

CO₂吸収源として機能する高標高域の森林保全に資する山火事研究

Wildfire studies in high elevation forests functioning as a carbon sink

森 章（横浜国立大学環境情報研究院・助教）

Akira S Mori (Yokohama National University)

研究の概要：森林生態系は樹木の光合成を介して大気中のCO₂を取り込み、樹体や植物遺体として有機物をシステム全体で集積させる。このプロセスを介し、森林はCO₂の吸収源となる。特に、植物遺体中の有機物の分解、大気中へのCO₂の還元といったプロセスの遅い寒冷な高標高域の森林は、CO₂の重要な吸収源である。ところで、現在、温暖化に伴って高標高域の積雪量が減少し、融雪時期が早まりつつある。その結果、高標高域で大規模な山火事が頻発している。山火事は樹木や土壌などに集積されている有機物を燃やすことで、大気中にCO₂を一気に放出する。そのため、頻発する山火事による大気中のCO₂増加が懸念されている。また、最近の山火事は、温暖化に起因するだけでなく、過去の誤った森林管理方策が原因とも考えられている。本研究では、高標高域の森林を本来あるべき姿で保全し、大気中のCO₂削減機能を維持するために必要な生態学的情報を提示する。

Abstract: Forest ecosystems function as a carbon sink through photosynthesis by individual trees and then accumulate organic matter within live and dead trees. In particular, forests in high elevation areas generally show a slow decomposition rate of organic matters, so that they are important carbon sinks. Recently, these forests are getting more prone to large-scale forest fires, resulting from decreases in snowfall and early snowmelt. This may reflect global warming as a result of human activity. Also, recent catastrophic wildfires might be a result of past land-use, mainly because of fire suppression management. If so, human-induced changes in wildfire regime may result in these forests from a carbon sink to a source. To conserve and manage these forests especially in terms of a carbon sink function, this study aims to evaluate possible effects of global warming and past land-use on recent large-scale severe wildfires that burned a large area in high elevation ecosystems.

1. 研究目的

北米大陸においては、北部ロッキー山脈が、この20年ほどの間に最も山火事の増加した地域である。米国からカナダにまたがる広大なロッキー山脈には、イエローストーン国立公園やカナディアンロッキー山脈自然公園群などのユネスコ世界遺産をはじめとする貴重な生態系が多く存在する。大規模な山火事は、大気中に大量のCO₂を放出してしまう。それだけでなく、徹底的に生態系や景観を破壊するので、そこに内包される貴重な生物相は、甚大な影響を受ける。ゆえに、近年の頻発する大規模な山火事は、どのような原因で起こり、そしてどのような意味を持つのかを明らかにすることは急務である。

北米の高標高地域では、山火事が時に数万・数十万ヘクタールといった規模で老齢な原生林を焼き尽くすことがある。このような現象は、見た目上は死の山を作ってしまうので、“災害”であると認識されがちである。実際に、北米では、近年まで半世紀以上にわたり森林火災抑制プログラムが実施されてきた。しかし、その結果、燃料としての森林を過度に蓄積させてしまい、破壊的規模の森林火災の危険性をむしろ高めてしまったと考えられている。実際に、近年、大規模な山火事が頻発し始めている。つまり、過去の過度な火災抑制は、大気中への過度なCO₂放出につながっているのである。さらに、山火事を徹底的に人為抑制した結果、火事に依存した生物相を衰退させ、病害や虫害の大発生などの問題をも誘発

してしまった。

確かに、すべての山火事はCO₂の放出源となる。しかしながら、安易にすべての山火事を抑制すれば良いわけではない。短絡的な火災抑制は、起こり得ない規模の山火事を起こす原因となり、結局は多量のCO₂放出の原因となってしまう。そして、さらには、森林生態系の生物多様性をも脅かしてしまう。それゆえに、必要な山火事を許容し、山火事による自然攪乱体制を維持していくことは、CO₂の吸収源としての高標高域の森林生態系を保全していくために必要なことである。本研究では、ロッキー山脈の高標高域の森林ランドスケープを対象に、これまでの山火事の規模と頻度の変遷を推定する。そして、過去および現在の気候条件と山火事の変遷を照らし合わせる。これにより、大気中のCO₂削減機能と生物多様性の保全に資する、高標高域の森林が本来持つ生態系機能を評価する。

2. 研究経過

2-1. 2009年7-8月に、カナディアンロッキー山脈自然公園群を構成するクートニー国立公園において、調査を実施した。クートニー国立公園の亜高山帯に位置する閉鎖湖であるクートニーポンドにおいて、長さ52cmの堆積物コアサンプルを採取した。コアは、0.5cmごとにスライスし、合計104レイヤーのサブサンプルを取得した。コア中に出現した植物遺体から14C年代の測定を行い、過去1300年以上の古環境の復元を試みた。サブサンプルの分析は、酸素安定同位体比、花粉分析、微

粒炭化片について行った。これらより、過去の山火事発生時の気候条件の推定と植生変遷について調べた。

2-2. クートニー国立公園より提供された森林GISデータを用いて、過去3世紀間の山火事の空間的規模の変化を推定した。また、これを樹木年輪データから推定された過去の気温および旱魃指数と照らし合わせることで、大規模な山火事発生時の気候条件、特に太平洋十年規模振動（PDO）やエルニーニョ-南方振動（ENSO）との関連性を調べた。

3. 研究成果

3-1. 湖底堆積物中の酸素安定同位体比の変動および微粒炭化片量の変動から、過去の山火事攪乱の発生時には強度の旱魃が生じていたことが示唆された。特に、酸素安定同位体比の結果から、小氷期に相当すると思われる寒冷かつ湿潤な時期には、湖の水位が上昇し、山火事頻度が減少していたことが示唆された。

近年の山火事頻度の増加が生じる以前、特に1930-70年代にかけては、大規模な山火事がほとんど起こっていなかった。この時期は、火災抑制プログラムの時期と一致する。しかし、本研究の結果より、この時期はカナディアンロッキー帯が比較的湿潤であり、山火事に適した気候条件ではなかったことが示唆された。また、これは調査対象湖の局所的な現象ではなく、ジャスパー国立公園のアサバスカ湖の水位変動とも合致することが明らかになった。また、過去にも同様な湿潤

時期とその後の乾燥時期があったことから、20世紀中頃の山火事減少とその後最近の山火事の増加は、空前絶後の人為災害ではなく、主に気候変動とリンクした自然現象であると考えられた。

3-2. 森林GISデータより、公園内の各地域が、いつ頃最後に山火事により燃えたのかを検証した。その結果、大規模な山火事（燃焼面積>400ha）の発生時には強度の旱魃が起こっていたことが明らかになった。また、その際には、PDOおよびENSOの指数値が大きく正に転じていた。これらの指数が正に転じる際には、北米西部地域、特にカナダ・アラスカでブロッキング高気圧が生じることが知られているので、これが旱魃をもたらしたと考えた。1930-70年代にかけては、降水量の増加により、公園内で大規模な火事が減少していた。この時期は、長期的にPDOが負に転じていた時期であり、このことにより、20世紀中頃には山火事が極端に減少していたと考えた。

クートニー国立公園の亜高山帯林では、2001年と2003年に大規模な火事が起こった。特に、2003年の火事では過去に例を見ないほど広域にわたって燃焼した。これ以前の時期、特に降水量増加により火事の減少時期があると、森林の連結性が結果として生じ、大規模な火事の可能性が高まる。つまり、最近の大規模な山火事は、極めて大規模だが、降水量の変化に伴う自然本来の変動幅の中でのイベントに過ぎないと考えられた。以上より、過去から現在に至るまでの間、山岳林で起こる山火事の規模は、大きく変動して

きたことが明らかになった。

4. 今後の課題と発展

近年の生態学的研究の成果では、森林が大規模に破壊されることは、自然のサイクルの中では起こり得ることを指摘している。このような“自然攪乱”と呼ばれる現象は、生態系に必ず存在するものであるにも関わらず、実際の森林生態系の保全・管理には、生態系の動的な側面が未だ十分には生かされていない現状も指摘されている。もしも生態系が画一的な安定した系であるならば、保全方策はただ現状の生態系のバランスを崩さず、維持することに焦点を置けば良い。あらゆる火災を徹底的に抑制し、景観から排除してきた過去の森林火災抑制プログラムは、明らかにこの視点に立っていた。実際に、多くの保護区の管理策が、「未だに生態系は安定的な系である」との仮定に基づいていると言われている。しかし、このような森林生態系の動的側面を重視しない管理方策により、森林を本来の姿から変えてしまうことは避けるべきである。特に、山岳域のランドスケープには貴重な自然が多く残っている。この貴重な自然環境を健全に保全し、大気中のCO₂削減機能を維持していくための指針を提示することが、現在求められている。

この点において、本研究で遂行したような、近年の人間活動による影響を受ける以前の過去の生態系や気候の状態を知ること、どのような状態が、生態系にとってより自然なのかを知る手掛かりとなる。生態系の大幅な自然の変動性

(natural variabilityと呼ばれる)を認知し、それを指標として生態系を保全・管理するためには、本来の生態系の姿をするための研究をより行っていくことが重要である。これにより、CO₂削減機能をはじめとする、山岳域の森林生態系が担う生態系サービスを、健全かつ機能的に維持することができる。

5. 発表論文リスト

5-1. 学術雑誌

森 章 (2010) 攪乱生態学が繙く森林生態系の非平衡性. 日本生態学会誌 60:19-39.

Mori AS, Lertzman KP. Historic variability in fire-generated landscape heterogeneity of subalpine forests in the Canadian Rockies. 査読中

Mori AS. Climatic variability regulates occurrence and scale of large fire disturbances in subalpine forests in the Canadian Rockies. 査読中

Mori AS, Hallett DG. Solar-forcing as a possible driver of large wildfires. 査読中

5-2. 学会発表

Akira S Mori. Effects of anthropogenic and natural forcing on large wildfire activity in the Canadian Rocky Mountains. 2010年2月19日 eminar at the Ecological Centre, The University of Queensland.

森 章. 気候変動と人間活動が森林の攪乱体制に与える影響の評価. 第57回日本生態学会大会 010年3月18日 東京大学