

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	1
1. 調査必要人員	1
2. 調査時期と場所	1
3. 現場での測定	1
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	3
5. 植物プランクトンの採集と固定	6
6. 動物プランクトンの採集と固定	7
7. 参考文献	9
II. 底生動物調査	13
1. 調査必要人員	13
2. 調査時期と場所	13
3. 調査資材（用意するもの）	14
4. 調査手順	15
III. 湖辺植生調査	22
1. 調査必要人員	22
2. 調査内容、時期および場所	22
3. 調査資材（用意するもの）	23
4. 調査手順	25
5. その他	29

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、湖岸から離れた湖中央部としてもよい。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、湖上に張り出した栈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すること。
- 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。



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）を撮影しておくといよい。

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

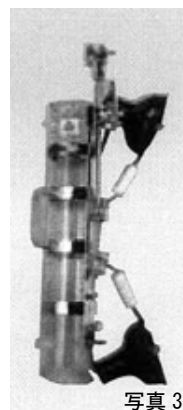


写真 3

©離合社

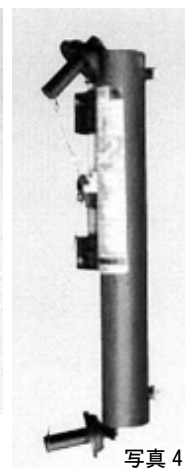


写真 4

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には、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

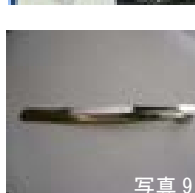


写真 9



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 試料水を静かに攪拌して均一にしてから、メスシリンダーに一定量を量り取る。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、最終的にファン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°C 以下）する。この試料は、クロロフィル a 量の測定に供する。
- ⑧ また、残りの 2 枚は、乾燥機により 60°C 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。この試料は、有機物や元素分析などに供する。

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



写真 12

©東静容器

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、ロープを付けたブラ

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、動物プランクトン種組成分析用試料 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、動物プランクトン DNA 分析用試料 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）。

※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。

2) 室内作業

調査資材（用意するもの）

- 20 ml 容褐色スクリーバイアル瓶×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）。



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	観測日時	_____年 ____月 ____日	調査開始時刻 ()	
□調査器具の事前準備	観測者氏名（※）			
	調査地点測定地点	(GPS : WGS84、十進法 (〇〇〇.〇〇〇〇で記録))		
□調査手法の調査者間での共有	当日の天候	天気		
		雲量		
		風向		
		風速（強弱など）		
□調査者の安全に配慮	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 <i>a</i>	採水	□共洗い □採水器名：		
植物プランクトン	採集	□採水水深：		
		□試料水量（実験室）：_____ (ml)		
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が各調査者にご確認ください。

【室内作業】

12

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、**毎回、同じ地点で調査**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

- 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上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、アンカーを打つ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。

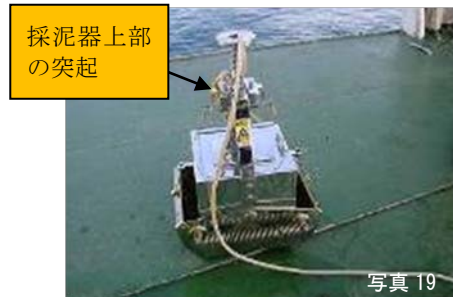
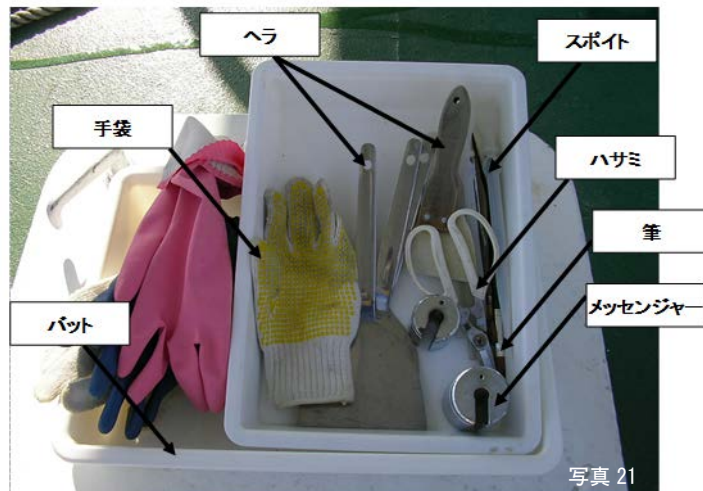


写真 19



写真 20



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 $\times$ 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 $\times$ 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。

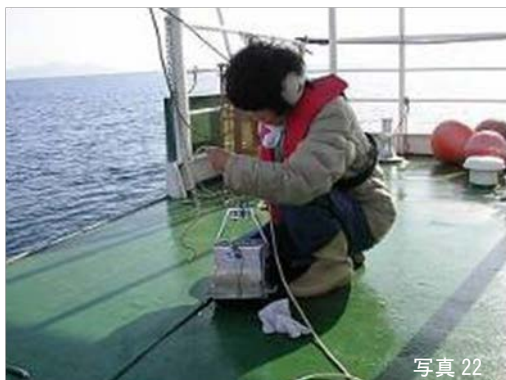


写真 22



採泥器の突起にバネをひっかける

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り、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攪乱しないよう、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）があるかどうかを記録する（写真 29）。

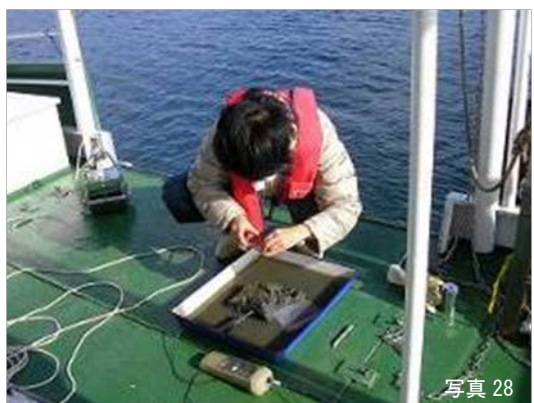


写真 28



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）

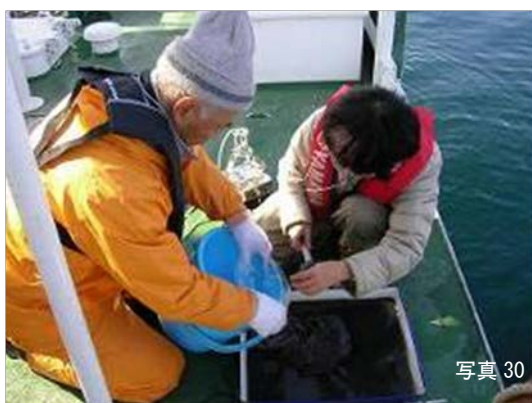
採取した泥サンプルを船上で篩う場合は、250 μm または 300 μm の篩（直径 20 cm 以上）またはネットで篩う。目詰まりを起こす湖沼では 500 μm 目の篩を用いてもよい。底生動物をチャッ

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。



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を開け、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、水が透過し、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、可能なレベルまでの同定を行う。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で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 (〇〇〇.〇〇〇〇で記録)
(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) $\cdot$ 500 μm (使用した目合いを丸で囲む) 表層の水温 : _____ $^{\circ}\text{C}$ 底質 : _____ 泥温 : _____ $^{\circ}\text{C}$ 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 *Phragmites australis* (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棹（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で、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、人為などの攪乱の有無、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、十進法〇〇〇.〇〇〇〇）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 の箇所では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、十進法〇〇〇.〇〇〇〇）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）。

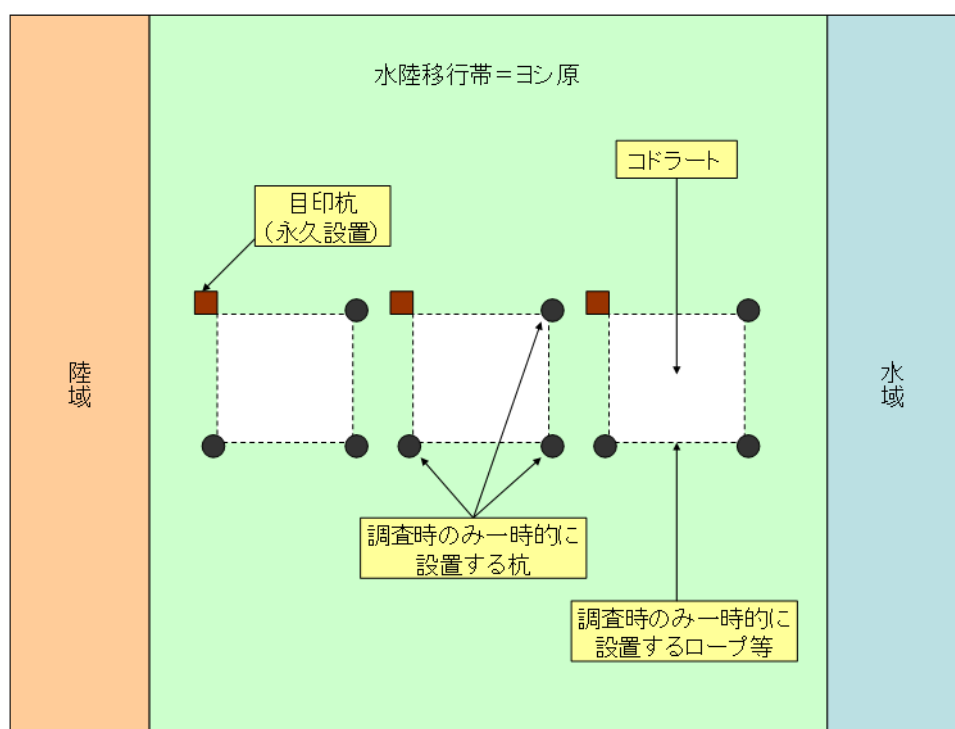


図1. 工作物の設置図.

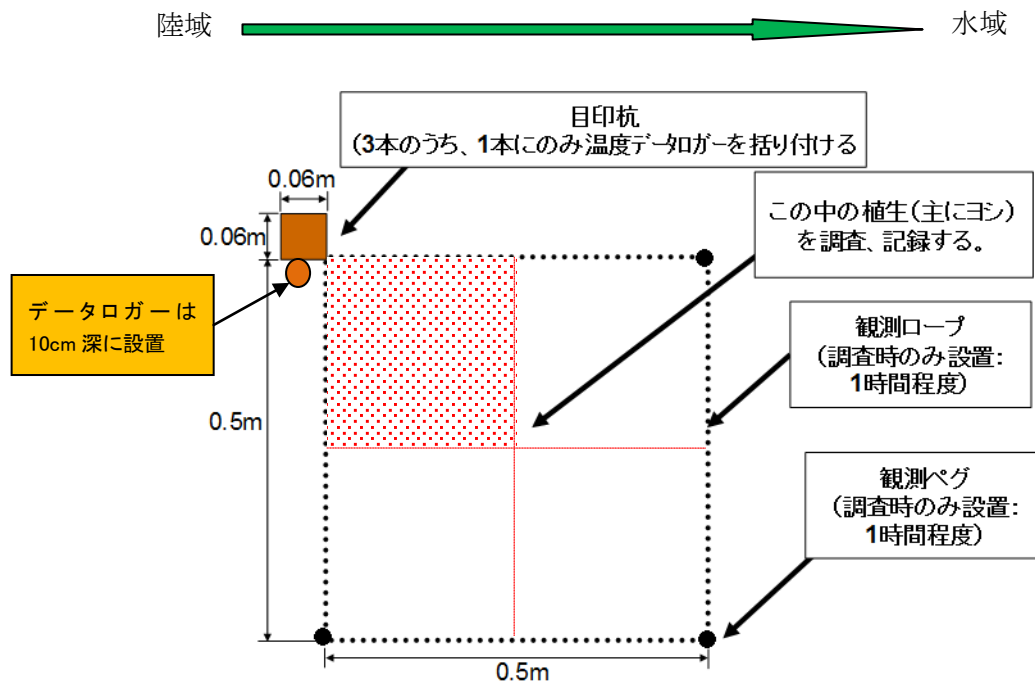


図 2. コドラートの平面図.

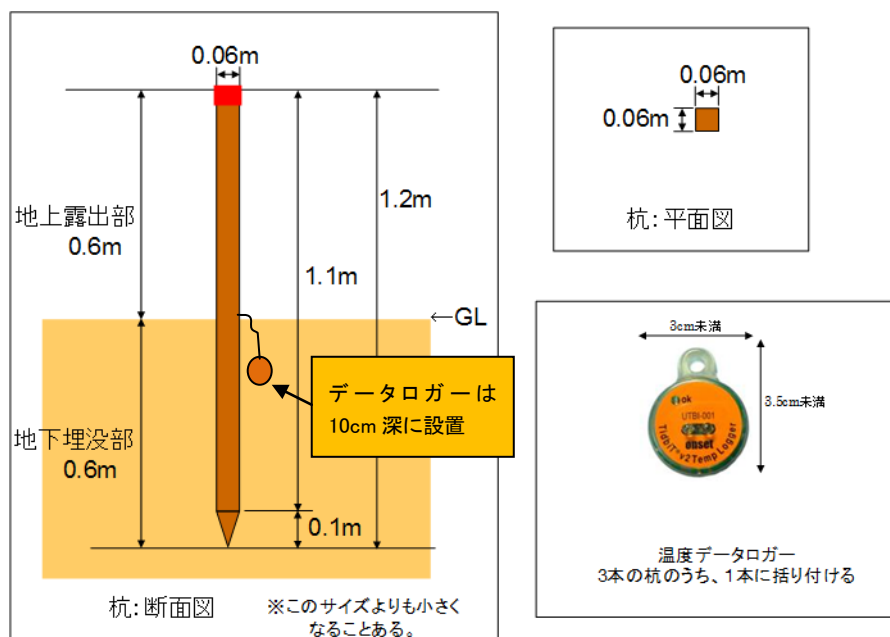


図 3. 工作物の構造.

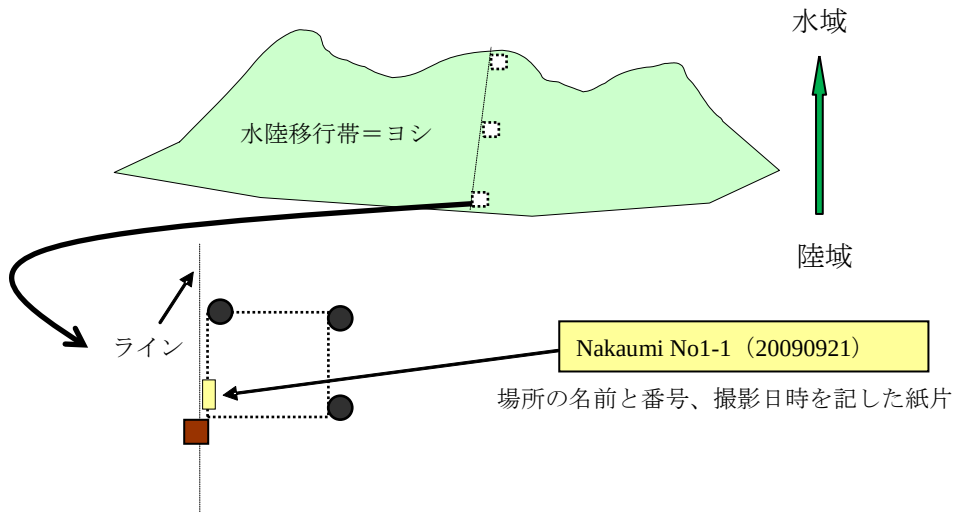


図 4. 目印杭とコードラート情報のイメージ.

- ① 各コードラートでは、コードラート全体の様子を撮影する。その時に、コードラートの左下（杭のある場所）にコー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）。

コードラート番号は、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ードラートおよび調査日を示す)。なお、現状を踏まえ、コー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、コー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 つのコー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、コードラートを 25 cm × 25 cm の小コードラートに 4 分割し、このうち、固定杭のある小コードラート（図 2 のメッシュ範囲）のみの高さおよび直径を計測する。

コー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、そのあとにコー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。日常的にコー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、コー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、さらにコー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。

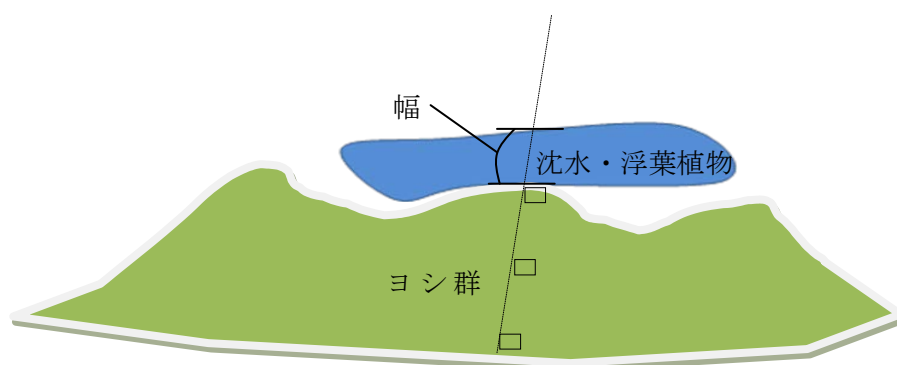


図 5. ヨシ群落と沈水・浮葉植物帯の位置イメージ。

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を選定する。

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】

共通項目	項目	記入欄
☐ 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	サイト名	
	観測日時	_____年 ____月 ____日 調査開始時刻（ ）
	観測者氏名・所属（※）	
	環境の概要	（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）
	コードラート 1	（GPS:WGS84、十進法（〇〇〇.〇〇〇〇で記録）
	特記事項（初年度には、コー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、コードラート内やその周辺における変化などを記入する）：	
	コードラート 2	（GPS:WGS84、十進法（〇〇〇.〇〇〇〇で記録）
	コードラート 3	（GPS:WGS84、十進法（〇〇〇.〇〇〇〇で記録）
備考		

（※）速報などで氏名・所属が公表されてもよいが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）： _____ / _____

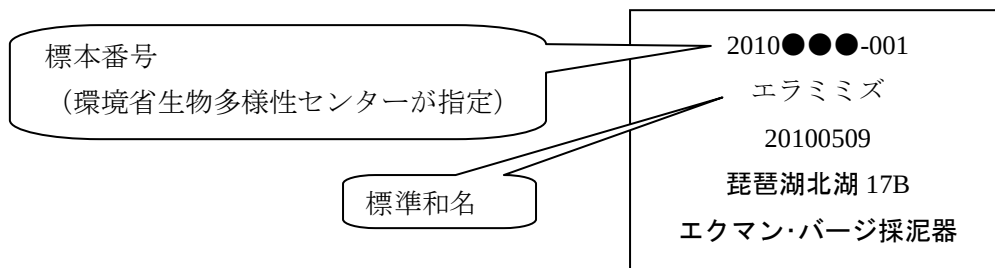
No.	高茎植物の種名	高さ (cm)	棹の直径 (mm)	備考
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

*原則として、地上部からおおよそ 20 cm の箇所で計測する。

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。
- ・ 用紙は調査団体に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 : 03-6806-4187