

# 数理社会I

## 第7回 性轉換

2014年5月30日

金曜日1・2時限

担当:中丸麻由子

# 前期授業スケジュール・予定

回	日にち	講義内容
1	4/11	ガイダンス
2	4/18	進化生態学基礎
3	4/25	進化ゲーム
4	5/2	進化ゲーム
5	5/9	進化ゲーム・採餌行動
6	5/23	採餌行動
7	5/30	性比・性転換
8	6/6	性選択
9	6/13	血縁淘汰
10	6/20	人の性選択・人の血縁淘汰
11	6/27	協力の進化
12	7/4	協力の進化
13	7/11	遺伝と多様性
14	7/18	予備日・テスト範囲説明
15	7/25	テスト日

進化生態学の基本  
+人への適用例

## 講義の参考文献

- 酒井聡樹、高田壮則、近雅博(1999)「生き物の進化ゲーム」共立出版
- 酒井聡樹、高田壮則、東樹宏和(2012)「生き物の進化ゲーム 大改訂版」共立出版
- 長谷川寿一、長谷川真理子(2000)「進化と人間行動」東大出版会
- 巖佐庸(1990)「数理生物学入門」共立出版
- 石川統、他編(2006)シリーズ進化「行動・生態の進化」岩波書店

# 性転換

多くの動物→雌雄に分けられている。性は一生の間変化しない

エビ、珊瑚礁の魚など

{ 成熟すると:まずは♂になって精子を生産  
さらにサイズが大:♀になって産卵

{ 小さいとき♀  
→大きくなると♂

➡ 進化ゲームで説明する

# 映画「ファインディング・ニモ」は・・

クマノミという魚の話。

母は居なくなってしまったので、ニモは父に育てられる  
ニモはダイバーに連れ去られ、父が探し当てる

桑村哲生「性転換する魚たち」(岩波新書)によると  
生態学的には大間違い！

クマノミ：珊瑚礁に住む

♂→♀

卵はどこからか漂流してきたものが孵化

→本来ならば父とニモは血縁なし

映画を生態学的に正しく修正すると・・

母が巣から居なくなるので→父が母(♀)となる

ニモと、♀になった父が番う

# 基本モデル

♀として産卵する能力一個体サイズとともに増大

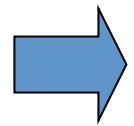
卵＝遺伝情報＋栄養

→卵生産にはコストがかかるので大きくなるほど個体はそのコストが払うことができる

♂は、ランダム交配であれば、小さなオスでも繁殖可能

精子＝遺伝情報のみ

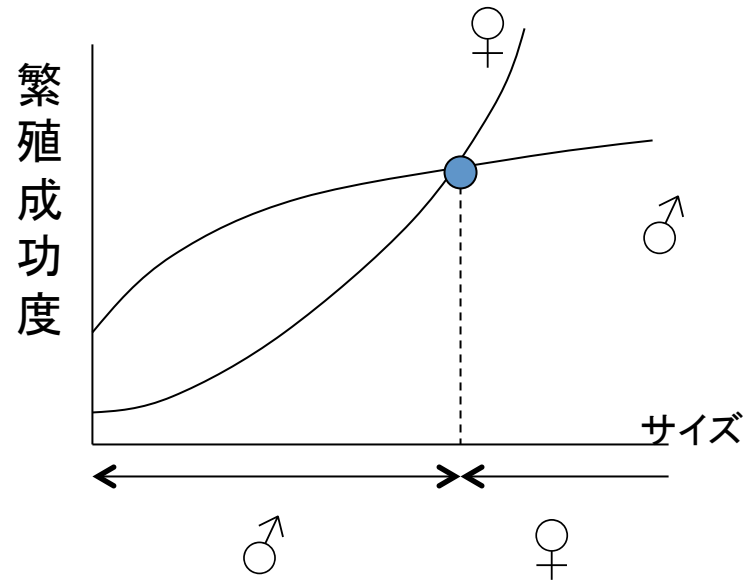
→ 生産にコストがかからない



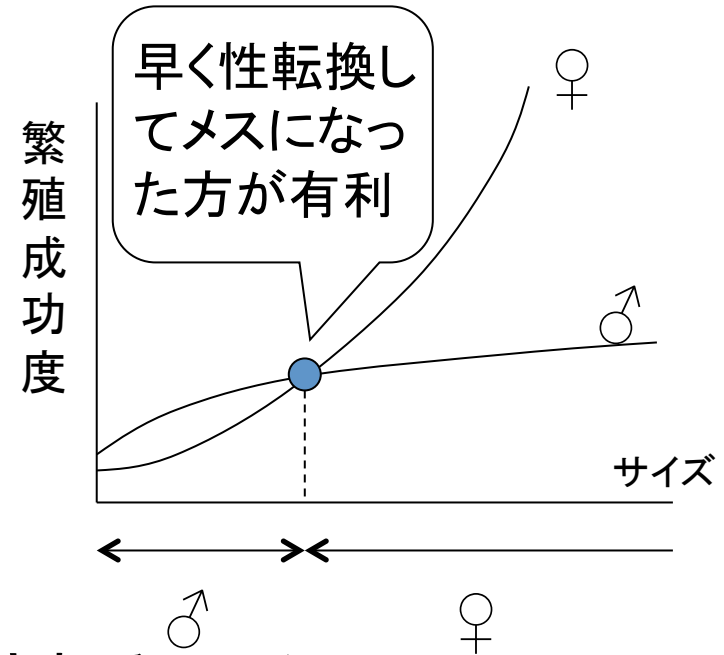
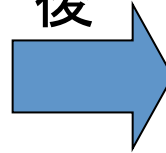
小さいときは♂、大きくなると♀が有利となるだろう

$$\text{個体の繁殖成功度} = \text{産卵数} + \text{精子量} \times \frac{\text{集団中の総卵数}}{\text{集団中の総精子数}}$$

# ♂→♀の場合 エビの例



漁獲後



漁獲後(集団中の大きなサイズが漁されるので)

- サイズが小さい分布へ偏る
- ♂の数が増え、メスと交尾しにくくなる
- ♂の繁殖成功度が下がる
- 早く性転換してメスになった方が有利

# よって。。。

性転換のタイミングは  
自身の齢やサイズというより、  
集団中での相対的なサイズによって決まり、  
社会的相互作用によって生理機構が影響されることがわかる

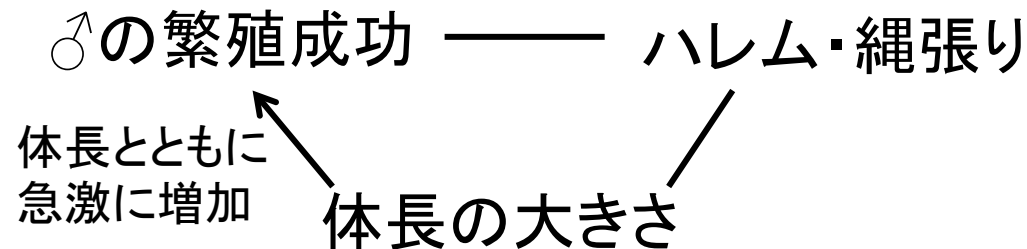


# ♀→♂に性転換する時は？

社会的状況に影響

大きな♂がハレム・縄張りを持つような社会では

大きな♂が、ハレムや縄張りに侵入しようとする小さな♂を追い払うことができる



♂を取り除くと、ハレムの中の一番大きい♀が♂に転換  
ただし、小さな♂は大きな♂の縄張り・ハレム内のメスが産卵するときに  
ひそかにメスに近づいて放精する「こそ泥」行動もして子孫を残す

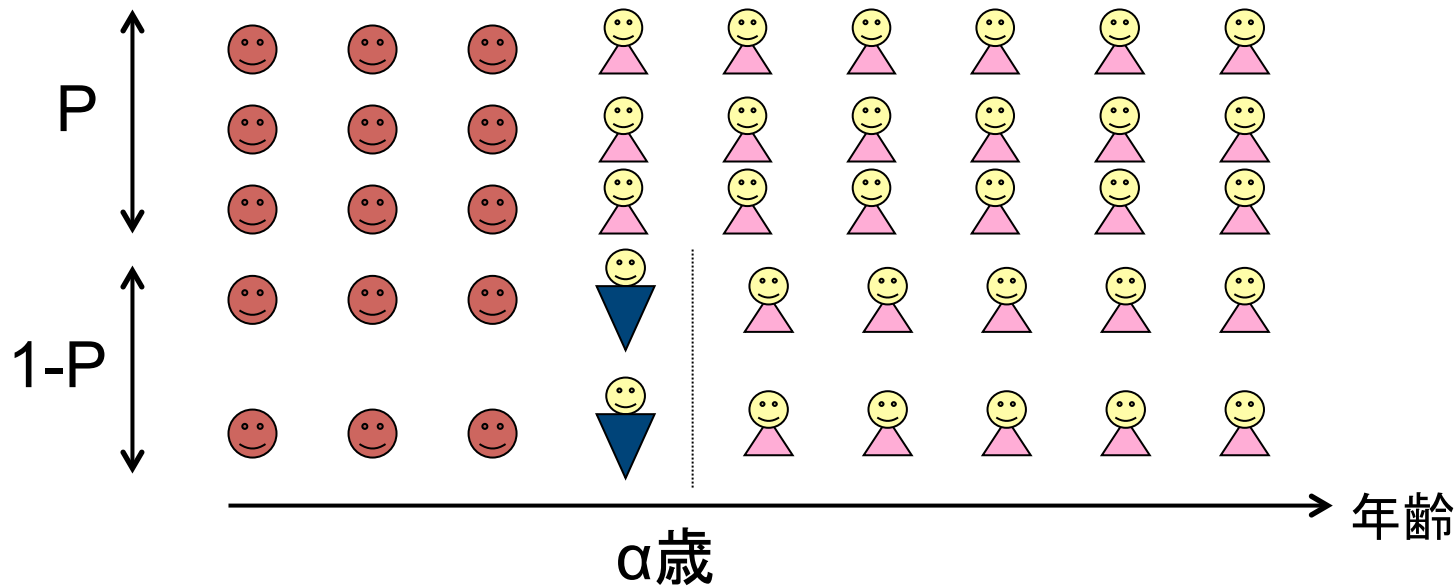
# タラバエビの例を考えてみよう

## Charnov (1979)

季節変動のある環境に生息  
齢 $\alpha$ で繁殖開始、毎年1回繁殖

Pの割合の個体 : 一生♀

1-Pの割合の個体 : 最初の $\alpha$ 歳は♂、 $\alpha+1$ 歳から♀



# タラバエビの例 変数設定

## Charnov (1979)

0歳から $x$  歳まで生きて、 $x$  歳中に卵を  $f_x$  個体産む

$F_1$ : 一生♀である個体の生涯卵生産量

$$F_1 = \sum_{x \geq a} l_x f_x$$

$F_2$ : 性転換個体の生涯卵生産量

$$F_2 = \sum_{x \geq a+1} l_x f_x$$

$M$ : 精子生産

$$M = l_a m_a$$

$l_x$ :  $x$ 歳までの生存率

$m_x$ : オスとして繁殖した時の、 $x$ 歳での精子の生産量

$f_x$ : メスとして繁殖した時の、 $x$ 歳での1年あたりの卵生産量

# タラバエビの例

生まれたばかりのN個体のうち:  $NP$ : 純粋なメス数

$N(1-P)$ : 性転換個体の数

集団中の総卵生産  $F_{total}$

$$F_{total} = NPF_1 + N(1-P)F_2$$

集団中の総精子生産  $M_{total}$

$$M_{total} = N(1-P)M$$

# タラバエビの例

この式へ代入すると……

$$\text{個体の繁殖成功度} = \text{産卵数} + \text{精子量} \times \frac{\text{集団中の総卵数}}{\text{集団中の総精子数}}$$

メス個体の繁殖成功度

$$\phi_f = F_1$$

性転換個体の繁殖成功度

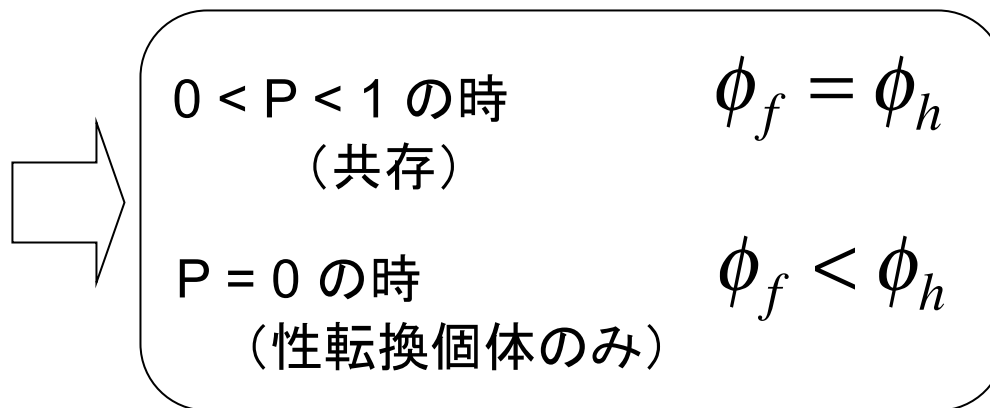
$$\phi_h = F_2 + M \frac{F_{total}}{M_{total}} = F_2 + M \frac{NPF_1 + N(1-P)F_2}{N(1-P)M}$$

# タラバエビの例

進化的平衡状態を計算するには・・・

考え方： 共存している→両者の適応度が等しい

性転換個体のみ→ メス個体よりも適応度が高い



進化平衡  
状態では

どのような性比？

# 理論値と実測値の比較

## —タラバエビの例 Charnov 1979—

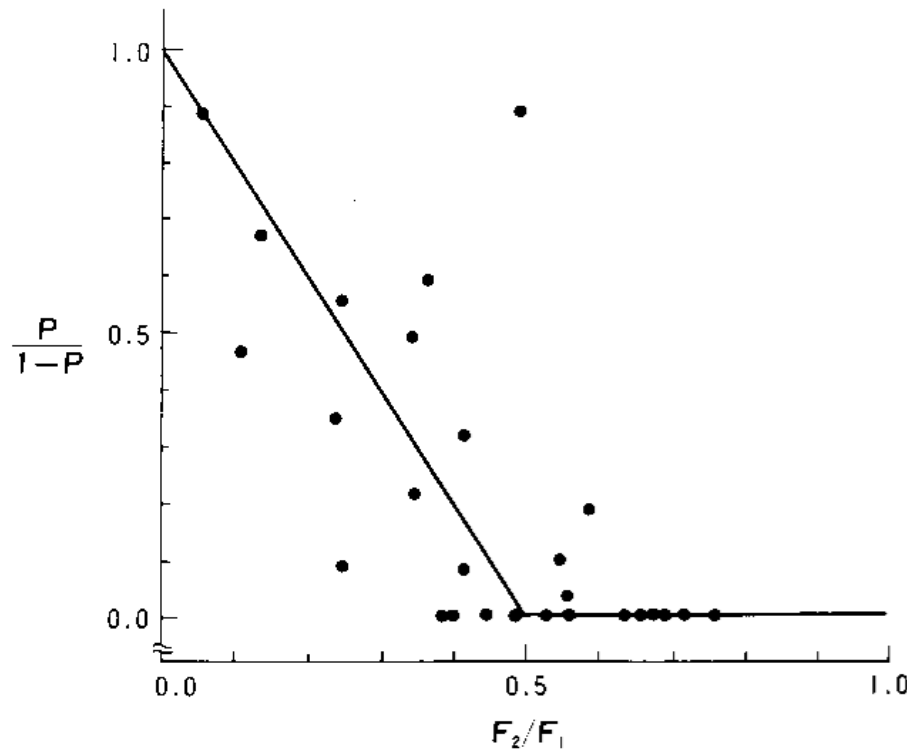


図16.2 縦軸は、最初から雌として繁殖する個体と、雄として繁殖し始めて翌年雌に転換する個体との比率。横軸は、性転換個体と雌個体の生涯卵生産量の比率。直線はゲームモデルの解(16.2)式、点はタラバエビの27個の個体群に関するデータを表す。Charnov(1982)より。

$$F_2/F_1 = 0$$

性転換の個体の生涯  
卵生産量( $F_2$ )が0

➡  $P=1/2$ : メス個体が半分

$$F_2/F_1 > 0$$

$F_2/F_1$ が大きくなるほど  
はじめてからメスである個  
体は少ない

➡  $P \rightarrow 0$