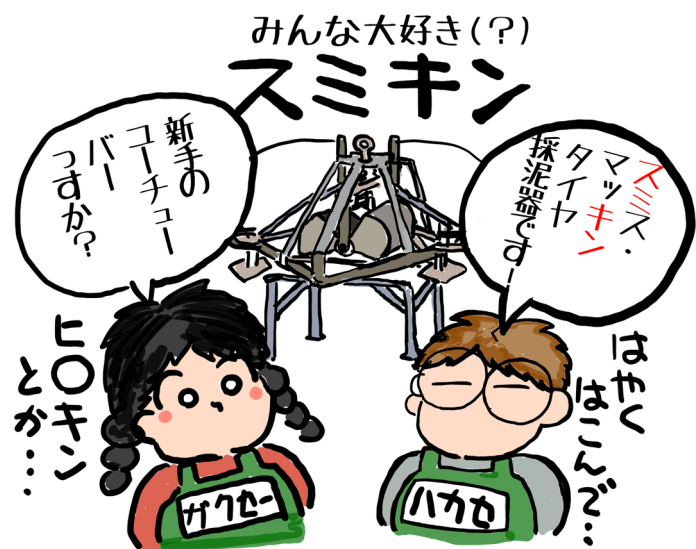


第1章 浜辺の環境とベントス

1. さまざまな生き物たちのなかで、砂や泥、岩、海藻や漂流物などの基底の表面やその内部に暮らすものを底生生物（）と呼ぶ。彼らはこの教科書の主役（スター）である。（p1）
2. 海水 1 kg には、約 g の溶存物質が溶け込んでいる。1 kg の海水中に溶け込んでいる溶存物質の総量（g）を と呼ぶ。（p2）
3. 体液よりも高い濃度の水溶液中で生き延びるために、海産生物は 調節などの生理的特性を有することによって、海水という環境に適応している。（p2）
4. 潮が引いた際に海面上に現れる範囲を と呼び、干潟やマングローブ林、塩性湿地といった生息場所は、いずれも潮間帯やその上部の 付近に成立している。また、大潮の干潮時にも海面上に現れない場所を と呼ぶ。（p2）
5. は、大陸の周辺部に発達した大陸斜面の上端まで続く傾斜の緩やかな棚状の海域である。水深 300～3500 m の海底を ，水深 3500～6500 m の海底を ，海溝のように 6500～10000 m を超える海底を と呼ぶ。マントルが地中深くから湧き上がって新しいプレートが生まれる場所を （海底の山脈）と呼び、プレートが沈み込む深い谷である との間には、なだらかで平坦な が広がっている。（p2-3）
6. 潮汐は、主に月と太陽が地球にもたらす （引力と遠心力）の作用によって生じる。2 週間に 1 度、満月・新月の前後は潮位の変動幅が最も大きい と呼ばれ、満月と新月のちょうど中間の時期は潮位の変動幅が最も小さい と呼ばれる。（p3, p6）
7. 1 日に 2 回ずつ訪れる干潮同士・満潮同士の間で見られる潮位の差を という。この現象は、地球と月の 面がずれていることによって生じる。（p6）
8. 水生生物は、その生活の場によって 4 つに区分できる。問 1 の の他に、水中に浮遊している遊泳生物（ ）、水表面に浮かんでいる水表生物（ ）、水中を遊泳する遊泳生物（ ）である。（p6）
9. ある生物を 4 つの類型区分のどれか 1 つに収める必要はない。ヒラメやウミガメは でもあり でもある。（p6）
10. 海域は陸域に比べて、 の多様性が著しく高い。また、そのほとんどは 4 つの類型区分のうち を含んでいる。（p7-9）
11. 海水中には、 や分解中の有機物片（ という）が漂っている。これらを食べる動物を と呼ぶ。このような生物は、体の内外に粒子を する構造を持っている。（p9-10）
12. 堆積物中の や底生性の を食べる動物を と呼ぶ。地表で採餌す



- るもの（たとえば、数十 cm から 1 m の長さの口吻を伸ばす ）や地下で採餌するもの（不要な砂泥を巻き糞として排出する ）が知られている。（p10-12）
13. 動物の遺体を食べる動物を と呼ぶ。（p12）
 14. 海底は、その基質の性質から、固い基質（ ）と軟らかい基質（ ）に二分される。（p12）
 15. 固い基質には、基質に固着して移動しない動物がたくさん見られる。 ，刺胞動物、環形動物、軟体動物、節足動物、 などのさまざまな動物門が固着性ベントスを含む。（p13）
 16. 巻貝類は藻類食、肉食の種が多いが、 類は岩に固着して 食をしている。（p13）
 17. 軟らかい基質にすむ動物は、捕食者から身を隠すため砂泥に潜ったり巣穴を掘ったりするものが多い。ユムシやアナジャコは、 食を効率的に行うための 形の巣穴をつくる。（p14）
 18. 基質の粒子サイズより小さく、砂の隙間にすむ動物を と呼ぶ。 類や 類が多く、また、 動物など、グループにメイオベントスのみを含む動物門も知られる。（p14-15）
 19. 底生生物も、さまざまな理由により水柱で ことがある。しかし、ユムシの事例のように、まだまだ理由のわかっていないケースもある。（p15-17）
 20. 繰り返すが、この本の主役は である。その研究は だらけになったりするハードなものも多いが、 の多様な形や生き様は見て楽しく、生物の多様性の魅力が詰まっている。（p13）



第2章 進化と種の多様性

1. 時間の経過と共に生物の特性が多様化する, あるいは変化する過程を [] という。(p20)
2. 個体間あるいは分類群間の類縁関係に関する仮説を枝分かれした樹木の形で示した図のことを [] という。木の根元は図に含まれるすべての個体あるいは分類群の [] にあたる。(p22)
3. [] とは, ある祖先から生じたすべての個体を含むまとまりを指し, [] とも呼ばれる。また, このまとまりに最も近縁な系統を [] という。(p22-24)
4. 互いに交配し, 繁殖能力のある子孫を産み出すことができる個体の集まりで, 他の集団とは交配しない(生殖的に隔離された)ものを [] あるいは [] という。(p20)
5. 遺伝的な交流のある個体の集団から, その交流が切り離された集団が生じ, 新たな種に分かれる過程を [] という。この過程は, 集団が物理的な障壁により隔てられること, すなわち [] をきっかけに始まる例が多く, これをとくに [] という。(p24)
6. 現在, 地球上におおよそ [] 万種が生息すると推定されている。ある地域ないし群集に生息する種の総数は [] とも呼ばれる。海岸ベントスの種数が最も多いのは西太平洋の熱帯域で, とくにフィリピン, インドネシア, ニューギニアを含む [] と呼ばれる海域に多様性の中心がある。(p28, p30)
7. 海洋生物は70万から220万種からなるといわれる。陸上・海洋を問わず, 個体数の極めて少ない種, すなわち [] が多いことが種数見積りの難しさの一因となっている。(p28, p29)
8. [] と種多様性の間には明らかな相関関係があり, 現在の地球において多様性は [] 付近で最も高く, 高緯度に向けて低下する。(p30)
9. この傾向は日本沿岸でも明らかで, フィリピン近海からの暖かい水を運ぶ海流である [] の上流, すなわち琉球列島が最も高い多様性を示す。一方, 北海道や東北地方では, [] の影響により北方系の種が分布している。(p31)
10. 多数の生物種の地理的分布パターンを参照して分けられた各地域を [] という。屋久島・種子島と奄美大島の間には生物相に大きなギャップが見られるが, この境界線は [] と呼ばれている。(p31)
11. 初期発生様式は, 海岸ベントス種の遺伝的分化や地理的分布を規定する大きな要因である。近縁種間の比較において, [] の長さは地理的分布域の大きさと相関する。また, [], すなわち種の誕生から [] までの地質時間とも相関することがわかっている。(p32-33)
12. 個体の生存および繁殖に有利な性質が選択的に保存される過程を [] という。また, 単一祖先が短期間に多数の異なるニッチを占めるよう著しく多様化する状況を

□□□□ という。アンモナイト類は、約 2 億 5000 万年前に起きた □□□□ ののちに爆発的に分化し、わずか 200 万年で絶滅以前より高い多様性を持つに至ったとされる。(p33-34)

13. 複数の系統が単一のニッチに適応する際、似た形質が各々の系統で独自に獲得されることがある。これを □□□□ あるいは □□□□ という。また、複数の種がある形質を共有する際、それが共通祖先に由来する場合、□□□□ な形質という。他方、鳥と昆虫の羽のように起源が異なる場合、□□□□ 形質と呼ぶ。(p34, p35)
14. およそ 2 億年前から、カニや大型の魚など、外骨格を壊すタイプの □□□□ が増え、食われる側も、素早い種、埋在性の種、他の生物に隠れすむ種の割合が増加、また貝類では厚く壊れにくい殻が一般的となった。これに対し、捕食側もより大きなハサミや歯を獲得するという □□□□, すなわち進化的 □□□□ が生じ、沿岸動物の生態や形態は大きく変わっていった。これを中生代の海洋変革 (□□□□) と呼ぶ。(p35)
15. 熱帯の浅海は、捕食者と被食者のせめぎ合いが苛烈な環境である。一方、□□□□, 極域、海底洞窟内など捕食者の少ない環境では、腕足類やウミユリなど、古生代に栄えた系統がかつての形態や生態を大きく変えずに生息しており、「□□□□」と呼ばれている。環境間に見られる捕食圧の差は、主に基礎生産と温度の観点から説明されている。(p37-38)
16. 「ウミニナ」と「*Batillaria multiformis* (Lischke, 1869)」は同じ生物を指すが、前者は日本で用いる □□□□, 後者は国際的に通用する □□□□ である。後者のうち、*Batillaria* を □□□□, *multiformis* を □□□□ と呼び、Lischke はこの種を新種として記載した □□□□ である。1869 はこの記載論文が出版された年で、□□□□ という。また、同じものを *Batillaria multiformis* と 2 語で記してもよい。このことから、学名の表記法は □□□□ と呼ばれ、18 世紀半ばに □□□□ が体系づけて以来、すべての生物種に対して用いられている。(p21)

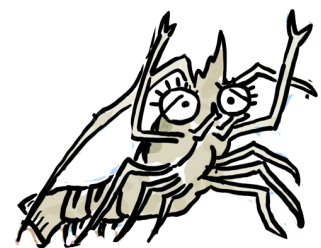


第3章 種内変異と種内関係

1. 生物が持つ多少とも遺伝的な性質を という。(p39)
2. 形態や行動, 生活史のように, 生物の外見に現れる形質を という。(p39)
3. 表現型が環境要因に応じて変化することを という。(p39)
4. 体の大きさや成長速度, 行動などの表現型が同一種の個体ごとで異なることを という。(p40)
5. 個体群ごとで形質の頻度や平均値などが異なることを という。(p40)
6. 1つの個体群における遺伝子頻度の世代間変化を という。(p41)
7. 小進化のおもなメカニズムは, , , , である。(p41)
8. 一部の個体が個体群から出ていったり, 逆に他の個体群から個体が入ってくることに
よる小進化を という。(p41)
9. 1つの個体群の世代間で, ある形質の遺伝子頻度が偶然変化することを とい
う。(p41)
10. 1つの個体群において, 形質の個体間変異があり, その変異に応じて適応度が異なる
ときに起こる小進化を という。(p42)
11. 進化の結果として「生物が環境にうまく合っている」ようにみえる現象を と
いう。(p44)
12. 適応度を構成する要素の1つである配偶成功率(異性個体との交尾回数や受精率に
よって評価される数値)に注目した自然淘汰であり, 雌雄で異なる装飾的な表現型な
どの進化に作用する淘汰を という。(p44)
13. 対象個体の適応度を下げて周囲の個体の適応度を上げる利他行動が進化した理由とし
て有力な自然淘汰であり, 対象個体と血縁関係にある他個体に及ぼす影響を加味した
包括適応度を適応度の拡張版として用いる淘汰を という。(p45)
14. 対象形質を示す個体の頻度が個体群内で高くなるほど適応度が増加する自然淘汰を
 という。(p45)
15. 対象形質を示す個体の頻度が個体群内で高くなるほど適応度が低下する自然淘汰を
 という。(p45)
16. 人間活動に起因する自然淘汰を という。(p45)
17. 餌, 生息場所, 配偶相手, あるいはエネルギーや時間など, それを利用することによっ
て生物の適応度を上げることができるものを という。(p46)
18. 資源をめぐる早い者勝ちの競争を という。(p47)
19. 資源をめぐり直接的な奪い合いになる競争を とい
う。(p48)
20. オスとして適応度を上げる形質と, メスとして適応度を上
げる形質が一致しないときの雌雄の対立関係を と
いう。(p49)



21. 摂餌行動や配偶行動などの一連の行動様式が，多少とも遺伝的に決定されている場合，その行動様式全体を という。(p52)
22. 対象個体（自分）の適応度が，自分の戦略以外に，他個体（相手）の戦略による影響も受けるとき，長期的に存続する形質を解析する数学的理論を という。(p52)
23. ある個体群で，ほぼすべての個体が1つの戦略（戦略Aと呼ぶ）をとっている状況で，戦略Aをとる個体の適応度が他の戦略の適応度を上回る場合，他の戦略は頻度を増やすことができない。このとき戦略Aを という。(p52)
24. ある1つの個体群で複数の戦略の適応度がほぼ等しい割合（頻度）で共存している状態を という。(p52)
25. ゲーム理論で，各個体が複数の行動様式を使い分ける場合，各行動様式を という。(p52)
26. ゲーム理論で，各個体が自らが置かれた環境に応じて戦術を切り替える戦略を という。(p57)
27. 個体間相互作用では，情報の発信と受信が重要な役割を果たす。受信者が受信（感知）して，自身の適応度を上げるために利用（反応）する情報を という。一方，発信者が，受信者の反応を操作して，自身の適応度を上げるために発信している情報を という。(p60)
28. 生物が生成・分泌する，同種他個体の行動変化を促す物質の総称を という。(p60)
29. 生物が生成・分泌し，その生物にとって有益な反応を他種生物に促す物質の総称を という。(p60)
30. 生物が生成・分泌するが，他種生物にとって有益となる物質の総称を という。(p60)



第4章 ベントスの生活史

1. 自然淘汰が作用する形質のうち、生活史にかかわるものを という。(p63)
2. 生活史進化の理論においてトレードオフとは、ある形質の変化によって適応度が増加するとき、つねに別の形質の変化による適応度の を伴う状況をいう。(p64)
3. 異なる形質間にトレードオフがあるとき、適応度が最大化される形質配分が進化する。これを という。(p64)
4. 成長と成熟の間のトレードオフの結果、性成熟を開始すると一切の成長が止まる現象を という。(p65)
5. 世代ごとに経験する環境が不確実に大きく変動する場合、子孫の形質の変異が大きくなることもある。このような生活史戦略を という。(p66)
6. 無性生殖は有性生殖よりも速く できる点で優れている。(p67)
7. 交配することなくメスが子孫を残す増殖様式を という。(p68)
8. 自身の卵と精子を使って自家受精した後、受精卵から卵由来の染色体のすべてを捨て、精子の染色体だけで個体発生が進行することを という。(p68)
9. 水中に卵と精子を同時に放ち、2つの配偶子を確率的に出合わせる受精様式を という。(p69)
10. ベントスの繁殖の同調性や浮遊幼生の行動などに影響する主要な環境周期として、 (1年)、 (24時間)、 (29.5日)、 (14.8日)、 (12.4時間)の4つがある。(p70)
11. 概日リズムや概潮汐リズムは、 によって制御される周期であり、ベントスの繁殖などの生活史イベントに影響することがある。(p70)
12. 水中で放出された精子の濃度によって受精率が制約されることを という。(p71)
13. 大多数のベントスの浮遊幼生は、浮遊期間中に摂餌する 型と、摂餌しない 型に大別される。(p72)
14. ベントスには浮遊幼生期を持たない発生様式もあり、これを という。(p72)
15. 同種であるにもかかわらず形態的に異なる摂餌型の幼生が発生する現象を、 という。(p74)
16. それ自身は胚発生せずに、同じ卵囊のなかで胚発生した個体の餌となる卵を という。(p73)
17. 子供が、母親の体内器官で成長してから体外に出てくる発生様式を といい、子育てを親の体外で行うことを という。(p73)
18. 浮遊幼生が行動を変えながら海流などを利用して、生まれた場所から離れていく過程を という。(p74)
19. 浮遊幼生は着底場所を選ぶ際に、同種から発せられる を利用することが多い。



(p77)

20. 1 個体が成熟した卵と精子を同時に生産することを という。(p78)
21. 1 個体がまず一方の性で成熟した後に別の繁殖期で他方の性に性転換することを といい、先にオスとして成熟してからメスへ性転換する様式を という。(p79)
22. 生まれた後の環境に応じて性が決まることを という。(p80)



第5章 ベントスを取り巻く種間関係

1. 2 種間の相互作用を，利害関係の有無によって分類すると，，，，，， の 6 つの種間関係を見いだすことができる。(p84)
2. 個体レベルで考えると，この利害関係は の増減であることから，海岸動物には種間関係を有利に展開する適応が進化する。つまり，種間関係は，海岸動物のさまざまな形態，行動，生理や生活史を進化させる原動力となっている。(p84)
3. 個体群レベルで考えると，これらの関係により，ある種や相互作用をする相手の種の の増減が起きる。つまり，種間関係の理解は海岸動物の個体群を理解するために欠くことができず，さらに，個々の種間関係は海岸動物の群集構造にも大きな影響を与える。(p84)
4. 海岸動物の種間関係のうち，中核となる関係は， と である。(p84–85)
5. 共生は，2 種が近接して共に生活する現象であり，広義には も含む概念である。(p85)
6. 共生を利害関係から分類した場合，共生者（種 A）にとってプラスであり，宿主（種 B）にとってもプラスとなる関係を ，宿主（種 B）にとってプラスでもマイナスでもない関係を と区別する。宿主（種 B）にとってマイナスとなる関係が であり，その場合，共生者（種 A）のことを と呼ぶ。(p85)
7. 2 種の生物間で，種 A にとって利害がないのに種 B にとってはマイナスの影響がある場合は， と呼ばれる。海岸動物では 食者による摂食活動の結果，砂泥が周囲に飛散して 食者に悪影響を与えるなど，堆積物底の生態系でとくに重要であり，研究例が豊富である。(p85)
8. 生態系のなかでは，餌やすみ場所といった限られた をめぐり，たいいていの生物の個体間で競争関係が生じている。(p87)
9. 種内で見られた競争のプロセスは種間においても，たいいていあてはまり， 型競争と 型競争があることも種内競争と同様である。しかし，種間競争では，2 種間の共存が成り立たないことがあり，これを 則と呼ぶ。(p87)
10. 生物が必要とするさまざまな と，その生存に適した の組み合わせをニッチと呼ぶ。2 種間のニッチの重なりが大きいほど種間競争は激しくなる。利用できる資源が制限されることにより，ニッチが変形することが知られている。ある種が単独で存在するときのニッチを ニッチ，他種との競争によって歪められたニッチを ニッチと呼ぶ。(p87)
11. 異なる種の個体間で配偶が起きる場合，受精しないか，雑種個体が生じたとしても，その生存，成長または繁殖能力に欠けることがほとんどである。したがって，種間配偶は，オスからメスへのハラスメント，メスの貴重な卵資源の浪費など，著しくメスの適応度を下げる結果を伴う。これを と呼ぶ。(p90)

12. 捕食・被食関係は、 の網目をつくる糸に相当し、生態系における生物間のつながりの最も本質的な関係である。この関係を記述する数理モデルとして モデルがよく知られている。(p90-91)
13. 大型藻類を摂食する植食者としては、魚類や大型のベントスである などが知られており、後者はケルプの森を消失させるほどの摂食量を有している。一方、 や のような小型甲殻類は大型藻類に付着する微細藻類を主に摂食する。(p91)
14. と捕食は、2種間の利害関係は同じである（片方にプラス、もう片方にマイナス）。つまり、生態系において、 は捕食と同様の効果をもたらすこともある。(p95-96)
15. 相利共生のうち生態系に与える影響も大きいものが、造礁サンゴにみられる 共生である。サンゴの個虫の細胞内には、 が共生しており、その光合成産物はサンゴの成長や繁殖に利用される。(p96)
16. 環形動物の 類や二枚貝の 類などでは、鰓の細胞内に硫黄細菌が共生し、硫化水素を酸化する際に得る化学エネルギーを元手に有機物を合成する（化学合成）。これらの動物を起点とする化学合成生態系が深海域で発達している。(p96)
17. 海岸動物の個体間の相利共生は、イソギンチャク類やサンゴ類など刺胞動物に関係するものがとくに多い。刺胞動物門は、 をつくとともに、毒針を発射する刺胞により から保護されるためである。(p96)
18. 共生には利害関係が解明されていないあらゆる共生関係が含まれており、今後の研究によって、その生態学的価値が著しく高まる事例も多数あるだろう。(p100)
19. 海岸では、 はもちろんのこと、カキ礁、イガイ類のベッド、堆積物底につくられたベントスの など、動物が他の動物の生息基盤をつくり上げることが非常に多い。海岸では、動物間の 共生が生物多様性の鍵を握っている。(p100)
20. 一方の種（始動者）の個体数などの変化が、もう一方の種（効果の受動者）の個体数や形質に直接に影響を及ぼすことを 効果という。一方の種（始動者）の個体数などの変化が、第三者（伝達者）の個体数や形質の変化を通して、もう一方の種（効果の受動者）の個体数や形質に影響を及ぼすことを 効果という。(p100)
21. 型競争では、競争する種 A と種 B が共通の餌資源である種 C の密度の変化を通して相互作用の影響を及ぼし合っている。そのため、厳密には 効果として扱われることも多い。(p100)



第6章 個体群動態

1. 個体群全体の個体数のことを という。(p103)
2. 一定の空間あたり (例: 面積や体積), あるいは一定の資源あたり (例: 1枚の海藻, 1個の貝殻) の個体数というような, なんらかの単位あたりの個体数を という。(p103)
3. 個体群サイズや密度の時間変動, つまりある個体群で個体数が増えたり減ったりすることを という。(p103)
4. 個体群動態, つまり, ある個体群における個体数の時間変動を考えるために, 時間 (世代) $t = 0$ のときの個体数を N_0 とし, $t = 1$ の個体数を N_1 とする。このようにして, 時間 t における個体数を N_t と表す。この個体群に他の個体群からの移入個体や, この個体群から移出する個体はいないものとする。このとき時間 $t+1$ の個体数を, 時間 t の個体数と単位時間 (つまり 1 世代) あたりの出生率 B , 単位時間あたりの死亡率 D で表すと

$$N_{t+1} = \text{$$

となる。出生率と死亡率の差 $B - D$ を純増加率 R とすると, 時間 t の個体数 N_t は, 時間 0 の個体数 N_0 と t と R で

$$N_t = \text{$$

と表すことができる。(p104)

5. 時間 t における個体数 N の増殖率 (dN/dt) を以下の微分方程式で表したとき

$$\frac{dN}{dt} = rN$$

r は個体あたりの瞬間出生率から瞬間死亡率を引いた値であり, と呼ばれる。 $r > 0$ であれば個体数は し, $r < 0$ であれば する。(p106)

6. ある生物の密度が高くなるほど, その個体群の成長率が低下する現象を という。(p106)
7. 個体群の成長率は, 個体群の密度が低すぎると, かえって低下する場合がある。ある程度の高密度のときのほうが配偶相手を見つけやすく, また固着性の海岸生物の場合は, ある程度高密度のほうが乾燥などのストレスを緩和できるなどの理由があるため, 密度が高くなるほど個体群の成長率が増加する場合がある。この現象を という。(p107)
8. 個体数が増えて成長率が 0 になるときの個体数を定数 K としたとき, K を という。(p107)

9. 世代が重複しない個体群動態のモデルに密度効果を組み込むと、以下の数式になる。

$$N_{t+1} = N_t + N_t R \frac{K - N_t}{K}$$

このモデルの個体群動態では、個体数が K に収束していくこともあるが、 R が大きい場合には、個体数が増加しすぎて K を超え、次の時間では個体数が減少しすぎて K を下回るなどという事態が生じる。そのため個体数が減衰振動しながら K に収束する場合もあれば、2つの個体数を交互に繰り返す や、初期値の小さな違いによって個体群動態が大きく変化する となることもあり、 R の値に応じて個体群動態のパターンが変化していく。(p108)

10. ロトカ・ヴォルテラの種間競争モデルは以下の数式で表現される数理モデルである。

$$\frac{dN_1}{dt} = \text{$$

$$\frac{dN_2}{dt} = \text{$$

このモデルは連立微分方程式となっている。上式が種 1 の、下式が種 2 の個体群動態を表す。種 1 と種 2 は、個体数や内的自然増加率、環境収容力が異なるので、それらが下付き文字の 1 と 2 で区別されている。たとえば N_1 と r_1 は種 1 の個体数と内的自然増加率である。種 1 の個体群動態を表す上式には、最後の分子に $-\alpha_{12}N_2$ がある。このとき、 α_{12} を という。これは 1 個体の種 2 が、種 1 の何個体分に相当するのかを表している。(p109–110)

11. 個体群の成長率が 0 になるときを図示することによって、競争する 2 種や捕食・被食関係にある 2 種が最終的にどのような平衡状態になるのかを探る手法を という。(p110)
12. ロトカ・ヴォルテラの種間競争モデルにおいて、2 種の共存が安定平衡状態となる必要十分条件は、以下の 2 つの関係が両方満たされているときである。

$$\text{} \text{ かつ } \text{$$

つまり、2 種ともに の個体群に及ぼす密度効果が の個体群に及ぼす影響よりも強いときである。(p114)

13. ロトカ・ヴォルテラの捕食・被食モデルは、以下の 2 つの数式で表される。

$$\frac{dN}{dt} = \text{$$

$$\frac{dP}{dt} = \text{$$

この 2 つの式で、 N と P はそれぞれ被食者と捕食者の個体数であり、「被食者を探索する効率」や「捕食者の攻撃頻度」を、 a という係数で表している。被食者を食べた捕食者が、それを個体群成長のために変換する効率を、 f という係数で表している。

(p114)

14. ロトカ・ヴォルテラの捕食・被食モデルでは、捕食者と被食者が安定した を示しつつ共存しうることが導き出されている。ただし、このモデルは捕食者以外に被食者の成長率を抑制する要因を想定しておらず、たとえば密度効果や種間競争、捕食者と被食者の共進化などは考慮されていない。(p117)
15. 動物は、生まれた個体群から別の個体群に分散・移動することもあり、出生個体群から移出する個体数と、他の個体群から移入する個体数が、個体群動態に大きな影響を及ぼす場合もある。移出入のある複数個体群の集合を「高次の個体群」という意味で という。また、その高次の個体群を構成する1つ1つの個体群は と呼ぶ。(p117)
16. メタ個体群全体にとって出生個体の供給源になっている局所個体群を , 他の局所個体群からの供給がなければ存続できない局所個体群を という。(p117)
17. 出生個体群から移出した結果、繁殖が極めて難しい場所に分散することを といい、海洋生物学では、そのような集団を ともいう。(p117)
18. ある個体群において、同じ年に生まれた個体のグループを という。さらに、年に限らず、ある短期間に生まれた個体のグループを という。他の年に生まれた個体グループよりも顕著に個体数の多い年の個体グループを という。(p119)
19. 年級群あるいはコホートの個体数が時間とともに減少していく様子を描いた曲線であり、新たに生まれた平均的な個体が各齢まで生存する確率を示したものを という。(p119)
20. 齢や発育段階ごとの繁殖パターンを表したものを という。(p120)



第7章 生物群集とその特性


1. ある時・ある場所に生息するすべての種の集まりを生物 という。(p122)
2. ある場所に出現する生物全体の集合を 群集, そのなかの一部分を切り出したものを 群集という。(p122)
3. 「どの種がどれだけいるのか」を示す群集の特性を という。(p124)
4. 「種がどれだけ多様か」を示す群集の特性を という。(p127)
5. 群集のなかに「何種いるのか」を示す種多様性の要素を という。(p127)
6. 群集を構成する各々の種の「現存量の均等さ」を示す種多様性の要素を という。(p127)
7. 「現存量が特定の種に偏っているのか, それとも種間で偏りは小さいのか」を示す群集の特性を 分布という。(p127)
8. ある地域で複数の場所の群集を調べるとき, 個々の場所で見られる群集を 群集, これらすべてを含む地域全体としての群集を 群集という。(p128)
9. 複数の群集を調べるときは, 「 群集が 群集の入れ子になっている」という階層性を考慮する必要がある。(p128–129)
10. α (アルファ) 多様性は 群集の多様性, γ (ガンマ) 多様性は 群集の多様性である。(p129)
11. β (ベータ) 多様性は, 局所群集間での「 の違い」の程度を示す。(p129)
12. 複数の群集を比較するとき, 分布を用いて, 群集間で種の豊富さと均等度がどのように異なるかを視覚的に比較できる。(p129)
13. 群集には「少数の 種と多数の 種で構成される」という普遍的なパターンがある。(p130)
14. 群集には「調査地の面積が大きくなるほど, 出現する が増える」という普遍的なパターンがある。この関係は 曲線で示される。(p130–131)
15. 群集のなかで競争に強い一部の種が資源を独占すると, は低下する。(p134)
16. 群集のなかで, 現存量は少ないが群集に与える影響が大きい種を 種という。(p135)
17. 生息地の物理的環境を変えることで他種を増やしたり減らしたりする生物の作用を生態系 という。(p135)
18. 嵐や津波などの外的な要因で群集やそれを構成する種個体群が消失・減少することを という。(p135)
19. 攪乱でできた空き地では, 新たな種のすみ着きが始まった後, 種組成が決まった順番で入れ替わる が始まることがある。(p137)
20. 強すぎず弱すぎない, 中規模の攪乱の下で種多様性が最大になるとする仮説を



仮説という。(p139)

21. ある海岸で加入が増えると、群集を構成する種の密度が増え、異種の個体同士が出合いやすくなるため、種間の が生じやすくなり、 が低下することがある。(p141)
22. 生産性の高い海岸では、群集を構成する種の成長が速いため、種間の が生じやすくなる。(p142)
23. 生産性の高い海岸では、サンゴやケルプなど、複雑な生息空間をつくり出す 種が分布することで、種多様性が高くなることがある。(p142)
24. 群集の種組成は、種間の相互作用、攪乱、分散と加入、生産性などのプロセスを通じて決まるが、これらが で種組成に影響することはほとんどない。(p142)
25. 分散と加入、生産性は、湧昇流や海流の影響を受けて種組成に影響するため、海岸よりもはるかに な空間スケールで働くプロセスである。(p143-144)
26. 種間の相互作用は、異種の個体同士が出合うことで生じるため、海岸よりも な空間スケールで働くプロセスである。(p144)

第8章 生態系における物質とエネルギーの流れ

1. 動物のように餌に含まれる有機物を取り込んで生きる生物を 生物と呼ぶ。一方、植物のように光や化学エネルギーを利用して二酸化炭素などから複雑な有機物を合成する生物を 生物と呼ぶ。ミドリムシの仲間のように両方の特性を持つ生物は 生物と呼ばれる。(p145)
- 
2. 生態系のなかで起こっている「食う-食われる」のつながりを と呼ぶ。実際の自然界では、ある消費者が1種類の餌だけを食べて生きていることは少ないため、この関係は複雑な網目状となり、 と呼ばれる。(p145-146)
 3. 食物網を構成する要素のうち、植物プランクトンを と呼び、植物プランクトンを食べる動物プランクトンを , 動物プランクトンを食べる魚は , 魚食者は と呼ぶ。(p146)
 4. 動植物の遺骸を分解するカビや細菌を , 死体を食べる動物を と呼ぶ。(p146)
 5. 生きた植物を起点とする「食う-食われる」のつながりを という。一方、枯死体や排泄物を起点とする「食う-食われる」のつながりを と呼ぶ。(p146)
 6. 直径 $0.2\sim 2\mu\text{m}$ のプランクトンを プランクトン, $2\sim 20\mu\text{m}$ のものを プランクトン, $20\sim 200\mu\text{m}$ を プランクトン, $200\sim 2000\mu\text{m}$ を プランクトンと区別する。(p147)
 7. 水のなかに溶けている有機物を と呼び、これを利用する細菌を介した「食う-食われる」のつながりを と呼ぶ。(p147)
 8. 生産者を1段目としたとき、ある生物が「食う-食われる」の何段目に位置するかを と呼ぶ。(p147)
 9. ある生態系について、生物の個体数、生物量や生産速度を積み重ねた図を と呼ぶ。(p148)
 10. ①個体数, ②生物量および③生産速度のそれぞれについて問9の図を描いたとき、上にいくほど大きくなるケースがありうるのは (※番号選択, 複数回答可) である。(p149)
 11. 生物量 (B) が大きく、生産速度 (P) が小さい生物では、単位生物量あたりの生産性 (P/B) は なる。逆に、生物量が小さく生産速度が大きい生物の場合、 P/B は なる。(p149)
 12. 生態系内の生物生産のうち、生産者によるものを , 消費者によるものを と呼ぶ。(p149-150)
 13. 生産者がつくり出した有機物の総量を と呼び、ここから自身の呼吸による消費量を引いたものを と呼ぶ。(p150)
 14. 植物が溶存態無機窒素 (DIN) を吸収し、体をつくる物質の材料にする働きを

- と呼ぶ。一部の生物は空気中の窒素を直接利用できる。この働きを [] と呼ぶ。(p151)
15. 植物プランクトンは、一般に炭素・窒素・リン (C・N・P) をおおよそ [] の割合で消費する。この比率を [] 比と呼ぶ。(p151)
 16. その場所で生産された有機物を [] 有機物、他の場所から運ばれてきた有機物を [] 有機物と呼ぶ。(p151)
 17. 干潟や河口域では、隣接した生態系との間で多くの物質やエネルギーが行き来するが、このような生態系の垣根を超えた有機物の流入を [] と呼ぶ。(p151-152)
 18. 水中の懸濁態有機物や底質有機物のように、分解途中の生物遺体や鉱物粒子とそこに付随する微生物群集が混じり合ったものを [] と呼ぶ。これらは、ベントスの餌として重要である。(p153)
 19. 近年の研究により、セルロース (多糖類) を消化するために一部のベントスは [] という消化酵素を持っていることがわかってきた。(p153)
 20. 生物がエネルギーを使って物質を複雑な物質につくり変える反応を [] と呼ぶ。例として、植物が光エネルギーを使って水と二酸化炭素から糖を合成する [] がある。(p154)
 21. 問 20 とは逆に、複雑な物質を簡単な物質に分解し、エネルギーを得る反応を [] と呼ぶ。例として、酸素によって有機物を水と二酸化炭素に分解する [] がある。(p154)
 22. 呼吸によって有機物を分解してエネルギーを得る生物群を [] 栄養生物と呼ぶ。泥のなかでは、代謝産物としてメタンを生成する [] や硫化水素を生成する [] のように、酸素を使わない [] 呼吸が行われている。(p155)
 23. 干潟を掘ると、表層の数 mm が黄褐色の [] 層で、その下は灰色～黒色の [] 層となっている。これらの境界を [] 層 (RPD 層) と呼ぶ。このような層状構造は微生物の働きによってつくられている。(p155-156)
 24. 硝酸イオンで有機物を酸化し、窒素や亜酸化窒素を生成する代謝は [] と呼ばれ、干潟での微生物的水質浄化プロセスとして重要な役割を担っている。(p156)
 25. 細菌のなかには、光がなくても化学エネルギーを利用して有機物を合成できる仲間がいる。この生物群を [] 栄養生物と呼ぶ。例として、アンモニウムや亜硝酸が酸化される際の化学エネルギーを利用する [] 細菌や、硫化水素を利用する [] 細菌、メタンを利用する [] 細菌が挙げられる。(p156)
 26. 深海において、硫化水素を含む高温の水が湧き出している場所を [] , メタンを含む水が湧き出している場所を [] と呼ぶ。(p156)
 27. 底質環境の「健全度」を評価するための指標として [] (Eh) がある。一般に、有機汚濁が進行して底質が還元化するとより [] い値を示す。(p157)
 28. ベントスの活動により、生態系内の物質の流れも変化する。アメリカのハドソン川河口域の事例 (Caraco et al. 1997) では、懸濁物食のカワホトトギスガイが移入して大

増殖し、植物プランクトンが85%も した。この結果として、植物プランクトンを餌とする他のベントスが した。(p159)

29. 巣穴を掘ったり、土をかき混ぜたり、構造物をつくることで生息場所の構造や環境を大きく変えてしまう生物を と呼ぶ。また、ベントスの活動によって底質が移動・攪拌される働きを と呼ぶ。(p162)

30. ベントスを摂食様式で区別するとき、堆積物表面の有機物粒子を食べるものを 食者、底泥深部の堆積物中の有機物粒子を食べるものを 食者、水のなかの有機物粒子を濾し取って食べるものを 食者と呼ぶ。(p163)



第9章 ベントスが支えるさまざまな生態系

1. 岩盤など固い基質で形成され、定期的に干出する岩礁潮間帯では、性のベントスが
多く、その大部分は水中の有機物を摂餌する食者である。(p168)
2. 岩礁潮間帯では、干出している時間が長い潮間帯上部から下部に向かって、傾斜に沿って
環境が変化するがある。一般的に上部では乾燥や温度変化などの
ストレスが大きく、下部ではや競争などのストレスが大きいとされる。
固着性や移動力の低い種が多く、干潮時のように環境条件の厳しい時期に隠れる場所
も少ないため、各種が適した環境の高さに分布するが見られる。(p167-169)
3. 固着性のベントスが多い岩礁潮間帯では、種間関係のなかでも付着基質をめぐる
が卓越するが、ベントスの体が他の固着生物に付着基質を提供することも多
い。このような基質をと呼ぶ。競争相手でもある同種・異種の他個体と集団
をつくったほうが干潮時の乾燥をしのぎやすいなど、正の影響もあることがわかって
おり、このような作用をという。(p171)
4. 潮間帯に川や海が運んできた泥が堆積してできる干潟は、地形がで入り江や
湾内などの穏やかな場所に多い。とくに河川の河口部に発達する干潟をと呼
ぶ。(p171)
5. 干潟では底質表面や底質に潜って生活するベントス
が多く見られ、その食性は、水中の有機物を摂餌す
る食や、底質の粒子表面の有機物を消化す
る食である。(p171)
6. 河川の影響を強く受ける干潟は、陸域と海域の異な
る生態系の境界にある移行帯であり、物質やエネルギーが行き来するである。
に応じて河川と海域を行き来するつまり回遊する動物にとっては、移動経路に
なっている。(p172)
7. 干潟には、陸域起源の有機物やリン・窒素の化合物であるが流入し、ベント
スの餌となったりである底質上の微細藻類に利用されたりしている。河川か
ら流入した物質は、干潟のを通して魚や鳥といった最上位に利用さ
れ、移動力の大きいこのような動物によって沿岸域から持ち出される。(p174)
8. 干潟におけるベントスの分布は底質環境に大きく影響される。波当たりの弱い場所
では泥が堆積しやすく、小さな粒子で構成されるの細かい底質になる。そのよ
うな場所では、重量に占める堆積物中の水の割合(率)が高くなり、底質へ
の穿孔がしやすくなるとともに、堆積物食のベントスにとっては餌の量を表す
が高くなる。(p172-174)
9. 熱帯・亜熱帯地域では、河口域のソフトボトム(砂や泥などの軟らかい基質)上にマン
グローブ林が形成される。マングローブとは、耐性を持つ樹木の総称で、底
質から露出して呼吸する気根や海水中で生育可能な種子を持ち、散布を行え



る。(p177)

10. マングローブ林は陸域と海域の両方の環境と生物を擁しており、そこにくらすベントスには、底質表面や底質に潜って生活するものだけでなく、樹木上で匍匐あるいは [] 生活をおくるものもいる。その [] は、プランクトンやその死骸、底質上の微細藻類だけでなく、マングローブにも支えられている。落葉などマングローブ起源の有機物は海洋のベントスにとって消化しにくいですが、バラバラにかみ砕く [] 者とバクテリアの働きによって、 [] 食者が利用できるようになる。落葉のように死骸から始まる食物連鎖を [] 連鎖という。(p178)
11. マングローブの実生は光の当たる森林の周辺部、とくに海岸側で成長する。一方で [] 部にはマングローブの根によって土砂が堆積し、 [] していく。陸上植物との競合ではマングローブは弱く、つねに海水に沈む場所でも生息できない。そのため、マングローブ林はつねに陸域と海域の境界に位置を占めており、津波などから陸域を守る [] 上の機能が注目されている。(p179)
12. [] から寒帯域では、干潟の背後部にヨシやアイアシなどからなる [] 湿地が形成される。このようなハビタットに依存するベントス種も多いが、海岸線の開発などによってハビタットそのものが消滅しており、多くの種が [] 種とされている。(p178, p180)
13. [] 地域では、岩礁性の基質で干出することのない [] 帯に [] サンゴが形成する生態系(サンゴ礁)が見られる。サンゴはクラゲやイソギンチャクと同じ [] 門に属しており、 [] 生殖によって増殖した個虫が [] を形成する。これによって [] な空間構造がつけられるとともに、さまざまなベントスがサンゴに付着・穿孔することでさまざまな形状の基質を提供し、多くの生物に [] を提供している (p180-182)
14. サンゴは動物であり刺胞を使った捕食も行うが、褐虫藻を細胞内に [] させており、その [] 産物を利用している。この関係は、サンゴが褐虫藻にすみ場所や栄養塩を提供し、酸素と有機物を得る [] であると思われる。(p181, p183)
15. サンゴの多くは [] 同体で、卵と精子を [] というカプセルに入れて放出する。水面で他の個体の卵や精子と受精する [] 生殖を行う。(p182)
16. サンゴはタンパク質、 [] , 脂質などの有機物からなる粘液を排出するが、これがサンゴ礁のベントスに利用されて [] 連鎖の起点となり、藻類や植物プランクトンが支える [] 連鎖と並んでサンゴ礁の生態系を支えている。(p183-184)
17. [] の岩礁上に大型の褐藻類が形成する群落が海藻藻場である。ホンダワラ類が形成する [] 場や、コンブ目が形成するアラメ・ [] 場やコンブ場がある。(p184)
18. 海藻藻場には多くのベントスが生息している。大型藻類の体表には小型巻貝類やヨコエビ類やワレカラ類などの [] 類が付着しており、藻類や藻体上の [] を摂餌している。このような動物は [] 動物と呼ばれ、水産有用種も含めた魚類の餌

となっている。また、基質上にもウニや巻貝類などのベントスが生息しており、大型藻類や基質上の小型藻類を餌にしている。(p184)

19. 海藻藻場を形成する大型藻類は、藻場内に生息する動物にとって、 や から身を守る隠れ場所を提供してくれる。そのため、多くの種が脆弱な子供時代に藻場をすみ場所としており、 として利用している。卵塊を基質に産み付ける動物にとって藻体は産卵基質にもなるため、 として利用するものも多い。(p184)
20. ホンダワラ類はある季節になると基部から切れて漂流することがあり、これを と呼ぶ。ブリの幼魚である はこの下に蟄集して東シナ海を北上することが知られており、養殖の種苗を採捕する漁が知られている。(p186)
21. 砂泥質で干出しない場所では、海藻ではなく、アマモなどの 植物が群落を形成し、 藻場と呼ばれる。底質中に を張って栄養塩を吸収し、花を咲かせる陸上植物である。 や根を張って底質を安定させる働きも持つ。(p186)
22. 上述の藻場では、植物体の上や基質上に小型ベントスが生息するだけでなく、 内にもベントスが生息している。海藻藻場と異なる点は、藻場を構成する植物を直接摂餌する動物が少ない点である。陸上植物は などの難分解性の物質を持つため、枯死後ある程度 されて 連鎖の起点となり、 食者に摂食される。(p188)



第 10 章 ベントスの保全と利用

1. 生態系の働きからとくに私たちヒトが受けているあらゆるめぐみを [] サービスという。(p191)
2. 生態系サービスは、[] サービス、[] サービス、[] サービス、[] サービスの 4 つに大きく区分されている。(p191)
3. [] 作用は干潟生態系の調節サービスとしてよく知られている。(p192)
4. 塩性湿地のヨシ原やマングローブ、浅海の花藻場が取り込んだ炭素は [] と呼ばれ、近年その働きが注目されている。(p193)
5. 国際連合の主導によって 2000 年に地球規模の生態系アセスメント「[] 評価」が実施され、直近の数十年間に生じた生態系変化に関する評価がなされた。(p194)
6. 2015 年には生物多様性の保全と持続可能な利用に関する問題を含む [] , 略称 [] が国際連合の全加盟国により掲げられた。(p194)
7. 生態系が持つ生物多様性と生態系機能そのものを [] 資本と捉え、それから生み出される生態系サービスを経済的貨幣価値へ換算する取り組みが行われている。(p194)
8. アサリの漁獲量を増やすと [] サービスは増加するが、一方でアサリが減少して、濾過能力が低下し、[] サービスが低下する。漁獲量を増やすことで短期的には経済的収益は高くなるが、長期的に見れば資源量の低下や浄化機能の低下などの生態系機能の劣化をもたらす、長期的収益は低くなるかもしれない。このような生態系サービス間の利益・不利益の差し引きを [] という。(p195)
9. 生態系サービスの管理を考える上で消費者、企業株主や従業員、行政、地域住民などの利害関係者（ [] ）間の協議では、その判断基準となる基礎的な情報の有無や正確さが重要となってくる。(p196)
10. 沿岸域は陸域と海洋の中間に位置する [] である。(p196)
11. 生態系の上位構造である景観は、沿岸域の場合、海域と陸域の両方の環境が交わることでより複雑になり、景観 [] が高くなる。(p196)
12. ホタテガイの放流種苗について、商品サイズに達するまでの成長期間を保証し、成長に応じた年数分に相当する複数の禁漁区を設定して、年ごとに異なる区画を順に漁獲する方法を [] 制という。(p198)
13. 絶滅の危機にある生物種のことを [] 種と呼ぶ。(p202)
14. 都市の発達により、内湾や内海では生活排水や産業排水に含まれる栄養塩が増加し、海水中の [] 化が進んだ。その結果、大量のプランクトンが発生し、[] が発生する。(p205)
15. 赤潮プランクトンの死骸や流入する有機物の増加に伴い、有機物が海底に大量に堆積する。これらの有機物の分解によって酸素が消費され、溶存酸素濃度が低下する。このときに塩分や水温の成層構造が発達していると、とくに底層では溶存酸素が生物の死亡を引き起こすほど減少した水塊が発達することがある。これを [] 現象と呼ぶ。

ぶ。(p205)

16. 貧酸素化により，呼吸に使う酸素がなくなるだけでなく，硫酸還元菌の活性化により，生物にとって有毒な硫化水素が発生する。貧酸素水塊が陸地に吹き寄せられ，水面上がってくると水色に見える。これを と呼ぶ。(p205)
17. 有機水銀などの化学物質は廃棄時には死にいたらない低濃度だったものが，低次栄養段階から高次栄養段階へ移動する際に，有害物質が体外に排出されずに生物体内で濃縮される。これを という。(p207)
18. トリブチルスズなどの化学物質は低濃度でもホルモンのような働きをする 物質として，腹足類の雌の雄性化など，生物の繁殖に悪影響を与える を起こすことがある。(p207)
19. 近年ではプラスチック廃棄物が磨耗して生成する が問題となっている。(p207)
20. それまですんでいなかったところに，人間によって運び込まれた生物を 生物という。(p207)
21. 外来生物と疑われているがはっきりした証拠がない生物を 種と呼ぶ。(p208)
22. 何らかの利用目的があって外来生物が運び込まれることを 導入といい，人間が運ぶ物資に混ざったり付着したりして，人間の意図とは関係なく生物を導入してしまうことを 導入という。海洋生物は 導入による種が多くを占めるのが特徴である。(p209)
23. 大型の貨物船は荷物を陸揚げして船が軽くなると安定が保てなくなるため，港で海水を積み込んで重しにして，次の港へまた航海していく。その水を 水と呼ぶ。この管理のために (IMO) において審議が行われた。その結果，2017 年にいわゆる 条約が発効した。(p209, p212)



24. 海外から持ち込まれる種の中には，環境省によって 生物と指定され，輸入，運搬，飼育，栽培の禁止などの法的な規制が課せられている種がある。(p212)
25. 一定面積の藻場が消失して回復しない海の砂漠化現象は， と呼ばれる。(p216)

26. 沿岸域における国による長期調査の活動として、重要生態系監視地域モニタリング推進事業（モニタリングサイト 1000）が行われている。これは 2002 年に地球環境保全に関する関係閣僚会議で決定された「 国家戦略」の基本戦略事業の 1 つである。（p217）
27. 各国に生育・生息する生物は、その国が持つ貴重な遺伝的資源であるため、その利用から生ずる利益を公正かつ衡平に配分することを （ABS）という。（p218）