

# 動物の進化



理学部 遠藤広光

大月町柏島で撮影 *Hypselodoris* sp. カグヤヒメウミウシ

© H.Endo

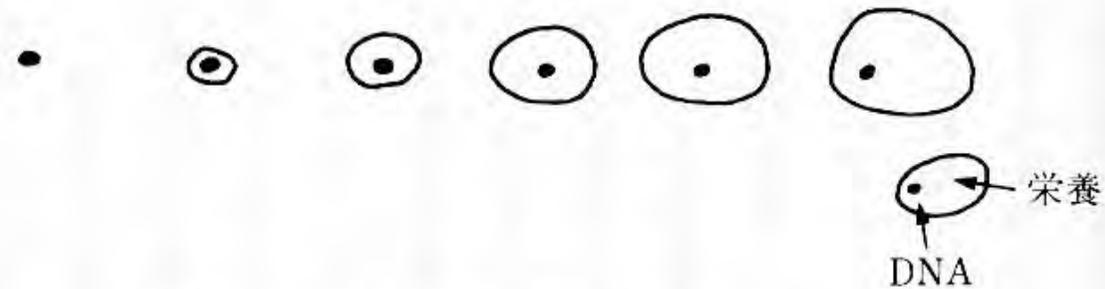
# 有性生殖の特徴

- 生殖には2個体♂と♀が必要
- 減数分裂で生殖用に配偶子形成
- 遺伝子の組み換えが起こる

ゲノムの多様性を増す

# なぜ性があるのか？

## 異形配偶子の進化



• + • → 起こる確率が高いが死亡率も高い

○ + ○ → 死亡率は低いが起こる確率も低い

• + ○ → 起こる確率も生存率もそこそこに高い

図6 異型配偶子の進化

# 動物の有性生殖の進化

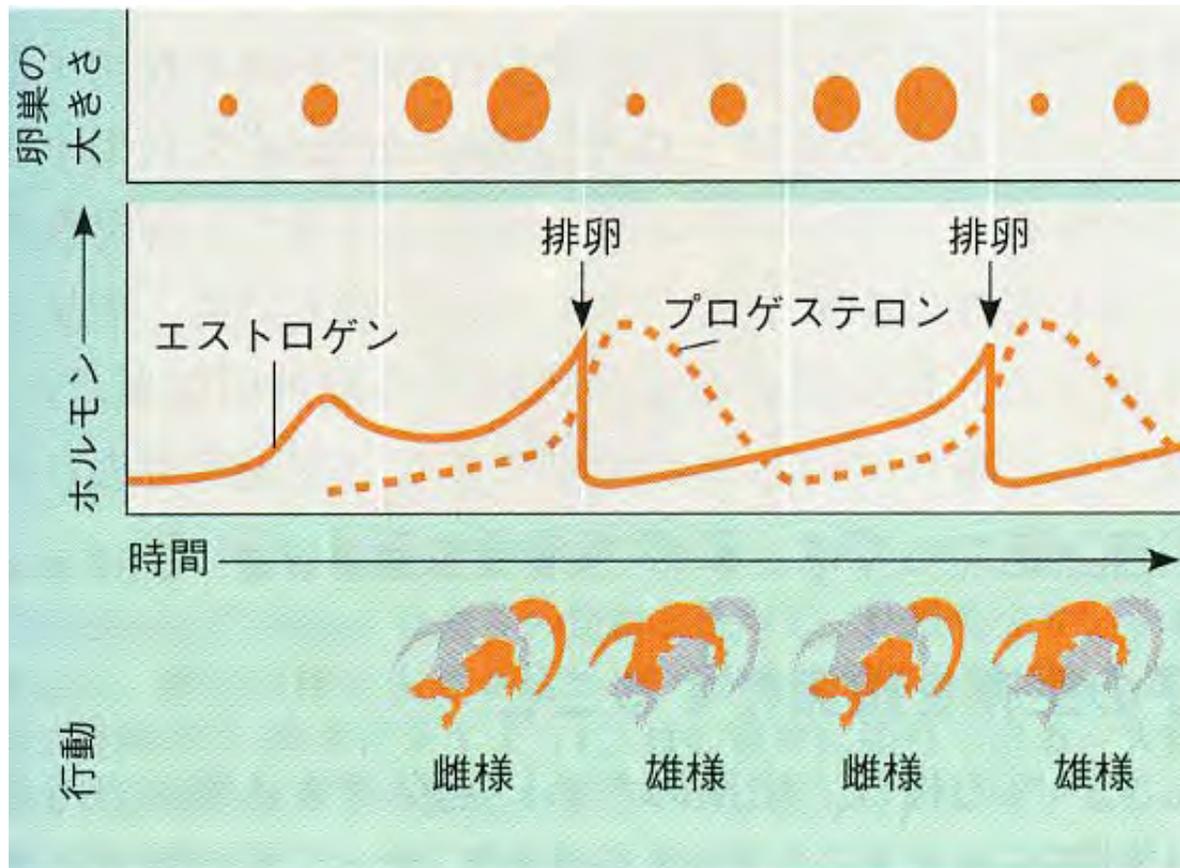
- 狭い範囲での組換ができる機構の獲得
- 減数分裂
- 別々の交配型の進化(通常2つの型)
- 異形配偶子 \* 小さくて動ける配偶子♂と  
より大きくて動けない配偶子♀の獲得
- 性別の出現 \* 別々の個体に♂と♀の機能が分かれた

# 単為生殖するアレチハシリトカゲ



上がオス役のメス

繁殖期の2～3週間ごとに性の役割を交代する



b) アレチハシリトカゲの性行動は、性ホルモンによって媒介される排卵の周期に相関する。エストロゲンの血液レベルが上昇すると卵巣が成熟し、そのトカゲは雌のように行動する。排卵後、エストロゲンレベルは不意に低下し、プロゲステロンレベルが上昇する。これらのホルモンレベルは雄の行動と相関する。

# 雌雄同体のウミウシ類



大月町柏島で撮影 *Hypselodoris* sp. カグヤヒメウミウシ

© H.Endo

どんな時に雌雄同体になるか？

# 性転換をする生物

雌雄同体では、つねにオスとメスの機能をもつ

雌雄同体のうち、ある時期はオスかメスである  
=> 性転換する

- 雄性先熟
- 雌性先熟
- 双方向性転換

どのような時に性転換するか？

## 「体長有利性仮説」

「**適応度**」= 個体が他の個体に比べて  
どれだけの子を残したか

自然淘汰によって**適応度**の高いものが残る

子孫をなるべくたくさん残すように  
様々な繁殖戦略が進化

# オスとメスの適応度

オスの適応度は....

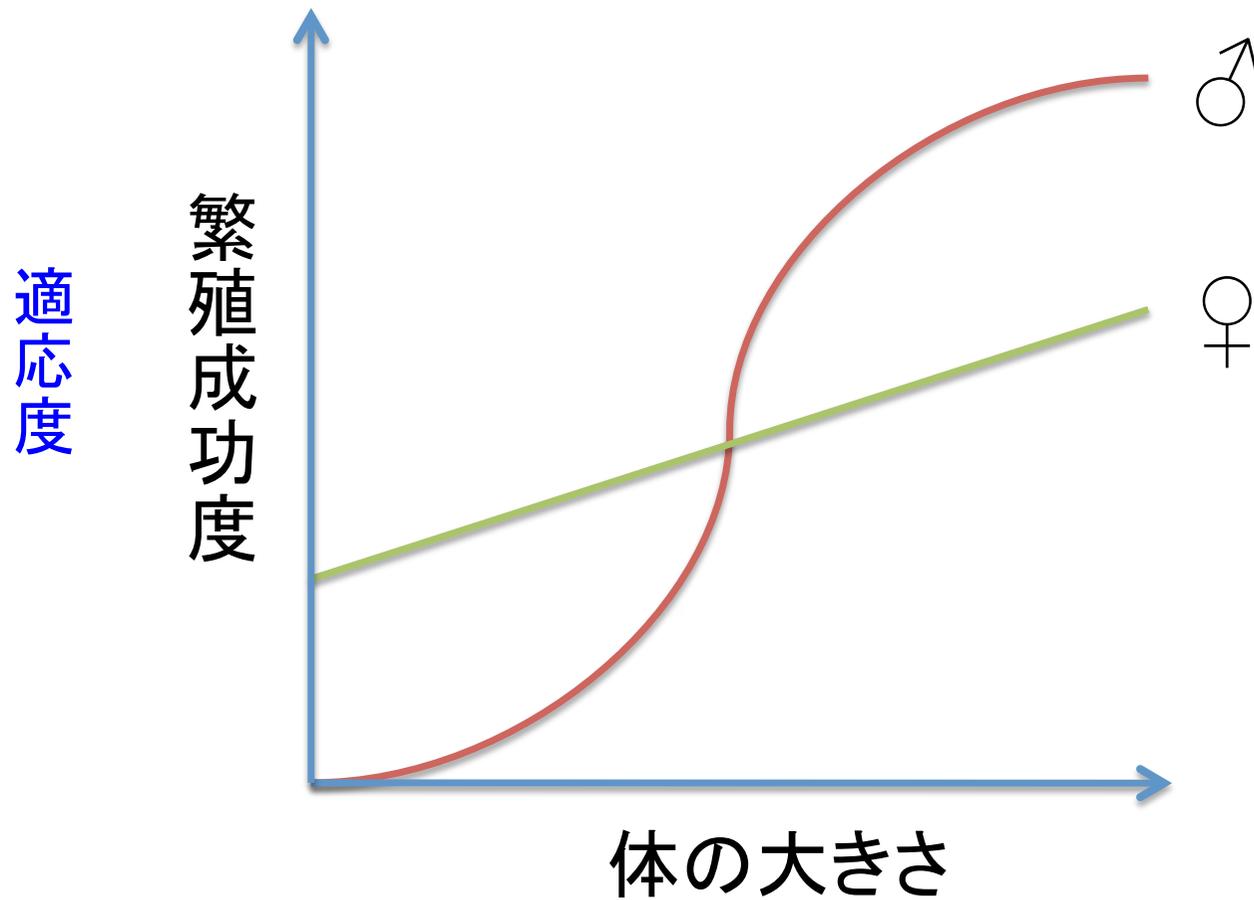
どれだけの卵子に受精できるか

メスの適応度は....

どれだけの卵子を自分が生産できるか

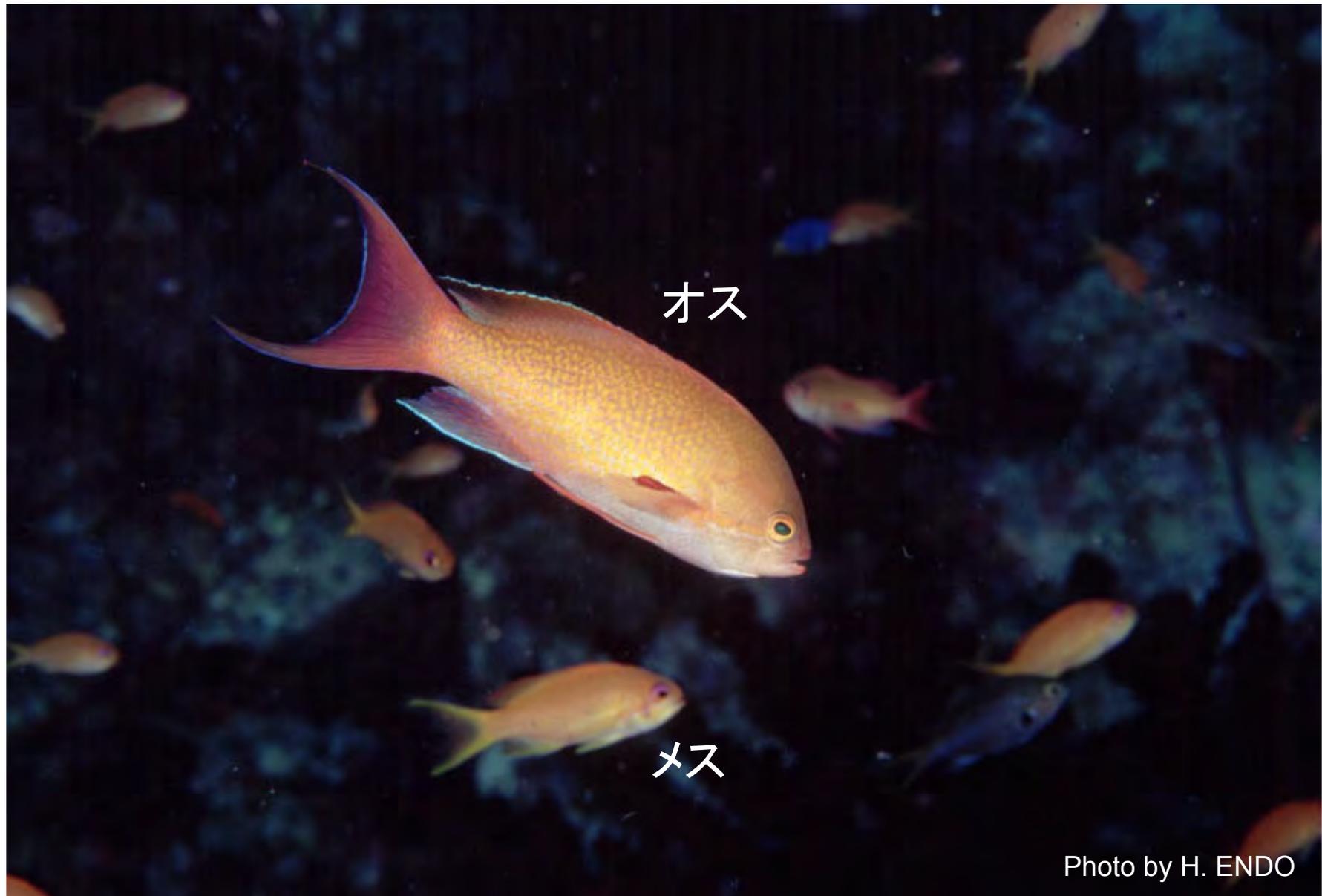
\* オスより時間, エネルギー, 資源が必要

# 性転換の体長有利性モデル(雌性先熟)



オスがハーレムをつくる場合

# 雄性先熟型のキンギョハナダイ（ハタ科）



大月町柏島後ろの浜の造礁サンゴ類

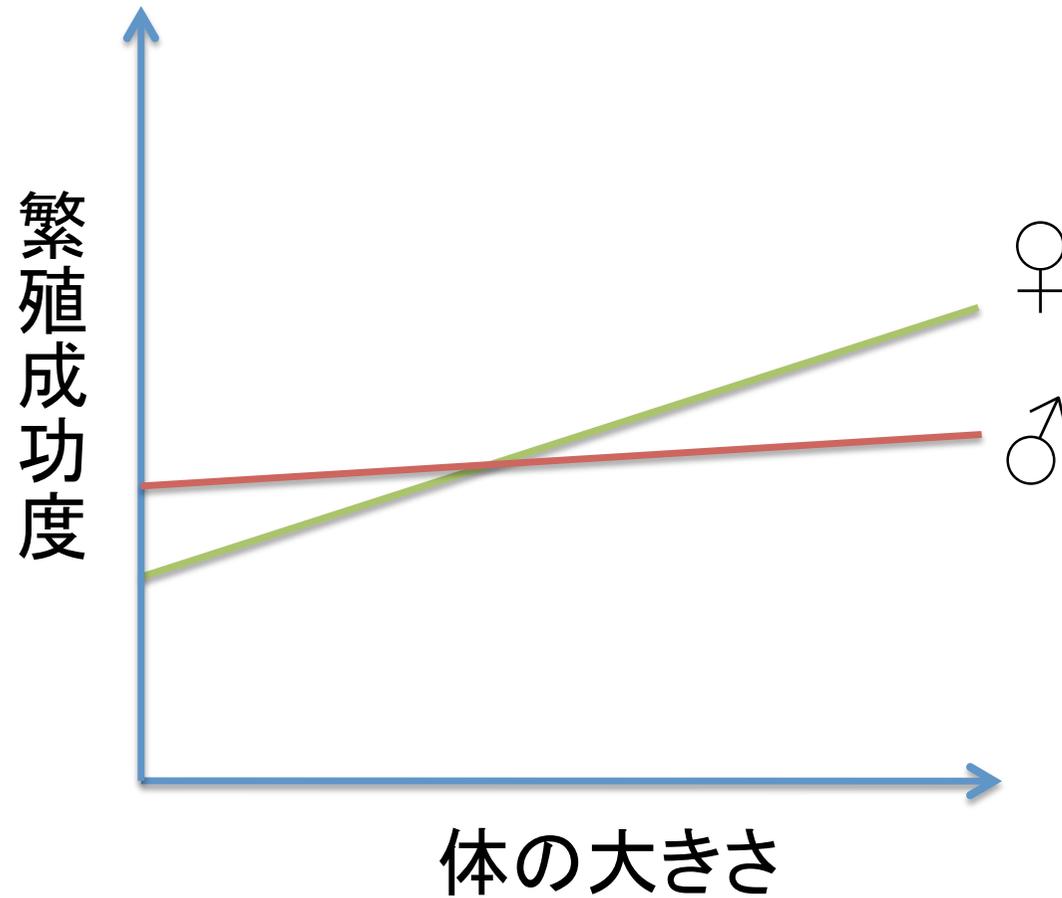


Photo by H. ENDO

# ヤマブキベラ (ベラ科)



# 性転換の体長有利性モデル(雄性先熟)



一夫一婦のペアの場合

# 雄性先熟型のクマノミ (スズメダイ科)

一夫一妻

Photo by H. ENDO



# オニハダカ属 (ワニトカゲギス目 ヨコエソ科)

Genus *Cyclothone*

現在13種を含む



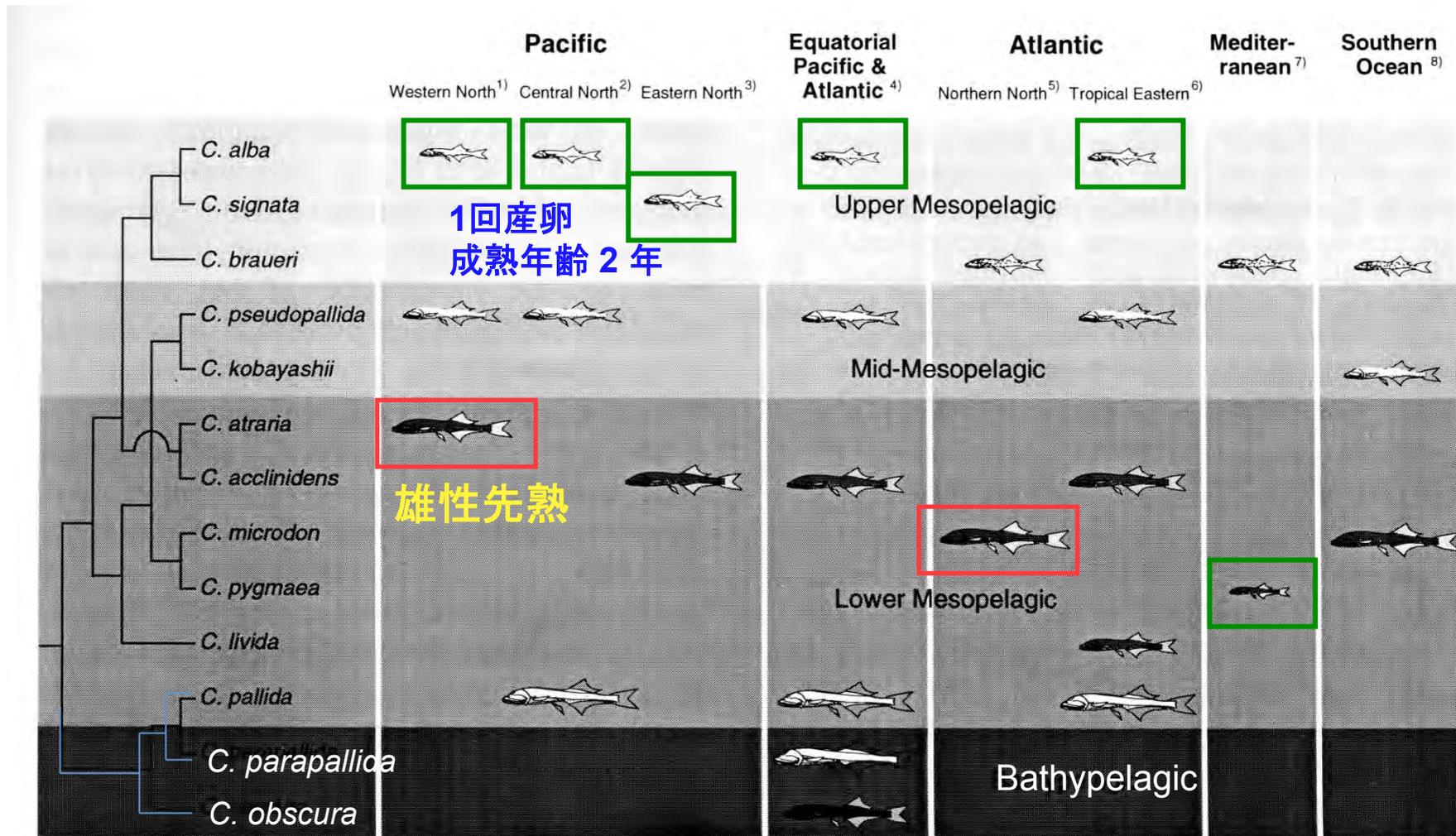
A stomioid fish of the genus *Cyclothone*, the most widely and deeply represented of all deep-sea fish genera. Note the small eyes and light organs. Length about 6 cm.

Marshall (1979) より

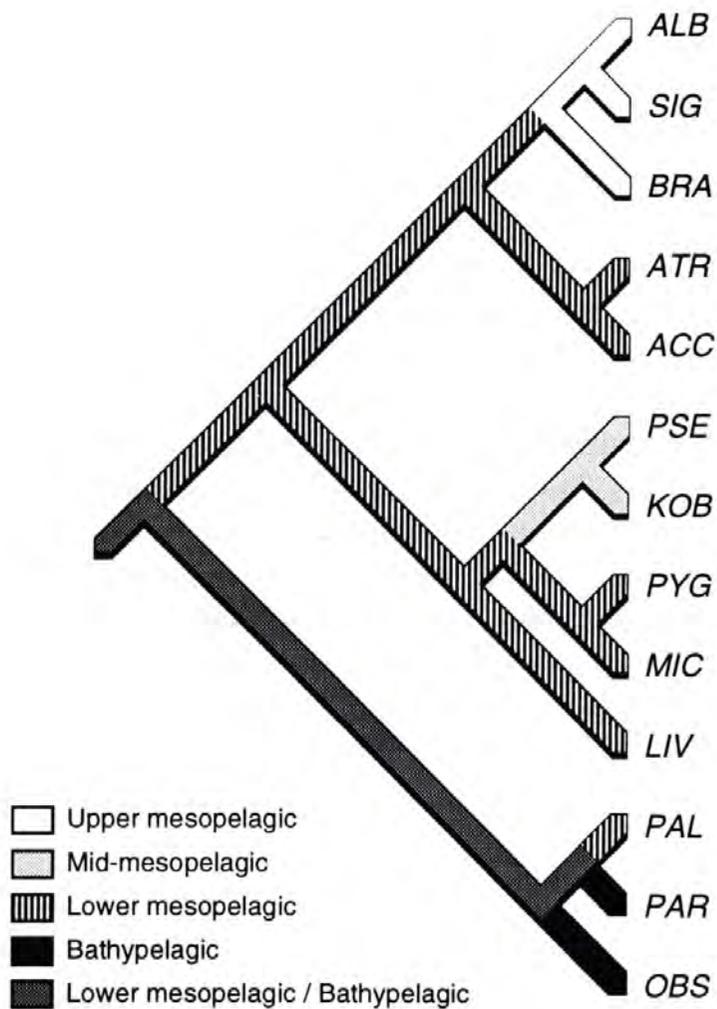
## 体長 25~75 mm の小型の中深層性魚類

世界で最も個体数の多い脊椎動物のグループ

# オニハダカ属の系統仮説と生息水深



**Fig. 9.** Combinations of co-dominant species in selected localities from the Pacific, Atlantic and Southern oceans and the Mediterranean Sea. No Indian Ocean data available. Vertical sequences of fishes within each depth category do not infer actual depth stratification. Fish sizes proportional to largest size recorded. Sources of information: <sup>1)</sup>Miya and Nemoto (1991); <sup>2)</sup>Maynard (1982); <sup>3)</sup>DeWitt (1972); <sup>4)</sup>Badcock (1982), Miya, unpubl. data; <sup>5)</sup>Badcock and Merrett (1976); <sup>6)</sup>Badcock and Merrett (1977); <sup>7)</sup>Goodyear et al. (1972); <sup>8)</sup>Miya (1994a).



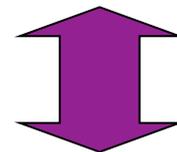
**Fig. 10.** The most parsimonious reconstruction of the four ecological groups on the molecular phylogenetic tree using MacClade ver. 3.02 (Maddison, W. P. and D. R. Maddison, 1992). Outgroup taxa used in the present study are upper-mid mesopelagic for *Margrethia obtusirostra* and *Gonostoma atlanticum* (Badcock, 1984) and lower mesopelagic for *G. gracile* (Kawaguchi, 1973). Specific names of *Cyclothone* abbreviated to first three letters.

## オニハダカ属の進化

### 浅層種

小型, 早熟, 1回産卵,  
産卵数が少ない

300 ~ 1000個



### 深層種

大型, 晩熟, 多数回産卵,  
産卵数が多い

1500 ~ 4500個

卵のサイズは 0.5 mm

# 双方向へ性転換するハゼ類

フタイロサンゴハゼ（ハゼ科）



造礁サンゴ類の枝の間に棲むコバンハゼの仲間  
一夫一妻 同性の独身者同士がペアになると...

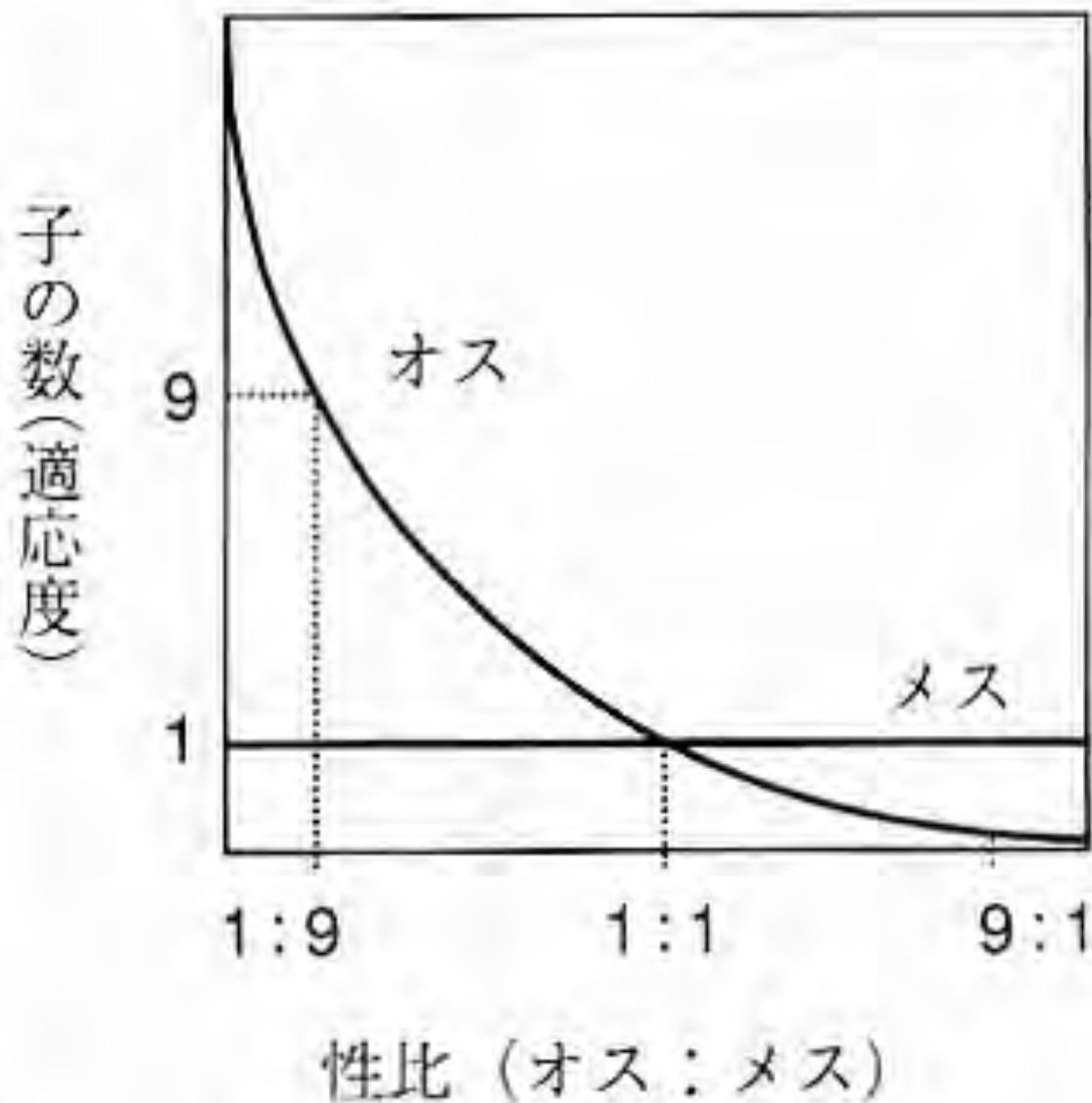


図 2-3 性比と雌雄の適応度の  
頻度依存グラフ

桑村哲生(2004)  
性転換する魚たち  
より

# 実効性比の偏りと配偶者の獲得をめぐる競争の強さ

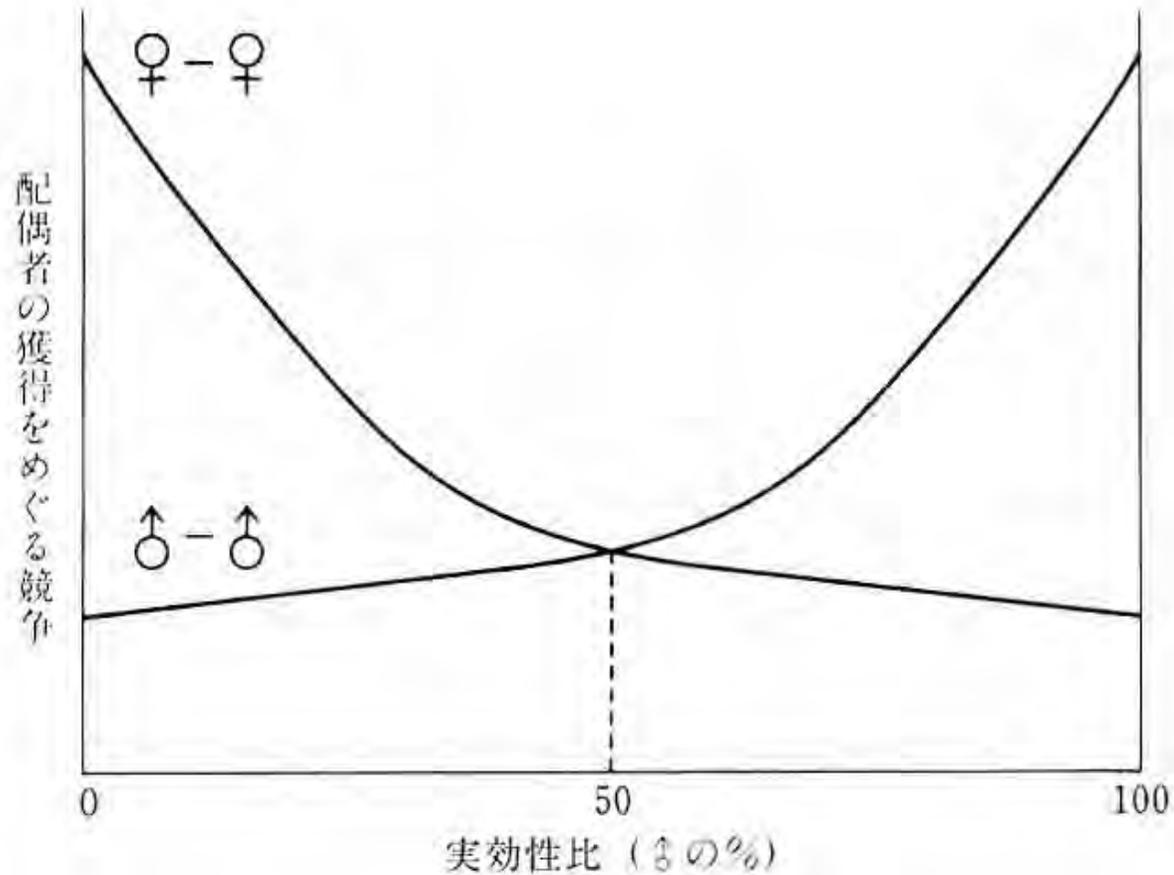


図1 実効性比の偏りと配偶者の獲得をめぐる競争の強さ

# 性的二型と性差



ラクダアンコウ科

Paxton and Eschmeyer (1998) Encyclopedia of Fishes, 2nd ed. より

性的二型は形態, 生理, 行動, 生活史に関係する

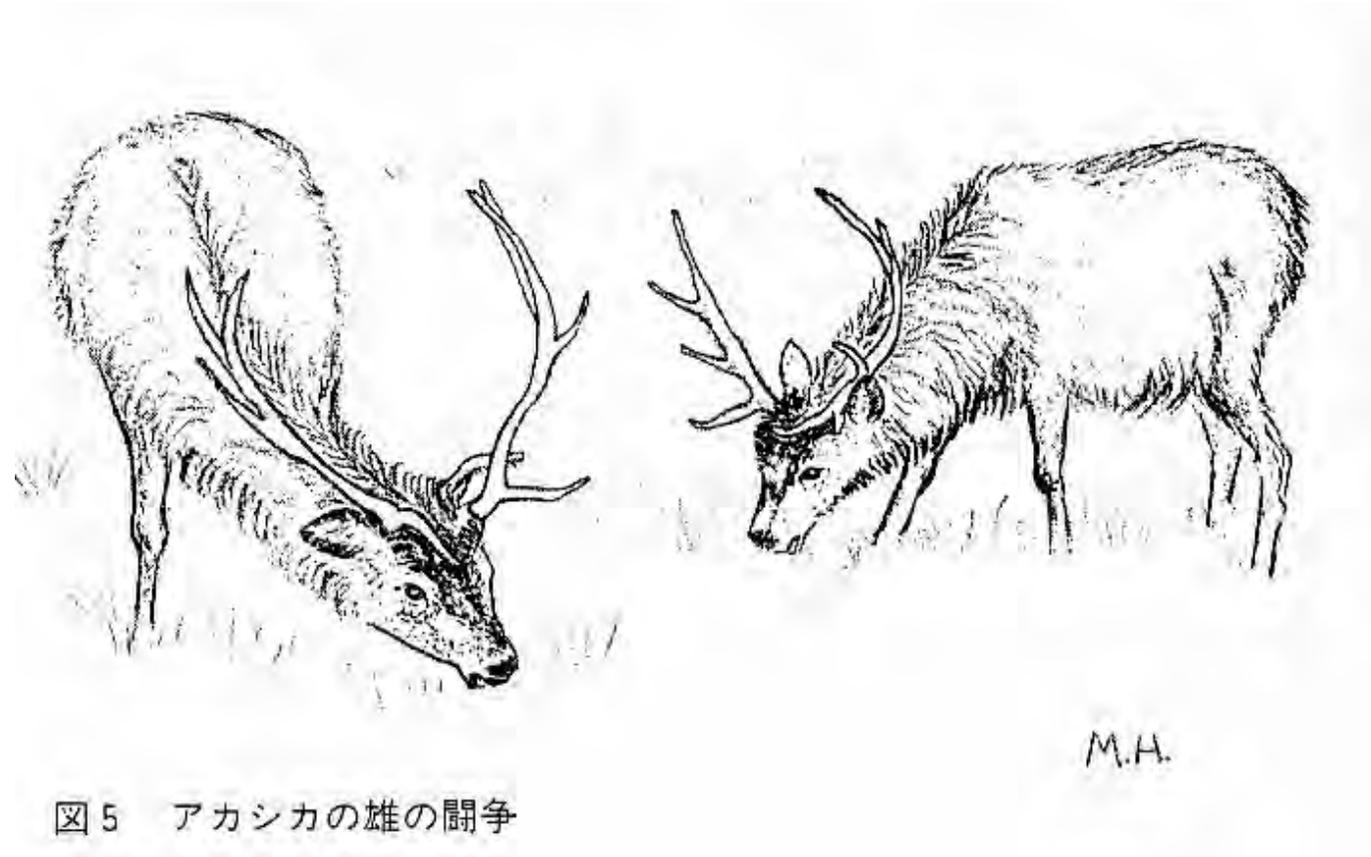


図5 アカシカの雄の闘争

一夫多妻: 群れ内での順位付け オス同士の闘争

ダーウィンの性淘汰の理論

# 鳥類 オスの飾り羽1



カザリキヌバナドリのオス

長谷川(1999)より

# 鳥類 オスの飾り羽2

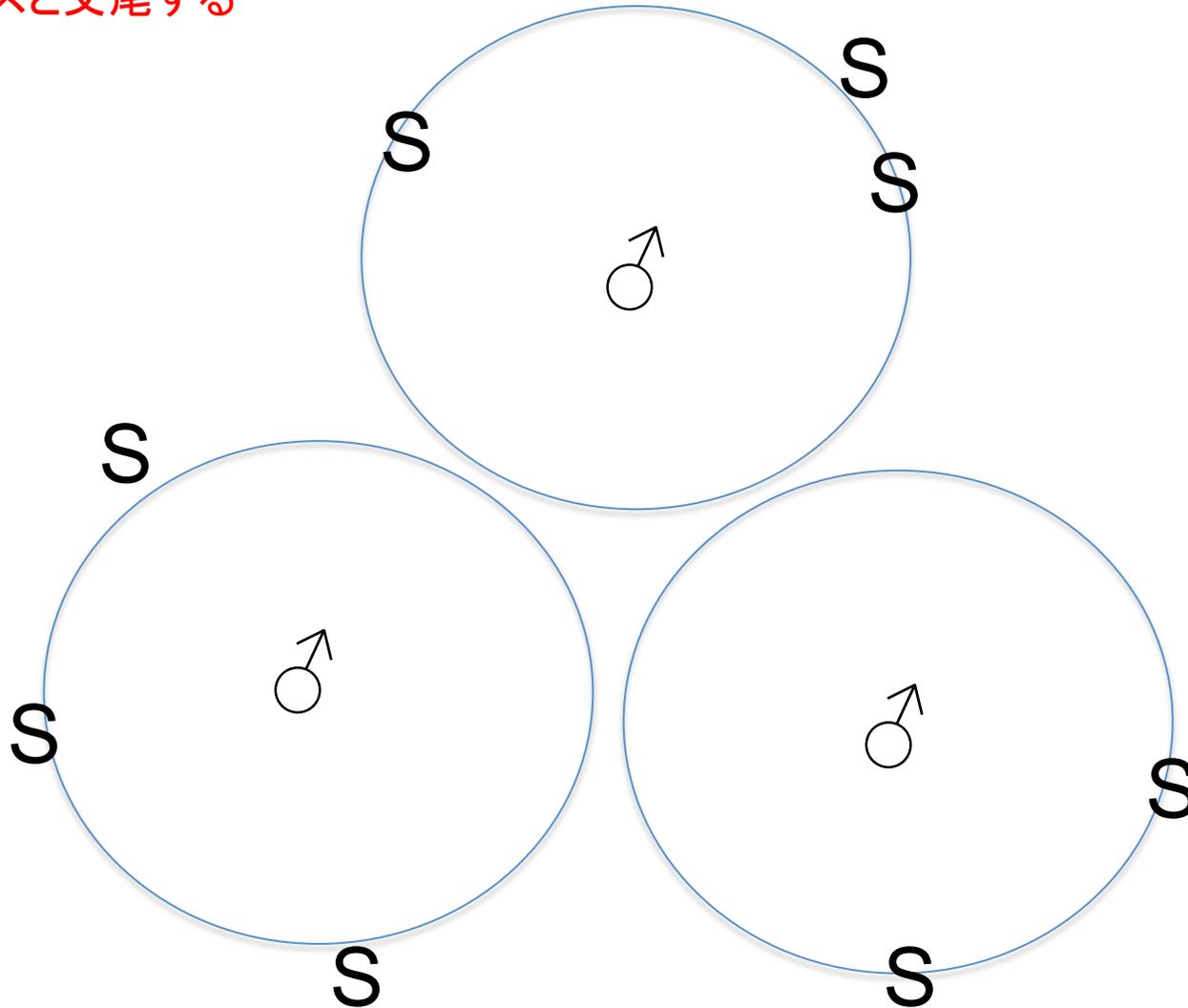


メスに向かってディスプレイ(求愛行動)をするクジャクのオス

長谷川(1999)より

# なわばりを持った「正直雄」と「サテライト雄」

なわばりオスが気づかない時に  
やって来たメスと交尾する



# サケ類の「スニーカー戦略」

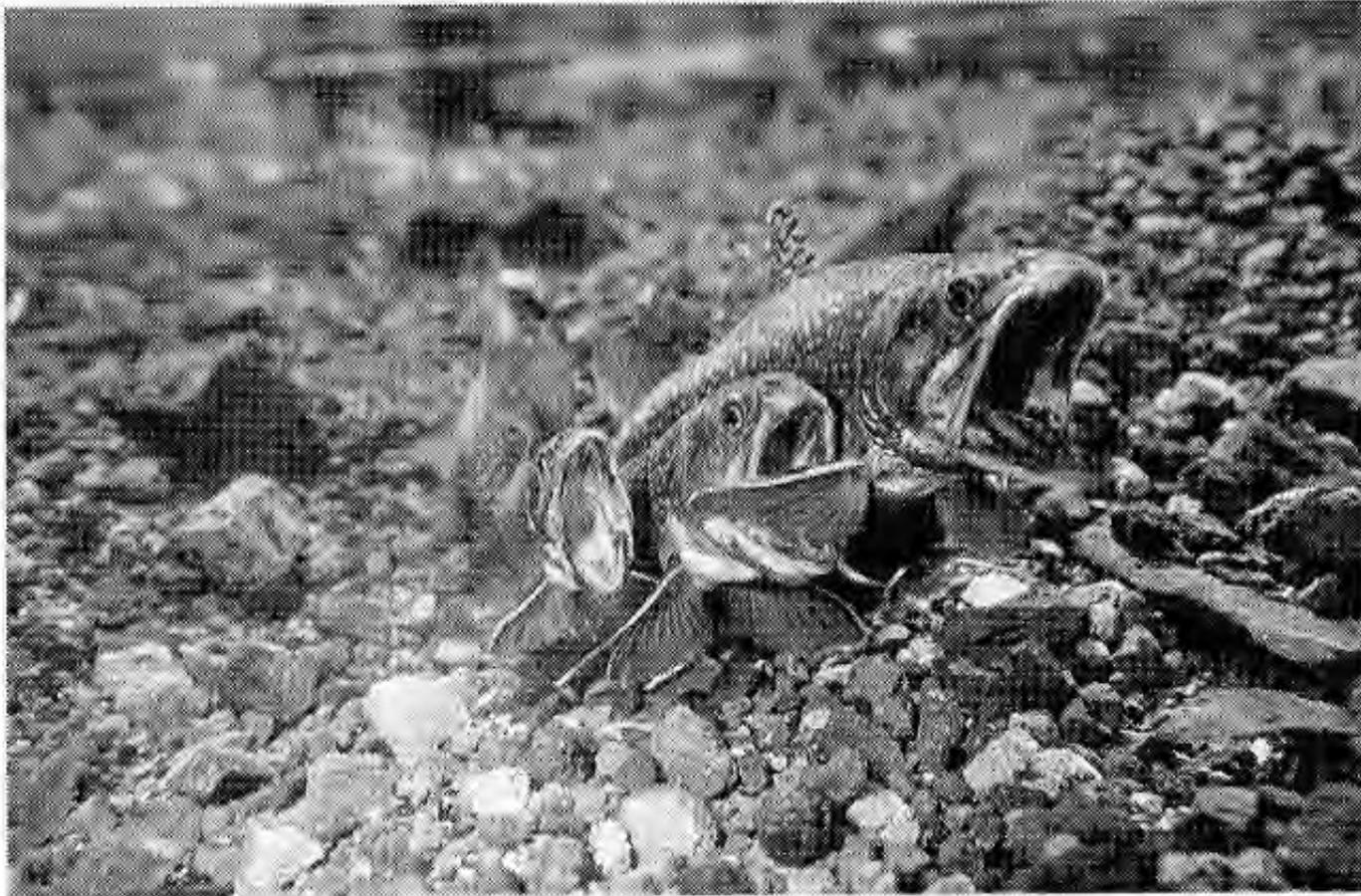


図7 スニーカー 産卵中のカワマス。体の小さい一番左がスニーカー

スニーカーオスの「メス擬態」

# イシヨウジ（ヨウジウオ科）

オスが卵を保護する



Photo by H. ENDO

# 配偶システムと精子間の競争

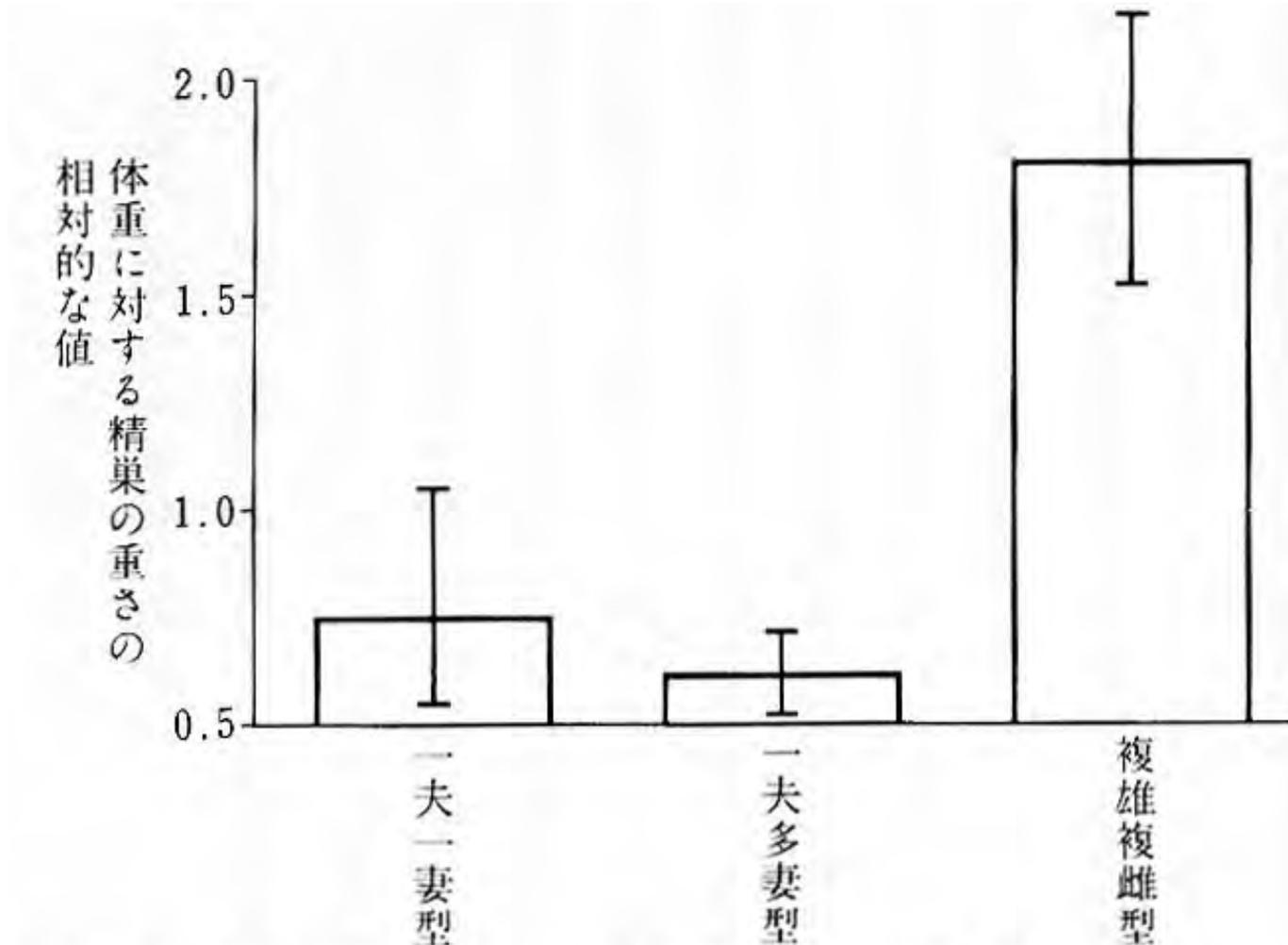
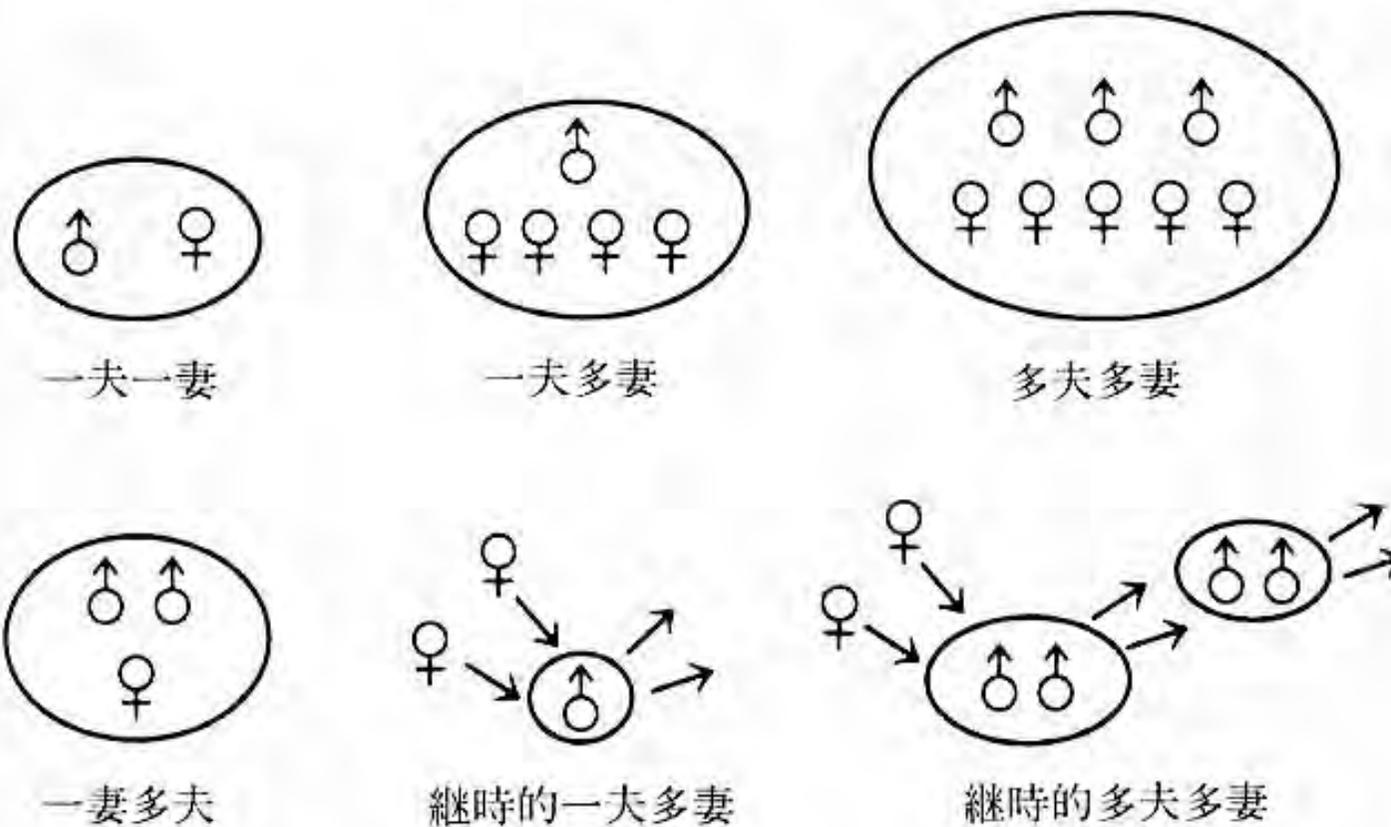


図2 霊長類の配偶システムと雄の精巢の相対的な大きさ

# 配偶システムの分類



→は♀の動きを示す

図1 配偶システムの分類

# 配偶システムの進化モデル

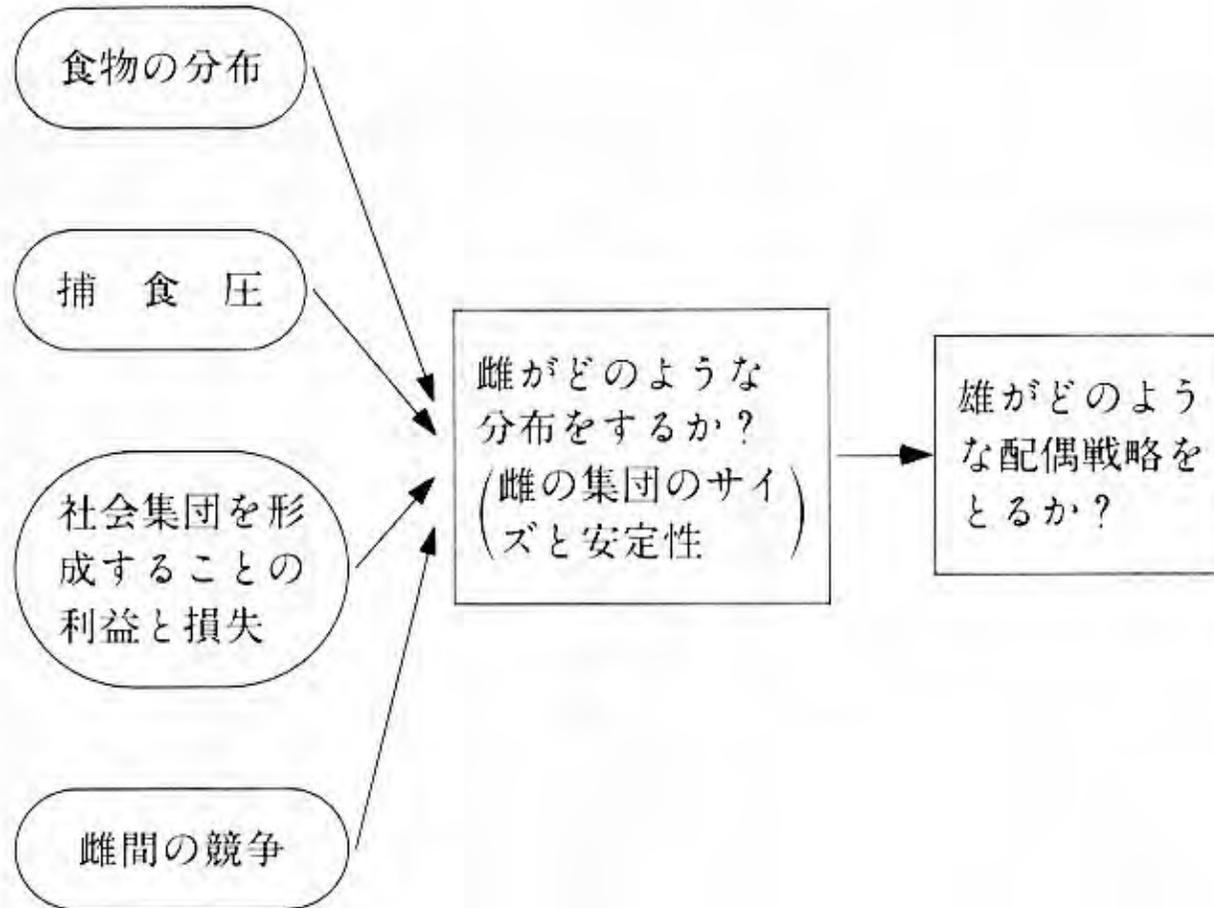


図2 配偶システムの進化モデル