

令和 5 年 6 月 13 日現在

機関番号：20105

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K12420

研究課題名（和文）泥炭採掘跡地の再湿潤化による群落、水質、および温室効果気体生成の初期変遷の追跡

研究課題名（英文）Tracking Initial Changes in Plant Communities, Water chemistries, and Greenhouse Gas Production by Rewetting of a Former Peat Mining Site

研究代表者

矢部 和夫（Yabe, Kazuo）

札幌市立大学・デザイン学部・専門研究員

研究者番号：80290683

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：(1)2016年に遮水したのち、再生地の水文化学環境はポッグの成立可能な状態で安定していた。このような環境条件下で初期導入ポッグ優占種の3種は明瞭な増加をしており、今後ポッグに向かう群落変化が期待できる。

(2)温暖化効果気体の動態について、湿生植物を導入している区域は、他の区域に比べて温暖化への寄与が小さいことが示唆された。水環境の違いによる温暖化緩和効果を評価した。

(3)画像上の植物の種同定自動分類モデルを作成し、現地植物データと比較して精度を検証した。オルソ画像上でのセグメンテーションごとのRGBの各平均値と草丈を用いたランダムフォレストモデルの精度が約80%で最も高かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

幌向再生地は現在ほぼ絶滅した幌向湿原（原野）の核心部分であり、泥炭採掘が終了し、泥炭が露出し裸地化していた場所である。本研究は再湿潤化後のポッグ群落再生の初期過程における、群落の分布や変化の軌跡とその動因を明らかにすることと、生態系機能の一部である温室効果気体の放出を評価することを目的としている。

得られた結論は、ポッグ景観を復元する際に活用することができ、石狩平野に点在する残存湿原で生育する湿生動植物の避難や、湿原面積の拡大に貢献するとともに、今後のグリーンインフラ整備に対して、その方法を提供できる。また、湿地再生に伴う地球化学的な生態系機能の評価は地球温暖化対策に寄与できる可能性がある。

研究成果の概要（英文）：(1) After the water discharge was intercepted in 2016, the hydrochemical environments were stable under conditions that allowed the establishment of bogs. Under these environmental conditions, the three initially introduced dominant species of bog showed a clear increase, and we can expect a community change toward bog in the future.

(2) Regarding the dynamics of warming effect gases, the area where wetland plants were introduced was suggested to contribute smaller to warming than the other areas. The warming mitigation effect of different water environments was evaluated.

(3) An automatic classification model for plant species identification on images was developed and its accuracy was verified by comparison with local plant data. The random forest model using the average of each RGB value per segmentation on ortho images, and grass height had the highest accuracy of about 80%.

研究分野：保全生態学

キーワード：ポッグ 石狩泥炭地 湿原復元 温暖化気体 リモートセンシング メタンフラックス UAV空撮 植生自動分類

## 1. 研究開始当初の背景

札幌開発建設部は2014年泥炭採掘跡地の再湿潤化による幌向再生事業を開始した。幌向再生地はかつてのポグ（ミズゴケ優占群落）が発達する幌向湿原の核心部分であり、それまで行われてきた泥炭採掘が終了し、乾燥した泥炭が露出し裸地化していた場所である。現在も泥炭は最深部で4m程度堆積している。冷温帯以北の泥炭地湿原における湿生遷移は、植物遺体が、泥炭として堆積し隆起ドーム地形を形成する過程と連動している。泥炭の堆積速度は大変遅く、1m堆積するのにおよそ1,000年必要とされる。したがって、ゼロからポグの創出を企てることは、長時間の形成プロセスを考えると大変困難であるため、破壊されたポグに堆積している泥炭の再湿潤化の有効性が期待される。ポグの再生過程とその動因を解明できれば幌向再生事業を科学的知見から支援することができる。また泥炭地の再湿潤化は温室効果気体の発生を抑制することが期待される。

## 2. 研究の目的

この研究は以下の3つの目的で構成される。(1)植物と水文化学環境 導入されたポグ種と、繁殖子の移入や埋土種子の発芽によって出現する種で形成される再生地の初期群落について、初期の種組成変化の軌跡を水文化学環境と関係で解明する。(2)温室効果気体の動態 泥炭の再湿潤化に伴う土壌呼吸量の変化や温室効果気体の動態を明らかにし、地球化学的に生態系機能の評価を行う。(3)環境・群落の時空間モニタリング 再湿潤化後の再生地生態系は急激な変化が予測されるため、再生地全体の微地形、群落種組成、群落型の面的分布、および水文化学環境を迅速に把握するための評価方法を開発し、月1回程度の頻度でこれらの項目をモニタリングする。

## 3. 研究の方法

### (1)植物と水文化学環境

再生地内全区域に等間隔に(調査)定点を設け、水文化学環境指標(水位、pH、およびEC(電気伝導度))と群落種組成を2016-2022年の間追跡調査した。ポグ種を導入する目的で3つの重点区域を設け、導入植物の成長と定着率を測定した。また、2022年全調査定点と全導入定点で、水位、土壌間隙水および泥炭間隙水のpH、EC、無機栄養塩濃度を測定した。定点の群落とポグ(サロベツ湿原)のクラスタリングによって群落型を抽出し、nMDS(非計量多次元尺度法)による群落変化の抽出した。また2022年のデータを用いて多重比較を行い、群落分布を調節する環境因子の抽出を行い、初期群落の変化の方向とその動因を解明する。

### (2)温室効果気体の動態と水環境評価

再生地はすでに2016年秋に再湿潤化しているので、近隣の泥炭採掘跡地に対照区を設定し、再生地との両方で土壌呼吸量(CO<sub>2</sub>放出量)や還元環境で生成されるCH<sub>4</sub>およびN<sub>2</sub>Oの発生量についてチャンバー法を用いてモニタリングする。また、夏季に一回、土壌間隙水および湿地表面水の主要なアニオン(Cl<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)とカチオン(Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>)の濃度、および全窒素(TN)と全リン(TP)の濃度を測定する。

次に1)~3)の結果をもとに再生した群落や水質環境形成の状況を健全なポグとの適合の視点から評価する。また、土壌呼吸量の変化や温室効果気体の動態から再生湿原の生態系機能をGISで得られた環境要素の面データと照合しながら地球化学的に評価する。

### (3)環境・群落の時空間モニタリング

試験地でUAVを用いたRGB・マルチスペクトルカメラによる面情報の時間変化を把握する。現地調査結果を合わせて、光学指標から群落優占種と分布エリア、微地形(凸凹)の数値標高モデル、土壌水分等の環境要素を総合的に評価可能にする再生指標を、GIS、画像処理や機械学習を用いて開発する。

## 4. 研究成果

### (1)植物と水文化学環境

再生地定点とポグの群落はクラスタリングの結果、オオイヌノハナヒゲ(群落)型、ヨシ型、アキメヒシバ型、トマリスゲ型、イヌタデ型、ホロムイコウガイ型、およびイグサ型の7群落型に分かれた。群落型名はINSPANによって各群落型に特徴づけられた指標種群のうち最大の指標値を示した種とした。またトマリスゲ型はすべてのポグの群落と定点の群落の一部を含んだ。

2022年の定点の各環境因子の群落型間の多重比較の結果、群落型分布に影響を与えた環境因子が抽出され。EC、Ca、およびMgはイグサ型で高くオオイヌノハナヒゲ型で有意に低く、Clはアキメヒシバ型でヨシ型やイグサ型より有意に高かった。2019-2022の年平均水深は地表面下0.18-0.21mで安定しており、年平均pHとECはそれぞれ4.9-5.1μS cm<sup>-1</sup>および92-128μS cm<sup>-1</sup>でおおよそ安定していた。これらの水文化学環境はポグが成立可能な環境であった。

nMDSで抽出された群落傾度は、第一軸がトマリヌゲ型(ボック)から定点の6つの型にかけての傾度であった。第2軸はホロムイコウガイ型とオオイヌノハナヒゲ型から他の定点群落型への傾度であり、定点でみられた群落型間の展開であった。第2軸に反映された群落配列を年推移でみると、遮水前の2016年から遮水後の2017年以降にかけての群落変化が見られたので、この期間の各群落型の占有率の変化を比較した。2016年から2022年の間、オオイヌノハナヒゲ型、ヨシ型、およびイグサ型は占有率が増加しつづけ、イヌタデ型とホロムイコウガイ型は減少し続けた。

この間に平均被度が増加した指標種は、オオイヌノハナヒゲ24倍(オオイヌノハナヒゲ型)、ヨシ2.3倍、ススキ24倍(ヨシ型)、アリノトウグサ1.8倍(イグサ型)であった。目標群落であるトマリヌゲ型(ボック)の指標種では、いずれも初期導入種であるトマリヌゲ、ヌマガヤ、およびヤチヤナギがそれぞれ導入後3倍、12倍、および40倍に増加し、特にヌマガヤとヤチヤナギが顕著に増加した。一方、ホロムイコウガイは、0.1倍まで減少した。

2016年に遮水した後の水文化学環境は、ボックの成立可能な状態で安定していた。このような環境条件下で重点区域に導入したトマリヌゲ、ヌマガヤ、およびヤチヤナギの初期導入ボック種の3種は明瞭な増加をしており、今後ボックに向かう群落変化が期待できる。これらの種の被度が今後さらに増加すれば、トマリヌゲ型の占有率の増加をもたらすであろう。一方で大型植物である中生のススキの増加は、導入したボック種の成長を阻害するので、再生地から除去することを検討する必要がある。

## (2) 温室効果気体の動態と水環境評価

2019年度は、温室効果気体の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)、メタン(CH<sub>4</sub>)、一酸化二窒素(N<sub>2</sub>O)フラックスを明らかにするため、定点型土壌呼吸量モニタリングシステムの調整やCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oフラックス測定用小型チャンバーの制作、分析用FIDガスクロマトグラフ(CH<sub>4</sub>分析用)やECDガスクロマトグラフ(N<sub>2</sub>O分析用)の調整を行った。更に現地フィールド内地下水の水環境観測のために、イオンクロマトグラフの調整や環境整備を行った。

2020年度からは、初年度に調整や環境整備を行ったイオンクロマトグラフを用いて、夏季にフィールド内80測点において地下水の水環境集中観測を実施した。各種イオン成分の分析を行った結果、カルシウムイオン(Ca<sup>2+</sup>)と硫酸イオン(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)の濃度が高いことが分かった。重点区域内で4測点と区域外に1測点の計5測点で温室効果気体フラックス測定を行った結果、重点区域1でCO<sub>2</sub>の吸収傾向がみられたが、CH<sub>4</sub>は放出していた。一方、コントロールとして設置した重点区域外の測点ではCH<sub>4</sub>で吸収傾向がみられ、CO<sub>2</sub>が放出傾向であった。

2020-2022年のpHは年々下降傾向にあった。Ca<sup>2+</sup>とマグネシウムイオン(Mg<sup>2+</sup>)は2020-2022年の区域別年平均濃度において、重点区域で最も低かったことから、ミズゴケが生育しやすい環境に変化していると考えられる。ECは1年ごとに上昇と下降を交互に繰り返していたが、2018年から2022年全体でみると徐々に上昇傾向にあった。2020-2022年に亜硝酸塩(NO<sub>2</sub>)、ケイ酸塩(SiO<sub>2</sub>)、リン酸塩(PO<sub>4</sub>)、全リン(TP)では濃度の下降傾向はみられなかったが、硝酸塩(NO<sub>3</sub>)、全窒素(TN)は下降傾向を示した。また、NO<sub>3</sub>は遮水整備エリア内で2022年に最も低かった。幌向再生地における遮水整備エリア内のpH、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、NO<sub>3</sub>の年変動はそれぞれ下降傾向がみられたため、高位泥炭における値へと近づいている状況であることが分かった。幌向再生地で重点区域ごとCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oフラックスを求め、重点区域外での観測結果と比較すると、CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>は共に大気への放出量が減少し、N<sub>2</sub>Oは増大していた。2022年度は夜間のCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oフラックスデータを得ることで1日当たりの環境の変化による温室効果気体の動態を評価することとした。CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oフラックスを、それぞれの温室効果能を乗じてCO<sub>2</sub>換算したGMPに直して評価すると、2022年春季の観測では、total-GMPが重点区域の一部で最小、重点区域外で最大であった。同様の測点で、夏季、秋季、初冬に日中の10-16時それぞれ測点で日中に4回、夜間の22-23時1回、早朝の5-6時1回観測を行った。重点区域は重点区域外に比べ、約1/3-1/4と低いGMPとなり、CO<sub>2</sub>の放出量が重点区域と重点区域外とで大きく異なっていた。これは重点区域が区域外よりもより少ない量のCO<sub>2</sub>を放出しており、CH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>Oの温暖化への寄与がわずかであった。一方秋季は全体として吸収傾向をみせ、初冬では区域外でのN<sub>2</sub>Oの吸収が盛んであった。

湿地再生によりCO<sub>2</sub>の放出量が小さくなり、本来であれば再生により放出量が大きくなるCH<sub>4</sub>の放出量も小さくなっていることがわかった。pHが低く、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度が高い幌向再生地の環境が関係していると考えられる。N<sub>2</sub>Oは重点区域外に比べて再生している地点でより放出していたが、CO<sub>2</sub>やCH<sub>4</sub>での温室効果気体放出量削減効果の方が大きく、totalでの温室効果気体フラックスは減少した。幌向再生地全体の湿生植物の分布が期待できる範囲で植物導入し、再生することにより再生していない区域外に比べ温暖化への寄与が小さくなることがわかった。

2050年までの田舎ゼロ排出に向けてGHGs排出量を大幅に削減する必要があるが、泥炭地の回復にかかるGHGsのメリットやコストを現実的に評価するには、長期的なライフサイクル全体の収支を考慮する必要がある。本研究によって放棄泥炭地を再生することは温暖化を緩和するための効果的な方法として役立つ可能性が示唆された。再生による恩恵は温暖化への寄与にとどまらず、生物多様性の保全やグリーンインフラとして洪水等の緩衝材の機能も評価する必要がある。今後の研究に期待したい。

## (3) 環境・群落の時空間モニタリング

2019年度から2020年度は、空撮用の機材の選定とその試験を行い、対象とした再生地に適

した空撮方法の確立と、それを用いた再生地全域での空撮を実施した。RGB カメラとマルチスペクトルカメラ、サーモグラフィーカメラを搭載した UAV による空撮を実施し、それぞれの輝度、熱赤外のオルソ画像と数値標高モデル (DEM) を作成した。さらに、空撮時に区域内の 32 地点で泥炭表層の体積含水率と地温を測定した。この調査を 2020 年 5 月から 10 月までの毎月実施した。各輝度のオルソ画像を用いて正規化植生指数画像と Green Ratio ( $G/(R+G+B)$ ) 画像を作成した。これらの画像を用いて再生地の植物の分布、土壌環境のモニタリングが可能かについて検討した。その結果、Green Ratio 画像により植物の分布と季節変化の評価が可能であることがわかった。既往の研究から近赤外画像を用いて泥炭の体積含水率の分布を推定可能と考えていたが、近赤外画像の輝度と体積含水率との間には、有意な相関が認められなかった。また、熱赤外画像より得た地表面温度と地温の関係は概ね正の相関関係にあったものの、ばらつきが大きかった。これらは、地表より 6 cm 深度範囲の体積含水率と地温が、地表面の状態を反映し難いことを示唆している。これらのことから UAV 空撮により得られた画像から、目視で植物や泥炭の状況を確認することは可能だが、環境要素を総合的に評価可能にする光学的指標を作成することは困難と考えられた。

2021 年度から 2022 年度は、再生地で得られた空撮画像の個体レベルでの植物種の同定 (分類) を目的として、機械学習による複数の分類モデルを作成し、その自動分類法の有効性について検討した。さらに、ここで作成した種の同定用の機械学習モデルを、地上解像度 (GSD) を変化した画像や季節の異なる画像に適用して、種の同定を目的とした場合の適切な撮影高度や撮影時期についても検討した。空撮には、UAV (Mavic 2 Pro, DJI) とその RGB カメラを用いた。空撮は、葉の形状を認識できる GSD となるように撮影高度 15 m で実施した。この撮影は、晴天時の 2021 年 8 月 2 日の 13 時から 14 時の間に実施した。この他、季節間の分類精度の違いを検討する目的で、高度 30 m で 2020 年 5 月から 10 月までの各月に撮影された空撮画像も用いた。SfM-MVS ソフトウェア (Metashape professional, Agisoft) を用いて空撮画像からオルソモザイク画像 (オルソ画像)、数値表層モデル画像 (DSM 画像) を作成した。高度 15 m で得た画像については、オルソ画像は 4.0 mm/px, DSM 画像は 8.0 mm/px の GSD となるよう設定した。なお、高度 30 m で撮影された 6 枚のオルソ画像の GSD は 10 mm/px, DSM 画像では 16 mm/px である。学習・検証用データの取得を目的に、2021 年 8 月 16 日と 2022 年 7 月 14 日に画像上の植物種を現地にて確認した。機械学習を用いた種の同定 (自動分類) は、オルソ画像に対して Mean-Shift 法によるセグメンテーションを行った後、セグメント単位での分類モデルを作成した。その後、検証用画像 (データ) を用いて精度評価を行った。学習アルゴリズムには、サポートベクターマシン (SVM) とランダムフォレスト (RF) を用いた。セグメンテーションは、葉の形状を把握できるセグメントサイズとなるように各種パラメータを設定した。この機械学習モデルの作成は、再生地のなかで最も植生率が高かった区域の画像に対して実施した。分類クラスは、植生調査の結果よりコドラートの植生率が 30% を超えていた 5 種 (ヤチヤナギ, ヨシ, ススキ, オオイヌノハナヒゲ, アブラガヤ) と泥炭を選定した。各種約 300 個のセグメントを選択し、調査結果と照合しながら各セグメントの種を決定した。各種のセグメントについて 75% を学習用データ, 25% を検証用データとして使用した。モデル作成に使用した特徴量は、セグメント情報 (セグメントの形状, ピクセル数, RGB 輝度の平均値), DSM 画像から得た標高の平均および標準偏差, 草丈画像から得た草丈の平均および標準偏差である。草丈画像は、DSM 画像と数値標高モデル画像 (DEM 画像) の差分で得た。なお、DEM 画像は、泥炭が露出している部分に均等に標高値のポイントを発生させ、その標高値を空間補間することによって作成した。SVM, RF で学習を行い、特徴量にセグメント情報のみ、セグメント情報と標高の平均および標準偏差, セグメント情報と草丈の平均および標準偏差を用いた 6 つの分類モデルを作成した。作成した分類モデルを検証用データに適用して分類を行い、各モデルの分類精度評価を行った結果、セグメント情報と草丈の平均と標準偏差を用いた RF モデルの全体精度が最も高く、約 0.8 を示した。葉の一部の小さいセグメントや風などの影響で鮮明な画像が得られていない部分で誤分類が生じていたが、空撮より作成したオルソ画像で植物の個体レベルでの自動分類が可能であることが確認できた。また、この過程で、できるだけ空撮高度が低く地上解像度の小さい画像、植物の成長がピークに達した 8 月に取得した画像を用いた場合に分類精度が向上することがわかった。これまでは群落あるいは優占種レベルでの分類事例に限られていたが、本研究により個体レベルでも分類可能であることを示すことができた。

以上のことから、光学指標から環境要素の総合的指標を作成することはできなかったが、植物の個体レベルでの種の分布や微地形の評価が可能であることから、それらの経年変化をモニタリングする手法として有効と考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 佐藤奏衣, 矢部和夫, 矢崎友嗣, 木塚俊和, 小林重人	4. 巻 早期公開 (J-STAGE)
2. 論文標題 地下水経由の栄養素およびミネラル負荷を受けたブアフェンでの異なる地形空間における環境傾度上の群落傾度の評価, 湿地研究	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 湿地研究	6. 最初と最後の頁 未定
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 佐藤 奏衣, 矢部 和夫, 木塚 俊和, 矢崎 友 嗣	4. 巻 早期公開 (J-STAGE)
2. 論文標題 地下水経由の栄養素およびミネラルの人為負荷がブアフェンのワラミズゴケハンモックの分布に与える影響	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 応用生態工学	6. 最初と最後の頁 1-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3825/ece.21-00015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 櫻井 善文, 矢部 和夫, 片桐 浩司, 椎野 亜紀夫	4. 巻 12
2. 論文標題 日本の寒冷地小河川におけるクサヨシ除去による沈水植物復元の検証	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 湿地研究	6. 最初と最後の頁 73 ~ 87
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24785/wetlandresearch.WR012004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kazuo Yabe, Nobutake Nakatani, Tomotsugu Yazaki	4. 巻 25
2. 論文標題 Cause of decade's stagnation of plant communities through 16-years successional trajectory toward fens at a created wetland in northern Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Global Ecology and Conservation	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gecco.2020.e01424	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 山田浩之, 上野裕介	4. 巻 23
2. 論文標題 カメラおよび画像処理技術を活用した生態系モニタリング	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 応用生態工学	6. 最初と最後の頁 365-368
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3825/ece.20-00041	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計5件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 岡野 臣泰, 吉田 磨, 山田 浩之, 矢部 和夫
2. 発表標題 湿原再生地におけるUAV空撮画像と機械学習を用いた植物種の自動同定
3. 学会等名 日本湿地学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古西力, 濱口耕平, 山田博, 石橋佳明, 坂元直人, 矢部和夫
2. 発表標題 夕張川泥炭採取跡地におけるボグ再生の取り組みと推移
3. 学会等名 日本湿地学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中爽太, 山田 浩之, 矢部 和夫
2. 発表標題 湿原再生地におけるUAV空撮画像と機械学習を用いた植物種の自動同定
3. 学会等名 日本湿地学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中爽太, 山田浩之, 矢部和夫
2. 発表標題 近赤外・熱赤外カメラ空撮による湿原再生地の植生・環境モニタリング
3. 学会等名 日本湿地学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢部和夫, 長塚雄介, 中村繁人
2. 発表標題 2015年12月に行ったウトナイ湖水位の堰上げ後の湿原群落の回復
3. 学会等名 日本湿地学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 日本湿地学会	4. 発行年 2023年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 134
3. 書名 シリーズ 水辺に暮らすSDGs 3, 水辺を守る 湿地の保全管理と再生	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	山田 浩之  (Yamada Hiroyuki)  (10374620)	北海道大学・農学研究院・講師   (10101)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	吉田 磨  (Yoshida Osamu)  (20448830)	酪農学園大学・農食環境学群・教授    (30109)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関