

わかさかない
サロベツ湿原と稚咲内
湖沼群をモデルにした
湿原・湖沼生態系総合
監視システムの構築

撮影：岡田操



湿原・湖沼生態系の多様性



湿原・湖沼生態系の重要性

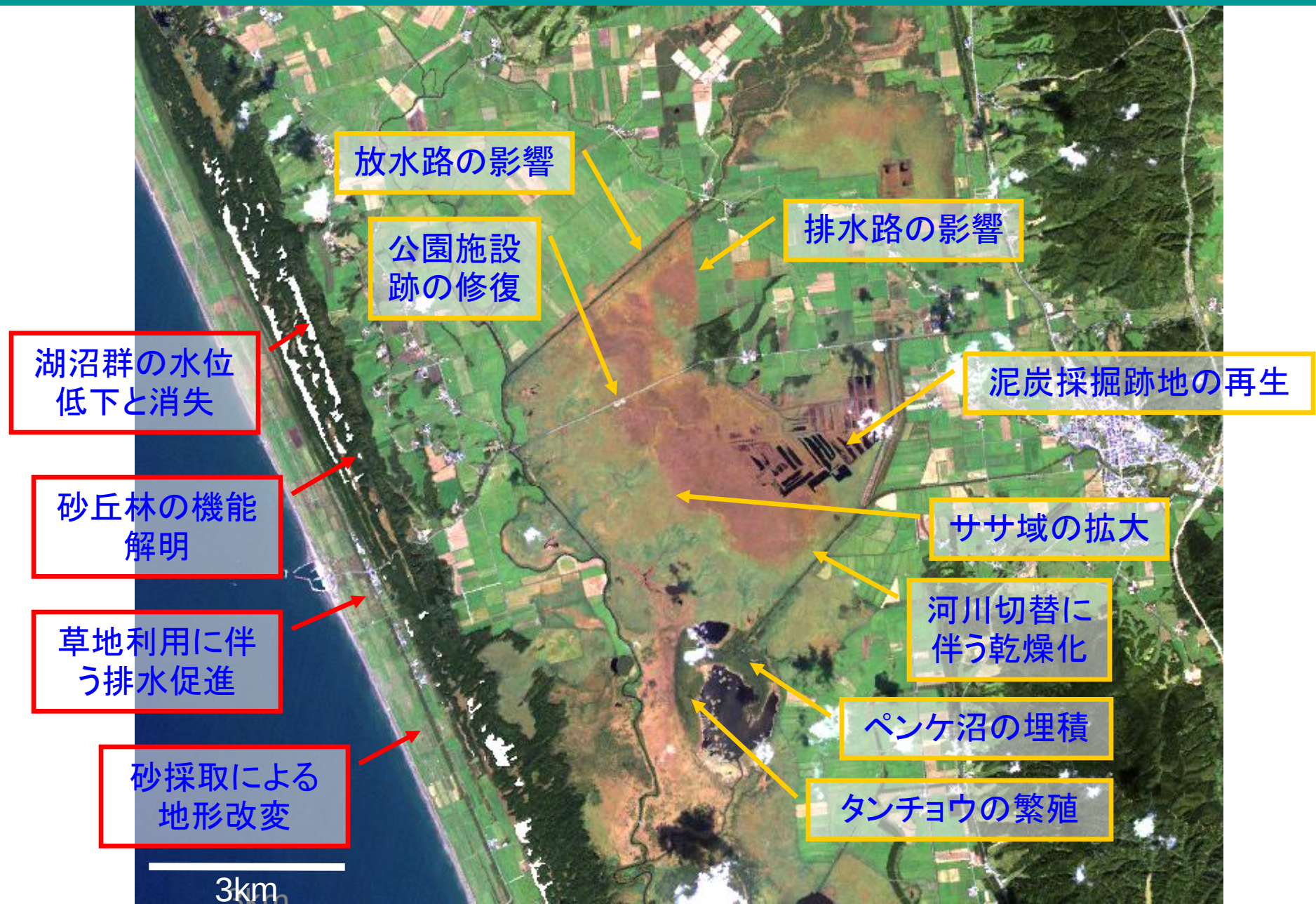
グローバルな視点：

- 生物多様性のホットスポットのひとつ
- 特にラムサール条約登録湿地では渡り鳥の重要な中継地・生息地
- 泥炭地は地球上におけるカーボン・シンクの一つ

ローカルな視点：

- 地域固有の自然空間
- 貴重な生物の遺伝資源保存の場
- 気象・水文の緩衝機能

サロベツ湿原と稚咲内湖沼群の概況



プロジェクトのねらい

サロベツ湿原と
湿原に隣接する砂丘林・砂丘間湿地・湖沼群を
研究対象に・・・

湿原／湖沼生態系の
構造解明

人為的影響の実態把握
と劣化のメカニズム解明

湿原／湖沼生態系の変化を
広域的に監視するシステムの構築

サブテーマ ①

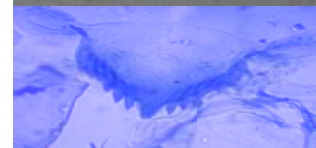
稚咲内湖沼群の形成と環境・気候変動の影響解明

達成目標(アウトプット)

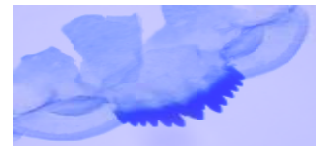
1. 砂丘列、砂丘間湿地／湖沼群の形成史解明
2. 古環境・気候変動に対する生態系の応答・変化の解明

調査研究実施項目

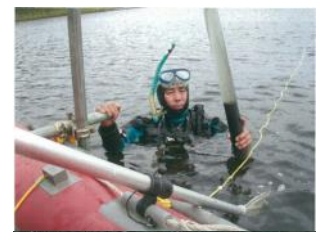
- ・ 各砂丘列の湿地および湖底堆積物のボーリング試料の採取（12地点）
- ・ 砂丘堆積物の断面調査
- ・ 砂丘内の腐植土層とボーリング試料の ^{14}C 年代測定
- ・ 湿地表層試料と湖底柱状試料の花粉分析、ユスリカ幼虫化石の分析



クロユスリカ属



ユスリカ属

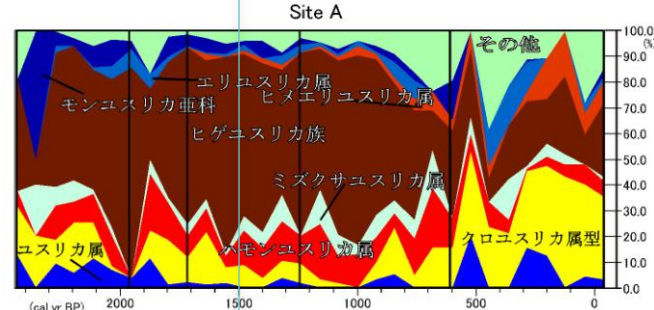
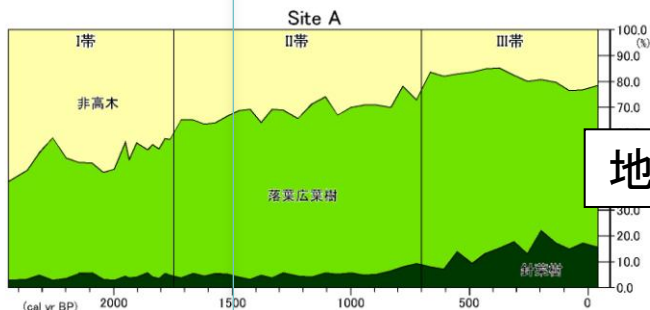
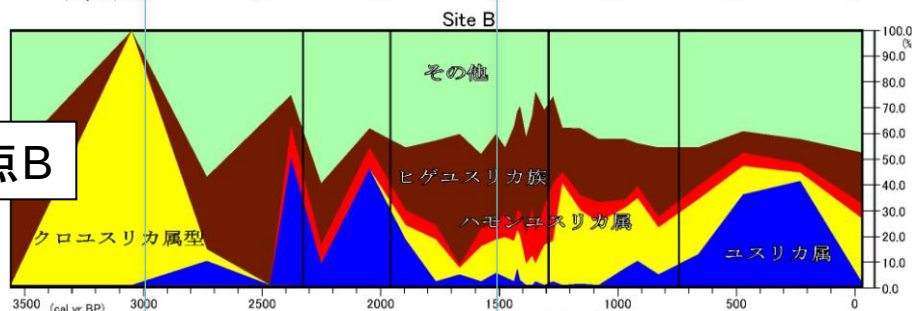
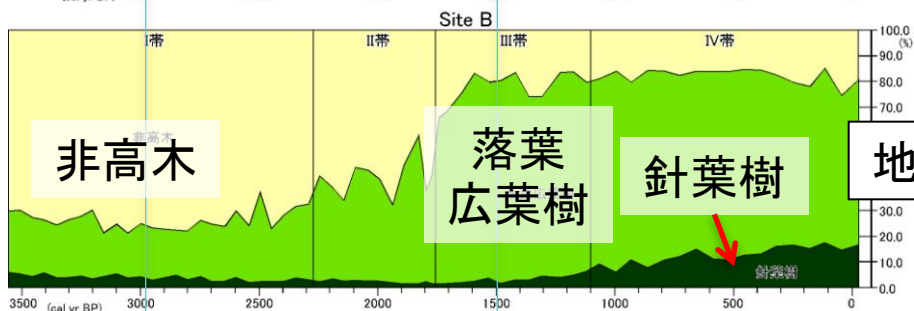
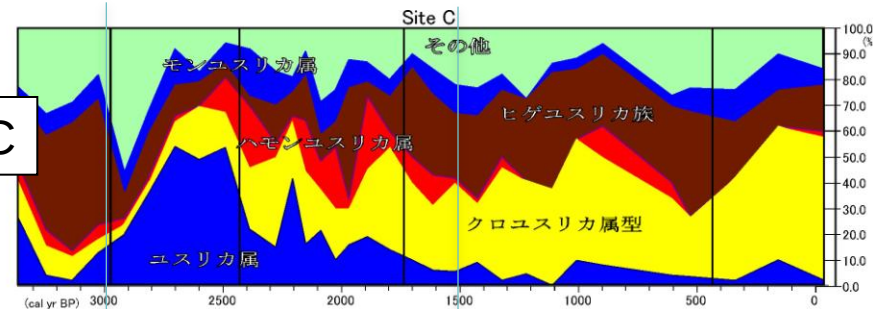
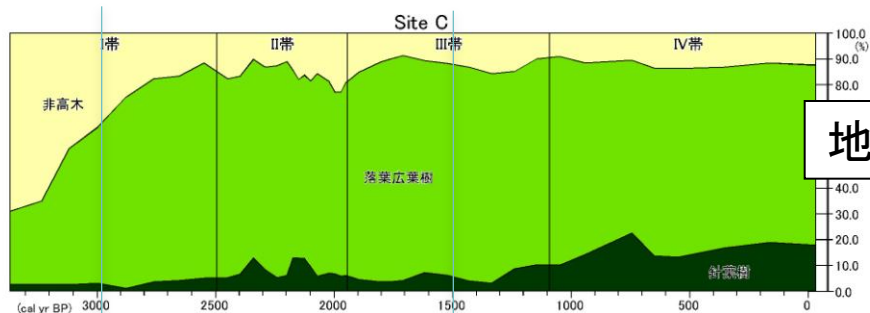


① 稚咲内湖沼群の形成と環境・気候変動の影響解明

平成21-23年度の成果例

花粉化石

ユスリカ幼虫化石



3000年前

1500年前

現在

広葉樹→針葉樹への変化が同期
(寒冷化の影響)

3000年前

1500年前

現在

ユスリカ相・変化時期が個別的
(個々の湖沼環境の変化による)

① 稚咲内湖沼群の形成と環境・気候変動の影響解明

平成21-23年度の成果

- 砂丘の形成は、約5700cal yr BPに始まり、縄文海進最盛期後の海退と関連。
- 湿地／湖沼堆積物の形成年代は、地点ごとに異なり、890～3,350 cal yr BPであった。
- 砂丘林の形成は内陸側より順次始まり、第Ⅱ帯全縁に安定した森林が成立したのは、700cal yr BPであった。
- 砂丘林の内陸側では3300cal yr BPからミズナラが増加し、順次海岸側に前進した。気候の寒冷化に伴い、その後700cal yr BPまでにトドマツが侵入し、300cal yr BP頃にはトドマツ林となり、現在に至る。
- ユスリカ化石組成の割合や時系列変化は、湖沼により大きく異なり、ローカルな水域環境の変化の指標として有効な方法と言えた。

サブテーマ ②

植生・生物群集の特性解明とモニタリング指標生物群の特定

達成目標(アウトプット)

1. 砂丘間湿地／湖沼群の植物群落・底生動物群集の現状把握
2. 湿原／湖沼の環境と生物群集の関係解明
3. 指標生物の選定と調査方法の提示

調査研究実施項目

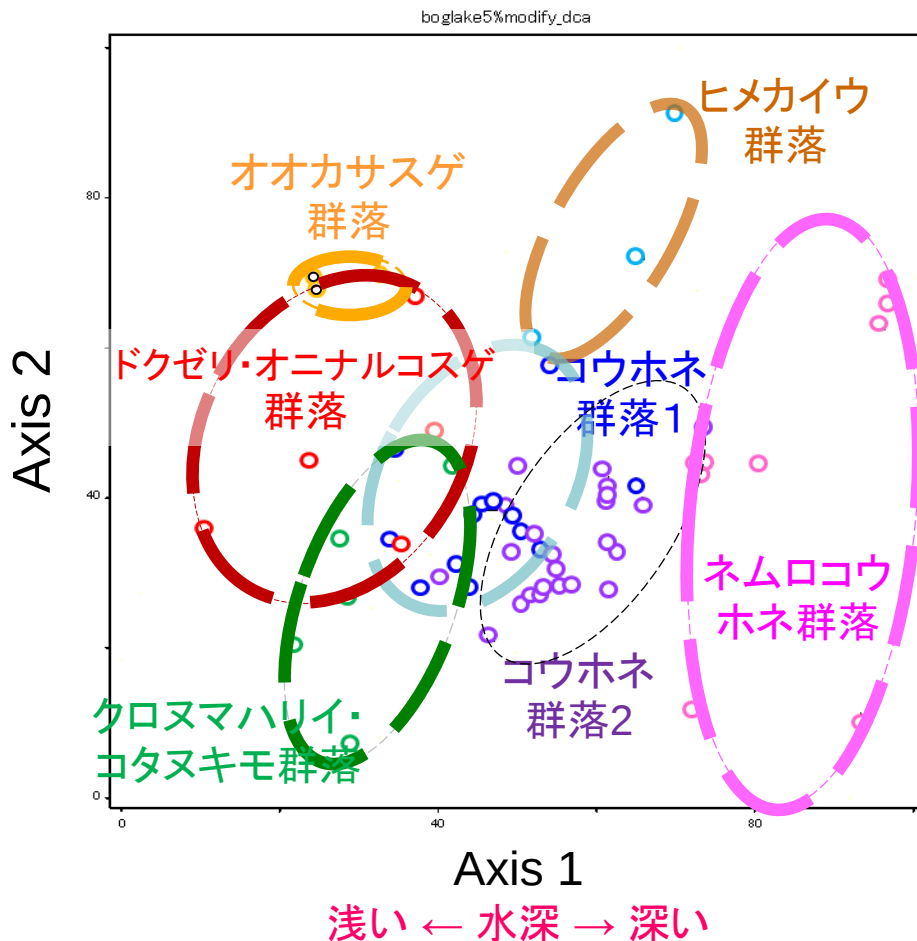
- 砂丘間湿地／湖沼群の植物群落、底生動物群集の調査
- 生物群集と環境要因の解析から群集規定要因を検討
- 水位低下が植生に及ぼす影響を明らかにし、水位低下を指標する種／群落を検討



②植生・生物群集の特性解明とモニタリング指標生物群の特定

平成21-23年度の成果例

稚咲内湖沼群の湖沼植生 (DCA結果)



稚咲内湖沼群の底生動物と環境 (11湖沼での調査結果)

群集タイプ	A	B	C
ハエ目	●	●	●
トンボ目	●	●	●
トビケラ目	●	●	
カメムシ目	●	●	
原始紐舌目	●		
ヨコエビ目	●		
マルスダレガイ目	●		
底質	砂質	有機質	有機質
植生	少	少	多

②植生・生物群集の特性解明とモニタリング指標生物群の特定

平成21-23年度の成果

- 稚咲内砂丘間湿地・湖沼群で14タイプ(湿原植生7タイプ、湖沼植生7タイプ)の群落を記載した。群落は様々な組み合わせで、湖沼と周辺湿原に配列していた。
- 群落の規定要因は水位が最重要と推定された。
- 湖沼の水位低下を指標する種や群落の選出は困難であった。
- 底生動物群集は、湖岸と湖心部で組成が異なった。
- 底質や植生の違いにより、底生動物群集は3タイプに分けられた。ただし、湖沼の水位低下や富栄養化を指標する種/群集の抽出には、さらなる研究の継続が必要であった。

サブテーマ ③

湿原と湖沼群をめぐる水循環機構の解明・モデル化と モニタリング必要情報の抽出

達成目標(アウトプット)

1. 湿原と湖沼群の表層水の流動機構および地表水と地下水の交流特性の解明
2. 湖沼群の水収支と地下水流動系における位置づけ
3. 周囲の土地利用が砂丘帯地下水に及ぼす影響の解明

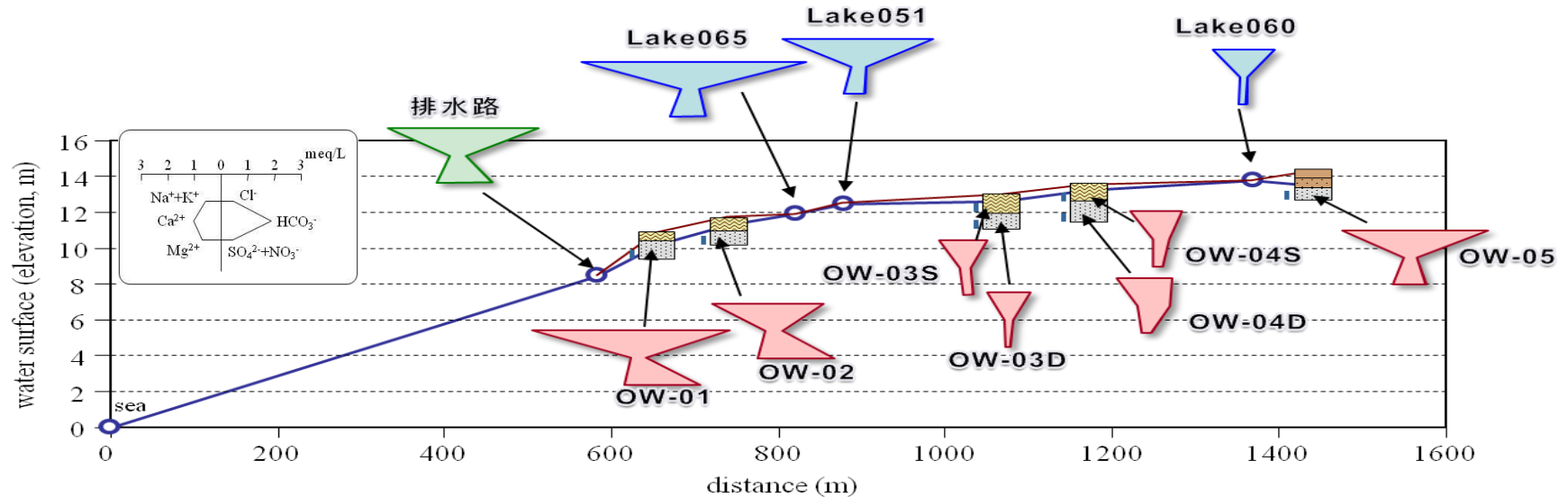


調査研究実施項目

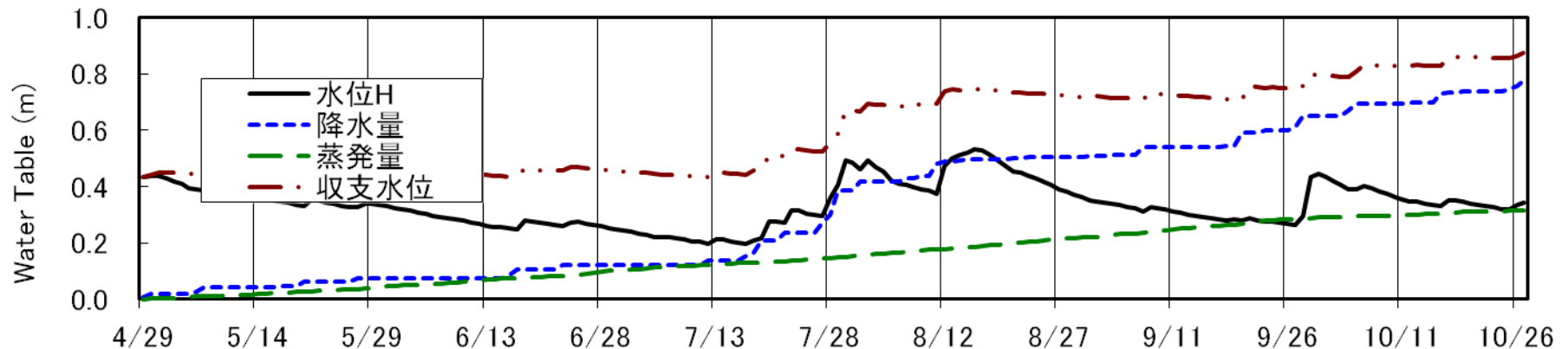
- 泥炭地内の2流域での水路を利用した流出量観測
- 湖沼蒸発散量
- 湖沼水温の深度分布観測と、熱収支を利用した水収支の推定
- 砂丘帯の地表水・地下水の同位体や水質の分析、透水性試験、水位・水温測定などから水循環機構を解明

③ 湿原と湖沼群をめぐる水循環機構の 解明・モデル化とモニタリング必要情報の抽出

平成21-23年度の成果例



稚咲内砂丘帯横断面と湖沼・地下水・排水路の水質



雨量R・蒸発量E・水位H 時系列変化(2010年)

③ 湿原と湖沼群をめぐる水循環機構の解明・モデル化と モニタリング必要情報の抽出

平成21-23年度の成果

- DEMよりGISを用いて湿原の広域流路網図を作成した。湿地溝、横断道路の側溝、放水路付近の水抜き水路に高次の水路が集中していた。
- これまで観測自体が困難だった泥炭地の表層流出率(=降雨に対する流出%)が明らかになった。落合沼:41%(2010年8-11月)、47%(2011年4-10月);道路側溝:29%(2010年8-11月)、86%(2011年8-10月)
- 湖沼は地下水の流入のない降水涵養で、透水係数の低い泥炭層が湖水を保持していた。
- 湖沼の蒸発散率(=降雨量に対する蒸発量%)は、酸素安定同位体比測定から平均45.1%であった。蒸発散率は、開放水面面積、水深と相関があり、植物による湖面の被覆とも関連していた。
- 湖沼は砂丘帯の地下水位の涵養源であった。
- 砂丘帯の地下水は、海側の農地排水路に流出していた。
- 熱収支を利用して、湖沼の蒸発散量を時系列で把握するモデルを構築した。

サブテーマ ④

リモートセンシング及びGIS技術を用いた 湿原および湖沼生態系の総合監視システムの開発

達成目標(アウトプット)

1. 観測技術開発
2. モニタリングデータ評価手法の開発
3. マルチスケール(狭～広域、解像度、時間など)・多項目データの統合とその有効性の検証



地上設置カメラ画像



植生季節変化の把握

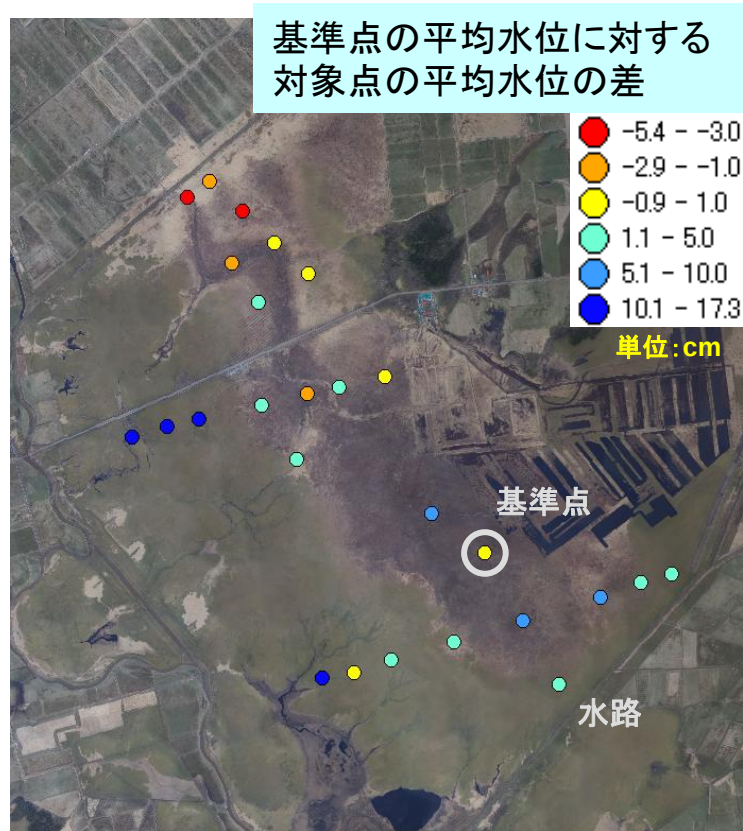
調査研究実施項目

- 定点カメラ・ラジコンヘリカメラによる中距離リモートセンシング法の検討
- 稚咲内湖沼群の面積変化と湖沼形状の関係整理
- 湖沼水位の広域モニタリング方法の検討
- サロベツ湿原の地下水位観測と評価手法の検討
- マルチスケール・多項目データによるササ群落拡大要因の検討

④ リモートセンシング及びGIS技術を用いた湿原および湖沼生態系の 総合監視システムの開発

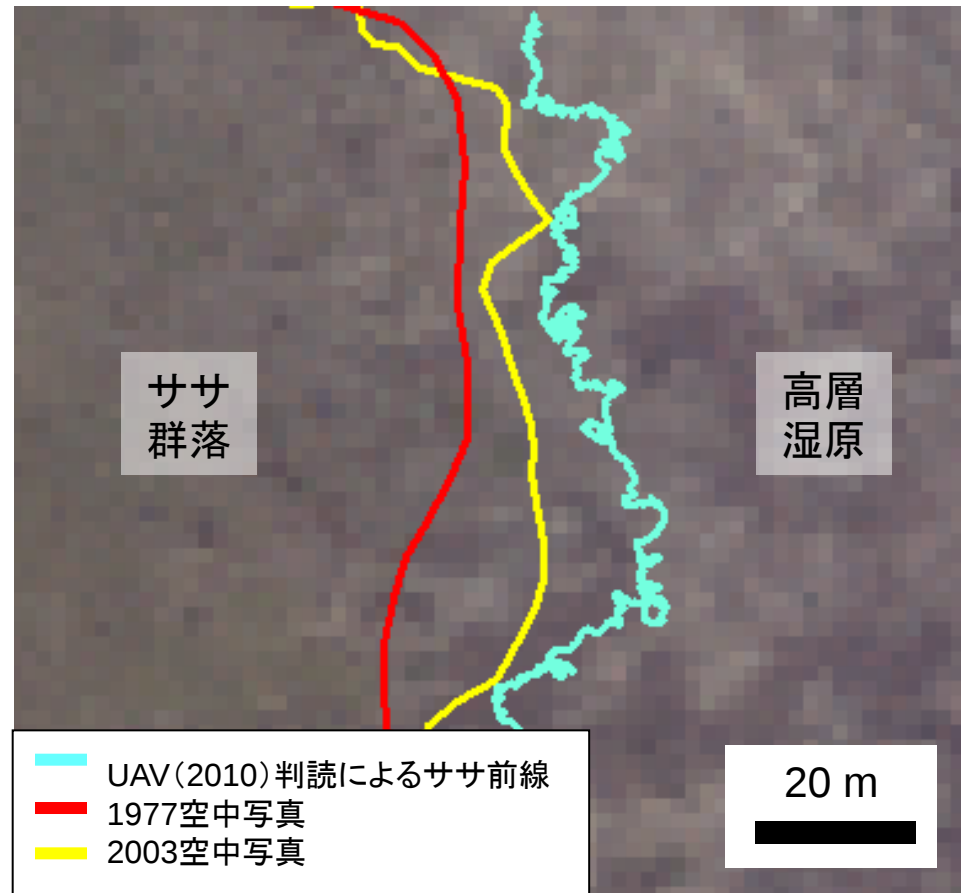
平成21-23年度の成果例

降水量の影響を受けない
地下水位の中長期トレンド評価手法



基準点の平均水位に対する各測定地の平均水位(2007-2010)

空間スケール・解像度の
異なるデータの統合的理解



ラジコンヘリ撮影画像と空中写真の判読による
ササ群落の境界線

④ リモートセンシング及びGIS技術を用いた湿原および湖沼生態系の 総合監視システムの開発

平成21-23年度の成果

- 定点カメラ撮影は、フェノロジーモニタリングに有効である。
 - ⇒ 生長: NDVI により検出可能
 - ⇒ 紅葉: RGV $\{(\text{緑} - \text{赤}) / (\text{緑} + \text{赤})\}$ により検出可能
- 空中写真を利用した湖沼群変化の把握
 - ✓ 1947～2009年まで5年代の写真の解析と測量結果から、過去60年間で水位変動のない湖沼と水位が顕著に低下している湖沼が認められた。
 - ✓ 稚咲内湖沼群では、2005-2009年に11湖沼が消失し、開放水面面積が10.5ha減少、試算では2005年に対し2009年は水位が約10cm低い湖沼もあった。
 - ✓ 形状が複雑であるほど、開放水面の減少率が高くなる傾向を確認した。
- 湿原地下水位の中長期トレンドを検出するために、降水量の影響を除外する方法として、基準点に対する相対値を用いる方法の有効性を確かめた。
- 湿原におけるササ動態は、水の動きと最も関係が深かった。
- 空間解像度の異なる情報(現地調査、ラジコンヘリ＝1 cm、空中写真＝数10cm、WorldView-2衛星＝2m)を組み合わせることで、ササ拡大ポテンシャルを評価した。

アウトプット：本プロジェクトの成果と監視システム

本プロジェクト

② 現状の把握

③ 健全／不健全な生態系
④ 人為的影響の有無

①

② 湿原／湖沼生態系の
③ 構造とメカニズムの解明

③

④ 観測・解析技術の
開発

湿原／湖沼生態系のモニタリングに有効な
観測地点・エリアの抽出と項目／指標の選出

モニタリング項目

植生（群落の区分）
底生動物群集
指標植物・動物の密度等
地下水位／湖沼水位
水質
土壌特性

定点カメラ
無人ヘリ（UAV等）
航空写真
レーザープロファイラ
衛星画像（中～高分解能）

グランドトゥールース

中～広域スケール

モニタリングデータの解析

評価・今後の予測

保全対策の提示

アウトプット：サロベツ湿原のモニタリング案

水抜き水路堰上げ
(落合沼の復元)

緩衝帯の設置

ササ増加対策

泥炭採掘跡地の再生

監視システム → 変化の予兆をとらえる

- ✓ 定期的な空中写真・衛星写真・ラジコンヘリ画像の入手・解析
- 地下水位計設置地点
- ✓ 土壌水分計(環境省と設置地点協議中)

● 流量観測地点

— モニタリング1000調査ライン

◎ ササの侵入が懸念される地点

100m × 100mエリア内
で、1977年から2003年
にかけてササ面積増
加が、



0.5ha 以上



0.25ha 以上