

機関番号：83501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20510221

研究課題名(和文) 半自然草原の人的管理とチョウ類の多様性様式の関係：希少種保全の最適管理手法の解明

研究課題名(英文) Relationship of butterfly diversity with human management in semi-natural grassland habitats: Search for the optimal management technique for conservation of rare species

研究代表者

北原 正彦 (KITAHARA MASAHIKO)

山梨県環境科学研究所・自然環境・富士山火山研究部・部長

研究者番号：70342962

研究成果の概要(和文)：植生調査の結果より、チョウの種数に影響する草本群落の種数を高く維持するために毎年の刈取りが最も効果的であり、その機構の一因として、刈取りによるリター除去の効果が考えられた。また短草型群落を維持することで、比較的省コストで植生の種数維持が可能であることが判明した。一方、チョウ類の調査からは、種多様性は秋に草刈を実施している管理継続区で最大で、絶滅危惧種も管理継続区で個体数の多い種が多く、チョウの多様性と希少種の保全のために、人的管理(刈草)が必須である事が分かった。

研究成果の概要(英文)：From the results of vegetation survey, it was found that, to maintain the number of herbaceous plant species that influenced the number of butterfly species in the habitat, mowing every year is the most effective, and the effect of the litter removal through mowing was thought as a cause of the mechanism. Moreover, it was found that the maintenance of the diversity of vegetation under saving cost condition can be achieved through the maintenance of short-grass type community. In addition, from the results of butterfly survey, it was found that butterfly diversity and the number of individuals of most threatened species were highest in manage-continued sites. Thus, it is concluded that artificial management (mowing) is essential for conservation of butterfly diversity and threatened species.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：動物生態学

科研費の分科・細目：資源保全学・資源保全学

キーワード：半自然草原、人的管理、チョウ類多様性、絶滅危惧種、希少種保全、短草型草本群落

## 1. 研究開始当初の背景

生物多様性の著しい減少はグローバルレベルで進行しつつあり、その保全は現在国際的な重要課題として認識されている。日本でも、絶滅危惧種の特性や生息場所についての分析が進みつつあり、日本の絶滅危惧種の多くは、原生的な環境に生息する種ではなく、適度に人手の入る里地・里山等の二次的環境に生息する種であることが分かってきた（環境省，2001）。このことから、我が国の絶滅危惧生物の多くを保護・保全し、個体群を維持していくためには、単に保護・保全区を設定して立入りを禁止する施策では限界があり、二次的環境に生息する種の生態を明らかにすると共に、人的管理とその種の生息様式の関わり方を完全に明らかにした上で、人的管理を伴った最善の保護・保全策を講じていく必要がある。

半自然草原は、かつては茅場や採草地として適度に火入れや刈草が行われ維持されてきたが、現在ではその使命をほぼ終えて放棄されている所が殆どであり、その荒廃状況が多く半自然草原特有種を衰退への道に導いたと考えられる。我が国の多くの地域では、生態遷移の最終段階は森林であると言われており、現在、多くの地域で半自然草原は消滅し、同時に半自然草原特有種も衰退の一途を辿っている。

そこで、半自然草原に生息する希少種を保全するために、早急に現存する半自然草原で、人的管理の在り方とそこに生息する絶滅危惧種の関係を明白にし、その研究成果に基づいた最適な保護・保全策を講じていく必要がある。

## 2. 研究の目的

半自然草原は、我が国では雑木林や湿地等と共に、絶滅危惧種が多く生息する生物多様性保全上の重要な二次的ビオトープである。半自然草原の生物多様性を維持し、そこに生息する絶滅危惧種を保全していくためには、半自然草原維持のための最適な人的管理様式を解明していく必要がある。

本研究では、現在でも様々なタイプの人的管理が行われている本栖湖の南に位置する本栖高原（通称上ノ原）の半自然草原を調査地に選び、人的管理様式の違いが、その植生やそれを餌資源として利用しているチョウ類にどのように影響しているのかを精査する。その結果に基づき、人的管理と植生、植食動物チョウ類の関係を明らかにし、半自然草原の植生・チョウ類の多様性維持や絶滅危惧チョウ類の保護・保全に最も適した管理様式・形態を解明する。

## 3. 研究の方法

### （1）草地管理と植物群落、チョウ類群集の関係

刈取り処理の最終年代が異なる3か所として、1. 防火帯区（毎年9月あるいは10月に地上部を毎年刈取りを行っている場所）、2. 中期放棄区（2005年に刈倒しを行って以来、無処理の場所）、3. 長期放棄区（1996年に刈倒しを行って以来、無処理）を選択した。各区にはススキが優占する長草型群落とオオアブラススキあるいはトダシバが優占する短草型群落があったため、それぞれの群落タイプごとに0.25cm<sup>2</sup>のコドラート10地点の植生調査を2010年に行った。

また、景観要素と刈取り処理の最終年代とチョウ類群集の対応関係を明らかにするために、チョウ類群集のラインセンサス調査を景観要素の異なる場所3タイプ、刈取り処理の最終年代が異なる場所3タイプ（上記記載）を設定した。防火帯区ではラインセンサスを行う両側の群落がどちらも草原である場所ではなかったため、一方が草原、他方が森林（草森タイプ×2ライン）と両側が森林（森森タイプ×4ライン）の調査を行った。中期放棄区では両側が草原（草草タイプ×2ライン）の調査を、長期放棄区では低木林が混じったものの主に草本群落が多かったため、両側が草原として草草タイプ×3ラインの、計11ラインのチョウ類調査を行った。

### （2）人的管理とチョウ類の多様性・絶滅危惧種の関係

管理様式の異なる各々の地区に固定の調査ルートを設定し、チョウの成虫が出現する5月から10月まで最低月2回、好天の日を選択して個体数モニタリング調査を行った。

また管理様式の違いと餌資源利用の違いも見極めるために、上記調査の成虫確認時に草原内のどの植物を蜜源等として利用していたかを全て記録した（蜜源植物の種類と利用していたチョウ成虫の種と個体数）。また、幼虫の寄主植物も文献等を基に調査し、それと並行して現地調査においても雌成虫の産卵行動が確認できた場合には、寄主植物として記録した。

野外調査が終了した12月から3月までは、統計解析を主体としたデータ解析作業を行った。この解析により、チョウ類の多様性パターン、希少種の分布パターン、幼虫・成虫の餌資源利用様式、そしてこれらの年間変動を明らかにした。さらに、植物とチョウ類の結果を解析して、管理、植生、チョウ類群集の関係を把握して、希少種保全の最適管理手法を考察した。

## 4. 研究成果

### （1）草地管理と植物群落、チョウ類群集の

## 関係

刈取り処理の最終年代が異なる場所間で総種数に減少傾向が見られた (図1)。

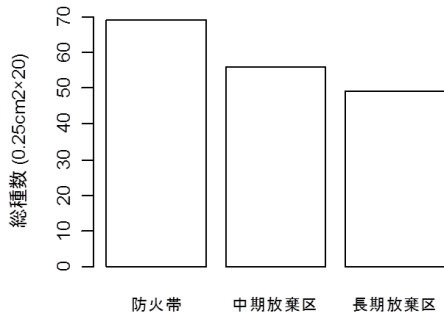


図1. 刈取り処理の最終年代の違いによる総種数の変化。

防火帯では69種、中期放棄区では56種、長期放棄区では49種であり、刈取り処理を放棄することで群落全体の種数に減少傾向が見られた。

一方で、各区の群落タイプごとに単位面積当たりの種数を比較すると (図2)、長草型群落は放棄年代が長くなるにしたがって、種数が低下する傾向があったが、短草型群落はおおよそ一定あるいはやや減少する程度であり、刈取り処理が行われなくとも比較的種数が維持される傾向があった。

各区の群落タイプごとに群落高を比較した結果 (図3)、長草型群落は放棄年代が長くなるに従って、群落高が高くなる傾向があった。一方で短草型群落は防火帯で低いが、中期放棄区と長期放棄区ではおおよそ1m前後であった。単位面積当たりの種数 (図2) と比較すると、おおよそ群落高1m前後の群落において種数が高い傾向があった。

以上の結果をまとめると、刈取り処理の放棄期間が長期に渡ることによって、1. 群落全体の総種数は減少傾向があるが、2. その中でも短草型群落の種数 (単位面積当たり) は比較的高く維持されていることが明らかとなった。

群落高と種数の関係について、群落高の変化は地表面付近の光条件やリターの蓄積へ影響し、その結果が種数の違いへ現れていると考えられた。本研究ではこの機構を明らかにすることはできなかったが、この関係は草原の広域的な種数評価に重要であると考えられる。なぜならば、群落高は多点同時測定が可能な指標であるため、広域の種数分布について、補助的な変数として利用できる可能性がある。今後群落高-種数関係をより詳細に検討し、広域の種数分布への応用が期待される。

上記の結果によれば、草地管理によって短草型群落を形成することで、刈取り処理の間隔を中・長期化できる可能性がある。しかしながら、チョウ類の種数は長期放棄区で少な

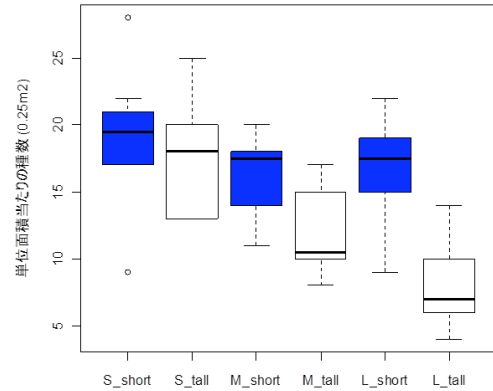


図2. 刈取り処理の最終年代ごとの群落タイプ間における単位面積当たりの種数の変化。ここでS: 防火帯、M: 中期放棄区、L: 長期放棄区を、short: 短草型群落、tall: 長草型群落を示す。

かった。このことは植物群落の単位面積当

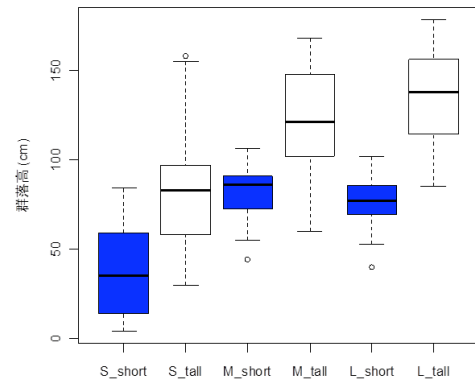


図3. 刈取り処理の最終年代ごとの群落タイプ間における群落高の変化。ここでS: 防火帯、M: 中期放棄区、L: 長期放棄区を、short: 短草型群落、tall: 長草型群落を示す。

りの種数よりも、群落全体の総種数がチョウ類の種数へ影響していることを示す。このことはより広域的な環境要因がチョウ類群集の種数と種組成に影響を及ぼしている可能性を示唆する。そのため、景観要素 (草草、草森、森森の3タイプ)、管理放棄年代 (防火帯: 1、中期放棄区: 2、長期放棄区: 3)、人為的な踏み付けの有無、草原中央部までの距離の4変数 (すべてカテゴリー変数) とチョウ類の種組成 (11のラインセンサスデータ) の関係を多変量回帰モデルを用いて解析した。

その結果、11の調査ラインは3群に分類された (図4、5)。この3群を以下のように呼ぶ: グループI (図4、5中の青色、景観要素: 森森)、グループII (図4、5中の緑色、景観要素: 草草、草森、放棄年代: 防火帯及び中期放棄区)、グループIII (図4、5中の赤色、景観要素: 草草、草森、放棄年代: 長期放棄区)。

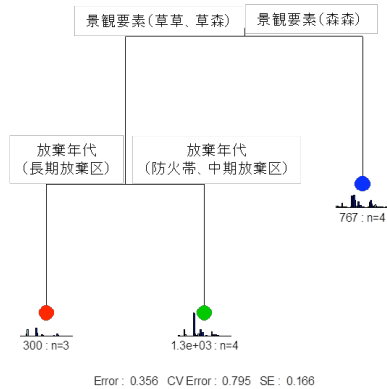


図4. 多変量回帰木によるチョウ類群集の分類.

この結果から、最も影響度の高い変数は景観要素であり、隣接する群落がチョウ類の種組成に大きな影響を及ぼしていることを示す。グループ I (図 4、5 中の青色) は周囲が森林で囲まれており、キチョウやミドリヒョウモン、スジグロチョウ類など森林性のチョウ類が生息していた。次いで刈取り処理の放棄年代が強い影響を示していた。グループ II (図 4、5 中の緑色) はジャノメチョウやヒメシジミが多く生息していた。

多くのチョウ類はこのグループ I と II に



国土地理院撮影の空中写真(2007年撮影、オルソ幾何補正済)

図5. 多変量回帰木の結果を地図化.

生息していたことから、人為的な管理がチョウ類の種多様性にとって重要であることを示す。グループ I は周囲が森林で囲まれているものの、その内部に防火帯がある。グループ II は毎年の刈取り、もしくは数年前まで刈倒しが行われていた場所である。グループ III は草地群落が多かったものの、特徴的なチョウ類はミヤマカラスシジミであり、チョウ類の種数が少ない場所である。これらの結果から、人為的管理は草地の植物群落とチョウ類群集の多様性を維持する上で重要な要因であることが示された。

草地の管理形態(刈取り処理の放棄年代)と植生、チョウ類の生息状況から、チョウ類の多様性維持には草原や森林など様々な植物群落の空間的なモザイク構造が重要であ

ることが実証された。草地は茅の採取や放牧地など農耕地として利用されることが多いが、もしこのような農耕利用が困難である場合やチョウ類の多様性保全を考える場合には、草原全体に渡る一様な管理よりも、様々な群落を導くような不均一な管理形態が望ましいと考えられる。

## (2) 人的管理とチョウ類の多様性・絶滅危惧種の関係

初年度に実施した調査の結果、人的管理の程度とチョウ類群集の総種数との相関係数は、 $r = 0.764$ ,  $p = 0.081$ であった。一方、管理の程度とチョウ類群集の年間総個体数との相関係数は、 $r = 0.781$ ,  $p = 0.069$ であった。以上より、統計学的には有意でなかったものの、チョウ類群集の総種数、年間総個体数共に、生息地の人的管理の程度との正の関係は明白であり、管理がない、もしくは停滞した調査区のチョウ類群集は相対的に極めて貧相であった。人的管理の程度と地区ごとの成虫が利用していた蜜源植物の種数は、有意の正の相関関係が認められ ( $r = 0.842$ ,  $p = 0.033$ )、管理の高い地区で利用蜜源種数が多かった。以上より、半自然草原のチョウ類群集の多様性の維持および絶滅危惧種の生息には、人的管理(草刈り)が重要な役割を持っていることが示唆され、このことにはチョウの餌資源量が関係していると思われる、地区間の管理様式の違いが餌資源量の違いを生み出し、その結果、チョウ類群集の多様性の違いが生じているのではないかと推察された。

初年度に、同じような人的管理を施している調査区において、チョウ類の群集指数がかなり変動し、それに周辺の植生の違いが関与していることが示唆されたので、次年度以降は同じような管理地でも、周辺植生の違う地区をいくつか設けて調査を実施した。結果は人的管理とチョウの種数の関係はこれまで同様、チョウ類の総種数は長期間の管理放棄地で少なく、管理放棄数年の地区が中程度で、管理を継続実施している地区で確認できたチョウの種数が多かった。一方、同じような管理をしている地区間にも種数の違いが存在し、両サイドが亜高木林で覆われている地区でチョウの種数が最も多かった。以上より、チョウの種数は人的管理の程度のみでなく、周辺植生の違いも大きく影響していることが分かった。一方、チョウの総個体数は、周辺部の植生の違いより、管理の程度の違いに大きく影響されており、各調査地区の蜜源植物量の違いに関係していると推測された。

全研究期間を通じて、チョウの多様性は秋に草刈を実施している管理継続区で最大で、中期放棄区がそれに続き、長期放棄区で最小であった。また絶滅危惧種も管理継続区で個

体数の多い種が多く、チョウの多様性と希少種の保全のためには、人的管理が必須である事が判明した。但し、どのような時期のどのような管理が最適かという命題はまだ未決の部分があり、次の課題として残った。一方、本研究においては、同様な人的管理形態の場所でも、周辺植生の違いがチョウの多様性にかなり影響を及ぼす事が判明し、チョウの多様性維持のためには、管理形態と共に周辺の植生配置に十分配慮する必要性が強く示唆された。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計6件)

- ① 北原正彦, 柿崎愛子, 中野隆志, 丸田恵美子, 安田泰輔、富士山北西地域のチョウ類の多様性および希少種保全における半自然草原の重要性、日本環境動物昆虫学会誌、査読有、21巻、2010、115-125
- ② Kobayashi, T., Kitahara, M. and Nakashizuka, T. Effects of *Celtis sinensis* and *Quercus acutissima* afforested area on a population of the near-threatened butterfly, *Sasakia charonda* (Lepidoptera, Nymphalidae) in central Japan. Transactions of the Lepidopterological Society of Japan、査読有、60巻、2009、152-160
- ③ Jiang, Z., Hamasaki, S., Takatsuki, S., Kishimoto, M. and Kitahara, M., Seasonal and sexual variation in the diet and gastrointestinal features of the sika deer in western Japan: implications for the feeding strategy. Zoological Science、査読有、26巻、2009、691-697
- ④ Kitahara, M., Yumoto, M. and Kobayashi, T., Relationship of butterfly diversity with nectar plant species richness in and around the Aokigahara primary woodland of Mount Fuji, central Japan. Biodiversity and Conservation. 査読有、17巻、2008、2713-2734
- ⑤ Kobayashi, T., Kitahara, M., Suzuki, Y. and Tachikawa, S, Assessment of the habitat quality of the threatened butterfly, *Zizina emelina* (Lepidoptera, Lycaenidae) in the agro-ecosystem of Japan and implications for

conservation. Transactions of the Lepidopterological Society of Japan、査読有、60巻、2009、25-36

- ⑥ Kubo, M., Kobayashi, T., Kitahara, M. and Hayashi, A. Seasonal fluctuations in butterflies and nectar resources in a semi-natural grassland near Mt. Fuji, central Japan. Biodiversity and Conservation、査読有、18巻、2009、229-246

[学会発表] (計9件)

- ① 北原正彦、富士山麓部の草原環境のチョウ類群集パターン：中程度攪乱説との整合性について、日本環境動物昆虫学会第22回年次大会、2010年11月24日、滋賀県彦根市滋賀県立大学
- ② 北原正彦, 安田泰輔、生息場所の管理形態と周辺植生の違い及びチョウ類の多様性と希少種分布の関係について、日本環境動物昆虫学会第22回年次大会、2010年11月24日、滋賀県彦根市滋賀県立大学
- ③ 北原正彦, 安田泰輔、生息地の人的管理形態と周辺景観の違いがチョウ類の多様性と希少種分布に及ぼす影響について、第13回自然系調査研究機関連絡会議 (NORNAC) 調査研究・活動事例発表会、2010年10月21日、愛知県名古屋市
- ④ 安田泰輔、中野隆志、杉田幹夫、北原正彦、半自然草地における多遷移段階の粗放的な維持に関する試案、2011年度日本草地学会大会、2011年3月26日、栃木県宇都宮市
- ⑤ Aoki, M., Shiraki, K., Kitahara, M., Chutteang, C., Nangern, P. and Takemasa, F. A micrometeorological measurement system for analyzing northern mitigation of butterfly in the slope of Mt. Fuji. The International Symposium on Agricultural Meteorology 2011 (ISAM2011), 2011年3月18日、鹿児島市鹿児島大学
- ⑥ 北原正彦、草原-森林環境におけるチョウ類の多様性様式と保全の在り方：チョウ類を用いた自然環境評価の1事例、日本昆虫学会第69回大会公開シンポジウム、2009年10月10日、三重県津市三重大学



- ⑦ 北原正彦、山梨県北西地域に生息するゴマシジミの発生活長パターンと保全について、日本環境動物昆虫学会第21回年次大会、2009年11月15日、大阪府大阪青山大学
- ⑧ 北原正彦、中野隆志、安田泰輔、杉田幹夫、富士山北西麓の半自然草原におけるチョウ類の多様性と成虫資源の関係、第12回自然系調査研究機関連絡会議(NORNAC)調査研究・活動事例発表会、2009年11月16日、神奈川県伊勢原市
- ⑨ 北原正彦、富士山麓の半自然草原における人的管理とチョウ類の多様性・希少種との関係(第2報)、日本環境動物昆虫学会創立20周年記念大会、2008年11月16日、京都市左京区京都大学100周年時計台記念館

[図書] (計4件)

- ① Kobayashi, T., Kitahara, M. Chapter 1: Ecology of a woodland butterfly with near-threatened status, *Sasakia charonda*, (Lepidoptera, Nymphalidae) and management of riparian and secondary broadleaf deciduous forests for conservation of the butterfly. In: Harris, E. L. and Davies, N. E. (eds.) *Insect Habitats: Characteristics, Diversity and Management*. 2011, pp. 1-82. Nova Science Publishers, New York
- ② Jiang, Z., Takatsuki, S., Kitahara, M. and Sugita, M. Chapter 3: How location performance indexes of GPS radio collar reflect location error in Mount Fuji, central Japan. In: Asphaug, V. and Sørensen, E. (eds.) *Global Positioning Systems*. 2011, pp. 43-55. Nova Science Publishers, New York
- ③ 北原正彦、様々な環境に住むチョウ：富士山に生息するチョウ類、中村寛志・江田慧子編著「山岳科学ブックレット7 蝶からのメッセージ：地球環境を見つめよう」、2011、pp. 8-17、信州大学山岳科学総合研究所発行、オフィスエム発売
- ④ Kubo, M., Kobayashi, T., Kitahara, M. and Hayashi, A., Chapter 6: Relationship of management practices to the species diversity of plants and butterflies in a semi-natural grassland,

central Japan. In: Runs, J. and Dahlgren, T. (eds.) *Grassland Biodiversity: Habitat Types, Ecological Processes and Environmental Impacts*. 2010, pp. 241-265, Nova Science Publishers, New York

[産業財産権]  
○出願状況 (計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

[その他]  
ホームページ等  
<http://www.yies.pref.yamanashi.jp>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

北原 正彦 (KITAHARA MASAHIKO)  
山梨県環境科学研究所・自然環境・富士山火山研究部・部長  
研究者番号：70342962

### (2) 研究分担者

安田 泰輔 (YASUDA TAISUKE)  
山梨県環境科学研究所・自然環境・富士山火山研究部・研究員  
研究者番号：40372106