

ムラサキセンブリ (*Swertia pseudochinensis*) 個体群保全への休牧処理の効果

高橋 佳孝*・井上 雅仁**・堤道生*・小林 英和*・内藤 和明***

Effect of protection against grazing during autumn on the population of *Swertia pseudochinensis* Hara, growing at the foot of Mount Sanbe

Yoshitaka Takahashi, Masahito Inoue, Michio Tsutsumi, Hidekazu Kobayashi
and Kazuaki Naito

Abstract

A population of *Swertia pseudochinensis* Hara, a rare winter annual that grows in the grasslands of Mount Sanbe, was protected against grazing by cattle during autumn. *S. pseudochinensis* plants maintained in the plot that was enclosed (ungrazed) during autumn survived better than those maintained in an adjacent control (continuously grazed) plot. Further, compared to the plants in the control plot, those in the enclosed plot grew taller, had a larger crown and basal size, and bore more flowers. These results indicate that enclosing grazing lands with Zoysia-type vegetation during autumn may be a promising means to obtain vegetation with high species diversity and may also be useful for restoring *S. pseudochinensis* populations.

Key words: conservation, protection against grazing, semi-natural grassland, *Swertia pseudochinensis*

1. はじめに

ムラサキセンブリ (*Swertia pseudochinensis* Hara) は、草丈20–50cmになるリンドウ科の越年生草本で、環境省のレッドデータブック（環境庁, 2000）に記載されている草原性の絶滅危惧植物である。もともと、草地や里山等の農畜産的土地利用と関わりの強い場所に生育し、採草や放牧等の適度な擾乱により生じる明るい草地環境を生育適地とする植物である。全国的な調査によると、利用の放棄に伴う草地植生の遷移、草地の開発、道路工事が減少の主要因とされており（環境庁, 2000）、草地の利用形態の変化が消失に大きく関わっている。

このように全国的に生育地や個体群が消失している中で、島根県三瓶山地域の西の原は貴重な生育地の一つである（高橋, 2001；高橋ほか, 2009）。しかしながら、既報にあるように、1996年より草地管理を刈払い・火入れから放牧へと変更した結果、不食木本類を中心に樹林化が進み、うつ閉した環境下においてムラサキセンブリ個体群の衰退が進んでいる（高橋ほか, 2009）。その一方で、樹林化を防ぐ目的で毎年刈払いを実施してきた草生地においても、放牧牛による採食や踏圧によって、ムラサキセンブリの個体数が減少していることが報告されており（高橋, 2001；2004；2006），そのための対策も早急に講じる必要がある。

そこで本研究では、島根県からの要請にも応え、三瓶山西の原におけるムラサキセンブリ個体群の保全に

* 近畿中国四国農業研究センター, 〒694-0013 島根県大田市川合町吉永60

National Agricultural Research Center for Western Region, Ohda, Shimane, 694-0013, Japan

** 島根県立三瓶自然館, 〒694-0003 島根県大田市三瓶町多根1121-8

The Shimane Nature Museum of Mt. Sanbe (Sahimel), 1121-8, Tane, Sanbe-cho, Ohda, Shimane, 694-0003, Japan

*** 兵庫県立大学自然・環境科学研究所, 〒668-0814 兵庫県豊岡市祥雲寺二ヶ谷128

Rural Ecology and Wildlife Conservation Division, Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo, Toyooka 668-0814, Japan

役立つ基礎資料を得るために研究の一環として、同草種が伸長・開花結実する秋期における休牧プログラム導入の効果を明らかにする。

2. 方 法

試験Ⅰ（秋期休牧処理実験）

(1) 試験地の概要

試験地は、三瓶山麓の西の原草地の上部（北緯35度07分、東経132度36分、標高450m）にあるムラサキセンブリ自生地の一角で、既報（Takahashi・Naito, 2006；高橋ほか, 2009）の試験地の約150m東側に位置する。1996年より、4月下旬から11月下旬までの約7ヶ月間、ha当たり1~2頭の黒毛和種繁殖雌牛が定置放牧されているが、不食植物を中心に灌木類の侵入が目立ってきたため、1999年より毎年早春に刈払いを実施し、日当たりの良い草地環境を維持してきた。

(2) 試験区および処理の概要

2000年の10月に、17m×17mの調査プロットを4カ所設置し、そのうちの2カ所を秋期休牧区、残りの2カ所を対照区（連続放牧区）として配置した。2001年以降、秋期休牧区は8月下旬に電気柵を用いて囲い込み、その後終牧時期（11月下旬）までの約3ヶ月間、放牧牛の侵入・採食を排除した。一方、対照区では秋期においても放牧牛は自由に出入りし、採食を繰り返した。

(3) 調査方法

処理開始前の2000年11月および処理後3年目の2003年11月に、ムラサキセンブリの個体群調査と植生調査を実施した。すなわち、各試験区におけるムラサキセンブリ開花個体の数、個体当たりの花数、高さおよび冠部（花序と付属する葉）の直径〔(長径+短径)/2〕を測定した。ムラサキセンブリは越年生植物であるため、前年に生産された種子からの発芽個体（ロゼット状の栄養個体）も存在したが、個体サイズが極めて小さく、すべての個体を同定するのは困難であり、調査対象は開花個体のみに限定した。

試験Ⅱ（保全策の実施と効果検証）

(1) 保全策の内容

既報（高橋ほか, 2009）において、刈払いを実施しないムラサキセンブリ自生地ではイバラ類、マツ類など放牧牛が嗜好しない不食木本類が増加し、樹林化が進行していることが明らかにされている。そこで、試験Ⅰで得られた知見を加味し、2008年からは、行政、市民グループ、放牧農家、研究機関などが協働して、樹木の生長を抑え、放牧牛による採食を防ぐための試

行的な保全対策を講じている。

具体的な作業は、1) 花茎伸長期にムラサキセンブリ個体群周辺に電気柵を設置する、2) イバラ類や灌木を刈り払う、である。1)では、放牧牛の採食による花茎消失を防ぐために、花茎伸長期である夏期から秋期に個体群周辺を電気柵で囲み、牛の侵入を防止するものである。柵の設置期間は、2008年は8月13日から12月15日、2009年は7月13日から12月14日であった。いずれの期間も電気柵の効果により、放牧牛の侵入はみられなかった。2)では電気柵の設置や撤去にあわせて、イバラ類や灌木を刈り払った。2008年は8月13日の設置時に部分的に、2009年は12月14日に全面的に実施した。

(2) 調査方法

上記の保全策の効果を検証するために、2008年と2009年の11月にムラサキセンブリの開花個体数と個体サイズの調査を実施した。電気柵内とその周辺を対象範囲に、開花個体の数、各個体の高さ、冠部直径、根際直径、花数を測定した。なお、ロゼット状の栄養個体は調査の対象外とした。両年の12月には各個体の結実状況を確認した。また、これらの調査に先立ち、2006年と2007年には、ムラサキセンブリの開花個体の数を調査した。

3. 結 果

試験Ⅰ（秋期休牧処理実験）

(1) 休牧処理前のムラサキセンブリ個体数および植生

表1に、休牧処理開始前年（2000年）の11月における試験地の植生とムラサキセンブリ開花個体数を調査した結果を示す。1996年以降の放牧の影響で、秋期休牧区、対照区のいずれもシバ (*Zoysia japonica* Steud.) が優占する短草型植生を呈しており、そのほかにトダシバ (*Arundinella hirta* (Thunb.) C. Tanaka), ススキ (*Miscanthus sinensis* Andersss.) などのイネ科草本植物で構成された。また、ムラサキセンブリの個体数は20個体/100m²と少なく、処理区間に差は認められなかつた。

(2) ムラサキセンブリ個体数に及ぼす秋期休牧の影響

ムラサキセンブリ開花個体数および地上部サイズに及ぼす秋期休牧処理の影響を図1に示す。ムラサキセンブリ自生地を3年間、秋期（8月下旬～11月中旬）に電気柵で囲って禁牧させることにより（秋期休牧区）、同草種の開花個体数は20個体/100m²から25個体に増加し、数を減少させた対照区（10個体/100m²）の2.5倍に達した（表1、図1）。また、個体サイズを表す指標である草高、冠部直径、個体あたり花数も、

表1 試験処理前（2000年11月）のムラサキセンブリの個体数と個体サイズ

処理	ムラサキセンブリ個体				優占種
	個体数 (no./100 m ²)	草高 (cm)	冠部直径 (cm)	個体あたり花数 (no./plant)	
対照区	20.0	7.4 ± 3.5	2.4 ± 1.0	6.8 ± 6.4	シバ
秋期休牧区	20.9	7.1 ± 3.4	2.2 ± 1.1	6.8 ± 10.1	シバ

1996年以降、黒毛和種成雌牛を4月から11月の間、ha当たり1.0~2.0頭の放牧強度で連続放牧。
草高、冠部直径および個体あたり花数は、平均値 ± 標準偏差で示す。

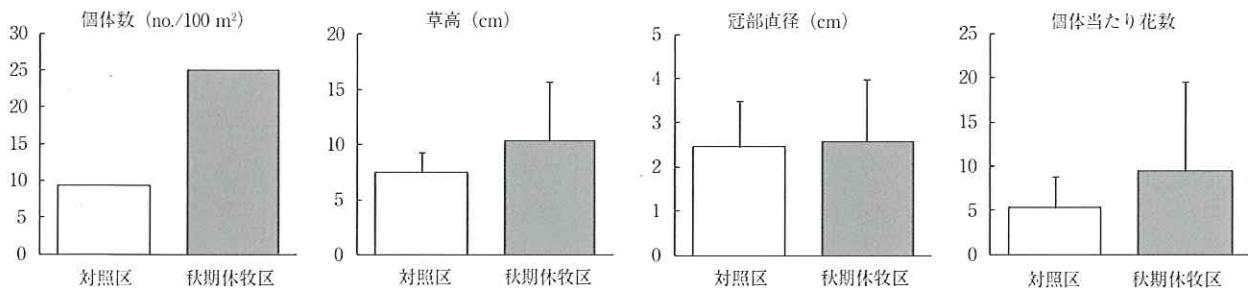


図1 処理3年後（2003年11月）のムラサキセンブリの個体数および個体サイズ

処理3年目には秋期休牧区が対照区を上回ったが、冠部直径における処理区間差はわずかであった。対照区では、放牧牛による採食痕が散見された。

試験Ⅱ（保全策の実施と効果検証）

表2に、2006年から2009年のムラサキセンブリの開花個体数の推移を示す。2006年および2007年は電気柵を設置しておらず、調査地全体での数である。開花個体数は2006年が30個体、2007年が32個体、電気柵を設置した2008年には柵内で45個体、柵外で4個体が確認された。保全策実施の2年目にあたる2009年は、柵内で29個体、柵外では0個体であった。

2008年と2009年に調査した地上部サイズに関するパラメータは、図2に示したとおりである。平均草高は、2008年には13.2cm、2009年には18.2cmであった。冠部直径、根際直径はいずれも、2009年は2008年に比べてサイズの増大が認められた。個体あたりの花数は、2008年は13.6個、2009年は24.0個で大幅な増加がみられた。

4. 考察

試験Ⅰでは、ムラサキセンブリ個体群は、秋期休牧区では3年の間に個体数を増加させたが、対照区では数を減少させた（表1、図1）。その結果、処理3年目（2003年）における秋期休牧区のムラサキセンブリ個体数および個体サイズは、対照区（連続放牧）を大

きく上回った（図1）。このことは、放牧地内に自生するムラサキセンブリ個体が、放牧牛による採食や踏圧を受け、個体にダメージを受けていることを示唆するもので、秋期の休牧処理は、家畜の採食に伴う花序の損傷を軽減し、ひいては種子生産を助ける効果があるものと考えられる。長期的な観点に立てば、このような種子生産の安定は、ムラサキセンブリの個体数確保に貢献することになろう。とくに、春からの連続放牧条件下のシバ草地では、ムラサキセンブリの伸長、開花・結実期にあたる秋期には可食草量が不足しがちなため（早坂ほか、2005）、放牧牛による採食や踏圧の被害が顕著になることは容易に予想できる。

試験Ⅱでは、2008年から2009年にかけて、開花個体数は減少したが（表2）、個体のサイズは大きくなる結果が得られた（図2）。開花個体数の変動は、保全策による影響だけでなく、本種がもつ開花の年変動の影響を受けている可能性も高い。本種の栽培経験がある地元住民からのヒヤリングでは、年によって開花の数が大幅に異なるとの話がある。効果検証のためには、引き続いてのモニタリングとデータの蓄積が望まれる。一方で、個体サイズのうち、とくに草高と個体あたりの花数の増大は、保全策による効果と推察される。とくに2008年から2009年に個体あたりの花数が大幅に増加しているが、放牧牛による採食や踏みつけなどによる個体損傷が低減したことが、サイズと花数の増大につながったものとみられる。

以上の結果から、シバ型放牧草地への秋期休牧処理の導入は、ムラサキセンブリ自生個体群の復元に役立

表2 2006年から2009年のムラサキセンブリの個体数

年次	電気柵の設置	開花個体数		結実個体数（結実率%）	
		電気柵内	電気柵外	電気柵内	電気柵外
2006	なし	30	—	—	—
2007	なし	32	—	—	—
2008	あり	45	4	44 (98)	2 (50)
2009	あり	29	0	29 (100)	0 (0)

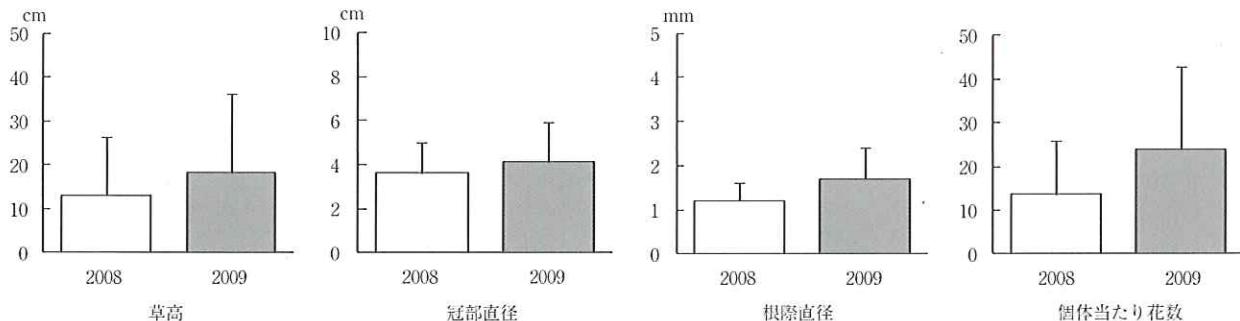


図2 2008年から2009年のムラサキセンブリの個体サイズ

とともに、同様の生活史を持つ多様な植物の保全にも貢献し、その結果として種多様性の高い草地群落を創出する手段となり得るものと考えられる。ただし、ムラサキセンブリは種子が発芽して開花・結実するまで約2年を要するので、少なくとも3年の秋期休牧処理を行う必要がある。休牧の開始時期や面積、経年累積効果については、今後さらに詳細な解明が必要である。

一般に、放牧や刈取りなどの人为的管理下で種を保全しようとする場合、保全対象種のフェノロジーを十分に考慮した上で、それらの開花・結実を保障することが重要である（大塙・土田、2000；高橋、2004；Jantunen *et al.*, 2007；小柳ほか、2009）。その意味では、ムラサキセンブリが開花・結実する秋期に休閑できるよう複数の牧区を設定し、放牧・休牧のローテーションを組み込むことも有効な策と考えられる。ただし、その場合には広い面積と複数の飲水場の確保が不可欠となる。

また、保全対象植物が放牧場全体に広範囲に分布していれば、放牧強度を高めすぎない限り、不食植物や糞の周囲などが保護サイトとなり得る（Naito & Takahashi, 2000；Takahashi & Naito, 2001）。一方、本試験の場合のように、もともと個体数が少なく、局所分布している種を保全する場合、囲い込む面積は小さくてすむので、移動式電気柵を用いた休牧処理が有効であろう（Miller *et al.*, 1999）。放牧農家にとっても、全面的な休牧は経営上の負担になり、その意味か

らも局所的な囲い込みは現地に導入可能な技術といえる。

しかしながら、毎年休牧処理を繰り返すと地表のリター量（枯れ葉の堆積物）を増大させ、早春の出芽や発芽・定着を抑制するおそれがある。したがって、ムラサキセンブリがロゼット状の生活型をしている春から初夏に強めの放牧をするか、火入れまたは掃除刈りを組み合わせることが好ましいと考えられる。

雨が多く温暖な日本では、放牧だけで木本植物の拡大を防ぐのは難しく（西脇ほか、1993；山本ほか、1997；高橋、2006），筆者らも、刈払い・火入れの中止によって、放牧地における不食木本類のブッシュ化が進み、ムラサキセンブリを含む陽光性の草本植物の減少を招いたことを報告している（高橋ほか、2009）。この点を考慮すると、放牧地内のムラサキセンブリ個体群を保全する場合、樹木の少ないオープンスペース（主に草生地）では放牧牛による採食や踏圧が、不食地や樹林化が著しい場所では樹木の生長による光の競合が制限要因になるものと推察される。これらの制限要因を排除する方法として、定期的な刈払いや火入れと秋の休牧処理との組み合わせが有効と考えられる。

三瓶山地域における昔の放牧形態をみると、入会放牧地として地区、集落全員による利用と管理が義務づけられ、秋期における採草・放牧用の草量確保を目的に、初夏から初秋にかけては放牧が禁じられていた（千田、1997；高橋、2006；松岡、2007）。この伝統的な休閑のシステムは、一方では、秋咲き草本植物の伸

長や開花・結実を促す結果となったものと考えられている (Takahashi, 2001; 高橋, 2006)。さらに、不定期ではあるが、全山を焼き尽くす火入れが木本の侵入を防ぎ、草原植生の段階で遷移をとどめる大きな役割も果たしていた (島根県畜産開発事業団, 1996; Takahashi, 2001; 高橋, 2006; 松岡, 2007)。

現在、このような伝統的な草原管理様式をそのまま復元することはできないが、電気柵による小面積の休牧処理、火入れに代わる刈払いの実施など、代替策としての新たな管理形態の提案は、放牧草地における草原性植物の保全策を構築する上で大きな示唆を与えるであろう。

謝 辞

本試験の実施にあたり協力いただいた近畿中国四国農業研究センター業務第3科職員、調査の便宜をはかっていただいた島根県自然環境課、大田市農林課(現在:地場産業育成課)、三瓶牧野委員会、現地での保全対策に協力いただいた大田の自然を守る会、NPO法人緑と水の連絡会議、島根森林管理署大田森林事務所、環境省松江自然保護官事務所に対し、心よりお礼を申し上げる。

引 用 文 献

- 早坂貴代史・西口靖彦・安藤 貞 (2004) 無施肥のシバ優占草地放牧の黒毛和種繁殖成雌牛における放牧密度別の生産性と栄養管理. 近畿中国四国農業研究センター研究報告 4 : 69-107.
- Jantunen J, Saarinen K, Valtonen A, Saarnio S (2007) Flowering and seed production success along roads with different mowing regimes. *Appl Veg Sci* 10: 285-292.
- 環境庁 (2000) 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物8〔植物I (維管束植物)]. 660pp. 自然環境研究センター, 東京.
- 小柳知代・楠本良延・山本勝利・武内和彦 (2009) 年二回の草刈によって成立する道路沿い林縁部刈取草地における草原生植物の生育状況. *ランドスケープ研究* 72 : 507-510.
- 松岡元気 (2007) 三瓶山麓民族誌一生業・信仰の生成環境に注目して一. 149pp. 近畿大学大学院修士論文.
- Miller GR, Geddes C, Mardon DK (1999) Response of the alpine *Gentiana nivalis* L. to protection from grazing by sheep. *Biol Conserv* 87: 311-318.
- Naito K, Takahashi Y (2000) Biased distribution of autumn-flowering plants in a *Zoysia japonica* grassland in relation to patch structure. *Grassl Sci* 46: 10-14.
- 西勝亜也・菅原和夫・伊藤 厳 (1993) 放牧影響化にあるスキ型草地での低木群落の成立. *日草誌* 39 : 1-6.
- 大庭久美子・土田勝義 (2000) 半自然草原の自然保護、自然保護ハンドブック (沼田真緒). 432-476. 朝倉書店, 東京.
- 千田雅之 (1997) 三瓶山周辺の和牛飼養の変遷. 農業経営研究 (中国農業試験場総合研究部編) 第122号 : 79-110.
- 島根県畜産開発事業団編 (1996) 写真でみる三瓶山の放牧と畜産開発事業団の歴史. 106pp. 島根県畜産開発事業団, 大田.
- 高橋佳孝 (2001) 三瓶山の半自然草地の保全—農的営みが創り上げてきた自然—. 農業および園芸76 : 19-26.
- Takahashi Y (2001) The importance of cattle grazing in land resource management: the case of the Mount Sanbe grassland in southwestern Japan. In: *Natural Environment Management and Applied System Analysis* (Eds Makowski M, Nakayama H), 277-293. IIASA, Laxenburg.
- Takahashi Y, Naito K (2001) The effects of defoliation management on species diversity in a shortgrass-type grassland: a preliminary study. *Grassl Sci* 47: 300-302.
- 高橋佳孝 (2004) 半自然草地の植生持続をはかる修復・管理法. *日草誌* 50 : 99-106.
- 高橋佳孝 (2006) 草原生態を形成した利用管理の原型と現状. コモンズにおける資源管理ルールの再構築. 平成15~17年度科学研究費補助金(基礎研究(B)(2))研究成果報告書(研究代表者吉岡祥充). 1-40.
- Takahashi Y, Naito K (2006) Vegetation characteristics of a habitat of *Swertia pseudochinensis* at the foot of Mount Sanbe: a preliminary study for planning restored vegetation management. *Grassl Sci* 52: 37-39.
- 高橋佳孝・井上雅仁・兼子伸吾・堀 道生・内藤和明・小林英和・井出保行 (2009) 放牧管理に伴う三瓶山ムラサキセンブリ (*Swertia pseudochinensis*) 自生地の植生の変化. *日草誌* 55 : 29-33.
- 山本嘉人・斎藤吉満・桐田博光 (1997) 放牧によるスキ型草地の主要種の拡張積算優占度の変化率. *日草誌* 42 : 315-323.

要 目

三瓶山麓の放牧シバ草地において秋期休牧試験を行い、ムラサキセンブリ個体群への休牧の影響を調査した。ムラサキセンブリ個体数は、秋期休牧区が対照区(休牧なし)を上回り、個体サイズを示す草高、根際・冠部直径、開花数も同様に、秋期休牧区が大きかった。以上の結果から、放牧シバ草地への秋期休牧処理の導入は、ムラサキセンブリ自生個体群の復元に役立つとともに、種多様性の高い草地群落に誘導する手段として有効であると示唆された。