

Chapter4

2022/07/11 五十里

Chapter4

[個体の分布 The distribution of Individuals \[71\]](#)

[種と個体群の分布 The distribution of Species and Populations \[71\]](#)

[分布域の地図化と測定 Mapping and measuring the range \[74\]](#)

[個体群の増加の数理モデル Population growth and demography \[77\]](#)

[ハッチンソンの多次元的ニッチ概念 Hutchinson's multidimensional niche concept \[78\]](#)

[分布と個体数の関係 The relationship between distribution and abundance \[82\]](#)

[何が分布を制限するのか？ What Limits the Geographic Range? \[85\]](#)

[物理的制限要因 Physical limiting factors \[85\]](#)

[攪乱, 分散, 時間 Disturbance, dispersal and time \[90\]](#)

[他種との相互作用 Interaction with other organisms \[93\]](#)

[まとめ Synthesis\[100\]](#)

生物地理学が扱う現象: 個々の生物がどこにいるか、局所 (local)・地域 (region) スケールの個体群の分布移動、現在・過去の高次分類群の分布、地理的な勾配に対する形態・生理・行動・多様性の変化がどう起きるか

これらの核となる情報が生物の「地理的分布」geographic range

個体の分布 The distribution of Individuals [71]

○「種の分布」はスケール(時間, 空間)依存の情報である

- 卓越するプロセスが、空間スケールと時間スケールと対応 Figure 4.1
- 個体がスケールごとにパッチ状の分布を示す例 Figure 4.4

種と個体群の分布 The distribution of Species and Populations [71]

分布域の地図化と測定 Mapping and measuring the range [74]

○分布地図には種類がある; 複数を組み合わせることもある

- Outline maps
 - 専門知識で、あり得る分布の外縁をとる
- Dot maps: 在データの点
 - 注: 異なる時期の在データを圧縮する場合, すでに存在しない個体群を含めてしまうリスクがある
- Contour maps: 個体数の等高線
 - 注: 情報量が多いが, データ不足の場合(=ほとんどの場合), 内挿を行うため, スケール依存の様々な問題が生じる

c.f. 種分布モデリング

発展的な図 [76]

○ニッチモデリング fig 4.8 (A)

○系統図との重ね合わせ fig 4.8 (B)

○バイオロギング fig 4.8 (C)

個体群の増加の数理モデル Population growth and demography [77]

$$r [\text{増加率}] = b [\text{誕生}] - d [\text{死亡}] + i [\text{転入}] - e [\text{転出}]$$

→マルサス型増殖モデル

ハッチンソンの多次元ニッチ概念 Hutchinson's multidimensional niche concept [78]

○Hutchinson's niche: ニッチを多次元のベクトル空間として表す Figure 4.10

ニッチ概念には様々な軸、区分がある。よく混乱する。

- Grinnellian niche: ハビタットの環境条件とそこでのふるまいに着目
- Eltonia niche: 種の栄養段階に着目 (食う, 食われる)
- α ニッチ: 局所群集内の資源消費 (食、物質生産・消費、移動、生活史、植物の垂直構造)
- β ニッチ: ハビタットの選好 (気候、土壌)

○環境勾配に対して、最も狭いものから、Reproduce < Growth < Survive の順に幅を持つ Figure 4.10

○潜在 (Potential/fundamental) ニッチ > 実現ニッチ

- 分散制限や定着能力の影響で達成される分布は潜在的な地理的範囲よりも狭くなる

○フジツボ類のニッチ: 潮間帯において、岸側の分布は環境要因で決まり、海側の分布は種間相互作用で決まる。

p.80-81

○個体群を扱う上で注意すべき概念

- Source-sink dynamics
- Metapopulation-subpopulation
 - たまたま、ある場所に個体群がいて、それが局所絶滅する。別の場所に個体群ができる。このように、潜在的な分布域に成立しているメタ個体群が、個々のサブ個体群に実現されている、という考え方

分布と個体数の関係 The relationship between distribution and abundance [82]

○分布域の周縁になるにつれて、個体数が減る + 個体数の年変動が大きくなる Figure 4.16

- 多くの個体は、種の分布域の一部 (=Source population) に集中する
 - よい環境条件で大発生して分布を広げようとする種もいる(大半は、Sink population となり繁殖できず死ぬ)。例:アカトビバッタ Figure 4.14

p.83

- レミング大発生@北半球のタイガ・ツンドラ

- 餌が少ない年に、越冬域が低緯度に広がる鳥の例

何が分布を制限するのか？ What Limits the Geographic Range? [85]

物理的制限要因 Physical limiting factors [85]

- よく知られるThe law of the minimum:「最小値」が分布を制限する
too simplistic だが、該当する種もそれなりにいる

- 当てはまったとしても、メカニズムは複数あり得ることに注意

例:寒さが分布を決めるメカニズム

- 短期的な寒さ
- 持続的な寒さ
- 暑い時期の短さによる繁殖不可

p.86

- 最低気温で制限される例

寒さで死ぬサボテンとNurse tree @ サワロ(アリゾナ)

p.88

- treeline(木が生える上限), timberline 閉鎖林冠の上限:平均or最高気温が重要

p.89

- 広い温度耐性を持つさかな(成魚:0-42°C; 卵:20-36°C)

- 成魚は卵が死ぬ **Sink habitat** にも存在

p.89

- 異なった戦略でハビタットを開拓:乾燥仕様 v.s. 湿潤仕様 v.s. 湿生植物
極限環境に打ち勝つ v. 極限環境を避けて生育する
生活史の実装方法は複数ある？

Xerophytes→乾生植物

- 乾燥していても気孔を閉じない(CO₂を吸い続けられる)
- 水が多くても光合成効率は上がらず、暗さに弱い
 - C4植物(超高ストレスに耐える)？
 - CAM植物(サボテン・多肉植物)も、このグループの一部

<https://ja.englishlib.org/dictionary/en-ja/xerophytes.html>

Mesophytes→中生植物

- 乾燥＋高温で気孔を閉じる
- 水が多いと光合成効率が上がる, 暗さに強い
- C3植物？

Hygrophyte→湿性植物

- 地下水面が高い土地に対応する植物
- 葦, ガマ等

* 陽樹 v. 陰樹も同じメカニズム

光合成の戦略も関連するは, どちらを採用し適応している種もいる

Larrea属？

Chilopsis属？

Odening et al 1974

<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2307/1940358>



Shrub encroachment-invasion of native C4 grassland by native C3 shrub species-is occurring globally. In the Southwest, many grasslands are being invaded by creosote bush (*Larrea tridentata*, pictured) and mesquite (*Prosopis* spp.). Causes of shrub encroachment vary regionally but generally include interactions among several factors, such as overgrazing, drought, elevated atmospheric CO₂, fire suppression, and global warming. At the Sevilleta National Wildlife Refuge, shrub encroachment into grasslands results in higher night time temperatures during winter, lower plant species diversity, increased soil resource heterogeneity, and increased organic matter and nutrient losses via runoff. However, evidence suggests that creosote dominated shrublands are a stronger carbon sink than the grasslands they replace. Photo credit: Sevilleta LTER Program.

p.90

○塩分変化が激しい場所には, 淡水性, 海水性どちらの種もおらず, 塩分変化に適応した種のみが分布する

例外: サケ

ハゼ, ユゴイ, ボラ(沖縄の例) # 陸水生態学の授業

例: 潮間帯

○塩分濃度が高いハビタット

Dead sea には魚はおらず, 2種の無脊椎動物 (*Artemia salina* エビ, *Ephydra cinerae* ハエ)

攪乱, 分散, 時間 Disturbance, dispersal and time [90]

○攪乱: 頻度がある程度以上で起こる攪乱は, 種の存続に利用されている(不可欠である)場合がある

○雷によるサバンナの Wildfire が Oak の足元の草や低木を一掃 @ アリゾナ

○Wildfire の熱が無いと種が弾けない(= 火事の際にのみ繁殖する)種: *Pinus banksiana*, *P. contorta*

ユーカリの発芽戦略

○小規模になってしまったプレーリーでは, 火事が十分な頻度では起きなくなる→樹木や外来種の侵入が抑えられない

- 現在は, 人が火を放って管理している c.f. 野焼き
- 火事抑制による森林拡大→森林伐採→砂漠化(土壌がなくなる)

○その他の攪乱

- ヒトデがムール貝を食うことで, ムール貝の優占が抑制され多種共存が可能に
 - ヒトデがキーストーン種で、競争に強いムール貝を多く捕食することでさまざまな生物のニッチ(α ニッチ)を作り出した(収容力をふやした)と考えられる
 - 実現ニッチが広がる?
 - アリューシャン列島のラッコ(下にも書いてある)→生態系サービスにも影響?(海藻の炭素固定)
- プレーリーでの動物行動による土壌攪乱
- 熱帯林での倒木, 生物の体によるギャップ形成
 - less-competitive fast-growing species が生えられる

○攪乱: 分散能力, 世代の長さを通じて種の分布に影響する

○歴史効果

- Range contraction: 生息適地でも入り込めない/撤退する
- Extinction debt: 適地でなくなった場所に個体群が居残るケース

他種との相互作用 Interaction with other organisms [93]

★競争

- exploitative: 他種がつかえないようにリソースを使い果たしてしまう
- interference: 例: アレロパシー(他種の発芽, 成長を妨げる物質を放出)
- 競争の様態
 - 片害共生 amensalism 一方が害を受け, もう一方は利害を受けない共生関係→竹(緻密な地下茎により, 他種を排除)

- c.f. 両側が害を受ける(リソースの奪い合い)

○競争の直接的証拠を観測することは難しい

p.93

○カンガルーネズミの分布

種間の分布が重ならない: 競争の存在を示唆

p.94

○シマリス属の分布は種間競争で制限されている

p.94

○ガマ属の競争

○系統的に離れた種間の競争(こういう例のほうがふつう)

サンゴ v.s. 海藻

★捕食

概念図: 種A→種B (→: エネルギーの流れ)

リソースとなっている種の有無で分布が決まる例: 食草が限定されているちょうちょ

- *Euphydryas editha*; *Plantago erecta*が生える, 貧栄養・富金属の土壤に分布

○スペシャリスト捕食者の分布域<その被食者の分布域: 捕食者の分布は, 餌(被食者)の有無以外の要因にも左右されるため

○Klamath weed; 1900年ごろに北米に導入される。順調に広まるが、草食の甲虫 (*Chrysolina quadrigemina*) が放たれたせいで、その甲虫の適地である暖かい場所では限られたハビタットにしか生育しない。

○ブラックバス

○アフリカの Rift Valley Lakes で、ナイルパーチの導入が300種の在来固有種を一掃した

○ウミヤツメによるトラウトへの影響

○導入種が在来種を駆逐してしまった後では、改めてその過程を検証することは不可能になる。ハワイの鳥の絶滅にマラリアが影響した(外来種はマラリアに強く、在来種は弱かった) → 病原菌の存在が知られていなければ、直接の競争だと誤認した可能性がある

★相利共生 Mutualism

サンゴ-褐虫藻

アブラムシ-アリ

掃除魚

○分布を制限する例: ムラサキツメクサはニュージーランドに導入されたが、送粉者であるハチ(Genus *Bombus*) が導入されるまでは分布が広がらなかった

○ただし、ほとんどの共生関係が互いにスペシャリストではない

fig 4.27 ハチドリと花の分布:お互いにスペシャリストの共生関係ではないため、グループで見たときに分布は重なるが、特定のペアが強く相関する、ということはない。

fig 4.28 イソギンチャクとクマノミについては、イソギンチャク側はスペシャリストだが、クマノミ側はそうでもないため、分布はネストするがたがいに制限しあうことはない。

★Multiple interaction

○diffuse competition 1種が多種からリソース面での不利益を受ける

例: パナマにおけるオオアメリカムシクイ

大陸では森で暮らせるが、パナマ(熱帯=種が多い)に降りてくると、森での競争に負け、マングローブですみっこぐらし

○キーストーン種: 多くの種の分布に影響する種(とてもレア)

○predator mediated coexistence:

- ラッコがうにを食うことで、うにと海草の共存ができる
- オオカミが減ると、シカ害が増える→森林減少→鳥減少(状況証拠のみが得られることがほとんどで、立証は難しい)

まとめ Synthesis[100]

1. 分布の決定要因についてシンプルな説明は不可能
2. スケール依存性(大スケールでは環境要因→小スケールで種間競争など)
3. よく支持されていた仮設でも反証されることがある(Harsh/benign hypothesis「厳しい環境ではabiotic factorが分布を決め、優しい環境では競争が卓越」も近年反証された Cahil et al. 2014): メタ分析によると、温かい方のrange limitもabiotic factor(温度など)によって決まっていることが多い

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jbi.12231>