

神戸市都市部一郊外における野生植物の地理的分布と多様性

神戸大学大学院人間発達環境学研究科人間環境学専攻

下舞 陽菜

1. はじめに、研究背景

近年、野生植物の植生や多様性に配慮した持続可能なまちづくりが求められる。野生植物は人間活動の影響による環境の違いに大きく影響を受ける。神戸市は人間活動が活発な瀬戸内海沿岸の都市部から豊かな自然を有する六甲山周辺などの郊外までと幅広い。野生植物のツユクサ (Cc) と近縁種ケツユクサ (Ccfc) は農村部では両種が分布しているとの報告がある一方、都市部での分布形態については調査が進んでいない (藤島, 2010)。両種の形態に大きな差はないが、生育地域によって種間で多様性が見られると予想される。また兵庫県の花であるノジギクは、姫路市に一大群生地がみられる日本の在来野生植物だが、準絶滅危惧種に指定されている。キク属の原種のイワギクの報告から (Moon et al., 2023)、ノジギクも多様性が予想されるが、あまり調査が進んでいない。

2. 目的

人間活動に影響を受ける野生植物が都市環境でどのように分布し適応しているのか明らかにするため、日本の野生植物である単子葉植物のツユクサ、ケツユクサと双子葉植物のノジギクを対象に地理的分布や形態の調査、遺伝的特性を捉えるための染色体核型解析を行った。本研究では単子葉植物のツユクサと双子葉植物のノジギクを対象に、野生植物が人間の影響を受けた環境でどのように植生分布し、適応しているのかについて、植物生態学 (地理的分布、細胞サイズの比較) と遺伝学 (染色体核型解析) の両方から調査を行った。

3. 方法

ツユクサの都市-郊外勾配における地理的分布は、東京、京都、大阪、兵庫、岡山、島根の6都府県にわたる合計218地点で調査した。宇宙航空研究開発機構 (JAXA, 2022) が記録した土地利用データは、水域、農地、森林、人工地の4カテゴリに分類され、分布比率と人工地面積との関係を統計的に解析した (詳細: Shimomai et al., 2024)。気孔長について種間比較を行い、気孔サイズと開発地面積との関係を分析した。ノジギク植物体は、姫路市でノジギクの保全・譲渡を社会貢献活動として行っている有限会社エヌ・エス・グリーン (日本触媒) から分譲いただいた。染色体解析については、根端分裂組織から酵素解離法で染色体標本作製し、蛍光顕微鏡観察で画像を取得した。核型解析では共同研究者が開発中である画像解析ソフトウェア ImageJ をベースに稼働する CHIAS V (染色体画像解析システム V) を試行した (Fukui and Kato, 2021)。

4. 結果

4-1-1. ツユクサとケツユクサの地理的分布

都市—郊外勾配におけるツユクサとケツユクサの分布パターンを明らかにするため、日本の大都市（東京、大阪）から中小都市（岡山、島根）で都市部から都市郊外にかけて水田や路傍、公園などを調査対象地としツユクサ（Cc）、ケツユクサ（Ccfc）の植生を調査した（図1，図2）。単位面積当たりの人工地割合が大きい地域を都市化度が高い都市部とした。その結果、京阪神地域において、有馬・六甲山北側といった都市郊外ではツユクサ、ケツユクサ両種の集団が確認された一方で、中心部といった都市部ではケツユクサの集団が見られずツユクサの集団が優占していることが分かった（図2A）。特に、神戸市西区押部谷に広がる都市水田でもツユクサのみが見られた。この分布の違いは、首都圏である東京（23区人口約970万人）だけでなく、中小都市である島根県松江市周辺（人口約25万人）や岡山県岡山市周辺（人口約70万人）においてもみられ、同様の結果となった（図2B,C,D）。島根県松江市周辺や岡山県岡山市周辺の人工地面積割合の低い地域でも、ツユクサのみの集団が多くを占めていた。一方で、都市部でも東京都心にある自然環境がよく保全された野川公園などでは、ケツユクサがツユクサと共存する地点がわずかに存在した。



図1 都市部と農村部に見られるツユクサと近縁種ケツユクサの形態

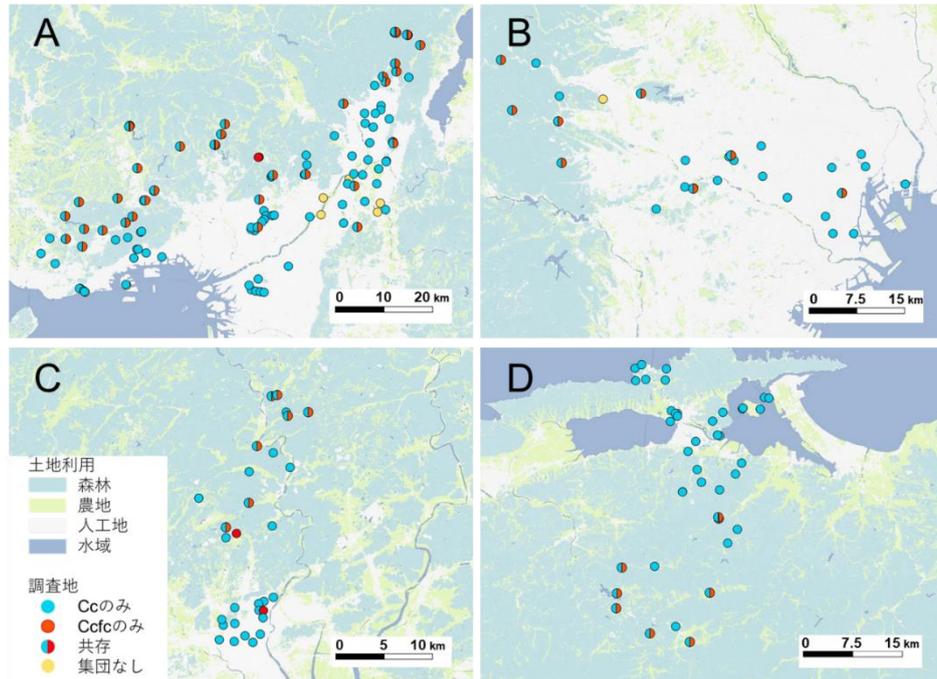


図2 都市部—郊外勾配におけるツクサ (Cc) とケツクサ (Ccfc) の地理的分布

4-1-2. ツクサ、ケツクサの気孔形質測定

都市化に関連した形質の変化があるかどうかを明らかにするため、環境の変化に敏感とされる気孔のサイズ（長さ）と単位面積当たりの密度を測定し、種間と同種内の都市化度との比較を行った。まず種間の比較では、ツクサ (Cc) の気孔はケツクサ (Ccfc) に比べて1.2倍以上有意に大きかった (Cc 平均 : $51.91 \pm 5.61 \mu\text{m}$ 、Ccfc 平均 : $43.23 \pm 5.07 \mu\text{m}$)。ツクサ内では島根と東京間などで有意な差が見られ若干の地域差があったが、ケツクサには見られなかった (図 3)。またツクサの気孔の密度はケツクサに比べ有意に小さかった。一方、ツクサにおいて都市部—都市郊外といった都市化度と気孔形質（サイズ・密度）に有意な関係は見られなかった。

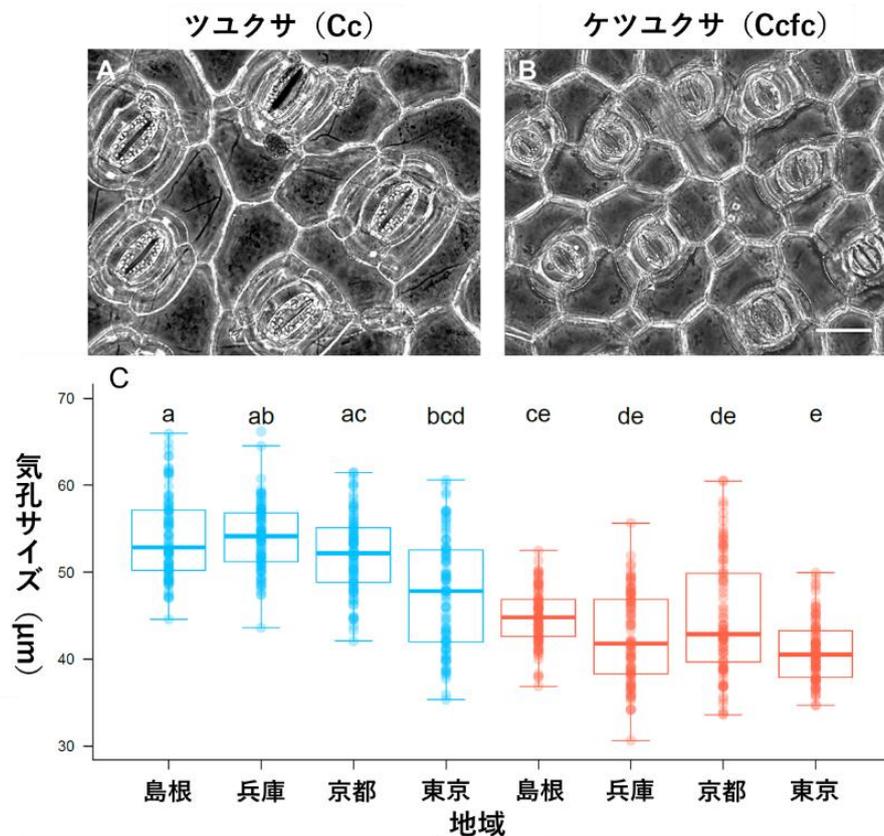


図3 ツユクサ（青）とケツユクサ（赤）の気孔サイズの植生地域比較
スケールバー：50 μm

4-2. ノジギクの染色体核型解析

ノジギクの遺伝的特性について調べるため、染色体標本作製し、染色体数と核型解析を行った。神戸市六甲地区の野外でサンプリングした個体と姫路市（エヌ・エス・グリーン社の分譲）個体を比較した。染色体標本を姫路市の栽培個体と神戸市の野外個体で比較したところ、両方に chromosome knob とよばれる高度に凝縮したヘテロクロマチン構造の部位が染色体先端に見られた（図4A-2, B-2）。染色体数は神戸市野外の個体で $2n = 54$ が確認できた。続いて核型解析では、CHIAS Vによって図4のB-2の染色体標本画像から染色体を分離し染色体の面積が大きい順に並べ替えることができた（図4B-3）。この核型画像からも両者のノジギクの染色体数が54本であることが確認できた。

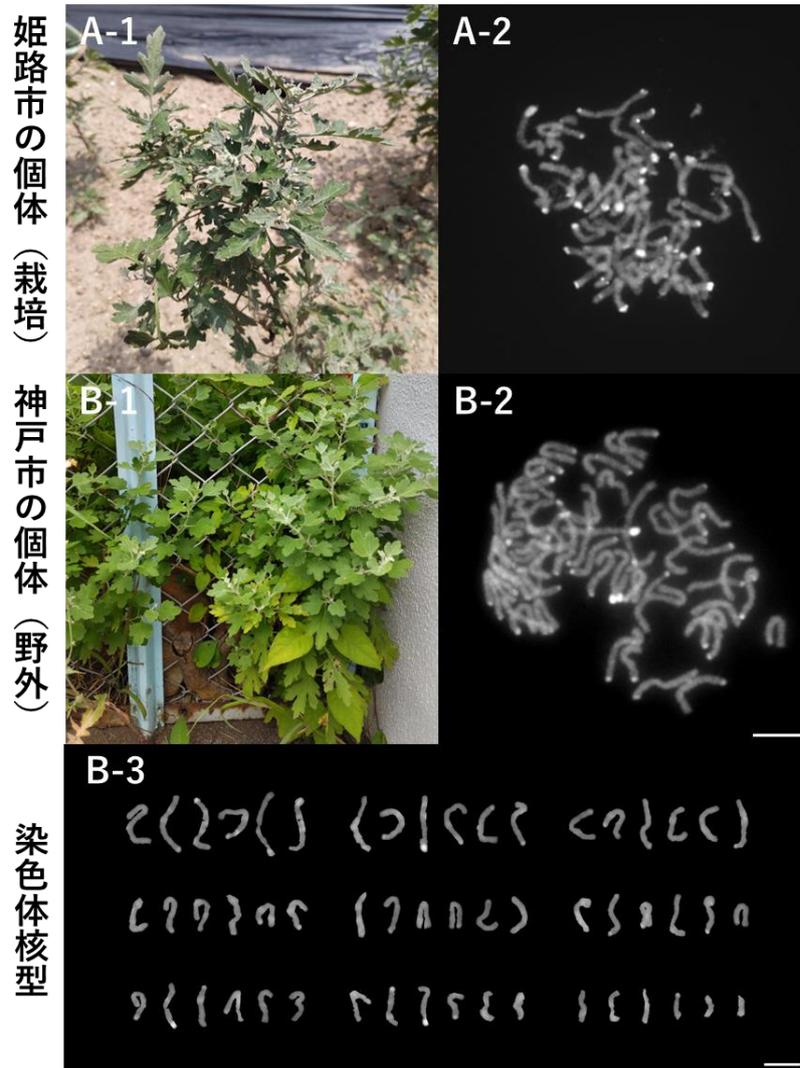


図4 姫路市と神戸市のノジギクの個体と染色体標本（スケールバー：5 μm）

5. 考察

5-1. 植物における都市化の指標となるツユクサ、ケツユクサ

ツユクサとケツユクサの分布の違いについて、都市郊外では両種が共存し、都市部ではツユクサが優占していたことから、両種の分布は都市環境に大きく影響を受けているといえる。ツユクサ、ケツユクサは形態に大きな差が見られないが、ツユクサがケツユクサに比べて大型の気孔をもつことが明らかとなった。都市化度と気孔形質に相関は見られなかったが、ツユクサ、ケツユクサにおいて気孔形質が都市環境や分布の違いとどのような関係があるのかさらに調査を行う必要がある。また、都市部に見られる比較的緑化した地域（都市水田）でもツユクサのみが観察された。一方で、六甲山により都市部から隔てられた神戸市北区の有馬などではケツユクサも分布していた。このことから、ケツユクサが生育できる環境は少なくとも両種が共存できるほど自然環境が維持されていると考えられる。つまり、ケツ

ユクサも分布できる環境かどうかを植物にとっての都市化の指標とすることができると考えられる。都市環境は野生植物の植生に大きく影響を与えており (Shimomai et al., 2024)、都市化の指標に人工地面積等だけでなく野生植物の植生も取り入れることで、人と多様な植物が共存できる自然環境豊かなまちづくりにつながる。

5-2. 遺伝的特性の調査と保全

兵庫県の花であるノジギクは牧野富太郎博士が命名した日本の在来種である。分布の東端である兵庫県から西の瀬戸内海沿岸に分布し、高知県や九州などにも部分的にみられる (姫路市都市緑化課, 1990)。兵庫県内においては、姫路市で分布の保全がさかんに行われており (兵庫県保健環境部環境局環境管理課, 1992)、今回植物体を譲渡していただいた有限会社エヌ・エス・グリーンは姫路市でノジギクの保全・譲渡を社会貢献活動として行っている。姫路市だけでなく県内の公園、施設に数多く配布しており、兵庫県内で広がっている栽培のノジギクはエヌ・エス・グリーン由来のものも多い可能性がある。しかし、神戸市では六甲山周辺に分布が広がっているものの、姫路市に比べ保全が進んでいない。今回確認できた染色体数が54本であったことは、ノジギクが6倍体であるとする過去の文献と一致する (山陽電気鉄道株式会社事業部, 1967)。また、ノジギクには染色体末端に knob という特性をもつことが今回初めて明らかになった。多倍体の可能性から、同じく日本の在来種である2倍体のリュウノウギクとは来歴を異にする遺伝的多様性が高い可能性が考えられる。今後は神戸市でのノジギク分布の調査やエヌ・エス・グリーンと野外のノジギクを比較し、染色体の核型に関する特性を調べることで、在来種の保全に配慮したまちづくりにつながる。

6. 参考文献

- 1) Moon MJ, Park SH, Han SY, Kim JS (2023). New diploid populations of the *Chrysanthemum zawadskii* complex (Asteraceae) in natural habitats of Korea. *식물분류학회지*, 53: 271-280
- 2) 藤島弘純 (2010). 雑草の自然史—染色体から読み解く雑草の秘密. 築地書館, pp. 107-147
- 3) Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) (2022). High Resolution Land-Use and Land-Cover Map. Retrieved July 1, 2022 ed.
- 4) Fukui K, Kato S (2021). Imaging approaches for chromosome structures. *Chromosome Res*, 29:5-17. doi:10.1007/s10577-021-09648-3
- 5) Shimomai H, Taichi N, Katsuhara KR, Kato S, Ushimaru A, Ohmido N, (2024). Allopolyploidy enhances survival advantages for urban environments in the native plant genus *Commelina*, *Annals of Botany*, 134: 1055-1066, <https://doi.org/10.1093/aob/mcae141>
- 6) 姫路市都市緑化課(1990). のじぎく. 船場印刷株式会社
- 7) 兵庫県保健環境部環境局環境管理課(1992). 兵庫県の花のじぎく. 4P 保 2-119B5
- 8) 山陽電気鉄道株式会社事業部(1967). 県花ノジギク. pp. 48-50