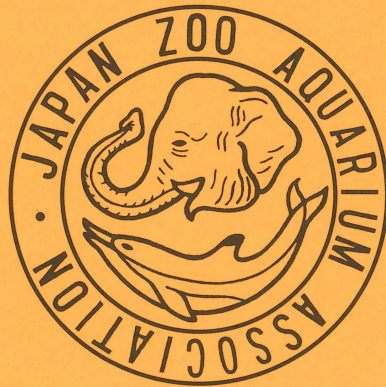


# 動物園水族館雑誌

Journal of Japanese Association of  
Zoological Gardens and Aquariums

Vol. 40                  No. 2  
March 1999



社 団 法 人  
日 本 動 物 園 水 族 館 協 会

動 水 誌

J. J. A. Z. A.

# 投 稿 規 定

## 投 稿

1. 投稿者は原則として本会の関係職員たること。
2. 原稿は未発表のものに限る。
3. 本誌には報告、短報、資料、宿題報告、などを投稿することができる。
4. 原稿は投稿規定に従っていて、内容体裁がととのい、直ちに印刷できる状態のものでなければならない。  
オリジナル原稿にコピーを1組そえること。

## 受理と掲載

5. 原稿の取舍は編集委員会に一任のこと。
6. 原稿は受付後、編集委員会で審査し、原則として受理された順に掲載する。

## 原 稿

7. 原稿は当用漢字、新かなづかいを原則とし、A4版サイズの横書き400字詰め原稿用紙を使用すること。  
ワードプロセッサで原稿を作成するときは、1行22字、1枚22行、行間を適当にあげ、周囲に原稿用紙と同程度の余白を残すこと。数字、アルファベットは半角とする。
8. 表題、著者名、所属は英文およびローマ字を付すること。表題が長い場合には20字以内の短縮表題を1枚目の欄外に記すこと。
9. 報告原稿には英文抄録をつけることができる。英文抄録はタイプまたはワープロで浄書し、和文を添えて提出すること。英文抄録は原則として200語以内とする。英文は図表を含めてすべて専門家の校閲を受けるのを原則とする。その実費は著者の負担とする。
10. 本文中の動物名、植物名、外来語、外国人名、外国地名はカタカナ書きまたは原語のままとし、学名にはアンダーラインを付すること。
11. 文中の文献引用の形式はつぎのとおりとする。  
「間接引用の場合」…と報告されている(古賀, 1962; Harcourt, 1984; 古賀・鈴木, 1962; Holland and Jennings, 1997; 古賀ほか, 1962; Ojha et al., 1986)  
「直接的な引用(著者名を記した引用)場合」古賀(1962)は…浅倉・中川(1959)によれば…Holland and Jennings(1997)によれば…田代ほか(1996)は…Ojha et al.(1982)は…
12. 引用文献は本文の末尾にまとめて、著者名のアルファベット順に記載する。記載法はつぎの例による。  
「雑誌の場合」著者名(発行年):論文表題. 雑誌名, 巻(号):論文初頁-終頁。  
「例」古賀忠道(1961):鶴類の繁殖. 動物誌, 3(3):51-68。  
「単行本の場合」著者名(発行年):書名. 総頁数. 発行社, 発行地。  
「例」黒田長久(1962):動物系統分類学, 10上. 341 pp. 中山書店, 東京。  
「編著単行本の場合」著者名(発行年):部分タイトル. *In* 書名:掲載初頁-終頁, 編者名, 発行社, 発行地。  
「例」大島 清(1982):ニホンザルの性行動の周期性. *In* 性行動のメカニズム:101-124, 大西英爾・日高敏隆編, 産業図書, 東京。
13. 図版はそのまま版下に使用できるように墨書きとし、図表、写真類は一括して本文の末尾に添付し、それぞれ上下の別と挿入箇所を明記する。原図および写真は4/5~1/2の縮小率を目安に作成すること。
14. 写真は6枚以内とする。それ以上は実費を申し受ける。原稿写真は白黒プリントで、キャビネ判を基準とする。カラー写真、カラー図表の掲載を特に希望する場合は明記し、その実費は著者負担とする。
15. 原稿の長さは一編につき、図表類を含め刷り上がり6頁以内とすること。文字だけの場合原稿用紙約4枚で1頁となる。上記を越えるものには印刷費の実費を申し受ける。
16. 別刷は30部まで無料とし、それ以上は実費を申し受ける。別刷の必要部数は原稿のカシラに朱書きする。
17. 校正は原則として初校は著者校正とするが、印刷面積に影響する改変は許されない。

## そ の 他

18. 採用原稿は原則として返却しない。
19. 本誌の発行は年4回とし、各号の投稿締切は5月末日、8月末日、11月末日、1月末日とする。
20. 原稿の送付および投稿に関する照会は下記宛とする。照会は手紙もしくはファックスでのみ受け付ける。

〒110-8567 東京都台東区台東4-23-10 ヴェラハイツ御徒町402

社団法人 日本動物園水族館協会 動物園水族館雑誌編集委員会

電話: 03-3837-0211 FAX: 03-3837-1231

## 飼育下で見られたイトマンクロユリハゼの縄張り行動と求愛行動

青山 茂

神戸市立須磨海浜水族園

### Territorial and Courtship Behaviors of the Gobiid Fish, *Ptereleotris microlepis*, in Captivity

Shigeru Aoyama

Kobe Municipal Suma Aqualife Park, Hyogo

吉野 (1984) によると、イトマンクロユリハゼ *Ptereleotris microlepis* (Bleeker) は静岡県以南の西太平洋、及びインド洋に分布し、体長11cmに達するクロユリハゼ属のハゼである。この属のハゼは一般に幼魚は群がっているのに対し、成魚は雌雄一組でいる。危険を感じた時は砂地の穴に逃げ込む。Paulson (1978) は本種が中層で群れながら、プランクトンを捕食し、捕食者の接近に対しては同じくハゼ科の *Valenciennea* 属魚類の巣穴を避難場所として共生的に使うと述べている。しかし、その他の生態的な知見はほとんどない。

神戸市立須磨海浜水族園の前身である神戸市立須磨水族館では1979年10月から1987年4月まで本種を展示水槽で飼育していたが、1981年1月から1982年1月までの期間を中心に、縄張り行動と求愛行動の観察を行ったので、それについて報告する。

#### 材料および方法

観察に用いた魚は、1979年10月に和歌山県の田辺湾で潜水による巻網で採集したもので、採集尾数は16尾であった。これらの魚は海中ではハナハゼ *P. hanae* の幼魚と群れになっていた。魚の体長は行動の観察を始めた1981年1月では、雄が74~88mm、雌で69~80mm (各5尾ずつ測定) であった。雌雄の判別は雌の腹部が抱卵時に膨らみ、産卵後に萎むことと後で述べる卵を保護中の雌雄の行動や求愛行動によった。個体識別は尾部に付けた色の異なるナイロン糸のタグや、それが外れた後の小さな傷痕、体型や体色などによった。

飼育および観察は、ガラス製展示水槽 (235×115×90cm) で行った。水槽底には砂をしき、その上に巣穴および隠れ場所としてサンゴの岩や、シャコ貝の殻を置いた。飼育水は濾過、循環し、水温は23.5°Cから27.5°Cとした。照明は30w蛍光灯6本を午前9時から午後5時まで点灯し、自然光も射し込んだ。餌は生えびのミンチ、アルテミアふ化幼生、熱帯魚用のフレークフードを与えた。水槽には本種以外にクマノミ類が5種、ハゼ科が6種、及びイソギンチャクやサンゴが飼育されていた。

行動観察は1981年1月から1982年1月までの間に、一定時間の目視観察と記載の繰り返し、及びビデオに録画することで行った。魚の位置を調べるために10cmごとに線の入ったテープを水槽の周りに貼った。本種とクマノミ類との間では、相互に干渉しあうことはなかったが、他のハゼ科魚類との間では、若干の干渉が見られた。しかし、大きな影響は無いようだったので、本研究の結果は本種間だけのデータによった。

行動の用語は、Baerends and Baerends-van Roon (1950) などを参考にした。

#### 結 果

本種は水槽に入れた当初は同時に採集されたハナハゼの稚魚と中層を群れて泳いでいた。およそ

半年後、雌雄でペアになるものがでてきた。飼育開始当初16尾であったのが4年後には9尾になったが、その飼育期間中、多いときでは7ペア、少ないときでも3ペアというように常に数組のペアが見られた。各々のペアは必ず雄のほうが雌より大きかった。

図1Aは平靜な状態にあるペアである。平静な状態の魚では、背鰭と臀鰭を軽く倒し、巣穴の近くの水中をゆっくりと泳ぎまわるか、ペアで同じ方を向き、時々ひれを動かしてそのままの位置を保っていた。

### 縄張り行動

本種の社会的な生活単位は、“ペアの巣穴占有者”、“単独の巣穴占有者”、および“あぶれ”に分けられた。“ペアの巣穴占有者”はペアで一つの巣穴を占有し、その周囲を縄張りとして防衛する状態のもので、縄張り内に他の個体が侵入してくると、ペアもしくは1尾で侵入者を攻撃した。2組のペアのそれぞれ20分間の観察によると、雄では19.7分間、雌では19.4分間を縄張り内にとどまっていた。“単独の巣穴占有者”は単独で巣穴を占有し、かつ縄張り行動を示すものである。“あぶれ”は単独であり、特定の巣穴をもっておらず、縄張り行動も示さない個体であった。“あぶれ”は両方の“巣穴占有者”(resident)から攻撃されるので、通常は水槽の上層にいた。夜間、両方の“巣穴占有者”は各々の巣穴に入っており、“あぶれ”も岩影に隠れていた。

本種の縄張り行動は、“追い払い”(expelling)、“縄張り間闘争”(interterritorial fighting)、“縄張り内闘争”(intraterritorial fighting)の3つに分けられた。

1.“追い払い” 縄張り内を通りがかった他個体を単に縄張りの外へ追い出す行動で、そのための行動要素としては“追い(chasing)”と“体側誇示(lateral display)”があった。

“追い”では、“巣穴占有者”は尾鰭を除く垂直鰭を倒して侵入者に向かって突進し、追い払った。ただし実際に相手にぶつかることはなかった。つまり、“巣穴占有者”が侵入者の位置に到達する前に、通常は侵入者が速やかに逃げ出し、“巣穴占有者”は縄張りの境界付近で反転するか、境界付近でいったん止まった後、速度を落として元の位置に戻った。

“体側誇示”では、本種は腹側に体を多少弓なりに曲げ、第1背びれを除く全ての垂直びれを大きく広げ、体側を他の個体に示した。同時に、鰓蓋膜を下方へ広げ、おとがいの青い金属光沢のある膜を立て、頭を横に間欠的に小さく振った。侵入者は速やかに逃げた。

“追い払い”の際に、これら2つの行動要素のどちらが用いられるかについては、“巣穴占有者”は侵入者との距離がほぼ体長の長さ以内であれば“体側誇示”を行い、それ以上であれば“追い”を行った。“巣穴占有者”の“追い”に対して、侵入者がすぐに逃げなかった場合、“巣穴占有者”はぶつかる前に止まって“体側誇示”を行った。また、“巣穴占有者”の“体側誇示”に対して、侵入者がすぐに逃げなかった場合、“巣穴占有者”は“追い”へと移った。

3ペアの縄張りの面積を“追い”と“体側誇示”の位置関係で60分間ずつ調べたところそれぞれ0.21, 0.28, 0.43㎡であった(図2)。

雄が巣穴の中で卵保護中、配偶者の雌は縄張り内に止どまっていた。通常の“追い”では“巣穴占有者”は縄張りの境界を越えてまで侵入者を追わなかったが、このような雌はしばしば境界を越えて全速力でしつこく侵入者を追いかけ、ガラスに衝突したためと考えられる吻の傷が原因で死亡した個体もあった。

2.“縄張り間闘争” この闘争は隣り合う2つの縄張りの“巣穴占有者”が境界をはきんで、互いに20~70cm離れて平静な状態でとどまっていた場所から攻撃し合うものであった。この闘争の行動要素としては“身構え(squaring)”, “一連の突進・退却(a series behavior of attack to retreat)”の2つであった。

“身構え”では、背鰭と臀鰭を倒し、尾鰭は広げ、頭を下前方にして体を傾け、緊張感があった(図1B)。

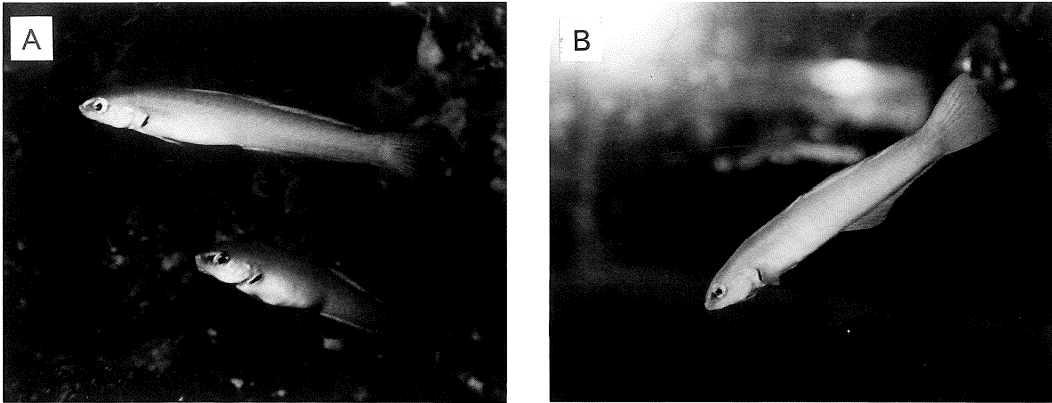


Fig. 1 Two behavioral states of the gobiid fish *Ptereleotris microlepis*.

A: a pair in a resting state. the male above, the female below.

B: The fish squaring off against an adjacent resident, in interterritorial fighting.

“一連の突進・退却”では、典型的な場合，“巣穴占有者”は、静止していたところから隣の“巣穴占有者”に向かって、境界を越えて全速力で突進して攻撃し、そのまま元の位置まで必ず全速力でもどってきた。つまり突進してから引き返してくるのが一つの動作で行われた。しかし通常の“一連の突進・退却”では，“巣穴占有者”は敵の位置までは突進せずに途中で引き返したり、敵の方へ素早く頭を振り向けてからもともと向いていた方向へ戻したり、“身構え”の状態から単にピクッと体を動かすだけであったりと“突進のふり”とでも言うべき程度のことが多かった。

“縄張り間闘争”は、常に1尾の“一連の突進・退却”で始まり、これを受けた魚も、上記の二つの行動要素で反応した。通常、二つのペアの魚は、“身構え”を間にはさみながらも交互に“一連の突進・退却”を繰り返した。一つのペアの2尾が共に参加することもあり、ただ1尾だけが参加することもあったが、一つのペアの2尾が同時に敵に突進することはない、どちらか一方の個体だけが突進した。この闘争は短く数秒以内で、“身構え”の状態になってから平静な状態に戻った。図3に“縄張り間闘争”における魚の位置関係を示した。

3. “縄張り内闘争” この闘争の行動要素としては“体側誇示”、“吻突 (butting)”、“おとがいの拡張 (chin-puffing)”、“巣穴への潜り込み (withdrawing into the nest)”がある。“体側誇示”は“追い払い”の場合と同様に約1体長以内に近付いてきた敵に対して行われた。しかし“縄張り内闘争”の場合、侵入者はすぐに逃げず、そこに止どまろうとした。

“吻突”では、魚は敵に対しておよそ1体長ほどの近い距離から突進し、敵の体側やひれに直接頭の前でぶつかる。

“おとがいの拡張”では、魚は“体側誇示”の場合と同様に鰓蓋膜を膨らませ、口の底を下げ、おとがいの青い金属光沢の膜を立てたが、胸びれ以外は広げず倒したままであった。泳ぐときはベラのように左右の胸びれを同時に前後に動かして泳いだ。“巣穴への潜り込み”は、素早く尾を振って巣穴へ突進し、頭から入り込む行動である。

“縄張り内闘争”は通常、“巣穴占有者”やその巣穴に、侵入者が積極的に近付いてきたときに、“巣穴占有者”が“体側誇示”を行うことによって始まった。図4に最も激しかった“縄張り内闘争”の様子を示す。

当初1つのペアが巣穴の上で他のペアに対して“体側誇示”を行っていた(図4A)。各個体は識別できなかったが、巣穴の上で“体側誇示”を行っているペアは巣穴の“巣穴占有者”で、ひれを閉じている方のペアは侵入者と見なせた。この時隣の巣穴の入り口が、移動してきたイトギンチャ

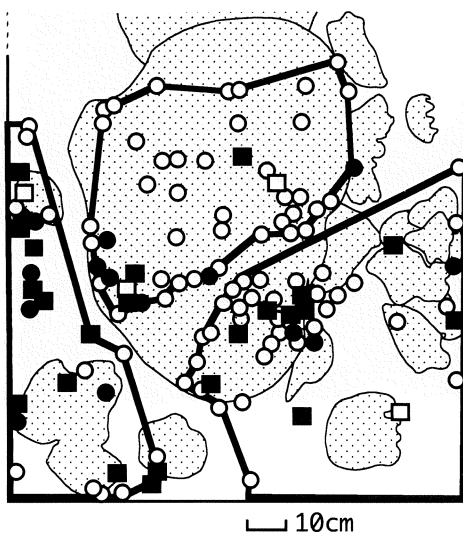


Fig. 2 Three territories of *P. microlepis*. Territories were established by plotting the points of chasing and / or lateral display in expelling. Each territory is surrounded by a thick line.

○: the locations of an intruder when the resident began to drive it away from the territory. ●: the location of an intruder when the resident began to exhibit lateral display. ■: the location of an intruder when the resident began to make movements associated with chasing and lateral display. □: the entrance of the nest. Each dotted area represents a rock.

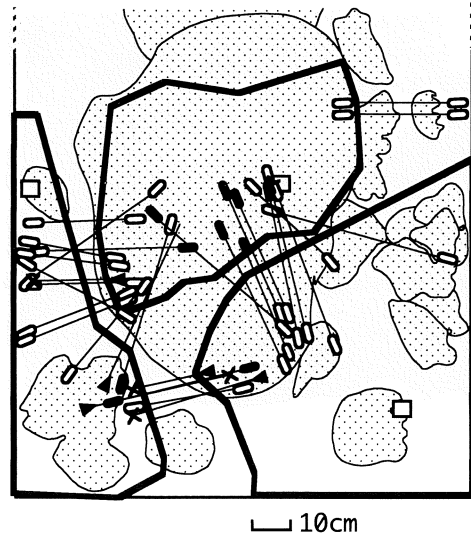


Fig. 3 Mutual relationship of interterritorial fighting in three pairs of *P. microlepis*.

▲: the location of a fish just going to attack, following retreat after an attack.

×: the location of an attacked fish when the attacking fish rushed.

○: the location where a fish made a feint.

●: the location of the fish towards which the feint was made. Each straight line shows positional relation between the points of both opponents in one interaction of interterritorial fighting. Territorial boundaries, rocks, and entrances of the nests are shown as in Fig. 2.

クによって塞がってしまい、この巣穴に住んでいたペアの姿が見えなかったため、このペアが隣の巣穴を奪うために縄張りに侵入してきたと考えられた。彼等は約1体長の距離で互に“体側誇示”と“吻突”を何回も繰り返した。“吻突”によって魚の体側が荒れ、鱗が破れた。鱗を丸く噛み破られた跡も見られたことから“噛付き”も行われているようだった。両ペア以外に他の個体が干渉してきて、闘いの途中では5個体が見られた(図4B)。時間が経過するに連れて一方のペアが徐々に“体側誇示”を行うのが少なくなってきたが、“おとがいの拡張”の状態から“吻突”を続けた。そのペアはさらに劣性になってきて、雌は攻撃するのが徐々に減って、“おとがいの拡張”の状態、闘いの中心から約30cm離れてその周りを旋回し出した(図4C)。一方雄は1尾で敵のペアを相手に闘争を続けた。やがてその雄は素早く尾部を振って頭から先に巣穴に逃げ込んだ(図4D)。しかしその後も闘争とこの“巣穴への潜り込み”をしばらく繰り返した。それ以上観察は続かなかったが、そこまでで約1時間かかった。

“縄張り内闘争”では、時に魚は大きな痛手を被ることがあり、ひれがばらばらに裂け、敵の“吻突”で浮き袋を損傷したのか、浮き上がることが出来ず、ドジョウのように体をくねらせて底を這うことしかできなくなった個体も2例見られた。

3つの縄張り行動の頻度や縄張り行動と性別の関係性を調べるため、ペアに対する10分間の観察を57回行った。その結果、“追い払い”は、雄では“追い”が111回、“体側誇示”が49回、それらが連動した行動が15回見られた。一方雌では“追い”が32回、“体側誇示”が29回、両方の連動した行

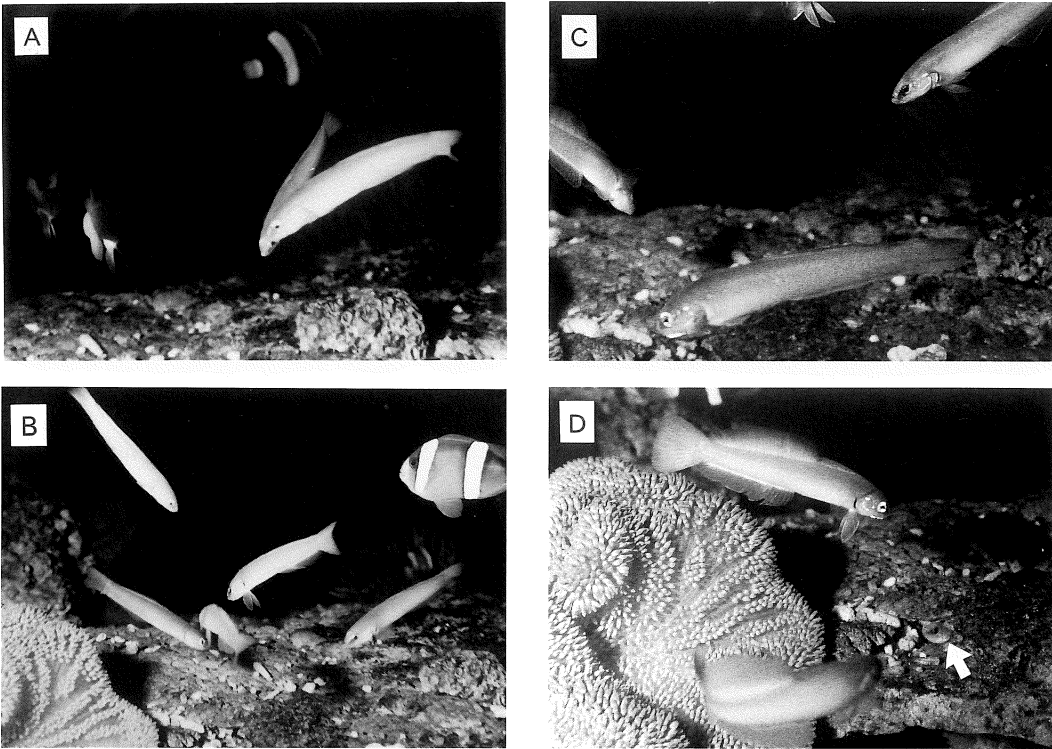


Fig. 4 Scenes observed in intraterritorial fighting of *P. microlepis*.

A: the resident pair, left, exhibits lateral display to an intruding pair, right.

B: five fish observed in the midst of intraterritorial fighting because of interference of another one.

C: a fish demonstrates chin-puffing with its dorsal fins folded. The expanded part of the chin looks white in the photo, but is actually blue with a metallic sheen.

D: The arrow shows the head of the male of a subordinate pair, hiding in its burrow.

動が3回観察された。“縄張り間闘争”は雄では57回の観察のうち15回で“一連の突進・退却”が見られ、雌では9回で見られた。“縄張り内闘争”は57回のうち2回の観察で見られただけで、両方とも時間的にはごく短いもので、ペア対ペアで行われ、個々の行動要素の頻度は数えられなかった。また雌雄は自分や相手の性別には関係なく敵を攻撃した。例えば、“追い払い”では1尾の侵入者に対してペアが同時に“追い”を行ったり、同時に“体側誇示”を行ったりするのが見られた。

#### 求愛行動

本種は時に配偶者を替えはしたが、長期間ペアを形成し、あるペアでは1982年9月29日にすでにペアになっており、同じ雌雄の組み合わせで、1983年9月23日まで360日以上も続いた。

求愛行動で見られた行動要素は、“頭部こすりつけ (head-rubbing)”と“凹形姿勢 (turned up pose)”であった。

“頭部こすりつけ”は相手の体表を頭でこする行動で、その約90%は相手の尾部から頭部へ前進しながら行われた(図5A)。その他は、相手の頭部から尾部へ向かって行われたり、尾部から頭部へこするのを回転するように連続して行ったり、前へ泳ぐ相手の尾びれに頭を付けたまま泳いで相手が止まってから前方へこするものであった。

ペアに対する10分間観察を110回行った結果、1分間当たりの“頭部こすりつけ”の回数は雄か

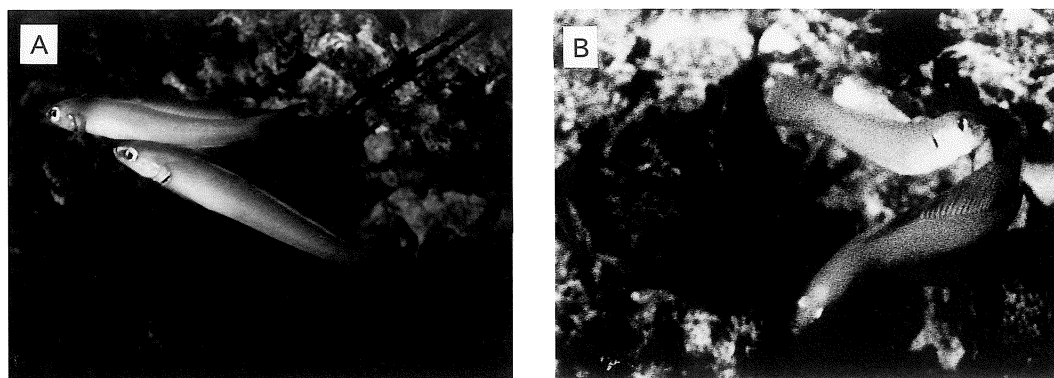


Fig. 5 Courtship behavior of *P. microlepis*.

A: a side view of the male, below, performing head-rubbing on the female, above.

B: the female, above, exhibiting a turned up pose to the male, below, exhibiting lateral display.

ら雌に対しては2.0回、雌から雄に対しては0.5回であった。

なお“頭部こすりつけ”は同じ水槽で飼育していたハナハゼ *P. hanae*, クロユリハゼ *P. evides*, オグロクロユリハゼ *P. heteroptera* とゼブラハゼ *P. zebra* でもそれぞれ同種間で見られた。

“凹形姿勢”は、不對鰭を倒して背を内側に体を弓なりに曲げて相手に示す行動である(図5B)。この行動は、後に述べるように威嚇的な要素の強い“体側誇示”と関連して行われることが多かった。また“体側誇示”とは逆の姿勢であった。

ペア間で行われた“凹形姿勢”を57回観察した結果では、それらは全て縄張り内で行われた。このうち37回は、雄が雌に対して“体側誇示”を行った時に雌によって行われた。こうすると雄は“体側誇示”を止め、この37回のうちの25回で、“凹形姿勢”を止めた雌に対して雄は“頭部こすりつけ”を行った。57回のうち18回は、雄が雌に対して“体側誇示”を行っていない時に雌によって行われ、このうち11回で雄は雌に“頭部こすりつけ”を行った。残る2回は雄による“凹形姿勢”であった。それらは“体側誇示”を行う雌に対してなされ、両方の場合とも、雌は雄に“頭部こすりつけ”を行わなかった。

“凹形姿勢”の頻度は“頭部こすりつけ”と比べて少なく、ペアに対する110回の10分間観察では、11回の“凹形姿勢”が雌によって行われたのを記録しただけであった。なおこのうち1回は雌が縄張り外に出て、戻ってきたときに雄が“体側誇示”を行ったことに対して雌によってなされた。

新しくペアを形成しようとする行動は、“単独の巣穴占有者”の雄と“あぶれ”の雌との間、及び“あぶれ”の雌雄の間で時々観察された。前者の場合、最初、雌は“凹形姿勢”を示しながら雄に近付いたり、あるいは平静な状態にいる雄に近付き、単に雄と同じ方を向いてそこにとどまろうとした。雄は普通、近付いてきた雌に対して“体側誇示”を行い、時には攻撃することもあった。その時は、それまで“凹形姿勢”を示していなかった雌も、この行動を示した。これらの行動が繰り返され、雄は“体側誇示”を止めて、雌に“頭部こすりつけ”を行い、雌が雄の縄張り内に止どまることを許した。“凹形姿勢”を示している雌に対して雄が何もしないときは、雌のほうから雄に対して“頭部こすりつけ”を行うこともあった。

“あぶれ”の雌雄の間でペアを形成しようとする行動については、雄では最小でほぼ同じ大きさの2尾と、雌の中の最小個体との間で観察された。雌はこれらの雄に対して“凹形姿勢”をよく行った。“凹形姿勢”を示す雌に“頭部こすりつけ”を行うために雄が雌の尾鰭に頭をくっつけたが、雌は“凹形姿勢”を保ったまま1回転して雄の後ろに回り込み、雄に対して“頭部こすりつけ”を行った。このような行動が繰り返されたが、一方の雄が雌に“頭部こすりつけ”をしようとする



時にもう一方の雄も干渉してくるので、結局これらの魚の間ではペア形成は成功しなかった。

## 考 察

### 縄張り行動

縄張り行動は多くのハゼ科魚類で観察されている (Auty, 1978; 岸, 1979; Lassig, 1976; MacGinitie, 1939; Tavalga, 1954; Yamagishi, 1974; Yanagisawa, 1982). 本研究ではイトマンクロユリハゼも縄張り行動を示した. Auty (1978) は *Hypseleotris compressus* の縄張り闘争を“挑戦－攻撃 (challenge-attack)”, “挑戦－退却 (challenge-retreat)” および “挑戦－防衛 (challenge-defense)” にタイプ分けしている. Baerends & Baerends-van Roon (1950) は *Hemichromis bimaculatus*, *Cichlasoma meeki* などのカワスズメ科魚類の縄張り行動のタイプを“追い (chasing)”, “縄張り内闘争 (intraterritorial fighting)” および “境界での闘争 (boundary fighting)” の三つに分けている. 本種の縄張り行動のタイプは、基本的に後者にあてはめることができたが、使われる行動要素の違いや、闘争を行う場所の違いによって、多少は名称を変える必要があった。

まず、カワスズメ科魚類の“追い”は、縄張りの主は侵入者に突進し、侵入者は速やかに縄張りの外へ逃げるような場合である (Baerends & Baerends-van Roon, 1950) が、本種では“巣穴占有者”は“追い”と同じく“体側誇示”によっても侵入者を追い出した. ゆえに本種では“追い”と“体側誇示”を含ませて“追い払い”とした. Yanagisawa (1982) はダテハゼ *Amblyeleotris japonica* において、“巣穴占有者”が“追い”と“体側誇示”を使って近くに侵入してきた同種を追うと述べている. 青山 (1998) は、同属のハナハゼ *Ptereleotris hanae* が同様に“追い”と“体側誇示”によって侵入者を追い出すのを観察している. なお、Lassig (1976) は、*Paragobiodon* sp. と *P. xanthosoma* では、resident (生きたサンゴの特定の場所の占有者) は侵入者を縄張りの中で追い、縄張りの境界を越えてまでは追わなかったと述べているが、本種でも通常の“追い”については同様であった. しかし、本種では、雄が卵保護中に縄張りに止まっている雌は、侵入者を縄張りの外まで追い回した。

カワスズメ科では、隣接した縄張りの個体との闘争は、縄張りの境界そのもので行うため“境界での闘争”と名付けられている (Baerends & Baerends-van Roon, 1950) のに対して、本種では相手が定位している場所まで境界を越えて攻撃するので“縄張り間闘争”とした。

カワスズメ科魚類では、“縄張り内闘争”は縄張りの主と縄張りから速やかに出ていこうとしない侵入者との間で行われた (Baerends & Baerends-van Roon, 1950). 本種においても同様の状況で行われ、“体側誇示”と“吻突”を繰り返し、また“かみつぎ”も行っているようであった.“縄張り内闘争”に該当するような他のハゼ類の激しい戦いにおいては、本種と同様に“体側誇示”と似た威嚇行動や“吻突”、“かみつぎ”が見られる場合 (Lassig, 1976; Tavalga, 1954) もあれば、本種では見られない“顎の噛み合わせ” (岸, 1979; Tavalga, 1954) や“正面誇示” (岸, 1979; Yamagishi, 1974) が見られる場合もあり、このように闘争行動の要素が異なるのは、それぞれのハゼの形態などに関連しているのであろう. 本種では、“巣穴占有者”と“侵入者”による縄張り内闘争に、他の“巣穴占有者”や“あぶれ”がしばしば加わってきた. カワスズメ科の *Pseudotrophaus zebra* (Holzberg, 1978) や *Cichlasoma meeki* (Baerends & Baerends-van Roon, 1950) においても縄張り個体同士の闘争において他の個体が干渉してくることが観察されている。

縄張り行動と性別について、エビの巣穴に共生者としてすむメクラハゼ *Typhlogobius californienses* では、巣穴に侵入してきた場合、ペアのうちの侵入者と同性の個体が侵入者を攻撃し、闘争中に反対の性の個体は無関心であったとされている (MacGinitie, 1939). 一方、

*Paragobiodon* sp.と*P. xanthosoma*ではペアの構成者よりも侵入者が大きい場合、ペアが協力して侵入者を攻撃する(Lassig, 1976)とされている。本種は、ペアで縄張りを占有し、侵入者に対してその性別に関係なく攻撃した。このような性別と侵入者への攻撃についての種による違いは、水槽内という条件に関連しているのかもしれないが、今後さらに検討される必要がある。

### 求愛行動

Keenleyside (1979)は求愛行動の機能として、「引きつけ (attraction)」、「なだめ」、「ペアの結び付きの長期間の持続に対する効果」などを挙げている。

本種の“頭部こすりつけ”と“凹形姿勢”は、ペア行動と密接に関連した行動要素であった。

本種では、新しくペアを形成しようとする時に、雄の威嚇的な“体側誇示”に対して、雌は“凹形姿勢”を行った。すると雄は“体側誇示”を止めて、雌に対して“頭部こすりつけ”を行った。雄は自分の縄張り内に雌が止まることを認めるように見えた。この場合、“凹形姿勢”は異性の注意を自分に引きつけるのに加えて、相手の攻撃的な気分に対する「なだめ」として使われたと考えられる。しかしながら、このようなパターンの行動は既に確立されたペアにおいても観察された。ペアを組んでいる個体にとっても、配偶者の攻撃的な気分が時には自分に向けられるのをなだめる必要があるのかもしれない。

一方、ほとんどの“頭部こすりつけ”は、縄張り内にいるペアの間で、平静な状態から繰り返し行われるのが普通であった。青山(1998)はハナハゼにおいても同様な観察を行っており、それについては「ペアの結び付きの長期間の持続に対する効果」があるのではないかと述べている。今後、その機能的意味についてさらに詳しく検討する必要はあるものの、特にこの行動の出現頻度が高かったことから、実際にこの行動を見せることを目的とした展示は充分可能であると考えられる。

## 要 約

水槽内でイトマンクロユリハゼの縄張り行動と求愛行動が観察された。魚はふつう雌雄のペアを形成し、それらのペアのあるものでは同じ雌雄の組み合わせで約1年間ペアが続いた。それぞれのペアは縄張りをもった。縄張り行動は“追い払い”、“縄張り間闘争”、“縄張り内闘争”に分けられ、それはさらにいくつかの行動要素からなった。縄張り行動のそれぞれのタイプにおいて、魚はペアの結びつきに関連した特徴的な行動を示した。例えば、ペアの雌雄両者は、縄張りに入ってきた侵入者をその性別に関係なく攻撃し、時にはそのような行動を同時に行った。雄が巣穴の中で卵を保護している間、雌はふつう巣穴の外におり、よく縄張りを防衛した。

“頭部こすりつけ”と“凹形姿勢”はペアを雌雄が形成するときだけでなく、ペアを形成した後でも見られた。特に“頭部こすりつけ”はペアを組む2個体の間で頻度が高かった。これらの求愛行動はペアの形成後、ペアの結びつきを維持するのに効果があるのかもしれない。

## 謝 辞

本報告をまとめる機会を下さった神戸市立須磨海浜水族園園長鮫島 叡氏、及び前園長吉田啓正氏を初め職員の方々に深く感謝いたします。

## 引 用 文 献

- 青山 茂 (1998): 水槽内で見られたハナハゼの行動. 動水誌, 39(3): 81-84.  
 Auty, E. H. (1978): Reproductive behavior and early development of the empire fish *Hypseleotris compressus* (Eleotridae). *Asut. J. Mar. Freshwat. Res.*, 29:585-597.  
 Baerends, G. P. and Baerends-van Roon, J. M. (1950): An introduction to the study of the ethology of cichlid fishes. *Behavior Suppl.* 1. vii+242pp.

- Holzberg, S. (1978): A field and laboratory study of the behavior and ecology of *Pseudotropheus zebra* (Boulenger) an endemic cichlid of Lake Malawi (Pisces; Cichlidae). Z. Zool. Syst. Evolut. -forsch., 16:171-187.
- Keenleyside, M. H. A. (1979): Diversity and adaptation in fish behavior. Springer-Verlag, Berlin, xiii+208pp.
- 岸 由二 (1979): チチブ, *Tridentiger obscurus* の社会行動. 慶応大・日吉論文集・自然科学編, (15): 127-146.
- Lassig, B. (1976): Field observations on the reproductive behavior of *Paragobiodon* spp. (Osteichthyes: Gobiidae) at Heron Island Great barrier reef. Mar. Behav. Physiol., 3:283-293.
- MacGinitie, G. E. (1939): The natural history of the blind goby, *Typhlogobius californiensis* Steindachner. Am. Midl. Nat., 21:489-505.
- Paulson, A. C. (1978): On the commensal habits of *Ptereleotris*, *Acanthurus* and *Zebrasoma* with fossorial *Valenciennea* and *Amblygobius*. Copeia, 1978: 168-169.
- Tavolga, W. N. (1954): Reproductive behavior in the gobiid fish *Bathygobius soporator*. Bull. Amer. Museum Nat. Hist., 104: 427-460.
- Yamagishi, H., Maruyama, T. and Mashiko, K. (1974): Social relation in a small experimental population of *Odontobutis obscurus* (Temminck et Schlegel) as related to individual growth and food intake. Oecologia (Berl.), 17: 187-202.
- Yanagisawa (1982): Social behavior and mating system of the gobiid fish *Amblyeleotris japonica*. Japan. J. Ichtyol., 28(4): 401-422.
- 吉野哲夫 (1984): ハナハゼ. In 日本産魚類大図鑑: 237, 益田 一・尼岡邦夫・上野輝弥・吉野哲夫編, 東海大学出版会, 東京.

#### SUMMARY

Territorial and courtship behaviors of the gobiid fish *Ptereleotris microlepis* were observed in an aquarium. Fish usually formed a male-female pair and one of those pairs was maintained for about a year. Each pair occupied a territory. Territorial behavior was classified as expelling, interterritorial fighting, and intraterritorial fighting and each consisted of some essential movements. In each type of territorial behavior, fish exhibited characteristic behaviors concerned with the pair bond. For example, the male and female of the pair both attacked an intruder invading their territory irrespective of its sex and occasionally performed such behaviors at the same time. During the parental care of the eggs by the male in the nesting burrow, the female usually stayed outside of the burrow to defend the territory.

Head-rubbing and tuned up pose were performed both when the male and female were going to form a pair and after the formation of the pair.

Especially head-rubbing occurred very frequently between both partners of the pair. These courtship behaviors would also be effective to reinforce the pair bond.

[ 1997年9月2日受付, 1998年9月18日受理 ]

## オオサンショウウオの屋内人工繁殖の試み

土井敏男, 塚本博一\*, 青山 茂

神戸市立須磨海浜水族園

An attempt at Breeding the Japanese Giant Salamander,  
*Andrias japonicus*, under Indoor Artificial conditions

Toshio Doi, Hiroichi Tsukamoto\* and Shigeru Aoyama  
Kobe Municipal Suma Aqualife Park, Hyogo

特別天然記念物オオサンショウウオは、『レッドデータブック』では希少種(環境庁, 1991), 『日本の希少な野生生物基礎資料』では減少種として取り上げられており(栃本, 1995 a), 自然下での本種の保護についての取り組みが各地で盛んになってきている(安佐動物公園, 1998; 兵庫県自然保護協会, 1997; 瑞穂町教育委員会, 1995; 栃本, 1995 d). 一方, 本種は古くから多くの園館で飼育展示されており, 1989年には日本動物園水族館協会で種の保存対象種となっている(森本, 1990). しかしながら, 飼育下繁殖に取り組んでいる園館は少なく, しかも, これまで飼育下繁殖に成功しているのは, 広島市安佐動物公園だけである(森本, 1990). 安佐動物公園では, 天然湧水による屋外飼育にて, 1979年より連続して16年間飼育下繁殖を行なっており(森本, 1995), 繁殖に必要な条件として個体群での飼育, 繁殖用水槽の形状, 日照時間・水温の周年変化, 適時捕食できる餌生物などをあげている(小原ほか, 1980). しかし, 当園を始めとする多くの園館では, 屋内飼育, 閉鎖循環系濾過による飼育など飼育条件が様々で(森本, 1990), 繁殖に必要な人工的飼育方法の確立が待たれている.

本報告では, 安佐動物公園での繁殖例を参考にした屋内人工飼育下での繁殖の試みと, それにより得られた成熟や繁殖に関係すると思われる若干の知見を紹介し, 人工環境下での繁殖に近づく飼育条件について考察を加えた.

### 材料および方法

オオサンショウウオの飼育は, 神戸市立須磨海浜水族園の繁殖用水槽および展示水槽で行ない, 飼育条件は, 以下の通り, 安佐動物公園の繁殖成功例(小原ほか, 1980; Kuwabara et al., 1989)にできる限り近づけて行なった.

飼育は群れで行なった. 飼育した個体群は, 安佐動物公園で繁殖し当園に譲り受けた7個体, および, 兵庫県と大阪府にて保護され, 当園に搬入された4個体である. ただし, オオサンショウウオの地域による遺伝的系統の違い(森本, 1995)を考慮し, 前者をA個体群(A群), 後者をB個体群(B群)として別々に飼育した. すべての個体の全長は500mm以上で, 自然下で繁殖が確認されているサイズ(♂; 約300mm, ♀; 約400mm)(桑原ほか, 1980)に達している. 個体識別は頭部, 尾部左面, および全身の斑紋により行ない, 国内血統登録番号にて表示した. 雌雄の判別は, ♂については成熟を表わす総排泄腔周囲の隆起(以後「隆起」と記す)状況から行い, また, 死亡した個体では, 解剖して直接生殖巣を観察して行なった.

飼育水槽について, A群は, 安佐動物公園で繁殖に成功している連結水槽(Kuwabara et al.,

\*現在: 神戸市立須磨海づり公園 (Present address: Kobe Municipal Suma Fishing Park)

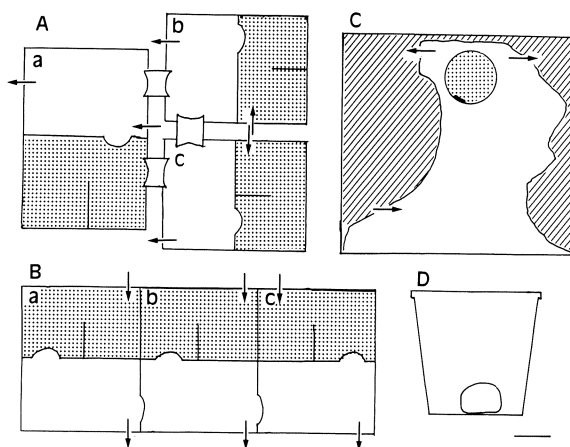


図1 飼育水槽の形状

A: 3連水槽(平面図), B: 新3連水槽(平面図), C: 展示水槽と人工巣穴(平面図), D: 人工巣穴(側面図), →: 給排水, 網かけ部: 遮光部分, 斜線部: 擬岩, スケールは200mm(C図については400mm)

1989)を模した連結式水槽で飼育した。水槽の形状は図1-Aに示す通り、「品」の字に並べた3個(1000×700×350mm:1槽,800×600×350mm:2槽,水深250mm)の水槽を,半分に割った直径150mmの塩化ビニールパイプで繋いだものである。なお,この水槽は阪神・淡路大震災により破損したため,1996年3月より2000×800×400mm,水深250mmを3つに仕切った水槽(図1-B)を設置し,ここで飼育した。いずれの水槽も,通常,人の出入りの少ないバックヤードに設置した。B群は,3300×3000×800mm,水深500mmで,水槽の約半分がモルタル擬岩で区切られた展示水槽で飼育し,1995年11月から,水槽内に人工巣穴を設置した(図1-C)。この人工巣穴は,広島県,兵庫県の河川改修で人工巣穴として繁殖が確認されているマンホール型人工巣穴(安佐動物公園,1988;板本,1995d)を参考に,直径600×700mmのポリエチレン製の樽に200×150mmの横穴を開け,これに錘りを付けて水槽内に沈めたものである(図1-D)。水槽および巣穴内には粒径10~20mmの小石と0.6mmの砂を厚さ50~100mmで敷きつめた。

飼育水は,地下水を原水とする閉鎖式循環濾過水で,同循環系には別の水槽でチョウザメ類を飼育しており,総水量は96.8 $\text{m}^3$ である。循環水量は,およそ1ターン/時間である。水温は,1993年6月より循環系付属の熱交換器で周年変化を付けて調節した。さらに,冷却能力を補うため1994年より400W循環式小型冷却機2機,1995年より300W投げ込み式冷却機1機を順次追加し,循環水量を加減することで水温を調節した。また,1996年3月に新設した水槽では,200Wの循環式小型冷却機1機により飼育水の冷却を行なった。照明は,間接自然光に加え,400W水銀灯2灯を季節ごとの日照時間に合わせて点灯した。餌料は,生きたドジョウを1頭当たり5~10g/日になるように,7~10日に1度水槽内に投入した。

繁殖に関係する事項として,♂の「隆起」,死亡した♀の卵巣の状態,水槽内の移動と専有状況,個体間の闘争によると思われる傷を観察し,併せて体重,体長を計測した。「隆起」状況の観察,体重,体長の計測は,繁殖期の8~9月に行なった。♀の卵巣の発達状況は,黄色い粒状になった卵細胞の数と直径および,卵巣の重量,長さ(できるだけ延ばした全長)を計測した。水槽内の移動と専有状況の観察は,A群では,個体群になるべく人為的刺激を与えないよう,給餌など蓋を開ける際のみに行なった。B群では,展示用ガラス越しに,適時,人工巣穴の利用状況を観察した。なお,本報告の観察期間は,飼育条件が整った1993年7月から,疾病等による個体の減少と,生存個体の性別が♂のみと判断された1996年8月までである。

## 結果および考察

### オスの性成熟

**飼育水温との関係** 当園の水槽では、水槽の形状、日照時間の周年変化、適時捕食できる餌生物といった繁殖に必要と考えられている飼育条件（小原ほか，1980）は、実験開始時から備えることは実現できていたものの、冷却設備の能力不足のため水温の周年変化、特に冬季の最低水温の確保が不十分であった。そこで冷却器を増設し、水温の周年変化幅を広げていった。図2に、飼育期間中の水温の周年変化を、図3-1、3-2に♂の「隆起」状況を示す。

繁殖期前1年間の水温変化幅が、それぞれ9.5～21.0℃であった1993年、8.4～23.0℃であった1994年には、繁殖期に明確な「隆起」が見られなかったが、さらに冬季の水温を低くできた1995年（6.0～23.5℃）、1996年（6.2～24.0℃）には、繁殖期にはっきりと「隆起」している個体が確認された。飼育期間を通じてその他の条件はほぼ同じであり、後に述べるが、「隆起」しなかった時期の体重、体長の増加も正常であった。オオサンショウウオの自然生息域の水温は3～22℃（広島県）（小原，1985）、0～28℃（兵庫県）（栃本，1995a）と報告されている。また、これまでに飼育下においてわずかながら「隆起」が観察された例で、飼育水温12～18℃（栃本，1996）が、顕著な「隆起」が確認された例で、飼育水温4～20℃（小原ほか，1980）、4～26℃（栃本，1991）が報告されているが、今回の結果から、♂の成熟を誘発するには、最高水温にはばらつきがあるものの、冬季の最低水温を少なくとも6℃付近以下に下げることが必要があると思われる。

**成長との関係** 今回の飼育個体の飼育期間中の♂の成長は、体長で年平均1.6～17.8%（15.0～81.0mm）、体重で-2.2～63.3%（-60～1038g）であった。全長においては、いずれも、自然下での報告にある「よい成長」（年平均10mm以上）（栃本，1990）を上回っており、また、飼育下での成長例（日動水協，1978）と比較しても、体重、体長ともに同サイズの個体としては平均的な成長といえる。ただし、年ごとの成長を見ると、1994年以降、全体的に成長の伸びが悪くなり、中には体重が減少した個体もいた（図3-1、3-2）。以下に、年ごとの個々の成長と「隆起」状況について述べる。

水温条件が不十分であった1993、1994年には、飼育中の♂（A群：4頭、B群：3頭）はいずれも体長、体重の増加がよい傾向であった。しかし、B群のNo.171、049に「やや隆起」が見られた他は「隆起」は観察されなかった。水温条件がより自然に近付いた1995年には、5頭の♂（A群：1頭、B群：4頭）のうちA群のNo.094とB群のNo.171に「隆起」が、No.268に「やや隆起」が観察された。No.094は前年までとほぼ同じ成長であり、No.171は、前年に比べ体長の伸びがなく、体重でわずかに減少していた。また、前年に「やや隆起」が見られたB群のNo.049は、わずかながら成長が見られているにもかかわらず「隆起」が全く見られなかった。1996年には、5頭すべての♂

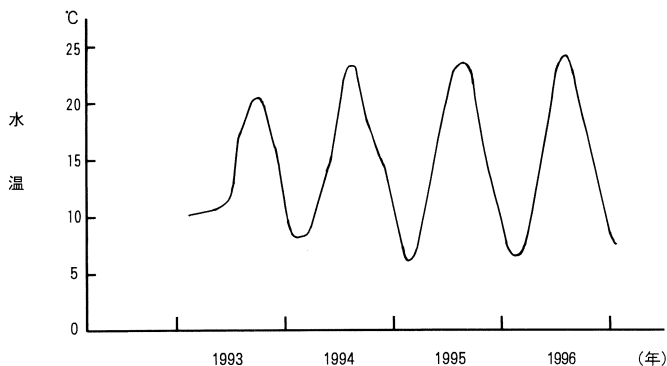


図2 飼育期間中の水温変化

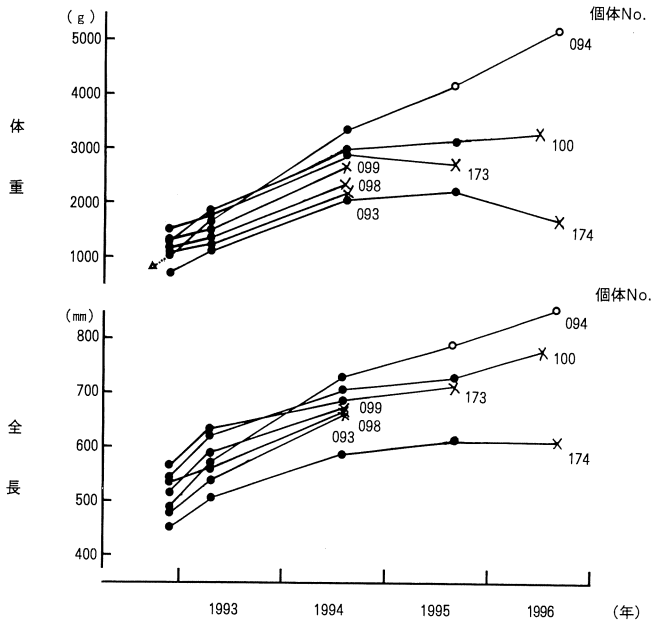


図 3-1 A 群各個体の体重・全長と隆起状況  
○：隆起, △：やや隆起, ×：死亡

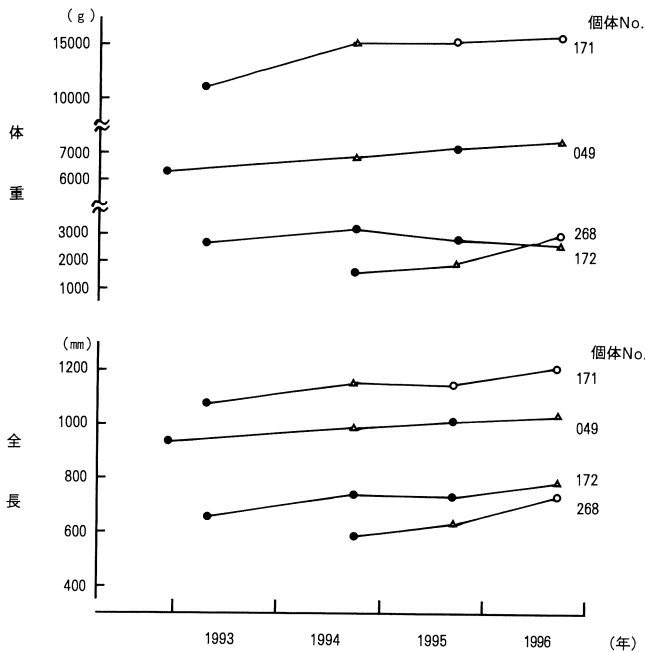


図 3-2 B 群各個体の体重・全長と隆起状況  
○：隆起, △：やや隆起, ×：死亡

の成熟が進み, A 群の No.094, B 群の No.171, 268 に「隆起」が, No.049, 172 に「やや隆起」が観察された。このとき, No.094, 268 はよく成長しており, No.171, 049 は少し成長, No.172 は体重が減少していた。自然下のみでは, 例外もあるが, 成長の悪い場合には「隆起」が見られない傾向にあることが(栃本, 1995c), また, 飼育下においては, 捕食しやすい餌を与えることで体重増加と共に「隆起」が起こった例が報告されている(小原ほか, 1980)。しかし, 今回の観察では, 成長が

表1 死亡した♀と卵巣の状況

個体No.	体重 (g)	全長 (mm)	死亡年月日	卵巣重量 (g/% 体重)	卵巣長 (mm/% 全長)	卵径 (mm)	卵数 (個)
099	2700	660	1994. 09. 01	43/1.6	230/34.8	5	234
173	2700	700	1995. 08. 23	52/1.9	290/41.4	5	363
174	3230	760	1996. 06. 18	66/2.0	350/46.1	3-4	702
100	1655	605	1996. 08. 06	35/2.1	250/41.3	2-3	659

よくても冬季の低水温が不十分だと「隆起」せず、成長が少し悪くても水温条件が満たされれば「隆起」が誘発されることがうかがえ、水温の周年変化がより成熟に影響することが示唆される。

### メスの性成熟

♀の成熟に関しては、指標となる外的性徴の報告はないが、死亡個体の解剖例がある（宮島水族館, 1987; 日動水協, 1978）。今回、飼育期間中に死亡した4頭の♀を解剖し、卵巣を計測し（表1）これらを比較した。

オオサンショウウオの受精卵は直径5mm前後（岩間, 1986）であり、繁殖期前の6月末から9月に死亡した個体の解剖例からは、卵径4～5mmが報告されている（日動水協, 1978）。当園で6月から9月に死亡したNo.099, 173, 174では、この卵径に近いが、8月に死亡したNo.100では少し小さかった。卵数については、通常の産卵数は400～500個（岩間, 1986）、解剖例では300～500個とされている（日動水協, 1978）が、No.099はこれより少なく、No.100, 173, 174はこの範囲かそれ以上の数字であった。卵巣の重量については、既報（宮島水族館, 1987）から算出した体重に対する卵巣の割合は5.2%であるが、死亡した4頭はいずれもこの値より小さく、No.100, 173, 174では約2%、最初に死亡したNo.099ではさらに小さく1.6%であった。卵巣の長さについては報告例はないが、当園で死亡した4個体の中で比較すると、体長に対する卵巣の長さの割合は、No.100, 173, 174では40%以上あり、No.099のみ小さく34.8%であった。以上のことから、1994年に死亡したNo.099に比べ、1995年以降に死亡した3個体は、卵数、卵巣の重量、長さについて増加傾向が見られ、成熟が進んでいると考えられる。また、飼育期間中の年間成長率は、全長で4.8～8.8%（30.0～49.4mm）、体重で13.5～57.3%（154～854g）であり、♂と同様に平均的な成長であるが、期間別に見ると、1994年8月以降に成長の伸びが悪くなり、体重の減少した個体（No.100, 174）もある。これらのことと、先に述べた♂の「隆起」状況（水温条件が整った1995年以降に隆起個体が観察され始めたこと）とを照らし合わせると、♀も♂と同様に、成長が悪くても水温条件が整うことにより成熟が進むと考えられ、水温の周年変化が成熟にとって重要であることが示唆される。しかし、今回のどの個体も、卵巣の重量が、既報（宮島水族館, 1987）より軽いことや、産卵に至らなかったことから、まだ完全な成熟には達していないと考えられる。そして、その理由が、♀と♂の成熟を促進する水温条件が異なるためなのか、あるいは疾病などの影響なのか、そのほかに必要な条件が不足しているのかは不明である。

### 繁殖に関する行動

**移動と専有行動** 自然下において、産卵期前に産卵場所の探索のための移動が行われ（佐藤, 1943; 若林ほか, 1976）、「主」と呼ばれる♂が産卵場所を専有すること（桑原ほか, 1980; 佐藤, 1943）はよく知られている。水槽内でのこれらの行動について述べる。

A群では、水槽の利用状況（表2）から、各個体とも、各年の7～9月頃には水槽内を頻繁に移動している様子が見える。また、飼育期間を通して、No.094がa水槽を主に専有し、しばしばc水槽を、まれにb水槽を利用した。c水槽の遮光部分内の砂は外に掻き出されていた。No.093は、飼育開始当初の数ヶ月のみc水槽を専有したが、1994年4月以降はb水槽へ移った。他の5個体



表2 A群の各水槽の利用状況 利用頻度 - : 0%, △: 1-50%, ○: 51-75%, ◎: 76-100%

水槽 No.	個体 No.	年 月	1993					1994					1995					1996																					
			J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J													
a	093		○	-	△	◎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-														
	094		-	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎													
	098		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-														
	099		△	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
	100		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
	173		△	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
	174		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
b	093		△	-	-	△	△	△	-	-	-	◎	◎	◎	△	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
	094		◎	-	-	-	-	-	-	-	-	△	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
	098		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎													
	099		△	-	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎													
	100		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎													
	173		◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎													
	174		△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎													
c	093		△	◎	◎	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○													
	094		-	-	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△													
	098		△	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
	099		○	△	△	△	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
	100		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
	173		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
	174		◎	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
観察回数			7	3	5	4	3	4	3	3	3	4	5	4	7	18	8	6	9	5	4	2	4	4	3	4	6	8	15	11	4	5	6	4	2	14	3	4	4

表3 B群の人口巣穴の利用状況 (回数)

個体No.	年 月	1994	1995	1996	計
		(11~)		(~7)	
049		2	0	0	2
171		10	32	8	50
172		0	0	0	0
観察回数		17	66	15	98

(♀4・♂1)は、ほとんどb水槽を利用した。1996年3月にA群を新設の水槽に移した際(♀2・♂1)もNo.094は単独で行動する傾向にあり、残り2個体は主に一緒にa水槽を利用した。B群では、水槽内での移動状況は不明であるが、人工巣穴の利用については、表3に示すとおりNo.171が最も多く専有したことが観察された。No.171は、観察した回数のうち約半分は巣穴の外にいたが、その場合も巣の周辺にいたことが多かった。他の個体では、人工巣穴の設置当初にNo.049が数回利用した以外は全く観察されず、後は人工巣穴から離れたガラス面よりの岩影に一緒にいることが多かった。No.171の季節的な人工巣穴の利用頻度は、巣穴の加工(着色、錘りの取り付けなど)のため何度か巣穴を撤去したため正確には不明であるが、少なくとも毎月1度は巣穴に入ったことは観察されている。また、巣穴の入り口付近の底砂が掻き出されている様子も観察された。

安佐動物公園の繁殖成功個体群の連結水槽の利用状況(安佐動物公園, 1982; 安佐動物公園, 1983; 安佐動物公園, 1985; 小原, 1985; 小原ほか, 1980)では、年によって差があるものの、特に6~9月頃までは水槽内をよく移動し、9月に産卵が行なわれた後は集まって過ごす傾向がある。また、「主」による産卵場所の専有は7~9月に始まり、幼生を人工飼育のために隔離した12月ご

ろまで続く。これらの例は、A群で観察された水槽利用パターンと類似している。一方、B群のように水槽内に巣穴を設けた飼育例の報告はないが、No.171が巣穴を専有したことや、自然界で見られるように巣穴の内部などの砂が掻き出されていること（佐藤，1943；栃本，1994）から判断して、A、B両群ともに、繁殖に関連する移動や専有行動が起こったと考えられる。そして、A群では、上記の「隆起」がまだ起こらず冬季の飼育水温も不十分であった1993、1994年からこれらの行動が観察されていることから、冬季の低水温や成熟状況と強い関係はないと考えられ、移動については夏期の水温上昇もしくは日照時間の延長に誘発されて起こると考えられる。

自然下で産卵巣穴を専有する「主」は、「その周辺で最も大きく力の強いと思われる個体」（安佐動物公園，1988）といわれ、飼育下では、「他個体より速く大きくなり、やがて群れの中で際だって大きな個体となった」例がある（小原，1985）。今回、専有行動を取ったNo.094、171は、その大きさや成長状況（図3）などからも、各個体群の「主」（=♂）であると推測できる。そして、「隆起」による♂の判別ができない場合にも、急激な成長や水槽内での専有行動、および、後に述べる一方的な他個体への攻撃などが観察できれば、♂を推測することは可能であろう。

**闘争** 水槽内での闘争は直接観察できなかったが、闘争により生じたと考えられる噛み傷が観察された。

A群では、1996年7月にNo.100の左後肢付け根に裂傷が観察された。この時A群は2個体のみであったので同居のNo.094の攻撃によると考えられる。その他には大きな傷は観察されなかった。B群では、しばしば、出血を伴う傷が観察された。すなわち、1994年3月、1995年9月、1996年11月にはそれぞれ、No.049、172の頭部に噛み付きによると見られる傷が観察された。その際、2頭とも、通常位置しているガラス面よりの岩影から水槽中央の擬岩の隙間に、追いやられたように入り込む様子が観察された。また、No.268は、1994年12月の水槽収容直後に尾部と腹部に骨や内臓が露出するほどの裂傷を負い、1996年7月には、予備水槽から仕切りを越えて展示水槽に侵入した緊急保護中の個体（体長950mm、体重6520g、♂）が、尾の半分近くをかみ切られて死亡した。いずれの場合も、傷の大きさからNo.171の攻撃によると推測される。

自然下では繁殖期に、「主」が産卵巣穴に侵入する個体や巣穴周辺の他の個体を攻撃し排除すること（桑原ほか，1980）が観察されており、繁殖期に♂同士の激しい闘争が多く起こり、時には致命傷を与えるとされている（栃本，1995b）。また、飼育下においても成熟が進んだ♂の闘争（栃本，1991）が報告されている。当園での闘争は「隆起」が見られる1995年以前から、また、繁殖期以外の季節にも観察されており、繁殖との関係に疑問は残る。しかし、専有行動を取った大型の個体（=「主」）から他個体への攻撃ばかりであること、および、♂の隆起が観察された1995年以降に負傷例が多いことから、今回観察された闘争は、繁殖にもいくらかは関連する行動であると考えられる。

また、B群のNo.268は、No.171の攻撃による負傷のため同水槽内の網生簀にて隔離飼育したところ、No.171と同居しているNo.049、172より先に「隆起」した（図3-2）。このことから水槽内での個体間の優劣関係や攻撃によるストレスが「隆起」に何らかの影響を与えていることも考えられる。

なお、付け加えると、A群に比べB群でより激しい闘争が起きたことについて、B群にはNo.171という非常に大型の個体が存在したことが原因とも考えられるが、B群を飼育した展示水槽は人工巣穴があるもののA群の連結式水槽ほど入り組んだ構造でなかったことにより、常に個体同士が視野に入っていたためと思われる。栃本（1995b）は、自然下の観察から生息密度が高いと闘争回数が増えることを推測しているが、限られたスペースで数個体を飼育する場合、個体間の力関係によるストレスを軽減し、闘争による飼育個体の負傷や死亡を防ぐ意味でも水槽の形状や水槽内部の構造物は複雑にした方がよいと思われる。

## 要 約

1. 屋内の人工環境下（閉鎖式循環ろ過飼育水、周年変化をつけた水温、自然の日照時間に合わせた照明など）でオオサンショウウオを飼育し、繁殖を試みた。
2. 冬季の飼育水温を年ごとに低下させたところ、水温の周年変化幅を6～23℃とした1995年以降の繁殖期に♂の総排泄腔周囲の顕著な隆起が観察された。
3. 死亡した♀の解剖結果から、卵巣は年間水温変化幅が大きいほど発達する傾向にあったが、今回、卵巣の発達はまだ不十分で、繁殖は行なわれなかった。
4. 繁殖期直前の6～9月に、飼育個体が水槽内をよく移動した。
5. 2つの飼育個体群の、各々最大の個体が、水槽内の特定の場所、または、人工巣穴を専有し、他の個体を攻撃した。
6. ♂の「隆起」と♀の卵巣の発達は、体の成長よりも水温変化により依存することが示唆された。また、移動、専有行動、闘争は、繁殖に関連して起こった行動と考えられるが、「隆起」状況や水温変化が不十分でも観察された。

## 謝 辞

本研究をおこなうにあたり、貴重なオオサンショウウオ成体および飼育情報を提供いただいた広島市安佐動物公園園長森本博氏ほかオオサンショウウオ飼育スタッフの皆様、有益な参考文献、助言をいただいた姫路市立水族館館長栃本武良氏に感謝の意を表します。また、飼育水槽の設置ほか実験準備にご尽力下さった元須磨水族園職員原島一彦氏に深謝いたします。

## 引用文献

- 広島市安佐動物公園（1982）：オオサンショウウオの保護増殖に関する調査報告書。28pp.
- 広島市安佐動物公園（1983）：オオサンショウウオの保護増殖に関する調査報告書。30pp.
- 広島市安佐動物公園（1985）：オオサンショウウオの保護増殖に関する調査報告書。19pp.
- 広島市安佐動物公園（1988）：オオサンショウウオ調査記録集第1号。37pp.
- 兵庫県自然保護協会（1997）：オオサンショウウオとの共生を考える—シンポジウム報告書—。79pp.
- 岩間春夫（1986）：ハンザギ (*Megalobatrachus japonicus*) の発生段階図。p 1-28. 名古屋大学理学部生物教室。
- 環境庁自然保護局野生生物課（1991）：日本の絶滅のおそれのある野生生物 レッドデータブック 脊椎動物編。331pp. (財)日本野生生物研究センター、東京。
- 小原二郎（1985）：大山椒魚。236pp. どうぶつ社、東京。
- 小原二郎、足利和英、井上 孝、若林文典、桑原一司、鈴木信義（1980）：広島県のオオサンショウウオの保護に関する調査研究その5 飼育下での産卵。動水誌, 22(3) : 67-71.
- 桑原一司、井上 孝、若林文典、足利和英、鈴木信義、小原二郎（1980）：広島県のオオサンショウウオの保護に関する調査研究その4 松歳川における繁殖行動の観察。動水誌, 22(3) : 55-66.
- Kuwabara, Kazushi, Suzuki, N., Wakabayashi, F., Ashikaga, H., Inoue, T. and Kobara, J. (1989) : Breeding the Japanese giantsalamander, *Andrias japonicus*, Int. Zoo Yb.28 : 22-31.
- 宮島水族館（1987）：展示水槽で死亡した個体の卵成熟。日動水協オオサンショウウオの保護に関する打ち合わせ会経過報告(6) : 36-37.
- 森本 博（1990）：オオサンショウウオの繁殖計画について。日動水協 第3回種保存委員会拡大会議経過報告 : 84-87.

- 森本 博 (1995): オオサンショウウオの繁殖計画. 日動水協 第8回種保存委員会拡大会議経過報告: 206-207.
- 日本動物園水族館協会 (1978): 希少動物の保護増殖に関する調査研究報告書 オオサンショウウオに関する調査資料. 338pp.
- 佐藤井岐雄 (1943): 日本産有尾類総説. 520pp. 日本出版社, 大阪.
- 島根県邑智郡瑞穂町教育委員会 (1995): ザ・ハンザケンボジウム in 瑞穂 報告書. 86pp.
- 栃本武良 (1990): 兵庫県市川水系におけるオオサンショウウオの生態Ⅱ. 野外における成長. 動水誌, 32(1): 14-20.
- 栃本武良 (1991): オオサンショウウオの人工繁殖の試み. 爬虫両棲類学雑誌, 14(2): 93.
- 栃本武良 (1994): 兵庫県市川水系におけるオオサンショウウオの生態Ⅶ. 繁殖生態について (1) 産卵場所. 動水誌, 35(2): 33-41.
- 栃本武良 (1995a): オオサンショウウオ. In 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料 (Ⅱ): 1-7. 日本水産資源保護協会, 東京.
- 栃本武良 (1995b): 兵庫県市川水系におけるオオサンショウウオの生態Ⅷ. 繁殖生態について (2) 闘争. 動水誌, 36(2): 51-57.
- 栃本武良 (1995c): 兵庫県市川水系におけるオオサンショウウオの生態Ⅸ. 繁殖生態について (3) 総排出腔開口部周囲の隆起について. 動水誌, 37(1): 7-12.
- 栃本武良 (1995d): 兵庫県市川水系におけるオオサンショウウオの生態Ⅹ. 繁殖生態について (4) 人工巣穴設置による産卵場所復活の試み. 動水誌, 37(1): 13-17.
- 栃本武良 (1996): 河川工事とオオサンショウウオの保護について (6). 兵庫陸水生物, 47: 61-66.
- 若林文典, 桑原一司, 足利和英, 井上 孝, 鈴木信義, 小原二郎, (1976): 広島県のオオサンショウウオの保護に関する調査研究その3 産卵期移住と小堰堤の関係について. 動水誌, 18(2): 31-36.

## SUMMARY

Since 1993, Japanese giant salamanders, *Andrias japonicus*, were raised in two indoor tanks, with controlled water temperature, daylight hours, and water filtration in an attempt at breeding. The range of yearly changes in water temperature was increased each year.

In 1995 and 1996, when the yearly range in water temperature was about 6-23°C, some individuals were recognized to be males by the swelling around the cloaca. And the ovaries of females, observed in individuals that died, tended to develop more as the yearly range of water temperature was widened. But spawning has not yet occurred. Movements occurred in the tanks from June to September every year. The largest males in each tank, established a territory and attacked others. The yearly range in water temperature seemed to be more important for attaining sexual maturity than increase in weight or total length for ripeness. Migration, territory, and fighting seemed to be related to breeding, but they occurred even when the swelling around the cloaca and the yearly temperature range were insufficient.

[ 1997年9月2日受付, 1998年9月18日受理 ]

## 水槽内のアマモ育成における施肥効果実験

春日井 隆

名古屋港水族館

The Effect of Nutrient Enrichment on Culture of Eelgrass,  
*Zostera marina*, in an Aquarium

Takashi Kasugai  
Port of Nagoya Public Aquarium, Aichi

海産顕花植物であるアマモを水槽内で育成展示することは、藻場という生態系を来観者に知ってもらうには有効な手段である。先に筆者は実際のアマモ場の砂泥を用いて、アマモの水槽内における育成について報告した(春日井, 1996)。この報告では育成に関して底質に栄養分の添加は行わなかったため、アマモは栄養分の多くをアマモ場から運んだ砂泥中に含まれていたものに依存していたと考えられる。アマモは成長に必要な栄養分を葉と根の両方から吸収することができるが(McRoy and McMillan, 1977)、自然界の海水中の栄養分は底質中の栄養分に比べてかなり少ない(川崎ら, 1988)のでアマモにとって底質中の栄養分は生育に非常に重要である。しかし砂泥の採取は労力を要するため、大規模な水槽で展示を行うには市販の砂などの利用が考えられる。淡水産水草の水槽での育成には大磯砂やセラミック砂などの市販の砂を底質に用いて水族館などだけでなく一般家庭のインテリア水槽などでもすばらしい景観を造ることができる。そこで今回、市販の砂を底質に用い、底質中に栄養分として園芸用の化成肥料を添加しアマモを育成するための予備実験を行い、育成に若干の可能性が示唆されたのでここに報告する。

### 材料および方法

実験装置の概略を図1に示す。FRP及びガラス製の実験水槽(125×55×75cm, 容量約500ℓ)にアマモを植え付けるための4個のプラスチック容器(37×25×23cm)を入れ各実験区(A, B, C, D)とした。循環にはポンプ内蔵型の小型密閉型濾過器を用い、濾材には円筒形多孔質濾材とホワイトマットを用いた。水温調節にはミニクーラーを用い、照明には400Wメタルハライドランプ2灯を用いた。

各実験区の模式図を図2に示す。すべての実験区ともプラスチック容器底に高さ3cmの塩化ビニル製のすのこを敷き、その上に3cmの厚さでケイ砂(粒径約1mm)を敷いた。さらにその上にA区にはアマモ場から採取した天然の砂泥(中央粒径値0.50mm)をB, C, D区には市販の園芸用芝の目砂(中央粒径値0.45mm)をそれぞれ12cmの厚さで敷いた。この砂は御影石を砕いたものを高温熱風乾燥処理したものであり、植物活性剤として天然のミネラルが含まれているが有機物はほとんど含まれていない。B, C区には園芸用化成肥料による施肥を行い、D区には何も添加しなかった。この肥料は主成分として窒素, リン, カリウムを成分中にそれぞれ10% (N:P:K=10:10:10)、苦土(酸化マグネシウム)を1%含み2~3ヵ月有効な緩効性の粒状のものである。B, C区にそれぞれ48.1, 96.2g(500g/m<sup>2</sup>, 1000g/m<sup>2</sup>)を深さ8cmの所に均一に敷いた。実験に用いたアマモは1995年12月3日に愛知県常滑市地先の藻場から地下茎ごと採取し、海水を溜めた容器に入れて運んだものである。A区に用いた砂泥もこの日に採取した。採取後、草体についた付着物や根についた砂泥を海水で洗い落とし、地下茎の節、3節を残して切り落としそれぞれの区に12株ずつその日のうちに植え付けた。それぞれの株の基部を番号を明記したプラスチック製の輪を用いて囲み、株

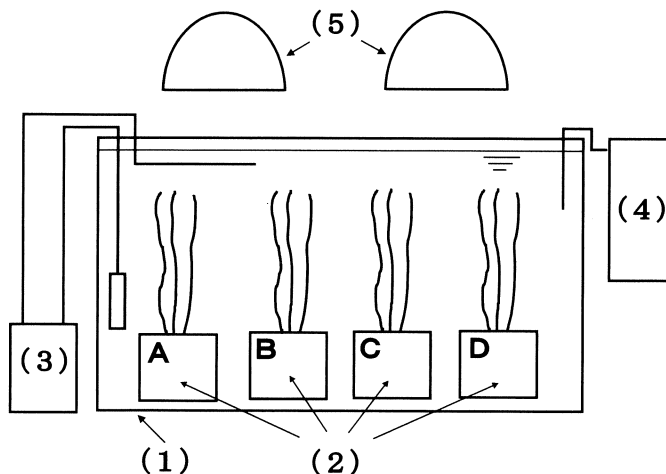


図1 実験装置の概略図

(1) 実験水槽 (2) プラスチック容器 (A, B, C, D区) (3) ポンプ内蔵型濾過器  
(4) ミニクーラー (5) 照明 (400Wメタルハライドランプ×2)

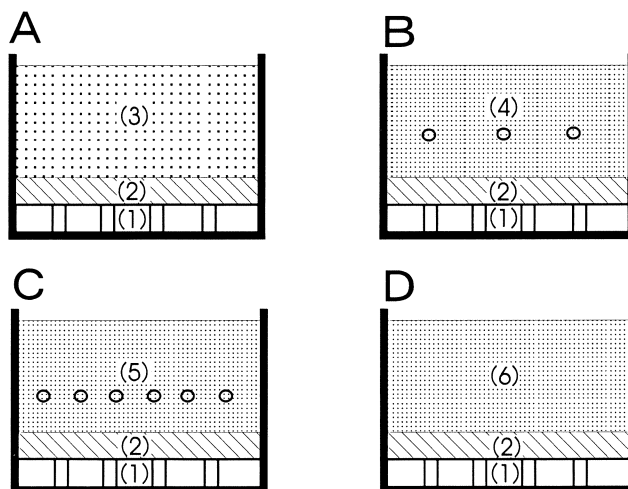


図2 各実験区の模式図

(1) 塩ビ製スノコ (2) ケイ砂 (3) アマモ場砂泥 (4) 市販砂+化成肥料 (500g/m<sup>2</sup>)  
(5) 市販砂+化成肥料 (1000g/m<sup>2</sup>) (6) 市販砂

ごとの生存や分枝が分かる様にした。

育成条件は春日井 (1996) に従い水温は $18 \pm 1$  °Cに保ち、海水は天然海水を $1 \mu$ のセルロースフィルターを通して $15^\circ\text{C}$ 換算比重で1.022になるよう水道水で調節して用いた。換水はおよそ14日ごとに200 l行った。光周期は12時間明期とし、照度は当初、砂面で約8000-9000luxになるように調節した。

測定項目は、アマモについて各株の草丈 (Turion length, 砂面から最も長い葉の先端までの長さ) (川端ら, 1993), 株数を14日に一度計測した。アマモの最初の測定を植え付けた2日後の1995年12月5日に行いこの日を実験0日目とした。ひとつの株が分枝して複数になった場合はその中で最大の草丈を測定の対象とした。実験は84日間行い実験終了後アマモを丁寧に掘り出し、地下茎の節数を計測し、底質や根の様子を観察した。循環水中のアンモニア態窒素, 亜硝酸態窒素, 硝酸態

窒素及びリン酸態リンの測定を約14日に一度、各実験区の底砂間隙水中のアンモニア態窒素、リン酸態リンの測定を実験終了後に行った。測定にはHACH社DR/2000を用い、アンモニア態窒素はサルチル酸法、亜硝酸態窒素はジアゾ化法、硝酸態窒素はカドミウム還元法、リン酸態リンはアスコルビン法で測定した。間隙水の採取は水田土壌中の栄養塩濃度の測定に用いられている簡易採取法（鈴木, 1983; 鳥山, 1988）を参考にして多孔質の熱電対用磁性絶縁管（外径3mm, 内径0.8mm×2穴, 長さ100mm, 日陶科学）を各実験区の容器中央部の底砂中にほぼ垂直に深さ10cmまで差し込み医療用のシリンジで吸い上げる方法を用いた。草丈および地下茎の節数の値はそれぞれの区において平均値±標準誤差で示し、有意差の検定はstudentのt-検定法により求めた。

## 結 果

### 草丈の変化

各実験区におけるアマモの草丈の変化を図3に示す。実験開始時における各実験区の草丈の平均値は376-406mmであり有意な差は見られなかった。時間の経過とともにA, B, C区では成長が観察されたのに対して、D区ではほとんど成長がみられなかった。実験終了時の各実験区の草丈（平均値±標準誤差）を比較するとD区（419±86mm）は、A, B, C区（681±126, 785±145, 762±141mm）に比べて成長に有意の差が認められた（ $p < 0.01$ ）。

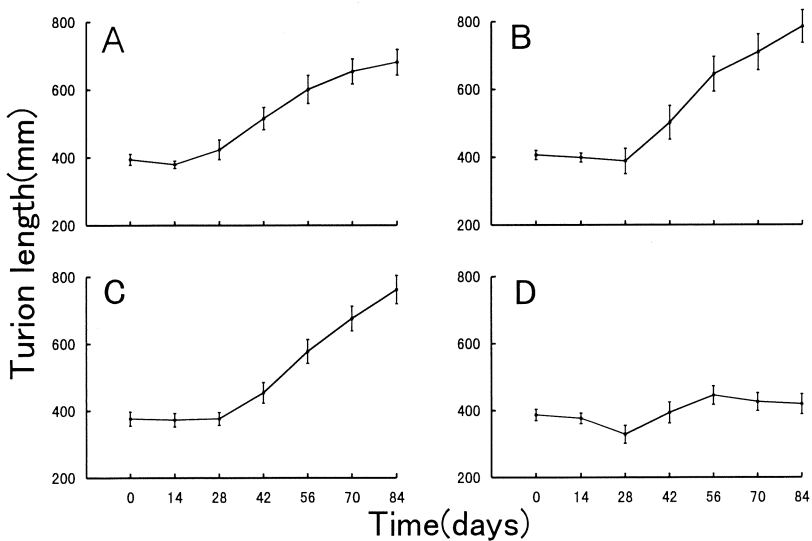


図3 各実験区におけるアマモ草丈 (mm) の変化 (平均値±標準誤差)

### 株の生存率と株数の変化

各実験区の最初に植え付けた株の生存率と株数の変化を図4に示す。実験終了時の生存率はD区で最も悪く4株が枯死した。A, C区で1株, B区で3株が枯死した。実験区ごとの株数は28日目までは各区とも増加したが、その後はD区のみが著しく減少していった。実験終了時ではB区で最も多く34株まで増加した。

### 実験終了時の地下茎の節数

実験終了時までで生存していた株の地下茎の節数（平均値±標準誤差）はA, B, C, D区それぞれ15±1.3, 19±1.5, 16±2.2, 16±1.7と各実験区で大きな差は見られなかった。根の形状については各実験区で長さ、太さなどの形状が著しく異なるようなことは観察されなかった。しかし、掘

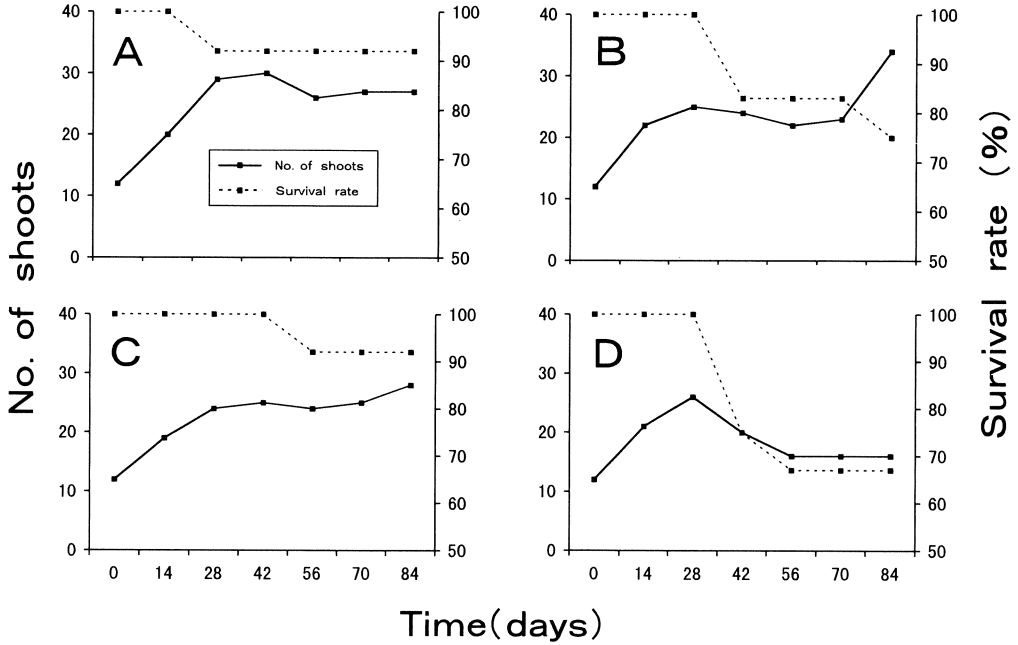


図4 各実験区における株の生存率と株数の変化

り起こした底質の様子は各区とも表面直下は灰黒色をしていたが、B、C区では下層まですべて灰黒色の還元状態になっていて強い硫化水素臭を放っていた。D区では下層は全く実験開始時と変わらない色をしていた。A区はB、C区程ではないが薄い灰黒色となっていた。

循環水中の水質

実験期間中の循環水中の水質を表1に示す。アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素は時間の経過とともに増加したが最高値でも0.19, 0.197, 0.8mg/lであった。リン酸態リンについてはほとんど検出されなかった。

表1 実験期間中の循環水中の水質  
(単位はpH以外はmg/l)

NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	0.06-0.19
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	0.006-0.197
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	0.5-0.8
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	<0.01
pH	8.3-9.1

表2 実験終了後の各実験区の底質間隙水中のアンモニア態窒素、リン酸態リン濃度(mg/l)

Group	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P
A	5.1	0.95
B	50	19
C	74	34
D	1.4	0.02

底質間隙水中のアンモニア態窒素、リン酸態リン濃度

実験終了時における各実験区の底質間隙水中のアンモニア態窒素、リン酸態リン濃度を表2に示す。肥料を添加したB、C区でともに非常に高い値を示したが、肥料を添加しなかったD区は低い値であった。天然砂のA区もB、C区に比べると低い値であった。

考 察

肥料添加によるアマモの成長促進は、Orth (1977) がチェサピーク湾でアマモ場の底質へ施肥



することによりアマモの生育がよくなることや室内実験においてもアマモを植え付ける底質へ肥料添加することにより幼苗の成長が無添加のものより促進されることが報告されている（川崎ほか, 1988; Roberts et al., 1984）。またアラスカの Izembek Lagoon で底質間隙水中の栄養塩濃度の低下がアマモの生育の制限要因となっているという報告（Short, 1983 a）もあり底質の栄養塩濃度はアマモの生育に影響を与えているようである。本実験の結果もこれらの報告を支持するものであった。

川崎ほか（1988）は室内実験において小田和湾の底質に窒素とリンを施肥した結果リンについては生長促進効果が見られなかったが、窒素については効果が見られたことから、底質の窒素の重要性について述べている。Bulthuis and Woelkerling（1981）も、海産顕花植物の一種 *Heterozostera tasmanica* の藻場底質に栄養塩を添加した結果、窒素のみの添加では成長の増大が確認されたが、リンのみの添加では成長は促進されなかったと報告している。アマモにとってリンの要求量は窒素程高くないようだが、肥料無添加のD区における底質間隙水中のリン酸態リン濃度はA, B, C区に比べると低い値であるので有機物が含まれていない市販の砂を用いた場合はある程度の量の添加は必要であると思われる。カリウムは窒素、リンとともに植物にとって非常に重要な元素ではあるが、アマモが生育する海水中には多量に存在するため、アマモの成長を制限するとは考えられない。しかし、今回用いたような化成肥料を使用する場合は過剰吸収が予測されるが、今回の実験からは短期間ということと底質間隙水中のカリウム量の測定は行わなかった為、はっきりした事は分からなかった。

沿岸貧酸素域の底質中の窒素はおもにアンモニウムの形で存在している。特にアマモが生育しているような場所では高濃度のアンモニウムが含まれておりアマモにとって底質は窒素の重要な供給源となっている（飯泉, 1989）。今回実験に用いた肥料の窒素分は尿素が主成分であり、尿素はアンモニアに加水分解される。肥料を添加したB, C区において底質間隙水中に高濃度のアンモニア態窒素が含まれ（表2）、アマモの成長もよかったことから、この肥料から間隙水中に湧出したアンモニウムをアマモは有効に利用していたものと考えられる。またこの肥料中の尿素は水に徐々に溶け、肥料効果がゆっくりと現れてくるイソブチルアルデヒド加工尿素（御子柴, 1989）が主に含まれているので長期にわたり効果が持続する。

Iizumi and Hattori（1982）によればアマモの根からのアンモニウムの取り込み速度は、アンモニア態窒素濃度が $100\mu\text{M}$ （ $\equiv 1.4\text{mg}/\ell$ ）までは濃度に比例して増加するが、 $100\mu\text{M}$ 以上ではわずかに増加するに過ぎないことから底質中に $100\mu\text{M}$ （ $\equiv 1.4\text{mg}/\ell$ ）のアンモニア態窒素が存在すればアマモの取り込み要求には一応充分と推測している。Dennison et al.（1987）も底質間隙水中のアンモニアプールが約 $100\mu\text{M}$ でアマモの成長もしくは窒素の取り込み速度が飽和すると報告している。また川崎ほか（1988）の報告では室内実験で小田和湾のアマモ場の底質に $5000\mu\text{M}$ （ $\equiv 70\text{mg}/\ell$ ）のアンモニア態窒素の添加でアマモの成長がよくなったが、 $50000\mu\text{M}$ （ $\equiv 700\text{mg}/\ell$ ）では抑制されている。これらの事から今回の実験のB, C区に添加した肥料の量は窒素については実験の結果からも適当な量であったと思われるが、長期間育成した場合などの肥料の減耗などを詳しく調べて行く必要がある。

また、植物には窒素、リン、カリウムを含めた生育に必要な多量および微量な16元素の必須性が証明されている（茅野・小畑, 1991）。海水中には淡水と異なりあらゆる元素が存在し、また今回底質に用いた園芸用芝の目砂にも植物活性剤として天然のミネラルが含まれているため、底砂中のその他の必須元素はこれらでまかなえられていたと推測できる。

市販の底砂の選択は、アマモが砂泥地に生息していることから粒度組成の細かいものを選択した。鑑賞魚用や水草用に市販されている砂はその粒度が細かくないことと、より安価ということを考慮して、園芸用に市販されている芝の目砂を利用した。

当初、底砂中に添加した肥料から海水中への栄養塩の湧出が懸念されたが、それほど湧出はなかった。アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素についてはやや高く検出されたが、これは濾過材が新しかったため、実験期間中にうまく機能しなかったためと思われる。しかし海水中に栄養塩を添加した場合、アマモの成長が促進される報告（川崎ほか、1988）や、海水中に栄養塩が多く存在する場合、アマモは海水中の栄養塩を優先的にとりこみ消失しにくい底質中の栄養塩は残しておくという報告（Thursby and Harin, 1982）もあることから、海水中への栄養塩の添加も考慮する必要があるがこれは今後の課題である。

実験終了後の生存した地下茎の節数はすべての実験区において差がみられなかった。月舘・高森（1977）の報告によればアマモは最も古い葉が枯れ、この葉の節が根を出して地下に潜るという成長様式をとり、葉の流失と地下茎の増加節数は対応する。そのため今回の実験ではすべての実験区で生存した株の新葉の形成数には変化がなかったと考えられる。しかし、葉の成長、株の増加、生存率には差がでたので、底質の栄養塩の量は新葉の形成期間には影響しないが、葉の成長、増殖には大きく影響するものと思われる。地下茎や根の状態については各実験区とも特に異なるようなことは観察されなかった。天然のアマモ場では、栄養塩の少ない砂質のアマモは栄養塩の豊富な泥質のアマモに比べて草体は細く短く、根は縮れている（Short, 1983b）。杉山（1992）もケイ砂を用いてアマモを育成した際、天然のアマモ場の砂で育成したものに比べて草体は細く、根は縮れてしまったと報告している。今回の実験では底質中の栄養塩の乏しいD区においてもそのようなことはなかったので地下部の形態の異常は底質の粒度によるものと思われる。泥質のような粒度が細かい底質の方が栄養塩を地下部に蓄えやすいと思われるので、肥料を砂中に添加し、水槽内でアマモの育成を行う際も天然のアマモ場と同様にある程度細かい底質を選択するのが好ましいであろう。

今回は短期間の実験であったが、今後はより適切な底砂、肥料の選択やその施肥量を詳しく検討して、天然の砂泥を用いずに水槽内でのアマモの長期育成を確立することを目指したい。

## 要 約

市販の園芸用砂に化成肥料を添加することによりアマモを育成する実験を行った。

実験は同一水槽内（容量500 l）に4個のプラスチック容器を入れ、それぞれ天然のアマモ場の砂泥（中央粒径値0.50mm）のA区、市販園芸用の砂（中央粒径値0.45mm）に化成肥料（N:P:K=10:10:10）を500g/m<sup>2</sup>添加したB区、1000g/m<sup>2</sup>添加したC区、市販園芸用の砂のみのD区の4つの実験区で行った。それぞれの実験区にアマモを12株ずつ植え、草丈の変化、株の増加を調べた。

草丈は実験開始時、各実験区で平均376-406mmであったものが、終了時（84日後）にはD区では419mmとほとんど成長しなかったのに対して、B、C区では785、762mmと天然砂泥のA区の681mmと同様の成長を示した。株数もD区では16株までしか増加しなかったのに対して、B、C区では34、28株と、A区の27株と同様の増加を示した。

短期間の実験ではあるが、市販の砂に栄養分を添加することにより、天然の砂泥を用いたときと同様にアマモを育成できる可能性が示唆された。

## 謝 辞

本報告をまとめるにあたり、実験に使用した芝の目砂の性状について快く教えてくださった株式会社イムラの石村正行氏に深謝いたします。また実験の機会を与えて頂いた内田 至館長をはじめとする名古屋港水族館飼育展示課職員各位に感謝します。

## 引用文献

Bulthuis, D. A. and Woelkerling, W. J. (1981): Effect of in situ nitrogen and phosphorus

- enrichment sediments on the seagrass *Heterozostera tasmanica* (Martens ex Aschers) den Hartog in Western Port, Victoria, Australia. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 53 : 193-207.
- Dennion, W. C., Aller, R. C., and Alberte, R. S. (1987) : Sediment ammonium availability and eelgrass (*Zostera marina*) growth. Mar. Biol., 94 : 469-477.
- 飯泉 仁 (1989) : 海草類の栄養塩取り込みについて. 月刊海洋, 21 : 317-321.
- Iizumi, H. and Hattori, A. (1982) : Growth and organic production of eelgrass (*Zostera marina* L.) in temperate waters of the Pacific coast of Japan. III. The kinetics of nitrogen uptake. Aquat. Bot., 12 : 245-256.
- 春日井隆 (1996) : 閉鎖循環系水槽におけるアマモの増殖について. 動水誌, 38(1) : 8-14.
- 川端豊善, 茅田弘荘, 乾 政秀, 平山和次 (1993) : 柳井湾における春期から夏期のアマモ *Zostera marina* の生長様式. 日本水産学会誌, 59 : 445-453.
- 川崎保夫, 飯塚貞二, 後藤 弘, 寺脇利伸, 渡辺康憲, 菊地弘太郎 (1988) : アマモ場造成法に関する研究. 電力中央研究所総合報告U14, 231pp.
- 茅野充男, 小畑 仁 (1991) : 元素の生理作用. In 現代植物生理学 5 物質の輸送と貯蔵 : 89-127. 茅野充男編, 朝倉書店, 東京.
- McRoy, C. P., and McMillan, C. (1977) : Production Ecology and Physiology of Seagrasses. In Seagrass Ecosystems, 53-87. McRoy, C. P., and Helfferich, C. (ed.), Mercer Dekker, New York.
- 御子柴穆 (1989) : 緩効性チッソ入り化成肥料. In 肥料便覧 第4版 : 140-152, 伊達 昇編, 農山漁村文化協会, 東京.
- Orth, R. J. (1977) : Effect of nutrient enrichment on growth of eelgrass *Zostera marina* in the Chesapeake Bay, Virginia, U.S.A. Mar. Biol., 44 : 187-194.
- Roberts, M. H., Orth, R. J. and Moore, K. A. (1984) : Growth of *Zostera marina* L. seedling under laboratory conditions of nutrient enrichment. Aquat. Bot. 20 : 321-328.
- Short, F. T. (1983 a) : The response of interstitial ammonium in eelgrass (*Zostera marina* L.) beds to environmental perturbations. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 68 : 195-208.
- Short, F. T. (1983 b) : The seagrass, *Zostera marina* L. : plant morphology and bed structure in relation to sediment ammonium in Izembek Lagoon, Alaska. Aquat. Bot., 16 : 149-161.
- 杉山重実 (1992) : アマモの成長記録. エコロケーション, 13(1) : 5-6.
- 鈴木大助 (1983) : 土壌中の水および空気採取用フィルター管の開発. 日本土壌肥科学雑誌, 54 : 253-254.
- Thursby, G. B. and Harlin, M. H. (1982) : Leaf-Root Interaction in the uptake of Ammonium by *Zostera marina*. Mar. Biol., 72 : 109-112.
- 鳥山和伸 (1988) : 真空採血管を利用した水田土壌窒素の簡易モニター法. 農業および園芸, 63 : 732-736.
- 月館潤一, 高森茂樹 (1977) : アマモの生長様式について. 南西海区水研報, 10 : 123-130.

#### SUMMARY

Eelgrass, *Zostera marina*, was experimentally cultured in aquaria using commercial sand substrates enriched with nutrients.

This experiment was carried out in a tank (500 l) with four plastic containers (group A, group B, group C, and group D) for transplanting eelgrass shoots. Group A was planted in muddy sand collected from a wild *Zostera* growth zone, and group B, group C, and

group D were planted in commercial gardeningsand (crushed granite). 500g/m<sup>2</sup> in group B and 100g/m<sup>2</sup> in group C of slowrelease compound fertilizer (nitrogen:phosphate:potassium=10:10:10) were added to substrates. No fertilizer was added in group D. Twelve eelgrass shoots were planted in each container and changes in turion length and number of shoots were observed.

At the start, the average turion length was 394-406mm in each group. At the end (after 84 days), little growth was observed in group D (419mm), but in group B and group C growth was similar (785, 762mm) to that in group A (681mm). The number of shoots in group D increased to only 16 shoots, but in group B and group C the number increased to 34, and 28 shoots, which was similar to the 27 shoots in group A.

This experiment suggests the possibility of culturing eelgrass in aquaria with nutrient-enriched commercial sand to obtain results similar to using muddy sand from natural *Zostera* growth zones.

### 追 記

添加する肥料を淡水の水草用に市販されている、スティック状の底砂用添加物を用い、今報告と同様の実験を行った。

その結果、この肥料の施肥によるアマモの育成効果は見られなかった。実験終了後の肥料を添加した実験区の底質は腐敗したような状態になっておりアマモの育成には適さない様であった。淡水用の肥料を海水に使用したことの弊害も考えられるが、水草用の肥料は各社から多数市販されているため、今後は色々な肥料もアマモの育成に試してみる必要が課題として残された。

[ 1997年3月18日受付, 1998年9月21日受理 ]

## 飼育下キタオットセイ成獣雄1頭の生殖周期に関わる 血中テストステロン値と体重の変動

香山 薫<sup>1</sup>, 古田 彰<sup>1</sup>, 中島将行<sup>1</sup>

馬場徳寿<sup>2</sup>, 清田雅史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>伊豆三津シーパラダイス

<sup>2</sup>水産庁遠洋水産研究所

Serum Testosterone level and Body Weight Fluctuations Related to the  
Reproductive Cycle in a Captive Adult Male Northern Fur Seal, *Callorhinus ursinus*

Kaoru Kohyama<sup>1</sup>, Akira Furuta<sup>1</sup>, Masayuki Nakajima<sup>1</sup>

Norihisa Baba<sup>2</sup> and Masashi Kiyota<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Izu Mito Sea Paradise, Shizuoka

<sup>2</sup>National Research Institute of Far Seas Fisheries, Shizuoka

伊豆三津シーパラダイスでは水産庁の委託を受け、1978年からキタオットセイ *Callorhinus ursinus* の飼育を行なっている。屋外の自然飼育場を中心に常時30頭前後を飼育しており、これまでも、テレメトリーに関する実験や視覚識別能力に関する実験を行ってきた（加藤ほか、1992；清田ほか、1994）。1992年度からは、新たに雄1頭と雌4頭を飼育舎内で飼育し、繁殖生理に関する研究を実施している。ここでは雄の繁殖生理に関する研究成果を報告する。

キタオットセイの繁殖の特徴として、雄では摂餌を行わない陸上での繁殖期（夏季）と索餌回遊のための海上生活期（秋季～春季）という際立った2つの生活相を持つこと、また雌の場合には、非常に正確な1年周期の生殖サイクルを持ち、その周期が各個体間で良く一致していることが挙げられる（Peterson, 1968）。本研究ではこうしたキタオットセイの繁殖にまつわる事象の中から、1）雄の性周期に伴う血中テストステロン濃度の変動を明らかにすること、2）繁殖期と索餌回遊期という2つの生活相に対応した生理的变化が飼育下の均一な環境のもとでも見られるか確認すること、の2点を目的として実験を行った。

### 材料および方法

実験は伊豆三津シーパラダイスの屋内飼育舎で実施した。実験個体として三陸沖海上で捕獲され、12年間飼育された雄（個体番号3-9、推定年齢14歳）を使用した。また推定年齢5～11歳の成獣雌4個体を同時に舎内で飼育した。

実験場はコンクリート製の飼育舎で、全体の広さは3.9×8.8mであり、ステンレス柵で中が3つに仕切られている（Fig. 1）。1992年5月22日に左端の区画（3.0×2.6m）に雄1頭と雌2頭（個体番号7-2、7-5）を入れ飼育した。この区画には1.5×1.9×1.2mのプールが付属している。残る1個体の雌（P-8）は右端の区画（3.0×2.6m）内で飼育した。飼育舎内は水温の調節は出来ないうが空調設備があり、夏は気温・水温ともに23℃前後、冬は気温13℃、水温17℃程度であった。飼育舎は窓からの採光が有るが、それだけでは不十分なため、自然光に近い照明（トゥルーライト®）を併用した。照明はおおむね午前8時30分に点灯し、午後5時に消灯した。

餌料としては解凍した冷凍サバを切らずに丸のまま使用し、1日2回午前と午後給餌した。動物の食欲の維持と体調の把握のため給餌量には上限を設定し、通常1日1頭当たり雄5～6kg、雌

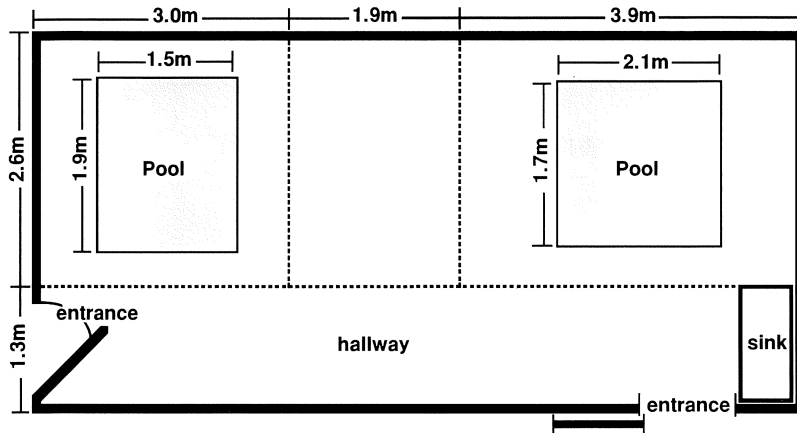


Fig. 1 Captive facility used in this study.

約 3 kg とした。個体別の摂餌量を毎日記録し、体重の減少や食欲の増進が顕著に見られる場合には上限を上げ、食欲不振が続く場合は上限を下げた。

実験期間中は 5 日に 1 回採血して、血清中のテストステロン濃度を測定した。また月に 1 回体重を計測した。体重計測には最小目盛 200g の体重計を使用し、特に保定することなく、誘導によって自ら体重計に載らせて計測した。採血のための雄個体の保定は、雄の体が大きく力が強いいため容易ではなく、いくつかの方法を試みた。最終的に採用した方法は、飼育舎の仕切柵に別の鉄柵を押し付け、その間に動物を入れて保定するというものである。採血は柵の下から後肢を引き出してロープで固定し、後肢指間静脈より行った。

採取した血液はプレインガラス管に入れ 4 ~ 10°C で約 2 時間静置した後血清を遠心分離し (3500rpm, 15分), ポリプロピレン製セラムチューブに入れ -20°C または -80°C で分析時まで凍結保存した。血清テストステロンの分析は民間の臨床検査機関 (エスアールエル) に委託し、ヒト用のアッセイ系を用いて RIA 法で行った。テストステロンの測定下限値は 0.05ng/ml, 測定内誤差は 13.2% (n=5), 測定間誤差は 17.2% (n=5), 11-ケトテストステロン, 5 $\alpha$ -ジヒドロテストステロン, 19-ヒドロキシアンドロステンジオン, メチルテストステロンに対する交叉反応率は各々 16.0%, 3.3%, 2.0%, 1.7% である。

## 結 果

雄の血清中テストステロン濃度と体重・摂餌量の月別変動を Fig. 2 に示した。テストステロンは 9 月から 2 月の間は測定下限値以下であったが、3 月から検出されるようになり、5 ~ 8 月の間はある程度の変動はあるものの 1 ng/ml を越える高い値を示し、6 月 16 日に最高値 (4.26ng/ml) を記録した。

一方体重にも顕著な季節変動が認められた。5 ~ 7 月には体重は高い値を維持し 7 月には 170.2 kg と最高を記録したが、その後急速に減少し、11 ~ 1 月には 124kg 前後の最低水準となった。続く 2 月から 5 月にかけては再び上昇傾向が認められた。体重が増加した時期は、血中テストステロン濃度の上昇時期と一致していた。最大体重と最小体重の比は約 1.4 倍であり、体重が最大となった 7 月は自然界における繁殖盛期に相当する。実験期間中の摂餌量は 4 ~ 6 kg/日であったが、6 ~ 9 月には 5.0kg/日前後でやや低く、12 ~ 4 月には 6.0kg/日とやや増加した。実験開始当初に摂餌量が少ないのは、屋外から舎内への飼育環境の変化に伴う一時的な食欲の低下によるものと思われる。この時期以外の食欲は繁殖期も含めて安定しており、摂餌量の多少の増減は飼育者のコントロール

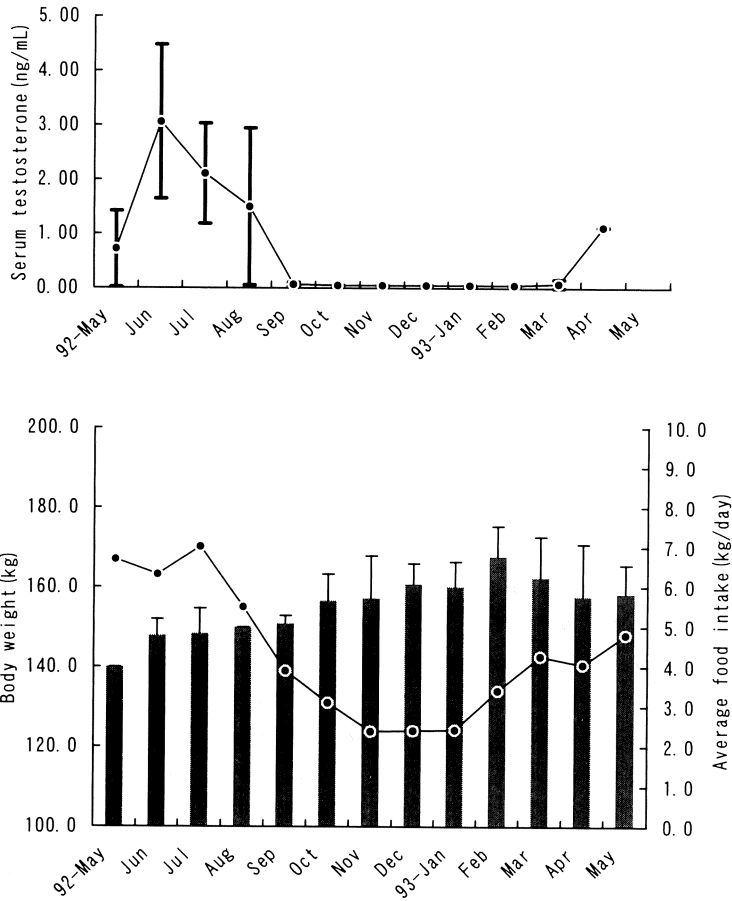


Fig. 2 Seasonal changes in serum testosterone concentrations (upper line) and body weight (lower line) and monthly mean food intake (columns) of a captive adult male northern fur seal. Vertical bars indicate standard deviation.

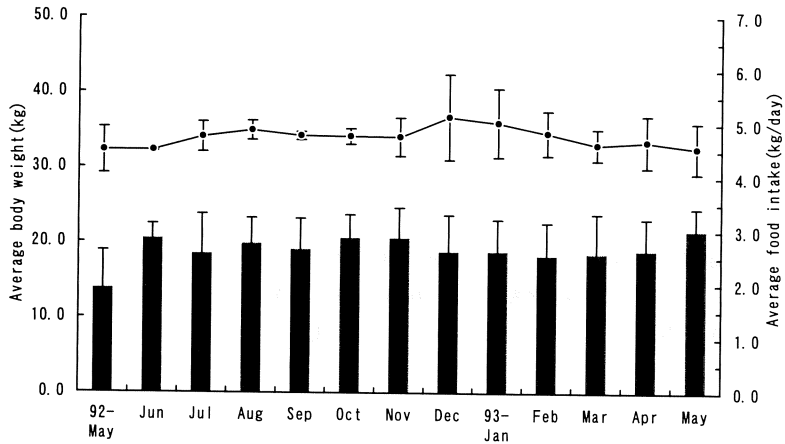


Fig. 3 Seasonal changes in average body weight (lines) and monthly mean food intake (columns) of three captive adult female northern fur seals. Vertical bars indicate standard deviation.

によるものである。この雄の場合、年間を通して絶食することなく、比較的一定した量の摂餌を続けたにもかかわらず、体重は顕著な季節性の変動を示した。

同時に飼育した雌3頭の月平均摂餌量と体重の変動をFig. 3に示した。摂餌量は実験開始当初を除きほぼ一定であった。12～1月に若干の体重増加を示す個体もあったが、雄に比べると体重は安定していた。以上のように、雌の体重には明瞭な変動傾向は認められなかったのに対し、雄では顕著な周期性の体重変動が認められた。

## 考 察

野生のキタオットセイは1年のうち夏～秋の約4ヵ月間だけ繁殖島に上陸して繁殖活動を行う。アラスカの繁殖島におけるキタオットセイの繁殖スケジュールを要約したPeterson (1968)によれば、成獣雄は5月末頃から繁殖島に上陸を開始し、海岸に縄張りを形成する。成獣雌は6月末頃から上陸を始め、7月初旬を中心に出産し、その後数日以内に発情して交尾を行う。成獣雄は8月中頃まで縄張りを維持し、その間は餌を食べることなく繁殖活動を続ける。雌は海での摂餌と陸上での授乳を10月末頃まで繰り返し続け、子育てを行なう。雌雄共に繁殖の時期を過ぎると繁殖島を離れ、翌年の繁殖期まで長距離の回遊を行う (Bigg, 1990)。高緯度に位置する繁殖島の短い夏の間繁殖を完了できるのはこの特徴的な生殖パターンに依るところが大きく、またこの種の大きな特徴の一つである一夫多妻制繁殖システムは、生殖パターンに従って繁殖個体が一時に繁殖島に集まることで、一部の雄による雌の独占が可能となることから成立している。この一夫多妻と関連して、雄の体が雌に比べて大きく、体サイズの性的二型が顕著である (Boness, 1991)。

今回のホルモン分析において、テストステロン濃度が上昇した5～8月は自然界におけるキタオットセイの繁殖期に相当する。つまりキタオットセイの雄個体は、飼育下においても自然界における繁殖期と索餌回遊期に対応して、精巣のホルモン分泌活動が活性化する時期 (3～8月) と休止する時期 (9～2月) を持ち、自然界の繁殖期に対応した精巣活性の季節変動があることが示唆された。同じような精巣活性の季節変動は、飼育下のズキンアザラシ (Noonan et al., 1991) やハイイロアザラシ (Seely and Ronald, 1991) でも報告されており、これら鰭脚類の成獣雄が飼育下においても自然界と同じような性周期を示すことが示唆された。また、体重は繁殖盛期に高く冬季に低い周期性の変動を示し、変動の幅は1.4倍に及んだ。このような体重の変動は、“fatted male phenomenon” と呼ばれる、性周期と関連した二次性徴の一種であると思われる。この現象は、DuMond and Hutchinson (1967) がリスザルについて最初に指摘したものであるが、その後Schusterman and Gentry (1970) がカリフォルニアアシカについても繁殖期と連動した雄の体重増加があることを報告している。伊豆三津シーパラダイスで飼育しているキタオットセイにおいても、成獣雄の体重が季節的に変化することは以前から経験的に知られていたが、本研究によって初めて具体的データを示すことが出来た。自然界ではキタオットセイの成獣雄は、繁殖期の約2ヵ月間陸上で縄張りを保持し、その間絶食を続けるため、体重の大幅な増減は摂餌量の変動によると考えることもできる。しかし本研究では、雄個体は実験期間中1日約5kgのサバを摂餌し続けたにもかかわらず体重が顕著に増減した。飼育下の海産哺乳類の体重-摂餌率関係を求めたPerez et al. (1990) の式によるとアシカ科鰭脚類では、体重170kgの個体は1日15,800kcal、124kgの個体は12,550kcal相当の餌を摂取する。サバのエネルギー含有量が2.6kcal/gであると仮定すると (Perez et al., 1990)、170kgの個体では6.0kg、124kgの個体では4.8kgの餌を1日に消費することになる。Perez et al. (1990) の近似式はアシカ科各種を一括して体重と摂餌量の全体的な傾向を求めたものであり、また必要な摂餌量は温度や活動量によっても変わり得るものだが、本研究における5～6kg/日という給餌量は実験個体の体重をほぼ一定に維持できる量であろうと考えられる。従って本研究におけるキタオットセイ成熟雄の体重変動は栄養条件だけでなく性周期と関連した生理的変



化, 例えば雄性ホルモンの持つ強い蛋白同化作用による骨格筋量の増加などの影響を受けているものと予想される. キタオットセイは発達した一夫多妻制配偶システムを持つため, このような雄の一時的な大型化は繁殖活動を営む上で有利に働くであろう. ただし本研究は屋内飼育舎という特殊な環境で1個体を1シーズン調べただけであり, また活動量など体重の増減に関与する他の要因についてデータを収集しなかった点において今後課題を残している.

## 要 約

キタオットセイの成獣雄1個体を1992年5月から1年間飼育し, 5日毎に血清テストステロン濃度を測定した. また, 毎日の摂餌量を記録し, 月1回体重を計測した. テストステロンは4月から上昇し6月に最も高くなったが, 9月から2月までの間は検出されなかった. テストステロンの上昇期間(5~8月)は自然界におけるキタオットセイの繁殖期と一致していた. 実験期間中の摂餌量は1日当りサバ5~6kgであり比較的安定していたが, 体重は顕著な季節変動を示した. 体重は7月に最高(170kg)に達し, 11~1月には低い水準(124kg)に落ち着いたが, 2月から5月にかけて再び増加傾向を示した. このような体重の季節変動は, "fatted male phenomenon"として知られる生殖周期に関連した現象ではないかと思われる. キタオットセイの成獣雄が飼育下の比較的均一な環境条件下においても精巣活性と体重変動の明瞭な季節性を維持することが示唆された.

## 謝 辞

本研究を行うにあたり, 実験個体の飼育及び採血・体重計測にご協力頂いた伊豆三津シーパラダイスの飼育者各位に深く感謝申し上げます. また, キタオットセイの委託飼育研究の推進に御尽力賜った吉田主基博士にこの場を借りて厚くお礼申し上げます.

## 引用文献

- Bigg, M. A. (1990): Migration of northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) of western North America. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences, No. 1764. : 64.
- Boness, D. J. (1991): Determinants of mating systems in the Otariidae (Pinnipedia). In The Behaviour of Pinnipeds : 1-44, Renouf, D. (ed.), Chapman & Hall, London.
- DuMond, F. V. and T. C. Hutchinson. (1967): Squirrel monkey reproduction: The "fatted" male phenomenon and seasonal spermatogenesis. Science, 158 : 1067-1070.
- 加藤英紀, 清田雅史, 馬場徳寿 (1993): 人工衛星送信機の装着がキタオットセイの行動に与える影響. 日本哺乳類学会1992年度大会講演要旨集 : 63.
- 清田雅史, 馬場徳寿, 平林数行, 古田 彰, 志村 博, 吉川尚基 (1994): キタオットセイの漁具識別能力. 平成5年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 : 218.
- Noonan, L. M., K. Ronald and J. Raeside. (1991): Plasma testosterone concentrations of captive male hooded seals (*Cystophora cristata*). Can. J. Zool., 69 : 2279-2282.
- Perez, M. A., W. B. McAlister and E. E. Mooney. (1990): Estimated feeding relationship for marine mammals based on captive animal data. NOAA Technical Memorandum NMFS F/NWC-184. : 30.
- Peterson, R. S. (1968): Social behavior in pinnipeds with particular reference to the northern fur seal. In The Behavior and Physiology of Pinnipeds : 3-53, Harrison R. J. et al. (eds.), Appleton Century Crofts, New York.
- Schusterman, R. J. and R. L. Gentry. (1970): Development of a fatted male phenomenon in California sea lions. Developmental Psychobiology, 4(4) : 333-338.

Seely, A. J. and K. Ronald. (1991): Testosterone profiles in male grey seals (*Halichoerus grypus*). *Aquatic Mammals*, 17(3): 152-155.

#### SUMMARY

An adult male northern fur seal, *Callorhinus ursinus*, was kept in an indoor facility for one year from May 1992. Serum testosterone level was determined every five days, and daily food intake and body weight were recorded every month during the year. Concentrations of serum testosterone were elevated between April and August and the maximum level was reached in June. Serum testosterone activity could not be identified from September to February. The period of elevated testosterone level coincided with the breeding season in wild fur seal populations. Food intake of the fur seal during this experiment was 5 ~ 6 kg/day of mackerel and was relatively constant. Body weight, however, showed marked seasonal fluctuations. The body weight was highest (170kg) in July and lowest (124kg) in November~January, followed by a gradual increase after February. These seasonal fluctuations in body weight were thought to correspond with the "fatted male phenomenon", seasonal fattening of adult male mammals related to reproductive cycles. These results indicate that an adult male northern fur seal can maintain distinct seasonality in testis activity and body weight fluctuations even under the relatively uniform conditions of captivity.

[ 1997年5月23日受付, 1998年9月24日受理 ]

## 第23回 海獣技術者研究会

- I. 開催日時:平成10年2月4日(水), 5日(木)  
II. 開催場所:伊豆三津シーパラダイス・大仁ホテル  
III. 参加者:51園館90名, 会友1名, 維持会員1名, 事務局1名, 水産庁1名, オブザーバー1施設2名  
IV. 研究発表:18題. 題名, 発表者, 要旨は下掲  
V. 宿題調査報告:鯨類の飼育基準について  
(国営沖縄記念公園水族館, 大洗水族館).  
VI. 懇談事項:  
①次期宿題調査のテーマについて  
「鯨類の飼育基準について」を継続  
②次期開催地  
平成10年度 国営沖縄記念公園水族館  
平成11年度 近畿ブロック  
③その他  
・「重油災害によるイルカの緊急避難について」  
越前松島水族館  
・「鯨類を取り巻く最近の情勢について」  
水産庁資源管理部遠洋課  
VII. 施設見学:伊豆三津シーパラダイス

### 第23回海獣技術者研究会発表演題および要旨

○印は演者

1. シャチにおける尾ビレ腫瘤症の焼烙による治療について:白水 博, ○下市昇一, 東 博文, 寺西敏次, 脊古 景, 築紫健児, 三鬼宗明, 山下真一, 雑賀 毅(太地町立くじらの博物館)

太地町立くじらの博物館で飼育中のシャチ (*Orcinus orca*) (1997年2月10日搬入, 体長455cm, 体重1,700kg, 雌)の尾ビレに1997年4月下旬腫瘤が発生した。腫瘤は、肉芽の増成が著しく、種々の薬物療法では効果がなかったが、焼烙で良好な治療効果が得られた。

腫瘤は、左尾ビレ先端に母指頭大の1個と、右尾ビレ前縁に拳大の2個が発生し、いずれも赤色のブロッコリー状であった。病理組織学的検査では、出血と壊死の強い炎症性肉芽腫と診断された。微生物学的検査では、G群レンサ球菌が分離された。焼烙は、ステンレス製の板状の烙鉄2本(最大長60mm, 幅30mm, 厚さ6mm, 柄の長さ230mm)を用い、プロパンガスバーナーで交互に赤く熱し、腫瘤をメスで少しずつ切除しながら行なった。6月19日, 6月21日, 6月24日の焼烙で腫瘤を全て除去することが出来た。局所の治療以外に、抗生物質等の全身薬物療法もおこなった。一般状態は、呼吸器系線虫症を併

発(5月31日~10月6日虫卵等確認)していた事もあり、食欲低下や体温上昇などが認められた。白血球数・好中球・γグロブリンの増加, 赤血球数・血色素量・ヘマトクリット・総蛋白量の低下も認められた。焼烙後は、新たな肉芽腫の増成はなく、11月下旬に完治した。

焼烙は、止血と病巣部の破壊や消毒に効果があり、組織凝固による痂皮が形成される等、鯨類においても有用な手技だと思われる。

2. 八景島におけるホッキョクグマの回虫の駆除:○徳武浩司, 古田 彰, 大津 大, 中島将行(横浜八景島シーパラダイス)

横浜八景島シーパラダイスで飼育中のホッキョクグマ (*Ursus maritimus*) 雌雄2頭の糞便中に熊回虫 (*Baylisascaris transfuga*) を認め、経口薬による駆除を実施した。駆虫薬はバモ酸ピランテル錠(コンバントリン錠)を用い、体重1kg当たりピランテルとして10mg量を餌の馬肉に入れて与えた。投薬は1993年8月20日から1994年6月23日までの期間は28日~113日間隔で行い、以後は約30日間隔(月1回)として1995年7月21日まで実施した。その間雌では1994年6月25日、雄では9月28日以降は虫体や虫卵が検出されなかったので投薬を一旦中止した。しかし、最後に虫体が確認されてから雌783日目、雄688日目である1996年8月14日の両頭の糞便より虫体が発見されたので駆虫を再開し、現在に至っている。

虫卵検査はおよそ10日毎に、直接塗抹法および簡易浮遊法で行い、虫体は寝室内の糞便より採取した。投薬の効果は1~2日後にあらわれ、3日後には虫体は皆無であった。1回の投薬で排泄された虫体の数は、雌では1~125隻、雄では1~44隻であった。

虫体の体長は、雌50.0mm~297.0mm, 雄41.0mm~180.0mmであった。

再発の理由は、感染力のある虫卵が残存していた可能性が高く、今後虫卵の耐久性と投薬期間、獣舎の消毒法を合わせて検討すれば屋外飼育で困難とされてきたクマ類回虫の完全駆除も屋内飼育下においてはその可能性が示唆された。

3. 三津におけるイルカ類のポックスウイルス感染症例:○香山 薫, 中島将行(伊豆三津シーパラダイス), 橋本 晃(北海道大学獣医学研究科), 岡田幸助(岩手大

## 学農学部)

伊豆三津シーパラダイスでは1989年から1992年にかけて、バンドウイルカ (*Tursiops truncatus*) 4頭及びカマイルカ (*Lagenorhynchus obliquidens*) 4頭の計2種8頭に、口唇部付近の水疱形成を特徴とする疾病が続発した。

発生の状況から伝染性疾患が疑われたので、比較的重症のカマイルカ1個体の患部表皮を用いて病原検索を実施した。検体は採取直後に10%ホルマリンにて固定し、常法により、H&E染色による病理組織学検査と電子顕微鏡検査を行った。病理組織学検査では空胞化した有棘細胞の細胞質内に1~2個の、類円形で好酸性ないし弱好塩基性を示す封入体が認められ、封入体の電子顕微鏡検査ではパラポックスウイルス (*Parapoxvirus*) に特徴的な、類円形で直径が300~400nmの未熟ウイルス粒子が確認された。本疾病は伝染性は強いものの、症状は比較的軽く、致死経過をとったものは8例中、副腎皮質の過形成が認められたカマイルカ1個体(前出重症個体とは別)のみであった。発症は冬の低水温期のみであり、水温との関係があらためて認められた。また伝染は水を介して起こり、用水を消毒する陸上プールの飼育では発症は認められなかった。

#### 4. イワトビペンギンの気温管理による飼育の改善: ○神宮潤一, 菅野大丸, 佐藤由美子 (マリニピア松島水族館)

1989年にチリより野生イワトビペンギン (*Eudyptes chrysocome chrysocome*) 20羽を入手し、屋外飼育を開始した。当初3年間('89-'91)の死亡数は9羽に達したが、'92-'93の2年間は死亡が無く繁殖も順調であった。しかし、'94年に死亡数が4羽と増加、又、'95年にも1羽に疾病が生じ、5羽中3羽は、アスペルギルス症であった。その要因として、換羽期(8月下旬-9月中旬)を含む夏期における例年に無い高気温[平均28.6°C('94), 26.6°C('95), 11:00 a.m.頃測定]の影響が推定されたため、'96年から、この期間、冷房施設(平均気温12°C)に収容する方針に切り換え、それ以後、罹病、死亡個体は無くなった。又、健康個体における換羽前後の血液検査値[測定項目:ヘマトクリット, 白血球(顆粒球数, 百分比), フィブリノーゲン, 血清蛋白]をそれ以前と比較検討したところ、次の項目に変化が認められた。

ヘマトクリット値(M±SD: 50.0±3.8%)は、換羽直前:平均55.4('94)に比し、48.3('96) 52.7('97), 換羽直後:平均41.6('95)に比し、46.4('96) 45.8

('97) フィブリノーゲン値(M±SD: 267±91mg/dl)は、換羽直前:平均383('94)に比し、280('96, '97), 換羽直後:平均380('95)に比し、320('96) 300('97)となった。但し、M±SD(平均±標準偏差)は、換羽期を除く任意の時期における正常個体7羽(N=18)から得た対照値。

#### 5. ペンギンの換羽周期の正常化について: ○木村 禎, 萱島 潤, 藤田美紀 (大阪・海遊館)

海遊館では、1990年よりオウサマペンギン (*Aptenodytes patagonicus*), ジェンツーペンギン (*Pygoscelis papua*), イワトビペンギン (*Eudyptes chrysocome*) の3種を屋内水槽で飼育している。飼育水槽は2箇所あり、展示水槽は陸地面積約23㎡, 予備水槽は陸地面積約7㎡で、年間を通じ水温10°C, 気温3°C, 湿度70~80%に保ち、照明は人工調光で南半球のペンギン生息地の光周期に合わせていた。しかし、飼育開始から4年経過しても、ジェンツーペンギンが正常な換羽をせず、オウサマペンギンは換羽時期が一定せず、年に2回換羽する個体があらわれた。そこで、以前の光周期を変え、周期的な換羽を目指した。一日の明期と暗期の差を明確にし(明期1000ルクス以上, 暗期5ルクス以下), 季節変化をつけるため展示水槽では日長時間に2時間の差を、予備水槽では7時間の差をつけた。気温, 水温には変更を加えなかった。その結果、1995年よりジェンツーペンギンに正常な換羽がみられるようになった。また3種とも換羽時期の同期化が見られるようになり、飼育開始以来換羽しなかったジェンツーペンギン2羽, イワトビペンギン1羽も1996年に初めて換羽した。

#### 6. カリフォルニアアシカの採血と血液検査結果について: ○高津智和, 稲垣芳雄, 漁野真弘 (城崎マリワールド)

城崎マリワールドでは、1983年からカリフォルニアアシカ (*Zalophus californianus*) の飼育を行っている。1990年より健康管理上の指標とするべく、採血, および、血液検査を行ってきたので、その概要を報告する。

対象個体は、雄1頭, 雌3頭の合計4頭で、採血当時2~13歳であった。これらは、外観, および、摂餌, 行動の点で異常がなく健康と思われた。飼育環境はプールを備えた屋外アシカ舎における群飼育で、気温は-2~34°C, 水温は8~29°Cであった。採血時には、金属製の檻に動物を収容し、機械的に保定した。その後、20Gの注射針と10ml注射筒を使用し、肛門の横から頭側へ、または、臀部の脊椎横から腹側へ注射針を刺入し、後殿静脈

より採血を行った。採取した血液の検査は民間の検査センターに依頼した。検査項目は、血液学的検査、および、生化学的検査を合わせて49項目とした。この検査結果より、検査項目ごとの最大値、最小値、平均、標準偏差を求めた。

検査値の集計結果を小倉ら（京急油壺マリンパーク水族館年報第14号、1987年）の報告と比較すると、その報告ではALP, GOT, GPTの平均がそれぞれ13.56 IU/L, 21.95 IU/L, 33.54 IU/Lであったのに対し、当館の結果では215.3 IU/L, 41.3 IU/L, 51.6 IU/Lと、高値となった。また、総ビリルビンの平均では、1.8mg/dlに対し0.35mg/dlと、低値となった。

7. ジュゴンの尿中プロゲステロンの周年変化について：○若井嘉人，長谷川一宏，阪本信二，浅野四郎（鳥羽水族館），渡辺 元，田谷一善（東京農工大学農学部）

鳥羽水族館において飼育中のメスのジュゴン *Dugong dugon* の排卵周期の解明を目的として、尿中プロゲステロンを1年間に渡り継続的に測定した。対象個体は、1986年10月、フィリピン・パラワン島海域で捕獲され、1987年4月から鳥羽水族館において飼育されているメスのジュゴン（推定11歳，BW345kg，BL247cm）で、1996年4月から翌年の4月までの1年間、ほぼ週2回の割合で継続して採尿を行った。

方法としては、水深約1.5mのホールディングプールにジュゴンを収容し、人がその体を水面で仰向けに抱え、個体が自発的に尿を排泄するまで待った。排泄した尿は、小容器を用いて採取した。また、尿中のプロゲステロンの測定については、RIA法を用いて行った。

この結果、尿中プロゲステロンの値は、1年を通じて周期的に増減し、そのピーク値は、0.73-1.68ng/mgCr（平均1.16ng/mgCr）、基底値は、0.01-0.07ng/mgCr（平均0.04ng/mgCr）であった。また、ピークの間隔を1つの周期とした場合、その間隔は、平均53日（42-70日）となった。このことからジュゴンは、1年を通じて50日前後の周期で排卵を行うものと思われた。

8. オキゴンドウの新生児奪取行動について：○萩原宗一，浅川 弘，田村直人（下田海中水族館）

1976年1月から1997年8月までに、下田海中水族館の入江を利用した自然プールでバンドウイルカ (*Tursiops truncatus*) 10頭の母親より28例の繁殖を観察した。この内、雌のオキゴンドウ (*Pseudorca crassidens*) がバンドウイルカの新生児を奪い、保育行動を行い、母親が通常の保育を行えなかった例を3回

観察した。オキゴンドウ、愛称「ジャンボ」は1970年12月15日に推定年齢4歳（搬入時の体長325cmより）で搬入。力関係は通常、最上位に位置している。出産経験はないが、保母行動をよく観察している。各母親の出産時の年齢/出産日は母親A：7.5歳（歯の年齢査定より）/1986年7月21日（子発見日）、母親B：7歳11ヵ月（繁殖個体）/1991年10月21日、母親C：6歳2ヵ月（繁殖個体）/1997年8月28日、3頭共初産である。3例共出産後、母親も子に付き添ったが、ジャンボが子の誘導、授乳行動を行い、子はジャンボに付いて泳ぐ事が多かった。ジャンボの伴泳中に3頭の母親共泌乳を観察した。母親の授乳が観察できたのは、Bの出産後3日目のみであった。

子の生存日数/死亡時体長（cm）/死亡時体重（kg）はA子：2/119.5/17.2，B子：3/122.2/17.5，C子：6/120.0/20.0であった。

母親が初産、若齢個体の場合、他種でも力の強い雌が新生児を奪う事例があるということも留意し、今後はイルカ出産時の管理、対応をしたい。

9. セイウチの嘔吐に対する飽食給餌の効果について：村上勝志，榊原圭志，○山内和加子（南知多ビーチランド）

1992年10月8日に当歳で南知多ビーチランドに入館したセイウチ (*Odobenus rosmarus divergens*) 2頭（雄1頭，雌1頭）のうち雄の個体（搬入時体重89.5kg，体長不明）に1996年9月15日より嘔吐行動が観察された。雄個体の嘔吐行動の出現時から現在までの飼育経過及び嘔吐抑制のため実施した飽食給餌（個体が摂餌拒否するまで与え続ける）の効果について報告する。セイウチは入館してから1997年3月18日まで水深1m，水量12tのプールを有する奥行5.8m，幅4.8m，高さ2.1mの屋内施設で飼育され、同年3月19日より、水深2m，水量120tのプールを有する奥行10m，幅15m，高さ5.5mの新施設に移動した。両施設の水温，気温は共に20℃である。嘔吐行動の発現に伴って、1996年9月17日に360kgあった体重が1996年12月31日には250kgまで減少した。嘔吐を抑制する為、園内散歩，同居個体との隔離，餌料の変更など試みたが、いずれも効果が見られなかった。1997年1月1日より飽食給餌を開始した結果、嘔吐行動の軽減が見られた。その後も飽食給餌を継続することにより、1997年9月中旬には嘔吐はごく稀になり、1997年11月18日には体重は450kgまで増加した。同時に、嘔吐行動発現時より興味を示さなくなっていた同居個体やオモチャなどに興味を示すようになり、行動が活発化した。

10. カマイルカの採血時における受診動作訓練の効用と血清 cortisol 濃度の変化：○袖山修史，高山紀代，浅木裕志（大阪・海遊館）

海遊館では、カマイルカ (*Lagenorhynchus obliquidens*) 9頭（雄4頭，雌5頭，全長1.79～2.20m，体重78～114kg）を飼育している。イルカの採血は保定により行っていたが，より効率的な方法として受診動作訓練を実施した。

展示水槽（水量1128トン，水深8.9m，設定水温20～23℃，気温9.0～28.0℃，湿度60～90%）でのイルカの保定は，展示水槽につながった水深1.44mのホールディングプールに誘導して行っていた。この方法は，多くの係員と時間を必要とした。そこで，受診動作訓練により，自発的に尾鰭を係員方向に向け，水面上で維持し採血できるようにした。その結果，作業に要する係員は7名から2名へ，時間は20分から3分へと効率を上げることができた。

また，受診動作訓練の完成した6頭の血清 cortisol 濃度の標準偏差は，訓練によって採血した方が，同時期に実施した保定による採血に比べ低い値を示した。

11. 鴨川シーワールドにおけるセイウチの繁殖について：鳥羽山照夫，荒井一利，○金野征記，関 晃（鴨川シーワールド）

鴨川シーワールドでは，1994年6月6日にセイウチ (*Odobenus rosmarus divergens*) の出産があり，荒井ら (1994) により報告した。1997年5月27日にセイウチの第二子のお産が認められ，さらに第一子が出生後3年6ヵ月経過したので，ここではセイウチの繁殖について報告する。父獣と母獣は共に1983年に当歳で搬入され，同一施設で飼育されていた個体で，2例の出産間隔は1,086日（約3年）であった。初めての交尾確認後，第一子を妊娠したことより，性成熟年齢は，雌雄共に10歳と考えられ，妊娠期間は442日と440日であった。いずれの出産時も，母獣は他個体の接近を嫌う行動を示したため，保育初期は，母子を隔離飼育し，約1ヵ月齢にて同居飼育とした。いずれの子獣も，性別は雄で，出生時の体長は，105cmと100cm，2週間経過後の測定による体重は67kgと76kg，5週間経過後には，体長130cmと131cm，体重88kgと92kgであり，1997年11月29日現在，第一子（42ヵ月齢）は体長210cm，体重393kg，第二子（6ヵ月齢）は体長150cm，体重150kgに成長している。それぞれ133日齢と177日齢に初摂餌を確認し，第一子の哺乳行動は，22ヵ月齢まで確認された。

12. カリフォルニアアシカの飼育と繁殖：○水上恭男，樽川 修，伴野修一，小林正典（千葉市動物公園）

千葉市動物公園では1985年4月に開園し，その後，1988年4月二次開園した区域内に水中の生活を展示するため水系ゾーンを設け，ペンギン4種12点，カリフォルニアアシカ (*Zalophus californianus*) オス1頭，メス3頭を展示した。カリフォルニアアシカの飼育と繁殖について報告する。

淡水による飼育で，外気温は32～-2℃，水温は28～6℃の範囲である。プールは面積150㎡，水深2m，水量300㎡で，強制砂濾過方式である。開設当初は砂濾過と塩素で水質の保持は可能だと考えていたが，水質の悪化が進み，展示にも支障をきたした。そのため，1996年には既設装置を改修し，強制濾過回数を増加し，オゾン浄化装置を付加することにより，透明度を確保した。餌は解凍した冷凍魚で，アジとサバを2：3の割合で1日1頭当たり5～18kgを与えている。1997年までにオス1頭，メス3頭からオス5頭，メス6頭が繁殖し，うち8頭が自然，1頭が人工哺育で無事生育した。新生子の体重は0～1日令での測定で，6.1～9.5kgであった。繁殖した個体は240日令以降に隔離し，コイなどを摂餌させた後，解凍した冷凍魚を餌付けしている。繁殖した個体は新しい系統であるため，他園の血統の改善用に搬出されている。

13. カリフォルニアアシカ人工哺育時の魚肉添加効果について：○赤木陽子，中井 武，磯貝高弘（京急油壺マリンパーク）

油壺マリンパークでは，1982年よりカリフォルニアアシカ (*Zalophus californianus*) の繁殖に成功。現在では雌2頭（A，B）が毎年分娩を重ねている。A母獣の第1～7仔は，体重の推移に成長の遅れが見られ，母乳の泌乳量不足が暗示されたため，第8～11仔については半人工哺育（母乳と人工哺乳を併用）を試みた。しかし順調な体重増加がなかったため，第12仔（1994年に出生）以降からは完全人工哺育（母獣と分離）を行った。人工哺育個体は雄3頭（a，b，c）雌1頭（d）で，母獣との分離は出生時の体重に対し1.0～1.5kg以上の減少を目安として4～10日令時に行った。人工哺乳内容は犬用粉ミルク（ペット・アグ社：エスピーラックパウダー）を使用，総哺乳量を平均15.0%/BW（粉ミルク量3～4.0%/BW，ミルク濃度25.0%/GT）とし，これにb個体には40日令時より魚肉（サバ，平均4.0%/BW）を，c個体には45日令時より魚肉（サンマ，平均3.0%/BW）を添加した。その結果，魚肉添加無しのa，d個体とb，

c個体の平均値による成長曲線を比較すると、増加体重量(20~80日令)がa, d個体は平均143g/dayに対し、b, c個体は平均193g/dayとなり、60日令時で最大3.4kgの体重差を生じた。これと比較し、自然育成個体の乳幼獣(B母獣から出生)4個体の値は平均150g/dayであった。

魚肉添加例の増加体重量は、自然育成個体を約43g/day上回り、人工哺育開始前の体重減少を取り戻すばかりでなく、自然育成個体の成長に近付ける上で有効であったことが推察された。

#### 14. バイカルアザラシの飼育下出産例：○富山昌弘、長塚信幸、松戸利久、嶋津有佳子(サンシャイン国際水族館)

サンシャイン国際水族館に於いて1982年6月より飼育していたバイカルアザラシ(*Phoca sibirica*)が、1997年1月に飼育下で初めての出産を確認した。本出産は正常出産ではなく仔は既に死亡していたが、それまでの経緯を報告する。

飼育施設は総面積14.6㎡、総水量約10㎡の屋内施設である。搬入当初は親獣を含めた4頭(雌雄各2頭、搬入時の年齢はいずれも当歳と推定)を飼育していたが、1994年5月に雄が1頭死亡した後は、3頭での同居飼育を続けてきた。発情行動は1987年から見られはじめ、1989年には初めての交尾が確認された。しかし、この年には受胎はせず、それ以後交尾行動も観察されなかった。1996年1月12日より再び発情行動が盛んとなり、同年1月27日と2月3日に交尾が確認された。11月と12月に2度の血中プロゲステロン濃度の測定を行ない、妊娠はほぼ間違いないものと思われた。1997年1月3日の朝、陸場に新生仔を発見。新生仔は全身を胎膜に包まれた状態で既に死亡していた。文献によると野生個体の妊娠期間は11ヶ月、新生仔の体長は53~70cm、体重は1.5~4.8kgとされており、本例の妊娠期間も最後の交尾から計算すると334日、新生仔の体長は61.6cm、体重は3.41kgとその報告例の範囲内であった。尚、性別は雄であった。

#### 15. 保護されたアザラシ類の人工哺育について：○金谷晃宏、(釧路市動物園)

釧路市動物園では、1975年の開園から1997年までの間にゴマファアザラシ(*Phoca largha*)45頭、ゼニガタアザラシ(*Phoca vitulina stejnegeri*)11頭、ワモンアザラシ(*Phoca hispida*)28頭、クラカケアザラシ(*Phoca fasciata*)23頭、計107頭のアザラシ類を保護した。保護時の状態は、ワモンアザラシは外傷などあま

りなく比較的によい例が多く、他3種は外傷があったり、痩せ過ぎによる体力低下など、かなり衰弱している例が多かった。保護個体の86%(92頭)は生後間もない幼獣だったため、人工哺育を行った。人工哺育は4種に対してほぼ同一の方法で行ない、海棲動物用ミルク(雪印)⇒ホッケの魚粥⇒ホッケの切り身または丸ごとのさし餌を自力採食に至るまで続けた。ミルクは2人がベアとなりチューブを使って与え、2~3日を目安として消化状態を確認し、魚粥に切り替えた。魚粥も同様の方法で与え、2~3日を目安として消化状態を確認し、切り身または丸ごとのさし餌に切り替えた。哺育期間は平均3週間で、この間の平均生存率は、ゴマファアザラシ39.5%、ゼニガタアザラシ44.4%、ワモンアザラシ69.2%、クラカケアザラシ21.1%と、種によって異なった。

#### 16. ゴマファアザラシの給餌量と体重変動の関係について：○立川利幸、田中広樹、浅木裕志(大阪・海遊館)

海遊館では1990年6月からゴマファアザラシ(*Phoca largha*)を飼育している。飼育施設は屋内(水量812.7トン、水深7.7m)で、室温は外気温と同じで季節変化があり、年間の最高気温が35.0℃、最低気温が0.5℃である。水温は一年中18℃に保っている。当初は、各個体の給餌量は体重の増減、体形、食欲の変化をもとに、2.0kgから7.0kgの間で変更してきた。しかし、この方法では体重が夏に増加するなど不規則に変動し、毎年不安定であった。そこで1993年夏からゴマファアザラシ8頭(♂3, ♀5)を用い、給餌量を一定にし、その後の体重および換毛時期がどのように変化するかを調べた。開始時の各個体の年齢は3才から14才で、体重は76kgから115kgであった。給餌量は開始時点での給餌量であった3.5kgと4.0kgをそのまま規定量とした。

その結果、1994年以降は全個体とも夏に減少し、冬に増加するという体重変動になり、1996年まで毎年同様の変動となった。また換毛の時期は10月から翌年5月までとばらつきがみられていたが、3月と4月に集中しておこっている。

給餌量を一定にすることで動物が体重および換毛周期の安定したリズムを回復した。給餌量も、動物の体調を大きく左右する要因の一つと考えられた。

#### 17. イルカの記憶検証の試み：鳥羽山照夫、○井上 聡(鴨川シーワールド)

イルカの調教は合図と動作を条件反射を利用して記憶させ、個体によっては数十種目の動作を習得する。この習得した種目を時間的未実施期間の経過後再開するにあ

たつては、イルカの記憶の持続期間について知っておくことが再開するのに役立つものと考ええる。本実験ではバンドウイルカ (*Tursiops truncatus*) 2 個体 (No. 1 : 雌. 1971年11月17日搬入. BL294.0cm BW272.0kg 推定年齢30歳, No.2 : 雌. 1989年11月21日搬入. BL278.0cm BW277.0kg. 推定年齢13歳) を使用して、記憶の時系列的变化を検証した。実施種目は、No. 1 個体はスピンジャンプ種目 (未実施期間56日). 遠隔鳴き種目 (未実施期間12年5ヶ月). フラフープ種目 (未実施期間54日) の3種目, No. 2 個体はランディング種目 (未実施期間2年1ヶ月) の1種目であった。

その結果、No. 1 個体の遠隔鳴き種目以外は1~2回の合図により完全な動作を行い、2年間は記憶が持続されていることが認められたが遠隔鳴き種目については、ターゲットへの遊泳移動は行ったものの、鳴きについては未実行であった。

ただし、今回の試み以前に12年間未実施であった輪くぐり種目を試みた結果では、1回の合図で完全な動作を実施した例もあるので、バンドウイルカの記憶持続期間は少なくとも10年以上はあるものと考えられた。

#### 18. 琉球列島の鯨類沿岸調査記録：○東 直人, 内田 詮三, 平子 健 (国営沖縄記念公園水族館)

国営沖縄記念公園水族館では1975年より、琉球列島

(南西諸島)における鯨類の迷入、座礁、死体漂着、死体海上拾得、混獲等の調査を実施してきた。漁業として操業されている石弓式鮎漁、追い込み漁による通常種の捕獲を除き、上記状況での鯨類出現記録を報告する。期間は1975年-1997年、調査対象海域は24°-31°Nと123°-131°30'Eの線内に囲われた海域である。

日動水協海獣研究会では宿題調査として、海産哺乳類の迷入、座礁、混獲について1970年-1989年の期間に全国会員園館の取り扱った事例をまとめている (担当日和山遊園, 1991年)。この調査結果より、当水族館分を除いた分、即ち31°N以北の発生例と比較した結果を報告する。混獲を除いた結果を科別に種数、発生例数、例数%を全国例/琉球例の形で示すと次の通り。

総数 7科28種228例/4科15種86例, セミクジラ科 1種 1例0.4%/1-1-1.2, ナガスクジラ科1-5-2.2/0-0-0, コクジラ科1-1-0.4%/0-0-0, マッコウクジラ科3-14-6.1/3-27-31.4, アカボウクジラ科6-34-14.9/3-10-11.6, マイルカ科13-88-38.6/8-36-41.9, ネズミイルカ科3-85-37.3/0-0-0.

琉球列島では全国例に比しマッコウクジラ科の例数が非常に多く、反面北方系のネズミイルカ科は分布していないので発生無しという鯨類相の特徴を反映した結果となっている。



---

### 編集後記

新しく編集の仕事に加わりました勝俣です。よろしくお願いします。

国営沖縄記念公園水族館の内田詮三館長が月刊海洋1998年9月号に鯨類の研究に関して「持ち腐れからの脱却」という内容の文を書いていらっしゃいます。曰く、動物園や水族館は宝の山である。飼育人は生きた動物からしか得られない様々な貴重なデータ、綿密な飼育日誌が日々集積された膨大な資料の中で仕事をしている。それらの中に埋もれてはいけない…。

さらに、日本の休日は益々多くなっており、飼育人としてそんなに休んでいて動物飼育ができるんですかねと警鐘を鳴らす。1年の100日以上が休日であるから休日に3時間ずつ勉強すれば年間300時間もの勉強ができる。しかるに休日の「お勉強を…」と続く。

身につまされるお話です。

(勝俣)

---

### 動物園水族館雑誌編集委員会

編集顧問：山本脩太郎（東京大学名誉教授）	正田陽一（東京大学名誉教授）
竹内啓（東京大学名誉教授）	久田迪夫（財団法人動物園協会監事）
編集長：池田隆政（池田動物園）	
編集委員：原幸治（東京都葛西臨海水族園）	樺澤洋（京急油壺マリンパーク）
勝俣悦子（鴨川シーワールド）	村田浩一（神戸市立王子動物園）
成島悦雄（東京都恩賜上野動物園）	西源二郎（東海大学海洋科学博物館）

(ABC順)

動物園水族館雑誌 第40巻2号 1999年3月

©禁無断転載

Journal of Japanese Association of Zoological Gardens and Aquariums

Vol.40 No.2 March 1999

1999年3月25日 印刷	発行所 社団法人 日本動物園水族館協会
1999年3月31日 発行	〒110-8567 東京都台東区台東4-23-10ヴェラハイツ御徒町402
編集発行人 池田隆政	Tel 03-3837-0211 Fax 03-3837-1231
	印刷所 小竹印刷株式会社

鳥 獣 貿 易 商

## 株式会社 有竹鳥獣店

〒103-0023 東京都中央区日本橋本町4-3-4 (ホワイトボックスビル 4F)

電話 03-3270-1686 (代)

FAX 03-3241-1613

## 京浜鳥獣貿易株式会社

〒231-0025 横浜市中区松影町1-3-7 リバーフィールドビル

TEL 045-662-1600 (代)

FAX 045-662-2774

## 川原鳥獣貿易株式会社

本 社 東京都港区三田4丁目1番37号 〒108-0073

電話 03-3455-0511 (代)

FAX 03-3455-5987

鳥 獣 貿 易 商

## 有限会社 吉川商会

本 社 〒650-0004 神戸市中央区中山手通3丁目11番4号

電話 078-221-8195・1517

飼 育 場 〒675-1343 兵庫県小野市来住町1513番地

草食動物・水禽類・ウサギ・モルモット・イヌ・サル・ツル・キジには

## 船橋農場製固型飼料を！

〒273-0046 千葉県船橋市上山町2-465

T E L 0474-38-4161

F A X 0474-30-2885

各地公私立水族館御用達

## 株式会社 東京水族館

営 業 種 目 熱帯魚, 海水魚, 爬虫類, 両棲類, ペット小動物, 水草, 飼育器具, その他

本 社 卸 営 業 部 〒114-0014 東京都北区田端5丁目1番12号

電 話 03-3822-3711 (代)

夢あふれる水の世界をお届けします。

**アクリライト**® 水槽パネル  
各種アクリル箱水槽、円形水槽、  
異形水槽、設計・製作・施工一式



株式会社

菱

晃

GROUP

アクリテック事業部：〒104-0042 東京都中央区入船1-3-9(長崎ビル)  
TEL.03(3552)2121/FAX.03(3552)2124

生きるモノすべての感性を大切にしたい。

自然との共存。

▶水族館・動物園等の企画/デザイン/設計/施工/管理

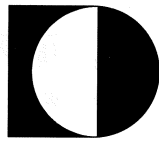


INTERIOR EXTERIOR DESIGN EQUIPMENT  
**ONY KOBO CO.,LTD.**

株式会社 鬼工房

東京本社 東京都千代田区神田神保町2-7-3 神保町TSビル  
〒101-0051 TEL.(03)3221-1102代 FAX.(03)3221-1185  
大阪事務所 大阪市中央区高津1-9-10-1003  
〒542-0072 TEL.(06)763-7222 FAX.(06)763-7221

21世紀へ  
人の集う  
未来づくり



株式会社 **環境設計事務所**

水族館・マリランド施設、教育研究施設、動植物園施設  
公園施設、その他調査、企画、設計並びに監理

〒160-0004 東京都新宿区四谷1-18 オオノヤビル5・6F  
TEL 03 (3355) 0 1 8 8 (代表)  
FAX 03 (3355) 0 1 0 4

草食獣用・フラミンゴ用・水鳥用・モンキー用・クマ用・動物用ソーセージほか

**ノーサンの ZCO FOOD シリーズ**



**日本農産工業株式会社**

ライフテック部

〒220-8146 横浜市西区みなとみらい2-2-1  
ランドマークタワー46F  
TEL 045-224-3713 ダイヤルイン

「生命」からの発想。

**NOMURA**

全体構想から企画・デザイン・制作施工まで。  
ノムラは、人と生物にやさしい「生きた環境、  
づくりを、トータルにすすめています。

株式会社 **乃村工藝社**

・動物園・水族館・植物園などにおける調査・企画・  
設計・デザイン・プロデュース・演出・制作施工

本社：東京都港区芝浦4-6-4 〒108-0023 電話03-3455-1171(代)  
事業所／大阪・札幌・仙台・名古屋・神戸・  
岡山・広島・北九州・福岡・シンガポール・香港

空調調和／給排水衛生／水族館の設計施工

さわやかな世界をつくる

**◆新菱冷熱工業株式会社**

本社 〒160-8510 東京都新宿区四谷2-4 ☎(03)3357-2151(大代)

各種樹脂製配管材料の製造、供給

水族館のLIFE SUPPORT SYSTEMを支える

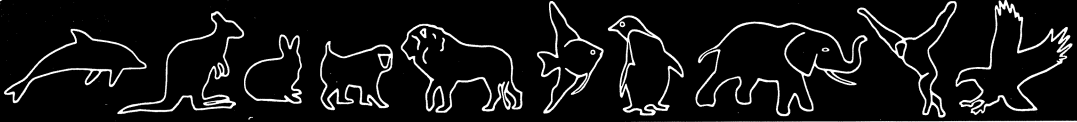
# アサヒAVJULB®及び配管材料

プラスチックバルブ、世界のトップメーカー

## 旭有機材工業株式会社

本社・工場：宮崎県延岡市中の瀬町2丁目5955  
TEL (0982) 35-0889 FAX (0982) 21-8606 (水族館担当)

東京支社：TEL (03) 3254-7221 FAX (03) 3254-3473  
名古屋支社：TEL (052) 931-0279 FAX (052) 931-0574  
大阪支社：TEL (06) 399-2240 FAX (06) 399-2230  
福岡支社：TEL (092) 413-8700 FAX (092) 413-8722

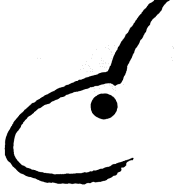


サンキコンサルタンツは動物園・水族館の企画・計画・設計をはじめとして、都市計画、景観計画、上下水道・道路・河川・橋梁、公園緑地、観光リゾート計画、環境アセスメントなどの企画・調査・設計を提案する建設技術の総合コンサルタントです。

## サンキ コンサルタンツ株式会社

本社 〒171-0051 東京都豊島区長崎5-1-34  
TEL.03-5966-7211 FAX.03-5966-7255  
営業所 横浜・名古屋・大阪・千葉・埼玉・長野

地球は楽園



## 動物園の企画，設計

建設コンサルタント・一級建築士事務所

### 株式会社 都市計画研究所

(東京本社) 〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町2-13-5 美濃友ビル  
TEL 03 (3669) 8 9 0 1 FAX 03 (3669) 8 9 2 5

QPlantalk INC.



(自然が語りかけてきます。)

私たちは自然環境の造形を通じて  
より深く自然の営みを  
識ることに喜びを感じています。

自然環境ディスプレイ・設計・施工  
株式会社 プラントーク

〒170-0013 東京都豊島区東池袋4-25-12 池袋今泉ビル8F  
TEL 03-3980-8701(代表) FAX 03-3980-8703

## 動・植物園の企画・設計は実績のPRECへ

- 天王寺動物園爬虫類館 “アイファー” ・カバ舎 ■ 多摩動物公園アジア園 ■ 富山市ファミリーパーク “バードハウス”
- 都築自然公園 (仮称) 内 新動物園 “ズーラシア” (建設中) ■ 上野動物園ピバリウム構想 ほが。



### 株式会社 プレック研究所

本社/〒151-0062 東京都渋谷区元代々木町30-13 日交元代々木ビル  
TEL 03(5453)8411(大代表)  
東北・横浜・中部・大阪・九州

動物輸送は阪急へ

パンダ・コアラを始め各種動物輸送の実績を持つ阪急へ  
航空便による輸出入及び国内輸送をご用命下さい。



## 阪急交通社

東京都中央区日本橋本町3-6-2  
電話：03-5695-0360  
成田空港 電話：0476-32-8351  
大阪 電話：06-241-1231  
名古屋 電話：0568-28-6496  
羽田空港、京都、神戸、福岡



# 株式会社 荏原製作所

環境事業本部 〒108-8480 東京都港区港南 1-6-27  
TEL 03-5461-6111 FAX 03-5461-5000



# 株式会社 大建設計

- 建築設計・監理
- 都市・地域計画
- 調査・コンサルタント
- 海外建築設計・監理

本 社 東京都品川区東五反田5丁目10番8号 〒141-0022  
大建設計東京ビル 03-5424-8600 (代表)  
事 務 所 東京・大阪・名古屋・福岡・北九州・札幌  
京都・広島・長野・仙台・横浜・埼玉

*worldwide zoo animal distributors*



# 南北貿易

〒650-0037 神戸市中央区明石町18-1 泰和ビル605  
phone 078-322-0660 fax 078-322-0662  
〒143-0021 東京都大田区北馬込2-13-8 サンパーク北馬込402  
phone 03-3773-6043 fax 03-3772-1964

# 自然と人の空間づくり

博物館、科学館、動・植物園、水族館、  
エコミュージアム、環境教育・自然保護  
センターなど

——調査・企画・デザイン・設計・製作・施工・  
監理・運営およびコンサルティング・プロデュース

# 株式会社 丹青社

本 社 〒110-8549 東京都台東区上野5-2-2  
TEL 03-3836-7221(代表) / FAX 03-3836-1380(代表)  
札幌・仙台・新潟・名古屋・大阪・鳥取・福岡・北九州  
URL <http://www.tanseisha.co.jp/>

# 動物にやさしい環境づくり

豊富な経験と実績 ステンレス檻・建具他金属工事の設計・施工



# 株式会社 大同サービスセンター

(大同特殊鋼グループ)

〒457-0811 名古屋市南区大同町4丁目7番地 TEL(052)611-8883 FAX(052)611-8805



# 伊豆中央水産株式会社

IZU CHUO AQUA TRADING CO., LTD.

本 社 / 〒410-2211 静岡県田方郡伊豆長岡町長岡240-1 TEL 0559-47-0012  
観賞魚類・サンゴ類輸入・海獣類・各種餌料卸売・黒潮海水・活魚陸上/海上輸送  
大水槽潜水清掃・アクリル・FRP製品受注製作・レイシー製品等機器・人工海水卸売  
FAX 0559-47-0400

東京営業所: TEL 03-5696-1699 沖縄営業所: TEL 09808-3-2304

# 動物舎づくりの総合メーカー

建家・金網・扉・フェンス——ステンレス・鉄骨仕様

ステンレス酸化着色  
“Super Black”  
による抜群な耐久性  
(着色はクリナップ仕様)

## テクノ 建材工業株式会社

TEL.(03)3810-6211(代)  
FAX.(03)3810-6213

### 営業種目

- 海水魚、その他水性生物、輸入卸、販売
- アクリル水槽設計、濾過システム設計、  
製造、塩ビ加工
- 各種海水魚・熱帯魚、展示企画、施行



海水魚のパイオニア

有限会社 **日海センター**

本社 東京都町田市木曽町1519-1 上横町バス停前  
TEL 0427(91)0301  
FAX 0427(91)0384

## NIPPURA

住友化学工業(株)協力工場

## 日プラ株式会社



- 世界最大級のアクリルパネルの製作
- ライフ・サポート・システム(L.S.S)の設計・施工

本社 香川県木田郡牟礼町牟礼2227-5 〒761-0121  
TEL (087)845-1261(代) FAX (087)845-1176  
北米事務所 12611 57th Avenue West Mukilteo, WA 98275  
TEL (425)355-1508 FAX (425)355-1836  
ソウル事務所 1131 Hanshin Jamshil core APT  
11-9 Shincheon-Dong Songpa-Gu Seoul KOREA  
TEL (02)3431-0995 FAX (02)3431-0996

医療薬品の製剤技術を活かした…超・人工海水 マリンアート®

# MARINE ART®

●水族館用飼育種別  
特別製造を受け賜ります。

千寿製薬株式会社・アクア事業部 大阪市中央区平野町二丁目5番8号・電話06(201)9601

水族館・動物園・博物館なら、  
おまかせください。

- 文化施設の企画・設計・施工から管理・運営
- 展示映像・大型映像・特殊映像・デジタル  
映像の制作
- 文化・記念イベントの企画・制作・運営
- 各種グラフィックの企画・制作と印刷全般

# いい 仕事 します。



株式会社 電通テック

本社/〒104-8411 中央区築地1-8-9 電通築地第三ビル  
5551-8888(代表) 5551-8815(営業担当)

# Hitachi Zosen

超純水から汚水処理まで 水処理のエキスパート

水族館水処理設備の  
設計・施工・維持管理

## 日立造船

〒100-0003 東京都千代田区一ツ橋1-1-1  
新環境事業部 営業部  
03-3217-8406

宇宙から深海まで  
水族館・水産飼育水処理設備

設計  
施行  
管理

スペースシャトルにも搭載された飼育設備技術

本社：船舶・海洋事業本部 〒110-0005 東京都千代田区丸の内二丁目5番1号  
TEL 03-3212-3111 (代表) FAX 03-3212-9831  
船舶・海洋営業第2部  
下関造船所：船舶・海洋部 〒750-8505 下関市彦島江の浦町六丁目16番1号  
新製品グループ TEL 0832-66-2695 FAX 0832-67-6814



動物糞・餌残渣等発酵処理リサイクルの決定版

バイオコンポ・システム

- 各種廃棄物(剪定枝・刈草・生ゴミ・死魚・動物糞等)を短時間にて発酵処理物に転換
- 動物糞臭等の有機活性水による消臭化システム

お問合せ



環境事業部 / 〒541-0059 大阪市中央区博労町4-5-3  
TEL 06(252)3350・FAX 06(252)4665



想像から創造へ  
……………そして心に!

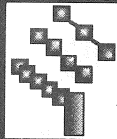
大自然の岩盤創造

ファインロック (GRCパネル工法)

株式会社ローマンセメント研究所

本社 〒190-0022 東京都立川市錦町1丁目4番20号 NSNビル7階  
TEL 042-529-7000  
FAX 042-529-0707  
カリフォルニア 18022 COWAN, SUITE 203-A IRVINE, CA 92714  
事務所 TEL 714-261-5954

Environment Design Institute



(株)環境デザイン研究所

〒106-0032 東京都港区六本木5-12-22 永坂ビル  
TEL 03 5575 7171 FAX 03 5575 7179

建築・都市・公園・造園・遊具・展示・の  
調査・研究・企画・設計・監理までのトータルコーディネーター

ミュージアムグッズの  
企画・製作・販売・輸入



COLORATA.

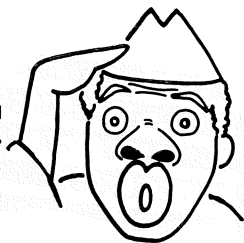
カラータ株式会社

本社・企画室  
〒111 0053 東京都台東区浅草橋4-6-8 西澤ビル  
TEL 03 3865 8110 FAX 03 3864 4049

営業部・商品管理部  
〒136 0072 東京都江東区大島2-13-11  
TEL 03 3684 8311 FAX 03 3684 8310

オリジナルテレホンカード・写真名刺  
各種記念アルバム・少数数カラー写真印刷専門

サンコンの  
テレビCM  
放映中



思い出メーカー  
ダイコロ

東京本社/東京都墨田区横網1-11-1 ☎03-3621-7311  
大阪本社/大阪市北区天満2-1-1 ☎06-354-1771  
福岡支店/広島支店/名古屋支店/仙台営業所/札幌営業所

〒731-0231 広島市安佐北区亀山三丁目1-34

有限会社 **ペンパル**

代表取締役 川本 義明

TEL 082-814-8775. FAX 082-815-2827

弊社では、弊社独自のアイディアのみにこだわらず、あなたやあなた達のアイディアを商品化させていただいております。

ユニコーンはクオリティーの高い  
本格的ミュージアムショップ向けの商品提供を目指します。

株式会社 **ユニコーン**

〒236-0006 神奈川県横浜市金沢区八景島  
ギャラリー マンボウ  
TEL.045-788-9693

〒336-0922 埼玉県浦和市大字大牧100番地2  
☎048-874-1139・FAX048-875-2231

**数多くのノウハウをお役立て下さい!!**

飼育施設 動物病院 (企画・設計・施工・インフラ) (株)  
獣医学分野で豊富な実績



本 社

〒113-8551 東京都文京区湯島2丁目18番6号  
TEL : (03) 3813-3251 FAX : (03) 3815-2002  
E-mail : nazme@red.an.egg.or.jp

株式会社 **夏目製作所**

千里技術開発室

〒565-0082 大阪府豊中市新千里東町1丁目4番2号  
千里ライフサイエンスセンタービル11階5号  
TEL : (06) 873-3251 FAX : (06) 873-2045

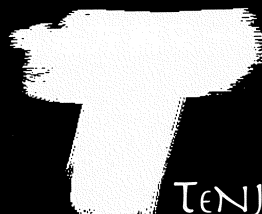
鳥 獣 貿 易 商

株式会社 **森 協 商 会**

〒556-0011 大阪市浪速区難波中2丁目7番25号

電 話 06-633-7701

FAX 06-633-7702



TeNJI KAGAKU

展示のトータルコーディネイト [ 調査・企画・設計・監理 ]

株式会社 **展示科学** TEL 03-3459-1141 FAX 03-3459-1140  
〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-10-4 虎ノ門カーテン510

**動物の健康管理に!!**

●ポータブルで場所を選びません。

●リアルタイムで結果がでます。

●微量全血で測定できます。

●操作が簡単です。(3ステップ)

いつでも、どこでも、だれにでも...  
**超小型動物用簡易血液生化学分析システム**

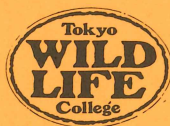


**第一化学薬品株式会社** 事業開発部

〒103-0004 東京都中央区東日本橋二丁目8番3号  
TEL03(3851)7786 FAX03(3851)7796



「広く活躍の場を求めています」



学校法人 川原学園

## 東京動物専門学校

〒273-0046 千葉県八千代市大和田新田1093番8号

電話 0474-59-0511

多様な施設の方針に柔軟に対応できるよう、飼育の基本を重点に二年間の一貫教育を行っています。  
求人募集要項をご請求ください。

### 水族館用機械

各種濾過機（密閉型・開放型）  
温調ユニット（加熱・冷却）  
置水槽ユニット



## 三英理工株式会社

〒063-0837 札幌市西区発寒17条4丁目1番70号

TEL 011-662-8558

FAX 011-662-3224

# コオロギ全国発送致します。

季節にかかわらず、安価で年間安定供給致します。

生き餌飼料 (株)サイエンスジャパン

〒171-0022 東京都豊島区南池袋2-46-8 池袋杉原ビル3F TEL:03-3971-7146 (ダイヤルイン) FAX:03-3971-0508

【営業時間】AM10:00~PM6:00 (土・日・祝祭日休業)

# 動物園水族館雑誌

第40巻 第2号 1999年 3月

## 報 告

- 青山 茂：  
飼育下で見られたイトマンクロユリハゼの縄張り行動と求愛行動…………… 47
- 土井敏男, 塚本博一, 青山 茂：  
オオサンショウウオの屋内人工繁殖の試み…………… 56
- 春日井 隆：  
水槽内のアマモ育成における施肥効果実験…………… 65
- 香山 薫, 古田 彰, 中島将行, 馬場徳寿, 清田雅史：  
飼育下キタオットセイ成獣雄1頭の生殖周期に関わる  
血中テストステロン値と体重の変動…………… 73

## 研究会報告

- 第23回海獣技術者研究会…………… 79

## Journal of Japanese Association of Zoological Gardens and Aquariums

Vol.40 No.2 Mar. 1999

## REPORTS

- Shigeru Aoyama :  
Territorial and Courtship Behaviors of the Gobiid Fish,  
*Ptereleotris microlepis*, in Captivity…………… 47
- Toshio Doi, Hiroichi Tsukamoto and Shigeru Aoyama :  
An attempt at Breeding the Japanese Giant Salamander,  
*Andrias japonicus*, under Indoor Artificial conditions…………… 56
- Takashi Kasugai :  
The Effect of Nutrient Enrichment on Culture  
of Eelgrass, *Zostera marina*, in an Aquarium…………… 65
- Kaoru Kohyama, Akira Furuta, Masayuki Nakajima, Norihisa Baba and  
Masashi Kiyota :  
Serum Testosterone level and Body Weight Fluctuations Related  
to the Reproductive Cycle in a Captive Adult Male Northern Fur Seal,  
*Callorhinus ursinus*…………… 73

## MEETING REPORT

- The 23rd Marine Mammals Workshop of JAZGA…………… 79