平成 26 年度
モニタリングサイト 1000 陸水域
調査報告書

平成 27（2015）年 3 月

環境省自然環境局　生物多様性センター

要　約

モニタリングサイト 1000 陸水域調査（湖沼・湿原）は 2009 年度から開始した。今年度は、2013 年度に実施した第一期の成果とりまとめを踏まえ、大幅な調査設計の見直しを行った。そのため、湖沼生態系で実施していたプランクトン調査と湖辺植生調査、湿原生態系で実施していた定点カメラ調査は 2013 年をもって終了した。2015 年以降は、新たに淡水魚類調査と水生植物調査を加えて調査を進める予定である。

今年度、湖沼生態系では底生動物調査を支笏湖で実施した。底生動物調査はこれまで、琵琶湖、阿寒湖、木崎湖、池田湖の 4 箇所で実施しており、支笏湖は 5 サイト目となる。底生動物調査では、地球温暖化が湖水の循環様式の変化を通じて湖沼生態系に与える影響を把握することを目的に、湖盆中央部に生息するミミズ類やユスリカ類の種組成や密度を調べた。調査は 8 月に実施し、底泥は 2 地点（St. 1, 水深 370 m；St. 2, 水深 369 m）で採取した。いずれの地点でも、湖底に酸素が十分に供給されていることを示す茶色の泥が採取された。泥中からは、個体数は多くないものの、さまざまなマクロベントスとメイオベントスが確認された。出現したマクロベントスは全て貧毛類で、3 科 6 分類群が確認された。地下水種や湧水種を含み、他の湖沼とは大きく異なる組成を示した。St. 1 と St. 2 におけるマクロベントスの密度は好気的な環境にも関わらずきわめて低かった。メイオベントスとしては、線虫類、クマムシ類、ソコミジンコ類、ケンミジンコ類が採集された。両地点とも線虫類が多かったが、これに加えて、St. 1 ではソコミジンコ類が、St. 2 ではクマムシ類が多数見られた。底泥の状態や溶存酸素濃度、底生動物の生息状況から、支笏湖では全層におよぶ湖水循環が季節的に起こり、湖底には酸素が十分に供給されていると考えられた。

湿原生態系ではサロベツ湿原と八甲田山湿原で植生調査と物理環境調査を実施した。植生調査はいずれのサイトでも 3 回目、物理環境調査は 6 年目の調査となった。サロベツ湿原では 2012 年の結果と比較して顕著な植生の変化は見られなかったが、乾燥化の指標となるチマキザサの被度がやや上昇した方形区が数個確認された。また、ライン 2 の方形区でガンコウランやホロムイツツジ、ホロムイスゲ等の被度が増加した方形区があり、チマキザサの被度増加とともに、今後も湿原の乾燥化の観点で注視する必要がある。その他、外来種の侵入は確認されなかったが、6 個の方形区ではゼンテイカにシカによる食痕が確認された。八甲田山湿原では今回 35 種が記録され、これまでに確認された種数の合計は 39 種となった。ミカヅキグサ、ミツガシワ、ミネカエデの 3 種は初めて記録され、過去 2 回の調査で記録されていたオゼニガナやミズギク等 4 種は確認されなかった。過去の調査時と比べ、湿原の入り口付近でヨシの生育が目立っており、湿原植生に若干の変化が認められた。このような変化の追跡や保全のため、今後も注意深くモニタリングしていく必要がある。

Summary

The survey of inland waters biodiversity associated with lakes and mire or marsh ecosystems began in 2009 as the Monitoring Sites 1000 Project. The survey design was reviewed based on the results of the major findings from 2009 to 2013 and it was summarized as the first progress report. Accordingly, some of the surveys on the phytoplankton, zooplankton, and lakeside vegetation in the lake ecosystem have been currently discontinued. The preliminary analysis using digital images recorded by interval camera has been completed in the mire or marsh ecosystem. New surveys of freshwater fishes and aquatic plants will be initiated in the next fiscal year.

In the lake ecosystems, a survey of benthic animals was conducted at Shikotsu-ko, the fifth location among seven candidate sites in 2014. This survey began in 2009, and it has been already conducted at Biwa-ko, Akan-ko, Kizaki-ko, and Ikeda-ko. The fauna and density of aquatic oligochaeta and chironomid species were investigated at the deepest point of the lake bottom to assess the effect of stagnating vertical circulation of lake waters due to global warming on the lake ecosystem. Quantitative sampling of six bottom sediments was carried out at two deep points (St.1, at a depth of 370 m; St.2, at a depth of 369 m) in August 2014. The surface of all bottom sediments was brown indicating sufficient supply of oxygen at the bottom of the lake. Although the number of collected individual organisms was low, some of the macrobenthos and meiobenthos species were confirmed in bottom sediments. All collected samples of macrobenthos comprised six taxa of oligochaeta from three families. The presence of underwater and spring-dwelling species differentiated the macrobenthos fauna of Shikotsu-ko from that of other lakes. The densities of macrobenthos fauna at St.1 and St.2 were low, although their habitat maintained good aerobic conditions. Collected samples of meiobenthos comprised nematodes, tardigrades, harpacticoids, and cyclopoids. Nematodes were abundant at both stations; other dominant species included harpacticoids at St.1 and tardigrades at St.2. Bottom sediment color, concentration of dissolved oxygen, and composition of the benthos fauna showed that the oxygen conditions of deep bottom at Shikotsu-ko created optimal habitats for macrobenthos and meiobenthos species. These results indicate that seasonal vertical circulation of lake waters occurs regularly at this site.

In the mire or marsh ecosystems, vegetation and physical factors were surveyed at Sarobetsu-shitsugen and Hakkodasan-shitsugen in 2014. The vegetation surveys at both sites were carried out for the third time, whereas the surveys of the physical factors have continued in the past six years. No significant change in the vegetation was observed at Sarobetsu-shitsugen compared to the results of the second survey conducted in 2012. Slight increase in the coverage of *Sasa palmata* as an index of aridification was noted in some quadrats. In addition, an increase in the coverage of *Empetrum nigrum*, *Chamaedaphne calyculata*, and *Carex middendorffii* was noted on the transect line. These data indicate the necessity to monitor the changes in the vegetation closely in terms of aridification of the moor. The presence of exotic species was not confirmed at the survey site of Sarobetsu-shitsugen. Deer bite marks on *Hemerocallis middendorffii* var. *esculenta* were confirmed in six quadrats. At Hakkodasan-shitsugen, 35 species were recorded in 2014, thus, reaching the total number of 39 species. *Rhynchospora alba*, *Menyanthes trifoliata,* and *Acer tschonoskii* were recorded for the first time, whereas *Ixeridium dentatum* var. *ozense*, *Inula ciliaris*, and two other species recorded in former surveys were not observed. Compared to the observations in the previous surveys, in this survey, the growth of *Phragmites australis* was observed to be more prominent near the entrance of this site and the vegetation in this site was noted to have slightly changed. It is essential to continue long-term national monitoring surveys in order to understand the changes and to preserve and restore the ecosystems to their original state.

目　次

参考資料

・モニタリングサイト 1000 陸水域調査　湖沼調査マニュアル　第 5 版

・モニタリングサイト 1000 陸水域調査　湿原調査マニュアル　第 4 版

1. 調査の実施

平成 26（2014）年度に調査を行った各サイトの代表者や現地調査主体、実施日等は表 1-1 の通りである。

表 1-1. 平成 26 年度の各調査のサイト代表者と現地調査主体等

生態系	サイト（※国土区分）	サイト代表者	調査項目		現地調査主体	調査実施日
湖沼	支笏湖（区分 2）	西野麻知子（びわこ成蹊スポーツ大学）	底生動物		–	8 月 27–28 日
湿原	サロベツ湿原（区分 2）	冨士田裕子（北海道大学）	植生調査		冨士田裕子	7 月 22–24 日
			物理環境	温度	嶋崎暁啓	6 月 17 日（回収・設置） 10 月 30 日（回収のみ）
				水位	井上　京	データ提供
	八甲田山湿原（区分 4）	佐々木雄大（東京大学）	植生調査		佐々木雄大	8 月 23 日
			物理環境	温度	佐々木雄大	6 月 28 日（回収・設置） 10 月 15 日（回収のみ）
				水位	佐々木雄大	6 月 28 日（設置） 10 月 15 日（回収）

※国土区分は図 1-1 を参照.

図 1-1. 生物多様性保全のための国土 10 区分.

2. 調査の概要

1）湖沼調査

底生動物調査では、地球温暖化が湖水の循環様式の変化を通じて湖沼生態系に与える影響を把握することを目的に、湖盆中央部に生息するミミズ類やユスリカ類の種組成や密度を調べた（表 2-1）。エクマン・バージ採泥器により湖盆中央部の湖底の泥を採取し、泥中に含まれる生物種とその個体数を記録した。平成 26 年度の調査は支笏湖サイトで実施した（図 2-1、表 2-2）。

表 2-1. 湖沼調査における調査対象、生態系での役割、指標としての有用性

調査対象	生態系での役割	指標としての有用性
底生動物	・魚類等の餌生物として、底泥のエネルギーを食物連鎖の高次段階へと効率良く転送する ・湖底に堆積した有機物を食べて成長し分解者としての役割を担う ・底泥中で活動することで底泥からの栄養塩溶出を促進する	・多くの淡水性底生動物は一生をきわめて限られた地域で過ごし、生息環境の変化に敏感であるため、環境汚染の指標として有用である ・底泥内の生物量をみることで、温暖化による湖水循環への影響を捉えることができる

表 2-2. 各サイトの調査実施年度

		2009	2010	2011	2012	2013	2014
		平成 21	平成 22	平成 23	平成 24	平成 25	平成 26
1	阿寒湖			●			
2	支笏湖						●
3	木崎湖				●		
4	琵琶湖	●	●				
5	池田湖					●	

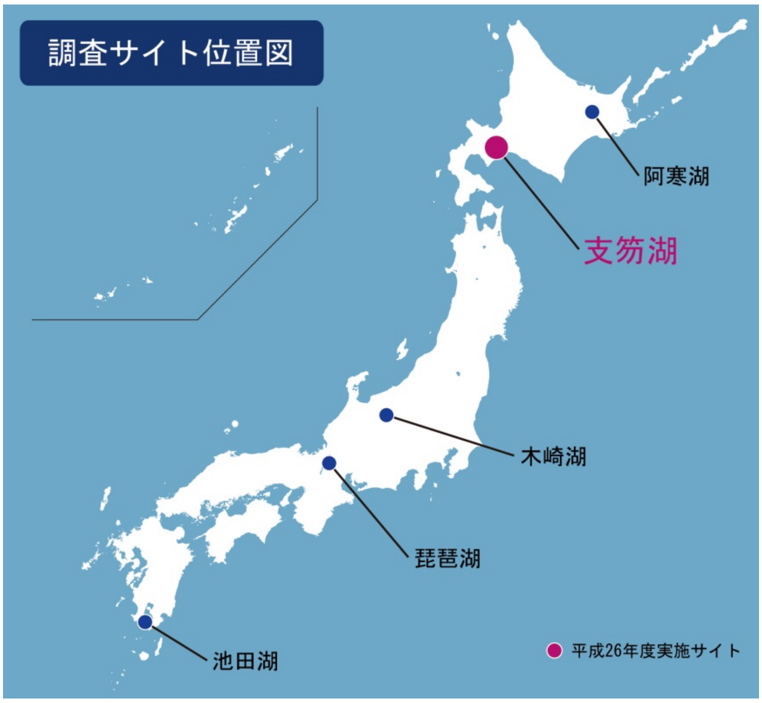


図 2-1. 底生動物調査の実施サイト.

【調査手法】

参考資料「湖沼調査マニュアル（第 5 版）」に準じて調査を実施した。概要は以下の通り。今年度より調査手法を一部変更した。変更箇所をマーカーで示す。

- 調査人員と日数：現地調査の実施は原則 3 名で 2 日（6 人日）とする。採集された生物の同定には 5 人日程度を要する場合がある。
- 調査時期：原則として夏季の好天時に行う。
- 調査地点：湖盆中央部を含め 2 地点以上設定する。
- 底泥の採取：エクマン・バージ採泥器（15 cm × 15 cm）を用い、各調査地点で 3 サンプルずつ採取する。採取した泥サンプルは、250 µm 又は 300 µm 目の篩（直径 20 cm 以上）やネットで篩い、底生動物を選別する。目詰まりを起こす場合は 500 µm 目の篩を用いてもよい。
- 調査項目：表 2-3 の項目についてデータを記録する。また、調査地点からの景観、採取した底泥、確認された底生動物種（4～5 枚程度）の写真を撮影する。

表 2-3. 底生動物調査の調査項目

項目
エクマン・バージ採泥器（15cm×15cm）1 回当たりの生物種毎の個体数
底泥を採取した水深（m）
調査時の表層水温（℃）
採取した底泥の温度（℃）
採取した底泥の色（マンセル値：色相、明度、彩度で表現）
採取した底泥の厚さ（cm）
採取した底泥のにおい

2）湿原調査

植生調査（ライントランセクト調査）及び物理環境調査を実施した。植生調査では、湿原内に配置した 20～30 個の方形区（1 m × 1 m）において、方形区内の植物種の被度や植被率、草高等を記録した。また、物理環境調査として温度や水位のデータロガーを設置し、気温（1 m 高）及び地温（5 cm 深、50 cm 深）、地下水位のデータを継続的に収集した（表 2-4）。平成 26 年度はサロベツ湿原サイト及び八甲田山湿原サイトで調査を実施した（図 2-2、表 2-5）。

表 2-4. 湿原調査における調査対象、生態系での役割、指標としての有用性

調査対象	生態系での役割	指標としての有用性
湿原植生	・生態系エンジニア（生態系の中で、他の生物の生息環境を変える能力のある生物）や生産者として、生態系の基盤を形成する ・動植物の生息・生育環境を形成する ・各種動物の餌資源になっている ・遺存種、固有種が多い ・相観や種組成は環境変化の影響を反映する	・植物の変化は動物種に大きく影響する ・雪解け時期の変化等の環境変化の影響を受けやすく、環境影響の指標となる ・遺存種や固有種は、その湿原生態系を特徴付けているほか、生態系の変化を検出しやすいと考えられる
物理環境（気温・地温・水位）	・水分環境、積雪や融雪、気温、水温、地温といった物理環境は、湿原生態系の主要な成立要因となる	・積雪や融雪は湿原の水分環境に影響し、植物を乾燥から保護するために重要である ・温度は泥炭の分解速度に影響を与え、地球温暖化や乾燥化の指標にもなると考えられる

表 2-5. 各サイトの調査実施年度

		2009	2010	2011	2012	2013	2014
		平成 21	平成 22	平成 23	平成 24	平成 25	平成 26
1	サロベツ湿原	●			●		●
2	釧路湿原	●		●	●	●	
3	八甲田山湿原	●		●			●
4	尾瀬ヶ原湿原		●			●	

図 2-2. 湿原植生及び物理環境調査の実施サイト.

【調査手法】

参考資料「湿原調査マニュアル（第 4 版）」に準じて調査を実施した。概要は以下の通り。

●植生調査

- 調査人員と日数：基本的には 3 名で 2 日（6 人日）とする。ただし、初年度は方形区の設置等があるため、5 名で 3 日（15 人日）とする。
- 調査時期：基本的に調査は夏季に行う。低地の湿原では、バイオマスが最大となる 8 月が調査に最適であるが、7 月や 9 月上旬としてもよい。
- 調査ラインの設定位置：典型的な植生タイプを横断するように設定する。
- 方形区の設置：方形区の設置総数は湿原の規模や植生の種類数によるが、20～30 個程度を目安とする。方形区のサイズは 1 m × 1 m を基本とする。
- 調査項目：表 2-6 の項目について植生データを記録する。また、定点からの景観、全ての方形区、確認された植物種（4～5 枚程度）の写真を撮影する。

表 2-6. 植生調査の調査項目

項目	対象とする層
方形区全体の階層別の植被率（%）	草本層・コケ層
出現種毎の被度（%）	草本層・（コケ層）
方形区全体の植物の草高（cm）	草本層

●物理環境調査

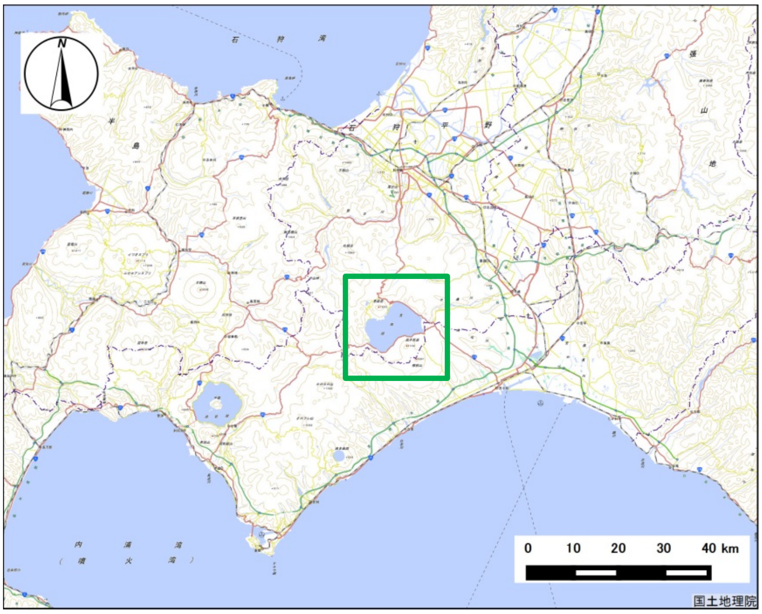
- 実施時期：春に設置して、秋に回収する（4〜5 ヶ月間）。
- 設置数：1 サイト当たりそれぞれ 1 個設置する。
- 使用機器：地下水位の測定には大気圧及び水圧計測用データロガー（Onset 社 HOBO U20 ウォーターレベルロガー）を、気温（地上高 1 m）と地温（地下 5 cm と 50 cm）の測定には温度データロガー（Onset 社 Tidbit v2）を用いる。測定間隔は 1 時間に 1 回とする。

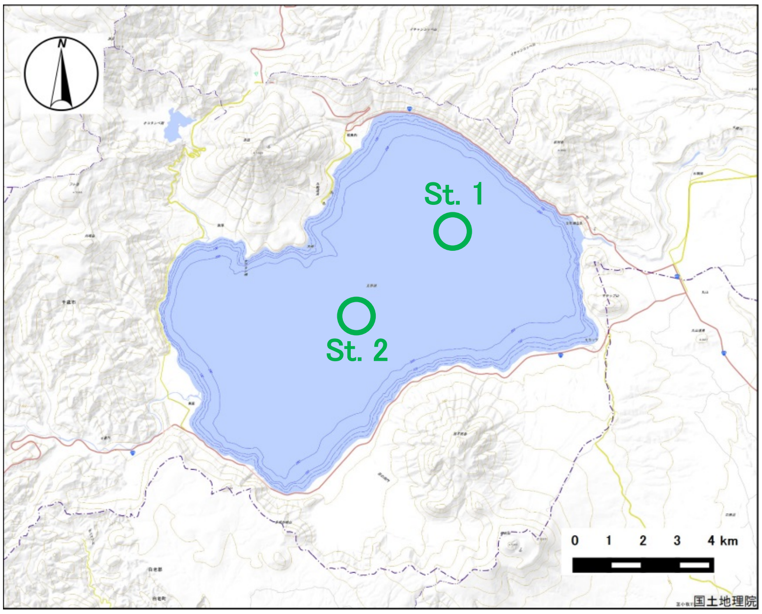
3. 調査結果

2014 年度に実施した湖沼及び湿原調査の結果を次頁以降に示す。なお、結果票は各サイトでの調査結果の概要であり、全ての調査結果を示すものではない。

1）湖沼調査

(1)支笏湖サイト

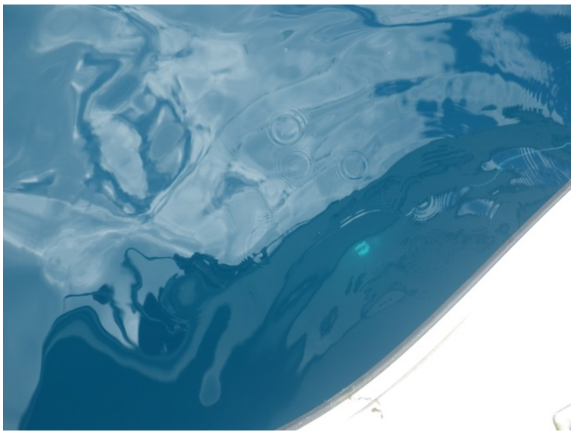
サイト名	支笏湖（北海道千歳市）	サイトコード	LKSKT
国土区分	区分 2：北海道西部区域		
緯度・経度	St.1: 42.7740 N；141.3540 E（WGS84） St.2: 42.7517 N；141.3227 E（WGS84）		
調査年月日	2014 年 8 月 27 日～28 日		
サイト代表者	西野麻知子（びわこ成蹊スポーツ大学）		
調査者	西野麻知子（びわこ成蹊スポーツ大学）、大高明史・北藪順弥（弘前大学教育学部）、横井謙一・矢吹俊裕（日本国際湿地保全連合）		
同定者	大高明史（弘前大学教育学部）		
環境の概要	支笏湖は北海道の南西部、札幌の南 30 km に位置する淡水のカルデラ湖で、日本最北の不凍湖として知られている。支笏湖周辺は支笏洞爺国立公園に指定され、今なお原始の自然が残っている。公称では面積は 78.76 km^2、湖岸長 40.3 km、最大水深 363 m（平均水深 265.4 m）、平均水面標高 248 m で、湖底は海面より 100 m 以上も下にあり、日本で 2 番目に深い湖である。 底泥の採取は、湖心から北東の地点（St. 1、水深 370 m）と湖心のやや西の地点（St. 2、水深 369 m）の 2 地点で実施した。		
広域地図			

詳細地図	
底生動物相の状況	個体数は多くないものの、さまざまなメイオベントスとマクロベントスが確認された。マクロベントスは全て貧毛類で、地下水種や湧水種を含み、他の湖沼とは大きく異なる組成を示した。冷水性種や好気性種を主体とした群集は、低温で好気的な湖底の環境を反映しているものと思われる。 St. 1 と St. 2 におけるマクロベントスの密度は、それぞれ 148 m^{-2} 及び 562 m^{-2} と、好気的な環境にも関わらずきわめて低かった。これは、強い貧栄養の環境を反映しているものと思われる。 メイオベントスとしては、線虫類、クマムシ類、ソコミジンコ類、ケンミジンコ類が採集された。両地点とも線虫類が多かったが、これに加えて、St. 1 ではソコミジンコ類が、St. 2 ではクマムシ類が多数見られた。いずれの分類群も種組成は不明である。 出現したマクロベントスは全て貧毛類で、3 科 6 分類群が確認された。種の和名はいずれもまだ付けられていない。 ヒメミミズ科　*Marionina klaskisharum* Coates, 1983 オヨギミミズ科　*Yamaguchia toyensis* Fend and Ohtaka, 2004 ミズミミズ科ナガレイトミミズ属の一種　*Rhyacodrilus* sp. ミズミミズ科ナガレイトミミズ亜科　Rhyacodrilinae gen. sp. ミズミミズ科イトミミズ亜科　Tubificinae gen. sp. ミズミミズ科　Naididae non det. ヒメミミズ科の *Marionina klaskisharum* はカナダ西岸の河口域から記載された種類だが（Coates 1983）、その後、カムチャッカの湖沼（Timm and Vvedenskaya 2006）と支笏湖、洞爺湖で記録されている（Ohtaka 2014）。これまでに、日本の湖沼の深底部から記録されたヒメミミズ科貧毛類は本種だけである（支笏湖と洞爺湖）。 オヨギミミズ科の *Yamaguchia toyensis* は 2004 年に洞爺湖から新属新種とし

	て記載された種類である（Fend and Ohtaka 2004）。これまで洞爺湖と支笏湖の深底部からしか見つかっていないが（Ohtaka 2014）、本来は地下水性だと推測されている（Fend and Ohtaka 2004）。 　ミズミミズ科ナガレイトミミズ属の一種　*Rhyacodrilus* sp. は、標本の状態がよくないために確実な同定はできなかったが、*Rhyacodrilus komarovi* Timm, 1990（和名なし）である可能性が高い。*R. komarovi* は北海道と北東北の河川の上流域や湧水に広く分布する冷水性のイトミミズ類で、支笏湖や洞爺湖、摩周湖、十和田湖等、強い貧栄養湖の湖底に共通して出現することが知られている（Ohtaka 2001, 2014）。 　ミズミミズ科ナガレイトミミズ亜科　Rhyacodrilinae gen. sp. とミズミミズ科イトミミズ亜科　Tubificinae gen. sp. の 2 種は成熟した個体が採集されず、属以下を決定できなかった。しかし、外部形態がこれまで知られているいずれの貧毛類にも該当しないため、どちらも未記載種である可能性が高い。季節を変えた新たな調査で成熟個体を得て分類学的検討を行う必要がある。 　いずれの地点でも、湖底に酸素が十分に供給されていることを示す茶色の泥が採取された。底泥の状態や溶存酸素濃度、底生動物の生息状況から、支笏湖では全層におよぶ湖水循環が季節的に起こり、湖底には酸素が十分に供給されていると考えられる。
その他の 特記事項	【環境データの測定方法】 水深：魚群探知機（Lowrance Elite-4 HDIS-T）を用いて測定した。そのため、実際の水深と異なる可能性がある。 水温：バンドン採水器を用いて湖底直上より湖水を採水し、船上に引き上げた後、速やかに採水器内にサーミスタ温度計のセンサーを入れて測定した。また、標準温度計を用いて計測値を補正した。 溶存酸素濃度：水温と同様、速やかに採水器内に溶存酸素計のセンサーを入れて測定した。 【参考文献】 Coates KA (1983) New records of marine *Marionina* (Oligochaeta, Enchytraeidae) from the Pacific Northeast, with a description of *Marionina klaskisharum* sp. nov. Canadian Journal of Zoology, 61:822-831 Fend SV, Ohtaka A (2004) *Yamaguchia toyensis* n. sp., n. gen. (Annelida, Citellata, Lumbriculidae) from profundal lake habitat in Japan. Zoological Science, 21:677-683 Ohtaka A (2001) Oligochaetes in Lake Towada, Japan, an oligotrophic caldera. Hydrobiologia, 436:83-92 Ohtaka A (2014) Profundal oligochaete faunas (Annelida, Clitellata) in Japanese lakes. Zoosymposia, 9:24-35 Timm T, Vvedenskaya TL (2006) Oligochaeta (Annelida) of Lake Kurilskoe, Kamchatka Peninsula. Species Diversity, 11:225-244

景観

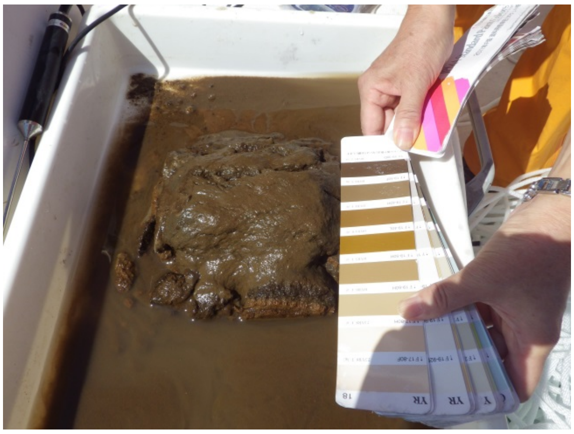
支笏湖からの風景
船上から風不死岳を望む



湖面から確認された水中の採泥器
（調査当日の透明度は約 12 m）

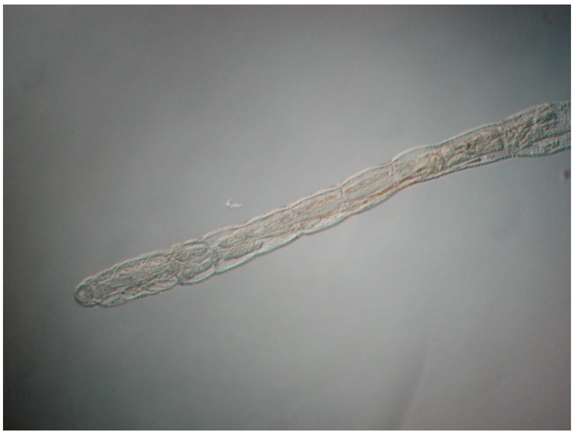
採取された底泥

St. 1（水深 370 m）で採集された底泥
（底泥が層状になっている様子が観察された）

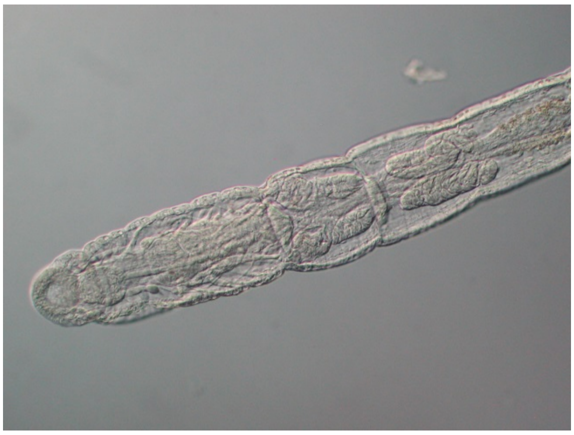


St. 2（水深 370 m）で採集された底泥
（St. 1 の底泥よりも表面が滑らかである）

確認された生物種



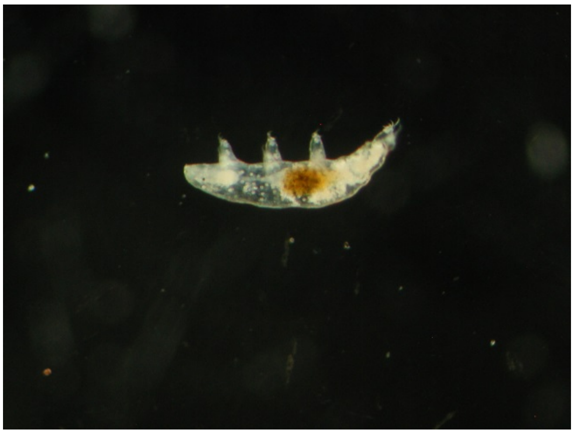
ヒメミミズ科の一種（和名なし）
（*Marionina klaskisharum*）



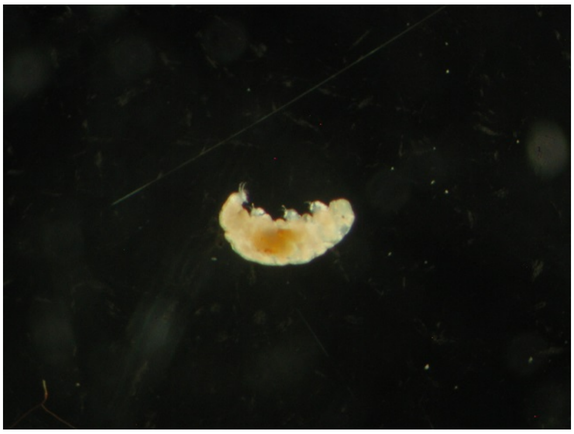
Marionina klaskisharum 頭部

 オヨギミミズ科の一種（和名なし） （*Yamaguchia toyensis*）	 ナガレイトミミズ属の一種 （*Rhyacodrilus* sp.）
 ナガレイトミミズ属の一種 （*Rhyacodrilus* sp.）	 ナガレイトミミズ亜科の一種 （Rhyacodrilinae gen. sp.）
 イトミミズ亜科の一種 （Tubificinae gen. sp.）	 イトミミズ亜科の一種 （Tubificinae gen. sp.）

線形動物門の一種
（線虫の仲間）



緩歩動物門の一種
（クマムシの仲間）



緩歩動物門の一種
（クマムシの仲間）

緩歩動物門の一種
（クマムシの仲間）

緩歩動物門の一種
（クマムシの仲間）

ソコミジンコ目の一種

表. 底生動物の種組成

モニタリングサイト1000 湖沼調査【底生動物】
調査結果票　2014（平成 26）年度

調査サイト	支笏湖
サイトコード	SKT
サイト代表者（所属）	西野麻知子（びわこ成蹊スポーツ大学）
調査者（所属）	西野麻知子（びわこ成蹊スポーツ大学）、大高明史・北薮順弥（弘前大学教育学部）、横井謙一・矢吹俊裕（日本国際湿地保全連合）

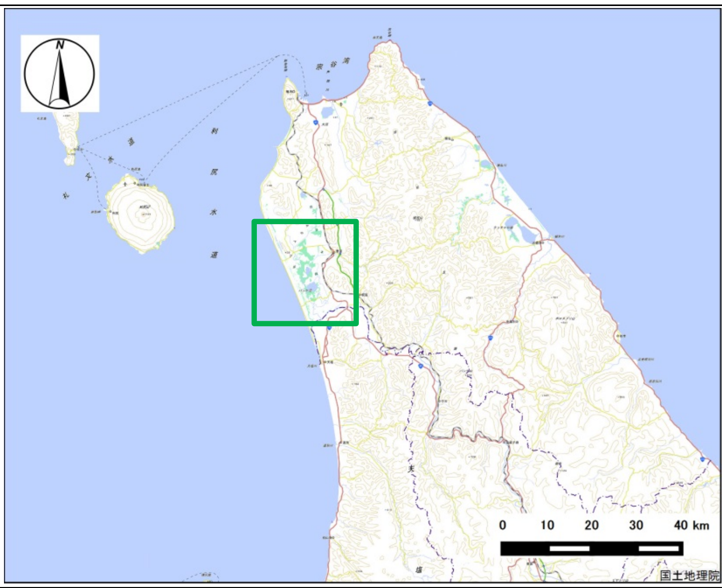
調査地点	St.1	St.1	St.1	St.2	St.2	St.2	
サンプル番号	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
緯度（WGS84）	42.7740	42.7696	42.7672	42.7517	42.7512	42.7512	
経度（WGS84）	141.3540	141.3566	141.3597	141.3227	141.3250	141.3250	
調査日（yyyymmdd）	20140827	20140827	20140827	20140827	20140828	20140828	
調査時間	10:45	12:45	13:20	14:00	10:20	10:50	
水深（m）	364	370	370	369	370	369	
表層水温（℃）	19.7	ND	20.4	20.3	20.4	ND	
透明度（m）	19	ND	ND	ND	12.8	ND	
泥温（℃）	6.2	4.1	4.1	4.0	4.0	3.9	
泥厚（cm）	2.0	6.0	6.0	6.5	6.5	5.5	
泥色（マンセル値）	10YR4/3	10YR4/3 10YR4/6	10YR4/3	10YR4/3	10YR4/3	10YR4/3	
泥の臭い	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	
湖底直上水の水温 （℃）	4.2	ND	ND	ND	4.1	ND	
湖底直上水の溶存酸素濃度 （mg/L）	7.98	ND	ND	ND	8.21	ND	
湖底直上水の溶存酸素濃度飽和度 （%）	ND	ND	ND	ND	72.2	ND	

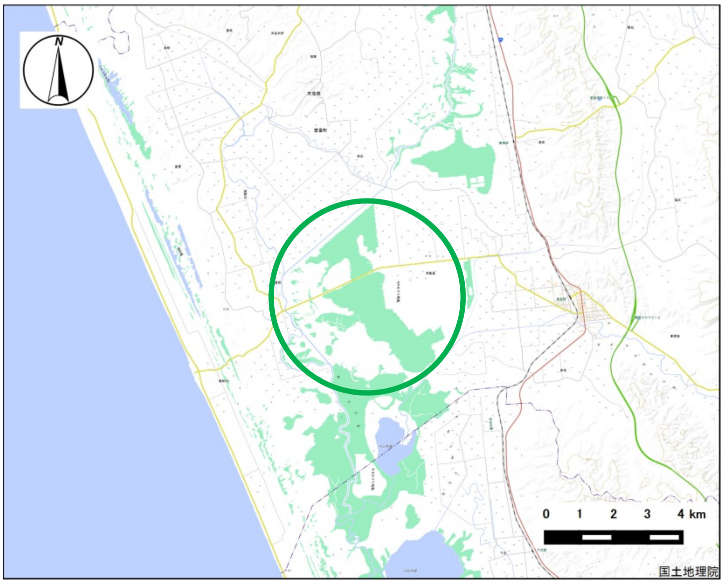
整理番号	区分	門	綱	和名	学名	個体数	個体数	個体数	個体数	個体数	個体数	備考
1	マクロベントス	環形動物門	貧毛綱	ヒメミミズ科の一種	*Marionina klaskisharum* Coates, 1983	0	0	0	1	1	0	
2	マクロベントス	環形動物門	貧毛綱	オヨギミミズ科の一種	*Yamaguchia toyensis* Fend and Ohtaka, 2004	0	0	4	4	0	0	
3	マクロベントス	環形動物門	貧毛綱	ナガレイトミミズ属の一種	*Rhyacodrilus* sp.	0	0	0	4	1	1	*Rhyacodrilus komarovi* Timm, 1990 の可能性が高い
4	マクロベントス	環形動物門	貧毛綱	ナガレイトミミズ亜科の一種	Rhyacodrilinae gen. sp.	0	0	0	5	1	4	
5	マクロベントス	環形動物門	貧毛綱	イトミミズ亜科の一種	Tubificinae gen. sp.	2	2	2	8	2	2	
6	マクロベントス	環形動物門	貧毛綱	ミズミミズ科の一種	Naididae non det.	0	0	0	3	1	0	
7	メイオベントス	線形動物門	na	線形動物門の一種または複数種	Nematoda cla. ord. fam. gen. sp. or spp.	24	85	108	182	88	46	線虫類
8	メイオベントス	緩歩動物門	na	緩歩動物門の一種または複数種	Tardigrada cla. ord. fam. gen. sp. or spp.	0	0	0	77	12	12	クマムシ類
9	メイオベントス	節足動物門	顎脚綱	ソコミジンコ目の一種または複数種	Harpacticoida fam. gen. sp. or spp.	33	136	58	5	0	0	ソコミジンコ類
10	メイオベントス	節足動物門	顎脚綱	ケンミジンコ目の一種または複数種	Cyclopoida fam. gen. sp. or spp.	0	3	2	0	0	0	ケンミジンコ類
11	その他	環形動物門	貧毛綱	貧毛綱の一種（卵包）		あり	あり	なし	あり	なし	なし	

標本の精査により、今後、複数種に分けられる可能性が比較的高い種の学名は「spp.」として表記した。

2）湿原調査

（1）サロベツ湿原サイト

サイト名	サロベツ湿原（北海道天塩郡）	サイトコード	MMSRB
国土区分	区分 2：北海道西部区域		
緯度・経度	45.1111 N；141.7047 E（WGS84） ※代表地点として調査地近傍の「サロベツ湿原センター」の位置を示す		
調査年月日	植生：2014 年 7 月 22 日～24 日		
	物理環境（温度）：2014 年 6 月 17 日（設置）、2014 年 10 月 30 日（回収） 物理環境（水位）：2014 年 4 月 25 日（設置）、2014 年 11 月 11 日（回収）		
サイト代表者	冨士田裕子（北海道大学北方生物圏フィールド科学センター植物園）		
調査者	植生：冨士田裕子・小林春毅（北海道大学北方生物圏フィールド科学センター植物園）、イ・アヨン（北海道大学大学院農学院）		
	物理環境（温度）：嶋崎暁啓・森永太一（サロベツ・エコ・ネットワーク） 物理環境（水位）：井上 京（北海道大学大学院農学研究院）		
環境の概要	サロベツ湿原は、北海道北部の天塩川支流のサロベツ川流域に広がる泥炭地湿原である。面積は約 6700 ha で（上サロベツ自然再生協議会 2006）、広大な湿原に加え、海岸には帯状に数列の砂丘が発達し、学術的にも貴重な砂丘林と砂丘間湿地・湖沼群が広がる。 植生調査の調査ラインは、上サロベツ湿原に位置するサロベツ原生花園旧園地付近（ライン 1）と泥炭採掘跡地（ライン 2）近傍の 2 箇所に設け、約 900 m の各ライン沿いに 14～15 個の方形区を設置している。ライン 1 は既往の調査がなされてきた場所で、下流部の湿地溝に近いササ優占群落から、チマキザサが侵入している場所、上流部のミズゴケの優占する良好な高層湿原までとなっている。ライン 2 は、下エベコロベツ川の河川改修の影響で高層湿原の排水・乾燥化が進行し、チマキザサの侵入が顕著な場所である。物理環境調査の機器類は、サロベツ原生花園旧園地付近（ライン 1）に設置している。		
広域地図			

詳細地図	
植生の概要	湿原中央部の高層湿原には、ヌマガヤ－イボミズゴケ群集、ツルコケモモ－ホロムイスゲ群集等が広く分布し、シュレンケ（ホローともいう）にはホロムイソウ－ミカヅキグサ群集が分布する。また、高層湿原を取り囲むように広がる中間湿原には、ホロムイスゲ－ヌマガヤ群集、ムジナスゲ－ヌマガヤ群落が、低層湿原にはイワノガリヤス－ヨシ群集等、また湖沼にはエゾヒツジグサ群集やネムロコウホネ群落等、多彩な植物群落が分布している（橘ほか 2013)。また湿原内で見られる維管束植物は 360 分類群にものぼる（東ほか 2014)。
植生の状況	**【調査ライン上の植生の状況】** 2012 年と比較して顕著な植生の変化は見られなかったが、乾燥化の指標となるチマキザサの被度がやや上昇した方形区が数個確認された。また、ライン 2 の方形区でガンコウランやホロムイツツジ、ホロムイスゲ等の被度が増加した方形区があり、チマキザサの被度増加とともに、今後も湿原の乾燥化の観点で注視する必要がある。一方、外来種の侵入は確認されなかった。両ラインの計 6 個の方形区では、ゼンテイカにシカによる食痕が確認された。
	【調査サイト周辺の状況】 ライン 1 のある旧園地周辺では、研究目的以外にヒトの侵入はなく、植生に大きな変化は見られなかった。一方、ライン 2 の植生調査の結果からは、一部の方形区でチマキザサの被度の増加が認められたが、大きな変化は確認されなかった。ただし、ライン 2 の周辺部は、空中写真の時系列比較等から植生の退行が顕著で、さらなる退行の進行が懸念される。 旧園地周辺では、2011 年からシカによるゼンテイカ等の食害が見られるようになり、サロベツ湿原内においてはこれまでに 16 科 25 種の食害が確認されている。食害には地域差があるが、シカの増加と共に湿原全域で影響が拡大するおそれがある。外来種については、湿原周辺部で特定外来生物のオオハンゴンソウ等が群落をつくり、分布を広げている。また、セイヨウオオマルハナバチ、アライグマについても目撃が増えてきており、引き続き監視と対策が必要である（NPO 法人サロベツ・エコ・ネットワーク談)。

<table>
<tr>
<td>物理環境の状況</td>
<td>

測定期間中の日平均気温は、最低値が-19.6℃、最高値が 23.5℃、平均値が 6.7℃であった。5 cm 深の日平均地温は、最低値が 0.2℃、最高値が 22.9℃、平均値が 8.7℃であった。50 cm 深の日平均地温は、最低値が 1.8℃、最高値が 16.4℃、平均値が 8.2℃であった。

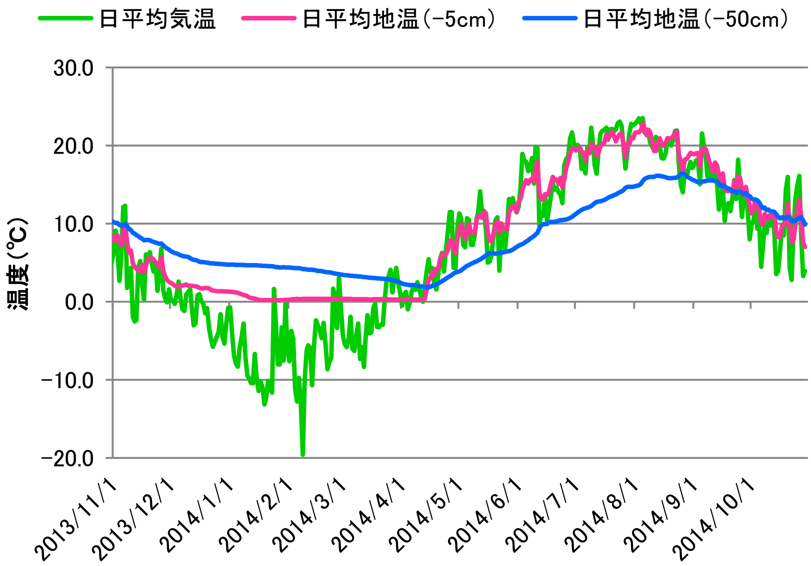


図. 日平均温度の変化.

測定期間中の日平均水位（標高値）は、最低値が約 5.91 m、最高値が約 6.07 m であった。

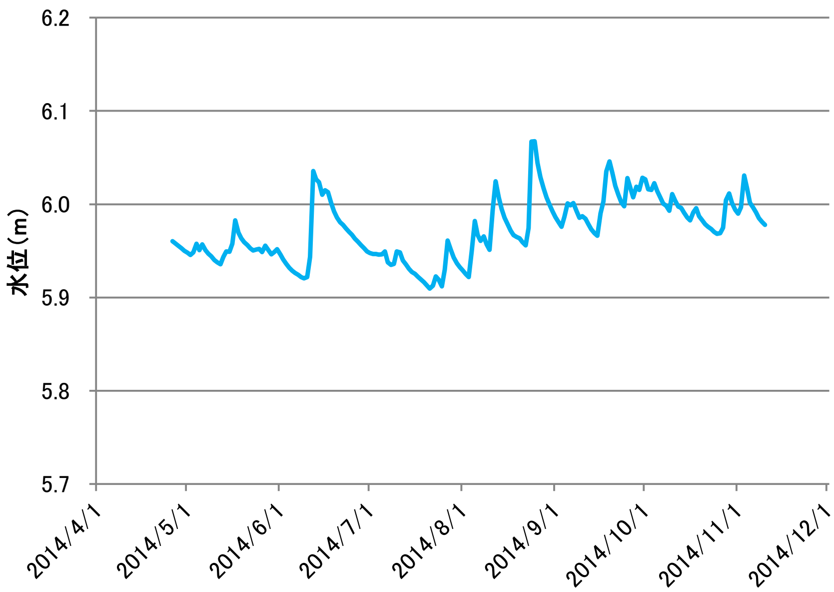


図. 日平均水位の変化. 水位は標高値で示す. 提供データを使用して作成した.（井上　京 氏　提供）

</td>
</tr>
</table>

その他の 特記事項	近年、湿原では、湿原周辺に掘削された排水路やサロベツ川放水路、湿原を分断する道路とその側溝等の影響で、湿原の地盤沈下や地下水位の低下が起こり、乾燥化の指標となるチマキザサの侵入等が問題となっている（冨士田ほか 2003 ; Fujimura et al. 2013 ; 環境省 2008）。このため、2005 年に自然再生推進法に基づく「上サロベツ湿原再生協議会」が発足し、関係行政機関、専門家及び地元関係団体が連携を図りつつ、湿原の調査研究や湿原と農業の共生に向けた自然再生事業が実施されている。また、湿原や湖沼生態系の構造や機能の解明、人為的影響の実態把握と劣化のメカニズム解明、生態系を広域的に監視するモニタリングシステムの構築等に関する研究もなされ、その成果は自然再生事業に活用されている。 【参考文献】 東 隆行, 冨士田 裕子, 川角 法子, 深草 祐二 (2014) サロベツ湿原の植物相. (冨士田 裕子編著) サロベツ湿原と稚咲内砂丘林帯湖沼群－その構造と変化, 15-43. 北海道大学出版会, 札幌 Fujimura Y, Takada M, Fujita H, Inoue T (2013) Change in distribution of the vascular plant Sasa palmata in Sarobetsu Mire between 1977 and 2003. Landscape and Ecological Engineering, 9:305-309 冨士田 裕子, 加納 左俊, 今井 秀幸 (2003) 上サロベツ湿原時系列ササ分布図の作成とササの面積変化. 北大植物園研究紀要, 3:43-50 上サロベツ自然再生協議会 (2006) 上サロベツ自然再生全体構想. http://www.env.go.jp/nature/saisei/law-saisei/sarobetsu/sarobetsu0_full.pdf 環境省 (2008) 図と写真で見るサロベツ湿原. 北海道地方環境事務所・稚内自然保護官事務所, 札幌 橘 ヒサ子, 佐藤 雅俊, 冨士田 裕子, 松原 光利, 周 進 (2013) サロベツ湿原の 1970 年代以降約 30 年間の植生変化. 北大植物園研究紀要, 13:1-33

景観

 ライン 1 の方形区 1 付近の景観 始点から終点方向を望む	 ライン 1 の方形区 15 付近の景観


ライン 2 の方形区 4 付近の景観


ライン 2 の方形区 6 付近の景観

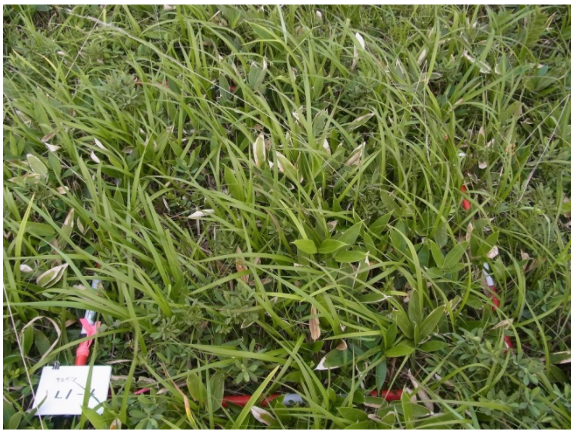
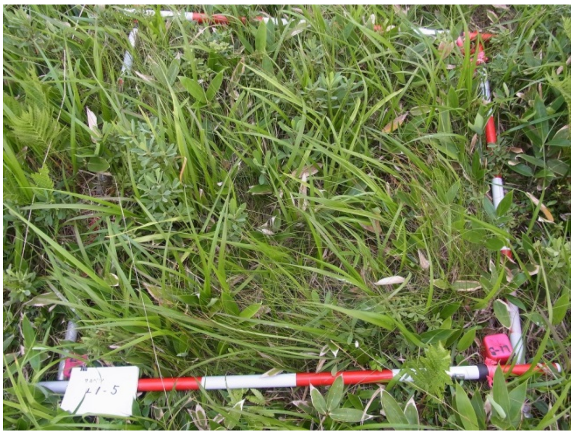

ライン 2 の方形区 7 付近の景観


ライン 2 の方形区 11 付近の景観


ライン 2 の方形区 12 付近の景観

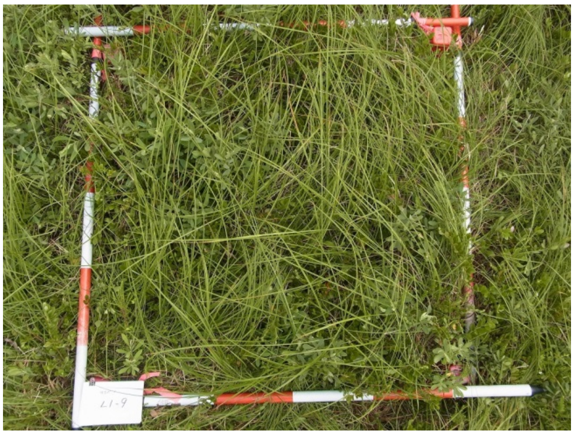

ライン 2 の方形区 14 付近の景観

方形区

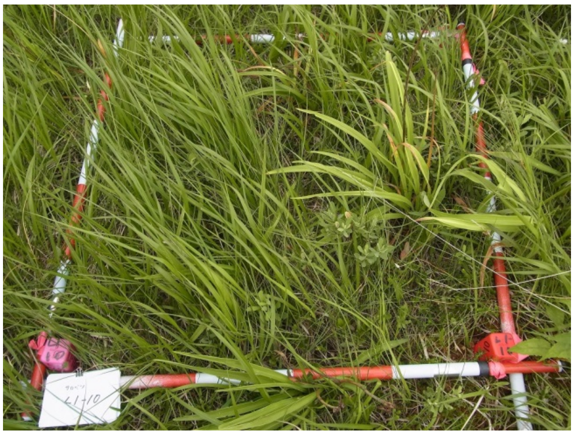
 ライン 1 の方形区 1	 ライン 1 の方形区 2
 ライン 1 の方形区 3	 ライン 1 の方形区 4
 ライン 1 の方形区 5	 ライン 1 の方形区 6

ライン 1 の方形区 7

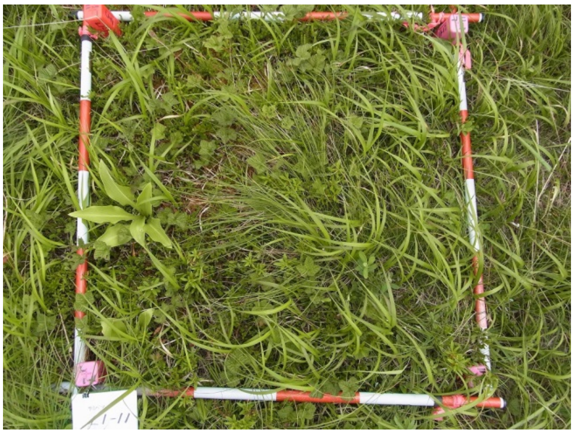
ライン 1 の方形区 8



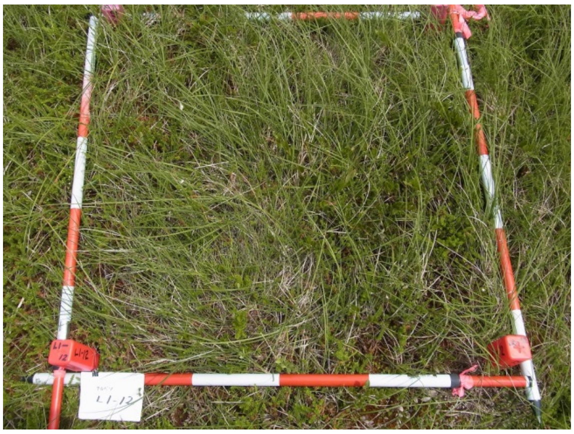
ライン 1 の方形区 9



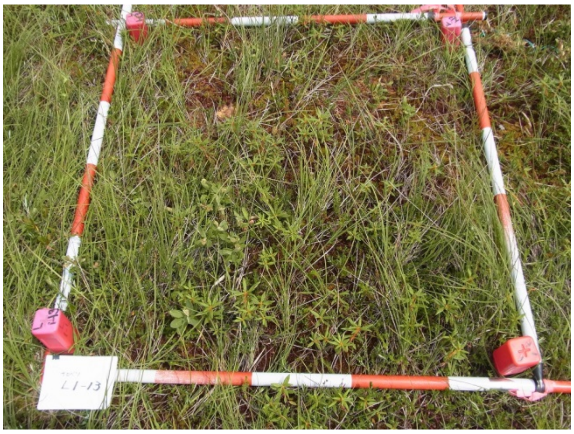
ライン 1 の方形区 10



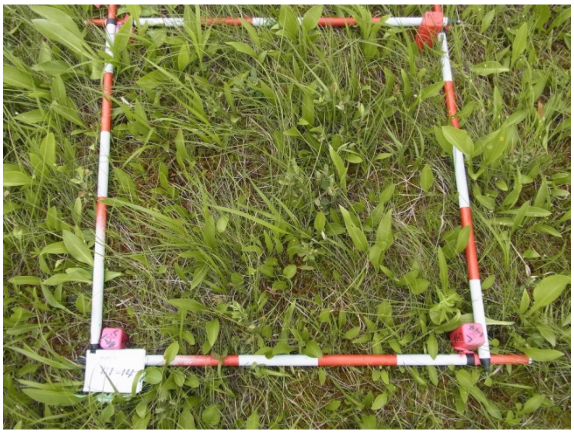
ライン 1 の方形区 11

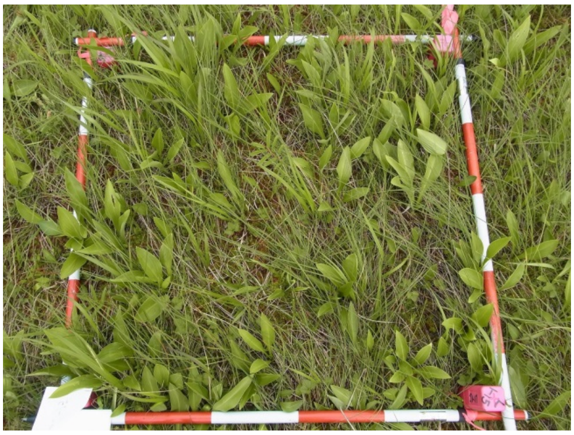


ライン 1 の方形区 12



ライン 1 の方形区 13


ライン 1 の方形区 14

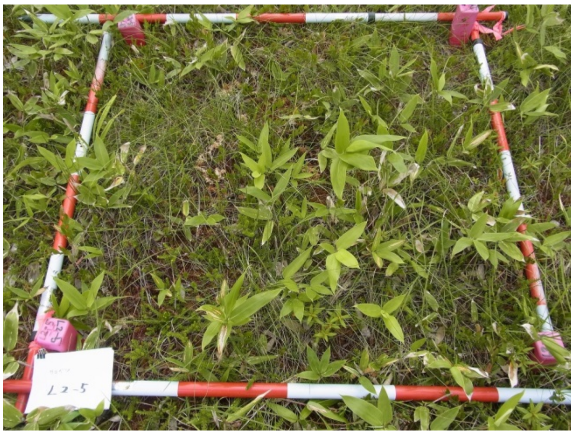

ライン 1 の方形区 15

ライン 2 の方形区 1

ライン 2 の方形区 2

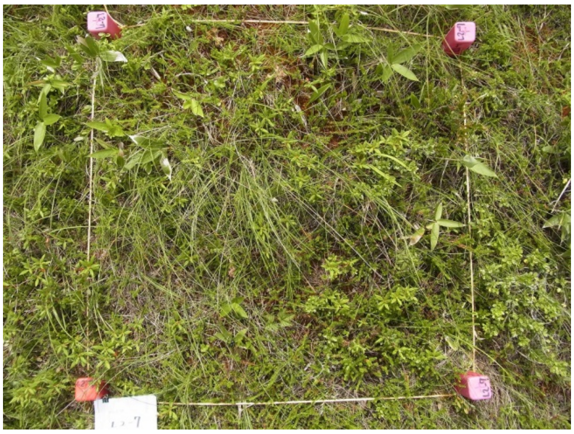
ライン 2 の方形区 3

ライン 2 の方形区 4



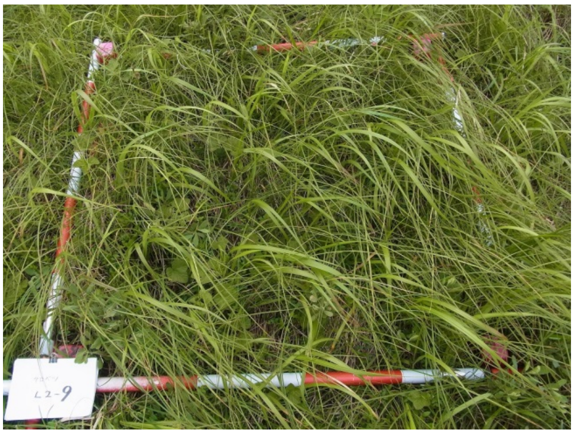
ライン 2 の方形区 5

ライン 2 の方形区 6



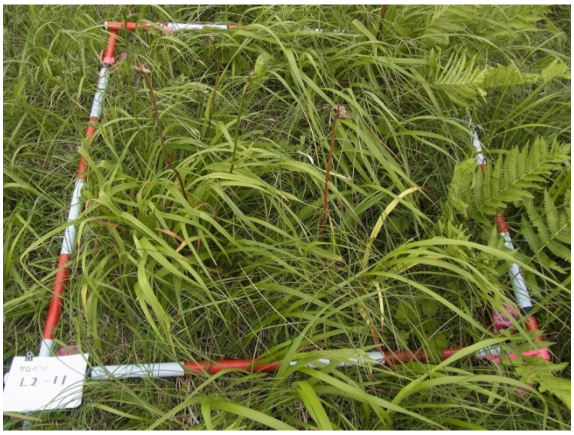
ライン 2 の方形区 7

ライン 2 の方形区 8

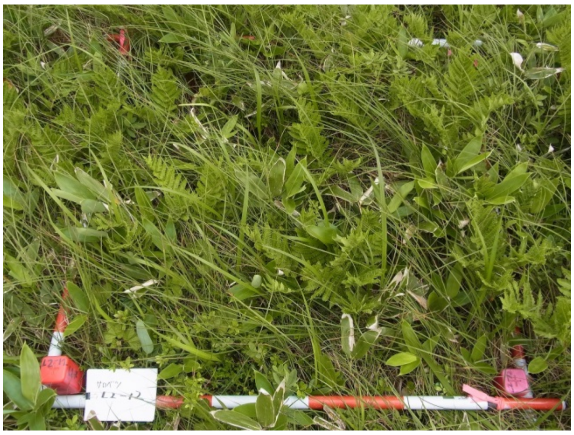


ライン 2 の方形区 9


ライン 2 の方形区 10



ライン 2 の方形区 11


ライン 2 の方形区 12

ライン 2 の方形区 13


ライン 2 の方形区 14

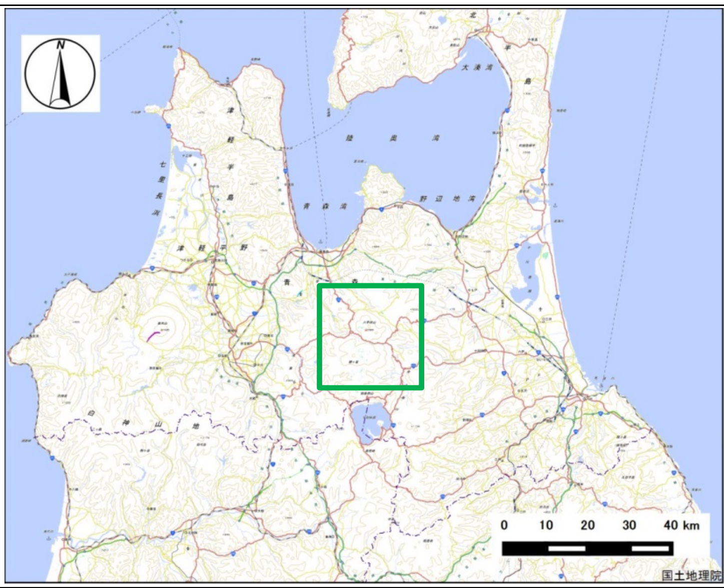
確認された植物種

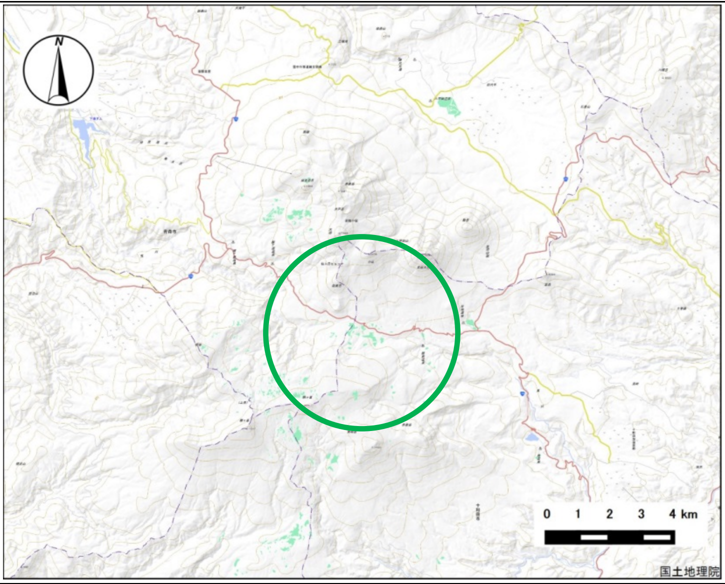
	
タチギボウシ	ミズゴケ

表. ライントランセクト調査で確認された植物種の被度

調査ライン	ライン1															ライン2													
方形区番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
自然高(cm)	60	70	49	55	40	41	45	50	38	48	40	46	32	37	30	46	35	40	43	36	35	43	45	52	70	50	54	50	67
植被率(%)草本層	98	98	95	95	85	95	90	95	95	75	75	75	60	70	70	95	80	90	80	60	75	75	90	90	95	90	85	95	95
植被率(%)コケ層	0	0	0	0	3	0	2	+	0	4	50	95	90	95	98	0	70	50	60	90	70	80	1	0	0	0	4	0	0
出現種数	10	8	14	13	17	15	17	15	6	17	18	10	14	18	14	12	21	15	20	16	20	18	16	6	7	10	13	13	10
草本層																													
ヤマドリゼンマイ					1			8											+							15	30	5	10
ニッコウシダ																												1	
ヒメシダ				+	+	1																							
(タチ)マンネンスギ			+	1		2	3	3									1		+	1	1								1
モウセンゴケ							+			+	+	+	+	2	+		+	+	+	+	+	+	+						
コガネギク										+	+			1	+				+										
ミツバオウレン	+		+	+	+	+	+	+												+	+	1						2	+
コツマトリソウ														+	1	+	+		+		+						+		
ツマトリソウ		+								+													+		+	+			
ガンコウラン							3	4	30	8	30	30	10	3	5	7	5	25	30	25	5	40	4			5		2	
カラフトイソツツジ	5		15	3	5	15	8	5		+	10		20				3	20	3	3	10	10	20					20	
ツルコケモモ			2	1	1	+	10	1	10	2	3	10	2	5	5	15	10	5	10	5	25	3	3	60	10	30	20	2	3
ヒメシャクナゲ			1		+	+	+		+	1	1		10	+	1		10	1	5	5	2	2							
ホロムイツツジ			3	1	1	5	4	15	30	10	8	10	3	+	+		+	15		15		5	8		3		2		
ハイイヌツゲ	20	4	5	10	5	40	5									10	10				10	5	+				15	5	20
ノリウツギ		5																											
ナガボノシロワレモコウ	1				+			2		+					1	1	+		2				1	1					
ホロムイイチゴ											20			1	5	2					2	+	3	15	15	8	5		
ヤチヤナギ	3		15	15	20	10	15	20	25	8	3	+	5	5		10	+	5	2				+	10	20	7	10	25	5
エゾリンドウ	1																												
ホロムイリンドウ														+															
ホロムイソウ																	+	+	+	+	+	+							
チマキザサ	80	85	60	70	40	60	40	70								75	30	25	40	25	15	7	60				30	75	75
ヌマガヤ	25	20	30	40	20	10	15	+		40	25			5	7	3	+	1	2	+	5		3	30	60	20	5	3	20
ホロムイスゲ			5			5	30	30	40	15	3	40	25	20	20	25	10	10	20	3	10	5	30	40	20	30	20	25	50
ミカヅキグサ														3															
ワタスゲ	r	1	5	3	15	3	+			1	1	2	+			+	7	5	5	15	10	5						2	
ノハナショウブ		+																											
ショウジョウバカマ		1	1	5	3	2																							
ゼンテイカ	1		3	3	5	+	5	8		10						4	3		+	1		+	3			25	+	2	1
タチギボウシ								2		+	4		+	40	40		2		3		2	+				+			
トキソウ											+																		
コケ層																													
イボミズゴケ					1		+			4	35	3	30	80	60		10	15	40	20	10	+	1				4		
ウスベニミズゴケ													2	2															
サンカクミズゴケ								+																					
スギバミズゴケ					2						+										+								
チャミズゴケ											5	15	10	5			+	25			40	75	+				r		
ムラサキミズゴケ							2			+	10	80	50	10	40		60	10	20	70	20	5							

（2）八甲田山湿原サイト

サイト名	八甲田山湿原（青森県十和田市）	サイトコード	MMHKD
国土区分	区分 4：本州中北部日本海側区域		
緯度・経度	40.6483 N；140.8508 E（WGS84） （本調査サイトの任意の代表地点として、調査地近傍にある「東北大学八甲田山植物実験所」の位置を示している）		
調査年月日	植生：2014 年 8 月 23 日（写真撮影：9 月 15 日に実施） 物理環境：2014 年 6 月 28 日（設置）、2014 年 10 月 15 日（回収）		
サイト代表者	佐々木雄大（東京大学大学院新領域創成科学研究科）		
調査者	植生：佐々木雄大（東京大学大学院新領域創成科学研究科）、神山千穂（国際連合大学・サステイナビリティと平和研究所） 物理環境：佐々木雄大（東京大学大学院新領域創成科学研究科）、神山千穂（国際連合大学・サステイナビリティと平和研究所）、横井謙一（日本国際湿地保全連合）		
環境の概要	八甲田山湿原サイトは、青森県南部に位置する八甲田山周辺に形成される小規模な湿原が多数散在する湿地群である。八甲田山系の湿原は、過去の火山活動や積雪の影響で成立した湿原であり、低標高域から高標高域まで空間的に多くの湿原が点在しているのが特徴である。 調査サイトは、青森から十和田湖に至る道路（国道 103 号線）の中でもっとも標高の高い傘松峠に隣接し、硫黄岳（標高 1360 m）及び石倉岳（標高 1202 m）の南部に位置する。調査地の西には猿倉沢が流れ、奥入瀬渓流の源流の一部をなす。冬季には気温は氷点下になり、積雪深は 4 m を超える。年間平均降水量（1990～2009 年）は、1300～2300 mm の範囲で変動する。 湿原植生調査の調査ラインは、傾斜の上部と下部にそれぞれ 3 本ずつ、計 6 本設定し、20～30 m の各ラインにそれぞれ 5 個の方形区を設置している。物理環境調査の機器類は、傾斜の下部に設定した調査ライン近傍に設置しているが、水位計のみ上部にも設置している。		
広域地図			

詳細地図	
植生の概要	調査サイトの土壌は泥炭である。調査サイトに優占する植物種は湿原内の局所的な環境要因によって多少変化するが、概ねヌマガヤ、ワタスゲ等の湿生草本が優占している（Sasaki et al. 2013）。八甲田山の山地湿原植生は、基本的にはミヤマイヌノハナヒゲ―ワタスゲ―ミズゴケ群落が多い。
植生の状況	**【調査ライン上の植生の状況】** 今回の調査では計 35 種が記録され（2009 年は 34 種、2011 年は 32 種）、本サイトでこれまでに確認された種数の合計は 39 種となった。今回の調査で初めて記録された種はミカヅキグサ、ミツガシワ、ミネカエデの 3 種であった。一方、過去 2 回の調査で記録されていたオゼニガナやミズギク等 4 種は今回確認されなかった。 多数の黄色い花を穂状につけるオオアキノキリンソウは、2009 年の調査では 9 個の方形区で記録され、2011 年の調査では記録されなかったが、今回の調査では 9 個の方形区で確認された。また、白く可憐な花をつけるウメバチソウは全ての調査ラインで確認された。
	【調査サイト周辺の状況】 過去 2 回の調査時と比べ、湿原の入り口付近でヨシの生育が目立っており、湿原植生に若干の変化が認められた。このような変化の追跡及びその原因の検証のため、今後も注意深くモニタリングしていく必要がある。
物理環境の状況	測定期間中の日平均気温は、最低値が-10.8℃、最高値が 22.2℃、平均値が 5.8℃であった。5 cm 深の日平均地温は、最低値が 0.4℃、最高値が 21.8℃、平均値が 7.7℃であった。50 cm 深の日平均地温は、最低値が 0.7℃、最高値が 18.0℃、平均値が 7.6℃であった。

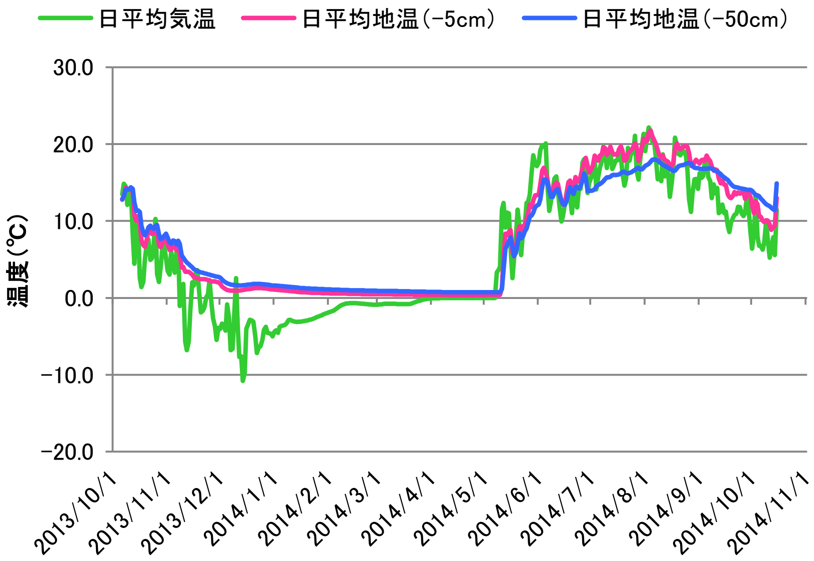


図. 日平均温度の変化.

測定期間中の日平均水位（地表面からの深さ）は、湿原上部では最低値が約-0.38 m、最高値が約-0.23 m、湿原下部では最低値が約-0.35 m、最高値が約-0.02 m であった。

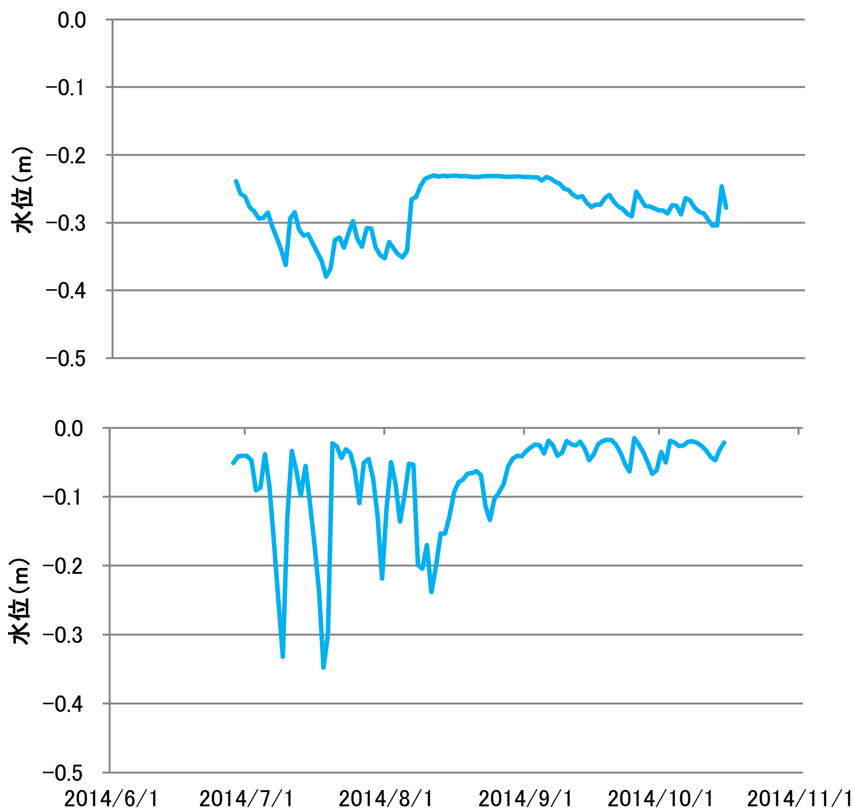


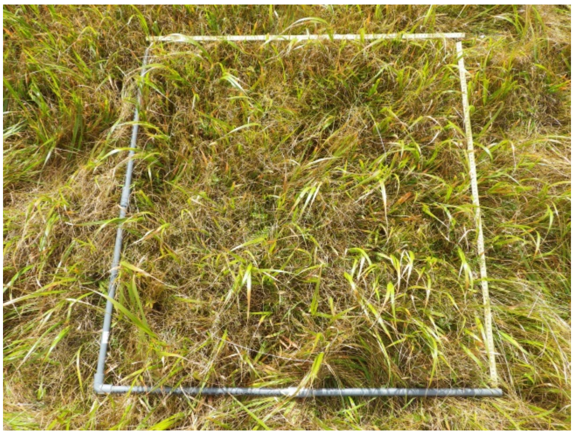
図. 日平均水位の変化. 水位は地表面(0 m)からの深さで示す. 上:湿原上部, 下:湿原下部.

その他の特記事項	【参考文献】 Sasaki T, Katabuchi M, Kamiyama C, Shimazaki M, Nakashizuka T, Hikosaka K (2013) Variations in species composition of moorland plant communities along environmental gradients within a subalpine zone in northern Japan. Wetlands, 33:269-277

景観

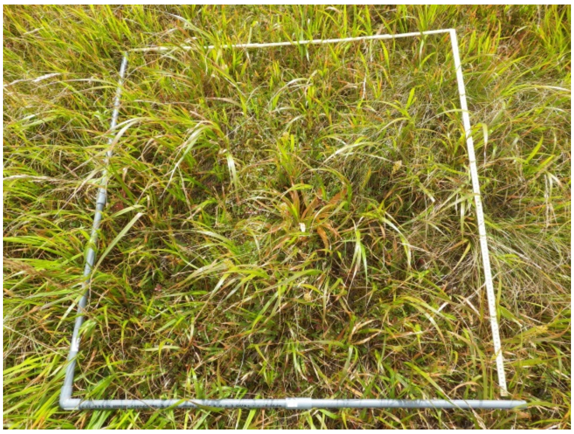
	
調査地全体の景観	ライン 2 付近の景観

方形区

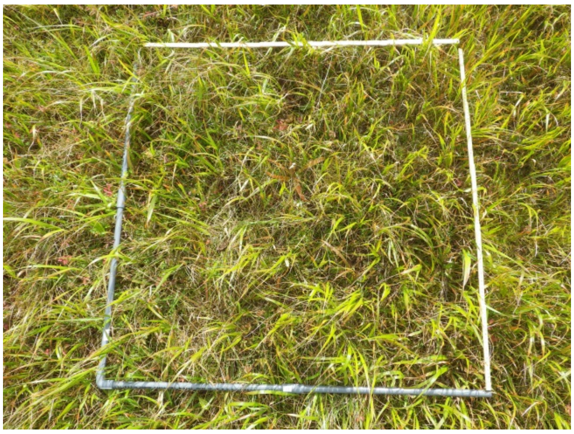


ライン 1 の方形区 1

ライン 1 の方形区 2

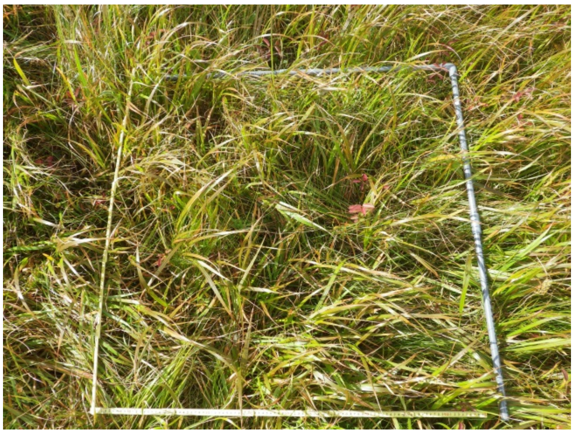


ライン 1 の方形区 3



ライン 1 の方形区 4

ライン 1 の方形区 5


ライン 2 の方形区 1

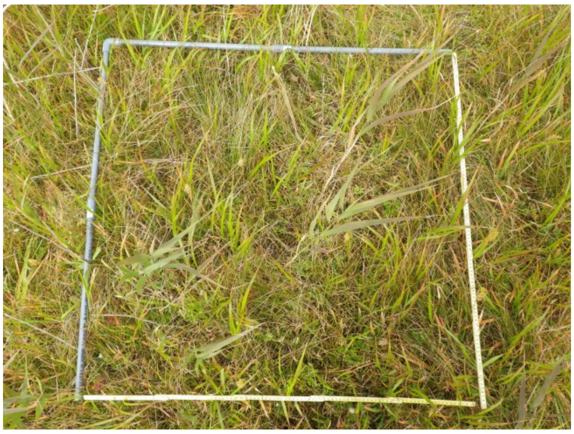

ライン 2 の方形区 2


ライン 2 の方形区 3


ライン 2 の方形区 4


ライン 2 の方形区 5

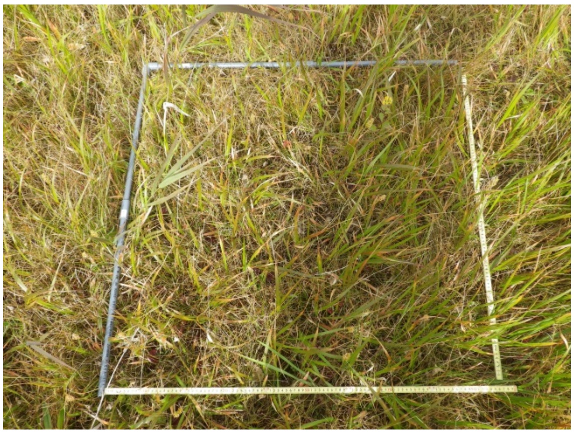
ライン 3 の方形区 1



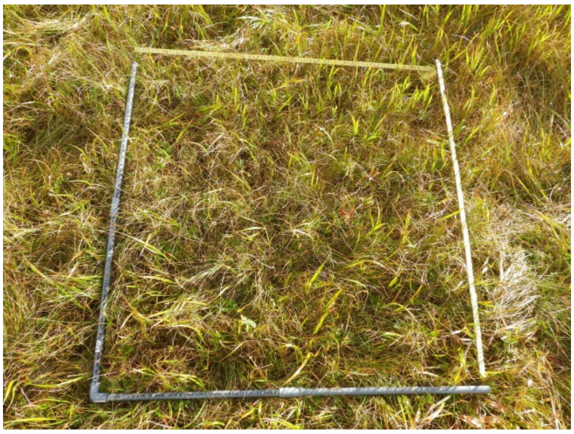
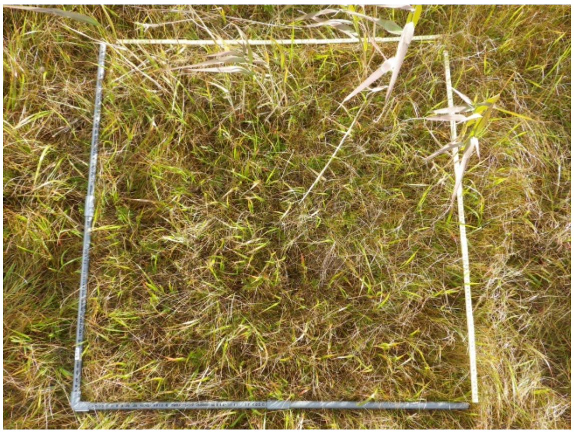
ライン 3 の方形区 2

ライン 3 の方形区 3

ライン 3 の方形区 4



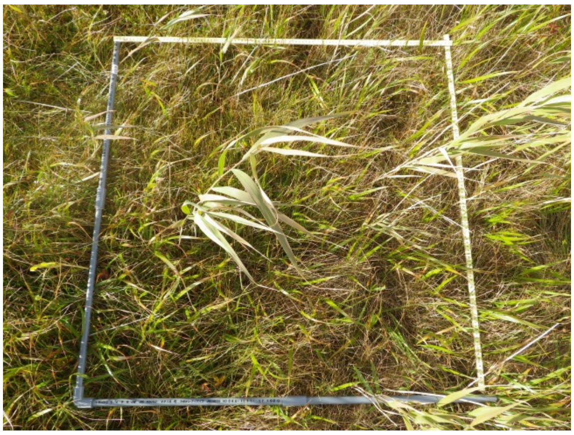
ライン 3 の方形区 5

<table>
<tr><td>
ライン 4 の方形区 1</td><td>
ライン 4 の方形区 2</td></tr>
<tr><td>
ライン 4 の方形区 3</td><td>
ライン 4 の方形区 4</td></tr>
<tr><td>
ライン 4 の方形区 5</td><td></td></tr>
</table>

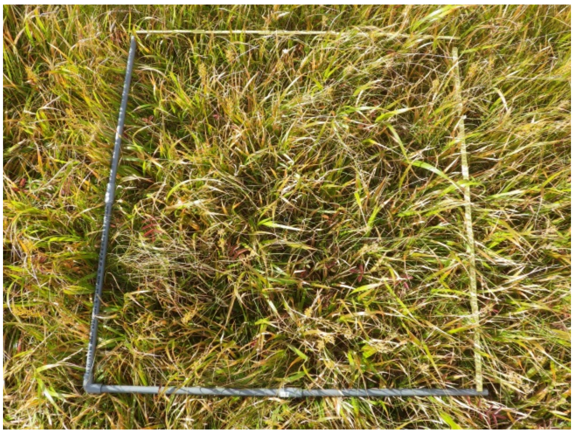

ライン 5 の方形区 1


ライン 5 の方形区 2

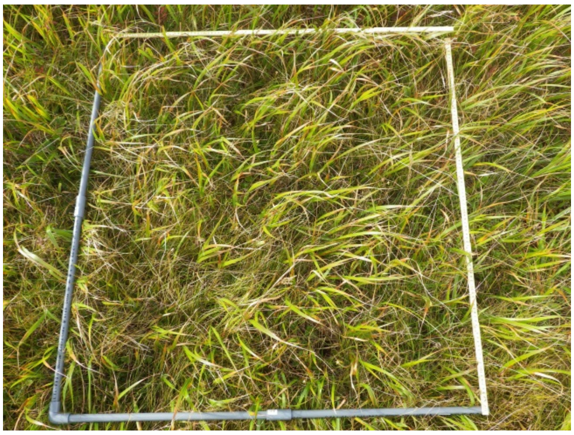

ライン 5 の方形区 3

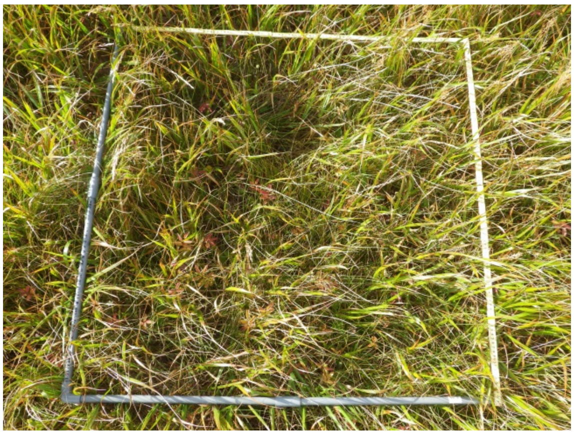

ライン 5 の方形区 4


ライン 5 の方形区 5


ライン 6 の方形区 1


ライン 6 の方形区 2


ライン 6 の方形区 3


ライン 6 の方形区 4


ライン 6 の方形区 5

確認された植物種

 多数の黄色い花を穂状につける オオアキノキリンソウ	 2 cm 程の可憐な白い花をつけるウメバチソウ
 草本層の植生	 コケ層の植生

表. ライントランセクト調査で確認された植物種の被度

調査ライン	ライン1					ライン2					ライン3					ライン4					ライン5					ライン6				
方形区番号	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
自然高(cm)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
植被率(%)草本層	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
植被率(%)コケ層	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
出現種数	11	12	13	13	14	15	14	13	13	13	12	16	17	16	19	11	12	13	12	11	15	16	16	11	12	13	12	13	15	15
草本層																														
スギナ																														0.5
マンネンスギ																											2	1.5	1	
イワカガミ												3	4	0.1	3															
モウセンゴケ	1	1	1	2.5	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	3	3	2	1	5	2	1	0.5	2.5	0.5	1	1	1	1	1	0.5
オオアキノキリンソウ			0.1										7.5		1						3	2	1			1			0.5	2
トウゲブキ										3																				
ミツバオウレン						2.5	3				0.1	0.5	5	1.5	1						1	1	1			20	5	15	20	5
ツマトリソウ	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2	2	0.5	3		1	1	1	0.5	1			0.1	0.1	0.1	0.5	0.1			0.2	0.1	0.5	0.5	0.1	0.5
イソツツジ																						2	2.5							
ツルコケモモ	1	1	1	1	1	1	2	2	1		2	3	3	0.5	2	2	2	3	1.5	2	2	10	2.5	1	2	2	2	1	2	1
イワオトギリ						0.5				2																				
イワイチョウ	5			0.5	3		7	5	2	5	5	2		0.5	2														0.1	
ミツガシワ						0.5																								
チングルマ	5	7	10	2.5	4			10	1.5	5	5	10	2	5	1	25	20	6	20	20	15	30	5	15	3		25		2	
ナガボノシロワレモコウ	1.5	1	1	2.5	10	2	10	7	2		1	5	1	2	2	3		0.5	0.5	2	2	0.5	1.5	3	2	4	2	1	3	0.2
ウメバチソウ		0.1	0.1	0.1	0.1		1			0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	1	0.5	0.1	0.5	1	1	1	1	1
ミネカエデ																							0.1						0.1	
ミヤマホソコウガイゼキショウ				2										1.5				0.1			0.1									
ホロムイソウ																3	2	2	3	3		2		4	5					
ヌマガヤ	10	30	40	60	20	70	65	65	70	75	80	12	15	20	15	10	20	25	5	12	35	7.5	15	3	5	10	10	40	60	80
ヨシ												5	5	1	2		3	10	1		5	0.5	7.5	5	5					5
カワズスゲ		5	2.5	2	5	5	1	2.5	5	25					5						2									
ショウジョウスゲ									1	5																				
ホロムイスゲ								5																						
ミカヅキグサ																														15
ミタケスゲ										2																				
ミヤマイヌノハナヒゲ	50	15	15	5	25				10		20	10	7	25	15	10	30	30	40	15	10	20	25	60	25	10	50	20	20	3
ワタスゲ						20	20	2.5	1.5			20	7	10	15	30	10	3	4	30	25	12	2	3	5	30	10	5	3	4
ミズバショウ					6																									
キンコウカ	5	15	40	5	3	4	7	20	4	3	3	5	20	10	15	2	2									15				
ショウジョウバカマ						5	3	4					1.5		1								1							
タチギボウシ						2.5	3																			1.5		1		
ネバリノギラン	2	0.5	1.5		4	1.5				4.5			3		4		1					2						1.5		2
コバノトンボソウ												0.5											0.5							
コケ層																														
ミズゴケ	0.5	1	3	10	1	1	2	3	3	2	10	3	1.5	2	3	5	10	5	5	10	3	20	3	15	2	2	1	1	3	1

参考資料

重要生態系監視地域モニタリング推進事業（モニタリングサイト 1000）

モニタリングサイト 1000 陸水域調査 湖沼調査マニュアル

第 5 版

（2013 年 3 月）

環境省 自然環境局 生物多様性センター
特定非営利活動法人 日本国際湿地保全連合

目次

Ⅰ．プランクトン調査

　プランクトンは多くの水生生物の餌生物として機能し、水域の汚濁度などの指標としてもよく利用される。本調査では、植物プランクトン量の指標となるクロロフィル *a* 量の測定、有機物・元素分析用試料作成および動植物プランクトン標本（定性試料）を作成するための採水を行うとともに、物理環境情報としての透明度、水温の測定を行う。

1. 調査必要人員

　調査者 1 名、操船者 1 名の 2 名を基本体制とする。操船者は作業中の調査者の安全確保に努めること。調査にあたっては、安全面に配慮して救命胴衣を着用すること。

2. 調査時期と場所

　調査は原則として 8 月に実施する。調査地点について、公共用水域水質調査が複数箇所で行われている場合は、原則としてその複数個所のうち湖沼最深部の地点で試料水を採取（以下、「採水」と呼ぶ）する。

　湖沼の形態によっては、必ずしも最深部である必要はなく、湖岸から離れた湖央部としてもよい。調査地点は、あらかじめ湖沼図や国土地理院の地図閲覧サービス（http://watchizu.gsi.go.jp/）で緯度経度を調べて GPS に登録しておく。

　調査に船を用いるのが困難な場合は、湖上に張り出した桟橋などから調査を行う。

3. 現場での測定

1）調査項目

　現場での調査項目は、透明度と水温、水色とする。その他に、調査地点なども記録しておく。

2）調査資材（用意するもの）

- ボート（公共用水域の調査と連携しない場合）：水深が浅い場所にも入れるよう、小型のものが良い。対象の湖沼が広い場合は船外機付きのものが必要であるが、そうでない場合は手漕ぎでも良い。
- 救命胴衣：万が一、船から転落時に命を守るため、乗船時には必ず着用のこと。
- 調査票：事前に耐水紙にコピーしておくことが望ましい。記入の際、ボールペンでは水滴が付くと滲むため、鉛筆を用いること。
- デジタルカメラ：調査地の景観、調査風景、透明度板の写真を撮影する。
- 透明度板：直径 30 cm の白色の円盤に、おもりとロープを付けたもの。ロープには 1 m、50 cm、10 cm 程度毎に印がつけてあると便利である。なお、浸水・乾燥を繰り返したロープは収縮する。そのため、ロープを新調した場合には、一度浸水・乾燥させたのちに油性マジックで目盛りを入れること。繰り返し使用する場合には、事前に目盛をチェックする

必要がある。

- 温度計：サーミスタ温度計
- メジャー：数メートル程度で良い。ロープに目盛りを入れるため、JIS 規格であること。
- 色見本：社団法人日本塗料工業会「2011 年度 F 版塗料用標準色（ポケット版）」。水色を数値化する。
- GPS：透明なビニール袋などに入れて防水しておく。

3）調査手順

①周辺状況の記録

野帳に調査日時、調査者氏名、調査地点、当日の天候（天気、雲量、風向、風速（強弱）など）を記入する。次に、調査地点および湖沼全体の様子（水の色、波の有無、浮遊物の有無・種類、漁船・レジャーボートの活動状況、野鳥・水生植物の有無・種類など）を記入する。

②透明度

透明度板（写真 1）を湖沼に沈め、円盤の白色と水の色との区別がつかなくなる水深を透明度と呼ぶ。いったん見えなくなるまで透明度板を沈めたあと、ゆっくりと引き上げて円盤（の白い色）が見え始めた深さと、もう一度沈めて円盤が見えなくなる深さの中間のロープの位置で判定する。水面での光の反射があると円盤が見にくくなるため、船や観測者自身の影になるところで観測する。


写真 1

ロープに 1 cm 刻みで目盛りが付いていれば、そのまま透明度を読み取ることができる。目盛りが付いていない場合、10 cm、50 cm、1 m、5 m 毎に異なる印の目盛りを付けておき、10 cm 単位まで読み取る。測定した透明度を記録する際の単位は m を用い、小数点以下第一位までを調査票に記録する。

湖水の様子を記録するため、船上から透明度板を輪郭が写る水深まで沈めて撮影し、その水深を記録する。これに加えて、透明度板との対比で水色の違いを比較するため、水面上の日陰で透明度板を半分入れた写真（ホワイトバランス補正が可能な写真）を撮影しておくとよい。

③水温

水温は、サーミスタ温度計で測定する。

センサー部と表示部の間のコードが短い機種を用いる場合や、橋の上などから観測する場合などは、温度計のセンサー部を直接湖水に浸して測定することが難しい。その場合は、バケツなどで湖水を汲んでその中に温度計を浸し、温度が安定してから数値を読み取り記録する。ただし、外気温の影響を受けるため、多めの水を汲むこととし、読み取り作業も速やかに行う。

防水型のセンサー部が長いコードで接続されている機種などがあり、深い水深の温度を測定することが可能な場合には、水深ごとに深層までの水温を測定する。測定したい水深までセンサーを沈め、温度表示が一定になったら数値を読み取り、水深とともに調査票に記録する。

単位は℃を用い、小数点以下第一位までを調査票に記録する。また、調査票には温度計の型番とメーカー名も記入しておくこと。

なお、深い湖沼では、季節（夏と冬）によっては、鉛直方向に水温の顕著な変化が見られる。

とくに温度変化の大きいところを水温躍層とよび、この層の上下で生物過程が大きく変化することから、この層付近の温度分布を知ることの意味は大きい。水深 1 m あたり数度の温度変化に及ぶこともある。

④水色の測定

水色を数値化して記録するために色見本を用いて、マンセル・カラー・システム*のマンセル値を記録する。マンセル・カラー・システムでは、色を色相・明度・彩度で表示する。色相は R（赤）、YR（黄赤）、Y（黄）、GY（黄緑）、G（緑）、BG（青緑）、B（青）、PB（紫青）、P（紫）、RP（赤紫）で表す。本調査では GY、G、BG に該当する色の場合が多い。

*色を定量的に表す体系の 1 つ

4. クロロフィル *a* 量および有機物・元素分析用試料の採水と前処理

1）採水

調査資材（用意するもの）

- 採水器：表層はバケツや目盛付き手付きビーカー（5 L 程度、写真 2）、それ以外の深さではバンドン採水器（写真 3）、ニスキン採水器（写真 4）など。採水器にはロープをつけること。
- ポリ容器：透明度の低い湖沼は 500 ml 容ポリビン×2 本または 1 L 容ポリビン×1 本、透明度の高い湖沼は 5 L 容ポリタンク×1 本：クロロフィル *a* 量測定用。複数の水深で採水する場合は、ポリビンは水深ごとに必要な本数を用意する。
- 保冷バックおよび保冷剤


写真 2

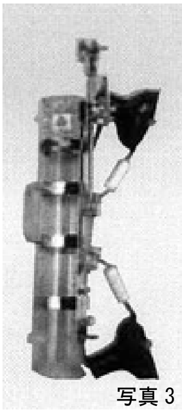


写真 3
©離合社

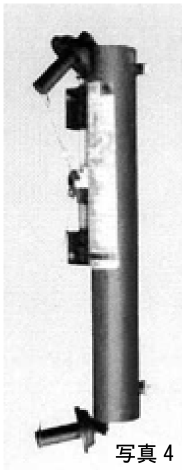


写真 4

採水手順

公共用水域水質調査の担当機関に調査を依頼できる場合は、公共用水域水質調査と同じ手法により採水する。公共用水域水質調査ですでにデータが取得されている場合は、そのデータを借用してもよい。

担当機関と連携が難しい場合や公共用水域水質調査が行われていない湖沼の場合は、バケツやプラスチック製の手付きビーカーなどの適当な容器で、水深 20 cm 程度までの表層水を採水する。

表層に木の葉やゴミなどが浮遊している場所は避け、採水容器に入った場合には取り除く。また、植物プランクトンのアオコが発生しているときは、湖面全体の平均的な分布状態の表層水を採水する。

採水量の目安として、透明度が 1 m 以下の場合には、500 ml ポリビンに 2 本（または 1000 ml 容ポリビン 1 本）、透明度がそれ以上の場合は、5 L 容ポリタンクに採水する。これら容器は、あらかじめ少量（50～100 ml）の試料水で 2～3 度共洗いしておくこと。試料水は保冷剤を入れ

た保冷バックなどで冷やして持ち帰る。

なお、水温躍層が形成され、最深部あるいは湖央での採水が可能な「深い湖沼」である場合には、可能であれば「表層」、「水温躍層の上部」、「水温躍層の下部」、「湖底直上（湖底から 50 cm 上）」の 4 層から湖水を採水する。これら 4 層の間の深度でも採水できればなおよい。表層はバケツで採水し、それ以外の層は、バンドン採水器やニスキン採水器などの採水器を用いる。これらの用具を初めて使用する場合には、専門家による講習（デモンストレーション）が必要である。採水器を支えるロープに、透明度板と同様に目盛りを記しておけば、採水水深が分かる。用いた採水器と採水した水深を、調査票に記録しておく。容器には、試料識別のために、番号や採水した水深などを明記しておく。

※ クロロフィル *a* の調査は水質調査機関の実施と同所的かつ同期的に実施するのは必須で、プランクトン調査は同所的かつ同期的に実施することが望ましい。クロロフィル *a* の調査については、次の 3 つの場合が想定され、事前に担当するサイトがどのケースに該当するか確認しておく。

- すでに水質調査が実施されている→上述のとおり。
- 試料水を濾過できるが、測定できない→試料水を濾過したフィルターを遮光・冷凍して速やかに分析機関（例：国立環境研究所）に送付する。
- 試料水を濾過できない→試料水を冷蔵して速やかに分析機関（例：国立環境研究所）に送付する。

2）室内作業

調査資材（用意するもの）

- 濾過器システム（減圧濾過用フィルターホルダー＋濾過ビン、写真 5）
- 減圧ポンプ＋耐圧チューブ（濾過ビンとの連結用、吸引しても径がつぶれないもの、写真 6）
- メスシリンダー：250 ml、500 ml、1000 ml など複数（写真 7）。
- 濾紙：径 47 mm のガラス繊維濾紙（Whatman glass fiber filter、type F、GF/F、写真 8）×4 枚
- 先の平たいピンセット（写真 9）
- 10 ml 容ねじ口遠心管×2 本：クロロフィル *a* 抽出用。遠心管は、遠心沈殿管（Iwaki、8084CTF10、10 ml 容、写真 10）を用意する。
- アルミホイル
- 冷凍庫
- 透明の粘着テープ（例：住友スリーエム（3M）スコッチメンディングテープ


写真 5


写真 7


写真 6


写真 8


写真 9


写真 10

作業手順

以下の試料水の処理は、できるだけ速やかに、遅くとも 1 日以内に行うことを原則とする。

① 試料水を静かに撹拌して均一にしてから、メスシリンダーに一定量を量りとる。透明度の高い貧栄養湖の場合は、500 ml から 1000 ml 程度あるいはそれ以上を濾過する必要がある（フィルターに色がつくまで濾過する。2000 ml になる場合もある）が、湖水が緑色または褐色をした富栄養湖の場合は、100 ml から 200 ml 程度で十分である。

② 量り取った試料水を、濾過器システムを用い、径 47 mm のガラス繊維濾紙で、減圧ポンプにより吸引濾過をする。濾紙を濾過面にセットし、その上にファンネルを載せ、クランプで止める。

③ ファンネルに、メスシリンダーから試料水を注ぎ入れる。

④ 減圧ポンプによって濾過器内を陰圧にして、濾過をはじめる。ファンネル内の試料水が少なくなったら、残りの試料水を継ぎ足すと共に、最終的にファネルの内側を蒸留水などで洗い流し、壁面の懸濁物質を全て濾紙上に落とす。濾過が終わったら、クランプを外してファンネルをとる。

⑤ ピンセットを用いて、濾過面が内側になるように濾紙を半分に、そしてさらに同じ向きでもう一度折りたたむ。このとき濾過器内が陰圧になっているとフィルターが剥がしにくいので、ハンド・ポンプのベント・レバーを操作して、空気を入れるとよい。

⑥ 1 試料水につき、この作業を 4 回行い、試料を吸着した濾紙を 4 枚作成する。

⑦ このうち 2 枚は細長く折りたたみ、それぞれを 2 本のねじ口遠心管などの容器に入れ、アルミホイルで包んで遮光し、凍結保存（−20℃以下）する。<u>この試料は、クロロフィル *a* 量の測定に供する</u>。

⑧ また、残りの 2 枚は、乾燥機により 60℃の温風で乾燥させる。乾燥機がない場合は十分風乾させる。乾燥後は、試料面を内側に折りたたみ、それぞれアルミホイルで 2 重に包む。<u>この試料は、有機物や元素分析などに供する</u>。

3）試料の保存と分析機関への送付

遠心管には、湖沼名、地点名、水深、採水日、フィルターで濾過した濾水量を油性ペンで記入したビニールテープ、または鉛筆で記入した防水紙を付す（記入例 :「1 - Shinji-ko、湖心、0.2 m、2008.08.15、500 ml」）。その際には、透明の粘着テープを上から幾重かに巻き付けて記載面を保護する。油性ペンでガラス瓶に直接書くと、アルミとの摩擦や冷凍により、情報が消えてしまうことがあるため絶対にしないこと。

凍結試料は、適当な時期に、調査団体（取りまとめ機関）に着払いで冷凍輸送する。その際、上記情報を別紙にタイプし、同封すること。クロロフィル *a* の抽出に有機溶媒を用いるため、作業中に情報が消えてしまうことがあるためである。また、輸送に際しては、梱包材を十分巻くなど、運送中の破損による試料の喪失を可能な限り防ぐこと。なお、送付は、ある程度まとめてからで構わない。

すでに独自でクロロフィル *a* 量の測定を実施している場合は、その機関の手法を踏襲する。クロロフィル *a* 量のデータは調査団体に提供する。

また、有機物・元素分析用試料を包んだアルミホイルには、湖沼名、地点名、水深、採水日、フィルターで濾過した濾水量を、油性ペンで直接記入する。乾燥後、試料はデシケータ内で保管

し、適当な時期に調査団体に常温輸送する。その際、上記情報を別紙にタイプし、同封すること。なお、送付は、ある程度まとめてからで構わない。

この試料は、有機物や元素分析などに供するものとして、長期保存する

5. 植物プランクトンの採集と固定

1）採集

調査資材（用意するもの）

- 250 ml または 1 L 容広口ポリビン×3 本*:植物プランクトン保存用、計数用、写真撮影用。複数の水深で採水する場合、ポリビンは水深ごとに必要な本数を用意する。
- 保冷バックおよび保冷剤

*用途に適した最低限の採水量が確保できない場合は、ポリビンの本数を増やして対応する（例：伊豆沼サイトは各 2 本)。廃液が生じる場合には、ホルマリン等の固定液量は最小となるよう十分留意すること。

採水および固定手順

試水は、クロロフィル *a* 量分析用の水を取り分けるか、それと同様の方法で採水する。ポリビンは、あらかじめ少量（50～100 ml）の試料水で 2～3 度共洗いしておくこと。試料は、涼しい環境下で直ちに実験室に持ち帰る。なお、保存用以外の試料は採水後、直ちに分析機関等に適した条件で輸送する。

2）室内作業

調査資材（用意するもの）

- 中性ホルマリン：ホルマリン（30 %ホルムアルデヒド溶液）にホウ砂（四ホウ酸ナトリウム）を加え、飽和状態になるまで溶かしたもの。植物プランクトン固定用とする。
- メスシリンダー
- 駒込ピペット（5 または 10 ml、シリコンニップル付き）：中性ホルマリン用。
- 20 ml 容褐色バイアル瓶（写真 11）＋ブチルゴム栓＋アルミ栓のセット×2 本：植物プランクトン保存用。
- クリッパー：上記バイアル瓶をアルミ栓で密栓するための締め機（写真 12）
- 透明の粘着テープ(例:住友スリーエム(3M)スコッチメンディングテープ)

※使用するバイアル瓶は事務局で準備し担当者に送付する。また、瓶の本数や密栓方法については事務局で調整の上、担当者に連絡する。


写真 11

©東静容器


写真 12

濃縮手順

標本は、定性的な情報を将来的に得ることを目的として作製する。標準的な作製手順は以下のとおりとする。

① 採水した試料をメスシリンダーに注ぎ、一昼夜冷暗所にて静置し、プランクトンを沈降させる。その際、あらかじめ固定液を入れずに自然沈降させることを基本とする。
② その後、上部の水を捨て、沈殿物をバイアル瓶に集める。また、アオコや一部のミドリムシの仲間など表面に浮いた藻類についても、これらをピペットなどで集め、加える。
③ 最終的にホルマリン濃度 5 %の試料になるように、適宜試料に添加する。試料は指定された方法で保管する。

3）試料の保存と保存機関への送付

褐色バイアル瓶には、湖沼名、地点名、採水水深、採集日、濃縮率、採集者名を記入したビニールテープ、または鉛筆で記入した防水紙を透明の粘着テープでとめ、ラベルする。ラベルは、事務局が提供するものを用いて鉛筆で記載し、透明の粘着テープで標本瓶に貼り付ける。

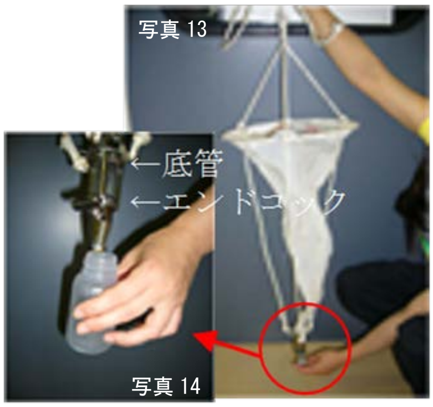
試料は、適当な時期に、調査団体に着払いにて常温で送付する。その際、上記情報を別紙にタイプし、同封する。また、送付に際しては、梱包材を十分巻くなど、運送中の破損による試料の喪失を可能な限り防ぐ。なお、送付は、ある程度まとめてからで構わない。

6. 動物プランクトンの採集と固定

1）採集

調査資材（用意するもの）

- プランクトンネット：目合い 100 µm（NXX13、Cat. No. 5511、離合社、東京）、口径 30 cm、側長 100 cm。ロープが必要。動物プランクトン採集用（写真 13）。
- 250 ml 容広口ポリビン×2 本：動物プランクトン固定用とする。
- シュガーホルマリン：ホルマリン（30 %ホルムアルデヒド溶液）100 ml に蒸留水 100 ml を加え、砂糖（グラニュー糖）100 g を溶かしたもの。40～50℃程度には加熱して溶かしてもよい。動物プランクトン種組成分析用とする。



- エタノール（99.5 %以上）：動物プランクトン DNA 試料用とする。
- 駒込ピペット（5 または 10 ml、シリコンニップル付き）×2 本：ホルマリン用とエタノール用。

あると便利な機材

- プランクトンネット用フローメーター
- 測深器（HONDEX PS-7、本多電子、豊橋）

※使用するバイアル瓶は事務局で準備し担当者に送付する。また、瓶の本数や密栓方法については事務局で調整の上、担当者に連絡する。

採集および固定手順

① 底管のエンドコック（写真 14）が閉まっていることを確認してから、ロープを付けたプラ

ンクトンネットを、湖底の約 1 m 上（測深器があれば便利）まで下ろす。この水深は、単位は m を用い、小数点以下第二位までを調査票に記録する。

② 毎秒 1 m の速さでロープを引き上げ、ネット上に捕捉された動物プランクトンを底管に集める。

③ エンドコックを開けて 250 ml 容広口ポリビンに移したあと、一旦エンドコックを閉める。

④ 湖水が開口部から入り込まぬように、ネットを水面で上下させてネットの側面についた生物体を洗い落とす作業を 2 回行い、最終的にネット壁面の全個体をポリビンに集める。

⑤ 試料 100 ml につき 5 ml のシュガーホルマリンを駒込ピペットで加えて攪拌する。本試料は、<u>動物プランクトン種組成分析用試料</u>とする。

⑥ エンドコックを開けたまま、先に示した洗いを 3 回ほど行ったあと、上記と全く同じ手順で動物プランクトンの 2 本目の採集を実施する。なお、2 本目の固定は、試料 100 ml につきエタノール 100 ml を入れる。本試料は、<u>動物プランクトン DNA 分析用試料</u>とする。

⑦ これらはいずれも涼しい環境下で実験室に持ち帰る。

なお、動物プランクトンの量が少ない場合は、ネットの洗い操作で加える水の量を少なくするか、鉛直曳きを 2〜5 回程度繰り返す（回数または総延長を記録する）。

<u>※複数のサイトで同一のプランクトンネットを使用する場合は、使用後に水道水でよく洗浄して、十分に乾燥させてから次のサイトでの使用をすること。</u>

2）室内作業

調査資材（用意するもの）

- 20 ml 容褐色スクリューバイアル瓶×1 本：あらかじめ瓶のみの重量を測定しておく。動物プランクトン種組成分析用とする（写真 15）。
- 20 ml 容褐色バイアル瓶＋ブチルゴム栓＋アルミ栓のセット×2〜3 本：動物プランクトン DNA 保存用とする。
- クリッパー：上記バイアル瓶をアルミ栓で密栓するための締め機
- ラベル
- 透明の粘着テープ（例：住友スリーエム（3M）スコッチメンディングテープ）
- パラフィルム
- 冷凍庫

濃縮手順

種組成分析用試料（シュガーホルマリン固定）

① 試料を、室内で一日静沈させる。その間、2 回程度、ポリビンをヨコに回して、壁面の付着物を落とすようにする。

② その後、駒込ピペットで可能な限り上澄みを取り除く。あらかじめ瓶のみの重量（mg）を測った 20 ml 容褐色スクリューバイアル瓶に、残った動物プランクトンを可能な限り全て移す。元のポリビンは少量の蒸留水または捨てずにとっておいた上澄みで洗い、それもスクリューバイアル瓶に移す。

③ この試料の入った瓶の重量（g；小数点以下第二位まで記入）を測定し、試料容量を調査票に記録しておく。スクリューキャップを締め、必要事項をラベルし、計数まで暗所保存する。蓋をする場合は、密閉性を高めるために、蓋周辺に異物が付着しないよう拭き取ってから栓をして、蓋をパラフィルムで包む。

DNA 保存用試料（エタノール固定）

① 試料を、室内で 1 時間程度静沈させる。その間、2 回程度、ポリビンをヨコに回して、壁面の付着物を落とすようにする。

② その後、駒込ピペットで沈殿した動物プランクトンを捕集しながら 10 ml 採り、20 ml 容バイアル瓶に移す（写真 16）。これを繰り返し、2～3 本作成する。この作業は、ポリビン内の全ての動物プランクトンを移す必要はなく、十分量採れればよい。

③ 20 ml 容バイアル瓶に移した試料を再度 0.5～1 時間静置したあと、駒込ピペットで可能な限り上澄みを取り除く。これにエタノールを加え、全容量が 10 ml 程度にする。

④ この静置→上澄み除去→エタノール添加の作業を 3 回繰り返し、最終的に試料中の水を全てエタノールに置換する。エタノールに置換した本試料をブチルゴム栓およびアルミ栓でクリッパーを用いて封入し、分析まで暗所保存する（写真 17, 18）。


写真 15


写真 16


写真 17


写真 18

3）試料の保存と分析機関への送付

種組成分析用試料の褐色スクリューバイアル瓶には、湖沼名、地点名、採集日、プランクトンネットの目合い、曳網距離（m)、採集容量（m^3；小数点以下第三位まで記入)、採集者名および試料容量（ml＝試料のみの重量（mg；小数点以下第二位まで記入)）をラベルする。ラベルは、事務局が提供するものを用いて鉛筆で記載し、ラベル全体を覆うように透明の粘着テープで標本瓶に貼り付ける。

同様に、DNA 保存用試料のバイアル瓶には、湖沼名、地点名、採集日、プランクトンネットの目合い、曳網距離（m)、採集容量（m^3)、採集者名をラベルする。標本瓶へのラベルの貼付方法は種組成分析用試料の場合と同じ。

両試料は、調査団体に着払いで常温送付する。その際、梱包材を十分巻くなど、運送中の破損による試料の喪失を可能な限り防ぐ。なお、送付は、ある程度まとめてからで構わない。

7. 参考文献

相崎守弘（2003）第 3 章　湖沼調査，第 5 節　水質・底質調査，5-1 水質調査.「地球環境調査

計測事典　第 2 巻　陸域編②」（竹内均（監修）），pp. 157-163. フジテクノシステム，東京.
川幡佳一（2003）第 3 章　湖沼調査，第 7 節　生物密度ならびに現存量調査，7-1-①-3 動物プランクトン.「地球環境調査計測事典　第 2 巻　陸域編②」（竹内均（監修）），pp. 191-194. フジテクノシステム，東京.
西條八束・三田村緒佐武（1995）新編湖沼調査法．230 pp. 講談社，東京.
高村典子（2003）第 3 章　湖沼調査，第 7 節　生物密度ならびに現存量調査，7-1-①-2 植物プランクトン.「地球環境調査計測事典　第 2 巻　陸域編②」（竹内均（監修）），pp. 187-191. フジテクノシステム，東京.

モニタリングサイト 1000 湖沼調査（プランクトン）調査票（No.1）

【現場作業】

大項目	中項目	小項目	記入欄	チェック
現場での測定 □調査器具の事前準備 □調査手法の調査者間での共有 □調査者の安全に配慮 □景観・調査風景の写真撮影 □透明度板の写真撮影	観測日時	________年____月____日　調査開始時刻（　　　）		
	観測者氏名（※）			
	調査地点測定地点	（GPS：WGS84、十進法（○○○.○○○○で記録）		
	当日の天候	天気		
		雲量		
		風向		
		風速（強弱など）		
	調査地点測定地点および湖沼全体の様子	水色（マンセル値）		
		波の有無		
		浮遊物の有無・種類		
		漁船		
		レジャーボートの活動状況		
		野鳥・水生植物の有無・種類		
		その他		
	透明度	______________（m）		
	水温・採水した水深	______________（℃）・______________（m）		
クロロフィル *a*	採水	□共洗い　　□採水器名： □採水水深： □試料水量（実験室）：________（ml）		
植物プランクトン	採集			
動物プランクトン	採集	□メッシュサイズ：100µm (NXX13) □ネット直径：________（cm） □曳網距離：　________（m） □1 回目：湖底 1 m 上から 1 m/s で引きあげ → 固定液 5 ml／試料 100 ml □2 回目：〃エタノール 100 ml／試料 100 ml		
備考				

（※）速報などで氏名・所属が公表されてもよいか各調査者にご確認ください。

モニタリングサイト 1000 湖沼調査（プランクトン）調査票（No.2）

【室内作業】

<table>
<tr><th>項目</th><th colspan="2">手順</th></tr>
<tr><td rowspan="5">クロロフィルa量測定／有機物や元素分析など</td><td colspan="2">□1. 試料水を攪拌→メスシリンダーで一定量を計りとる__________ml
（富栄養湖から採水した試料水＜分量＜貧栄養湖から採水した試料水）</td></tr>
<tr><td colspan="2">□2. 濾過（径 47 mm ガラス繊維濾紙）</td></tr>
<tr><td colspan="2">□3. 1～2 を繰り返す（濾紙 4 枚分）</td></tr>
<tr><td colspan="2">□4. 保存
□1、2 枚目濾紙→ネジロ遠心管*に収容→冷凍（*アルミホイルで遮光）
＝クロロフィルa量測定用
□3、4 枚目濾紙→乾燥（内側に真半分に折りたたみ、くせをつける）
＝有機物や元素分析など</td></tr>
<tr><td colspan="2">□5. 試料の保存（湖沼名、地点名、水深、採水日、濾水量をラベルに記入）</td></tr>
<tr><td rowspan="5">植物 pl.</td><td colspan="2">□1. 一昼夜冷暗所で静置</td></tr>
<tr><td colspan="2">□2. 上澄みを捨て、沈殿物（および表面に浮く植物 pl.）を 20 ml 容褐色バイアル瓶に移す</td></tr>
<tr><td colspan="2">□3. ホルマリン固定（最終濃度 5 %）</td></tr>
<tr><td colspan="2">□4. クリッパーで封入</td></tr>
<tr><td colspan="2">□5. 試料の保存（湖沼名、地点名、採水水深、採集日、濃縮率、採集者名をラベルに記入）</td></tr>
<tr><td rowspan="6">動物 pl.</td><td rowspan="3">種組成分析用
（シュガーホルマリン固定）</td><td>□1. 1 日室温で静置</td></tr>
<tr><td>□2. 上澄みを捨て、20 ml 容褐色スクリューバイアル瓶に保存</td></tr>
<tr><td>□3. 試料の保存（湖沼名、地点名、採集日、目合い NXX13、曳網距離 m、採集容積 m^3、採集者名、試料容量 ml をラベルに記入する）</td></tr>
<tr><td rowspan="3">DNA 分析用
（エタノール固定）</td><td>□1. 1 時間程度室温で静置</td></tr>
<tr><td>□2. 10 ml を採り、20 ml 容褐色バイアル瓶に保存</td></tr>
<tr><td>□3. 試料の保存（湖沼名、地点名、採集日、目合い NXX13、曳網距離 m、採集容積 m^3、採集者名をラベルに記入する）</td></tr>
</table>

Ⅱ．底生動物調査

淡水の底生動物の多くは、浮遊生活をもたず、一生を極めて限られた地域で過ごすため、生息環境の変化に極めて敏感である。そのため、底生動物はしばしば河川や湖沼の環境汚染の指標として用いられてきた。これら底生動物は、人間活動に伴う富栄養化や気候変動に伴う湖水の循環様式の変化などの影響を受ける。とくに、成層し、ある程度深い湖沼においては、温暖化によって冬季の湖面の冷え込みが弱まると、湖水の循環がなくなるため、水温躍層下の深水層への酸素供給が少なくなり、底生動物が死滅する現象が知られている。このため、底生動物相をモニタリングすることで、湖沼の栄養状態や温暖化による湖水循環への影響を把握できると考えられる。

そこで、本調査では、十分な深度があり、成層し、かつ多様な栄養度にある 7 湖沼（①摩周湖、②阿寒湖、③支笏湖、④猪苗代湖、⑤木崎湖、⑥琵琶湖、⑦池田湖）を対象とし、底生動物の種類と数をモニタリングする。

1. 調査必要人員

調査者 2 名、操船者 1 名の 3 名を基本体制とする。調査は必ず 2 名以上で実施する。操船者は作業中の調査者の安全確保に努めること。調査にあたっては、安全面に配慮して救命胴衣を着用すること。

2. 調査時期と場所

調査は調査地の環境と安全面を考慮し、原則として夏季の好天時に行う。

湖沼図または 25,000 分の 1 の地形図をもとに、湖盆中央部を調べて調査地点 [1)]を設定し、**<u>毎回、同じ地点で調査</u>**する。あらかじめ GPS に緯度経度を設定しておき、GPS を見ながら調査地点まで移動すると便利である。

湖盆中央部で底生動物が採集されなかった場合 [2)]、湖盆中央部付近に補足地点を設け調査を実施する（GPS で再度測位する）。補足地点においても、底生動物が採集されなかった場合には、底生動物が採集されるまで補足地点を追加できることとする。補足地点の設定には、既存文献なども参考にする。なお、湖盆中央部や補足地点で底生動物が採集されなかった場合は、無生物の情報（ゼロデータ）を調査票に記録しておく。

[1)] 底生動物の採集には、エクマン・バージ採泥器を用いる。この採泥器は、湖底が砂礫底の場合うまく機能しない。

[2)] 地球温暖化の進行などにより、冬季に生じていた表層水と下層水の全層循環が行われなくなくなると、深底部への酸素供給がなくなる。また、富栄養化が進行した湖沼では、湖底に多くの有機物が堆積することで湖底直上水が無酸素状態になっているケースがある。このように湖底直上水が無酸素状態になると湖盆中央部の深底部で底生動物が生息しなくなる。

3. 調査資材（用意するもの）

1）野外調査

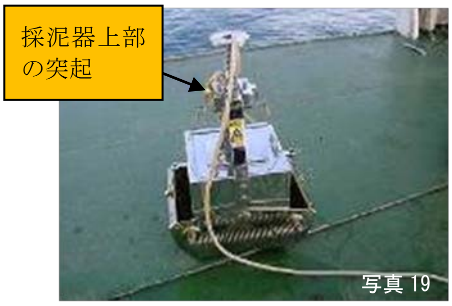
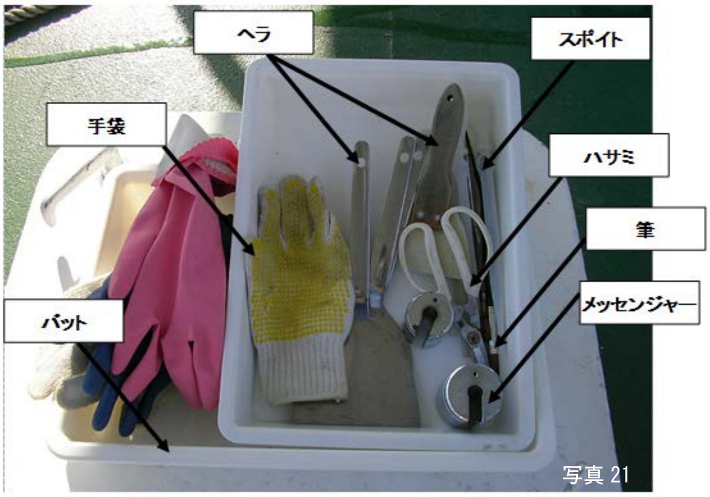


写真 19

写真 20

- 船舶またはボート：狭い湖沼の場合は手漕ぎボートでもよい。水深が浅い場所にも入れるよう、小型のものが良い。対象湖沼の面積が広い場合は、船外機付きの船が必要。
- 救命胴衣：万が一、船から転落時に命を守るため、乗船時には必ず着用のこと。
- 野帳：耐水性のものが望ましい。
- エクマン・バージ採泥器（15 cm × 15 cm）（写真 19）
- 温度計：棒温度計、サーミスタ温度計（写真 20）のどちらでも良いが、後者の方が壊れにくく、測定に要する時間が短縮できる。
- ロープ：丈夫なもの。太さは直径 6 mm 程度。金剛編みのものがエクマン・バージ採泥器を引き揚げる際に手が滑りにくく使いやすい。調査対象の湖沼のうち、比較的浅い湖沼では水深にプラス数 m、比較的深い湖沼では、アンカーを打っても風波でロープが流されるため、水深にプラス 10～20 m くらい余裕を持たせた長さのものを用意する。
- 色見本：社団法人日本塗料工業会「2011 年度 F 版塗料用標準色（ポケット版）」。泥の色を数値化するために使用する。
- 定規：20～30 cm 程度のもの。主に泥の厚さを計測するために用いる。
- メッセンジャー：ロープを伝わせて湖底に下ろした採泥器の上に落とし、ばねの力で採泥器の底の開口部を閉じるための専用の重り。500 g または 1 kg のものが理化学機器の店で販売されている（写真 21）。
- デジタルカメラ：調査地の景観、調査風景、採取した泥の写真を撮影する。
- GPS：防水性でないものは、透明なビニール袋などに入れておく。
- ヘラ：採取した泥をバケツに移すために使用する。
- バット：採取した泥の受け皿として利用する。エクマン・バージ採泥器が収まる幅以上のものを用意する。プラスチック製のタライでも良い。
- ネットおよびチャック式ポリ袋またはポリ容器:底生動物を採取した泥から取り出すため、採取した泥サンプルをネットで篩う。その作業を室内で行なう場合は、泥サンプルを持ち帰るための容器として使用する。採泥器が入る位のバケツでも代用できる。篩い作業を船上で行なう場合は、底生動物が入れられる小さなサイズのもので良い。
- スポイトや筆：採取した（プラナリアなどの傷みやすい）底生動物を取り扱うためにあると良い。
- ビニールテープ、油性ペン、ハサミ、手袋
- 溶存酸素計：底生動物の生息域の目安や、調査地点を決める際に溶存酸素（DO）を計測すると判断がつきやすく、用意することが望ましい。



主な調査道具

2）室内作業

- 篩：直径 20 cm 以上。目合 250 μm または 300 μm が 1 つか、あるいは目合い 500 μm のものが 1 つ。またはネット（GG72（目合 230 μm）あるいは GG40（466 μm）の手網）でもよい。同一湖沼では、継続して同じ目合の篩または網を継続して使用すること。そのため、使用した篩、網の規格を必ず調査票に記録しておくこと。
- バット：20 cm × 30 cm 程度のものが複数あると便利。
- シャーレ
- 拡大鏡もしくは実体顕微鏡：2〜3 倍程度のもの。ヘッド・ルーペタイプでも良い。
- ピンセット：小さなものが扱えるように、なるべく先がとがったもの。
- ピペットやスプーン: ピンセットでは傷みやすいイトミミズ類などのソーティングに役立つ。
- 標本固定液：中性ホルマリン（原液に四ホウ酸ナトリウムまたは大理石を加え、中性にしておくこと）
- 標本保存液：80 %エタノール（アルコール）。標本を固定後にアルコール置換する。
- ガラス製サンプル瓶：10〜100 ml 程度。ソーティング後の底生動物サンプル保存用。
- 耐水紙：耐水紙は標本情報を記入して底生動物とともに標本瓶に入れる。

4. 調査手順

1）野外調査

湖沼での作業は、風が強いと極めて困難になるため、できるだけ風の弱い午前中に作業を行った方がよい。風が強い場合は転落や転覆の危険が増加するため、無理に出航しないよう注意する。

船で調査地点に行き、可能であればアンカーを下ろして船を固定する。GPS で緯度経度を記録する。比較的浅い湖沼の場合は錘付きのロープなどで、水深が数 10 m 以上になるような深い湖沼では、可能ならば魚群探知機などで水深を測定する。

採泥用のロープを採泥器に縛る（写真 22）。15 cm × 15 cm の採泥器では径 6 mm のロープを用いる。この場合は、ロープを採泥器上部の穴に通して、1 回巻いて玉を作るだけでよい（写真

23)。採泥器の両端の金具を引っ張り上げてスプリング（ばね）を伸ばし、先端の金具をそれぞれ採泥器上部の 2 個の突起（写真 23）に引っかけて止めることで、採泥器の底を開いた状態にする。採泥器装着のスプリングは極めて強力であるため、手足などを挟まないよう注意が必要である。

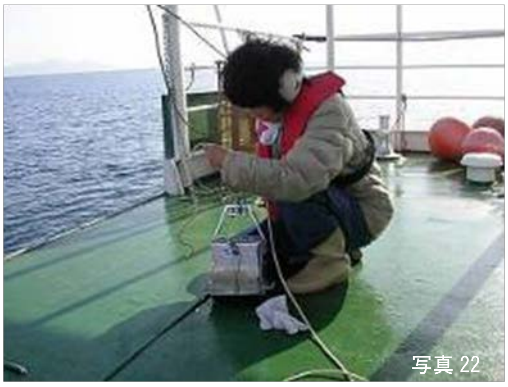


写真 22

写真 23

ロープを伸ばし、底が開いた状態の採泥器をまっすぐ静かに湖底に下ろす（写真 24)。採泥器が底につくとロープが緩むので、ロープにテンションをかけて真っ直ぐに伸ばし、船上でメッセンジャーの溝をロープに挟み込み、90 度回して固定する。ロープにテンションをかけたまま、メッセンジャーから手を離す（写真 25)。（風波で船が流されて、湖底の採泥器と繋がるロープが斜めになっていると、メッセンジャーが採泥器の直上に落下せず、失敗することが多い。）


写真 24


写真 25

メッセンジャーが湖底に着いて採泥器上部にぶつかると、その反動で金具がはずれ、採泥器の底部が閉まり始める。採泥器の底部が完全に閉まるのにしばらく時間がかかる（採取する泥の堅さや圧密度によって閉まる時間が違う)。2～3 分待ってから（水深が浅い場合は、湖底から細かい気泡が上がってくるのが見えるので、気泡が消えるまで待つ)、ゆっくりロープを持ち上げる。採泥器が泥から抜けると、スッと軽くなる。ゆっくりで良いので、できるだけ一定のスピードでロープを引っ張りあげ、採泥器を船上まで引き上げる。

湖底が泥質の場合は、うまく採泥できるが、礫質や硬い底質の場合、採泥器の底の開口部に小石などが挟まり、隙間から泥が抜け落ちてしまうこともある。その場合は、再度、採泥を試みる。

船上で、泥の入った採泥器を大きめのバットまたはタライの上に置く（写真 26, 27)。採泥器

を下に押しつけながら左右の金具を引っ張り上げて採泥器の底を開口し､金具の穴を上部にある 2 個の突起に引っかけて固定する。その状態で採泥器をゆっくり持ち上げると、採泥器上部の水が流れ出てくる。


写真 26


写真 27

温度計を泥の表面に突き刺して、泥温（℃）を測定する（写真 28)。日光があたったり、外気温が高かったり、低かったりすると泥温が急速に上下するため、速やかに泥温を測定すること。次に、定規で泥厚（mm）を測る。泥厚は、泥の含水率などによって異なるが、軟泥だと、泥厚（採取された泥の厚さ）は 20 cm 近くになることもある。なお、泥温については、現場で採泥器の上部のフタを開け、そこから温度計を挿入して測定してもよいが、その場合は、泥表面をできるだけ撹乱しないよう、注意する。

泥の色や臭いなどは、湖底が貧酸素かどうかの目安となる（無酸素の場合、泥の色は黒色を帯びる）ので、泥の写真を上から撮影する（写真 28)。また泥に臭い（卵の腐ったような臭い）があるかどうかも記録する（写真 29)。

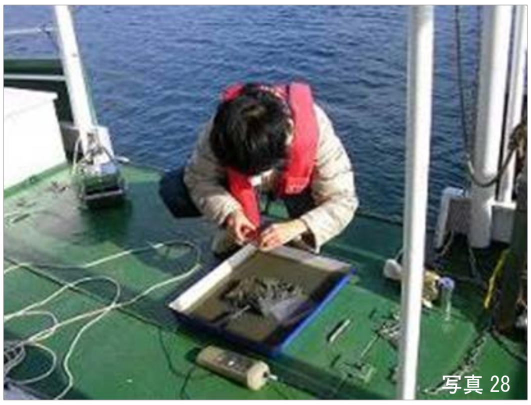


写真 28


写真 29

底泥の色を色見本で識別し、記録する。また、手で泥を少しつまんで底質区分（礫・砂礫・砂・砂泥・泥）も記録する。(船上での作業が難しいときは、できるだけ速やかに陸に移動して上記の作業を行っても良い。ただし、泥温だけは、現場で採泥器の上部のフタを開け、そこから温度計を挿入して測定しておく）

採取した泥サンプルを船上で篩う場合は、250 µm または 300 µm の篩（直径 20 cm 以上）またはネットで篩う。目詰まりを起こす湖沼では 500 µm 目の篩を用いてもよい。底生動物をチャッ

ク式ポリ袋またはポリ容器に入れ、そのまま中性ホルマリンを加えて固定するか、あるいはできるだけ冷蔵して実験室に持ち帰り、底生動物を拾い出したあとに固定する。

採取した泥サンプルを室内で篩う場合は、泥サンプルを全部（現場の表面水を篩や細かいネットで漉した水を多少加えても良い）をチャック式ポリ袋またはポリ容器に移し替えて持ち帰り（写真 30）、上述の目合いの篩またはネットで篩い（写真 31）、底生動物をポリエチレンなどの密閉容器に入れ、容器中の泥と水の容量に対して 5～10 %になるよう中性ホルマリンを加えて固定する。

泥サンプルもしくは取り出した底生動物を入れたチャック式ポリ袋またはポリ容器は、その表面に薄い色のビニールテープを貼り、油性黒マジックで採集年月日、採集場所、採集方法を書き込む。

なお、水温の高い時期に篩い作業を室内で行う場合は、泥が入ったビニール袋を冷蔵して持ち帰る。

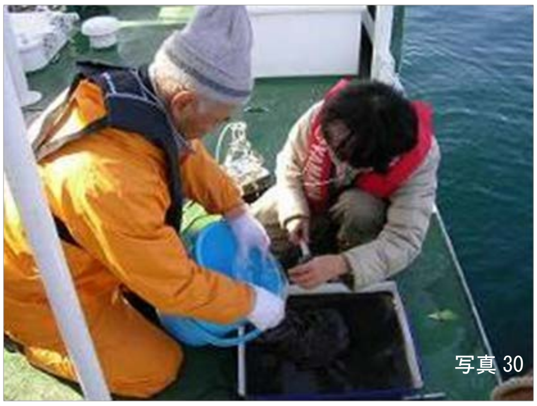


写真 30


写真 31

2）室内作業

採取した泥サンプルを室内で篩う場合、常温または冷蔵して持ち帰った標本、もしくは中性ホルマリンで固定した標本を上述の目合いの篩上に開け、篩から下に抜け落ちた泥やホルマリン廃液を密閉可能な別容器にうつす。バットまたは大型のシャーレに水を張って標本ののった篩をその上に乗せ、篩上の標本がこぼれ落ちないようにやさしく篩を上下、水平に振って、ホルマリンや泥をさらに振り落とす。何度かバットの水を入れかえ、水が透き通り、ホルマリンの臭いがほぼ消えるまで、同様の作業を行う。

標本に付着したホルマリンや標本中のホルマリン、および泥が十分抜けたら、篩をひっくり返して、鶴口ビンなどで少しずつ水を加えながら底生動物を含む残渣を大きめのシャーレに移し替える。

実体顕微鏡や 2～3 倍程度の拡大鏡を用いて、底生動物を先端が細くなったピンセットやピペットなどで拾い出し、<u>**可能なレベルまでの同定を行う**</u>。同定は図鑑や検索表などを参照するが、同定が困難な分類群も多い。例えば、ユスリカ類については、薬品で肉質部を溶かし、キチン質の頭部や口器などを顕微鏡で細かく観察したとしても、幼虫の形態から種まで同定できるユスリカ類は極めて少ないため、属レベルか、種によっては科レベルまでの同定とする。ミミズ類についても、専門家でないと種までの同定は困難であるため、同じく属か科レベルまでの同定とする。

併せて、採集年月日、採集場所、採集方法、採集者名、種名、個体数を記録する。標本は、同

定後、種類あるいは分類群別に、大きさに応じて、(5〜) 10 %ホルマリン溶液または (70〜) 80 %エタノール溶液の入った 10〜100 ml の容器に移し替える。標本は最終的には、原則として 80 %エタノール溶液に置換する。この標本は適切な標本瓶でしっかりと密閉しておけば、少なくとも 10 年は保管が可能である。それぞれの容器の中に、別紙に定める方法により、耐水紙に必要事項を記入した標本ラベルを入れておく。ホルマリン溶液を用いずにエタノール溶液で固定・保存する場合は、一度に高濃度で固定せずに、徐々に濃度を高めていくと標本を傷めずに済む。いずれの固定液を用いるかは、事前に関係者・調査団体と協議しておく。

なお、ホルマリンは弱酸性であり、貝類では長期間保存すると貝殻が溶けてしまうため、エタノール溶液に保存した方がよい。一方、エタノールは蒸発しやすいため、ガラス容器でないと 1〜2 年で標本が干からびることがある。またガラス容器であっても、長期間保存しておくとフタの周囲からエタノールが蒸発するため、数年に 1 回程度エタノールを注ぎ足す必要がある。ホルマリンなどの廃液は業者に廃棄委託するなど適切に処理する。

〔補足情報〕

成層する湖沼のうち、年 1 回循環湖であった池田湖（北緯 32 度）では、1990 年代初めから、冬季に生じていた表層水と下層水の全層循環（全循環）が行われなくなったため、深底部への酸素供給がなくなり、水深 220 m の湖底では、底生動物が全く確認されていない。また、池田湖よりも高緯度に位置し、年 1 回循環湖である琵琶湖（北緯 35 度）でも、2006 年秋から 2007 年初旬にかけての暖冬の影響を受けて、全循環の遅れが見られ、2007 年には通常 1 月下旬に生じる全循環が 3 月中旬まで遅れ、観測史上初めて全循環の著しい遅れが観測された。しかも 4 月には成層の形成が見られたことから、例年ならほぼ 3 カ月あるはずの全循環の期間が 1 週間前後にとどまった。そのため 2007 年 10 月には、深底部湖底の一部（水深約 90 m）で直上水の溶存酸素濃度が 0.3 ppm という極めて低い酸素濃度を記録した。12 月には、湖底に生息するイサザやスジエビなどの生物が死滅する現象が観察された。また 2008 年 11 月にも、水深 90 m の定点観測地点で湖底直上水の溶存酸素濃度が観測史上最低値（0.5 ppm）を記録した。

モニタリングサイト 1000 湖沼調査（底生動物）調査票（No.1）

(1)サイト名	
(2)市町村名	
(3)緯度・経度	（GPS：WGS84、十進法（○○○. ○○○○で記録）
(4)調査年月日	________年____月____日　調査開始時刻（　　　）
(5)調査者氏名	サイト代表者：
	協力者：
(6)環境の概要	篩の目合い：250 µm（300 µm）・500 µm（使用した目合いを丸で囲む） 表層の水温：　　　℃ 底質： 泥温：　　　℃ 泥厚：　　　cm 泥の表面の色： 泥のにおい：
(7)底生動物の結果	
(8)その他特記事項	

モニタリングサイト 1000 湖沼調査（底生動物）調査票（No.2）

______枚目（______枚中）　調査者名など : ________________________

No.	種名	個体数

Ⅲ．湖辺植生調査

湖辺植生は湖岸景観の基礎をなし、水陸移行帯に生息する動物の生息場や繁殖場として機能する。湖岸帯の景観および湖沼生態系の時間的変化について把握するため、湖沼沿岸帯の植生を長期的にモニタリングする。調査対象は湖岸のヨシ群落および沈水・浮葉植物群落とする。ヨシ群落の調査では、フェノロジー（生物季節）の情報を取得することを目的とする。ヨシ以外の植物についても種の記録を行い、特に外来種の侵入について注意を払うことが望ましい。また、沈水・浮葉植物調査や湖岸景観の撮影は、各サイトにおいて実現可能で、かつ効率的な方法で実施することが望ましい。

1. 調査必要人員

1）ヨシ群落調査

調査者 2 名（うち 1 名が測定を担当し、他の 1 名が記載を担当する。1 名はヨシと、それ以外のヨシ属を同定できる者であること)。

2）沈水・浮葉植物帯調査【選択項目】

調査者 1 名、操船者 1 名の 2 名が基本体制。操船者は作業中の調査者の安全を監視する。

3）湖岸景観の撮影【選択項目】

調査者 1 名

2. 調査内容、時期および場所

1）ヨシ群落調査

北海道から九州に至る国内各地の湖沼で普通に見られる水生植物のヨシ *Phragmitesaustralis* (Cav.) Trin. ex Steud.を主な指標植物とし、葉茎部の高さや密度、開花の様子について記録することにより、ヨシのフェノロジーや植物量の時間的あるいは地理的な変化について把握する。

この調査では、主としてフェノロジー（生物季節）の情報を取得する。コドラートを設置して、コドラート内に生育するヨシの本数と高さおよび稈（かん）の直径を測定する。これらの数値を掛け合わせることにより、コドラート内に生育するヨシのおおよその植物量を推定することができる。

算出した植物量を、調査年における調査地のヨシ群落の植物量の指標とする。当調査により、ヨシ群落の繁栄や衰退といった植生の変化、フェノロジーの変化などを把握できる。その結果、例えば温暖化などの環境変化とヨシのフェノロジーや植物量の変化との関連を推測することができる。

ヨシに形態が類似した他のヨシ属（セイタカヨシ、ツルヨシ)、オギ、ダンチクなどがヨシと同所的に生育している場合があるが、コドラート設置の際はできるだけヨシのみが生育する箇所を選定する。測定の際には、これらの同定について巻末の検索表および図鑑類などを参考にして

種を同定した上で、高茎草本を全て計測する。群落下部の広葉草本などについては、写真撮影とコドラート内のおおよその被度と高さ（いずれも目視による）の記載のみでよい。なお、現地にヨシが生育していない場合は、各湖沼で優占する抽水植物あるいは湿生植物を選び、同様の調査を行う。その場合、その旨を記録用紙に必ず記録する。

調査は原則として年 3 回（3 月・春分の日、6 月・夏至、9 月・秋分の日）を基準日として実施するが、これらの日程で調査実施が不可能な場合は、できるだけ近い日程で調査を行い、その旨を調査票に記録する。琵琶湖のように人為的に水位調節をして、かつ季節によって波浪のため調査実施に危険が伴う場合には、検討の上代替策を講じることとする。

また、おおむね 5 年毎に、毎年調査よりも高頻度（3 月・春分の日、5 月・みどりの日、6 月・夏至、7 月・海の日、9 月・秋分の日、11 月・勤労感謝の日を基準日とする）で実施するが、これらの日程で調査実施が不可能な場合は、できるだけ近い日程で調査を行い、その旨を調査票に記録する。調査場所は、当該湖沼での代表的なヨシ群落を 1 箇所以上選定する。代表的なヨシ群落は、人為などの撹乱の有無、近年の変化、面積などを勘案の上選定する。

2）沈水・浮葉植物帯調査【選択項目】

本調査は年 1 回、実施する。植生帯の幅を経年的に記録することにより、植生帯の拡大・縮小が把握できる。植生帯の規模は、湖沼内の栄養塩の増減の指標のひとつとなる。また、草食性魚類、例えばソウギョやワタカなどの食害の影響をモニタリングすることが可能となる。

実施は、プランクトン調査（8 月）と併せて行う。調査場所はヨシ群落調査で設定する側線の延長線上とし、沈水・浮葉植物帯の幅を巻尺やレーザー距離計により測定する。また、現場で植物が同定できない場合は植物を写真撮影すると共に、さく葉標本を作成して専門家に同定を依頼する。同定可能な種類についても、標本として残しておくことが望ましい。そのほか外来種の侵入など、環境・生物の異変の有無も観察し記録する。

現在の時点で植生の無い場合も、将来植物が侵入することも考え、「無植生」という記録を残す。

3）湖岸景観の撮影【選択項目】

湖岸の景観を画像として経年的に記録することにより、植生帯の変化に関する視覚的な情報を残すことができる。画像の情報量は多く、風景として映りこんだ情報（例えば山の積雪、飛来している水鳥の種と量、湖岸の建設物）もまた、調査年の環境を示す有益な情報となる。

調査は、ヨシ群落調査の時期に合わせて行う。ヨシ群落調査を行う場所を含め、いくつかの場所を湖岸撮影の定点とする。調査場所の選定、定点撮影装置の使用に当たっては、事前に検討を行う。

3. 調査資材（用意するもの）

1）ヨシ群落調査

【コドラート（方形区）事前設置】

- コドラート位置固定用の杭（目印杭）×3 本（あるいは 2 本）：ステンレス製あるいは PVC

製など腐食しにくい長さ 1.2 m 程度（断面 0.06 m × 0.06 m）の杭。各サイトでのヨシ群落、許認可申請などの状況を鑑みて、サイト代表者がその大きさや形状を変更してもよい。

- ハンマー
- GPS：世界測地系（WGS84、十進法○○○.○○○○）で測定する。
- 温度データロガー（目印杭の 1 本に設置する）
- ロガーを固定するための、ポリプロピレン製などの丈夫なひも
- ウェーダー（胴長）
- 設置状況記録用デジタルカメラ

【現地調査】

- 野帳：耐水性のものが望ましい。
- コドラート作成用のペグ×12 本（4 本×3 コドラート）：ヨシ群落の中で見失わないように、赤やオレンジなどの目立つ色が良い（コドラートの四隅に杭を打ったサイトについては、ペグは不要）。調査終了後は速やかに撤去する。
- コドラート作成用のひもあるいは折尺：調査時のみ一時的に設置し、調査終了後は速やかに撤去する。折尺は少なくとも 50 cm の箇所で折れるものを用いる。
- 小コドラート作成用の折尺：少なくとも 25 cm で折れるものを用いる。
- アルミスタッフ（ヨシの高さを測定するためのスタッフ）：測量用（3～5 m）が便利。
- GPS：世界測地系（WGS84、十進法○○○.○○○○）で測定する。
- デジタルカメラ：調査地の景観、コドラートの写真を撮影する。
- コドラート番号と日時を記入した 5 cm × 20 cm 程度の紙片（写真に写し込む）
- ノギス（0.1 mm まで計測できるもの）
- ウェーダー（胴長）
- 脚立：アクセスがよく持って行くことが可能な所ではあると便利だが、そうでない場合は無くても良い。

2）沈水・浮葉植物帯調査【選択項目】

- ボート：水深が浅い場所にも入れるよう、小型のものが良い。対象の湖沼が広い場合は船外機付きのものが必要であるが、そうでなければ手漕ぎでも可。
- 野帳もしくは調査票：耐水性のものが望ましい。野帳には必要項目を事前に書き込んでおく。
- 巻尺（レーザー距離計を使用する場合は不要）
- レーザー距離計：測量用では測定可能距離が短いため、ゴルフ用などのものを用いる。
- GPS：透明なビニール袋などに入れて防水しておく。
- 箱めがね（沈水植物の観察用）

3）湖岸景観の撮影【選択項目】

- デジタルカメラ
- GPS
- 三脚

4. 調査手順

1）ヨシ群落調査

選定されたヨシ群落で、群落の中心部あるいは群落幅がもっとも広い場所において、直線上に最も陸寄り、中間部、最も沖寄りの 3 箇所に杭を打ち（図 1）、この杭が直線水域方向に向って左下部となるように 50 cm × 50 cm のコドラートを置く（図 2）。ヨシ帯の幅が狭い場合は、中間部を省いてよい。

コドラートは 4 本のペグを 4 隅に打ち、それにひも（折尺でもよい）を張って作成するが、このときコドラート外のヨシをコドラート内に巻き込まないように注意する。各杭の位置（緯度経度）を GPS により記録しておく。

最も沖寄りのコドラート設置の際には、調査員への安全性に配慮し、ウェーダーで作業できる範囲にコドラートを設置する。最も陸寄りのコドラートの目印杭に、温度データロガーを設置する（波浪などで流出しないように、杭にポリプロピレンなどの丈夫なロープで括り付け、ロガーを地表面から 10 cm の深さに埋設する）（図 2, 3）。

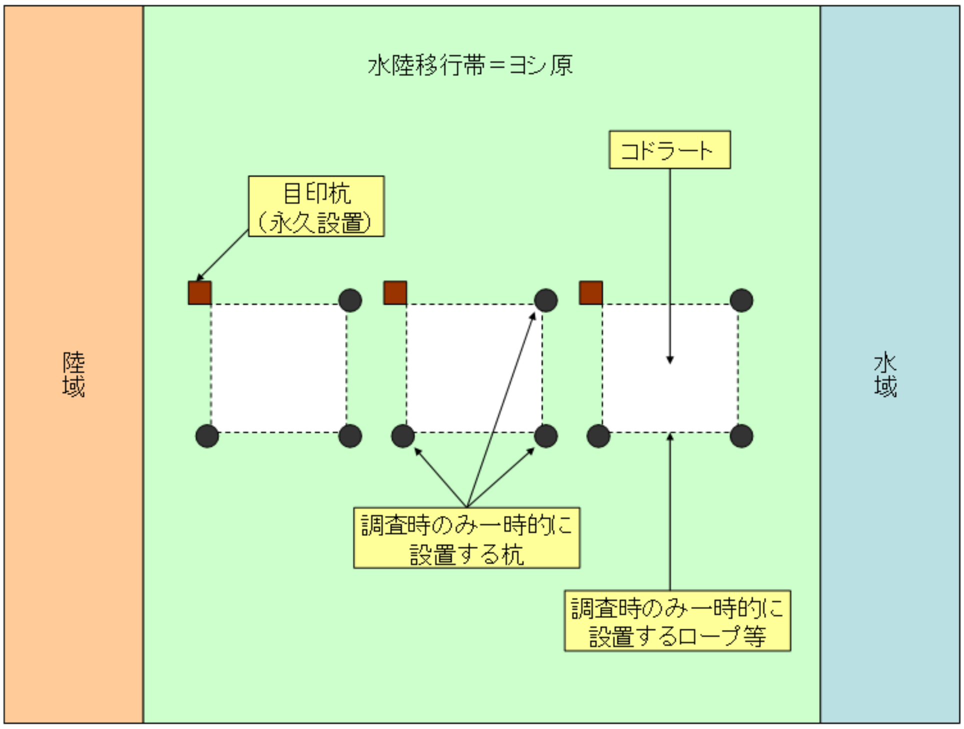


図 1. 工作物の設置図.

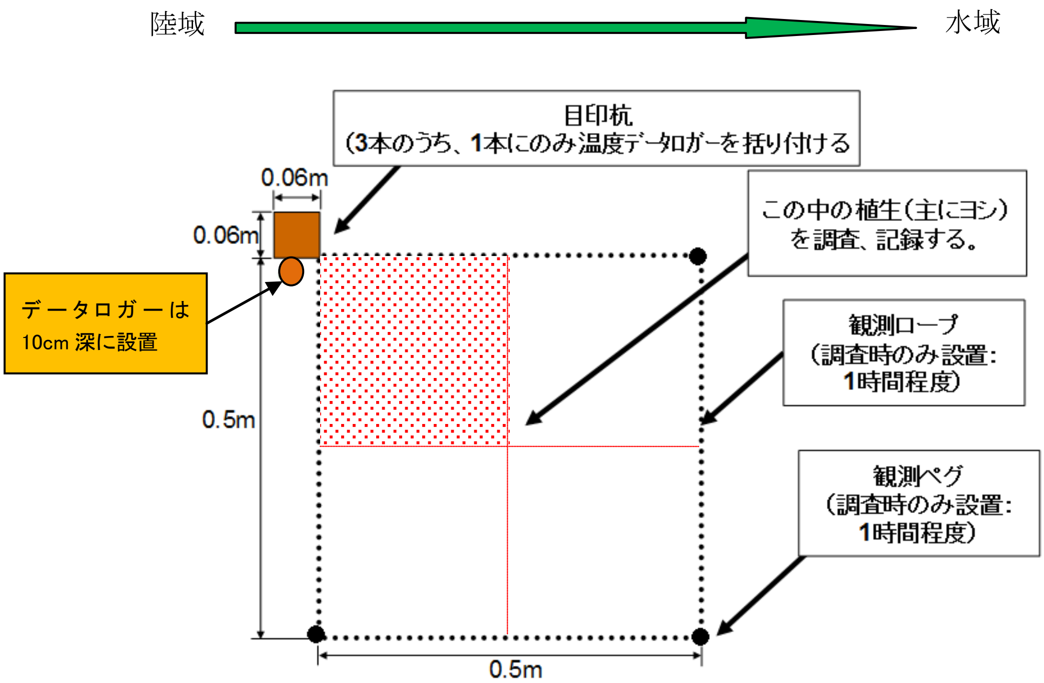


図 2. コドラートの平面図.

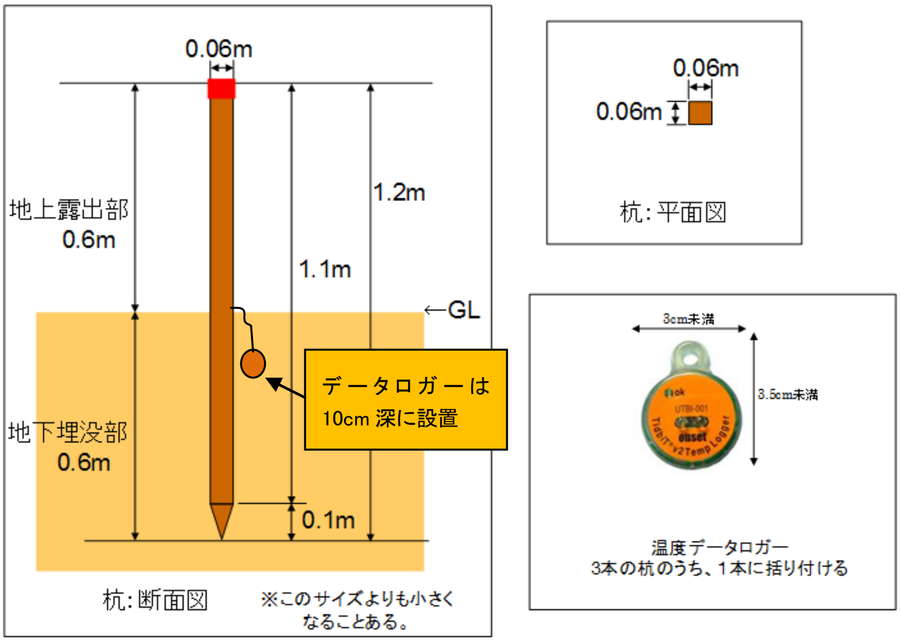


図 3.　工作物の構造.

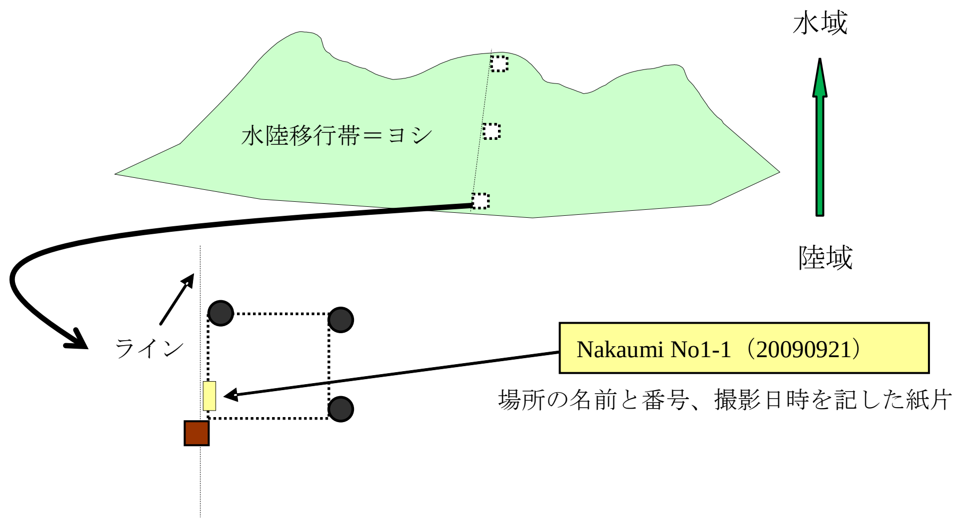


図 4. 目印杭とコドラート情報のイメージ.

① 各コドラートでは、コドラート全体の様子を撮影する。その時に、コドラートの左下（杭のある場所）にコドラート番号と日時を記入した 5 cm × 20 cm 程度の紙片も画像に入るよう、なるべく高い位置から垂直に撮影する（場合によっては脚立が必要となる)。

　コドラート番号は、湖沼名（ローマ字表記）と数字からなり、数字は最も岸寄りが 1、湖よりが 3 とする（図 4)。1 つの湖沼に複数の調査対象となるヨシ群落がある場合は、枝番を用いて示す（例：「Nakaumi No1-1（20090921）」（中海の 1 番目のヨシ群落で最も岸寄りのコドラートおよび調査日を示す)。なお、現状を踏まえ、コドラートを複数列配置する場合は、北側の列を N、南側の列を S とするなど、コドラートの区別を行うこと。

② コドラート内のヨシの葉茎の全本数をカウントし(枯死した葉茎は除く)、それぞれの高さ(全長：実際の長さ）を 1 cm 単位で 1 本ずつ計測し記録すると共に、ノギスで桿の直径を 0.1 cm 単位で計測する。直径の測定に関し、測定箇所は地際（地面からの高さ約 20 cm）とし、地際が水中にあるなど地際での測定が困難な場合は、水中の地面（底）からの高さを記録して、適宜測定箇所を変更する。なお、1 つのコドラート内で同じ高さに揃える必要はなく、個体ごとに異なっても良い。

　本数が多い場合は、コドラートを 25 cm × 25 cm の小コドラートに 4 分割し、このうち、固定杭のある小コドラート（図 2 のメッシュ範囲）のみの高さおよび直径を計測する。

　コドラート内にヨシ以外の植物が出現した場合には、その種名も併せて記録する。同定が現地でできず、サンプルを持ち帰る場合は、まず植物の写真撮影を行い、そのあとにコドラート外で同じ植物を探して採取する。なお、同定可能な種類についても標本として残しておくことが望ましい。また、外来種の侵入など、環境・生物の異変がないかについてもよく観察する。

③ 発芽時期、出穂時期、開花時期の情報は重要である。日常的にコドラートを設置したヨシ群落で観察が行える場合は、「湖岸景観の撮影」に示したとおり、コドラートを含む群落の様子をデジタルカメラで撮影する。ヨシ以外のヨシ属しかない場所では、それらについて同様の記録を行う。ヨシ以外の植物が優占している場合には、その優占種について、同様の記録を行う。

開花については、その有無（花穂が出ているか否か）の記述だけでなく、花穂の状態について、（1）花穂の長さ 5 cm 以下、（2）花穂の長さおよそ 5 cm から 20 cm、（3）花穂の長さ 20 cm 以上、のように記録し、さらにコドラート内の花穂部分の全体写真を撮っておく。

もしも、対象とする湖沼を日常的に訪れることができない場合には、インターバル撮影のできるカメラの設置や、ライブカメラの設置もあわせて検討する。

2）沈水・浮葉植物帯調査【選択項目】

沈水・浮葉植物帯の幅を知るため、その辺縁部から抽水植物帯の辺縁部の距離を巻尺やレーザー距離計により計測する。

船を用いてヨシ群落調査で設定した調査側線上にある沈水植物および浮葉植物の辺縁部まで行き（図 5）、レーザー距離計を湖岸の標的物に向けて距離の測定を行う。沈水植物帯の有無は箱メガネを用いて行う。もし、ヨシ群落調査の調査測線の延長に沈水植物および浮葉植物が見当たらない場合は「無植生」と記録した上で、別の場所を選んで調査を行う。

湖岸までヨシ群落が張り出している場合にはレーザー距離計の標的物はヨシ群落としても良いが、そうでない場合は湖岸に標的物を一時的に置く必要がある。

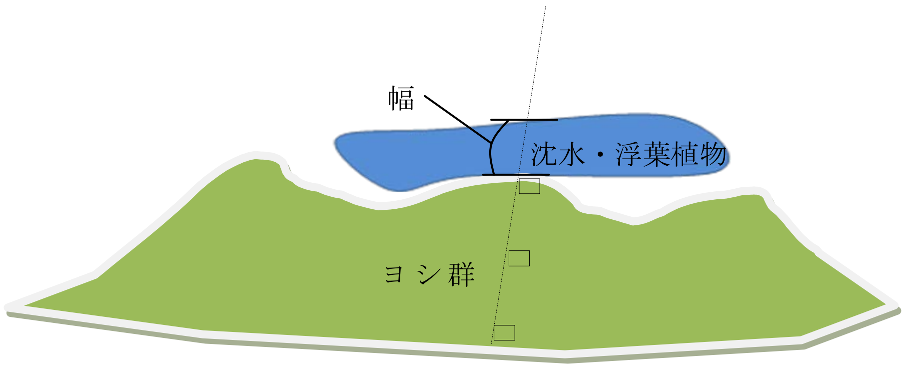


図 5.　ヨシ群落と沈水・浮葉植物帯の位置イメージ.

また、水生植物の種組成を知るため、5 年に 1 度、前段の沈水・浮葉植物帯で種組成の調査を行う。沈水・浮葉植物帯上に船舶を移動したあと、船上から錨を植物帯に向けて投じて引き上げることで錨に絡まってきた沈水・浮葉植物を採集する。この際、錨を引いた回数と距離を記録しておく。現地で種の同定が可能な場合は種名を記録し、現地での同定が不可能な場合は一部をサンプルとして持ち帰り同定する。特に、外来種の出現に注意する。

3）湖岸景観の撮影【選択項目】

フェノロジー調査を行う場所を含め、いくつかの場所を湖岸撮影の定点とし、湖岸の景観を写真撮影により記録する。植生の有無にかかわらず、湖岸の複数箇所を写真撮影場所に選定する。

撮影は、撮影する場所や高さを揃えるため、三脚を用いて行う。三脚を設置する場所にペグやリベットなどで固定した印を設け、GPS で緯度経度を計測する。

写真撮影を行う際は、前年に撮影した画像をプリントして持参し、なるべく同じ範囲が撮影されるように良く見比べて行う。撮影する方向と上下の傾きを常に同じにするため、ランドマークが

写真に含まれるようにし、撮影範囲内での位置を合わせるようにする。撮影したら、その場で写真を画面で確認し、同じアングルになるように調整する。

5. その他

1) 調査団体（請負者）は 5 年間で全湖沼コアサイトを網羅できるようにリモートセンシングによる抽水植物、沈水植物、浮葉植物のマッピングを行う。可能であれば、リモートセンシング調査が行われる年とあわせて、船を湖岸に沿って走らせ、船上から湖岸の様子をデジタルビデオカメラにより記録する。
2) 調査を実施する前に、予め自然公園法、文化財保護法、鳥獣保護法、水産資源保護法、漁業調整規則、土地所有者への許認可申請などが必要か否かの確認を行う必要がある。目印杭の設置にあたっては、河川法第 24 条、26 条および 27 条の許認可申請手続きが必要な場合が多いため、事前に各自治体の土木課や河港課に問い合わせをする。また、関連する条例の確認や、調査エリアを管轄する漁業協同組合などへも連絡しておく。さらに、調査の際には上記関連法令の許可証（コピー可）を携帯するとともに、調査中であることが分かるよう旗の表示や腕章をすること。

モニタリングサイト 1000 湖沼調査（湖辺植生）調査票（No.1）

【ヨシ群落調査】

<table>
<tr><th>共通項目</th><th>項目</th><th>記入欄</th></tr>
<tr><td rowspan="10">□調査器具の事前準備

□調査手法の調査者間での共有

□調査者の安全に配慮

□景観・調査風景の写真撮影

□ロガーの設置、保守

取得するデータ
*ヨシの本数
**ヨシの高さ×棹の直径
***優占種などの記録</td><td>サイト名</td><td></td></tr>
<tr><td>観測日時</td><td>________年____月____日　調査開始時刻（　　　）</td></tr>
<tr><td>観測者氏名・所属（※）</td><td></td></tr>
<tr><td>環境の概要</td><td>（初年度のみサイト付近の地名、地形、底質構成、景観などを記入する）</td></tr>
<tr><td>コドラート 1</td><td>（GPS:WGS84、十進法（○○○.○○○○で記録）</td></tr>
<tr><td colspan="2">特記事項（初年度には、コドラート内やその周辺の底質構成などを記入する。2 年目以降には、コドラート内やその周辺における変化などを記入する）：</td></tr>
<tr><td>コドラート 2</td><td>（GPS:WGS84、十進法（○○○.○○○○で記録）</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>コドラート 3</td><td>（GPS:WGS84、十進法（○○○.○○○○で記録）</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>備考</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

（※）速報などで氏名・所属が公表されてもよいか各調査者にご確認ください。

モニタリングサイト 1000 湖沼調査（湖辺植生）調査票（No.2）

【ヨシ群落調査】

コドラート番号および枚数（1/3 など）: ＿＿＿＿／＿＿＿＿

No.	高茎植物の種名	高さ（cm）	稈の直径（mm）	備考
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

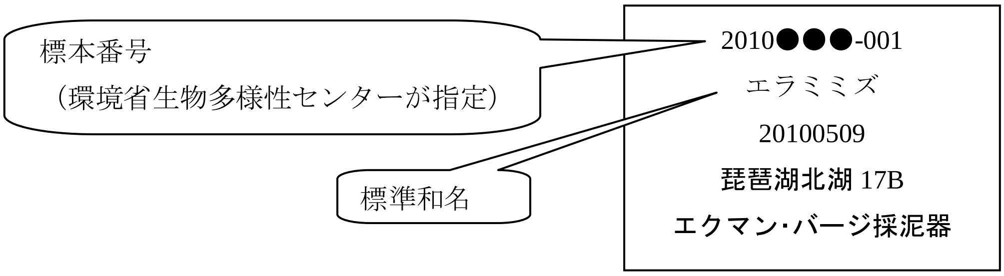
*原則として、地上部からおおよそ 20 cm の箇所で計測する。

添付資料

標本ラベル・標本データ

1）標本ラベルの記録内容

調査者は、標本ラベルを標本作製時に作成し、バイアル瓶の中に入れる。記載事項は、標本番号、標準和名、採集日、調査地点、採集方法とする。



2）標本番号の文字列の構成

- 採集年：2010
- ●●●の箇所は調査団体（もしくは環境省生物多様性センター）に問い合わせる。
- 整理番号：001 番

3）ラベル用紙、インク、プリンターなど

- 紙はできるだけ中性紙を用いる。親水紙（印刷用和紙など）でもよい。例：SOHO タワー／インクジェット用カラー親水紙。撥水性の耐水紙は使用不可。
- 用紙は調査団体で購入してサイト代表者に配布する。
- プリンターで印字する場合は顔料系ブラックのインクを使用するか、あるいは熱転写プリンターを用いる。染料系インクを使用した場合は、プリントアウトしたものを光学コピーした紙を用いる。
- 直接記入の場合は、鉛筆・シャープペンシル、または顔料系インクを使用したロトリング（製図ペン）を用いる。

4）標本ビン

- ビン口が広く、肩の狭い硬質ガラス製スクリューバイアルを使用する（口が狭く、肩が広いビンは、標本およびラベルの出し入れが困難）。例：日電理化硝子　強化硬質スクリューバイアル。
- 内蓋パッキングは、TF/ニトリルが望ましいが、サンプル数が膨大で予算上の支障が生じた場合は、TF/ニトリルをニトリルにする。ソフトロン、シリコンは使用不可。

5）標本データ

標本データを調査団体が提供する電子ファイルの書式に従って記入する。必須記入項目は、標準和名、学名（属名、種小名）、科名、標本番号、備考（標本形態やサンプル固定・保存後に失われる特徴（色彩や形態など）、解剖検査結果、感染症検体結果。文化財保護法、種の保存法、自然公園法、外来生物法など、法的事項との関係など）。

＊作成に携わった委員

占部城太郎	東北大学大学院生命科学研究科
國井秀伸	島根大学汽水域研究センター
高村典子	国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター
中野伸一	京都大学生態学研究センター
西野麻知子	びわこ成蹊スポーツ大学
遊磨正秀	龍谷大学理工学部環境ソリューション工学科
吉岡崇仁	京都大学フィールド科学教育研究センター

＊このマニュアルは、平成 21 年 3 月 12 日に開催された平成 20 年度モニタリングサイト 1000 陸水域調査　第 2 回検討会の合意を得て、平成 21 年 3 月 12 日に施行されました。

改訂履歴

平成 22 年 3 月改訂
平成 23 年 2 月改訂
平成 24 年 2 月改訂
平成 25 年 3 月改訂

モニタリングサイト 1000 陸水域調査
湖沼調査マニュアル　　第 5 版

発行日　2009 年 3 月

編集・発行
環境省自然環境局生物多様性センター
〒403-0005　山梨県富士吉田市上吉田剣丸尾 5597−1
Tel：0555-72-6033　Fax：0555-72-6035
URL: http://www.biodic.go.jp/

作成・お問い合わせ先（2013 年 3 月現在）
特定非営利活動法人日本国際湿地保全連合
担当：中川雅博・横井謙一・佐々木美貴
〒103-0013　東京都中央区日本橋人形町 3-7-3
NCC 人形町ビル 6F
Tel：03-5614-2150　Fax：03-6806-418

重要生態系監視地域モニタリング推進事業（モニタリングサイト 1000）

モニタリングサイト 1000 陸水域調査
湿原調査マニュアル

第 4 版

（2013 年 3 月）

環境省 自然環境局 生物多様性センター
特定非営利活動法人 日本国際湿地保全連合

目次

Ⅰ．事前資料収集

1. 資料の収集

調査に当たって、事前に次の基礎資料を用意する。

表 1. 基礎資料一覧

✓	資料	備考
□	地図・地形図（1/25,000）	国土地理院における最新の地形図を入手し、湿原周辺の地形及び水文環境を把握し調査地を選定する。
□	航空写真	既存の最新の航空写真（解像度 50 cm 以上）を入手し現況の景観的な要素を把握する。
□	植生図	自然環境保全基礎調査による縮尺 1 / 50,000 の植生図が全国で、縮尺 1 / 25,000 の植生図が一部の地域で整備されている。この他、既往の調査や地方公共団体により湿原独自に植生図が作成されている場合には入手する。入手した植生図からおおよその植生を把握し、特に高層湿原と中間・低層湿原を区別する。コドラートの設置予定場所をあらかじめ記入しておき実際の調査地設置に役立てる。
□	自然公園等の保護地域図及び森林計画図	調査サイトによっては、立入り、採取・捕獲、工作物の設置等について許可が必要な自然公園法に基づく特別保護地区や特別地域内、森林法に基づく保安林内等に位置する場合がある。事前にこれら法規制の有無を確認するため、環境省、林野庁、文化庁、国土交通省、各地方公共団体等の行政機関から、自然公園等の保護地域図及び森林計画図を入手する。
□	都市計画図等	各市町村が作成している約 1 / 1,000 の白地図を役所等で購入し、詳細な地形、木道等の基礎資料とする。
□	許認可申請に必要な資料	調査地の位置図・景観写真（遠景および近景）、調査道具の大きさや材質などの情報一覧、指定動植物リストなど
□	レーザープロファイラー	すでに調べられているサイトについては入手する。
□	既存の文献	CiNii 論文検索サイトなどを活用して収集する。

2. 許認可申請

調査にあたっては、各種の許認可申請手続きを事前に済ましておく。調査団体は、あらかじめ自然公園法、文化財保護法、鳥獣保護法、土地所有者への許認可申請などが必要か否かを確認し、申請書類を作成する。さらに、調査の際には上記関連法令の許可証を携帯するとともに、調査中であることが分かるよう旗の表示や腕章をする。

※ 通常、コドラートに用いる杭や調査計器は、木道から見えないようにしなければならない。
次回の調査時に容易に見つけられ、かつ景観上あまり目立たないものを選ぶ必要がある。

Ⅱ．植生調査

植生調査では、1. ライントランセクト調査、2. 定点撮影調査、ならびに 3. その他の調査（「池塘の水生植物調査」および「リモートセンシング調査」）を実施する。表 2 に調査項目別の必須・選択および調査間隔を示す。

表 2. 調査項目別の必須・選択および調査間隔

調査項目	必須／選択	調査間隔など
1. ライントランセクト調査	必須項目	調査圧（調査時の踏みつけ等）による湿原への影響を考慮し、各サイトで決定する。
2. 定点撮影調査	選択項目	撮影間隔は 2～4 時間とする。
3. その他の調査	選択項目	各サイトで決定する。

1. ライントランセクト調査 ＜必須項目＞

1-1. 調査の準備

1）調査必要人員

通常、調査者 1 名、記録係 1 名、同定係 1 名の 3 人 1 組とする。

2）調査時期

調査は夏季に行う。低地の湿原では、バイオマスが最大となる 8 月が調査に最適であるが、7 月や 9 月上旬としてもよい。なお、山岳湿原では 7 月下旬～8 月上旬が最適時期である。

3）調査準備と装備

安全確保のため、天候に配慮し、2 名以上で湿原に入るよう調査日程を組む。

一般的な調査用装備は以下のとおり。

□長靴、□雨具、□日よけ、□防寒具、□飲用水、□救急薬、□タオル、
□ビニール袋、□許可証、□腕章、□調査用旗、□デジタルカメラ等を準備する。

装備はザックに入れて携帯する。

4）調査用具

各調査用具を準備し、それぞれを携行する担当者を決める（表 3）。

表 3. 調査用具一覧

✓	品目	必要度	数量	備考
□	マニュアル（本稿）	必須	1	リーダーが携行する
□	許可証、保険証書など	必須	1	リーダーが携行する
□	緊急連絡先リスト	必須	1	リーダーが携行する

✓	品目	必要度	数量	備考
□	地図・航空写真、植生図、地形図など	必須	1	リーダーが携行する
□	コドラート作成用の杭	設置年のみ		設置するコドラート数×4 本、サイトの状況に併せて、素材や形状、色を決定する
□	コドラート作成用の枠（通常は 1 m × 1 m）	必須		（ロープで代用することも可）
□	調査票（野帳）	必須		調査モレを防ぐために、事前に「調査項目一覧」をコピーして貼り付けておく
□	ナンバリングテープ	必須		調査区番号のタグ、ビニールテープ可
□	赤白ポール			
□	GPS	必須		
□	過去の調査データ			2 回目以降、前回の調査をコドラート毎にまとめたものが必要
□	メジャー	1 回目のみ		50 m または 100 m、1 回目の調査測線の設置時に必要。2 回目以降は不要。
□	コンベックス・メジャー			草高などの測定用
□	ビニール袋			
□	フェールトペン（マジックペン）	必須		
□	荷札など			現場で同定できない植物を採取した際に、コドラートの番号や野帳にかいた仮の名前を書く。
□	その他			

5）調査候補地の選定

調査地の選定にあたっては、Ⅰ．事前資料収集で入手した地形図や植生図などを参考にして、現場の地形や植物群落の分布状況などを考慮する。現地での作業効率を高めるために、事前に調査測線などを設置する候補地を絞りこみ、コドラートの配置場所を仮決めしておく。

1-2. 調査

1）調査測線（ライン）の設定位置

調査測線は基本的に湿原の典型的な植生タイプを横断するように配置する。調査の目的によっては群落の移行帯、変化が予測される群落等を含むように配置する場合もある。

湿原の場合は湿原の形状が重要なので、その形状にそって調査測線や調査地を決める。高層湿

原でドーム状になっている場合はドームを横・縦断するように測線を設けるのが普通である。
ただし、必ずしも調査測線を用いる手法が最良ではなく、場合によっては、木道から調査地に何度もアクセスするような設定もあることから、調査対象とする湿原の特徴を考慮して決定する。

山地湿原の傾斜湿原のような場合

傾斜に沿って調査測線を設ける。また、ラグ*が存在する場合は、そこも含めるとよい。

*高層湿原の縁辺部で水の集まる凹地のことで、低層湿原植生が成立する。

2）コドラートの設置

通常は、調査測線に沿って 1 m × 1 m のコドラート（方形区）を設置する（図 1)。コドラート設置総数は湿原の規模や植生の種類数によるが、20 個～30 個を目安とする。

コドラート設置の手順は以下のとおり

① コドラートの 4 隅に杭を打つ（図 2)。杭の素材や形状、色はサイトの状況に適したものを選ぶ。特に保護地域では景観に配慮する。

② コドラートの中心位置は、GPS により位置情報を記録する。その際、位置精度が 5 m 以下となるように注意する。

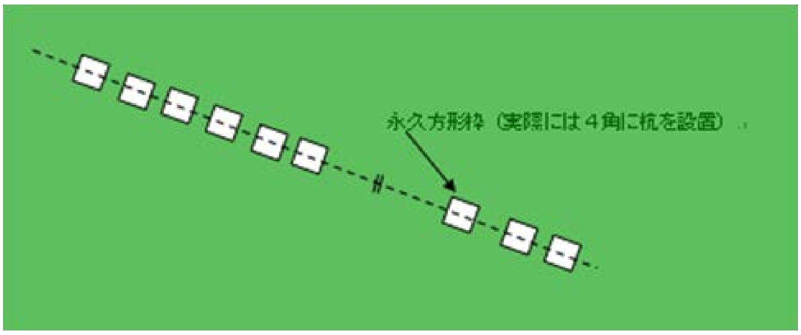


図 1. 植生調査用の測線および永久コドラート設置のイメージ.

図 2. 杭と枠を使用して作成したコドラートの例.

■コドラートの大きさ

コドラートのサイズは、1 m × 1 m を基本とする。コドラートを設置する予定の範囲にブルテ*とシュレンケ**が存在する場合、ブルテとシュレンケが同一のコドラート内に入らないようにコドラートを配置する。

1 m × 1 m のサイズは、コドラート内の植物種を探しやすく、また、植物種の見落としが少ない利点がある。調査年間で調査結果が比較できるように、コドラートサイズは変更しない。

* 高位泥炭地の平坦部にみられる塚状の高まり。凸地。

** ブルテやケルミ（高位泥炭地の傾斜部に見られる帯状の高まり）の周辺の凹地。

※調査地によっては 2 m × 2 m のコドラートのほうが調査に適している場合がある。このように例外的なコドラートサイズを採用しようとする場合には、調査初年度のコドラート設置前に十分に検討する。

■コドラートの個数

コドラートの個数は、20 個～30 個を目安とする。ただし、湿原の規模、対象とする群落の数、調査測線の長さを考慮して、サイト毎にコドラート設置年に決定する。したがって、コドラートの個数がサイト間で異なっても構わない。

また、コドラートの配置方法は、「調査測線が長い場合は等間隔でコドラートを設置する」、「群落内に複数個ずつのコドラートを設置する」など、サイトの環境状況などを考慮して、サイト毎にコドラート設置年に決定する。

■設置例

コドラートの大きさは 1 m × 1 m とし、目印杭として、枠の両端辺中央に長さ 100 cm（地下に 50 cm 程度埋設）のグラスファイバー（FRP 製、白色もしくは青色）の杭 4 本（4 隅に 1 本ずつ）を設置する。設置数は 20 コドラート（杭の本数は、20 コドラート×4 本 ＝ 80 本）とする。コドラートの設置時には、最小限の人数で作業するなど、踏圧による湿原への影響が生じにくいよう配慮する。目印杭には番号、「モニタリングサイト 1000」事業で実施している旨を油性ペンで書き記した白色ビニールテープを杭の先端 10 cm の箇所に装着する。

杭は通年設置とし、植生調査は数年間隔で実施する。なお、杭のメンテナンスとして、毎年春期に現地で杭の状況の確認を行い、沈下している杭を初期の高さ（50 cm）まで引き上げる。

3）植生調査

各コドラートにおいて、以下の項目を記録する。

表 4. 調査項目一覧

✓	項目	対象とする層
□	1. コドラート全体の植被率（%）	草本層・コケ層
□	2. 出現種毎の被度（%）	草本層
□	3. コドラート全体の植物の草高（cm）	草本層

出現種毎の被度について、コケ層についても実施する場合、同定が困難なコケ類では上位分類群（例：ミズゴケ類、スギゴケ類）での記録に留めておいてもよい。

図 3. 草高の測定と記録.

4）写真撮影

写真を撮る（表 5)。

表 5. 撮影する写真の種類

✓	項目
□	1. 調査地近傍から、事前に取り決めた方向の遠景写真を撮る（図 4)。
□	2. 調査測線の始点から終点にかけて、遠景写真を撮る。
□	3. すべてのコドラートの写真をできるだけ真上から撮る。コドラートの向きがわかるようにするため、調査側線の進行方向（終点）に向かって左下の杭付近に調査サイト名、コドラート番号、調査日を記したラベルを配置し撮影する（図 5)。その際の撮影方向は調査年度間で統一する。

図 4. 調査地から峠の道路標識を中央に撮った遠景写真.

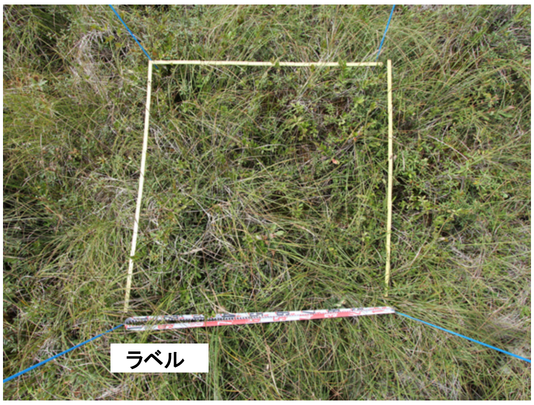


図 5. コドラートの写真. 進行方向に向かって左下の杭付近にラベルを配置して撮影する.

2. 定点撮影調査 ＜選択項目＞

インターバルカメラにより、湿原植物のフェノロジーや降雪・融雪、冠水などを記録する。記録する間隔は 2〜4 時間に 1 回とし、積雪期前などに適宜データを回収する。

1）カメラの設置

カメラの設置にあたっては以下の点に留意する。

- 設置場所は、安定した環境（物理的に動かない、なるべく直射日光を避ける等）であることが必須条件である。さらに、バッテリ交換、データカード交換、時計あわせなどのメンテナンス性を配慮する（図 6）。
- 撮影対象の空間的広がりや大きさなどを考慮し、カメラ位置、レンズ、構図を決定する。
- 霧などのコンタミを避けるため、望遠撮影にならぬよう設置場所を決める。
- 逆光になると取得データを使用した解析が困難となる。したがって、設置にあたっては日射角度などにも注意する。
- 水面からの鏡面反射光が入らないように角度・方位を決定する（原則として、北向きに設置するのが望ましい）。重要な撮影時間帯にカメラあるいは他の影が撮影対象にかからないようにも注意する。
- 撮影画像内の一部に空が入っていると撮影時の天候を判断する上で有効な場合もある。一方、空の面積が大きすぎるとオートアイリスが働いて植生部分がアンダー露出になるので、注意する。
- 撮影範囲内に色変化の少ない対象か、色標準（要調整）が写されていることが望ましい。

図 6. インターバルカメラの設置例（矢印）（2009 年度サロベツ湿原サイト）.

2）撮影

撮影にあたっては以下の点に留意する。

- 最高解像度、低圧縮（RAW*が望ましい）での撮影を行う。
- 撮影時間は正午を必須として時間帯および頻度を決める。その際、データストレージ容量と回収可能頻度、バッテリ容量を考慮する。

*デジタルカメラなどにおける完成状態にされていない画像データのこと。

3）保守点検

カメラの保守点検（メンテナンス）にあたっては以下の点に留意する。

- データカード、試験撮影によるバッテリ残量の評価により、カードや電池の交換時期を把握し、年間のメンテナンス・スケジュールを作成する。
- 定期的に開口窓の清浄を行う。
- カメラ内部時計調整を定期的（カメラの機種に応じて、年 1～2 回程度）に行う。
- データカード交換時などのメンテナンス時にはカメラの設定が変わっていないか確認する。
- ゴムパッキン等の目視点検を必ず行う。
- 乾燥剤を用いている場合は定期的な交換を行う。
- データカード交換、メンテナンス等の記録を必ず管理する。

4）画像点検

取得された画像点検にあたっては以下の点に留意する。

- 回収画像をすみやかに点検し、ハウジング内部の曇り、異常などが発生していないかチェックする。

5）その他の留意点

サイトに装着したものと同型機を基準機として用意し、サイトでの試験撮影と共に地上評価を平行して行い、光学的な特性を把握することが望ましい。

3. その他の調査 ＜選択項目＞

3-1. 池塘の水生植物調査

池塘（ちとう ; 池溏とも書く）の発達するサイトについては、池塘の水生植物について試行調査を実施し、方法について検討する。なお、水生植物への調査圧について配慮した手法とする。

3-2. リモートセンシング調査

湿原調査を実施するうえで有益であり、他のモニタリングサイトとの連携をはかりながら、サイト毎に検討して調査を行う。

Ⅲ．物理環境調査

物理環境調査では、降水・融雪などの気象要因と湧水、池塘、河川環境の関連性を明らかにするため、1．地下水位、2．気温および地温、3．池塘および小河川の水温、の季節変動をモニタリングし、必要に応じて、4．水質を調査する。表 6 に調査項目別の必須・選択および調査間隔を示す。

表 6．調査項目別の必須・選択および調査間隔

調査項目	必須／選択	調査間隔など
1．地下水位	必須項目	測定間隔を 1 時間とする。
2．気温および地温	必須項目	測定間隔を 1 時間とする。測定高は、気温は 1 m 高、地温は 5 cm（0.05 m）深と 50 cm（0.5 m）深とする。
3．池塘および小河川の水温	選択項目	測定間隔は 1 時間とする。
4．水質	選択項目	―

1．地下水位 ＜必須項目＞

1）水位計の設置

自記式水位計（Onset 社製 : 直径 2 cm、長さ 15 cm）を挿入した地下水管（直径 5 cm、長さ 200 cm）を湿地に設置する。地下水管の側面には、地下水位と井戸内の水位に大きな誤差を生じないように、十分な数の穴もしくはスリットを空けておく。測定頻度は 1 時間に 1 回として水位を測定する。1 つのサイトあたり設置箇所は 1 か所とし、必要に応じて増設する。データは年に 1 度以上回収し、その作業時には電池容量や諸動作を確認し、電池交換または本体の交換などの保守点検を行う。

通常、地下水管の素材は塩ビパイプ製とし、その色は灰色とする（図 7）。この塩ビパイプは地上部が 1 m 高となるように設置し、そのなかに自記式水位計（図 8）を挿入する。図 9 に設置手順を、図 10 に設置した水位計（地下水管）の例を示す。

なお、地下水管の「規模」、「構造」、「主要材料」、「外部の仕上げ及び色彩」などについては、各サイトにおける許認可申請の内容に従うこととする。

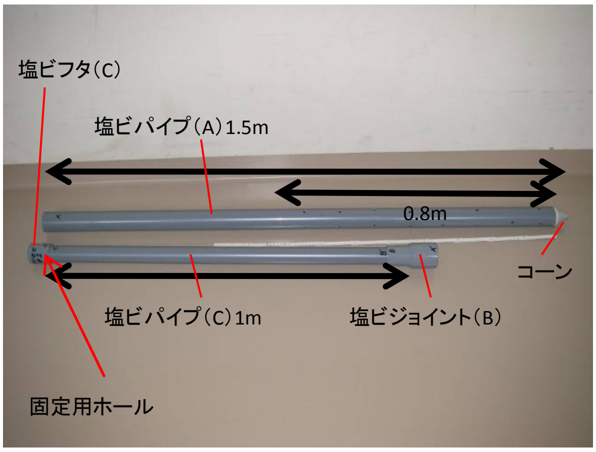


図 7. 水位計に使用する塩ビパイプ類.

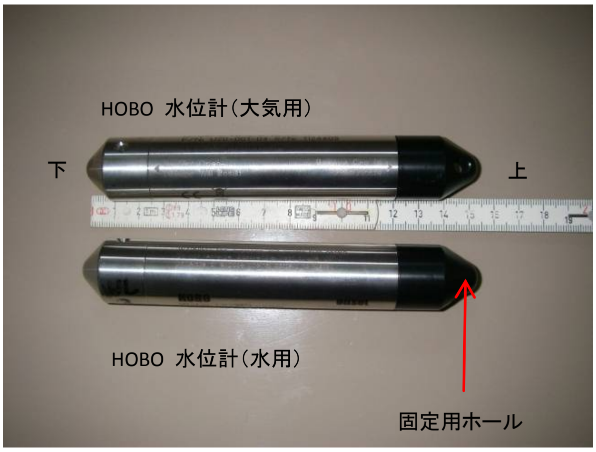


図 8. 水位計に使用するデータロガー.

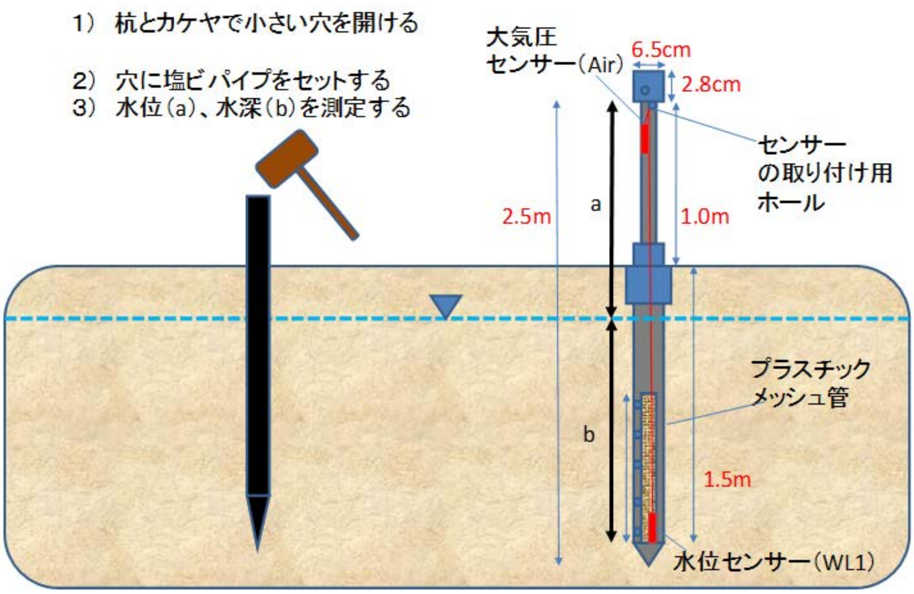


図 9. 水位計の設置手順（立面図）.

図 10. 設置した水位計.

2）データの取り出しと保守点検

データの取り出しと保守点検（メンテナンス）にあたっては以下の点に留意する。

- ロガーのバッテリ残量の把握し、ロガーの早めの交換を行う。
- 年 1〜2 回、データの取り出しを行うこととするが、調査地近傍に訪れる機会があれば、できるだけその都度、データを取り出し、メンテナンスを行う。
- 現場でデータを取り出す場合は、データロガーとデータ取り出しに関するマニュアルを携行し、その場もしくは宿舎で、データの取り出しができているかパソコン上で確認することが望ましい。調査者が現場でのデータ取り出し作業に慣れていない場合は、交換用ロガーをあらかじめ携行し、取り替えてくるなどして対応することが望ましい。

2. 気温および地温 ＜必須項目＞

1）気温（1 m 高）

温度ロガーを、簡易シェードを付けた上で、1 サイトあたり 1 個設置する。増設については、全サイト設置後に、他の調査項目、調査頻度、サイト数等、全体の調査ボリュームを勘案して検討する。

2）地温（5 cm 深と 50 cm 深）

各サイト 1 地点において深さ 5 cm および 50 cm に温度ロガーを各 1 個ずつ設置する。測定頻度は 1 時間に 1 回とする。データは年に 1 度回収し、電池容量を確認して使用年数が過ぎたものは新品と交換する。

■設置とデータの取り出し

気象調査に用いる測定ポールは、直径 5 cm の灰色の塩ビパイプ製である（Ⅲ−1 の水位計と同様の形状。ただし、地上部は 1.2 m）。この測定ポールには、気温計として温度データロガー（図

11）を、地表 1 m 高の地点に設置する。ロガーは、ポールに設置した遮光用のアルミ漏斗の中に吊るして設置する。また、地温計として別の温度データロガー（図 12）を取り付ける。温度センサーを地表面から 5 cm（0.05 m）深および 50 cm（0.5 m）深になるように配置する。

構造の詳細模式図は図 13、設置例は図 14 のとおりある。気温および地温の自動測定頻度は、1 時間に 1 回とする。

設置本数は 1 本とし、設置手順は前述の図 9 のとおりとする。測定ポールは通年、設置とし、調査時にデータを取り出し、保守点検を行う。

図 11．気温計（ティドビット温度計 V2）.

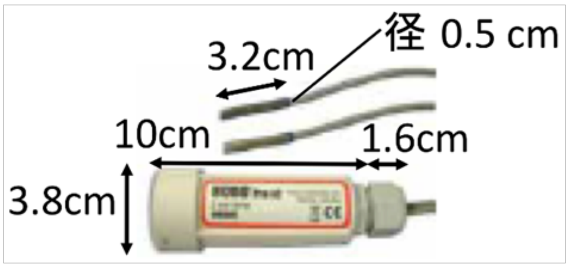


図 12．地温計（U2 ファミリーホボプロ v2 ロガー）.

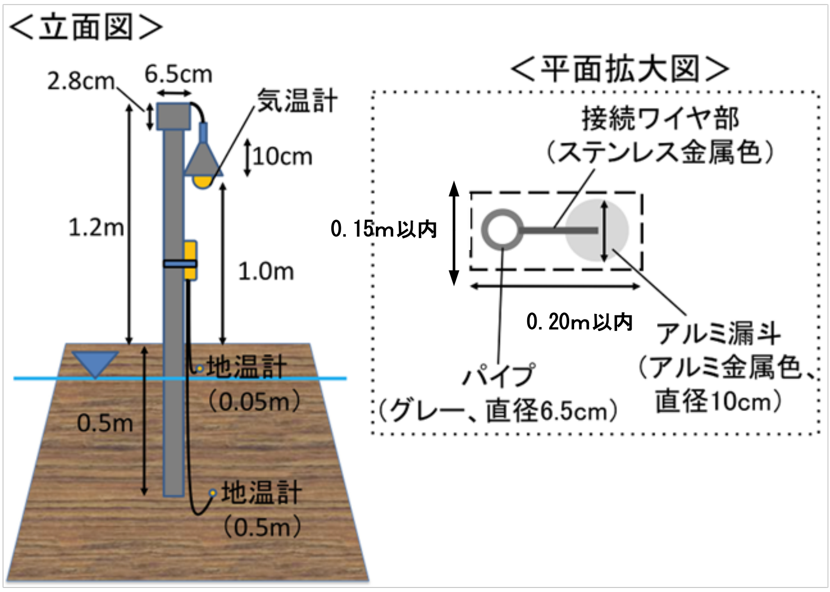


図 13．気温および地温の測定装置（左：立面図、右：平面拡大図）.

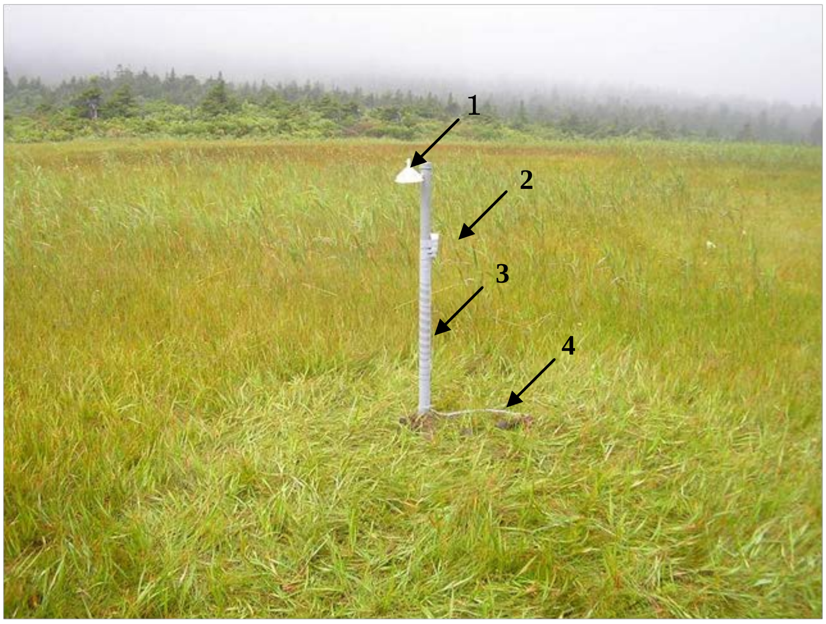


図 14. 気温および地温の測定装置の設置例. 1. 気温ロガー、2. 地表温・地温ロガー、3. センサーコード保護用テープ、4. 地温計測用センサーコード；地温は 5 cm 深と 50 cm 深.

■実施例

気温ロガーは直射日光が当たらないように傘がつけてある。地表温・地温ロガーはセンサーコードが 2 本あるタイプを使用。コードがげっ歯類にかじられないように配慮した。サイトの状況に応じて、水位計の仕様を変更してもよいが、事前に各種の許認可申請が必要であるから、資材の写真を用意し、素材や形状、色を確認・記録しておく。

3. 池塘の水温 ＜選択項目＞

1）水温計の設置および調査の方法

温度ロガー（ティドビット温度計 V2）により水温を記録する。ロガーと杭を組み合わせて 1 セットとし、対象とする池塘において、1 池塘あたり 1 セット設置する。測定頻度は 1 時間に 1 回とする。

杭は通年設置とする。なお、杭のメンテナンスとして、毎年春期に現地で杭の状況の確認を行い、沈下している杭を初期の高さ（50 cm）まで引き上げる。データの取り出しと保守点検は、「Ⅲ−1. 2）データの取り出しと保守点検」に準じる。

図 15 は池塘における温度ロガーの設置模式図である。

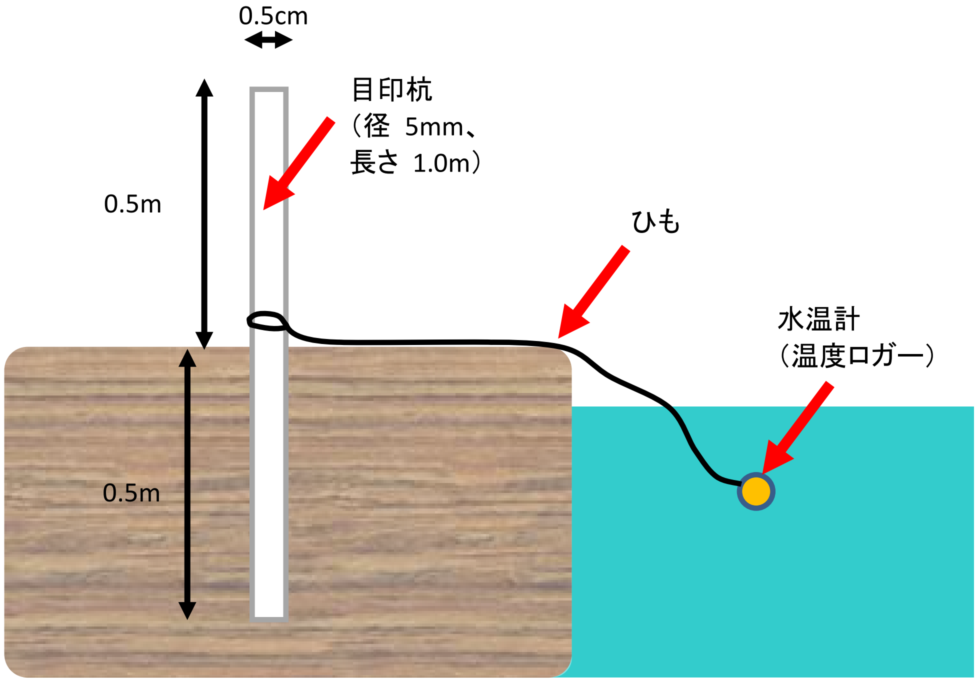


図 15. 池塘における温度ロガーの設置図（立面図）.

4. 水質 ＜選択項目＞

1）地下水の採水および測定

調査機材

観測井戸用塩ビ管、水深計、pH / EC 計、採水器、サンプル瓶、50 ml ディスポーザブル注射器、GF / F フィルター付きろ過器、ラベル、マジックペン、ピッチャー、PP ロープ、調査区番号タグ

観測井戸の設置

植生調査のコドラートに隣接して、長さ 1 m の塩ビ管（下から 50 cm は無数の穴を開けて下端は塩ビのコーン状にし、上は塩ビの蓋をして雨水が入らないようにする）を 70 cm 挿入し、植生調査時に塩ビの上端から水面と地面までの距離を測定する。測定頻度は植生調査と同じく年 1 度とする。設置位置は GPS で測定し、後日塩ビの先端の地盤高は測量する。

採水作業

水位をメジャーで測定した後、湿原土壌の間隙水をなるべくテフロン製の地下水採水器で、無ければプラスチック製手動石油ポンプで排水する。翌日、しみ出てきた間隙水を同じくポンプで採取、共洗いし、再度採取して容器に入れ、GF / F フィルターでろ過して水質分析用のサンプルとする。分析法および分析項目は池塘調査の水質測定に準じる。その後、水温、電気伝導度、pH を携帯型 pH / EC メーターで測定する。

現地観測

観測井戸から採水器で採水した水をピッチャー等に入れて速やかに水温、EC、pH をポータブル pH / EC 計にて測定する。測定機器は事前に新品の電池に交換し、pH 標準液で校正して準備しておくこと。最初の測定は機器が気温に左右されているので、十分現場水温に安定してから測定する。測定値が通常の値を逸脱している場合にはセンサーの破損の可能性を考え、サンプル水を持ち帰り別の機器で再測定をする。乾燥した季節には表層水が少ないので、別に蒸留水を持参して、調査区毎にセンサーを洗浄すること。

2）池塘および小河川の採水および測定

採水作業

池塘や湿原を流れる小河川水の採水は PP ロープを付けたピッチャーで行い、一度目は十分に濯いで捨てる。次に底質や周りの植物が混入しないように本採水を行う。それぞれ採水したサンプル水はディスポーザブルの注射器に少量取って濯いだ後、再度採水して GF / F フィルターでろ過し、50 ml PP 瓶に保存する。PP 瓶は調査前に蒸留水で十分洗浄し、ラベルに番号と採水年月日を記入したものを使う。現場ではなるべく記入作業をせず、野外調査時間の短縮に心がける。

現地観測

池塘、小河川において採水器で採水した水をピッチャー等に入れて、地下水と同様に測定する。

3）試料の送付

採取ろ過したサンプル水は常にクーラーボックスで低温に保ち、なるべく採水した日にクール宅配便で分析担当機関の担当者に送付する。途中の破損に十分注意してパッキングし、「モニタリングサイト 1000」のサンプルであることを明記し、サンプル一覧表を付けて送る。

4）分析

分析は、NH_4、NO_2、NO_3、および PO_4 をイオンクロマトグラフ法、溶存全窒素（DTN）を燃焼法で、P（DTN）、Ca、Fe、 K、Mg、Mn、S、Na、および Si を ICP 発光分析法で分析する。

5）データのとりまとめと解析

現場採水者、分析者はあらかじめ共通のデータフォマットを作成し、調査地、調査区番号、採水座標、採水年月日および時間を一覧表に整理し、統一したデータコードを使用する。現場観測データは調査地、調査区番号、採水座標、採水年月日および時間、天候、調査者名、水温、電気伝導度、pH、溶存成分、水域の区分（地下水、池塘、小河川）、コメントとする。

6）その他

大気降下物の情報収集

環境省酸性雨長期モニタリング、都道府県や研究機関による調査結果を情報収集する。

Ⅳ．動物調査 ＜選択項目＞

動物調査では、1．大型動物（脊椎動物）および 2．水生昆虫の調査を必要に応じて実施する。調査は物理環境調査終了後に行うなど、スケジュールに余裕があるときに実施する。

1．大型動物（脊椎動物）

1）ラインセンサス法による糞・足跡・食痕調査

日本の哺乳類には森林性の種が多く、直接観察による生息確認が困難な場合が多い。しかし、動物が生息していると足跡や糞、食痕などの何らかの生活痕跡を残す。これらの痕跡を観察することによって、大型動物の生息状況をみる。少人数でも調査が可能である。

まずは、各サイトの実情に合わせ（木道などの利用、調査員数）、調査測線を設置する。この際、出現場所が決まっているような場合には、それらを調査測線に含めるようにする。設定した調査測線を歩きながら、動物の糞や足跡、食痕などの痕跡を探し、発見した数と場所、その痕跡に該当する種を記録する。

記録された痕跡の密度の変化から、生息数動向や湿原内への侵入状況などを分析する。

2）赤外線センサーカメラによる記録調査

赤外線センサーカメラを動物の痕跡が多く見られる場所や、獣道などに設置して、センサーの照射範囲に入った動物を撮影する。カメラの設置が可能な場所があることや、管理者の同意が得られるなど状況が許せば実施を検討する。大型動物は、湿原間で比較出来るような定量的データはとれないので、各湿原の調査環境や調査員に応じた調査を行う。各湿原での長期変動が追跡できるよう、調査頻度・調査努力量は一定とする。

カメラ設置場所を決めるにあたり、現地を事前に見て回り、動物の痕跡が多く見られる場所や動物の通り道となっている場所を確認しておく。それらの場所が赤外線センサーの照射範囲に含まれるように、センサーとカメラを設置する。木などの自然の物にカメラを括りつけられない場合は、三脚などを用いる。必要に応じて、カメラとセンサーに覆いやビニールなどで防水処理をする。カメラは複数カ所に設置できると良い。

カメラがフィルム式の場合は、労力とのバランスに応じた頻度でフィルムの回収と交換を行う。後日撮影された写真をみて撮影されている種を同定し、出現種をリスト化する。

2．水生昆虫

池塘 3～5 カ所において実施する。D フレームネット（幅 40 cm）で、1 m の掬い取り 2 回（0.8 m^2）とする。この作業を、池底で 2 回、土手で 2 回行う。採集された個体は白いバットに移し、同定を行い、種ごとに個体数を記録する。これらの個体は種ごとに 3～5 個体を標本として持ち帰り、同定後、標本瓶に入れてアルコール保存する。また、定性調査として出現種調査も適宜実施する。

＊作成に携わった委員

岩熊敏夫	函館工業高等専門学校
占部城太郎	東北大学大学院生命科学研究科
小熊宏之	国立環境研究所 環境計測研究センター
野原精一	国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター
冨士田裕子	北海道大学北方生物圏フィールド科学センター植物園

＊このマニュアルは、平成 21 年 3 月 12 日に開催された平成 20 年度モニタリングサイト 1000 陸水域調査　第 2 回検討会の合意を得て、平成 21 年 3 月 12 日に施行されました。

改訂履歴

平成 22 年 3 月改訂
平成 23 年 2 月改訂
平成 25 年 3 月改訂

モニタリングサイト1000陸水域調査
湿原調査マニュアル　　第4版

発行日 2009年3月

編集・発行
環境省自然環境局生物多様性センター
〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田剣丸尾5597−1
Tel：0555-72-6033　Fax：0555-72-6035
URL: http://www.biodic.go.jp/

作成・お問い合わせ先（2013年3月現在）
特定非営利活動法人日本国際湿地保全連合
担当：中川雅博・横井謙一・佐々木美貴
〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町3-7-3
NCC人形町ビル6F
Tel：03-5614-2150　Fax：03-6806-4187

平成 26 年度
モニタリングサイト 1000 陸水域
調査報告書

平成 27（2015）年 3 月

環境省自然環境局　生物多様性センター
〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田剣丸尾 5597-1
電話：0555-72-6033　FAX：0555-72-6035

業務名　　平成 26 年度重要生態系監視地域モニタリング推進事業
　　　　　（陸水域調査）
請負者　　特定非営利活動法人　日本国際湿地保全連合
　　　　　〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町 3-7-3
　　　　　NCC 人形町ビル 6 階