

## 底質採取法

### 1. 採取時期

底質中に含まれる物質が、水利用に悪影響を及ぼす時期を含めることを原則とし、当該水域において水質調査が予定されている場合は、水質調査の実施時期に合わせることを望ましい<sup>(1)</sup>。

頻度は、原則年 1 回以上行うものとする。ただし、季節的変動等、考慮すべき物質については採取回数の適宜増加が望ましい<sup>(2)</sup>。

注(1) 窒素・りんについては夏季に当該水域の植物プランクトンの増殖（内部生産による有機物の増加）やそれに伴う底層の貧酸素化による溶出が起こる。よって、夏季は底質が最も水質と相互に影響しうる時期であり、この時期を含めて調査をすることが望ましい。

注(2) 農薬については散布時期を考慮して、必要に応じて、年 2 回以上とする。

### 2. 採取地点

#### 2.1 概況調査

海域、湖沼においては、調査対象水域の規模及び予想される汚染の程度に応じて均等メッシュ（通常 2～6km）で採取地点を設けるものとする<sup>(1)</sup>。

河川及び水路においては環境基準点を基本としながら、流域の特性に合わせて採取地点を適宜増加することが望ましい。

#### 2.2 精密調査

海域、湖沼においては、調査対象水域に均等メッシュ（通常 200～300m）で採取地点を設定するものとし、河口部等の堆積汚泥の分布状況が変化しやすい場所等においては、必要に応じて地点を増加するものとする<sup>(1)</sup>。

河川及び水路においては、幅の広いときにあっては均等メッシュ（通常 50m）で、幅の狭いときにあっては、流下方向数十 m（通常 50m）ごとに汚泥の堆積しやすい場所を採取地点とし、水域の状況等により適宜地点を増加する。

注(1) ダイオキシン類等の調査で、調査方法が別途マニュアル等で定められているものは、それに従う

### 3. 採取方法

2. の各採取地点において、エクマンバージ型採泥器またはこれに準ずる採泥器<sup>(1)</sup>によって、原則底質表面から 10cm 程度の底質を 3 回以上採取し、それらを混合して試料とする。

なお、深さ方向の調査が必要な場合には、アクリルパイプ等を用いて柱状採泥を行い、柱状試料を各層から採取することとする。表層の情報を得たい場合には、底質表面から 10cm 程度の底質を混合したものを試料とする。なお、採取は 1 回でも差し支えない。

注(1) エクマンバージ型採泥器での採取が困難な場合は、これに準ずる採泥器を使用するものとし、底質の状態、採取層厚等の情報を記録する。

### 4. 採取時に実施すべき事項

採取日時、採取地点（図示すること）、採取方法（使用した採泥器の種類、大きさ）、底質の状態（堆積物、砂、シルト等の別、色、ORP、臭気等）は直ちに観測測定し記録する。また、柱状採取の場合は、コアの深さも記録する。なお、調査の目的に応じてその他の項目を適宜追加する。

採取地点の主な物理化学的情報等（水分、強熱減量、粒度組成、全有機炭素、硫化物等）を分析することが望ましい。

### 5. 採取時の試料の調製

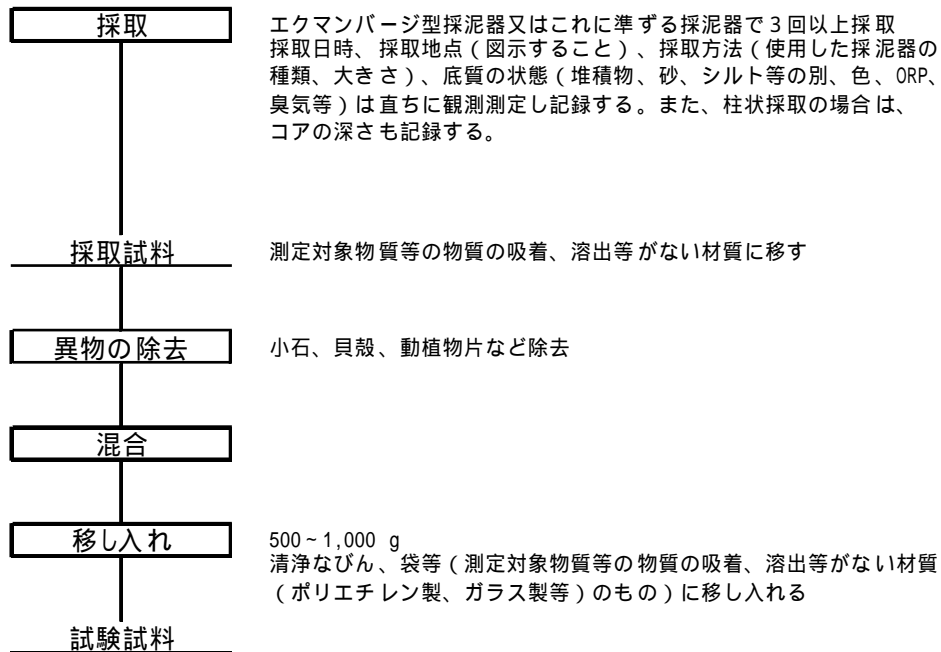
採取試料を清浄なバット等（測定対象物質等の物質の吸着、溶出等がない材質（ポリエチレン製、ステンレス製等）のものを使用する）に移し、小石、貝殻、動植物片などの異物を除いた後、均等に混合し、その 500～1000g を清浄なびん、袋等（測定対象物質等の物質の吸着、溶出等がない材質（ポリエチレン製、ガラス製等）のもの）に入れて 4 以下に保冷して、実験室に持ち帰るものとする<sup>(1)(2)</sup>。

試料はできるだけ速やかに分析する。直ちに分析が行えない場合には、遮光した状態において 4 以下で保存することとする。

注(1) 硫化物は不安定で空気にさらされると揮散したり酸化したりするので、亜鉛アンミン溶液を加え、現地で固定する。この保存方法をとった場合でも、できるだけ速やかに分析を行う。固定方法の詳細を 4.6 硫化物に示す。

注(2) 揮発性有機化合物（VOC）の試料採取は、他の対象項目の分析試料とは別試料として取り扱う。採泥器で採取した試料は、採泥器内で水切りを行い、小石、貝殻、動植物片など目視できる異物を含まないように混合して、速やかにガラス製容器等に移し入れ空隙が残らないよう密封する。

## 6. 採取フローシート



## 7. 試料採取容器、固定方法、保管方法

試料採取容器、固定方法、保管方法について表 7-1 に例を示した。

表 7-1 分析項目別の試料容器・試料保管方法例

分析項目	試料容器の種類 <sup>(1)</sup>	固定方法	保管方法 <sup>(2)</sup>
4.1 乾燥減量	ポリエチレンビン， ガラスビン	無処理	4 あるいは凍結保存
4.2 強熱減量			
4.3 泥分率			
4.4 水素イオン濃度（pH）			
4.5 酸化還元電位（ORP）	（ポリエチレンビン， ガラスビン）		現場測定を原則とする。 （採取せざるを得ない 場合は4 あるいは凍結 保存）
4.6 硫化物	ポリエチレンビン， ガラスビン <sup>(3)</sup>	亜鉛アンミン による固定	4 保存
4.7 COD	ポリエチレンビン， ガラスビン	無処理	4 あるいは凍結保存
4.8 窒素			
4.9 リン			
4.10 全有機炭素			
4.11 シアン化合物			
4.12 ふっ素	ガラスビン ポリエチレンビン， ガラスビン	無処理	4 あるいは凍結保存
4.13 ヘキサン抽出物質			
4.14 全有機塩素化合物			

表 7-1 分析項目別の試料容器・試料保管方法例

分析項目	試料容器の種類 <sup>(1)</sup>	分析項目	試料容器の種類 <sup>(1)</sup>
5 金属（ほう素を除く）	ポリエチレンビン， ガラスビン	無処理	4 あるいは凍結保存
5.13 ほう素	ポリエチレンビン	無処理	4 あるいは凍結保存

表 7-1 分析項目別の試料容器・試料保管方法例（つづき）

分析項目	試料容器の種類 <sup>(1)</sup>	固定方法	保管方法 <sup>(2)</sup>
6.1 揮発性有機化合物（VOC）	ガラスびん <sup>(3)</sup>	無処理	4 の冷暗所保存。試料容器をチャック付ポリエチレン袋等で密封し、逆さま（口が下向き）の状態にしておく。
6.2 農薬（農薬、有機塩素系農薬、ポリ臭化ビフェニル及びベンゾ[a]ピレン）	ガラスびん	無処理	4 あるいは凍結保存
6.3 界面活性剤等			
6.4 PCB			
6.5 有機スズ化合物			
6.6 ベンゾ[a]ピレン、スチレン2量体及びスチレン3量体			
6.7 ベンゾフェノン			
6.8 4-ニトロトルエン			
6.9 フタル酸エステル類			
6.10 アジピン酸ジ-2-エチルヘキシル（DEHA）			
6.11 アルキルフェノール類、ビスフェノールA及びクロロフェノール類			
6.12 エストラジオール類			
6.13 1,4-ジオキサン			
6.14 フェノール			
6.15 ホルムアルデヒド			

注(1) 試料容器にはポリエチレンびんまたはガラスびんを用いる。容器は使用前に、水道水で洗浄し、更に JIS K 0557 に規定する A1 の水で十分に洗浄する。金属元素及び有機物を試験する試料を採取する場合は水での洗浄後、必要に応じて温硝酸(1+10)や温塩酸(1+5)で洗い、更に A2 または A3 の水で十分に洗浄する。試料容器は一般に新品を用いる。前に使用した状態によって、次の試験に影響がない場合には、再使用することができる。

微量有機化合物を分析するための試料容器ガラスびんの洗浄は次のとおりである。洗剤、水、アセトン、ヘキサンの順で洗浄した後、200 で 2 時間以上加熱し、放冷後密栓する。洗浄の際の汚染を避けるためブラシは使用しない。

注(2) 分析は試料採取後直ちに行う。分析を直ちに行えない場合の保管方法を示す。

注(3) 空隙が残らないよう密封する。

## 8. (参考) 間隙水の抽出方法について

底質の間隙水を測定することは、その近傍の水環境を把握するために重要であるので、参考として抽出方法を記載する。

間隙水を底質から抽出する方法として、遠心分離法、加圧ろ過法、透析膜法、吸引法の4つに大別される。

遠心分離法、加圧ろ過法は、底質を採取してから操作を行うため、目的成分が変質する可能性がある。その点、透析膜法、吸引法は現場で直接採取できるのでその可能性が少ない。

しかし、干潟など水深のない地点では、調査時間に限定されなければ透析膜法が最善であるが、水深がある程度ある地点では、泥深があいまいになり採取者によるバラツキが起こりやすい。

このようにどの方法も一長一短があるため、測定する項目や調査目的によって抽出方法を選ぶ必要がある。

### a) 遠心分離法

柱状採取した試料(コアサンプル)の上下を密栓し、現場泥温付近に保って速やかに実験室に持ち帰る。コアサンプルの直上水をサイホン・ピペットで抜き取り、必要な泥層を各層から採取する。採取した底質は、密閉製容器を用いて保存する。

保存時間はできるだけ短く、採取後速やかに抽出処理を行う。

遠心沈殿管(遠沈管)は、密栓のできるもの(ステンレス製、樹脂製、ガラス製で分析に際し、汚染、吸着を受けないもの)を用い、現場泥温付近で3,000~5,000rpm、20分程度(上澄水が透明になるまで)遠心分離を行う。ガラス製遠沈管を用いる場合は3,000回転までとし、それ以上の回転数の場合はステンレス、樹脂製等を用いる。

遠心分離後、上澄水を速やかに密栓をすることができる容器に移し、分析はできるだけ速やかに行う。

上澄水が濁っている場合には、上澄水をあらかじめろ紙を装着したろ紙ホルダーを接続しておいたガラス製注射筒に移し、注射筒の内筒を押し、ろ液を分取し、間隙水の試料とする。

### b) 加圧ろ過法

遠心分離法と同様にして実験室に持ち帰ったコアサンプルの直上水をサイホン・ピペットで抜き取り、必要な泥層を各層から採取する。採取した底質は、密閉性容器を用いて保存する。

保存時間はできるだけ短く、採取後速やかに抽出処理を行う。

内部をテフロンコーティングしたステンレス製の容器を用い、現場泥温付近で油圧、ガス圧もしくは、ボルト方式により加圧ろ過した溶液を間隙水の試料とする。

### c) 透析膜法

蒸留水を満たした透析膜のバッグをサンプラーにセットし、現場において、堆積層に挿入する。

間隙水の濃度と平衡になるよう一定時間放置後、間隙水の試料とする。

### d) 吸引法

現場において、堆積層(砂質層のみに適用)に多孔性のパイプまたはエアストーンを挿入し、浸透水を注射筒や減圧ろ過器等を用いて吸引し間隙水の試料とする。

抽出方法の詳細は、参考図書を参照

#### 参考図書

半田暢彦：湖沼調査法，初版，古今書院，東京，1987，pp127

西条八束・三田村緒佐武：新編湖沼調査法，初版第三刷，講談社サイエンスライヴ，東京，1997，pp205 - 206

寒川喜三郎・日色和夫：最新の底質分析と化学動態，初版，技報堂出版，東京，1996，pp28 - 39

増澤敏行：沿岸環境調査マニュアル，初版，恒星社厚生閣，東京，1986，pp74 - 77

## 9. (参考) 酸素消費速度

### (1) 試験方法の概要

底質中の有機物等が分解されるとき、底層水中の溶存酸素(DO)が消費される。汚濁の程度によっては底層水中の溶存酸素が少ない貧酸素水塊が発生する。このような底層水の貧酸素化は底生生物の生息環境の悪化のみならず、底質からの栄養塩類の溶出も促進することとなる。よって、底質環境を調査する上で、底質の酸素消費量(以下、SOD; sediment oxygen demand という)の把握は重要である。

通常、DOの消費は底質の表面と接触する底層水の間で起こると考えられるため、SODは、底質表面積当たりの酸素消費量( $\text{mgO}/\text{m}^2$ )として表す。また、単位時間当たりのSODを酸素消費速度( $\text{mgO}/\text{m}^2/\text{h}$  または  $\text{mgO}/\text{m}^2/\text{d}$ )として表す。

酸素消費速度の試験手法として様々な方法が用いられるが、大きく分けて、現地連続観測による試験と、室内試験に分けられる。現地連続観測による試験は、近年測定機器の開発や手法の確立がなされたことにより、底質環境をかく乱せずにリアルタイムで測定できるため、より信頼性の高い結果が得られるとされ、全国各地で測定が行われている(遠藤ら、2010)。一方の室内試験は、柱状コアを採取して実験室で試験を行うもので従来から用いられてきた手法である。試験条件の設定が現地連続観測による試験より容易であることが利点として挙げられる。

現地連続観測による試験と室内試験の差異については、入江ら(2007)が、採取本数や採泥厚、試験結果等を比較し、大きな差異は認められなかった旨報告している。

ここでは室内試験による酸素消費速度試験方法の例を参考として示す。

### (2) 器具及び装置

- a) 柱状コア：内径 10cm、高さ 50cm のアクリル製のパイプ
- b) シリコン栓：柱状コアの上下を密閉できるもの
- c) 溶存酸素計(DOメーター)<sup>(1)</sup>：隔膜電極式や、蛍光式のもの
- d) かくはん装置：コア内に入れた試験水を底質表面がかく乱しないようにかくはんできるもの。マグネチックスターラー等。
- e) 恒温装置：柱状コア中の水温を一定温度に保てるもの(恒温室または恒温槽等)
- f) ばっ気装置：試験水中のDO濃度を調整できるもの

注(1) 溶存酸素計自体が酸素を消費する機種があるので、その影響の無い機種を選ぶこと。

### (3) 試料採取

現場の底質の表面をかく乱ないように柱状コアを挿入し、底質表面から深さ 15cm 以上の採泥厚となるよう底質サンプルを採取する。試料は 1 地点当たり 2 本以上採取すること。

採取した柱状コアの上下をシリコン栓で密栓し、氷冷して速やかに試験室に搬入する。

別に試験水として現場の水が必要な場合は必要な量を採水しておく。

### (4) 試験操作

試験水<sup>(2)(3)</sup>をばっ気装置によりばっ気し、溶存酸素濃度を調整する<sup>(4)</sup>。

恒温装置内<sup>(3)</sup>に柱状コアを設置し、柱状コア内の直上水を a) で溶存酸素濃度を調整した試験水に、底質表面をかく乱しないように入れ替える。

DOメーター及びかくはん装置を取り付け、図 9-1 に示したような酸素消費速度試験装置を組む。

かくはん機により試験装置内の試験水をかくはん<sup>(4)</sup>し、DOメーターにより試験水の溶存酸素濃度の変化を経時的に記録する。時間を横軸に、DO濃度から求めたDO量を縦軸に取っ

た経時変化図から酸素消費速度を算出する。

試験終了後、底質中のベントス（底生生物）について、その大まかな量や種類など概要を記録する<sup>(6)</sup>。

注(2) 現場の水を使用する場合は懸濁物が溶存酸素を消費する可能性もあるため、ろ過したものを使用する。

注(3) 現場環境により近い状態を再現するため、観測時の塩分、水温を用いて試験する。試験中は水温が概ね一定であることを確認する。

注(4) 試験水の酸素濃度は、現場の酸素濃度よりやや高めの濃度を設定し、実験中に現場の酸素濃度帯が含まれるようにする。

注(5) かくはん機の使用で、採取底質が巻き上がらないように留意する。

注(6) 実験装置のコア内の底泥中にマクロベントス等が生息している場合があり、それが大量の場合にはその影響を無視できない。

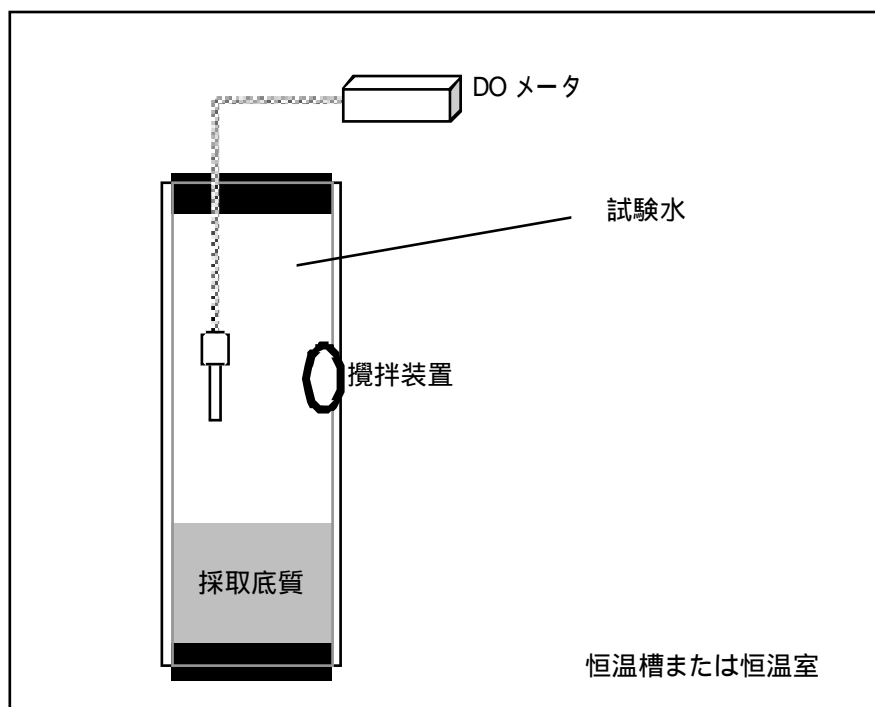


図 9-1 酸素消費速度試験装置の例

入江政安、窪田勇輝、中辻啓二、西田修三(2007)：都市海浜における底質の非一様性を考慮した酸素消費量の推定，海岸工学論文集，第54巻，pp.1026-1030

遠藤雅実、鯉淵幸生、藤田昌史、鈴木準平、小倉久子、飯村晃、大畑聡、磯部雅彦(2010)：東京湾における底泥酸素消費と微生物群集構造の関係，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol.66，No.1，pp.1036-1040