

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 1 日現在

機関番号：24506

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21510244

研究課題名（和文） スキー場を活用した半自然草原の保全・再生のための植生学的研究

研究課題名（英文） A vegetation ecological study for conservation/restoration of semi-natural grassland on ski slope

研究代表者

澤田 佳宏 (SAWADA YOSHIHIRO)

兵庫県立大学・大学院緑環境景観マネジメント研究科・講師

研究者番号：40435897

研究成果の概要（和文）：スキー場には、在来の草原生植物を数多く含む良好な半自然草原だけでなく、コスカグサなどの外来牧草が優占する草地など問題のある植生も広く認められた。良好な半自然草原は、草原（採草地）由来のスキー場、かつ、地形改変が行われていない部分に認められ、一方、外来牧草優占群落は地形改変が行われた場所に多かった。外来牧草群落の成立した造成法面において草原再生実験を予備的に実施したところ、自然侵入は期待できないが、人為的な播種によって導入可能であることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：Some ski slope had species rich semi-natural grassland, but another ski slope had grassland which was dominated by alien grass (ex. *Agrostis gigantea*). Species rich semi-natural grassland established on ski slopes originating from grassland or meadow, but didn't established on bulldozed slopes. Grassland dominated by alien grass mainly established on bulldozed slopes. A grassland restoration experiment was carried out on alien grassland slope. The result suggest that native grassland plants was able to introduce to alien grassland by sowing.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	780,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：資源保全学・資源保全学

キーワード：生物多様性保全，半自然草原，里地里山，自然再生

1. 研究開始当初の背景

近年、日本では草原の生物多様性が劣化している。その原因として、人々の生活様式が変化したために、伝統的な半自然草原が激減していることがあげられる。かつて、半自然

草原は、屋根材や家畜飼料を得るための採草地や放牧地として、全国に広く分布していたが、20世紀中頃よりその利用価値が失われ、面積が急激に縮小した。半自然草原の急激な縮小は、草原生動植物の減少をもたらし、い

くつかの種を絶滅へと向かわせている。このことから、半自然草原の保全は、生物多様性の保全上、重要な課題となっている。しかし、遷移の途中相である半自然草原を保全するには、上述のような人為攪乱を与え続ける必要があり、そのための労力・費用の確保の点から保全が難しい(大窪・土田 1998)。現在の社会において、植生遷移の途中相である半自然草原を、経済活動に組み込まれたシステムによって維持できる場所は限られている。

ところで、スキー場は、滑走斜面を維持するために、秋には植物の刈り払いがおこなわれ、木本の侵入を抑えて草本主体の群落として維持される。つまり、スキー場は、経済活動の中で大面積の草原を維持するシステムとなっている。また、ゴルフ場や牧草地と異なり、人工的な植栽を必ずしも必要としない。これらのことから、スキー場は、経済活動に組み込まれた形で、草原の生物多様性を保全する場として活用できる可能性がある。もし、スキー場で半自然草原の保全や修復が可能なら、草原の生物多様性保全の場を大きく広げることができると考えられる。

これまで、スキー場の植生については、自然環境に対する悪影響を明らかにするという観点から研究がおこなわれてきた。たとえば、スキー場造成時の土壌の剥離による影響(中村 1988)、スキー場造成による表土流亡の影響(露崎 1991)、ゲレンデへの雪面硬化剤散布が植物の生育や植生の組成に及ぼす影響(建元・中村 1998, 中村ほか 1999)などである。海外でも、自然環境の悪影響についての報告が多い(Watson 1985, Wipf et al. 2005 など)。一方で、スキー場の「草原保全の場としての機能」に着目し、自然環境を守る場という観点からスキー場を研究した例は研究当初は見あたらなかった。

筆者らは、スキー場の草原保全機能に着目し、2006年より兵庫県北部のスキー場で植生調査を予備的に実施した。その結果、たしかに、一部のスキー場には、かつての採草地の植生と種組成の類似した半自然草原が維持されていること、その構成種には絶滅危惧種も含まれていることが確認された。ただし、“外来牧草が優占する植生”や“外国産植物(オオキンケイギクなど)によるいわゆるワイルドフラワー緑化がおこなわれた植生”など、生物多様性の保全上好ましくない植生もスキー場には多くみられることが分かってきた。

こうしたことから、今後、スキー場における草原保全を実現するためには、まず、良好な半自然草原を維持しているスキー場がどこにあるかを把握し、その自然的・社会的条件を明らかにすることと、好ましくない植生が成立しているスキー場で半自然草原を再生するための手法の確立が必要である。

2. 研究の目的

以上の背景を受けて、本研究では、(1)良好な半自然草原を維持しているスキー場の分布およびその自然的/社会的な条件の把握、(2)好ましくない植生をもつスキー場における半自然草原の再生手法の開発、以上2点を当初の目標とした。

(1) 良好な半自然草原を維持しているスキー場の分布およびその自然的/社会的な条件の把握

① 但馬地方における草原の分布の変遷とスキー場の関係

但馬地方における過去100年の草原分布の変遷とスキー場の位置関係を明らかにすることを目的として、旧版地形図等を用い植生の読み取り調査をおこなった。

② スキー場の来歴および管理手法と植生の関係

良好な半自然草原が成立・維持されるスキー場の条件を明らかにすることを目的として、複数のスキー場において植生調査を実施し、良好な半自然草原を維持しているスキー場とそうでないスキー場について、その来歴や管理手法を比較検討した。

(2) 好ましくない植生をもつスキー場における半自然草原の再生手法の開発

① 草原再生のための希少植物の探索

スキー場を活用した草原再生のためには、保全対象とすべき草原生植物のソースが必要である。良好な草原が残存していないスキー場(全域で地形改変が行われたスキー場)において、草原再生のソースとなる植物が得られるかどうかを確認するため、スキー場とその周辺でフロラ調査を実施した。

② 外来牧草緑化地における植生転換実験

外来牧草が優占している造成斜面に在来の草原生植物の再生が可能かどうかを把握するため、予備的な草原再生実験をおこなった。

3. 研究の方法

(1) 良好な半自然草原を維持しているスキー場の分布およびその自然的/社会的な条件の把握

① 但馬地方における草原の分布の変遷とスキー場の関係

調査対象範囲は、1/50000地形図「香住」の南半分および「村岡」の全域とした。調査対象範囲の面積は約630km²である。この範囲について、旧版地形図(1901年・1966年・1976年発行の1/50000地形図)および環境省植生図(2003年作成の1/25000植生図)の判

読により、草原メッシュ数を3次メッシュ単位で計数した。3次メッシュ内に約5ha以上の草原が含まれるメッシュを草原メッシュとした。旧版地形図では「草原」および「荒地」を草原とみなし、環境省植生図では凡例「ススキ群団」を草原とみなした。

② スキー場の来歴および管理手法と植生の関係

兵庫県豊岡市のKスキー場、Oスキー場および兵庫県香美町のMスキー場、以上3つのスキー場のゲレンデにおいて植生調査を実施した。植生調査は、2m×2mまたは2m×3mのコドラートをを用い植物社会学的方法によっておこなった。調査は、主に2009年および2010年の夏季に実施し、2006～2007年の夏季のデータを加えて解析をおこなった。同時に、これらのスキー場の来歴と植生管理手法について、旧版地形図の判読および聞き取り調査によって把握した。以上の調査結果をもとに、良好な植生のみられる条件を検討した。

(2) 好ましくない植生をもつスキー場における半自然草原の再生手法の開発

① 草原再生のための希少植物の探索

兵庫県香美町のMスキー場は、かつて放牧地として利用されていた草原であったが、スキー場が開設される際にゲレンデのほぼ全面が地形改変をうけている。このMスキー場を対象として2009年の夏季・秋季、および2010年の春季にフロラ調査を実施した。草原生の絶滅危惧種が確認された場合、その位置を記録し、地形改変後のスキー場で絶滅危惧種の残される立地を検討した。

② スキー場の来歴および管理手法と植生の関係

外来牧草によって緑化がおこなわれた造成斜面に在来の草原生植物を再生する手法を検討するため、兵庫県立大学淡路キャンパス内の造成斜面において、草原再生の予備実験をおこなった。この斜面は1990年代の終わり頃に整地され、ネズミムギ等の外来牧草によって緑化がおこなわれた斜面である。実験開始時は、春季はネズミムギが優占し、夏季から秋季にかけてセイタカアワダチソウが優占していた。2009年5月、この造成斜面に、外来種抑制区および外来種抑制+在来種播種区の2つの処理区と対照区、あわせて3つの区を設けた。外来種抑制区では、2009年から2011年にかけて、毎年5月（ネズミムギ結実前）の刈り取りと秋季のセイタカアワダチソウ抜根除草によって、これらの優占する外来種を抑制することを試みた。外来種抑制+在来種播種区では、上記の外来種抑制処理とともに、6月および11月に近隣畦畔で採

取した在来種種子を直接播種した。対照区では従来通りの管理（6月および10月の刈り倒し）のみをおこなった。各区3つのコドラートを設置し、2009年から2011年の5月および10月に植生調査を実施し、これらの処理による植生の変化を観察した。

4. 研究成果

(1) 良好な半自然草原を維持しているスキー場の分布およびその自然的/社会的な条件の把握

① 但馬地方における草原の分布の変遷とスキー場の関係

調査の結果、但馬地方の草原メッシュ数は、1900年頃には調査範囲内の全600メッシュ中250メッシュであったが、1964年には149メッシュ、2003年には35メッシュまで減少していることがわかった。この35メッシュのうち、27メッシュはスキー場であり、それ以外は6メッシュが植林伐採跡や果樹園跡、放牧地跡などの一時的な草原または今後森林へと遷移すると考えられる立地であり、残り2メッシュが牧場であった。これらの牧場は、外来牧草による牧草地である。このことから、但馬地方において大面積の半自然草原が残りうる立地はスキー場以外に見あたらないことが示された。

2003年現在、スキー場として存続している草原（ススキ群団）は27メッシュあった。これらの来歴をみると、1900年頃・1964年・1975年・2003年のすべての時期に草原として維持されていたメッシュは12メッシュのみであった。7メッシュは、1900年頃は草原であったが、1960～70年代にいったん樹林化しており、その後、スキー場の開設によって再び草原となっていた。8メッシュは1900年頃は森林であったが、スキー場開設にともなって伐採され、草原となったメッシュであった。残る3メッシュは1900年頃は草原であったが、2003年植生図ではススキ群団ではなく牧草地として表記されていた。これらの結果から、かつての草原がスキー場として存続していると考えられる例は、全スキー場メッシュのうち4割程度で、それ以外は、樹林を切り開いたスキー場、あるいは牧草の播種が行われたスキー場と考えられた。

② スキー場の来歴および管理手法と植生の関係

兵庫県豊岡市のKスキー場、Oスキー場および兵庫県香美町のMスキー場、以上3つのスキー場のゲレンデにおいて植生調査を実施した。その結果、「在来の草原生植物を多く含むススキ群落(A)」「草原生植物が乏しく、種数の少ないススキ群落(B)」「アラゲハンゴンソウやノラニンジンなど外来園芸種の混じるススキ群落(C)」「コヌカグサな

どの外来牧草優占群落(D)」の4タイプに区分できた。さらに、Aの群落については、キキョウやオケラ、オオヒナノウスツボなどの絶滅危惧種を多く含むA1タイプと、絶滅危惧種を含まないA2タイプに区分できた。

スキー場の来歴および管理手法と各群落タイプの分布を照らしてみると、以下のようであった。

Kスキー場はもともと採草地として利用されていた場所に開設されたスキー場であり、ここでは草原相観が少なくとも1900年頃から継続している。スキー場開設後、ゲレンデの約半分は重機による地形改変を受けたが、約半分はもとの地形として残されている。管理は、秋季の刈り倒しと、春季の火入れである。Kスキー場では、地形改変を受けていない範囲にA1タイプの群落が多く見られ、採草地とほぼ同様の植生が維持されていると考えられた。地形改変を受けた範囲では、とくに土壌の乏しい場所に外来牧草優占群落Dが成立していた。このほか、局所的に外来園芸種のまじるCタイプの群落が成立していた。

Oスキー場はもともと樹林であった場所を伐採して開設されたスキー場である。ゲレンデの大部分は重機による地形改変を受けていると思われるが、もとの地形もこのさされているようである。管理は、秋季の刈り倒しのみで、火入れは行われていない。Oスキー場では、草原生植物が乏しく種の多様性の低いススキ群落(Bタイプ)が成立していた。また、部分的には外来牧草の優占するDタイプが成立していた。

Mスキー場はもともと放牧地として利用されていた草原由来のスキー場である。ゲレンデは全面的に重機による地形改変を受けており、もとの地表面が残されている場所はごくわずかである。植生管理は、秋季の刈り倒しのみで、火入れは行われていない。Mスキー場では、在来の草原生植物を含むものの絶滅危惧種は含まれないA2タイプのススキ群落と外来牧草優占群落(D)が広く認められた。Dは土壌の乏しい場所に成立していた。

以上より、まず、絶滅危惧種を含む多様な草原生植物からなるススキ群落(A1)は、もともと草原であったスキー場で、かつ、地形改変をうけていない場所に限定的に成立していると考えられた。現状でA1タイプが維持されている場所は貴重であり、そうした場所では今後も地形改変をせず、群落を維持する必要がある。また、もともと草原でなかったスキー場では、草原生植物の乏しいススキ群落(B)が成立しており、長い年月を経ても良好な半自然草原が成立しにくいことが伺えた。地域内で草原がほとんど失われている状況では、種子が供給されにくいものと

思われる。また、地形改変時に削られた立地(母岩が露出するなど、土壌のとぼしい立地)には、コヌカグサなど外来牧草が優占し、在来の草原生植物が侵入していないことが伺えた。さらに、比較的良好な半自然草原が残りうるスキー場であっても、外来の園芸植物が混生するタイプが目立っており、スキー場は夏季にも観光地として活用するためにこのような園芸植物が導入されやすく、これらが逸出繁茂しやすいという問題を抱えていることが示された。

このほか、スキー場では融雪防止剤の散布などが行われるが、このことと植生との関連は、本研究の採択期間中には答えを出すことができなかった。また、火入れの有無が植生におよぼす影響についても明らかにできなかった。これらは、今後の補足調査によって解明すべき課題となっている。

(2) 好ましくない植生をもつスキー場における半自然草原の再生手法の開発

① 草原再生のための希少植物の探索

Mスキー場におけるフロラ調査の結果、兵庫県および隣接府県版のレッドデータブックに記載のある種として、カキラン、ヒオウギ、サルマメの3種が確認された。これらは、ゲレンデ内の立ち木周辺でのみ確認された。

聞き取り調査から、Mスキー場は、かつては放牧地として利用されていた草原由来のスキー場であるが、開設にあたって全面的にブルドーザーによる地形改変がおこなわれたことが確認されている。ただし、ゲレンデ内の数ヶ所に残された立ち木周辺の半径10mほどの範囲は地形改変をまぬがれたという。本調査において確認された希少植物はすべて、地形改変をまぬがれたごく狭い範囲に集中して生育していた。

この結果は、全面的に地形改変がおこなわれ植生の劣化したスキー場であっても、局所的に残された原地形の部分を探索することによって、草原回復のソースが得られる可能性を示している。また、これらの種は、放置状態では周辺の地形改変を受けた区域に分布を広げていないことが示唆され、草原再生のためには、なんらかの人為的な補助が必要であることを示唆している。これらの課題について、今後も調査をつづける必要がある。

② 外来牧草緑化地における植生転換実験

ネズミムギは結実前の刈り取りによって、翌年の発生密度が大幅に低下することが分かった。当初、1㎡あたり1000稈以上あったが、2年間の結実前刈り取りによって10稈程度まで減少した。セイタカアワダチソウの密度は2年間の抜根除草によってそれほど変化しなかった。

外来種の抑制のみをおこなった区画では、

春季のネズミムギの被度の低下はみられたが、在来の草原生植物の自然侵入は確認されなかった。一方、人為的に播種をおこなった場合、ウツボグサやヤマハッカ、ノアザミなどいくつかの種は発芽し、定着した。これらことから、隣接地にソースが無い場合、風散布型のものであっても、簡単には侵入しないことが伺えた。スキー場における草原再生においても、人為的な播種が必要となる可能性が高いといえる。

なお、結実前刈り取りによるネズミムギの抑制は、ネズミムギが一年草であるために効果があったと考えられる。スキー場で優占する外来牧草コヌカグサは多年草であるため、同様の方法で効果が得られるとは考えにくく、別途、外来種の抑制手法を検討する必要がある。

(3) 今後の予定

以上の結果から、かつての採草地のような大規模な草原は、但馬地方においてはスキー場以外に残されていないことが示され、また、良好な半自然草原を維持しているのは、そのスキー場のうちのごく一部であることが明らかとなった。多くのスキー場では、滑走斜面を整地しているために、牧草が優占していたり、あるいは、在来の草原生植物が乏しくなっていたりした。このため、スキー場において半自然草原を保全するためには、なんらかの草原再生が必須であると考えられた。

本研究では、草原の再生実験について、予備的な実験は実施しているが、現地スキー場での本格的な実験がまだできていない。その他の調査についても、補足調査が必要となっている。これらの追加の調査を早急に実施し、今後数年のうちに、成果を論文として発表したい。

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)

[学会発表] (計 2 件)

- ① 澤田佳宏、現在の非農業活動によって維持される草原の現状、第 59 回日本生態学会大会企画集会“半自然草原の現状と再生”、2012. 3. 18、龍谷大学、大津。
- ② 澤田佳宏・田村和也・松村俊和・藤原道郎 (2010. 3. 18) 地形改変を受けたスキー場ゲレンデにおける草原生植物の分布。第 57 回日本生態学会大会 (東京大学駒場キャンパス・東京都)

[その他]

アウトリーチ活動

- ① 東お多福山草原保全・再生フォーラム講演「日本の草原と兵庫県北部の大規模草原

の現状」(一般向けセミナー) 2010 年 8 月 1 日、神戸大学瀧川記念学術交流会館。

- ② ふるさと学習発表会コメンテーター「神鍋山の植物について」(小学校 4 年生児童および保護者、小学校 6 年生児童) 2010 年 11 月 20 日、豊岡市立清滝小学校。
- ③ 兵庫県立人と自然の博物館主催ジオキャラバンセミナー講演「神鍋山は奇跡の草原!?!~スキー場がまもる貴重な自然~」(一般向けセミナー) 2011 年 12 月 4 日、道の駅「神鍋」。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

澤田 佳宏 (SAWADA YOSHIHIRO)

兵庫県立大学・大学院緑環境景観マネジメント研究科・講師

研究者番号: 40435897

(2) 研究分担者

藤原 道郎 (FUJIHARA MICHIRO)

兵庫県立大学・大学院緑環境景観マネジメント研究科・教授

研究者番号: 80250158

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

松村 俊和 (MATSUMURA TOSHIKAZU)

甲南女子大学・人間科学部・講師