

平成 21 年 6 月 15 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18510027
 研究課題名（和文） 国立公園をモデル区域としたランドスケープ構成要素の変動要因の解明
 研究課題名（英文） Influencing factors for landscape components in Nikko National Park
 研究代表者
 千葉 幸弘（CHIBA YUKIHIRO）
 独立行政法人森林総合研究所・植物生態研究領域・室長
 研究者番号：90353771

研究成果の概要：奥日光地域を対象に過去 50 年の土地被覆区分、気象や植生に関する自然環境に関する情報や社会基盤に関する情報等をもとにランドスケープ構造とその変動要因を分析した。特に戦場ヶ原と小田代ヶ原の湿原面積の変化は顕著であり、戦場ヶ原の消失速度はほぼ一定で 1.2ha/年と推定された。湿原の消失には、短時間雨量の増加による土砂供給が影響すると思われるほか、小田代ヶ原では 1950～1960 年代の森林伐採とその放置が大きく影響したと考えられた。ランドスケープの変動を評価にあたっては、人為影響だけではなく、自然環境下での変動を定量的に評価することも必要である。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,700,000	0	1,700,000
2007年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
総計	3,600,000	570,000	4,170,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価・環境政策

キーワード：生態系影響評価

1. 研究開始当初の背景

2005年7月に知床が世界自然遺産に登録された。その世界遺産区域は、これまでの自然保護施策に基づいたものであり、知床国立公園、遠音別原生自然保全地域、知床森林生態系保護区、鳥獣保護区域をほぼカバーするものであった。言い換えれば、世界自然遺産の指定は、従来の自然保護施策（区域設定、保護および管理の方策等）を信頼して、それを踏襲したものである。本来、自然保護の対象とすべき区域の設定にあたっては、そこに生息する動植物種とその生息環境、さらにそれらを包含する広域的な生態的景観（ランドスケープ

を）を持続的に維持するための科学的根拠に立脚したものでなければならない。しかしながら、これまでの自然保護区域の指定要件に関する科学的根拠は十分に吟味されたものとは言えず、世界自然遺産区域の主要基盤である国立公園についても、同様にその区域決定の根拠や妥当性に関する調査結果はほとんど公表されてこなかった。

我が国では 1934 年に最初の国立公園が指定されて以来、これまでに 28 の国立公園が指定されており、指定対象は山岳地域、島嶼地域、海浜地域など様だが、それぞれのランドスケープは指定以来、気象環境や社会環境

等さまざまな要因の変化とともに、徐々に、しかし確実に変貌しつつある（河野 1999）。特に我が国の国立公園は、その域内における住民生活を含むような「地域性」の国立公園であるため、指定区域は、生物多様性だけではなくさまざまな生態系機能を通して、人間活動と相互に関係し合い、人間社会に貢献する存在でもある。したがって、自然保護を指向する国立公園の管理においては、それが存在する地域における社会的、経済的バックグラウンドを共有しているのが実態である。

このようなバックグラウンドを持つ我が国の国立公園に代表される自然保護区域は、自然環境の変化や人間活動に伴う変化の圧力を受け続け、上述したように、内部から、あるいは外部からの変化を余儀なくされている。そのため、当該区域の自然環境を維持・保全するためには、その自然環境の特性や長期的な変動をもたらすメカニズムを理解した上で、人間活動との共存を図るための対策を講ずる必要がある。

2. 研究の目的

国立公園を対象とする自然環境の構成要素である生物相、地理的条件、気象環境に加えて、人間活動がこうした区域に及ぼす影響を明らかにするため、動植物種の生息状況、気象条件等に関する過去数十年間の変貌を分析する。その上で、地域の社会経済的变化に伴って変化するランドスケープとその構成要素と関係する過去数十年間の土地利用変化について、地理情報システムによって関連情報をデータベース化して、分析対象区域のランドスケープ機能の変貌とその関連要因を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

ランドスケープの研究対象地は、日光国立公園内の戦場ヶ原・小田代ヶ原を中心とする奥日光地域（栃木県日光市）とし、これを「モデル区域」とした。本区域におけるランドスケープ構造の変化を解明するため、第二次世界大戦後から 2000 年までの自然植生や社会経済条件に関する情報を収集した。

（1）社会的経済的条件の変化

モデル区域のランドスケープの変遷を理解する上で不可欠な社会的経済的環境の変貌を明らかにするため、地域社会における基盤情報である人口や土地利用に関する行政データを収集するとともに、奥日光に隣接する周辺地域の社会経済的発展状況とそれに伴うモデル区域の通行往来状況や来訪者数の変化等に関して、計測データおよび情報を収集した。

（2）地理情報システムによる解析

モデル区域の植生タイプを常緑針葉樹（天然林）、常緑針葉樹（人工林）、落葉針葉樹（天

然林）、落葉針葉樹（人工林）、落葉広葉樹（天然林）、樹林地（天然林）、樹林地（二次林）、二次草地、湿地、解放水域、畑地に区分して、1952 年以降に撮影された航空写真、国土地理院による地形図、環境省等による植生図等を用いて、2000 年までの同区域における自然植生等の土地利用変化を復元し、数値地図等により GIS データを整備した。

（3）ランドスケープ構成要素間の変動解析

上記 GIS データベースを利用して、土地開発などの人間活動や自然環境等に伴って変化するランドスケープ構成要素を解析し、構成要素間あるいはそれらを取り巻く諸条件との相互関係等を明らかにして、モデル区域の自然因子や地理的因子が時間とともに変化する因果関係を検討した。

4. 研究成果

戦場ヶ原を中心とする奥日光地域を対象に、1952 年以降の土地被覆区分、気象や植生に関する自然環境に関する情報、周辺市町村の人口推移や経済指標、道路建設等を含めた社会生活基盤に関する情報、国立公園への入園者数、狩猟頭数などの情報を収集し、対象ランドスケープの変動を分析した。社会経済情報を含め収集情報が多岐に及ぶので解析は未了だが、湿原面積の変化とそれに関与すると考えられる要因を中心に情報分析を行った。

（1）日光国立公園の概要

日光国立公園は 1934 年に指定され、日光、尾瀬、奥鬼怒地域が当初指定されたが、その後、那須、甲子、塩原、藤原、栗山、足尾地区が加えられたが、2008 年に尾瀬地区が独立した国立公園となり、現在の日光国立公園は栃木、群馬、福島県にまたがる 114,753 ha となっている。

日光の山々は関東地方の霊峰として、人々に崇敬され、奈良時代末期に勝道上人が男体山に登頂して以来、山岳信仰と修験道の場となっていた。湯元など奥日光地域は明治期以降、外国公使等の別荘、湯治やスキー等のレクリエーション利用が盛んになり、また山岳や高層湿原における貴重な動植物に対する理解が進むとともに、徐々に自然公園としての整備されるようになったようである。

戦後の 1953 年にいろは坂の改修工事が完了し、1965 年に第 2 いろは坂および金精道路が開通して、栃木県から群馬県へ自動車による通行が可能となった。その後昭和 40 年代中頃までに中禅寺湖や戦場ヶ原周辺の駐車場整備、有料道路開設が進められたが、昭和 50 年前後になると湯の湖の水質問題が浮上するなど、環境問題への取組が進められることとなり、その後の自然環境の保護、景観の保全、移入種の問題等への対応へとつながる。

（2）社会経済条件の変化

日光国立公園の区域内である日光市とその周辺域である栃木県側の鹿沼市および今市市、群馬県側の片品村等の社会基盤情報として人口の推移、市町村別の総生産や所得、農林業センサスに関する情報を収集するとともに、過去の地形図等から道路整備と主要地点の交通量等についても分析した。

今市市での1970年代の人口増加に対して、日光市では逆に減少したが、基本的には1960年代から70年代の高度経済成長とともに通行量・入園者数は一貫して増加し、さらに87年に施行された総合保養地域整備法（いわゆるリゾート法）を契機として、入園者数が急増した。しかし日光国立公園に隣接する群馬県片品村を含め、1990年代前半のバブル崩壊によって一時的に交通量が激減しており、日光国立公園の利用者数の変遷は経済指標と併せて、今後分析する余地がある。

(3) 奥日光における動植物の生息環境

中禅寺湖から日光白根山に至る標高約1300m～2500mに位置する奥日光は標高差が大きく、湖沼・湿原・草原・樹林帯・山岳地などの多様な自然環境で構成されるため、様々な動植物の生育空間が提供されている。1946年以降に確認された野鳥はオオジシギやノビタキなど18目43科175種類と言われる。また、国立公園・鳥獣保護区として広大な自然環境が保護対象となったこともあり、日光には特別天然記念物のニホンカモシカ、天然記念物のニホンヤマネをはじめとする多くの哺乳類が生息する。戦場ヶ原は本州最大の高層湿原でワタスゲやレンゲツツジ、ホシザキシモツケなど100種以上の湿原性植物が確認されている。

奥日光湿原（戦場ヶ原、小田代ヶ原、湯川、湯ノ湖：計260.41ha）は、2005年にラムサール条約の登録湿地となり、その時点で湿原面積は260.41haである。湿原域ではすでにオオハンゴンソウ等の外来植物の繁茂が確認され、湯の湖や湯川でもコカナダモの繁殖による水質低下等が懸念され、こうした外来生物の除去や水質浄化等に対する取組が日光市、栃木県、環境省によって実施されてきている。

また近年、シカ食害の顕在化と自然植生への影響が懸念されている。シカ個体群の分布拡大と個体数増加の要因としては、積雪環境の変化や捕食者の絶滅等が指摘されている（Koganezawa and Angeli 1998）。奥日光、白根山地域の自然植生へのシカ食害が顕著になったのは1992年いとされる。特に、シカの嗜好性植物である草本（アヤメ、イブキトラノオ等）や木本（レンゲツツジ、ウラジロモミ等）への影響が大きく（長谷川 1994、1996）、ササ類に関しては戦場ヶ原や千手ヶ原付近での食害が顕著である。一方で非嗜好性植物の増加あるいは分布域の拡大が指摘

されている（長谷川 1996、Nomiya ら 2003）。

(4) 湿原の消長に関する気象環境

ランドスケープの変動要因として、自然環境条件は当該地域の植生や成長に大きな影響を及ぼすだけではなく、降水量や降水強度あるいは降雪量などは自然環境を劇的に変化させ得る。しかも森林伐採等のような人為的影響との複合的な作用によって、山地崩壊や土砂流出等をもたらす場合もある。

戦場ヶ原および小田代ヶ原を含む集水域には、群馬県境の湯元から湯の湖を經由して湿原へと注ぐ湯川のほか、刈込湖・切込湖から潤沼・光徳沼に至る逆川があり、これらが両湿原を經由して中禅寺湖に流入する。地形図から求められるこの集水面積は約51km²あり、奥日光における過去20年間の年平均降水量2,248mmをもとに、集水域から湯川を通じた平均流出量は毎秒1.3m³と推定された（ただし、この流域における漏水率を80%として計算した）。

年平均降水量は年変動が大きく過去20年間の最大で2,748mm、最小で1,331mmであった。降雨強度の指標となる短時間雨量（10分間最大値、1時間最大値、日最大値）について見ると、10分間最大値と1時間最大値は過去30年間で顕著な傾向が見られないが、日最大値は80mmから500mm近くまで大きく変動し、約10年間隔で最大値そのものが増加している傾向がある。つまり日降水量が数百mmに達するような極度の豪雨強度が周期的に発生し、その強度が増大する傾向にある。

降水量の季節的な変動は華厳滝の水量でも記録され、10倍以上の変動があることはすでに知られている。上述したような集中豪雨の発生や降水量の季節変動の影響は、湯川の流出量も現れているはずであり、集中豪雨等によって上流域から湿原に流入・堆積される土砂量は相当量に達するであろう。2007年9月に発生した奥日光での集中豪雨では、戦場ヶ原を取り囲む周回歩道では土砂による埋没が散見され、その状況から30cm程度以上の土砂堆積が推定される箇所が見られた。こうした土砂の流入・堆積は、湿原周辺での人為的な土地改変等に関係なく発生する自然現象であり、ランドスケープの長期的な変遷に関する人為的影響を評価するためには、こうした自然状態で生じる様々な現象をベースラインとして把握しておく必要がある。

(5) 植生区分等の変化

森林、草地、湿原、人工改変地等の区分を行って、モデル区域の空中写真が入手可能な1952年以降の同区域（対象区域面積4,119ha）の土地利用変化を分析した。ただし、1952年は空中写真が一部欠損しているため2,834haである。過去50年間における植生変化の顕著な傾向としては、落葉広葉樹の自然林の減少（1068ha → 863ha）、常緑針葉樹の疎林

(亜高山帯林)の減少(73 ha → 34 ha)、落葉針葉樹人工林(カラマツ人工林)の増加(444 ha → 794 ha)、湿原の減少(244 ha → 144 ha)である。そのほか伐採跡地が大幅に減少(180 ha → 3 ha)しているが、これは大正から昭和にかけて木材増産のために、生産性の低い落葉広葉樹林を伐採して、カラマツ人工林への転換を図ったためと考えられる。住宅地や道路も微増しているが戦場ヶ原縦断道路(国道120号線)および金精道路の開通が最後である。



図-1 奥日光・湿原域における植生分布
(例：1963年)

(6) 湿原面積の減少速度

戦場ヶ原および小田代ヶ原を中心とする奥日光の湿原域面積は、1952年の244haから、2000年には144haに減少した。戦場ヶ原の面積は173ha(1952年)から116ha(2000年)に減少し、毎年1.2haのペースで縮小している。同様に小田代ヶ原は平均0.5ha/年で縮小していることになる。

その原因として地球温暖化等による乾燥化の進行を危惧する論調の報告もあるが、気象データからはそうした傾向は認められない。奥日光での戦後の農地開拓、カラマツ植林、道路整備等は湿原の消長に直接関与するとは考えにくい、それに付随して設置され

た排水溝は湿原減少に少なからず影響した可能性はある。ただ、すでに述べたように、降水パターンについては1960年代以降特徴的な傾向が認められ、年降水量の平均値はさほど大きな変化はないが、日最大降水量は増加傾向にあり、10年ごとに見られる豪雨強度が激しくなっているように見受けられることである。

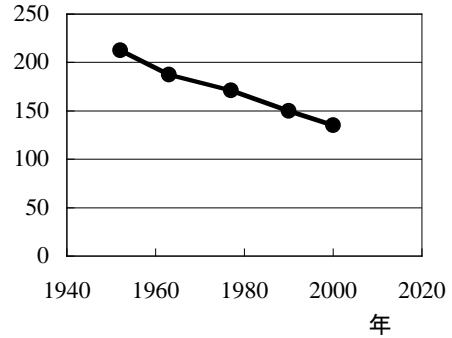


図-2 戦場ヶ原の湿原面積の推移

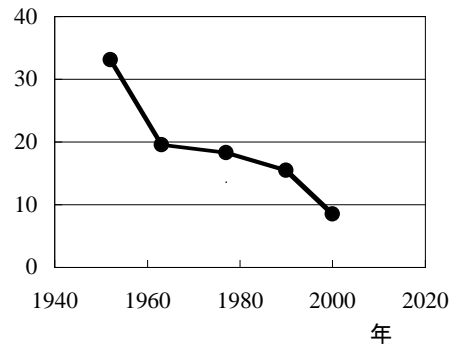


図-3 戦場ヶ原の湿原面積の推移

また過去50年間における土地利用変化を検討したところ、小田代ヶ原の上部では、1950年代から1960年代にかけて41.7haの落葉広葉樹林が皆伐され、その後10年以上にわたって植栽されることもなく伐採跡地が放置されつづけていたと考えられる。このことが小田代ヶ原の急減(図-3)に影響したと考えられる。

戦場ヶ原における近年の乾燥化傾向については、河川から湿原への土砂の流入・堆積、開拓に伴う河川からの農業用水の取水、湿原内へのカラマツ植林等のための人工溝による排水、戦場ヶ原縦断道路(国道120号線)沿線の側溝からの排水が考えられる。また戦場ヶ原ではカラマツ植林のための排水溝設置等による乾燥化が進んでいると考えられる。ある程度まで湿原面積が縮小すると、乾燥化が加速して早期に湿原が消失する可能

性も否定できない。

戦場ヶ原の現在の減少速度 1.2ha/年を維持した場合、今世紀中に戦場ヶ原は消失し、すでに湿原面積が小規模となっている小田代ヶ原はそれよりもかなり早い時期（20～30年程度）に消失すると予想される。

（7）総合考察

集水面積 5,100ha に及ぶ広大な奥日光地域には、標高 2500m 級の山岳が周囲を取り囲み、その中心に 200ha を超える高層湿原が位置している。こうした地形的な特徴もあり、周辺山岳地で崩落・流下する砂礫等が徐々に湿原域に流入・堆積することになる。したがって、こうした湿原域の乾燥化とそれに伴う湿原の縮小は不可避である。

本研究では、奥日光地域を解析のモデル区域として、ランドスケープ構造の経年変化を明らかにするとともに、その変動要因を見いだすことを目的に、自然環境要因だけでなく社会経済的要因も含めて、関連する情報や科学的データの収集を進めた。本モデル区域はランドスケープ構造を評価する上で、広大な湿原という明瞭なランドスケープ構成要素を有しており、土地利用区分の変化を追跡することによって、その消長を分析することができた。戦場ヶ原は比較的面積も大きく、森林伐採や農地開拓の影響が顕著に現れることはなかったが、過去 50 年にわたってほぼ一定速度で湿原が消失していることが明らかになり、本モデル区域のような地形条件における湿原の自然状態での縮小速度が推定されたものと考えられる。

一方の小田代ヶ原は、そのすぐ上流域で湿原域に匹敵する面積の森林が皆伐され、しかもそのまま放置されるという事態を経て、急速にその面積を縮小している。この湿原域の縮小は明らかに人為影響によるものであり、戦場ヶ原の場合とは異質である。

森林伐採や道路敷設等の人為が自然環境に与える影響と規模は、対象区域の面積や構成要素によっても異なり、湿原などのようにランドスケープ構成要素が本来的に持っている脆弱性によっても異なる結果をもたらすであろう。本研究で収集したデータ・情報は多岐にわたるものであり、またランドスケープ構成要素としての土地利用区分に関しても、湿原と森林だけではなく、その面積や生態的な特質が異なる要素を含むため、今後さらに詳細な分析が必要であるが、ランドスケープ構造とその機能評価においては、人為要因と自然要因とを分離して評価する手法を検討する必要がある。

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 1 件）

〔学会発表〕（計 1 件）

①Chiba Yukihiko, Migita Chiharu, HanQingmin. Simulation of photosynthetic production of beech (*Fagus crenata*) trees affected by temperature oscillation amplitude. Adaptation of Forests and Forest Management to Changing Climate with Emphasis on Forest Health: A Review of Science, Policies, and Practices”, 2008 年 8 月 25-28 日, スウェーデン

〔図書〕（計 1 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 1 件）

○取得状況（計 1 件）

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

千葉 幸弘 (CHIBA YUKIHIRO)

独立行政法人森林総合研究所・植物生態研究領域・室長

研究者番号：90353771

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者