

■受領No.1399

生物多様性・生態系サービスの保全に最適な都市開発戦略の探索： 大規模フィールド調査およびシミュレーションによる検証

代表研究者

曾我 昌史

東京大学大学院農学生命科学研究科 准教授



Exploring optimal urban development forms for the conservation of biodiversity and ecosystem services: Field data and simulation analysis

Principal Researcher

Masashi Soga,

Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, Associate Professor

都市化に伴う陸域生態系の劣化が激しさを増す中、生物多様性や生態系サービスの保全に配慮した都市計画が求められている。本研究では、都市化に対して生物多様性や生態系サービス（都市の緑が発揮する文化的生態系サービス）がどのように変化するのかを明らかにする。そしてこの知見を踏まえ、生物多様性や生態系サービスを最大限に発揮させるために望ましい都市の開発戦略を提案する。

As cities around the world rapidly expand, there is an urgent need to implement the best development form to minimize the negative impacts of urbanization on native biodiversity and ecosystem services. In this study, I quantify the responses of local biodiversity and ecosystem services (cultural services provided by urban green) to urban development intensity. Based on the results, I propose the best urban development form for biodiversity conservation and ecosystem services provision.

1. 研究背景・目的

21 世紀は「都市の時代」である。現在、都市人口や市街地面積は加速度的に増え続けており、2050 年までに世界人口の約 7 割に相当する 63 億人が都市に住むという。こうしたことから近年、生態系の保全に配慮した都市計画が求められている。

上記の社会的要請を受けて、最近、都市計画をめぐる議論から二つの解決案（開発戦略）が提示された。一つは、単位面積当たりの開発強度を最大化することで開発に必要な土地面積を抑える戦略（土地の節約戦略）であり、もう一方は開発面積を最大化することで単位面積当たりの開発強度を抑える戦略（土地の共有戦略）である（図 1）。

これら二つの開発戦略と生物多様性の関係を解明することは、市街化が著しい新興国だけでなく、緑地再生が盛んな先進国においても都市計画上の

重要な指針となる。しかし上記二つの開発戦略が発揮する生態系保全機能に関する学術的知見は極めて乏しい。そこで本研究では、「土地の節約型」と「土地の共有型」の都市開発戦略が発揮する生物多様性保全機能と生態系サービス（文化的サービス）供給機能を明らかにし、保全上最適な開発戦略を提示することを目的とする。

2. 調査方法

2.1. 生物多様性

本研究は東京都を調査地として行った。東京都内に、都市化のレベルが高い場所から低い場所を幅広く含むように 25 箇所の調査区（各区画は 500m 四方）を設置した。各調査区において 2020・2021 年度の 5～9 月にチョウ類の観察調査を行った。各区画に 500m のトランセクトを設置し、ト

ランセクトを30分かけて歩き、そこで出現したチョウの種名や個体数を記録した。調査の結果、計47種3,278個体が確認された。

2.2. 生態系サービス（文化的サービス）

本研究では、生態系サービスの指標として、都市部において重要な役割を持つと考えられる文化的サービス（自然が人のメンタルヘルスにもたらす効用）に注目した。本サービスを定量化するために、東京都において3000人の成人を対象としたオンラインアンケート調査を行った。アンケートでは、人々の(1)メンタルヘルスの状態(GHQ-12により計測)、(2)自然体験頻度(緑地の訪問頻度、自宅の窓から緑(木々や緑地等)が見えるか否か)、(3)生活習慣・個人属性に関する情報を聞き取った。

3. 解析方法

2章で述べた調査で収集した都市化度と生物多様性・生態系サービスのデータを基に統計解析を行い、土地の節約と共有型のどちらの開発戦略の方がより高い生物多様性保全機能および生態系サービス供給機能を持つのかを明らかにする。解析ではまず、各調査区の生物多様性・生態系サービスの現存量が都市化に対してどのように反応するのかを明らかにする(図2)。そして次にこの関数のデータを用いて、土地の節約型と共有型の都市が持つ生物多様性保全機能および生態系サービス供給機能を明らかにする。具体的には、東京都と同程度の面積の景観を集約・共有型として開発することを想定した仮想景観を再現し、各戦略下においてどれほどの生物多様性・生態系サービスが維持されるのかを推定する。なお、ここでの節約型の都市の定義とは「最大限に都市化した区画と全く都市化していない区画で構成される景観」で、粗放型の定義は「景観を構成する区画が均一に都市化された景観」である(図3)。これらの景観を再現するために必要な「各区画に生息・供給可能な生物多様性・生態系サービス」のデータは、図2に示す予測モデルを基に算出する。

4. 結果および考察

4.1. 生物多様性

解析の結果、調査で確認された47種のうち35種において「土地の節約」戦略の方がより多くの個体数を維持できることが推定された。この傾向は特に森林性のチョウ類種(森林環境を主な生息場とする種)で顕著であった。これは、森林性に属する種の多くが都市化に対して敏感に反応することを踏まえると、当然の結果と言えよう。一方、比較的都市域に適応力がある開放地性の種(路傍や草地等の明るい環境を好む種)の場合は「土地の共有」戦略型の方が個体数を多く維持できる種がいることが分かった。このように、生物多様性保全上望ましい都市の開発戦略は、森林性と開放地性の種の間で違いが見られたものの、全体的な傾向としては「土地の節約」戦略の方が優勢であった。

4.2. 生態系サービス（文化的サービス）

生態系サービス(人のメンタルヘルス)に関する解析を行った結果、メンタルヘルスと居住地周辺の都市化度(緑地面積)の間に明瞭な関係は見られなかった。これは、生態系サービスの場合、サービスの供給は地域の自然の量だけで必ずしも決まらず、実際に自然をどれくらい使うか(すなわち「フロー」)が大事であることを踏まえると当然の結果と言えるかもしれない。この問題を踏まえ、生態系サービスを対象とした解析では、先述した「都市化度と生態系サービスの供給量」の手法を基にした解析は行わないこととした。その代わりに、回答者の緑地訪問頻度および窓から見える緑とメンタルヘルスの関係から、最適な都市の開発戦略を類推することとした。

先述のアンケート調査で聞き取ったメンタルヘルスを目的変数、自然体験頻度(緑地の訪問頻度、自宅の窓から緑が見えるか否か)および生活習慣・個人属性を説明変数とした一般化線形モデルを構築して解析した結果、人のメンタルヘルスは緑地の訪問頻度および自宅の窓から見える緑と有意な関係性があることが分かった。具体的には、緑地によく訪問する人や自宅の窓から緑が見える人は、そうではない人と比べてメンタルヘルスの

状態が良好であることが分かった。これまでの申請者の研究から、「土地の共有」戦略型の都市に住む人ほど緑地の利用頻度が高いことが分かっている。また、緑を景観全体に配置する「土地の共有」戦略ほど、必然的に自宅の窓から見える緑の量は多くなると考えられる。以上の点を踏まえると、人々のメンタルヘルスの観点から見た場合は「土地の共有」戦略の方が望ましいと考えられる。



図1. 土地の節約戦略(左)と土地の共有戦略(右)

5. 結論

以上、本研究では生物多様性保全には「土地の節約」戦略型の都市が望ましいが、生態系サービス(文化的サービス)を發揮させるためには「土地の共有」戦略が望ましいことを明らかにした。すなわち、両者の間にはトレードオフが存在する可能性がある。そのため今後生物多様性保全や人の健康・幸福に望ましい都市を造るためには、土地の節約戦略と共有戦略を上手に組み合わせたハイブリット型の戦略が必要になると考えられる。

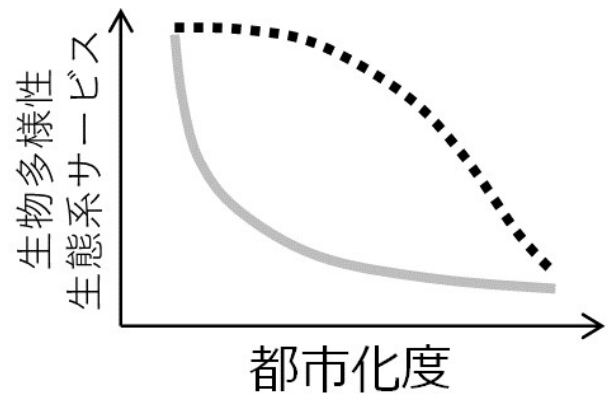


図2. 都市化と生物多様性・生態系サービスの反応関数(予測モデル)

6. 発表(研究成果の発表)

曾我昌史. 「生き物の豊かな環境が育む健康～明らかになりつつある自然との関わりと健康の科学的な関係～」. 環境省主催シンポジウム「生物多様性とライフスタイル ～新しい日常に向けてわたしたちができること～」. 2021年3月6日. オンライン開催.

曾我昌史. 「人の健康と自然についての科学的研究の最前線」. 日本自然保護協会主催シンポジウム「生物多様性国家戦略を考えるフォーラム(Nature For All～すべての人に自然を～)」. 2021年3月26日. オンライン開催.

曾我昌史. 「都市の自然生態系と人間のwellbeing」. 日本生態学会主催公開フォーラム「人間生態系をデザインする：さまざまなセクターの協働」. 2021年9月26日. オンライン開催.

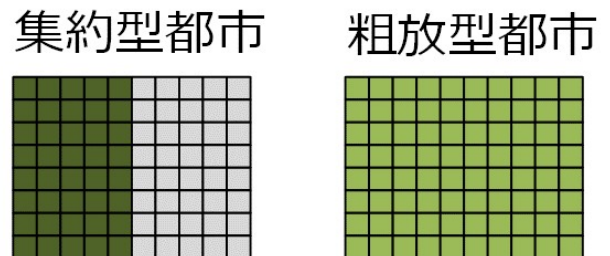


図3. 解析で用いる二つの仮想景観(集約型都市である土地の節約と粗放型都市である土地の共有)