

## セミの分布から読み解く都市景観 ～三田キャンパスにおける土地利用と種組成～

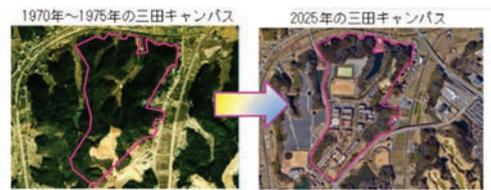
長谷川来愛・松林志保（関西学院大学 総合政策学部）

### 社会的背景

日本の都市は高度経済成長期に伴う急激な人口増加を背景に急速な発展・拡大を遂げ、宅地・道路等の都市的土地利用面積の増加、森林等の自然的土地利用の減少を招いた(国土交通省 2020)。このような景観構造の変化はセミの種組成に影響を与えた可能性が指摘されている。特に大阪市では、都市への適応性が高いクマゼミの優占化が進行し、セミ相の均質化が問題視されている。先行研究においても、都市部の緑地の減少がセミ類の種の単一化を引き起こした可能性が高いことが示されている(切畑ら 2021、高倉・山崎 2004)。そこで本研究ではキャンパスの都市化に伴う森林率の低下に着目し、「森林率が低いエリアほどクマゼミの相対的出現割合が高くなる」を仮説として設定し、セミの抜け殻調査と衛星画像の解析を用いてセミの種組成と森林率で測る都市化の関係を検証した。

### 調査地詳細

調査は関西学院大学神戸三田キャンパスで実施した。調査地は、1995年のキャンパス開校に伴い景観構造が大きく変化した地域である(図1)。キャンパス内は、エリアごとに建物や舗装された歩道などの人工被覆地、植栽、人工池、森林など多様な景観要素で構成されている。



出典：地理院地図(2025)「GSI Maps」/ Google Maps(2025)「Google マップ」

図1 三田キャンパスの景観変化

### 方法

#### ① 抜け殻調査

2025年7月上旬～10月中旬(1時間半/週1回)でセミの抜け殻調査を行った。セミの種別を判別した後、土壤測定器を用いて抜け殻を採取した地点の土壤pH、土壤温度、土壤湿度を測定した。

#### ② GIS(地理情報システム)を活用した抜け殻マップの作成

オープンソースの地理情報システム(QGIS)を用いて、抜け殻を採取した地点の点データを作成した。点データには、位置情報に加えてセミの種、抜け殻採取時計測した土壤データも入力した。

#### ③ 森林率の算出

まず初めに兵庫県(2023)の森林データから森林タイプを抽出した(図2)。次に②で作成した抜け殻の位置を中心とする半径10mの円(バッファ)をQGISで作成し、円内の森林の割合(森林率)を算出した。

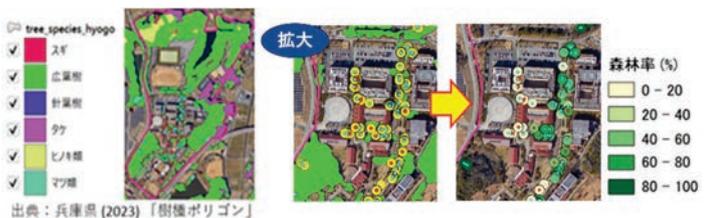


図2 三田キャンパスの森林図

#### ④ NDVI(正規化植生指数)の算出

森林率と同時にNDVI(正規化植生指数)を算出した。NDVIは植物が近赤外域の光を反射し、赤色光を吸収する性質を利用した植生指数であり、植生量を評価する指標である(半井 2022)。これにより目視で判別困難な緑地の濃さを定量的に把握することが可能になる。QGISを用いて人工衛星の1つであるSentinel-2 level-2Aが撮影した2025年7月30日の衛星画像を活用し、キャンパス上空の近赤外バンド(NIR)と赤バンド(RED)を取得することでNDVIを算出した。

#### ⑤ 仮説の検証

仮説「森林率が低いエリアほどクマゼミの相対的出現割合が高くなる」は、①の抜け殻調査と③で作成した抜け殻採取地点の森林率を用いた。まずセミを種ごとに分類し、③の通りセミの種別に抜け

殻の半径 10m圏の平均森林率を算出した。その後、種別の平均森林率の違いが有意であること(偶然に起きたことではないこと)を検証するために、有意水準 5%で t 検定を行った。加えて④の NDVI とセミの種の分布傾向も同時に検証を行った。

結果と考察

◆抜け殻調査の結果

11回の抜け殻調査で6種、564個の抜け殻を採取した。このうちアブラゼミが78.6%と最も多く、クマゼミ(15.6%)と合わせると94.2%を占めた(表1)。図3の通りクマゼミは舗装されたバス停付近に集中し、ヒグラシは北の森林内のみで見つかった。一方アブラゼミは森林縁から芝生、舗装された歩道までの多様なエリアに生息していた。この結果からセミは種に応じてキャンパス内での生息エリアが異なる可能性が示唆された。



図3 三田キャンパスの抜け殻分布

表1 抜け殻調査の結果

種別	抜け殻数	割合
アブラゼミ	429	78.6%
クマゼミ	85	15.6%
チッチゼミ	3	0.5%
ツクツクボウシ	17	3.1%
ニイニゼミ	3	0.5%
ヒグラシ	9	1.6%
合計	546	100%

※1:触角の欠損等により種の判別不可であった18個を除く

◆仮説の検証結果

セミの種ごとの平均森林率(表2)を比較したところ、ニイニゼミとクマゼミは森林率が30%程度、ヒグラシは森林率が100%と、セミの種に応じた平均森林率に差があることが示唆された。特に比較的サンプル数が多かったクマゼミ、アブラゼミの2種間における平均森林率は有意に異なる可能性が示された(t検定、p値<0.05)(図4)。

表2 セミの種別平均森林率

種	平均森林率
アブラゼミ	40.7%
クマゼミ	30.1%
チッチゼミ	49.9%
ツクツクボウシ	62.5%
ニイニゼミ	26.2%
ヒグラシ	100%

t-検定: 分数が等しくないと仮定した2標本による検定

	アブラゼミ	クマゼミ
平均	0.407	0.301
分散	0.096	0.115
観測数	427	85
仮説平均との差異	0	
自由度	114	
t	2.661	
P(T<=t) 片側	0.004	
t境界値 片側	1.658	
P(T<=t) 両側	0.009	
t境界値 両側	1.981	

図4 アブラゼミとクマゼミの平均森林率の比較【t-検定】

またキャンパス内のNDVIとセミの種分布を重ねた結果を図5の通りに示す。なお、NDVIは0に近い値が水域や人工被覆地を示し、1に近づくほど植生の濃さを意味する。セミの種別NDVIの箱ひげ図(図6)を見ると、クマゼミが最も低い平均NDVI(0.374)を示し、次にアブラゼミ(0.427)と続いた。一方でヒグラシは平均NDVI(0.769)と他種に比べて顕著に高い値を示した。

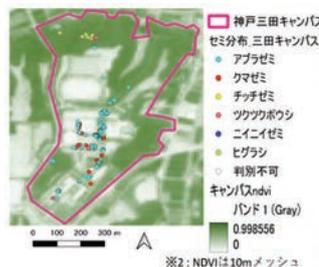


図5 NDVIとセミの種分布



図6 キャンパス内のセミの種別NDVI【箱ひげ図】

◆考察

キャンパス内で採取された6種のセミのうち、サンプル数が比較的多かったアブラゼミ、クマゼミの森林率に着目して比較を行った。その結果、両種の森林率には有意な差が認められた。クマゼミの平均森林率はアブラゼミよりも約10%低いことから、クマゼミはアブラゼミよりも緑地が少ない環境、

すなわち都市化が進行した環境を利用している可能性が示唆された。森林率が低い環境は一般的に人工被覆率が高く、都市化の進行した環境と関連することから、クマゼミはアブラゼミに比べて都市化の影響を受けた環境にも適応している傾向が示唆される。さらに、セミの種別 NDVI を比較したところ、クマゼミが6種の中で最も低い平均NDVIを示した。この結果も森林率の解析結果と整合し、本研究の仮説を一定程度支持する結果が得られたと考えられる。しかしながら2種間のサンプル数には差があること、都市化の定義を半径10m圏の森林率とNDVIのみによって行っていることに加え、本調査は無作為抽出や系統的なサンプリング設計に基づくものではない。そのため、調査地点の選定や採集努力量の偏りに起因する抽出バイアスが生じている可能性があり、標本の代表性には限界がある。したがって、本結果の解釈には慎重さが求められる。

### 今後の課題

本研究の課題点は下記3点である。1点目は抜け殻の分布と土地利用の対応関係に関する問題である。一般的に今回キャンパスで採取されたセミ類は約6年地中で過ごしたのちに羽化するとされている(安田 2021)。しかしながら本研究は、このセミの生活史的な時間スケールを考慮せず、現在の土地利用・森林図を用いて分析を行った。そのため、抜け殻が形成された個体の幼虫期における環境条件と、解析に用いた現在の土地利用との間に時系列的なミスマッチが生じている可能性がある。2点目は土地利用、土壤環境等を含めどのような環境条件が最もセミの種構成に影響を与えたかの特定に至らなかった点である。3点目は抜け殻採取が任意的な調査であったことによる抽出バイアスである。今後は上記の課題を基に、調査を進めセミの種構成と景観生態学的な解析をすすめセミ類の多様性と人間が共生できる街づくりの実現に貢献したい。

### 謝辞

本研究では関西学院大学総合政策学部の客野尚志教授から衛星画像の分析に関する有益なご助言をいただきました。誠にありがとうございました。

### 参考文献

- Google Maps 「Google マップ」 <https://www.google.co.jp/maps/> (2025年7月29日閲覧)
- 半井真明『まちの課題・資源を可視化するQGIS活用ガイドブック基本操作から実践例まで』学芸出版社, 2022.
- 兵庫県「樹種ポリゴン」 [https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/tree\\_species\\_hyogo](https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/tree_species_hyogo) (2025年9月29日閲覧)
- 国土交通省「令和2年度土地所有・利用概況調査報告書」 [https://www.mlit.go.jp/totikensangyo/totikensangyo\\_tk2\\_000063.html](https://www.mlit.go.jp/totikensangyo/totikensangyo_tk2_000063.html) (2025年10月20日閲覧)
- 国土交通省「土地利用詳細メッシュ」 <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b-c-2021.html> (2025年7月1日閲覧)
- 切畑雄登・二反田爽一郎・辻野亮「奈良盆地北部におけるセミの種構成と植生率の関係」『奈良教育大学自然環境教育センター紀要』(22), 2021, pp1-9.
- 地理院地図「GSI Maps」 <https://maps.gsi.go.jp> (2025年7月28日閲覧)
- 高倉耕一・山崎一夫「なぜ都市のアブラゼミは減少したのか? ~鳥による捕食と緑地の空間構造~」『日本応用動物昆虫学会大会講演要旨』(48), 2004, pp19-38.
- 安田守『虫の抜け殻図鑑』ベレ出版, 2021.