

# 景観生態学 1

園芸学研究科

加藤 顕

## 授業について

- \* 景観生態学を初めて学ぶ。
- \* 景観生態学をもう一度(駆け足)でレビューする。
- \* 景観生態学で有効な手法(GIS)について学ぶ。
- \* 教科書
  - 緑地環境のモニタリングと評価
  - 恒川篤史 著 朝倉書店
  - Land Mosaics
  - Richard T. T. Forman Cambridge University Press
- \* 評価
  - レポート(英語論文を読んで要約と感想を書いてくる)
  - 全3回の授業で、3つのレポートの評価平均値を成績とする。

## 授業について

- \* 1回目 GISによる緑地環境の評価  
(第1章～5章)
- \* 2回目 リモートセンシングによる緑地環境のモニタリング  
(第6章～9章)
- \* 3回目 緑地環境のモデルと指標  
(第10章～12章)

## 景観生態学とは

- \* 空間的なパターンがもつ生態学的な意味合いの解明  
ハーバード大学 Formanによる定義  
「相互に作用する生態系から成る、異質な土地の範囲の  
構造、機能、および変化に関する学問」

Landscape: 森林、草原、湖沼などの比較的均質な空間  
(生態系)がモザイク状に集合し、一定のパターンを有し  
ている。

## パッチ、コリドー、マトリクス

\* 土地のモザイクを表現する空間要素

パッチ: 比較的均質で、線状でない空間

コリドー: 一定の線的な構造

マトリクス: パッチ、コリドー以外の空間



## パッチの大きさ

\* LOS (a large or a small patch)の問題

\* SLOSS (a single large or several small patches)の問題

Formanによると

小さなパッチは飛び石 (Stepping stone) 的な役割

⇒マトリクスにヘテロ性を高める。

大きなパッチはより多くの利点がある。

## 島嶼生物地理学 (island biogeography)

\* パッチの面積と種多様性に関して

種数平衡説

「島に生息する生物の種数は、絶滅して島内から消失する確率と島へ種が流入する確率の平衡した状態」

絶滅する確率 = 島の面積に反比例

移入の確率 = 種のソース(源)となる大陸に近いほど高い。

個体群の絶滅確率を推定する方法

⇒ 個体群存続可能性分析(PVA)がある。

## パッチの質

\* Formanによる定義

$S_p$  (あるパッチに生息する種数)

$S_p = f$  [ 生息地多様度 (+), 攪乱の程度 (+/-)  
パッチ・インテリアの面積 (+), エッジ (+/-)  
マトリクスのヘテロ度 (+), 孤立度 (-) ]

攪乱(disturbance) 生態系やその一部を破壊する外的要因

周縁効果(edge effect)

エッジ種、インテリア種、環境に特化して生息する種⇒スペシャリスト  
どのような環境でも生息する種⇒ジェネラリスト

## コリドールの質

### \* コリドールの機能

生息地(habitat)、コンジット(conduit, 生物の移動経路)、  
フィルター(filter, 選択的透過)、ソース(source, 種や個体  
の供給源)、シンク(sink, 種や個体の消失)

### \* 質を決定する要因:幅(width), 連結性(connectivity)

## 種の移動

### \* 動物の移動

Home range (摂食、休息などの日常的行動圏)

Dispersal movement (永続的な移動・分散)

Migration (季節的な循環移住)

Wandering (不明確な目的の移動)

### \* 植物の移動

Seed dispersal (種子分散)

## 生息地の分断化・孤立化

### \* 生息地に分断化 (habitat fragmentation)

パッチサイズの減少  
 連続性の減少  
 インテリア/エッジ 比の減少  
 総インテリア面積の減少  
 パッチ間距離の増大  
 バウンダリ長の増加

ジェネラリスト種の増加、多生息地種の増加、エッジ種の増加、  
 外来種の増加、絶滅確率の増加、インテリア・スペシャリストの減少、  
 大きな行動圏を持つ種(大型ほ乳類)の減少、遺伝的多様性の減少

## これらの解析を効率良く行う手段 GIS

### \* GISの利点

1. 広域を効率良くデータ管理できる。
2. 様々なスケールのデータ統合ができる。
3. 位置を記録しておける。
4. 統計解析が容易になる。
5. リモートセンシングデータと連結できる。
6. 生態系モデルのためのデータ提供ができる。

\* GISを活用した景観生態学の解析ソフト Fragstats

# Fragstats

\* <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

\* オレゴン州立大学のMcGarigal, Marksによって開発



## 景観連結性の評価

\* 緑の基本計画における 緑のネットワークの意義

1. レクリエーション機能の増進
2. 都市の拡大を抑制
3. 火災の延焼防止効果、避難経路の確保
4. 景観の確保
5. 生物の生息環境確保

\* 景観生態学における景観連結性

1. 生息地の連続性
2. 複数のパッチの連結性(パッチの孤立性)
3. コリドーの有効性
  - ・動物のパッチ間の動きを増大させる。
  - ・個体群サイズを増やす。
  - ・遺伝子流動を増やす。

## 景観の機能的連結性 研究事例 個体群生態学を用いた解析

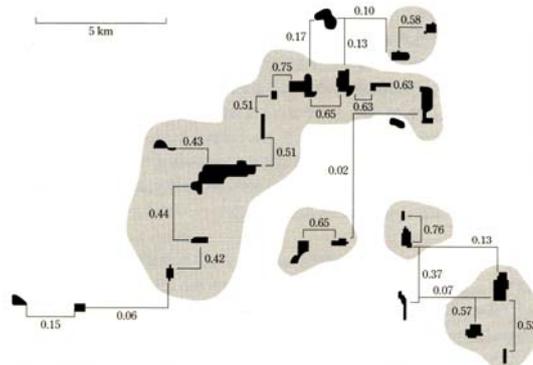


図 3.1 アオムネオーストラリアムシクイの生息地パッチの地図 (パッチ間の移動確率がゼロよりも大きいものを示している) (Brooker L and Brooker M (2002) よりキャプションを一部変更して引用)  
結線の位置は実際のコリドー経路との関係を必ずしも意味せず、単に連結を示している。シミュレートされた移動確率が 0.4 以上 (すなわち十分に連結された分散近傍) のパッチペアに灰色で影をつけている。最大の近隣パッチ集団は個体群モデル (表 3.2) において使われている生息地パッチを含んでいる。

## 景観の機能的連結性 研究事例 遺伝学的手法を用いた解析 (ネズミ類)

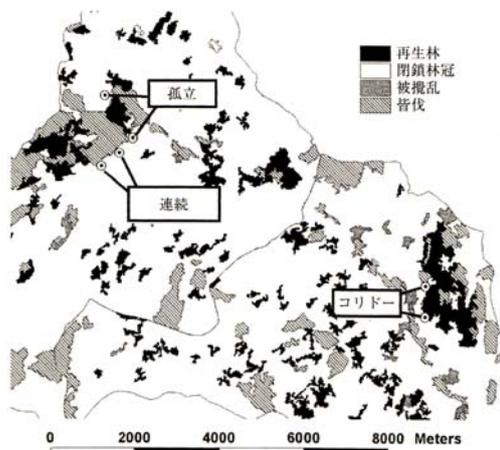


図 3.2 三つの景観構成 (連続, コリドー, および孤立) のそれぞれの実験地の例を示した地図 (Mech and Hallett 2001 よりキャプションを一部変更して引用)

## 景観の機能的連結性 研究事例 ラジオテレメトリーを用いた解析

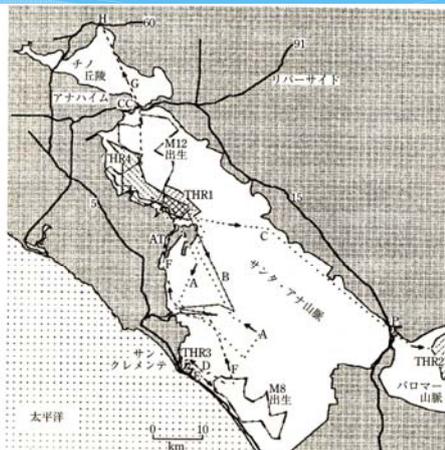


図 3.3 南カリフォルニアのサンタ・アナ山脈研究対象地と M8 と M12 ケーガーの分散移動 (1990-92 年) (Beier 1995)

## 政策への応用 アカシカ

LARCH (Landscape Ecological Rules for the Configuration of Habitat) モデルを作成

$$SC_i = \sum R_{uj} \times e^{-\alpha x} \times dij \times P_n$$

SC<sub>i</sub>: 生息地グリッドセル*i*の連結性

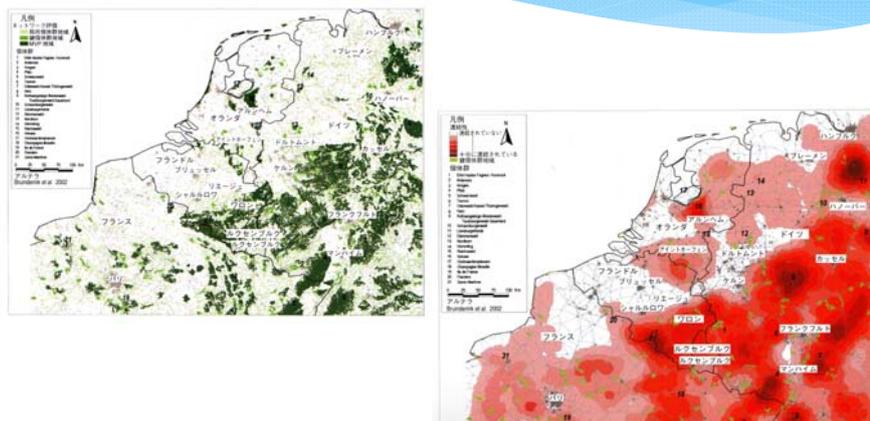
R<sub>uj</sub>: セル*j*内繁殖最大数

d<sub>ij</sub>: *i*と*j*の距離

P<sub>n</sub>: 透過性(道路がなければ1)



## 生態学的ネットワーク解析結果



## 生物生息環境の定量的評価

\* アメリカの環境アセスメントで使われている指標

生息地評価手続き Habitat Evaluation Procedures: HEP

生息地適正指数 Habitat Suitability Index: HSI 0~1で評価

$HSI = (\text{調査区域の生息地の状態}) / (\text{最適な生息地の状態})$

表 4.1 生息地の物的環境の評価指標

パッチ	面積、コア面積、パッチ周長、形、円度、楕円率
コリドー	コリドー長、コリドー幅
景観	最近隣距離、平均パッチ面積、パッチ密度
景観要素の連結性	アルファ・ベータ・ガンマ指数、リンク数
モザイク異質性	相対多様性、相対均質性、優占度、パッチの孤立度
分断化	景観分割度、連結度、有効メッシュサイズ、線密度

## ドイツでのビオトープ評価

\* 以下の項目をそれぞれ6段階で評価

1. ビオトープの種多様性
2. 危急種・絶滅危惧種の存在
3. ビオトープの特殊性
4. 植生構造
5. 生態的ネットワークとしての機能
6. 特別な立地条件
7. 集約的土地利用の頻度
8. 再生の可能性
9. 古さ(設置年)
10. 面積
11. 珍しさ
12. 影響の受けやすさ
13. 景観としての重要性
14. 小気候への貢献度
15. 歴史的重要性

## 生息地分布モデル

\* 相関モデル (correlative model)

種の分布と環境要因に強い相関関係がある。その環境要因を用いて潜在的な生息地を予測する。

\* 機械モデル (mechanistic model)

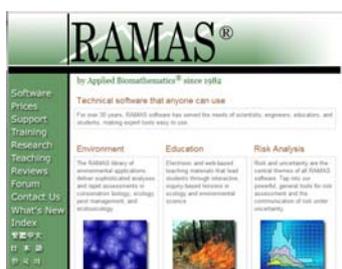
環境からの影響を生理モデルや数理モデルを用いてシミュレーションする。シミュレーション結果から生息地を予測する。

## 個体群存続可能性分析 (PVA)

- \* ある生物個体群の存続可能性、将来のサイズ、絶滅のリスクを数値モデルによって推定する手法。

LAMAS EcoLabを用いてシミュレーション可能

<http://www.ramas.com/software.htm>



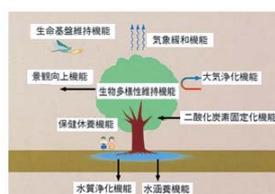
## 不確実性の問題

- \* 自然変動
- \* 用語や定義のあいまいさ
- \* 測定誤差
  
- \* 対応策
  - 異論許容度(dispute tolerance)  
極端なデータを排除し、許容する。
  - リスク許容度(risk tolerance)  
絶滅リスクの過小評価を避ける 予防的対応姿勢  
絶滅リスクの過大評価を避ける 証拠に基づく対応姿勢
  
- \* 効果的管理のために。。。
  1. どうしても避けられない不確実性は合理的な意思決定という枠組みで、不確実性と適切に対応してく。
  2. 科学者は、信頼出来る範囲内で、知見を述べる。そして不確実性をいかに伝えるか。

## 環境評価システム

- \* その時の状況あるいは潜在力に関する「静的な評価」から将来予測を含めた「動的な評価」へ。
- \* 緑環境評価システム（鹿島建設）

Environmental Assessment System for Ecology, EASE



植物がもつ様々な環境保全機能



EASEによる群馬県掛川市の炭酸ガス固定化機能の評価結果  
※平成12年度GIS整備・普及支援モデル事業  
実証実験データベース活用実験より抜粋

## 環境評価におけるGISの役割

1. より正確なデータやパラメータを用いて評価を修正できる。
2. 定量的に評価できるため、代替案の相互比較ができる。
3. 代替案の評価も短期間にシミュレーションできる。
4. 評価の結果を地図上で表現できる。
5. グラフィカルに3次元で表示できる。

「とりあえず」型環境評価

国内で利用できるデータによる結果。効率性重視。

「じっくり」型環境評価

独自の調査による信頼性の高い結果。正確性重視。

## 世界の環境政策動向

## 国際的環境政策

- \* 1972年 スtockホルム会議  
国連人間環境会議 **かけがえのない地球**
- \* 1992年 ブラジル リオデジャネイロ  
地球サミット **アジェンダ21**  
リオ宣言 **気候変動枠組条約**  
**生物多様性条約**  
**アジェンダ21: リオ宣言における行動計画**
- \* 2012年 リオ+20 国連持続可能な開発会議 開催

## 気候変動枠組条約(UNFCCC)

\* 1995年以来毎年、締結国会議(COP) 開催

### 京都議定書

削減基準年: 1990年

目標達成期間: 2008年～2012年

削減目標: 先進国全体で5%削減

目標達成方法

**京都メカニズム:** 市場原理を活用した排出削減策

**共同実施(JI)** 先進国が共同で行う削減プロジェクト

**クリーン開発メカニズム(CDM)**

途上国と共同で行うプロジェクトによる排出削減について、承認された排出削減量が取引可能。

**排出量取引(ET)**

先進国間での排出枠の譲り受け。余剰分や超過分を市場で取引することを認めた。

## 京都議定書 その後

\* ポスト京都議定書

EUは2020年までに1990年比20%削減目標

米国は2020年までに2005年比14%削減目標

日本は2020年までに1990年比25%削減目標(2009年発表)

バリ・ロードマップ(2007年) 2009年までを交渉期限

コペンハーゲン合意(2009年) 保留。

カンクン合意(2010年) 途上国の歩み寄り。

ターバン・プラットフォーム(2011年) 2020年次期 枠組みを発行

問題点

1. アメリカの参加拒否。

2. 中国等の途上国の削減目標設定の拒否。

-> 経済活動と環境問題の共存の難しさ

-> 日本が京都議定書延長を拒否(2012年)

## 生物多様性条約

1992年5月 ケニア ナイロビ

生物多様性条約が採択

- ①生物多様性およびその生息環境の保全
- ②生物資源の持続可能な利用
- ③遺伝資源の利用から生じる利益の公平かつ衡平な分配

\* カタヘルナ議定書

2001年に採択

- ①栽培用の生物種:輸出国から輸入国へ「遺伝子組み換え生物」であることを情報提供、および事前同意取得
- ②食用・飼料用の穀物:輸入国から他の契約国へ「遺伝子組み換え生物」を輸入することを通報。

## 生物多様性条約

- \* 2002年 COP6 オランダ バーグ 2010年目標 戦略計画
- \* 2005年 ミレニアム生態系評価 生態系サービス劣化の指摘
- \* 2007年 主要国首脳会議 (G8サミット)  
ポツダムイニシアティブ  
生態系サービスの経済的評価

- \* 2008年 生態系や生物多様性の経済学(TEEB)  
(スターンレビューの生物多様性版と呼ばれる)  
経済的損失は、2050年までに世界のGDPの7%に達する。

### 対策

グリーン開発メカニズム(GDM)

先進国から途上国へ市場メカニズムを利用して資金調達。

生態系サービスへの直接支払い(PES)

生態系サービスを持続させるためのコストを受益者が負担する仕組み。

- \* 2010年 COP10 名古屋議定書

① 遺伝資源 ABS(遺伝資源へのアクセスと利益配分)の合意。

⇒ アメリカはバイオ産業等の保護のため、条約に加盟せず。

② 国連で、IPBES(生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム)設立する。

⇒ 地球温暖化対策におけるIPCC(2007年ノーベル平和賞受賞)と似た組織

③ 愛知目標 市民、企業等の参加を目指す新戦略計画。

## 次回の授業

\* 宿題(締め切りは、来週火曜の昼12時まで)

Land mosaic 第二章を読んで、A4、2ページのレポート提出  
1ページ目. 上記の英語文章の要約(手短にわかりやすく)。  
2ページ目. 読んで感想を具体的に書くこと。

\* 次回の授業

リモートセンシングを用いた緑地環境モニタリング