

縄文時代から現在までの草地性チョウ類の歴史を解明

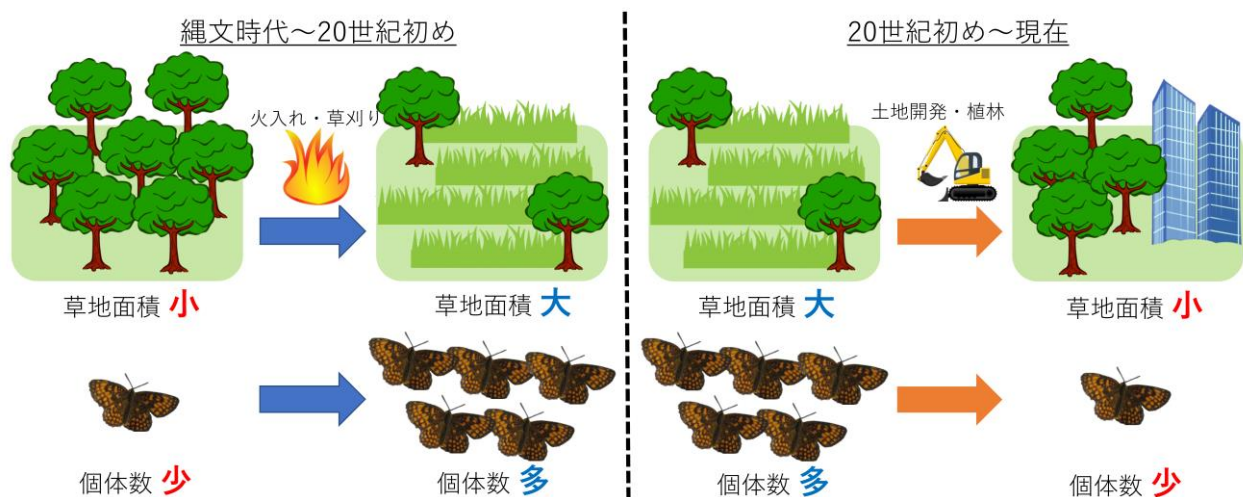
— 人間活動の変化がもたらした、草地とチョウの「栄枯盛衰」 —

概要

中濱直之 京都大学大学院農学研究科博士後期課程学生（現：東京大学総合文化研究科 日本学術振興会特別研究員 PD）、内田圭 横浜国立大学環境情報研究院産官学連携研究員、丑丸敦史 神戸大学大学院人間発達環境学研究科教授、井鷲裕司 京都大学大学院農学研究科教授らのグループは、草地性絶滅危惧チョウ類であるコヒョウモンモドキを材料に、縄文時代から現在までの個体数の増減の歴史を明らかにしました。本種の遺伝子解析の結果、縄文時代中期（約 6000 年前）以降は個体数が大きく増加したものの、20 世紀以降の草地面積の減少に伴い過去 30 年間には個体数が激減したという、まさに「栄枯盛衰」をたどったことが分かりました。近年多くの草地性生物が絶滅の危機に瀕していることから保全意識が高まっていますが、これまでに長期的な視点と短期的な視点の両方から日本国内で草地性生物の歴史を明らかにした研究例はありませんでした。本研究は、日本の草地性生物の保全だけでなく、草地生態系全体を理解するうえで極めて重要な意義を持ちます。

さらに、本研究では過去 30 年間の個体数の変化の推定にチョウ類の標本の DNA を用いています。これまで昆虫の乾燥標本は、DNA が劣化しているため遺伝解析が難しいとされてきましたが、本研究では、過去の情報の復元に標本 DNA が有用であることを示しました。

本研究成果は 2018 年 2 月 26 日に、英科学誌「Heredity」の電子版に掲載されました。



日本国内における草地面積とチョウの個体数の変化

1. 背景

火入れや草刈りといった人為的な活動によって維持されている半自然草地は非常に生物多様性の高い生態系として知られています。日本国内の半自然草地は、各地の土壌・花粉化石分析から、縄文時代以降の人間活動の拡大に伴い面積が増加し続けたとされています。20世紀初頭には日本国内の面積の1割強が草地環境でした。しかしながら、20世紀以降の人間活動の変化（化石燃料への依存、拡大造林など）によりその面積は激減し、現在は国土の1%程度になっています。こうした状況において、草地性生物はどのような歴史をたどってきたのでしょうか。

コヒョウモンモドキ（図1）は関東～中部地方の半自然草地に生育するチョウ類の一種です。近年顕著に減少し、環境省レッドリストで「絶滅危惧IB類」に選定されています。私たちは現在と標本のDNAを用いて過去1万年間という長期のスケールから、また過去30年間という短期のスケールから、本種の個体数の歴史を解明しました。

2. 研究手法・成果

ロシア東部の個体群と比較したところ、およそ7万年前（2～15万年前）にロシアと日本の個体群が分かれたことが分かりました。また現在のDNAの解析から、コヒョウモンモドキは3,000～6,000年前に個体数が大きく増加したことが分かりました。これは、ちょうど人間活動が拡大し火入れなどが頻発したことにより、国内で半自然草地の面積が増加し始めた時期とおおよそ一致しております。一方で、標本と現在のDNAの解析の結果、多くの生息地において過去30年間で個体数・遺伝的多様性ともに大きく減少していたことがわかりました。過去30年間の草地面積と気温の変化が個体数に与える影響を調べたところ、個体数の減少の要因は気温の変化ではなく、草地面積の減少によるものであることが統計解析から推定されました（図2）。さらに、近年の個体数の減少により、たった30年間で各生息地の個体群は遺伝的に分化しつつあることも併せて示されました。このように、日本国内における草地性生物や草地生態系は、人間活動の歴史の影響を受けてきたことが本研究から分かりました。

また、各生息地における本種の遺伝的多様性を維持するためには、生息地面積の確保とともに生息地内の開花植物（チョウの成虫の餌資源）の種数の維持も重要であることが示されました。

3. 波及効果

これまでに日本国内の草地性生物の歴史の解明には、過去の断片的な文献記録や土壌・花粉化石の分析に頼るしかなく、その多くは謎に包まれてきました。本研究で明らかとなった草地性チョウ類の個体数の歴史から、縄文時代から20世紀初頭まで半自然草地が広く維持されてきたものの、20世紀以降は一転して半自然草地と草地性生物が急減したことが示されました。このように、本研究成果は日本国内における草地性生物の歴史だけでなく草地生態系の成り立ちや変化の解明に大きく役立つと考えられます。また草地性チョウ類の遺伝的多様性や個体数の減少には、開花植物の減少とともに草地面積の急激な減少が関わっていることが示されました。こうした減少のメカニズムが解明できたことから、今後、本種はじめ多くの草地性絶滅危惧種の保全にも応用できると期待されます。

最後に、本研究では多数の標本を用いて過去の個体数や遺伝的多様性の推定を実施いたしました。特に昆虫標本はほかの分類群と比べて、多数の標本が日本国内で収蔵されていることから、こうした標本は過去の遺伝情報の復元に極めて有用であることが示されました。

4. 研究プロジェクトについて

本研究は、JSPS 科学研究費補助金（課題番号：15J00908）の支援を受けました。

<参考図>

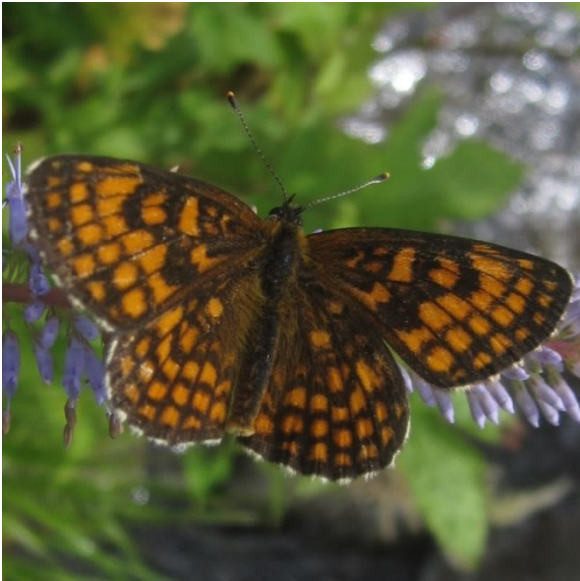


図1 コヒョウモンモドキ成虫。

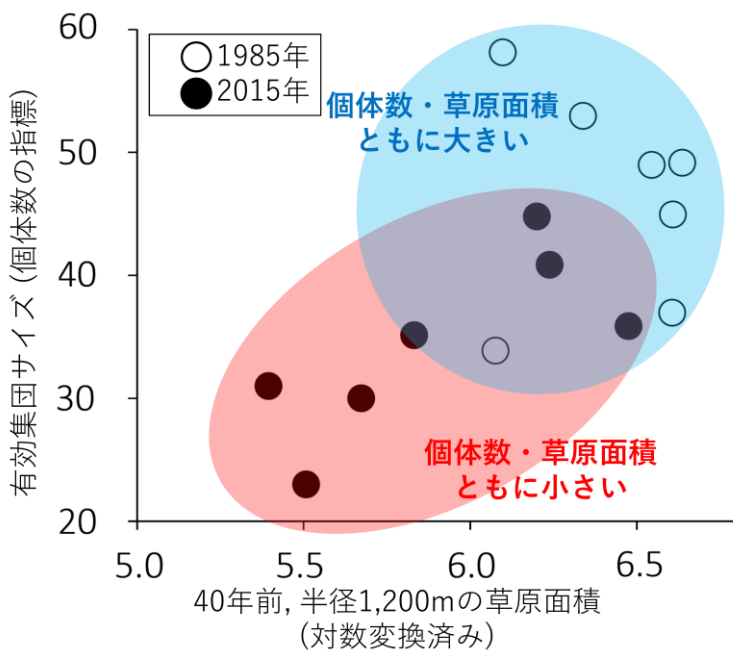


図2 草地面積と個体数の関係。1985年は草地面積、個体数ともに大きいのが、2015年はいずれも減少傾向にある。

<論文情報>

タイトル : Historical changes in grassland area determined the demography of semi-natural grassland butterflies in Japan. (日本の草地面積の歴史的変遷が草地性チョウ類の集団動態を決定する)

著者 : Naoyuki Nakahama, Kei Uchida, Atushi Ushimaru, Yuji Isagi (中濱 直之、内田 圭、丑丸 敦史、井鷲 裕司)

掲載誌 : *Heredity* DOI : 10.1038/s41437-018-0057-2