

令和 6 年 6 月 4 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H02559

研究課題名（和文）人為環境下における植物群集の急速な形質進化と群集への波及効果

研究課題名（英文）Rapid trait evolution of plants under anthropogenic impacts and its spillover effects on communities

研究代表者

深野 祐也（Fukano, Yuya）

千葉大学・大学院園芸学研究院・准教授

研究者番号：70713535

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、都市や農地の植物がどのように適応進化が起きているかを研究する。都市や農地は人間が作り出した人為生態系で、自然生態系とは大きく異なる環境である。こういった環境では、動植物が急速に進化しているかもしれない。私たちは、メヒシバ・オヒシバ・カタバミといった植物に注目して、競争能力や耐熱性に関連する形質が進化していることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

植物が環境ストレスによってどのように急速に進化しているかを解明することは、地球環境と人間の関係を予測する上で極めて重要です。例えば地球温暖化によって植物がどのように進化するか、植物の進化が動物にどのように波及するか、という知見は私たちの生活に直接関わってくるはずです。

研究成果の概要（英文）：We study how adaptive evolution is occurring in urban and farmland plants. Cities and farmlands are human-created anthropogenic ecosystems, which are very different environments from natural ecosystems. In these environments, plants and animals may be evolving rapidly. We have focused on plants such as the Digitalis, Eleusine, and Oxalis, and found that traits related to competitive ability and heat tolerance have evolved in these plants.

研究分野：生態学

キーワード：適応進化 都市化 農地 ヒートアイランド 環境ストレス

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

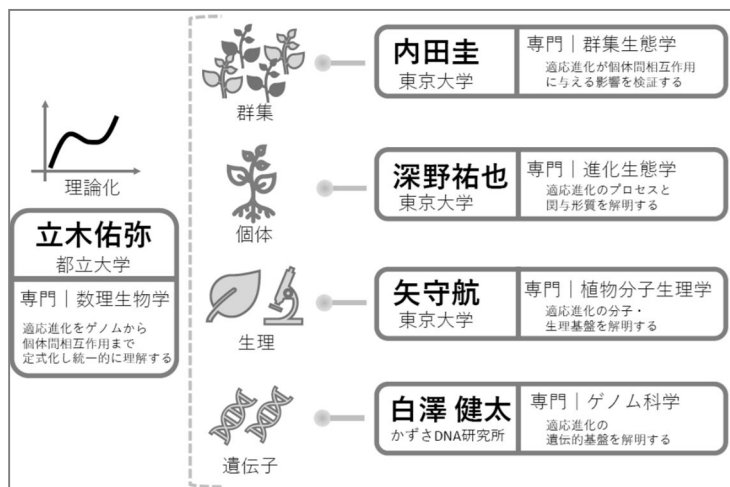
都市と農地はわれわれの社会が存続する上で必須の人為環境であり、地球の陸地の14%を占める広大なハビタットである。しかし、その環境に生育する生物がどのように適応進化し、どのように生態的な相互作用が形作られているかは、森林や草地などの自然環境と比べてほとんどわかっていない。都市と農地は土壌や水分条件など、しばしば対照的な環境を持つが、同じ植物種が分布していることがある。これらの植物種では強い分断化選択が生じていると予想されるため、都市と農地において急速に適応的分化が進んでいる可能性がある。そして急速に生じる適応進化は、都市・農地の生態系に大きな影響力を持つかもしれない。

2. 研究の目的

本申請課題では、都市と農地という人為環境下で、植物がどのように適応進化しているのか、その進化にはどんな生理的・遺伝的基盤が関わっているのか、そして急速な進化は都市と農地の生態学的な相互作用にどのように波及するのかという点を明らかにする。都市と農地は土壌や水分条件などしばしば対照的な環境を持つが、同じ植物種が分布していることがある。これらの植物種では強い分断化選択が生じていると予想され、都市と農地環境が選択圧となり急速に適応的分化が進んでいる可能性がある。そして、急速な進化は、生態学的相互作用にフィードバックされ、大きな波及効果を持つ可能性がある。つまり、都市と農地に生育する植物に注目することで、進化-生態的なダイナミクスをリアルタイムで検証することができる。申請者らはこのアプローチで、都市と農地で草姿という植物の重要な形質が競争環境の違いによって適応的に分化していることを発見した (Fukano et al. 2020, J. Ecol)。本申請課題では、この発見を突破口に、人為的環境で生じる適応的分化とその生態学的な影響を、様々な植物を対象に遺伝子・生理・表現型から群集まで異なるスケールで解明する。

3. 研究の方法

都市と農地の様々な地点から種子を採集し、共通圃場実験によって進化を実証した。さらに、生理学的・遺伝学的手法とフィールド移植実験などと組み合わせ、多角的に都市と農地で起こる進化とその波及効果を検証した。



4. 研究成果

本申請課題の研究によって先に報告していたメヒシバに加え、オヒシバという異なるイネ科植物が都市と農地の異なる競争環境に急速に適応進化し草姿を変化させていることが分かった。この2種の適応は全体としては同じ形質ではあるものの、関わる生理的形質が異なっているため都市で起きる急速な収斂進化といえる。また、この草姿の形態的分化は、その個体の競争能力に影響するだけでなく、周囲の植物との種間相互作用を変え、群集構造や種の多様性にまで波及することを明らかにした。さらに、競争形質の変化を景観構造から研究する新しい枠組みを提案した。加えて、カタバミを対象とした研究では、都市の個体群がヒートアイランドによって急速適応進化し、アントシアニンが蓄積することで葉色が赤く変化していることを発見した。これらの成果は、学術論文として出版されると同時にプレスリリースを発表し、ひろく市民に成果を伝えた。

「足元で起きる進化」の波及効果 たった 1 種の形態進化が植物群集の多様性を変える

https://www.a.u-tokyo.ac.jp/topics/topics_20220930-1.html

都市の熱さで植物は赤く進化する ヒートアイランドへの急速な適応進化を初めて実証

https://www.a.u-tokyo.ac.jp/topics/topics_20231023-1.html

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Maruyama Noriko, Miyazaki Keiko, Yasunaga Eriko, Uchida Kei, Kawabata Saneyuki, Fukano Yuya	4. 巻 37
2. 論文標題 Long term flowering records of herbaceous plants in Tokyo, Japan, during 1994?2015 through citizen science	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 182 ~ 185
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12271	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukano Yuya, Yamori Wataru, Misu Hayata, Sato Mitsuhiro P., Shirasawa Kenta, Tachiki Yuuya, Uchida Kei	4. 巻 9
2. 論文標題 From green to red: Urban heat stress drives leaf color evolution	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eabq3542
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.abq3542	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukano Yuya, Uchida Kei, Tachiki Yuuya	4. 巻 37
2. 論文標題 Urban-rural gradients: how landscape changes drive adaptive evolution of plant competitive traits	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Evolutionary Ecology	6. 最初と最後の頁 215 ~ 232
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10682-022-10215-3	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukano Yuya, Tachiki Yuuya, Kasada Minoru, Uchida Kei	4. 巻 289
2. 論文標題 Evolution of competitive traits changes species diversity in a natural field	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences	6. 最初と最後の頁 20221376
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rspb.2022.1376	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Maruyama Noriko、Miyazaki Keiko、Yasunaga Eriko、Uchida Kei、Kawabata Saneyuki、Fukano Yuya	4. 巻 37
2. 論文標題 Long term flowering records of herbaceous plants in Tokyo, Japan, during 1994?2015 through citizen science	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 182 ~ 185
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12271	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	立木 佑弥 (Tachki Yuuya) (40741799)	東京都立大学・理学研究科・助教 (22604)	
研究分担者	内田 圭 (Uchida Kei) (40747234)	東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・助教 (12601)	
研究分担者	白澤 健太 (Shirasawa Kenta) (60527026)	公益財団法人かずさDNA研究所・先端研究開発部・主任研究員 (82508)	
研究分担者	矢守 航 (Yamori Wataru) (90638363)	東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・准教授 (12601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------