

環境と生物

基礎生物学A-2

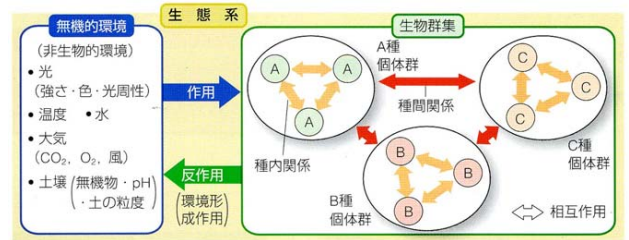
お知らせ
4月23日「動物の行動」の講義用パワーポイントを
Web SiteにUpしました。

生態学研究センター → センターの概要 →

構成員 → 椿 宜高 → 講義資料

<http://www.ecology.kyoto-u.ac.jp/%7Etsubaki/PPlist.html>

生物と環境



個体群 ある一定地域内で生活している同種の個体の集まり
生物群集 ある一定地域内に生活している生物の集団
生態系 ある一定地域内の生物群集とそれを取りまく無機的环境とのまとまり



サボテンは乾燥した地域
に適応している



キリンの長い首は高い位置の葉を食
べるための適応である

環境への適応

生物はその生息環境で、できるだけ生存
と繁殖をうまく行えるような性質を備え
ている。これを適応 (adaptation) とい
う。

適応は自然淘汰 (選択) (natural
selection) を通して進化してきたもので
ある。

一般に、人が環境に慣れることを「適応」ということがあ
るが、生物学では性質が遺伝的に変化する意味で使う。個
体の環境に応じた変化は馴化という。



自然淘汰による適応形質
の進化
オオシモフリエダシャク
*Biston betularia*の工業暗化

遺伝的多型として標準型（灰白
型）と黒化型がある。黒化型は
優性遺伝子によって発現



汚染されていない幹

イギリスでは19世紀後半、都市周
辺がばい煙で汚染されると、黒褐
色型が増加。その後、ばい煙が少
なくなると黒化型は減少。

ばい煙対策の効果

Kettlewellが
調査した地点
と黒化型の比
率
(1956)



Grantらの再調査
結果 (1996)

自然淘汰による進化



1. 遺伝変異 Genetic variation :
 - 異なる遺伝子是对立遺伝子Allelesとして集団中に存在しうる。異なる対立遺伝子は少し機能が異なるタンパク質を生産する。
2. 遺伝 Heredity :
 - 遺伝子は親から子へと伝わる。
3. 繁殖成功度の差 Differential reproduction :
 - 他の対立遺伝子よりも多くの複製をつくる遺伝子が集団中に広まる。

さまざまな環境への適応

生息場所の物理的環境

- 温度環境への適応
- 光（色彩）環境
- 化学環境
- 大気環境
- 水環境
- 土壌環境

生息場所の生物的環境

- 食う適応
- 食われない適応
- 移動のための適応
- 闘争能力
- 競争回避
- 繁殖スケジュール

すべての環境に完全に適応することはできない

亀の甲羅は敵から身を守るためだが、完璧ではない。なぜだろう。



温度環境への動物の適応

●ベルクマンの規則 寒冷な地方に生息している動物ほど大形になる(体積当たりの体表面積が小さくなり放熱量が少なくなるため)。

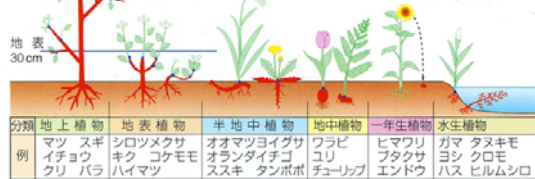


●アレンの規則 寒冷な地方に生息している動物ほど耳などの突出部が小さくなり、体表からの熱の放散を抑える。



温度環境への植物の適応

●ラウンケルの生活形 ラウンケルは冬や乾期の休眠芽の位置によって植物を分類した。



適期において競争に強い。低温や乾燥には比較的弱い

低温や乾燥に強い。貯蔵養分が多いので、春の成長は速い。半地中植物は冬に雪や落ち葉に保護される

乾燥に強い。多くの種子をつくるので、分散力が大

昆虫の体温調節



昆虫の体温は気温依存だと考えられやすいが、いくつかの方法で体温を調節している。

体温を上げる方法

- (1) 日当たりに移動
- (2) 姿勢を調節する
- (3) 体を震わせて熱を発生（大型昆虫で可能）



体温を下げる方法

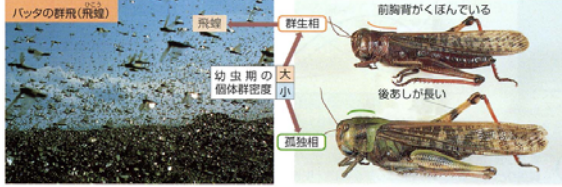
- (1) 日陰に移動
- (2) 体の一部を冷却装置として使う
- (3) 翅を動かさずに飛ぶ



環境変動に応じて変化する表現型

	孤独相	群生相
体色	緑色・褐色	黒色・黄色
形態	ふくらむ	くぼんでいる
前ばね	短い	長い
後あし	短い	長い
卵	多い	少ない
産卵数	小さい	大きい
集合性	なし	あり
行動	行進行動	起こさない
	成虫の飛翔	夜間
		昼間

●トノサマバッタの相変異



生態的ニッチ ecological niche

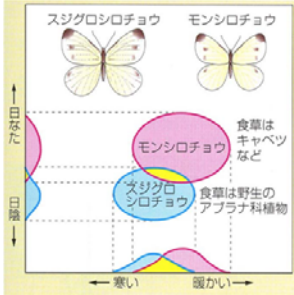
生物が生存・成長・繁殖し、個体群を維持できる環境条件の範囲

(生物には自分が得意とする環境がある)

多数の要素が含まれるので、多角的にとらえることができる

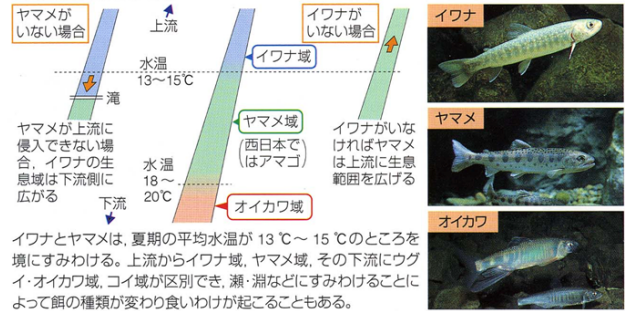
ニッチの例

●2種類のチョウの生態的地位の違い



基本ニッチと実現ニッチ

●川の魚類のすみわけ



適応放散 adaptive radiation

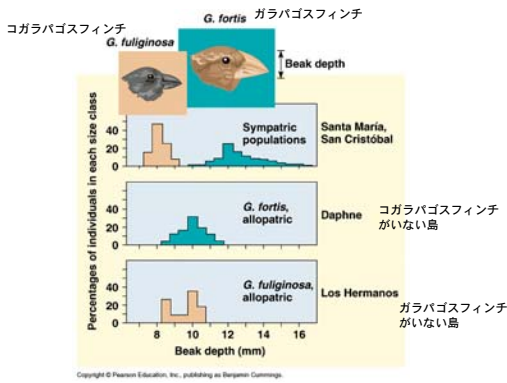
同じ系統の生物が、種間競争によって少しずつ異なった生態的ニッチを獲得し、多数の種に分れること

ガラパゴス諸島のダーウィンフィンチ

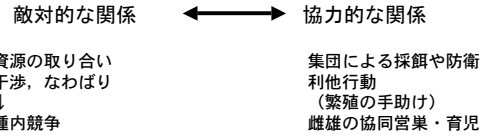


図3・2 ダーウィンフィンチの仲間の適応放散図 C.P. Hickman et al., "Integrated Principles of Zoology", 8th Ed., p.865, Times Mirror/Mosby College Publishing (1988).

基本ニッチと実現ニッチの違いが形質置換をもたらすことがある
ダーウィンフィンチに見られる形質置換

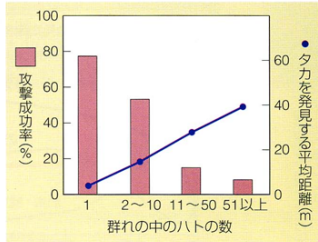


同種個体間の相互作用



集団の利益

●捕食されるリスクの軽減



群れの中の1羽のハトがタカを見つけて飛び立つと他のハトも一斉に飛び立ち、タカはハトを捕らえづらくなる。

群れが大きくなると、群れ全体の警戒時間が増すため速くのタカでも見つけられるようになり、タカの攻撃成功率は低くなる。

●生活に費やすエネルギーの節約



●食物の獲得のための協調



集団の中の利己主義



他の個体を排除して餌資源を独占しようとする行動

●アユの縄張り行動

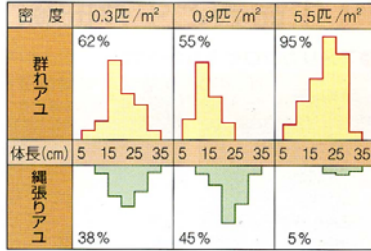


●アユの縄張り



生息密度が低すぎても高すぎても “なわばり”は無意味になる

●生息密度と縄張り



生息密度が高くなると、侵入してくる個体が増えるため縄張りを維持するのが困難になり、縄張りアユの比率が減る。

他のオスを排除して、メスがよく産卵に来る場所を占拠しようとする行動



究極の利他行動



真社会性昆虫における
不妊のワーカー

ミツバチは女王の娘たちが不妊の働き蜂として、兄弟姉妹の採餌・育児などを行う

集団としてみた生物

個体群 Population

個体群とは、ある地域に棲息する、同種個体の集まり

遺伝学では「集団」、生態学では「個体群」と呼ぶことが多い。Populationは個体数を意味する場合もある。

生活史形質 Life history traits

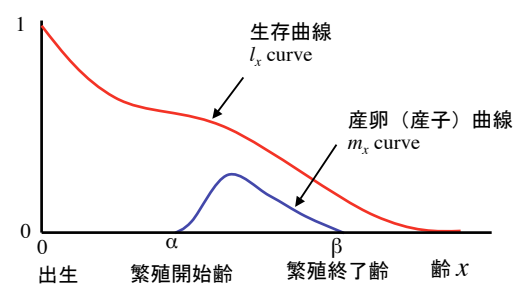
個体群の性質を記述するための変数で、繁殖と生存に関わる行動、生理、生態、形態の特性をいう。

例えば：

成熟に達する年齢、成熟時の体サイズ、一回に生む子の数、出産の回数、生涯の産子数、卵サイズ、寿命…

個体群の生存と出生の過程

$l_x - m_x$ schedule



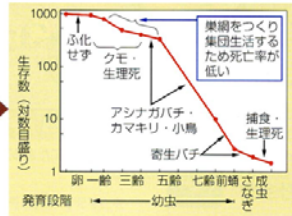
生命表と生存曲線

ある時期に出生した一定数の個体が時間の経過につれてどのように変化するかを示した表を生命表という。生命表の生存数をグラフ化したものを生存曲線という。

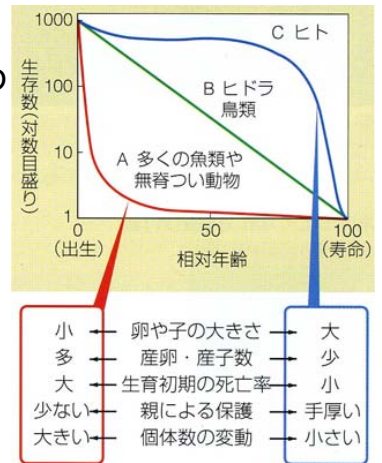
●アメリカシロヒトリの生命表

发育段階	はじめの生存数	期間内の死亡数	期間内の死亡率(%)
卵	4267	134	3.1
ふ化幼虫	4153	746	18.0
一齡幼虫	3407	1197	35.1
二齡幼虫	2210	333	15.1
三齡幼虫	1877	463	24.7
四齡幼虫	1414	1373	97.1
七齡幼虫	41	29	70.7
前蛹	12	3	25.0
さなぎ	9	2	22.2
羽化成虫	7	7	100.0

●アメリカシロヒトリの生存曲線と死亡要因

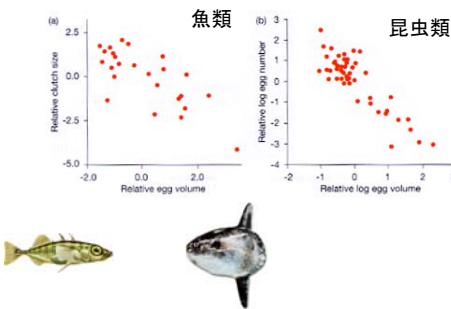


生存曲線の3つの型

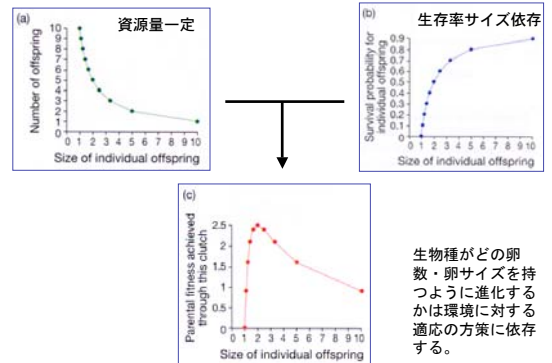


生活史形質に見られるいくつかの一般則

(1) 大卵少産と小卵多産

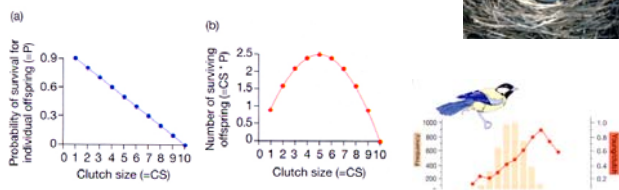


トレード・オフを仮定した説明



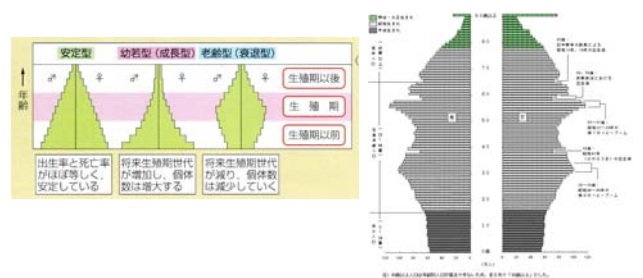
(2) 産卵数

卵数が多いほど死んでしまうヒナの割合が増える



実際には理論よりも少ない卵数を産んでいた。Lack 1955

個体群の年齢構成



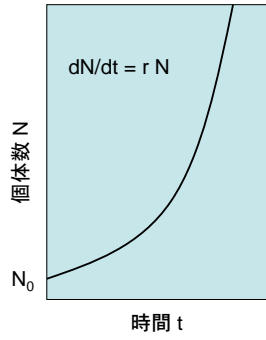
平成16年10月1日現在

個体数の指数的增长

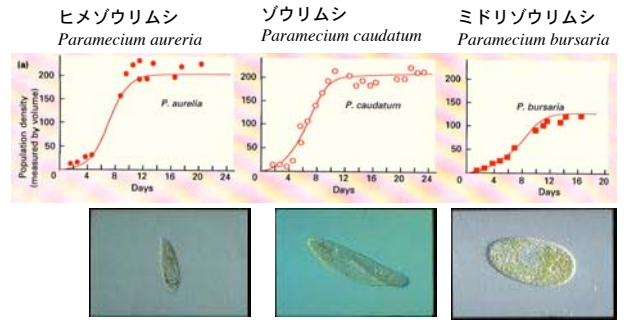
内的自然増加率 r
(マルサス係数)

微分方程式の解

$$N_t = N_0 e^{rt}$$



ゾウリムシ 3種の個体数増加



数が増えると、死亡率が上がり、出生率が下がるため。

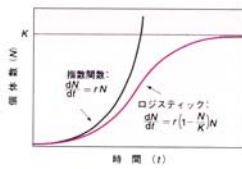


図7-1 指数関数的な増加とロジスティック式

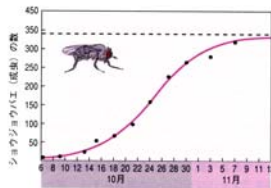


図7-2 ロジスティック式によく適合した個体数変化を示している実験室内で飼育されたショウジョウバエ R. Pearl, Q. Rev. Biol., 2, 532 (1927).

密度依存性と個体群調節

