彼は我々をブルックリンにある水族館に連れて行き、そこで飼育されているシロワニやナースシャークを見せくれた。この水族館の周辺は夜になると可成り治安が悪くなるようで、方々にらくがきがあつたり、また暴走族が集まったりしているようであつた。水族館を見た後、空港へ行き、ボストンへ移動した。

ボストンではハーバード大学の比較動物学博物館(MOZ)に保存されているツノザメ目の模式標本の調査が目的である。この博物館のCuratorであるMr.Karsten Hartelに、アイザメ属とヘラツノザメ属の模式標本の所在を聞き、細かく外部形態の計測を行い、写真撮影を行った。外で写真を撮つてみると、学生や他のCuratorが興味深げに見時には曲つた標本を伸ばしてくれたり、写真撮影を手伝ってくれたりしたので助かった。やはり大学の博物館であるためか、何だかんびりした雰囲気を感じることが出来た。ボストンのケンブリッジ付近は大学の町らしく、スーパーマーケットやコインランドリーもあり親しめる町であつた。

次の訪問地はロードアイランド州のナラガンセットにあるNMFSの水産研究所である。この研究所には外洋性のサメの標識放流で有名なMr.John G. CaseyやMr.Harold Wes Prattなどがいる。その仕事などについては本会報16号及び本号でくわしく紹介されている。谷内氏と私はボストンまで迎えに来してくれたMr.Prattとともにボストンの水族館を見学し、その後ナラガンセット水産所を訪れた。その日はPratt家に夕食に招かれ、楽しい一時を過ごすことが出来た。そして手島氏や水江氏が言うように彼の温和で誠実な人柄を感じた。翌日、研究所でMr.Pratt、そして食性を研究しているMr.Charles Stillwellと外洋性のサメ類の生活史について話し合い、又、研究所を見学する事が出来た。生憎、Mr.Caseyはヨーロッパへ会議で行かれ、この時には会えなかつた。谷内氏はキングストン駅でボストンまで、この日に列車で帰り、私はまた一人旅になった。午後には、ロードアイランド大学の大学院生でProf.Caillietの教え子であるMiss. Lisa Natansonに会い、カスガメ科のサメの年齢・成長について話し合い、更にMr.Prattと椎体に見られる輪紋の明瞭化についての彼の手法・器具を見、話し合った。この晩はPratt家に泊めてもらい、彼の趣味である水中写真を見せてもらい、更に、写真機の水密ケースなどを作る工作室に案内してもらつた。

翌日、Mr.Prattが指導しているロードアイランド大学の大学院生にWoods Holeまで車で連れていつてもらい、Dr.Frank Careyに会った。彼は外洋性の体温の高い魚の生理・生態の研究をしており、超音波レドメトリーシステムを用いてその行動生態を調査している。Woods Holeまではナラガンセット研究所から約2時間の道のりで、緑と海が非常に美しい風景であつた。途中、ニューイングランドの落ちついたたたずまいをがみ見る事が出来た。Woods Holeは昔に聞かされた海洋研究のメッカで、海洋研究所の町といつてもいいほど、研究所がその町の主体をなしている。私は研究者用の宿泊設備である1泊30日のホテルに、Dr.Careyの調査航海までの3日間泊めてもらい、過ごした。Woods

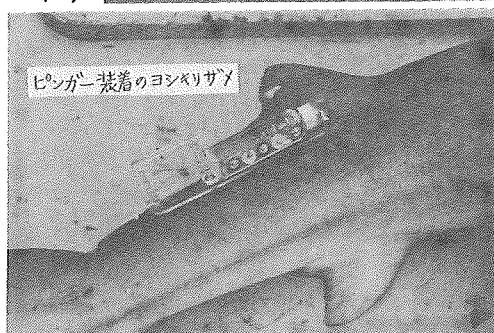
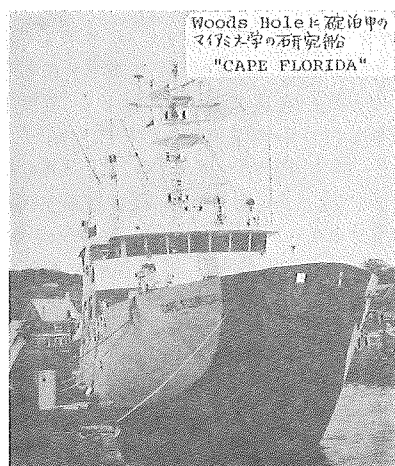


上: Washington D.C.の国立自然史博物館 USNM

中: New Yorkのアメリカ自然史博物館 AMNH

下: Boston ハーバード大学の一角

Hole 海洋研究所に付属している図書館 (MBL) は 24 時間 開放されており、何時でも勉強できる体制になつて いるのには驚かされた。私がこに 来た目的は、Dr. Carey の計画した超音波テレメトリー システムを用いてのサメ類の行動生態を解明するための調査航海に参加し、その調査実験方法を学ぶことである。航海までの 3 日間は準備の手伝いとし、また、鯨類の水中鳴音の研究をしている旧知の Dr. William Watkins や、その下で研究している Dr. Peter などに会い 極めの 2 有意義な時を過ごした。彼らは鯨類やルカ類の生態を研究しており、その手法として電波テレメトリー システムや音響 システムを用いており、大変興味深く説明を聞くことが出来た。9 月 24 日に調査船 "Cape Florida" に乗り込み 10 月 10 日までの 17 日間の航海が始まった。この船の船員は、全部で 10 人。名々の船員が乗船している日本の調査船とは全く異なっていた。航海士が船長含め 3 名、機関部 2 名、甲板員 2 名、コック 2 名、で 294 トン 長さ 135 フートの 船をうごかしている訳である。そのため、調査に必要な作業は全て研究者たちが行うことになつて いる。Dr. Carey は彼の下で研究している Mr. Till Scharold と、ボランティアとして 4 人の 助手を募り、私を含めた 7 名でこの調査を行った。このテレメトリー システムを用いての調査は、オウ生きたサメを捕えなければならぬこと、そのサメに超音波発信器 (ピンガー) を装着しなければならぬこと、の 2 つが大きな問題としてある。Dr. Carey は 1 の問題を浮延縄漁具を用いてサメを漁獲し、それをクレーンで船上に持ち上げることと解決し、そのサメに口からホースで海水を流入して落ちさせ、その間にプラスチック製のベルト (コンバックス商品名) を皮膚に通し ピンガーを着けることで 2 の問題を解決している。対象とするサメが大型であるので 船上に揚げるときには暴れて危険であった。この調査では温度と圧力のセンサーを持つピンガーの他に Till が考えた Tail beat を測定するためのピンガーをも用いた。このピンガーはヨシキリザメが 0-300 m の水深を上下に移動することから、下降する際に尾を動かしているかどうかを確認するために作られたものである。Dr. Carey はヨシキリザメの他に、アオザメの脳内温度と海水温との関係を本調査の目的としていた。ピンガーから送信された音波は、右舷側にクレーンで下ろされた爆弾型をした おもりの下につけた 4 つの受波器で受け、船内の受信機で聞きながら、そのパルス音の単位秒数当りの回数を数えて記録し データを得ている。私が日本では使っているような記録機がなかったため、ストップウォッチを用いて パルス音の回数を数えなければならぬのでその点が大変であった。9 月 26 日に延縄を行い、255 cm (F.L.) のヨシキリザメを漁獲し、船上でピンガーの装着テストを行った。翌日、F.L. 181 cm のアオザメと小型のヨシキリザメがとれ、アオザメは 船上に揚げた脳内にセンサーを入るテストを行い、ヨシキリザメは標識を打ち込み放流した。9 月 28 日に漁獲したヨシキリザメで 1 回目の追跡調査を行った。このサメには水深ピンガーを 1 背鰭脇に、Tail beat ピンガーを 2 背鰭後方にとりつけ放流した。追跡は 10 月 1 日まで約 65 時間行い、貴重なデータを得た。この間はハリケンの余波で海が荒れ、また "Cape Florida" がトップヘビーの 船であるため、中れがひどく、船酔いで苦しい毎日であった。2 回目の追跡調査は同じくヨシキリザメを用い、脳内温度と海水温を測った。これは 10 月 3 日に放流し、5 日まで約 50 時間追跡した。追跡終了後、3 日に仕掛けた浮延縄の残りを回収し、それにかつていたヨシキリザメ 2 尾を解剖した。その晩、舷側より釣りを 5 本出し、流し釣りを行った。バケツの中で餌の魚をのみつぶし、海水をまぜ、それをまいてサメを集めた。幸運にもアオザメが 1 尾かかり、それに脳内温度を測定するピンガーと水温ピンガーを装着し放流した。約 33 時間追跡して脳内温度と海水温度の上昇・下降の time log を調べることが出来た。その後、何回か延縄操業を行ったが生きた条件の良いサメがとれず、航海終了前日の 9 日に、やつとヨシキリザメが 1 尾とれ、Tail beat と水深情報を得るピンガーをつけて、放流後約 12 時間追跡した。以上 4 回の追跡調査でヨシキリザメの下降時の Tail beat 数の減少、脳内温度は水温の上下動に数 10 分遅れることなど貴重な知見を得ることが出来た。船内生活は快適であり、



研究者は全て2人部屋で、トイレとシャワーが1部屋又は2部屋についており、食事も豪華であった。10月10日 Woods Hole に大きな収穫を持って無事帰港した。岸壁には NMFS の Mr. John Casey が迎えに来ており、サメ類の分布や成長などについて数時間話をすることが出来た。その晩は Dr. Carey の自宅に泊まり、ぐっすり眠ることが出来た。

10月12日 Woods Hole を後にし、バスでボストンに行き、東洋美術 特に日本の浮世繪が多数保管されていることで有名なボストン美術館を訪れ、ボストンコモンを散策した。翌13日、マイアミの Dr. Gruber を訪問すべくボストンをたつた。

Dr. Gruber は空港まで迎えに来てくれ、私を自宅まで連れて行ってくれた。彼の家は郊外の閑静な住宅街にあり、彼の奥さんのマリさんが歓迎してくれた。その晩はキューバ料理を Gruber 家の人々と食べに行き、楽しい一時を過ごした。翌晩はパーティーが開かれ、Dr. Gruber の日系人の友人が来られとても楽しかった。15日はマイアミ大学の Dr. Gruber の研究室を訪ね、彼のサメの飼育水槽などを見学した。室内の2つの水槽には小型のレモンサメが10数尾、外部の2つの水槽には中型のレモンサメが飼育されていた。これらのサメはテトラサイクリンによるラベリングの研究や標識放流のtagの試験に使われていた。昼食は医学部で神経生理学を研究している日系人の浜崎教授とともにいた。彼は以前、サメ類の目や松果体の研究を行っており、Dr. Gruber の友人である。その後、Dr. Gruber の大学院生達と年齢・成長・標識放流について話し合い、有意義な時を過ごした。翌日はマイアミ大学の隣にある水族館を見学し、シマチャ・レモンシャーク・ナスシャークに時のたつのを忘れた。マイアミ大学は東海大学の兄弟校である。本学からマイアミ大学に留学している高橋先生、彼を指導しているマイアミ大の三井教授、更に Dr. Gruber の所属する海洋気象学部の学部長 Dr. Berman などに会い、今後の共同研究についても話し合うことが出来た。10月17日マイアミ空港を Dr. Gruber に見送られ、ミネアポリス、シアトル経由で19日に成田空港着、45日間の米国旅行を終了。

米国の研究者は皆親切であり、また、肩苦い態度を考え持たず、何れも極めて精力的に研究を押し進めている。その中には学術所が多かった。親切にいただいた方々に対し心から感謝する次第である。以上。

(昭和59年12月7日 受け付け)

文献紹介

Paper review

John Casey and Harold Wes Pratt.

DISTRIBUTION OF THE WHITE SHARK IN THE WESTERN NORTH ATLANTIC
The Shark Tagger, 1983, Summary

水 江 一 弘

Kazuhiro Mizue

これは1983年5月にカリフォルニアで行われた「ホホジロザメ シンポジウム」で Casey and Pratt が提出した論文の抜粋である。我が国では、映画「ジョーズ」でおなじみのサメであるがこのサメについてはそれまで殆んど知られていなかったと云っても良い。オホセ大戦で艦船や飛行機が海中に沈没し、多くの将兵がサメに食われたというところから、米国では海軍・空軍などから極大な研究費が提供されて、サメの襲撃から人間を守る研究が盛んに行われ、海洋生物を研究している大学・研究所では、どこでも沢山のサメの顎の骨が飾られていて、如何にも成果が挙げられている様な印象を与えていた。しかし、サメの攻撃から人間を守るキメ手は今だになく、人間襲撃のチャンピオとされているホホジロザメの分布などについての文献さえ殆んどなく、世界の海洋で最も知られていないサメの一つであるという事実が残っているのみである。

この論文の筆者自身の記録(137例)、NMFSの目視記録(155例)、これまでに出版された記録(88例)、をまとめたものであり、このデータがカバーしている地理的範囲はニューファウンドランド北部からキューバまでの海域である。そのうち、北と南の海域では分布がうすく、中央大西洋湾 (Cape Cod-Cape Hatteras) における分布が最も高い値を示した。これは過去の長期にわたる延縄や釣り大会の結果におけるホホジロザメと他のサメ類の割合でも証明出来る。また、これらの3台の報告は大陸棚上の水深75mより浅い、沿岸近くかつものである(ホホジロザメの捕獲と目視の位置を示す図が2つ掲載)。

今までの釣り大会の記録から大小にかかわらず本種は普通に単独行動に散在していると云える。しかし稀に10尾以上のものが集合していることがある。これは天然の餌を含め、偶発的な彼等の食糧が彼等の集合効果を高めている。特に3匹にたどつている鯨には大型のホホジロザメが集つて、あざばりくらつているのが観察されている。1979年にLong Island 沖(8~20m)で5尾のホホジロザメ(305~457cm TL)が、また1983年5月に同海域で8尾(480~610cm TL)が3匹にたどつている鯨を食べているのが観察されている。…ホホジロザメに限らず、死んだ鯨はサメ類の恰好の餌であるという事実を私も観察した…

次に文献でのこのサメの体長範囲は122cm(12kg)~497cm(1247kg)であり、目視観察の推定体長では105~945cmの範囲である。この122cmの個体は1983年9月にLong Island 沖でとれたものであるが、天然でとれた最小個体である。なお、カリフォルニア Catalina 沖で最近とれた122cmのものが太平洋での最小個体である。また、ホホジロザメの体長と体重の関係を示す曲線が図示されており、これによると415~549cmの間では、体長が1 foot 増加すると体重が平均456kg増加している。しかし、体長11 ft 以上では体重は変化し易い。これには色々な理由が考えられるが、大型個体を測る装置が有効でないことが最大理由であると思われる。また、同じ体長のものでも、その胴まわりが甚しく異なるため体重が大きく変化する。故に

この図の曲線によつて、体長から推定した体重は疑問である。体長・体重・胴まわりの測定値がそろつてゐる119個体より、本種の体重は次の式で計算出来る。

最後に、すべての海域に

$$WT = \frac{(TL)(G^2)}{C}$$

WT= weight in pounds, G= girth in inches,
C= constant: 747(8 ft), 862(8-14 ft), 933(14-16 ft)

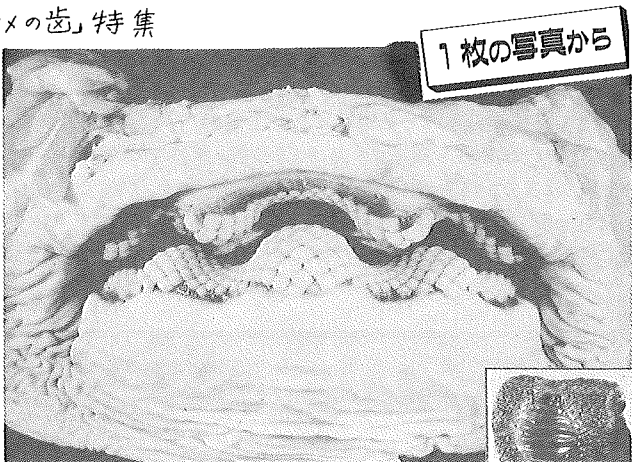
おいても、ホホジロザメの捕獲が大型・小型とも上昇しているの、本種の資源が増加し、遊泳者の危険や観光事業の損失が云々されている。しかし、野外調査や過去のデータ分析から、資源の増加によつてというよりも、彼等の餌や環境状態に関連して彼等の分布が変化するということが、理論的に説明出来る。そして、ニューヨーク州、ニュージャージー州沖合では過去20年間にサメ被害(サメの種類は分つていない)はただ1件しか起つていない。尚、ニューヨーク湾でとれた大(16t)・小(3.5t)2尾のホホジロザメと傍で寝てゐる人間(約5t)の有名な写真(Fig.3)を、紙面の都合で掲載出来ないのは残念。

後藤 仁敏: “一枚の写真から” “サメの歯” 特集

“The Dental” という雑誌の “一枚の写真” の欄に後藤仁敏氏が5回にわたつてサメの歯の特集をしている。各写真には、氏の文才があふれ出ている様な名調子の説明文が附記されていて、楽しい。紙面の都合で5枚の写真をすべて掲載出来ないのは残念である。

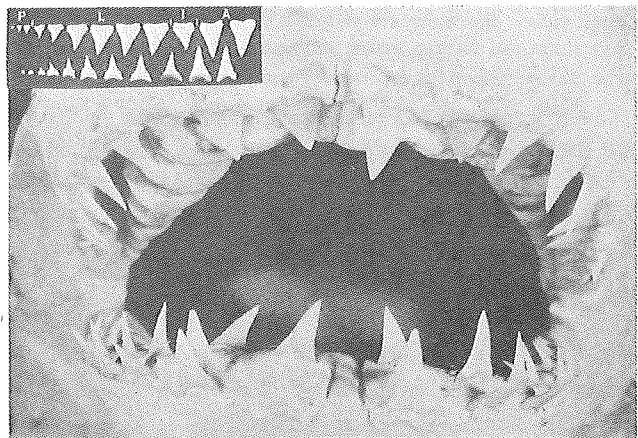
1. The Dental, 1, 2(6), 597, 1984.

「ジョーズ」の武器——ホホジロザメの歯と顎。人間を攻撃する人喰鯊として最も恐れられ、自分の体の大きさの半分位のものなら丸呑み。写真のサメは歯冠の高さが最大20cm余で、上顎24本、下顎22本、唇舌的に各2~4列並ぶ。唇側の歯が脱落すると舌側から新しい歯が次々と生えてくる。



2. The Dental, 2(7), 703, 1984.

「天狗の爪」——実は化石巨大鯊の歯化石。江戸時代の本草学者、木内石亭は1796年に“天狗爪石奇談”にこの歯化石を“天狗爪”と書いてゐる。欧州では昔から古石(globosepten)と歯化石と呼んでいた。写真の歯の高さは11.2cm、全長6.5cmの巨大なサメのものに推定され、最大13mにも達し、恐い鯊。今から2500~4000年前に栄えた肉食魚。



3. The Dental, 3(1), 3, 1984.

「謎の渦巻き」——ヘリコプリオンの歯化石。サメ類の歯は普通車輪交換する。ところが写真の歯は顎から脱落せずに、顎の正中に渦巻き状の歯列を形成する。車輪交換ではなく車輪そのもの。この化石サメは螺旋状のコギリと云う意味のヘリコプリオンと云う。写真標本は1979年宮城県の山中の約2.5億年前のペルム紀地層が出た。この歯化石は日本で2個発見。1899年生物学者カリンスキーが描いた復元図。



4. The Dental, 3(2), 115, 1984.

東雲坂田鯊のアゴと“巨歯”。

エイの仲間。駿河湾でとれた全長2.45mの巨大な♀の顎。Owenは特異な歯の形態が、白亜紀の化石サメアコダスに似ていると指摘した。下の写真は北海道留萌郡白亜紀後期の地層からのアコダス歯化石。

5. The Dental, 3(3), 227, 1984.

「2つの顔をもつ鯊」——ヨシキリザメの二顔体胎児。1つの頭に2つの顔、悲しいような奇形胎児。