



Title	高地・寒冷地生態系の尾瀬：第4次尾瀬総合学術調査概要
Author(s)	坂本, 充; Sakamoto, Mitsuru; 鈴木, 邦雄 他
Citation	低温科学, 80, 591-601
Issue Date	2022-03-31
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/lowtemsci.80.591">https://doi.org/10.14943/lowtemsci.80.591</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/84881">https://hdl.handle.net/2115/84881</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	45_p591-601_LT80.pdf



# 高地・寒冷地生態系の尾瀬 — 第4次尾瀬総合学術調査概要 —

坂本 充<sup>1)</sup>, 鈴木 邦雄<sup>2)</sup>, 岩熊 敏夫<sup>3)</sup>

2022年3月5日受付, 2022年3月13日受理

尾瀬ヶ原及びその周辺域の学術調査は第3次が終了してから年月が経過しており, その後本格的な調査が行われていない. そこで2016年12月に第4次尾瀬総合学術調査団を発足させ, 検討を重ね, 基礎研究に関わる事業と重点研究に関わる事業を2017年度~2019年度に実施した. 尾瀬の調査研究を実施した背景は, 温暖化の進行と湿原の劣化の懸念, 変化する生物とその環境に関する最新かつ詳細なデータの欠如などがある. 基礎研究と重点研究の2つの部会で学術調査を実施し, 多くの研究成果を上げることができた.

## Oze, highland and boreal ecosystems: Outline of the fourth Scientific Research of the Ozegahara mire

Mitsuru Sakamoto<sup>1</sup>, Kunio Suzuki<sup>2</sup>, Toshio Iwakuma<sup>3</sup>

No full-scale surveys have been conducted since the third round of academic surveys of Ozegahara and its surrounding areas was completed. Therefore, in December 2016, the 4<sup>th</sup> Scientific Research of the Ozegahara mire team was launched and projects related to basic research and project research were conducted from FY2017 to FY2019. The background for research of the Oze includes concerns regarding global warming, marshland degradation and lack of up-to-date and detailed data on changing biota with their environments. Academic research was conducted in basic research and project research subcommittees.

キーワード: 高地・寒冷地生態系, 温暖化, 第4次尾瀬総合学術調査, 湿原の劣化, 尾瀬ヶ原  
highland and boreal ecosystems, the fourth Scientific Research of the Ozegahara mire, global warming, mire degradation, Ozegahara mire

---

責任著者

鈴木邦雄

連絡先

IGES 国際生態学センター

〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜 2-14-27

Tel : 045-548-6271

e-mail : k-suzuki@iges.or.jp

1) 名古屋大学・滋賀県立大学名誉教授

2) IGES 国際生態学センター・神奈川県立産業技術総合

研究所

3) 北海道大学

1 Nagoya University, Nagoya, Japan / The University of Shiga Prefecture, Hikone, Japan

2 IGES-Japanese Center for International Studies in Ecology, Yokohama, Japan / Kanagawa Institute of Industrial Science and Technology, Ebina, Japan

3 Hokkaido University, Sapporo, Japan

## 1. はじめに

尾瀬地域は阿賀野川水系の只見川の源流部に位置し、標高 2,000 m 級の山々に囲まれた尾瀬沼および尾瀬ヶ原湿原を擁し、優れた景観と希少な高地生態系として広く知られ、1934 年に日光国立公園に指定されている。一方で古くより電力開発の対象としてダム化が検討され、1922 年に許可された尾瀬分水は、尾瀬沼および尾瀬ヶ原をダムで嵩上げして西側の山麓から利根川水系の楢保川に取水する、という壮大な事業構想であったが、未着手のまま戦後を迎えた（国分, 1960; 松浦, 1996）。1949 年には尾瀬沼湖水の一部を発電のため利根川水系の片品川へ導水を開始し現在に至っている。

1950 年～1952 年に、植物学、動物学、地質学、地理学、気象学、化学などの研究者が参加する尾瀬の総合学術調査（第 1 次尾瀬ヶ原総合学術調査）が初めて実施された（尾瀬ヶ原総合学術調査団, 1954）。その後、1953 年に尾瀬ヶ原一帯が日光国立公園特別保護地区に、1956 年に国指定天然記念物に指定されたが、第 1 次尾瀬ヶ原総合学術調査の成果が果たした役割は大きい。1977 年～1979 年に、地盤のボーリング調査など、第 1 次尾瀬ヶ原総合学術調査で積み残された課題に取り組むべく第 2 次尾瀬総合学術調査が実施された（尾瀬ヶ原総合学術調査団, 1982）。第 3 次尾瀬総合学術調査では尾瀬地域を対象に補足調査を実施した（尾瀬総合学術調査団, 1999）。1995 年に尾瀬保護財団が設立され、2005 年にラムサール条約登録湿地、2007 年に尾瀬国立公園に指定されるなど、自然保護の枠組が強化された。

第 3 次尾瀬総合学術調査から 20 年が経過する間に新たな環境問題が顕在化した。地球規模で温暖化が進行し、短時間強雨による洪水が自然生態系に大きな影響を与えつつある。「平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨」では尾瀬地域においても法面崩落と湿原洪水そして木道等の施設損壊が起きている。また、ニホンジカの個体数増加と生息域の拡大は全国で問題となっているが、尾瀬においても 1995 年に初めて下田代で確認された。それ以来尾瀬地域におけるニホンジカによる植生攪乱と泥炭地破壊が深刻化してきている。尾瀬では 20 年にわたり自然生態系の全般的調査が行われておらず、気候変動とニホンジカの攪乱の生態系影響に関する情報を欠いていた。そこで尾瀬保護財団において慎重な検討を進めた結果、尾瀬の現状および洪水とニホンジカの生態系影響を把握し、尾瀬の保全策に反映させるため、2016 年 12 月に第 4 次尾瀬総合学術調査団（団長 坂本 充）が発足し、学術調査を 2017 年度～2019 年度に実施することとした。基礎

研究と重点研究の二つの部会を設け、基礎研究部会（部会長 鈴木邦雄）では動植物相、植生分布、ニホンジカ影響、モニタリングシステム、社会科学的な尾瀬の評価、および普及事業を担当し、重点研究部会（部会長 岩熊敏夫）では湿原地形と陸水環境の変遷、ミネラル栄養性、および温暖化影響を担当した。両部会は、準備の段階から連携を取りながら、調査研究と成果のとりまとめを進めた。

近年レーザー、電磁探査など非侵襲的観測手法が普及し、そして空中、水中で自動撮影を行えるドローン・UAV などを活用する環境が整った。2007 年に制定・施行された地理空間情報活用推進基本法により、基盤地図情報、統計情報、測量に係る画像情報等がインターネットを利用して無償で提供され、さらには信頼性の高い衛星測位システムが利用可能になった。これらの研究インフラを十分に活用して調査を実施した。

## 2. 基礎研究部会 学術調査結果の概要

基礎研究部会の調査研究は、次の 6 つの課題を設定して実施した。

A 植物相・動物相のインベントリ調査、B 植生分布状態と環境の調査、C ニホンジカ侵入による尾瀬ヶ原の攪乱・劣化とその回復追跡、D 長期広域モニタリングシステムの構築、E 社会科学的に見た尾瀬の自然の価値、F 普及事業の 6 カテゴリーである。

なお、基礎研究部会の研究成果・新しい知見は、本報に収録すると共に、関連する学会発表や学会誌等への投稿も積極的に行っている。

### 2.1 課題 A 植物相、動物相のインベントリ調査

尾瀬の生物相の目録を作成するためのインベントリ調査を行い、第 3 次総合学術調査以降の生物相の変化を把握し、そこから将来変動予測にもつなげる。特に、絶滅危惧種・貴重種・重要種については、詳細なインベントリ調査を行った。従来尾瀬から記録がないあるいは新たに侵入したと思われる植物相、動物相も多数確認している。

A-1-① 維管束植物のインベントリ（大森威宏、黒沢高秀、吉井広始、片野光一、根本秀一、薄葉 満、沢和浩）

東京大学、国立科学博物館等において標本調査を行い、あわせて重点的な現地調査を、燧ヶ岳周辺地域と景鶴山麓、三平峠、牛首、皮籠岩尾根などで調査・採集を行った。標本調査終了時点で、水生を含む 1,003 分類群の維

管束植物の標本が確認された（尾瀬国立公園全体では1,146種）。その後、産地や同定結果の妥当性、また、現在の分類学的な見解と照合した結果、現時点での尾瀬地域の特別保護地区内の維管束植物は893種類（834種7亜種34変種18雑種）を記録した。過去の尾瀬総合学術調査で記録がある維管束植物724種のうち、9種は、今回の標本調査や現地調査で見いだせなかった。また、4種は特別保護地区外で採集された可能性が高いと判断された。一方、過去の尾瀬総合学術調査の目録に追加される維管束植物は197種類で、うち63種類は今回新たに記録されたものである。今回追加された植物の中には、チチッパベンケイソウのように新たに発見されたものに加え、ウスゲヤナギランやオトメエンゴサクのように分類学的な見解の変化から同定が変更された種、シテックモキリやミヤマトキソウのように、近年新種として記載された種が含まれる。

A-1-② 植物相の調査（維管束植物）（東城幸治，尾崎貴久，井上恵輔）

御池岳中央火口丘部分に生育するコマクサの遺伝子解析（葉緑体遺伝子5領域の合計2,270-bp）を行った結果、中部山岳域とハプロタイプを共有したほか、東北地方との共有も見られた。また、燧ヶ岳の群落の一部は他の群落とは独立したIn-Delを有することが明らかとなった。

A-1-③ 水生植物の生育環境調査とDNA解析（大森威宏，志賀 隆，薄葉 満，黒沢高秀，根本秀一，薄葉孝太郎，内藤芳香，鈴木朋弘，瀬沼賢一）

オゼコウホネ及びヒツジグサの遺伝的多様性に関するサンプリング調査を尾瀬ヶ原において実施し、遺伝子多型についての解析を行った。また、浮葉性ミクリ類、ウキクサ類についても尾瀬ヶ原、群馬県側の横田代、燧裏林道、白砂湿原においてDNA解析に必要なサンプリングを行った。水生植物相調査は、尾瀬沼のほか、尾瀬ヶ原や白砂湿原、重兵衛池などで実施し、ヤチゼニゴケを白砂湿原から（尾瀬ヶ原からは記録あり）、ショウブ、ガマ、ホソバミズヒキモ、タマミクリを尾瀬沼から記録した。

A-2-① 動物相の調査（コウモリ類）（安井さち子，河合久仁子，佐藤顕義，勝田節子，佐々木尚子，大沢夕志，大沢啓子，小松業利奈，牧 貴大，宇野翔太郎，今井英夫，上條隆志，中村夏菜）

森林での捕獲調査では、ニホンウサギコウモリ，ヒナコウモリ，カグヤコウモリ，ヒメホオヒゲコウモリ，モモジロコウモリ，コテングコウモリの6種43個体が捕獲された。見晴の建物で、ヒナコウモリ2個体が確認された。戸倉のトンネルで、ニホンウサギコウモリ，モモ

ジロコウモリ，ノレンコウモリ各1個体が確認された。ノレンコウモリのねぐらは、尾瀬地域ではじめて確認された。尾瀬地域で捕獲確認された種は、本調査と既存の記録をあわせると14種である。

A-2-② 動物相の調査（アザミウマ類）（塘 忠顕，榊本雅身）

ピーティング法と花から細筆でアザミウマ類を直接採集する方法を併用して調査を実施した。尾瀬ヶ原からは33種，尾瀬沼からは16種のアザミウマ類を記録した。尾瀬ヶ原からは未記録であった種が6種含まれていた。

A-2-③ 動物相（水生昆虫を主にした底生動物）（塘忠顕，大友真夏，鈴木花苗）

52種群の底生動物（水生昆虫は50種群）を記録した。今回と2017年の調査結果と合わせると、尾瀬ヶ原と尾瀬沼からは175種群の底生動物が記録されたことになる（尾瀬ヶ原からは151種群，尾瀬沼からは67種群）。

A-2-④ 動物相調査（底生動物類）（東城幸治，尾崎貴久，百瀬加奈子，井上恵輔，山崎 遥）

尾瀬地域のオビカゲロウ類については未記載種であることが確認された。東北地方のオオコオイムシは奥羽山脈を境界に太平洋側と日本海側に大きく遺伝系統が分化していること、奥羽山脈を境界として系統分化が知られるツチガエルに関しては、尾瀬の集団は太平洋側の系統に位置付けられることが明らかとなった。アミトビケラやマメゲンゴロウでは、山塊単位や地理的な距離に応じた遺伝的分化が示された。カワネズミに関しては糞からの遺伝子解析を実施し、東北地方に広域分布する系統であることが明らかとなった。

A-2-⑤ 動物相（ヌカカ類，水生甲虫・カメムシ類）（金杉隆雄，茶珍 護）

山ノ鼻地区におけるライトトラップによるヌカカ類の捕獲調査の結果、*Culicoides*属12種、*Monohalea*属1種のヌカカが同定できた。尾瀬ヶ原における優占種は*Culicoides*属のエゾヌカカとみられる。*Monohalea*属は、オゼマダラモンヌカカで、2019年に新種記載され、現在までのところ尾瀬以外からは記録されていない。

A-2-⑥ 動物相（尾瀬沼沖合のベントス相）（大高明史）

2018年の尾瀬沼深底部の大型底生動物は貧毛類3種，ユスリカ科2種，フサカ科1種であった。1986年には尾瀬沼深底部ではイトミミズが優占していたが、2018年には優占種がユリミミズに交代していた。このことは近年の湖底の温度上昇が関与している可能性がある。

## 2.2 課題B 植生分布状態と環境の調査

植生の単位と広がり把握するために植生調査と複数

のスケールの植生図作成を行った。衛星データを用いた broad scale と空撮データを用いた medium scale での植生解析を行うとともに、環境要因と植生の関係、生物・環境変動について fine scale の解析を行った。fine scale での植生解析では、中田代十字路付近を対象に、50年前の植生図と同じ範囲での植生図を作成している。また、ニホンジカ攪乱地と非攪乱地における泥炭土壌理化学性と温室効果ガス排出の特性把握・分析も行った。

#### B-1-① (原 慶太郎, 富田瑞樹, 平山英毅, 奈良侑樹)

尾瀬地域の植生分布の現状を明らかにし今後のモニタリングに繋げるために、衛星リモートセンシングによる植生図作成手法を検討し、2016～2019年の Sentinel-2/MSI データを用いて最新の相観植生図を作成した。現地調査と環境省 1/25,000 植生図から整備した教師データをもとに、機械学習の一つであるランダムフォレストにより9クラスに分類した。解析に供した296の特徴量は、月別のモザイク画像による反射率、植生活性度や土壌水分量等に関わる12の指数、Cバンド合成開口レーダー (Sentinel-1 : S1) データである。この検討によって現地の植生分布を的確に表現する高精度の相観植生図を得ることができた。

#### B-1-② (鈴木伸一, 下嶋 聖, 吉井広始, 片野光一, 矢ヶ崎朋樹)

尾瀬ヶ原湿原と周辺山地の植生分布状態を把握するために、2017年から3年間、植物社会学的植生調査を実施した。今回収集した資料と既存資料の合計2,342ヶ所の植生調査資料をデータベース化し、群落組成解析を進めた。特に、泉水池周辺の植生調査では、1997年、2003年にも調査が行われており、池の著しい減水とニホンジカの食害による大きな植生景観の変化を確認した。

尾瀬地方における植生の植生学的な解明を目的として、植物社会学的な現地調査と植生類型の区分を行った。鈴木伸一らが1988～2019年の32年間の現地調査で得られた植生調査資料と他の既発表資料のうち、森林を除く湿原植生から選定した合計1,851個の植生データの比較検討を行った結果、既存の植生単位のうち検討を要する群集の問題点の指摘と修正、2つの新群集の記載および区分された全植生単位の植物社会学的体系化を行い、10クラス、13オーダー、13群団、35群集・54群落にまとめている。

#### B-1-③ (吉田 馨, 丹野夕輝, 鈴木邦雄, 矢ヶ崎朋樹, 鈴木伸一)

2017～2019年度の3年間で尾瀬ヶ原湿原とその隣接域、湿原内の重要地区を中心に UAV による空撮、全方

向パノラマ定点撮影を150地点以上で、春・夏・秋に行った。現存植生図については、尾瀬ヶ原全域を縮尺1/2,500で判読し、1/5,000で作成した。中田代十字路付近を対象に、50年前の植生図と今回作成した現在植生図を用いて、メッシュ法による中田代十字路付近の植生を比較した。その結果、50年間で高層湿原植生の生育面積が15%増加し、21%を占めていた裸地がなくなっていた。踏圧による裸地がなくなり、湿原の自然植生が回復している一方で、ヤチヤナギ、ヤマドリゼンマイの優占する群落が著しく拡大していることが判明した。

#### B-2 及び D (犬伏和之, 中山絹子, 八島未和, 坂本 充)

尾瀬ヶ原中田代湿原で洪水の影響が強い地域のニホンジカ攪乱地と非攪乱地における泥炭土壌理化学性と温室効果ガス排出の特性把握・分析を行った。ニホンジカ攪乱地では、地下水位が高く土壌のアンモニア態窒素量と硝酸態窒素量が大きい傾向がみられた。洪水頻度の低い中田代東部、竜宮付近の試料も加えてメタン生成活性を測定し、ニホンジカの攪乱と洪水のメタン生成への影響を調べ、洪水影響を受けやすい牛首付近の試料と比較した。その結果、メタン生成活性が洪水・非攪乱 $\geq$ 洪水・攪乱 $\geq$ 非洪水・非攪乱 $>$ 非洪水・攪乱の順で高い傾向が認められた。泥炭土壌の理化学性状変化は、シカによる泥炭攪乱のモニタリング指標になると判断された。今年度は新たにクローズドチャンバー法により、湿原からの温室効果ガス排出の調査を行い、シカ攪乱地ではメタンフラックスが小さくなる傾向が見いだされた。CO<sub>2</sub>放出量は地下水位と負の相関関係が見られ、温室効果ガスへの地下水位の影響が重要であることを示唆している。

### 2.3 課題C ニホンジカ侵入による尾瀬ヶ原の攪乱・劣化とその回復追跡の調査

既存の調査データを最大限に活用しながら、尾瀬ヶ原におけるニホンジカ侵入増による生物相への影響とその回復について調査・分析した。

#### C-1 (星野義延, 吉川正人, 八木正徳, 深澤春香, 長野祈星, 小林駿介, 大志万葉々子)

尾瀬ヶ原の植物群落の群落構成種について1970年と2019年の常在度の比較を行い、常在度が2019年の方が有意に低い種が23種確認された。ニホンジカの影響に対する植物群落の脆弱性を、絶滅危惧種の割合や採食に弱い機能型の割合などで評価し比較したところ、尾瀬ヶ原では高層・中間湿原より低層湿原や河畔林の群落や脆弱性が高かった。また、至仏山ではホソバヒナウスユキソウ群集やオゼソウ群集などの絶滅危惧種の割合が高い草本植物群落が、燧ヶ岳では絶滅危惧種の割合と採食に

弱い機能型の割合の両方により高茎広葉草本植物群落などが脆弱と評価された。

C-2 (谷本丈夫, 淵脇智博, 徳永祐一, 軽部 勲, 斉藤常栄, 後藤智哉・鈴木貫司)

融雪期および無雪期におけるニホンジカの採餌行動を調査確認した。また、中田代において、これまでにニホンジカによって採餌された植物群落とその生育環境について、周辺山地からの土石堆積物の有無、泥炭堆積の傾向を調査した。代表的な微地形地において、ピートサンプラーにより泥炭を採取し、泥炭堆積過程の比較を行った結果、湿原植物は必ずしも泥炭層に依存して生育しているわけではなく、泥炭堆積後の微地形の変化によって成立する生育環境の違いに依存していた。尾瀬ヶ原湿原の微地形は、それぞれの場所で同時期に形成された可能性が高く、泥炭形成の主要因はブランケット湿原であると判定された。

## 2. 4 課題 D 長期広域モニタリングシステムの構築

尾瀬生態系の持続的保全には、継続したモニタリングによる湿原生態系の時空間的変化(経年変化)の把握が不可欠である。また、環境変化の追跡のためには長期モニタリングが重要であり、今後に向けて有益なデータの収集・蓄積をするシステムを確立する必要がある。湿原では踏み込調査は不適切であることから、今回非破壊的モニタリング手法である衛星やUAV空撮画像による植生モニタリング法を開発するとともに、池塘環境・泥炭栄養環境の測定、シカ行動のモニタリング法などについて研究を進めた。

D-1 (鈴木邦雄, 吉田 馨, 原 慶太郎)

尾瀬ヶ原湿原域の小型航空機によるリモートセンシングデータと現地踏査による植生図を完成させた。UAV空撮情報を用いた詳細植生図も完成させた。1970頃に作成された中田代十字路付近の詳細な現存植生図と今回の現存植生図を用いて、植生変化を比較した、さらに湿原約160地点で春と夏と秋に360°画像(パノラマビュー)撮影を行った。これらのデータの一部は、デジタルアーカイブ(バーチャルミュージアム)の基本データとして活用している。今回収集されたこれらデジタルデータ(UAV空撮データ、現存植生図)は、基本的に、尾瀬保護財団が保管し、今後の学術調査等での活用に対応を行った。

D-2 (岩熊敏夫, 野原精一)

電波式行動記録装置を研究見本園湿原および上田代河川脇に設置し、野生動物の行動を調べた。同時に設置したトレイルカメラには木道の歩行者や川沿いに移動する

動物が記録されたが、電波式行動記録装置はこれらの対象に加えて夜間に動物の動きと推定される信号を多数検出した。作動原理・使用環境が異なる2種の装置の組み合わせは、より確実な野生動物の行動モニタリングに応用可能であることが示された。

D-3 (坂本 充, 犬伏和之, 重田 遥, 中山絹子)

中田代湿原のニホンジカ攪乱地(ヌタ場)と非攪乱地を継続調査し、ヌタ場は $\text{NH}_4^+$ 濃度とpH値が非攪乱地より高く、二価鉄イオン量も多く還元的であるとともに、窒素固定活性を示すアセチレン還元活性は低下しており、泥炭有機物の分解により泥炭土壌の富栄養化が進行していると判断された。この結果から泥炭湿原土壌の $\text{NH}_4^+$ 濃度、pH値、二価鉄濃度、アセチレン還元活性は、シカによる泥炭攪乱と湿原富栄養化のモニタリング指標として適切と判断された。

洪水による窒素、リン供給の植生影響を、泥炭土壌の化学分析により調べ、洪水時に湿原に流れ込んだリンの湿原低地への沈積が、ヤチヤナギの低地繁殖を招いていると判断された。他方、窒素収支は、現段階では植生と土壌の窒素循環収支が取れているが、今後は洪水時の窒素供給影響評価が必要と判断された。

## 2. 5 課題 E 社会科学的に見た尾瀬の自然の価値の調査

尾瀬を対象とした環境社会学分野等からの社会・人間活動と自然環境の共生、自然資本の持続性についての調査研究を行った。特に、環境保全を目的とする基金に対する利用者の意向に関する研究ならびに自然資本ストック生態系サービスフローについて環境会計・自然資本会計解析を進めた。

E-1 (山本清龍)

現在、積極的なシカ対策費用の捻出が課題である。環境保全を目的とする基金に対する尾瀬国立公園利用者の意向を明らかにし、利用者が環境保全に経済的に貢献しうる仕組みについて調査研究を行った。具体的には、環境保全を目的とする基金の設立に対する利用者の賛否、基金の設立を想定した場合、利用者の支払い意志額、希望する集金方法、用途を把握した。その結果、利用特性をみると、利用回数ではリピーターが63%で多く、日帰り利用が62%と多かった。また、利用者は環境保全を目的とする基金に対する500円程度までの負担であれば許容すると考えられた。基金の像としては多くの利用者が支える制度が期待され、用途は湿原の保全、回復が期待されていた。

E-2 (八木裕之・大森 明)

尾瀬の自然資本の社会科学的調査を実施した。尾瀬ヶ原など国立公園の効率的・効率的な管理のために、マイクロ会計（コストとアウトプットの正確な測定）とマクロ会計の特徴（対象の包括的状況の俯瞰）を統合した自然資本管理会計モデルを構築し、国際会議等で発表した。自然資本連合（Natural Capital Coalition: NCC）が2016年に公表した『自然資本プロトコル』（NCP）にもとづいて、各管理主体における自然資本保全に向けた努力をコストと物量の両面から捉えるフレームワークである。尾瀬国立公園に代表される自然公園は、自然資本要素のうち生態系資本をもつばら提供している。多様な組織が介在して自然資本の維持・管理に資する情報を共有するプラットフォームである。

## 2.6 課題F 普及事業

尾瀬の学術調査データは、広く公開をするなど学術貢献ならびに社会へ還元することが求められている。同時に、尾瀬の自然を求める入山者の増加につながるPR活動の強化も必要とされている。そのため、スマートフォンやパーソナルコンピュータを用いた、尾瀬の自然・環境をテーマとしたバーチャル・ミュージアムの企画・試作作成を進めた。

### F-1（浅川 順, 鈴木邦雄）

尾瀬の自然・環境の価値を理解する手段として、PC、タブレット、スマートフォン等からアクセスでき「尾瀬ヶ原バーチャルツアー」（試作版）システムを開発した。コンテンツの一部を関連団体のホームページ等とリンクさせるとともに、動画、疑似体験、空中散歩など「遊び要素」も入れる工夫も取り入れて開発した。今回の学術調査についても説明・動画を入れている。

## 3. 重点研究部会 学術調査結果の概要

重点研究部会では温暖化影響下の尾瀬湿原生態系の変遷を明らかにすることを目的として以下の課題について調査研究を行った。

A 湿原地形と陸水環境の変遷, B 泥炭地のミネラル栄養性, および C 温暖化影響下の湿原生態系変遷。課題Aは水生生物の生態だけでなく分類, 系統解析も研究対象とする。また, 課題Cはニホンジカの生態系影響などを研究対象とする。そのため, 基礎研究部会とも密接に関わっている。本報への掲載以外に, 日本陸水学会(2021)に特集号として論文7編が掲載されている。研究の取り纏めは今後も進められ, 学会誌等に適宜発表されていく予定である。

### 3.1 課題A 湿原地形と陸水環境の変遷の調査

課題Aでは2017年および2018年のUAV(ドローン)調査によりオルソ画像と標高地形図を作成した。2019年8月に尾瀬ヶ原全域で撮影した高度約150mおよび高度50mからの4K画像は, 以下に示す各調査において, 池澮の水生植物の分布, ニホンジカの食性影響, 河川の流況等の詳細な把握に活用された。金井(1999)は尾瀬ヶ原全域の約1,800の池澮の田代別・小流域別にナンバリングした池澮マップを作成し, 水生植物の分布を記載している。この情報をオルソ画像, ドローン画像と対応させ調査に活用した。洪水の発生メカニズム, 発生頻度, 洪水の湿原生態系への影響を重点的に調査研究するとともに湿原地形, 池澮の形成過程, 池澮の長期変遷, 池澮の栄養性などを明らかにした。

#### A-1 湿原地形と池澮環境の変遷に関する研究(野原精一, 安類智仁, 村田智吉, 辻 彰洋, 占部城太郎)

池澮モデルの構築のため池澮の水質・生物の分布状況とその変遷を明らかにし, 気候水文と関連した池澮水位, 泥炭地の地下水位の変動と生物の反応を明らかにしている。

主要河川および湿原に水位計を設置し約3年の水位変化から, 融雪時の洪水, 秋の大雨の洪水, 積雪下の湿原表層における水位上昇など3つの洪水パターンを明らかにした。洪水前後の池澮水中粒子の粒度分析を行い, 洪水後には数 $\mu\text{m}$ の球形無機粒子が多くあり, UAV撮影により濁りのある池澮の詳細な分布を把握した。

山ノ鼻, 上田代, 中田代から採取した土壌・泥炭コアは, 地域に限らず, 過去の河川氾濫の影響を強く受けている層位は粗粒な画分割合が大きかった。細粒画分(<20 $\mu\text{m}$ )については, X線回折分析の結果から猫又川と川上川の河岸および山ノ鼻地区では, 上流の至仏山に分布する蛇紋岩由来の鉱物成分が顕著に検出された。

#### A-2 物理環境と池澮底質の調査(福原晴夫, 永坂正夫, 宮原裕一, 野原精一)

洪水の影響を受ける池澮群及び受けない池澮群及び周辺湿原について池澮環境, 底泥の物理化学的性状の比較を行い, 洪水が池澮及び周辺環境に与える影響を調査した。

上田代の39池澮, 中田代5池澮の堆積物コアを分析し, 表層10cmの全灰分量, 63 $\mu\text{m}$ 未満灰分量, Fe含量, 池澮水のpHは, 洪水影響が大きいと推定した池澮で高く, 上田代のいくつかの池澮底質には洪水の影響が及んでいることが示唆された。

#### A-3 物理環境と池澮底質の調査: 池澮の形成と拡大(福原晴夫, 永坂正夫, 藤原英史, 野原精一, 高野典礼)

池澇の典型的な岸の形態と成因を明らかにした。池澇の形成年代及び拡大速度を推定し、池澇の拡大に関係する浮島、岸切断部の計測を行い、さらにゆるぎの田代の分布や成因、構造を明らかにした。

高層湿原の多様な形態の池澇は、ケルミーシュレンケ複合体（指紋状パターン）の連合を通じて形成されてきたと推定されている。尾瀬ヶ原においても、同様な過程が考えられる。岸辺の抉れ状態、池澇岸の開裂や離脱の状況、洪水による岸辺泥炭の攪乱や剥離、過去の映像との比較、過去の池澇形態計測との比較、固定島の形成過程、水深と水生植物の分布、ヒツジグサのへりなし型分布の成因などから池澇拡大に関する事象について検討した。次いで、二つの仮定を基に池澇岸の拡大速度の推定を試みた。4池澇の調査から平均1.5 cm年<sup>-1</sup>であると推定し、その妥当性について検討した。揺るぎの田代では泥炭下約1 mの水の採水により、「地下池澇」構造や付近の「竜宮」の存在を確認した。

**A-4** 水生無脊椎動物の定性的・定量的調査（福原晴夫，中村剛之，鳥居高明，帆苺 信，占部城太郎，平林公男，野原精一）

洪水の影響を受ける池澇群及び受けない池澇群及び周辺湿原について池澇環境、水生無脊椎動物の定性的・定量的比較調査を行い、洪水が池澇及び周辺の無脊椎動物に与える影響を調査した。

上田代の23池澇で岸辺生物群集の定量調査を行い、洪水影響の小さい池澇と大きい池澇の比較を行った。洪水の影響を受ける池澇では岸辺動物の平均出現分類群数、個体数が低下した。氾濫水は池澇岸辺を攪乱し動物の流失をもたらすと共に、侵入した魚類による捕食圧で岸辺無脊椎動物の個体数低下をもたらしている可能性が示唆された。枝角類は池澇間の類似性が高く、洪水により休眠卵が拡散した可能性が示唆された。洪水による魚類の侵入が枝角類に壊滅的な影響を及ぼしている可能性が示唆された。

尾瀬の *Daphnia* の12S rRNA のDNA塩基配列をさまざまな *Daphnia* 種と比較したところ、*D. dentifera* の塩基配列に最も近いことがわかった。近隣地域で採集された個体との分子系統関係を調べた結果、尾瀬を含む南東北の *D. dentifera* 個体群と北東北や三陸・中部地域との個体群の間では、現在、遺伝子交流がほとんどないことが示唆された。

**A-5** 池澇における水生植物の分布調査（福原晴夫，野原精一，永坂正夫，三宅恵子，藤原英史，宮原裕一，古郡千紘）

洪水の影響を受ける池澇群及び受けない池澇群及び周

辺湿原について池澇環境、水生植物の分布の比較調査を行い、洪水が池澇及び周辺の水生植物に与える影響を調査した。岸寄りの周縁部でヒツジグサの分布が見られない「へりなし型」の池澇では、周縁部と中央部で腐植泥の厚さが異なり、周縁部では底泥の肥沃度が低いためにヒツジグサの生育が制限されている可能性が示唆された。

シズイ，ホソバタマミクリ，ヒツジグサの3種の水生物の池澇内分布を規定する要因を調べた。3種がそれぞれ優占する池澇において、湖底に生育する植物の分布と被度を計測し、環境要因を調べた。水中光量が制限とはならない池澇においては、ヒツジグサの生育は池澇堆積物の厚さに強く規定されており、ホソバタマミクリも池澇堆積物に規定されている可能性が示唆された。

**A-6** 氷期遺存種ミツガシワの分布変遷の調査（福原晴夫，永坂正夫，三宅恵子，野原精一）

氷期遺存種で尾瀬ヶ原においてシカの食害を受けているミツガシワの池澇における分布の変遷、成長状態、遺伝的変異を調査した。

**A-7** 湿原地形と湿原環境の変遷に関する研究（野原精一，小玉哲大，藤原英史，樋口正信，大村嘉人，鷲沢美穂子，黒沢高秀，菅原久誠，佐藤雅俊）

湿原の小流域・地形の詳細なデータセットと降雨流出モデルのGIS基盤を整備した。河川流路，自然堤防，池澇地形，融雪期積雪深等のデータを収集する。ミズゴケ類，地衣類の種類の変化から湿原環境の変遷を探り，融雪・融雪プロセスや積雪時の泥炭表層水の流入・流出を表す積雪モデルを構築した。

UAVによる撮影で，湿原積雪下の上田代の池澇に融雪箇所が見られ，地下水の流入によると考えられた。水温の連続記録からも湧水により融雪が早く起きたことが示された。水中ドローンを用いて竜宮の形状や水生動物の分布を明らかにした。深度1.5 mにほぼ水平のT字状の地下水路があり，水路上部には泥炭の亀裂があり泥炭堆積層に約20 cmの地層のずれがあった。過去の泥炭地の地滑りがきっかけで河川水路が地下水路になったと推定した。

**A-8** 池澇における水系腐植物質動態に関する研究（千賀有希子，野原精一）

主に植物遺骸の分解に由来する水系腐植物質（AHS）の分解池澇から放出される水系腐植物質光分解由来CO<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>の量を見積もっている。

池澇水からはEEM-PARAFACにより2つのAHS成分が検出された。両成分の比及びAHS/DOMには年間の差がなかったことから，池澇のAHSの供給と消失は

動的平衡状態にあると考えられた。AHS濃度は一般生菌数と正相関があり、バクテリアの主要な栄養源であることが示唆された。池塘形状とAHSの解析から、AHSは泥炭を介して湿原水と共に池塘内に浸出し、大きな池塘ほど太陽光による光酸化分解により消失していると考えられた。

**A-9** 泥炭層の年代決定や過去の噴火堆積物が古環境に与えた影響(長谷川健, 野原精一)

尾瀬ヶ原の泥炭に含まれる各火山灰層を採取し、これらの同定・識別を行い、泥炭層の年代決定や過去の噴火堆積物が古環境に与えた影響などを評価している。洪水堆積物中の火山岩粒子の化学分析により、粒子の起源を特定している。

上田代の底質コア分析により表層から0.9 mの場所に無機成分の多い層が見られ、約1,000年前の洪水履歴とみられた。福島原発事故由来のセシウム137は底質の表層から8 cmの深さまで検出され、中田代よりも上田代で高かったのは流域からの再流入により増加したためと考えられた。

**A-10** 尾瀬ヶ原の木道による表層流遮断、新流路形成による植生への影響評価に関する研究(野原精一, 安類智仁, 亀山 哲, 岩熊敏夫)

ハイカーの散策を助け植生を保護する木道は、光の遮断、水流の遮断、打杭による影響など植生の変化をもたらす。公園管理上、湿原環境への負荷が少なく堅牢な木道の在り方の評価を行った。

木道を踏査し、木道の構造を類型化した。この類型別に、木道の強度、鉛直荷重、水平縦方向および横方向の開口部面積を求めた。2019年5月の融雪洪水時に研究見本園で流速の平面分布を観測し、この水理条件での木道への水平方向荷重を見積もった。

**A-11** 尾瀬地域における魚類相の地理的分布(野原精一, 亀山 哲, 福原晴夫, 萩原富司, 山本俊昭, 寫本 樹, 藤原英史)

尾瀬湿原および周辺域の河川を対象として環境DNA分析を用いた魚類相調査を行い、魚類相に関するインベントリーを作成すると共に、地理的な分布特性を解明した。

平水時に瀬切れにより本流と隔離されている下ヨサク沢のイワナ集団は、本流の集団に比べて遺伝的多様性が低く、遺伝的分化も認められたことから、2つの集団間の遺伝的交流は極めて低いことが示唆された。尾瀬の河川から採取されたイワナは0歳から6歳の範囲であり、体サイズは年齢間では差が認められたものの、雌雄間で違いは見られなかった。また、8支流における魚類密度

は平均0.035尾 m<sup>2</sup>で、他地域の河川と比べて低かった。今後、各支流における付着藻類量、水生昆虫量、さらには落下昆虫量といった河川生態系全体から尾瀬地域に生息するイワナの生態解明が望まれる。

**A-12** 尾瀬ヶ原における水生植物の長期変化(安類智仁, 野原精一)

20年前の池塘群の調査で、ヒツジグサが増加し、オゼコウホネと混生する状況が認められた。尾瀬ヶ原全域の池塘で再度詳細に大型水生植物植生を調査し、20年後の変化とその原因を解明した1,639ヶ所の池塘のうち80箇所(4.9%)消失し、浅い池塘が濁水のため水が減って乾いたことが主な要因と考えられた。上田代ではヒツジグサは増加し、オゼコウホネは減少し中田代ではヒツジグサは増加し、オゼコウホネはやや増加した。上田代にはヒツジグサ、背中アブリ田代にはミツガシワとオゼコウホネ、西中田代と中田代や泉水田代にはヒツジグサとミツガシワが特徴的に多く分布していた。

**A-13** 湿原地下水の調査(野原精一)

水位モデルの構築のため湿原の水位変化を明らかにし、気候水文と関連した湿原の地下水水位の変動と生物の反応を明らかにした。

上田代、中田代の湿原に1.0 mのピエゾメータを設置し、地下水水位と地温を測定した。設置後の地下水水位上昇速度の違いから、泥炭の透水性が場所により異なることが示された。研究見本園の地下水ポテンシャルは融雪前に他より早く上昇しており、それに伴ってアカシボの発生が起こる可能性がある。冬の地温は上田代より中田代で高く、春先に中田代では雪解けが早く起こることを説明していた。

**A-14** 尾瀬ヶ原掬水林の変遷と流域環境との関係に関する研究(野原精一, 金子是久, 藤原英史)

尾瀬ヶ原の主な流入・流出河川における掬水林の地図化を行い、小流域や比流量と掬水林の植物相変化について解析した。中田代のUAV詳細画像に三日月湖のような形を残した池塘を多数確認した。残雪期の上田代広域画像から、数多くの池塘付近に、残雪の内部をゆっくりと流れる水の存在と、雪解けによってできた灰色の模様からかつて河川が存在していた可能性が示された。その掬水林の痕跡と約1,800の池塘との位置関係を可視化し、データベース化して尾瀬ヶ原における池塘の成因を広域的に推定する。

**A-15** 雪氷藻類の分類と分子解析に関する研究(松崎令, 河地正伸)

融雪期の残雪上で高密度に繁殖し、一次生産者として重要な役割を担っている氷雪藻類について、最新の分類

学的手法を用いて再解析し、正確な種組成を解明している。以前に尾瀬から報告されていた緑藻4種 [*Chlainomonas* sp. (= *Chlamydomonas bolyaiana* in Fukushima 1963), *Chodatella brevispina* F. E. Fritsch, *Oocystis lacustris* f. *nivalis* Chodat sensu Fukushima, および *Scotiella nivalis* (Chodat) F.E. Fritsch] に加え、新たに緑藻 *Chloromonas* spp., 緑藻 *Sanguina nivaloides* Procházková et al., および黄金色藻 *Ochromonas smithii* Fukushima を確認した。分子系統解析の結果、*Oocystis lacustris* f. *nivalis* はクロロモナス系統群(緑藻綱, ボルボックス目)の新規系統であることが明らかとなった。

**A-16** 湿原生態系の物質循環に関わる微生物の多様性, 単離および機能解析 (福井 学, 小島久弥, 寺島美亜, 藤原英史)

積雪下の状況の浸透水の水質, 雪中・土壌中の生物相の調査を行った。融雪期の尾瀬において積雪が赤褐色に呈することが観察され, これはアカシボと呼ばれている。アカシボの実体を捉えるため, 尾瀬ヶ原で採集後, 現地ですみやかにアカシボ粒子の内容物を光学顕微鏡で観察し, アカシボの形成過程を調べた。また過去に尾瀬沼, および青森県の多雪地域で採集された赤褐色雪についても, 尾瀬ヶ原との比較観察を行った。その結果, 多雪地帯の融雪時に現れる, 酸化鉄の赤褐色雪の原因として, アカシボ粒子の中心に含まれる細菌が深く関与していることが示唆された。この結果は, アカシボ粒子は細菌群集であるとの先行研究結果を支持する。

**A-17** 湿原の炭素循環の調査 (廣田 充, 野原精一, 牧田 瞳)

今後の温暖化等の急激な環境変動が尾瀬湿原に及ぼす影響を明らかにするために, 湿原の炭素循環を推定した。

**A-18** 浅い池澁の調査 (福原晴夫, 永坂正夫, 高野典礼)

池澁の観察と水深の横断測量から, 浅い池澁の形態を明らかにした。また, 池澁環境, 底泥の物理化学的性状及び水生植物の分布調査を行い, 底泥のデータは水生植物の分布との関連について検討した。

### 3.2 課題B 尾瀬ヶ原へのミネラル供給と泥炭環境への影響

課題Bでは, 尾瀬ヶ原で河川から湿原内部に向かうトランゼクトを設定し, 泥炭間隙水と泥炭の理化学分析による植生分布との関係を調べた。泥炭中の土粒子の風化によって泥炭間隙水へミネラルが供給され, 植生分布に影響を及ぼしていることが明らかにされた。また, 泥炭深部の豊富な土粒子は過去の氾濫流によりもたらされ

たものと判断された。

**B-1** 尾瀬ヶ原の栄養性の調査 (楊 宗興, 村上大樹)

尾瀬ヶ原の植生分布に影響を与える泥炭の理化学性を明らかにした。泥炭間隙水と泥炭の理化学性を調べ, 植生との関連を調べた。尾瀬ヶ原の植生分布は表層泥炭の理化学性により明確に異なる環境に分布していた。表層の土粒子の少ない湿原中央部では, ヤマドリゼンマイ群落の表層  $\text{Ca}^{2+}$  濃度はミズゴケ群落, ヌマガヤ群落及びササ群落より高濃度であった。また, ヤマドリゼンマイ群落の5~10 cmの灰分はミズゴケ群落とヌマガヤ群落よりも高く, より深部の10~15 cmでは河畔と同レベルの灰分が検出された。灰分と代表的な風化生成物である  $\text{SiO}_2$  濃度の間に関連のある正の相関がみられたことから土粒子の風化によって泥炭間隙水へミネラルが供給されていると判断された。また, 深部の豊富な土粒子は過去の氾濫流によりもたらされたもので, このような地点でヤマドリゼンマイは優占して分布していると考えられる。

### 3.3 課題C 温暖化影響下の湿原生態系変遷

課題Cでは温暖化影響下の湿原生態系変遷の把握, 衛星観測による長期間の水環境の変遷の把握と融雪プロセスの解明, 尾瀬ヶ原周縁部における地質・岩石調査, 長期的視点でのシカ影響把握と対策の検討などを行った。

**C-1** 温暖化影響下の湿原生態系変遷の調査 (岩熊敏夫, 野原精一)

多様な尾瀬の湿原について, 地形, 気象水文などとの関連を検討し, 湿原及び池澁の維持にかかる要因を検討する。湿原への洪水影響をモニターし把握する手法の検討を行った。

尾瀬内外の地上観測所で観測された降水量の月別・季節別の空間相関を網羅的に調べ, 高地生態系である尾瀬の降水現象を代表しうる観測所の特定を行った。さらに, 降雨量データと湿原の洪水現象とを対比させた結果, 湿原における河川氾濫は従来考えられていたよりも少ない降水量で発生する可能性があり, その頻度が近年増加していた。過去40年の間に湿原洪水の頻度が増加していることが示唆された。

**C-2** 衛星観測による長期間の水環境の変遷の把握と融雪プロセスの解明の調査 (久田泰広, 小川佳子, 出村裕英)

衛星画像を用い, 積雪期を含めた観測を行なうことで, 長期間の変遷の把握や融雪プロセスの解明を目指す。積雪あるいは融雪状況, その他植生, 土壌水分が衛星デー

タに及ぼす影響を調べた。

尾瀬ヶ原全域に対する夏季、冬季の SAR 画像から、湿原域・非湿原域の推測が可能であった。また、背中アプリ田代と泉水田代の SAR 画像とドローンによる空撮画像との詳細な比較から、湿原域の識別を迫り、ドローン画像では識別が困難な土砂堆積領域を識別できた。また、植生に対応した調査地点の 3 衛星に渡る後方散乱係数の時系列変化から、各衛星レーダーのセンサー感度が異なっている可能性が高く、全期間にわたって比較することは困難であった。しかしながら、後方散乱係数の取る値は植生によって異なり、ミズゴケクラス<ヌマガヤオーダー<拋水林という関係になっている。いくつかの調査地点において後方散乱係数の上昇傾向が認められたが、その要因の一つとして考えられる降水量との関係性は明らかにできなかった。

#### C-3 尾瀬ヶ原周縁部における地質・岩石調査（菅原久誠）

至仏山東面、尾瀬ヶ原北方・南方および背中アプリ山周辺における構成岩石とその分布調査を行った。特に過去に記録のない地点での試料採集を重点的に行うとともに、各調査範囲における岩石の多様性を把握し、岩相境界部の産状を記載した。

大白沢山、景鶴山及び竜宮地域の皮籠岩および寺ヶ崎で岩石採集を行った。三条ノ滝では、滝つぼ付近に下降し、花崗岩の採集と破断されている産状を確認した。温泉沢では過去の総合調査で記載がされた層序の下位にも層厚約 3 m の露頭を発見した。この露頭付近の只見川下流両岸には、溶結凝灰岩が分布しており、顕微鏡観察に基づきこれが斜方輝石単斜輝石安山岩質溶結凝灰岩であることが明らかになった。

#### C-4 長期的視点でのシカ影響把握と対策に関する調査（岩熊敏夫、福原晴夫、野原精一、村田智吉、藤原英史、山本俊昭、寫本 樹）

ニホンジカ影響の把握、ニホンジカ影響のモニタリング、ニホンジカ対策を目指した調査研究を行った。研究見本園でニホンジカによる踏み荒らしや食害を調査した。シカ防護柵内にも時折ニホンジカがアニマルトラッキングカメラに撮影されていた。その防護柵に隣接した常に湧き水で湿潤な低層湿原植生の場所に新たなヌタバがあり、排せつ場にもなっているようであった。中間植生のヌマガヤ群落は、植生が踏み倒されており、休息場として利用していると考えられた。ヌタバの電気伝導度、pH 及び酸化還元電位を測定し、表層土壌を持ち帰って分析に供した。

### 3.4 今後の課題

尾瀬の多地点における河川水位、地下水位の連続観測から、場所により異なる水位上昇パターンが把握された。数 10 年に一度と言われる 2011 年 7 月の洪水規模ではなく、小規模な洪水が非常に頻繁に発生し、近年増加している可能性が示された。2010 年代は多雨傾向にあったことを反映しているとも考えられる。気象現象は十年単位で大きく変動し、学術調査期間で観測された現象は、長期の気候変動の中のごく一部である。引き続きデータを蓄積する必要がある。

河川から特定の池塘への地下水流の存在、竜宮の成因も含め竜宮内の水路の解明、ゆるぎの田代の空間構造など、表流水とは異なる泥炭層内の流れが明らかにされた。泥炭層内の空間の構造は池塘や流路の成立と密接に関わっている。今後、より精度の高い非侵襲探査技術が開発され、地下構造が網羅的に解明されることを期待する。また、泥炭層より下の地下水の量と役割の解明には大規模な地下探査が必要である。

第 4 次尾瀬総合学術調査により、尾瀬の水文に関する様々な実測値が得られた。これらの実測値に基づき、尾瀬の水文をモデル化する場合には、前述の泥炭地の平面方向の非均一性を十分に考慮する必要がある。

1,600 余の池塘を第 3 次尾瀬総合調査時と比較すると 80 カ所が消失している。20 年間で約 5% の減少が初めて明らかにされ、今後も注意深く観察を続ける必要がある。

UAV 撮影、水中ドローン撮影は非常に有効な湿原調査方法であることが示された。今後の技術革新で、小型高性能、安価な機器が使用可能になることを期待する。

## 4. まとめ；第 4 次尾瀬総合学術調査成果と尾瀬保全推進に必要な今後の課題

第 4 次尾瀬総合学術調査は、上述のように、地球温暖化影響、特に洪水影響と、ニホンジカの植生影響を把握し、今後の尾瀬保全に役立てる趣旨で出発した。基礎研究部会、重点研究部会とともに、現実の事象、情報のより正確な把握と、定量的把握に努めるとともに、毎年、研究成果発表会を通じて、情報交流につとめ、全体の理解を図るとともに、ドローン・UAV 機器等を利用した 3 次元的な観測手法の多用による湿原植生分布状態の把握による植生図作成、池塘の形成過程と現状の把握、洪水時の湿原浸水状態の把握等、各種の新しい調査情報の活用による総合的取りまとめにより、過去 3 回の総合学術調査とは、大きく異なる成果を上げることができた。こ

の新しい成果は、変化しつつある尾瀬生態系理解に新しい視点の導入を可能にするとともに、それらの総合的理解による尾瀬生態系の理解深化を図ることができた。

ここで、今回の学術調査推進に尾瀬に関する調査報告書が必要不可欠な役割を演じたことを明らかにしておきたい。尾瀬ではこれまで3回総合学術調査が行われ、それら調査成果は、『尾瀬ヶ原』(1954), 『Ozegahara』(1982), 『尾瀬の総合研究』(1999)の報告書にまとめられており、それぞれに搭載されている報告書は、今回の調査研究推進に効果的役割を果たした。この3冊とともに、今回の学術調査の取りまとめに大きな役割を演じたのは、旅行者の湿原踏み込みにより破壊された尾瀬湿原保全のために群馬県の尾瀬保護専門員会、福島県の尾瀬保護調査会が独自に進めた調査成果報告書(尾瀬の自然保護-群馬県、尾瀬の保護と復元-福島県特殊植物等保全等保全事業調査報告書)で、それぞれ、今回の学術調査推進に必要な情報提供の大きな役割を演じた。これらの報告書以外にも、尾瀬ヶ原の植生分布については、宮脇・藤原(1970)による『尾瀬ヶ原の植生』(国立公園協会)の成書が、尾瀬植生分布に関する重要文献として植生分布の調査研究を大きく支えた。これら重要文献の利用にあたって大きな問題は、これら出版物の発行部数が限られているために、私たち研究者の調査研究資料として、入手しにくいことである。幸い、今回の総合学術調査は、環境省の生物多様性保全推進事業として進められたことから、この推進事業期間中は、これら文献が利用でき、調査推進を図ることができた。

## 謝辞

第4次尾瀬総合学術調査(FY2017-2019)に当たっては、その準備段階から実施とそのとりまとめまで、大変に多くの個人・団体の皆さんにお世話になった。

公益財団法人 尾瀬保護財団が中心となり、第4次尾瀬総合学術調査の必要性・緊急性が発案され、尾瀬の学術調査団を構成する研究者、協力者に集まりいただき調査団が結成された。基礎研究部会の調査研究は、群馬県、新潟県、福島県、公益財団法人 尾瀬保護団体、東京電力ホールディングス(株)および環境省の生物多様性保全推進支援事業費の補助を受けて実施された。重点研究部会の調査研究の一部は、科学研究費補助金「ダム湖沼・湿

原における環境放射能の流出評価に関する研究」(基盤研究(B), 代表: 野原精一)の補助を受けて行われた。

現地調査の許認可や便宜供与に関して、環境省, 文化庁, 上記3県, 地元市町村の関係部署, 東京パワーテクノロジー株式会社には特にお世話になった。

さらに、本調査研究成果の学術的価値をご理解いただき、北海道大学低温科学研究所刊『低温科学』(第80巻)「高地・寒冷地生態系：尾瀬」に尾瀬ヶ原湿原とその周辺域を研究対象とした論文の多くを掲載することができた。低温科学研究所に深く感謝申し上げる。

現地調査, 資料提供, データ解析等で協力いただいた皆様にも重ねて厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- Hara, H., S. Asahina, Y. Sakaguchi, K. Hogetsu and N. Yamagata (eds) (1982) *Ozegahara: Scientific Researches of the Highmoor in Central Japan*. Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo.
- 金井弘夫(1999) 尾瀬ヶ原の池溇地図と水生植物5種の分布消長. 尾瀬の総合研究(尾瀬総合学術調査団編): 377-471, 尾瀬総合学術調査団, 前橋.
- 国分 理 編(1960) 電源只見川開発史. 福島県土木部砂防電力課.
- 松浦茂樹(1996) 奥利根におけるダム開発の歴史(Ⅱ). 水利科学, **40** (2), 41-66.
- 宮脇 昭, 藤原一絵(1970) 尾瀬ヶ原の植生. 152pp. 国立公園協会, 東京.
- 内藤俊彦, 木村吉幸(1996) 尾瀬のニホンジカについて. 尾瀬の保護と復元, **22**, 89-94.
- 日本陸水学会(2021) 特集: 尾瀬湿原生態系—最新の陸水学的研究. 陸水学雑誌, **82** (3), 149-256.
- 尾瀬ヶ原総合学術調査団 編(1954) 尾瀬ヶ原: 尾瀬ヶ原総合学術調査団研究報告. 文部省総合研報告 no. 15. 841pp. 日本学術振興会, 東京.
- 尾瀬ヶ原総合学術調査団 編(1999) 尾瀬の総合研究: 福島・群馬・新潟三県合同調査. 868pp. 尾瀬総合学術調査団, 前橋.
- 阪口 豊, 相馬秀廣(1999) 尾瀬ヶ原の地学的諸問題. 尾瀬の総合研究(尾瀬総合学術調査団編): 85-106, 尾瀬総合学術調査団, 前橋.
- 東京管区气象台, 東京電力株式会社 編(1960) 尾瀬地区水文気象調査総合報告. 1953-1957年, 東京管区气象台, 東京.