

令和 2 年 7 月 8 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K07557

研究課題名(和文) 植生履歴が草原の生物圏に与える影響：古い草原の歴史的価値

研究課題名(英文) The effects of vegetation history on the biosphere in grasslands: the historical value of old grasslands

研究代表者

田中 健太 (KENTA, Tanaka)

筑波大学・生命環境系・准教授

研究者番号：80512467

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：長野県中・東部の、菅平高原、霧ヶ峰高原、白馬等の3地域のスキー場草原で、70年以上続いている古い草原、それより最近できた新しい草原、森林という3タイプの植生の調査地を設け、(1)植生履歴、(2)植物、(3)チョウ、(4)甲虫、(5)黒ボク土の調査を行った。旧草原は植物の種多様性が高いこと、新草原の植物群集は森林と類似性があること、広い旧草原には特有の蝶群集が成立していること、森林性と考えられていた甲虫が草原に数多く分布していること、草原からアカマツ林・シラカバ林・カラマツ林への変化過程のいずれにおいても森林化が開始してから10～40年後には黒ボク土の黒色土が褪色すること、が明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

かつては全国の1割以上を占めていた草原が1%にまで減り、今なお減り続けている中で、残された草原の全てを保全することは難しかった。本研究で、古い草原の希少性が明らかになったことにより、存続期間の長さが、土地の所有・管理者や行政にとって分かりやすく具体的な草原の保全優先度の指標として提案できる。奈良時代以前から続いてきた古い草原は、自然攪乱と人間による土地利用が織りなしてきた自然・文化複合遺産と捉えることができる。こうした草原が、わずか数十年間森林化するだけで、蓄積されてきた黒ボク土を失ってしまう。このことは、草原の歴史性という価値が、いったん失われると取り戻せないことを示唆している。

研究成果の概要(英文)：We studied (1) plants, (2) butterflies, (3) coleopteran, (4) soil in three different vegetation types, (i) old grasslands generated > 70 years ago, (ii) newer grasslands and (iii) forests, in and near ski runs in Sugadaira, Kirigamine and Hakuba in the central Japan. We found (1) plant species richness was higher in old grasslands and plant communities in new grasslands has similarities to that of forests, (2) large old grasslands had specific butterfly communities, (3) many of formerly-believed forest coleopterans were distributed in grasslands, and (4) in the change process from grasslands to any of Pinus, Betula or Larix forests, blackness of soil decreased only 10 - 40 years since forestation began.

研究分野：生態学

キーワード：保全生態学 群集生態学 時間的連続性 群集形成 生物多様性 レッドリスト 絶滅危惧 保全優先度

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、研究者個人に帰属されます。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

草原から先駆林を経て極相林にかわる植生遷移に沿って、生物群集は大きく変化する。そのため、遷移系列に沿った多様な生態系があることが、生物多様性の保全に大切である。日本では、遷移系列末期にある極相林が大幅に減ってしまったことは良く認知されている。しかしながら、遷移系列初期にある草原もまた消滅の危機に瀕しており、「絶滅危惧生態系」とも言える状況である。草原は、最終氷期以前から日本列島に広く分布し、史前から日本の面積の1～数割を占めていたと考えられるが、自然撓乱と人為撓乱の減少によって1940年代から草原が急速に減り、現在ではわずか1%と推定されている<sup>1</sup>。草原の減少は、日本の生物多様性への大きな脅威とされており<sup>2</sup>、我々による文献調査によっても環境省指定絶滅危惧種のうち、植物の3割、蝶の4割は草原性の種である。草原の生物多様性を守る上で、保全すべき草原の特定が急務である。

ここで本研究が着目するのが、草原の時間的連続性である。空間的連続性、すなわち生息地断片化の問題は、景観生態学の発展当初から現在まで最も精力的に研究されてきたテーマの一つである。一方、生息地の時間的連続性の観点からの研究は遥かに遅れており、重要な問題が見過ごされてきた可能性が高い。群集生態学では、構成種の進入履歴が生態系の性質に影響を与える<sup>3</sup>など、過去履歴の効果が2000年以降に相次いで報告されている。さらに最近、草原の歴史性が植物群集の組成に影響することがヨーロッパで報告され始め<sup>4</sup>、注目を集めている。また、古い草原には、黒色の植物片・黒色の腐植・植物ケイ酸体に富む黒ボク土が千年～数万年という時間をかけて生成・蓄積されていることが多い<sup>5</sup>。しかし飯村らは、わずか40年間の森林化を経るだけで、土壌が急速に褪色して物理化学性が変化することを明らかにした<sup>6</sup>。このような土壌の変化は、地上部リターや樹木根茎からの新たな有機物供給量増大など、植物の影響で起きているし、土壌から生物相への影響もあるだろう。そのため、土壌と地上・地下の動植物からなる相互作用系である「生物圏」が、草原の歴史性に規定されている可能性がある。

### 2. 研究の目的

草原の歴史性が生物圏に与える効果を、歴史性の異なる多数の草原を比較することで検証する。さらに、そのメカニズムを理解するために生物圏内の相互作用を解明する。草原の歴史性についてはまず、過去の地形図・空中写真・土地利用史などの社会的な資料から草原の連続期間を推定する。そして、あわせて、草原状態で堆積するとされる炭化物由来A型腐植酸など数種類の化学物質を土壌中草原マーカーとして用い<sup>7</sup>、歴史性推定を補完する。また、草原の森林化にともなう黒ボク土の褪色性と物理化学性の変化を調べる。生物群集については、維管束植物、土壌食物網の頂点にいる地表性オサムシ類、植物宿主特異性が高い蝶類を対象とする。これらを通じて、歴史性が生物圏に与える影響を解明し、そのメカニズムの一端に迫る。具体的には以下の設問に答える。

- 古い草原の方が、生物群集の希少性が高いか？
- 草原の歴史性が、植物・オサムシ類・蝶類の種組成の変化にどれくらい効いているか？
- 古い草原の森林化に伴う黒ボク土の褪色はどこまで一般的か？ 優占樹種や森林化の期間によってどう変わるのか？
- 古い草原からの距離が近いほど、特定の蝶類等が出現しやすいか？

### 3. 研究の方法

長野県中・東部の、菅平高原、霧ヶ峰高原、白馬等の 3 地域のスキー場草原で、(1)植生履歴、(2)植物、(3)チョウ、(4)甲虫、(5)黒ボク土の調査を行った。

- (1)スキー場の植生履歴は、おおむね 1900 年以降の地形図と空中写真(ともに国土地理院)によって調べ、地理情報化した。70 年以上続いている古い草原、それよりも最近できた新しい草原、森林の 3 植生タイプの調査地を、各地域・各植生について 5~8 地点(計 58 地点)設けた。
- (2)全調査地に 1×20 m の調査区を設け、出現する維管束植物種を記録した。
- (3)菅平の調査地の植生調査区を含むように 5×20 m の調査区を設け、調査区内に来訪する蝶成虫の種と各種の個体数を目視によって調べた。6~9 月に重点的に調査し、1000 個体以上の目視観察データを得た。
- (4)全調査地に 5 つのピットフォールトラップを設置し、7~8 月頃と 8~9 月頃の年 2 回、地表徘徊性甲虫を採集し、種同定を行った。
- (5)全調査地の中央で深さ 0~5cm の土壌を 100ml 採集し、黒色土と炭化物含有量を測定した。また、菅平において、草原からアカマツ林・シラカバ林・カラマツ林のいずれかに変化して 10~40 年経過した 3 地点で隣接草原と森林に深さ 80cm の穴を掘って深さ 10cm 毎に土壌を採集して黒色土を測定した。

#### 4. 研究成果

- (1)スキー場の植生履歴を、おおむね 1900 年以降の地形図と空中写真(ともに国土地理院)によって調べ、地理情報化した。70 年以上続いている古い草原、それよりも最近できた新しい草原、森林の 3 植生タイプの調査地を、各地域・各植生について 5~8 地点(計 58 地点)設けた。
- (2)全調査地で植生調査を行い、新旧草原の間では維管束植物の種組成が異なること、旧草原の方が新草原よりも植物種数、特に草原性希少種の種数が多いこと、新草原の種組成は森林と類似性があることが分かった。草原の時間的連続性という植生履歴が植物群集に強い影響を与えている。
- (3)菅平で蝶類の調査を行い、調査場所周辺約 1000m の範囲内に古い草原を多いかどうかで種組成が変わり、旧草原の方が新草原よりも指標種が多かった。蝶群集にも草原の時間的連続性が効いており、広い旧草原が特有の蝶群集の保全に重要である。
- (4)全調査地で地表徘徊性甲虫の調査を行い、従来は森林性と考えられていた多くの分類群が草原に多数生息していることが分かり、新産地・新種の可能性のあるサンプルが多く得られた。科レベルでは新旧草原間の群集構成や多様性に差は見いだされていないが、現在進行中の種同定に基づく解析が期待される。
- (5)全調査地で土壌調査を行い、黒ボク土が広く分布していること、黒ボク土の黒色度が主に炭化物含有量で説明でき草原の火入れ履歴との関連が疑われること、菅平では草原が森林化が開始してから 10~40 年後には黒ボク土の黒色度が褪色するという傾向が、アカマツ・シラカバ・カラマツが優先する 3 種類の森林タイプで共通して見つかり、黒ボク土の黒色度が草原の時間的連続性の指標となる可能性が浮かび上がった。

<sup>1</sup> 小椋 2006 京都精華大学紀要 30:159-172

<sup>2</sup> 環境省 2012 生物多様性国家戦略 2012-2020

<sup>3</sup> Fukami & Morin 2003 Nature 424: 423-426

<sup>4</sup> Hemrova & Munzbergova 2015 Oikos 124:437-445

<sup>5</sup> 山田 1986 農業環境技術研究所報告 3:23-86

<sup>6</sup> Imura et al. 2013 *Soil Biology and Biochemistry*, 57, 60-67

<sup>7</sup> Ikea et al. 2011 *Organic geochemistry* 42: 55-61

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1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 Yuki A. Yaida, Takuma Nagai, Kazuya Oguro, Koki R. Katsuhara, Kei Uchida, Tanaka Kenta & Atushi Ushimaru	4. 巻 42
2. 論文標題 Ski runs as an alternative habitat for threatened grassland plant species in Japan.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Palaeoartic Grasslands	6. 最初と最後の頁 16-22
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.21570/EDGG.PG.42.16-22	査読の有無 有
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 Taiki, I., Yaida, Y. A., Uehara, Y., Katsuhara, K. R., Kawai, J., Takashima, K., Ushimaru, A., & Kenta, T	4. 巻 なし
2. 論文標題 The effects of temporal continuities of grasslands on the diversity and species composition of plants	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BioRxiv	6. 最初と最後の頁 1-25
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1101/2020.04.21.050013	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11件（うち招待講演 2件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 井上太貴・矢井田友暉・上原勇樹・勝原光希・河合純・關岳陽・高島敬子・宮本和・山本裕加・丑丸敦史・田中健太
2. 発表標題 草原の時間的連続性が植物・蝶類群集に与える影響：3地域での実証
3. 学会等名 第66回日本生態学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 矢井田友暉・井上太貴・田中健太・丑丸敦史
2. 発表標題 埋土種子の減少と種子散布制限は新しく建設されたスキー場の草原性植物組成を決定する
3. 学会等名 第66回日本生態学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上太貴・矢井田友暉・上原勇樹・勝原光希・河合純・高嶋敬子・丑丸敦史・田中健太
2. 発表標題 草原の時間的連続性が植物と蝶類の種組成に与える影響
3. 学会等名 山岳科学学位プログラム第3回学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 矢井田友暉, 田中健太, 小黒和也, 長井拓馬, 内田圭, 勝原光希, 丑丸敦史
2. 発表標題 植生履歴が植物相形成に与える影響
3. 学会等名 日本生態学会第65回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上太貴・田中健太
2. 発表標題 紫外線蛍光を用いた蝶類の蛹群集調査に向けて：蝶20種の蛍光強度と野外発見率
3. 学会等名 日本生態学会第67回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上倉優・井上太貴・田中 健太
2. 発表標題 半自然草原の歴史の長さが蛾類群集に与える影響
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上太貴
2. 発表標題 継続時間が長い草原ほど蝶類群集は多様か？
3. 学会等名 信州大学2019年度公開シンポジウム「博物館収蔵標本から探る過去の自然環境：過去を知るタイムマシンとしての標本」（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上 太貴
2. 発表標題 歴史の長い草原の価値：希少植物・蝶類の視点から
3. 学会等名 山梨大学公開シンポジウム「やまなしの山と自然に学ぶ～山梨大学が拓く山岳科学のフロンティア～」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上倉優・井上太貴・田中健太
2. 発表標題 半自然草原の歴史の長さが蛾類群集に与える影響
3. 学会等名 山岳科学学位プログラム第5回学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上 太貴・矢井田 友暉・上原 勇樹・勝原 光希・河合 純・關 岳陽・高島 敬子・宮本 和・山本 裕加・丑丸 敦史・田中 健太
2. 発表標題 草原の時間的連続性が植物と蝶類群集に与える影響
3. 学会等名 第5回山岳科学学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上太貴 ・ 矢井田友暉 ・ 上原勇樹 ・ 勝原光希 ・ 河合純 ・ 關岳陽 ・ 高島敬子 ・ 宮本和 ・ 山本裕加 ・ 丑丸敦史 ・ 田中健太
2. 発表標題 草原の時間的連続性が植物・蝶類群集に与える影響：3地域での実証
3. 学会等名 山岳科学学位プログラム第4回学術集会
4. 発表年 2018年

〔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	丑丸 敦史  (Ushimaru Atsushi)  (70399327)	神戸大学・人間発達環境学研究所・教授   (14501)	
研究分担者	飯村 康夫  (Iimura Yasuo)  (80599093)	滋賀県立大学・環境科学部・講師   (24201)	