

## 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 25 年 6 月 7 日現在

機関番号：32634

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500989

研究課題名（和文） アメリカ西岸地域における山地草原の変動史とその要因の解明

研究課題名（英文） Changes in extent of non-forest vegetation and their factors in the central western Cascade Range, U. S. A.

研究代表者

高岡 貞夫（TAKAOKA SADA0）

専修大学・文学部・教授

研究者番号：90260786

研究成果の概要（和文）：

北米西岸に位置するカスケード山脈において、草原や低木林の変動とそれに関わる要因を分析した。低木林の分布は地形・土壌条件と積雪条件に規定されて安定的に出現するのに対し、草原には、その分布場所や分布域の変動に火災発生頻度の変化の影響を受けるものと、地形・土壌条件に規定されて安定的に成立しているものが存在していた。前者の草原の変動については、過去の山地利用と結びついた火災発生頻度の変遷が関係している。

研究成果の概要（英文）：

This study examined the effects of fire disturbance and landforms on spatial distribution of non-forested openings in the central western Cascade Range, Oregon. Most of mesic and xeric meadows were on the smooth slopes where fire frequency is relatively high, but some mesic meadows were also observed in depressions within landslide areas. Shrubs often occurred on hammocks and boulder fields inside younger displaced masses. Some shrubs appear to be ephemeral openings, and others may have a long persistence time in the landslide areas. Non-forest vegetation is formed by not only fire disturbance but also by landslide activities.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2011 年度	800,000	240,000	1,040,000
2012 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：自然地理学

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：山地草原・林野火災・環境変動・地すべり

## 1. 研究開始当初の背景

気温や降水量の条件からは森林植生が卓越するはずの地域内に出現する草原植生や低木林植生は、微細な環境変化によって拡大・縮小が生じることがあり、その場所の環境と植生の微妙なバランスを映し出すインディケーターの役割を果たしている。また、森林成立域内の草原や低木林は、地域全体の面積に占める割合こそ小さいが、森林内に生育できない植物の逃避地であったり、野生動物の生息環境を多様にしたりするなど、その生態的機能の重要性も注目されている。

北アメリカのワシントン州南部からカリフォルニア州北部にかけての山地では、1900年代半ば以降に、樹木侵入によって草原が縮小したことが各地で報告されている。その原因として気候変化に伴う草原の乾燥化、山地での羊放牧の停止、森林管理政策の変化による林野火災の減少が挙げられているが、これらは同時的・同所的に作用している上に、個々の草原の環境も異なるので、一箇所の草原または狭い地域内の数箇所の草原を調査対象としてきた既存の研究では、草原縮小の原因に関する議論がかみ合わず、統一的な理解が得られていない。

研究代表者はかつて、カスケード山脈において、標高、土壌、積雪などさまざまな環境におかれた521箇所の草原や低木林の変動傾向を、リモートセンシングと年輪解析の手法を組み合わせることで調査し、1946年以降の草原・低木林の縮小過程がそれらの種組成によって異なることと、火災発生頻度の減少が草原・低木林の縮小に大きな影響を持つことを明らかにした。

しかし、隣接する別の流域では放牧による植生後退や土壌侵食の影響が小さくないとの報告がなされるなど、火災の影響と他の要因との関係、および火災の発生頻度を左右する土地利用との関係などに関する分析は、十分とはいえない。例えば、1800年代末から1900年代初期にかけて作成された地形図（GLO Survey Plats）の山地部には Sheep trail や Old Indian trail といった記載が散見されるが、かつての人為的・火災の発生に関係の深いこれらの情報と草原動態との関係は、ほとんど検討されていない。また、カスケード山脈で行われていた山地放牧は1950年代末までに終了したところが多く、草原縮小が起こり始めた時期と重なるので、羊放牧の影響の検討は重要である。さらに、1800年代末までに本地域から姿を消した先住民の生活圏や火入れの影響については、これまで検討されることがなかったが、考古学的遺物の分布なども考え合わせると、その影響についても検討する必要がある。

一方で、火災をはじめとする攪乱要因とは

別に、植生の成立する基盤である、地表の変動やその履歴の影響については、やはり未検討のままであった。本地域には新旧多数の地すべりや崩壊に伴う地形が発達しており、これらが、草原や低木林を含む植生の動態にどのようにかかわっているのかについては、検討の余地がある。本地域に卓越する火災による攪乱体制とは異なる機構で成立している草原・低木の存在様式についても明らかにする必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究では次の二点を明らかにすることを目的とする。第一に、カスケード山脈の1940年代以降の山地草原の変動に対して影響が大きいと考えられる火災発生頻度の空間的な特徴を、過去の土地利用との関係において明らかにする。文献資料とDEMを用いて、過去の土地利用の空間分布を復元し、火災発生頻度との関係を明らかにする。

第二に、山地斜面を構成する地形について、特にマスマーブメントに着目して分類し、草原や低木の成立場所との関係を明らかにする。

これらの成果を総合して、火災による攪乱と基盤条件の双方を考慮した草原・低木林の動的な存在機構を明らかにすることを目的とする。

## 3. 研究の方法

カスケード山脈、ブルーリバー流域およびその周辺地域（36000ha）における若齢林（一斉林）の分布を1946年撮影の空中写真で判読し、0.5ha以上の面積を持つ林分についてオルソ写真上で図化した。これらの一斉林の林齢を、既存の年輪データと、新たに得た年輪コア試料、伐採地にある切り株から得た年輪情報などを用いて推定した。また、GLO Survey Platsや旧版の地形図、関連する文献などからブルーリバー流域の土地利用の歴史を推定し、過去の土地利用の空間パターンの復元を試みた。そして、本地域の土地利用の時代変化に着目して1800-1946年の期間を6つの時期に区分し、時期ごとに土地利用と一斉林分布の関係を分析した。

ブルーリバー流域の南半部を占めるルックアウトクリーク流域（面積6400ha、標高410~1630m）を対象に草原と低木（以下、非森林性植生とよぶ）の分類と分布図の作成を行った。

2009年撮影オルソ空中写真（1m）と2008年撮影LiDARから作成された植生高データ（1m）を用いて、非森林性植生を判読し、現地調査によって判読結果の確認と植生の記載を行った。

またLiDARから得たDEMによって作成した等

高線図と陰影図の判読、および現地調査の結果から、地形分類図を作成した。

#### 4. 研究成果

本地域において復元された過去約200年間に発生した火災を起源とする一斉林は、対象地域の約35%に及んでいた。一斉林は高標高域の主稜線に近い南向き斜面で発生頻度が高くなる傾向があるが、地形条件だけでは説明ができない。本地域の火災発生頻度を左右する過去の土地利用の時代変化を特徴づける1800-1830年、1831-1860年、1861-1880年、1881-1920年、1921-1930年、1931-1946年の6つの時期について、一斉林分布との関係を分析した結果は次の通りであった。

まず、一斉林を形成するような強度の火災は先住民が利用したトレイルの近くに集中していなかった。このことは先住民が本地域において主要な火災発生源でなかったことを示唆している。これはBurke (1979)によって示された、先住民がカスケード地域の森林に意図的に火を放ったことはないという見解と一致する。焚き火などが火災発生に繋がることはあったにせよ、本地域に住んでいた先住民が狩猟やトレイルの維持、野生果樹の生産性向上の目的で積極的に火を使用することはなかったと考えられる。トレイルとは別に、夏季のベースキャンプがおかれる主要河川の合流点付近でも火災が起きた可能性があるが、先住民の人口が急減する1830年代以前に成立した一斉林がそのような場所の周囲に集中するという傾向は見出せなかった。ヨーロッパ人による羊の放牧が始まった1861-1880年には、より多くの一斉林が放牧トレイルの近くに分布するが、1881-1930の期間には必ずしも放牧トレイルの近くに分布しなかった。このことは放牧を開始した当初は草原の維持のために火入れをしていたが、その後は火の取り扱いに注意深くなったという説 (Coville 1898) を裏付けるものとなった。

1960年代以降にもっとも人為活動にさらされてきた地域は、ワゴンロード (マッケンジー道路) 沿いであり、一斉林の分布が集中する。人や馬車の通行量が多かっただけでなく、道路沿いに住区が発達していたことが、人為的発火を頻発させたと考えられる。他に、鉾山の周囲で一斉林が成立していたが、林の成立年代は採掘量が減少した後の1921-1930年であった。鉾山近くに発達した住区が、この時期の火災増加に寄与した可能性がある。

以上のように、本地域の火災発生頻度の空間的差異には地形的な位置と過去の土地利用が関わっており、そのことが非森林性植生の変動の有無の違いの背景にあると考えられる。

ブルーリバー流域の南半部を占めるルックアウトクリーク流域における非森林性植生は、湿性草原、乾性草原、岩塊地、ハンノキ低木

林、カエデ低木林、ヤナギ低木林の6つに分類された。流域内には合計1105個の非森林性植生が存在し、それらの面積の合計は372haで対象地域全体の2.6%を占めていた。これらのうち、河畔域に出現するヤナギ低木林は、高木林への遷移の進行が予想される種組成と構造を持ち、河川氾濫の攪乱によって一時的に形成されたものと考えられる。また、湿性草原と乾性草原は、過去60年間には縮小したものがあるが、現在では必ずしも縮小傾向が続いているわけではなかった。

これら非森林性植生の分布を地形との関係で整理すると、次のとおりである。ルックアウトクリークの上流部には氷食谷があり、最上流部にある北向きのカール壁やカール底にはハンノキ低木林やカエデ低木林が成立していた。これら場所は消雪時期の遅れる場所である。また調査地域のほぼ全域に地すべり地形が卓越し、それらのうち新しい地すべり地を中心にして、小面積の低木林や湿性草原が散在していた。また、地すべり地形の存在しない、主稜線付近の平滑な斜面のうち、特に南向きの斜面には湿性および乾性草原が成立していた。

ルックアウトクリーク流域東部に位置するカーペンター山の南方の地すべり地 (107ha) に着目すると、ここには46個の草原・低木林が集中しており、周囲に比べて高い密度で非森林性植生が形成されていた。現地調査とLiDARに基づくDEMによる地形観察結果と比較すると、これらの非森林性植生は、主滑落崖、主滑落崖前面の巨礫原、巨礫からなる小丘、副次的に形成された小滑落崖、閉塞凹地などに形成されていた。

地すべりの発生年代を特定する試料は十分にないが、移動体下部の堆積域 (押し出し部) に存在する小凹地内の地表下105cmで採取された炭化木片と、地すべり地末端に形成された沖積錐の堆積物層相が変化する深度で採取された炭化木片の年代は、それぞれ $895 \pm 23$  cal yr BPと $3141 \pm 26$  cal yr BPであった。

以上のことから、低木林の成立には、地すべり等に伴う未発達な土壌と、雪が遅くまで残ることが関わっていると考えられる。一方、草原は立地の違いにより優占種は異なるものの、稜線部においては、いずれも火災の発生頻度が高い場所に多く成立すると考えられる。これらの草原の広がりの変動は、火災発生頻度の時代的な変化の影響を受ける。一方、地すべり地に成立する草原は、その成立や維持に対して、火災の影響が小さいと考えられる。

以上の研究結果をまとめると、本地域における非森林性植生のうち低木林の分布は地形・土壌条件と積雪条件に規定されて安定的に出現するのに対し、草原には、その分布場所や分布域の変動に火災発生頻度の変化の影響を受けるものと、地形・土壌条件に規定さ

れて安定的に成立しているものが存在すること、前者の草原の変動については過去の山地利用の変遷が関係していると推測されることが明らかになった。

火災（火入れ）の頻度減少や土地利用変化の中で、草原が失われつつある状況は、日本の農山村地域においても認められる。地すべり代表される地形変化の激しい点も日本の山地と共通点がある。本研究は、カスケード山脈の事例研究にとどまらず、草原生態系の変動様式と林野利用の関係について地形条件を考慮しながら考究していく上で、示唆を与えるものである。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計1件）

①高岡貞夫（2012）：地形発達が山地生態系の成立に果たす役割—カスケード山脈と北アルプスでの観察から—。山岳科学総合研究所ニュースレター 第31号 5-6, 信州大学山岳科学総合研究所。査読なし

〔学会発表〕（計5件）

①高岡貞夫・F. J. Swanson（2013）：カスケード山脈の地すべり地に形成された草原・低木林の分布とそれらの野生生物の生息地として役割。日本地理学会 2013 年春季学術大会，立正大学（熊谷）。3月29-30日

②高岡貞夫（2012）：地形発達が山地生態系の成立に果たす役割。信州大学山岳科学総合研究所公開シンポジウム「過去10000年間に日本の山で何が起こったか？—完新世の気候変動と山地景観の形成—」信州大学（松本市）。1月28日。

③高岡貞夫・F. J. Swanson（2012）：カスケード山脈ブルーリバー流域における土地利用と林野火災の歴史。日本地理学会 2012 年春季学術大会，首都大学東京（八王子）。3月29日

④Takaoka, S. and Swanson, F. J. (2012) : Landform evolution and spatial patterns of non-forest vegetation in the central western Cascade Range, U. S. A. The 5th EAFES (East Asian Federation of Ecological Societies) International Congress, Ryukoku University (Otsu, Shiga). 18, March.

⑤高岡貞夫・F. J. Swanson（2011）：カスケード山脈西斜面における草原・低木林と地形—航空写真と航空レーザ測量データを併用した分布図の作成—。日本地理学会 2011 年秋季学術大会，大分大学（大分市）。9月23日

〔その他〕（計1件）

①専修大学研究者情報データベース  
<http://reach.acc.senshu-u.ac.jp/Nornir/search.do?type=v01&uid=1205832>

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

高岡貞夫 (TAKAOKA SADAOKU)

専修大学・文学部・教授

研究者番号：90260786