

(3) 平成 22 年度現地調査

3.1 現地調査の目的

統括検討委員会より示された「地域における円滑な栄養塩類の循環に有効な実施方策検討のために、収集・整理が必要とされる情報」(以後、「現地調査基本方針」とする)を踏まえて、陸域・海域を含めた地域の物質循環状況を解析するにあたり、不足する情報を得るために行う。

3.2 現地調査内容

湾奥における貧酸素水塊や赤潮の発生等の不健全な事象は、底質の悪化が起因となっている。気仙沼湾における今後の課題として、底質悪化の機構解明、栄養塩の循環の把握と管理が挙げられる。以下に各課題に対する調査内容を示す。

底質悪化の機構解明

本課題に対して、まず湾奥部の底質悪化をもたらす有機物の起源を調べる必要がある。そのため、陸域及び海域の底質の成分分析を行い、どこの底質が湾奥部の底質に近似しているのかを把握することとした。

また、湾奥部の底質悪化の起源を詳細に把握するために、以下の追加調査を提案する。

- (a) 安定同位体比(窒素)の追加
- (b) セディメントトラップ調査

栄養塩の把握と管理

栄養塩の循環を把握するために、栄養塩を中心に水質調査を行う。また、貧酸素水塊や赤潮の発生には、底質における酸素消費や栄養塩の溶出が要因の1つとして考えられている。そのため、気仙沼湾では、底質を介した物質収支を把握することが、最も重要であると考えられる。

3.3 現地調査方法

統括検討委員会から示された現時調査基本方針及び追加調査について、図 3.3-1 の調査位置で調査を行う。

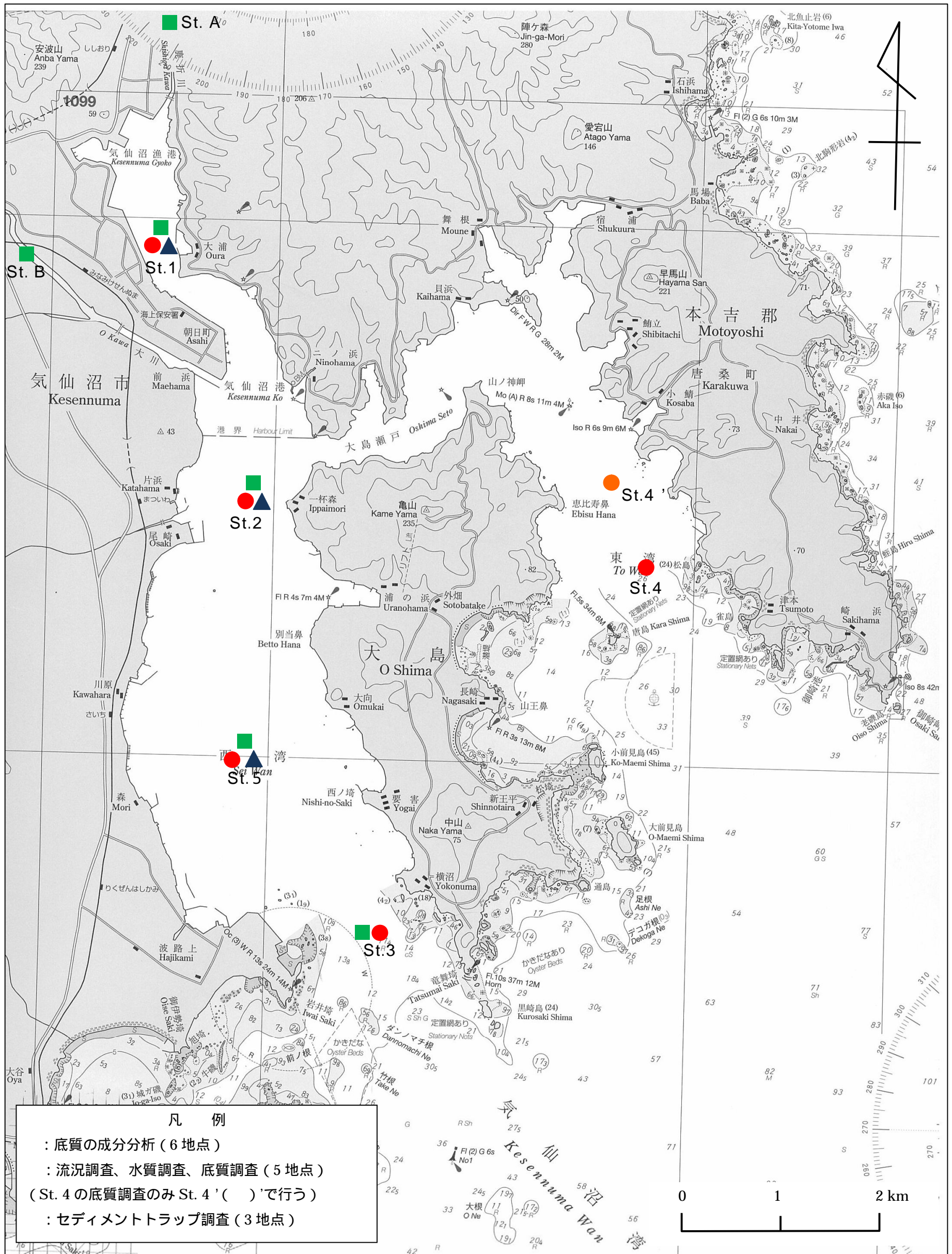


図 3.3-1 調査位置図

さらに、以下に詳細な方法を示す。

3.3.1 底泥の悪化要因解析のための現地調査

(1) 底質の成分分析

1) 調査目的

湾内、特に湾奥部に堆積する堆積物の起源を把握するために行うものとする。

2) 対象区域

6 地点 (図 3.3-1)

湾奥流入 2 河川の潮汐影響を受けない河川順流域下流各 1 地点 (St.A、B)、湾奥 1 地点 (St.1)、湾中央 1 地点 (St.2)、湾口 1 地点 (St.3)、カキ養殖場 1 地点 (St.5)、

3) 調査時期

カキの摂餌が盛んな夏季に 1 回実施する。

冬季に調査を行うと、カキの摂餌活動が低下しているため、カキ養殖を介しての物質循環が捉えづらくなる可能性が考えられる。

4) 調査方法

ダイバーによって、アクリルパイプを用いて堆積物を 1 地点につき 3 検体採取 (柱状採泥) する (図 3.3-2)。なお、柱状採泥が困難な場合や、分析試料の量を要する “ 粒度組成 ” や “ 含水比 ” 用の試料については、状況に応じて採泥器等やダイバーにより表層底泥を採取する。

柱状採泥試料から表層 (2cm) を分取し、分析用の試料とする。

冷暗状態で分析室に搬入し、表 3.3-1 に示す項目の分析を行う。分析方法は表 3.3-6 に示すとおりである。

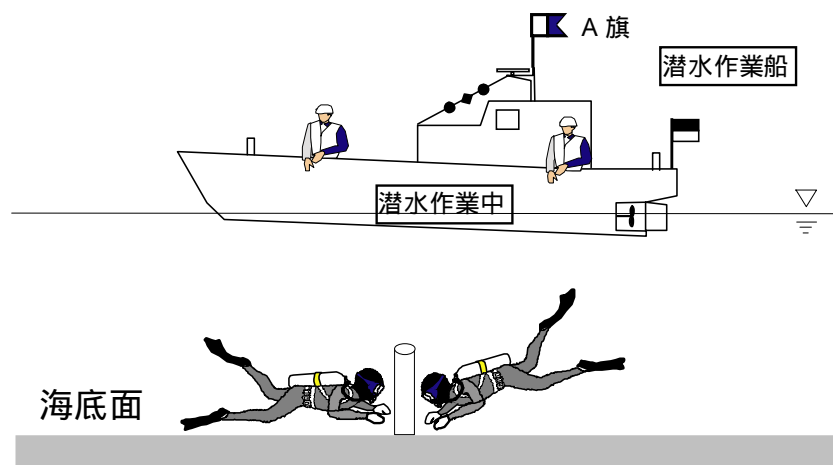


図 3.3-2(1) ダイバーによる柱状採泥状況

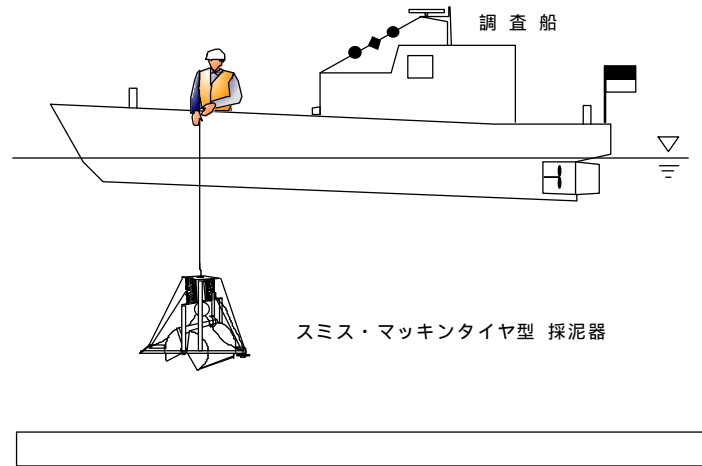


図 3.3-2(2) 採泥器による採泥状況

表 3.3-1 底質の成分分析項目

分析試料	表層 2cm
分析項目	粒度組成、含水比、COD、TOC、T-N、T-P、硫化物、炭素同位体比

3.3.2 物質収支モデル構築に必要な情報の取得

(1) 流況調査

1) 調査目的

湾内の物質の流れを把握するために、湾内の流況を再現するデータを取得する。

2) 対照区域

5 地点 (図 3.3-1)。

湾奥 1 地点 (St.1)、湾央 1 地点 (St.2)、湾口 2 地点 (St.3、4)、カキ養殖場 1 地点 (St.5)。

3) 調査時期

夏季及び冬季に各 1 回、15 昼夜連続観測を行う。

4) 調査方法

(a)各地点の表層 (海面下 1.0m)、下層 (海底面上 1.0m) に電磁流速計を設置する (図 3.3-3、なお図には後述するセディメントトラップも記載)。

(b)15 昼夜程度連続観測して流向・流速のデータを取得する。

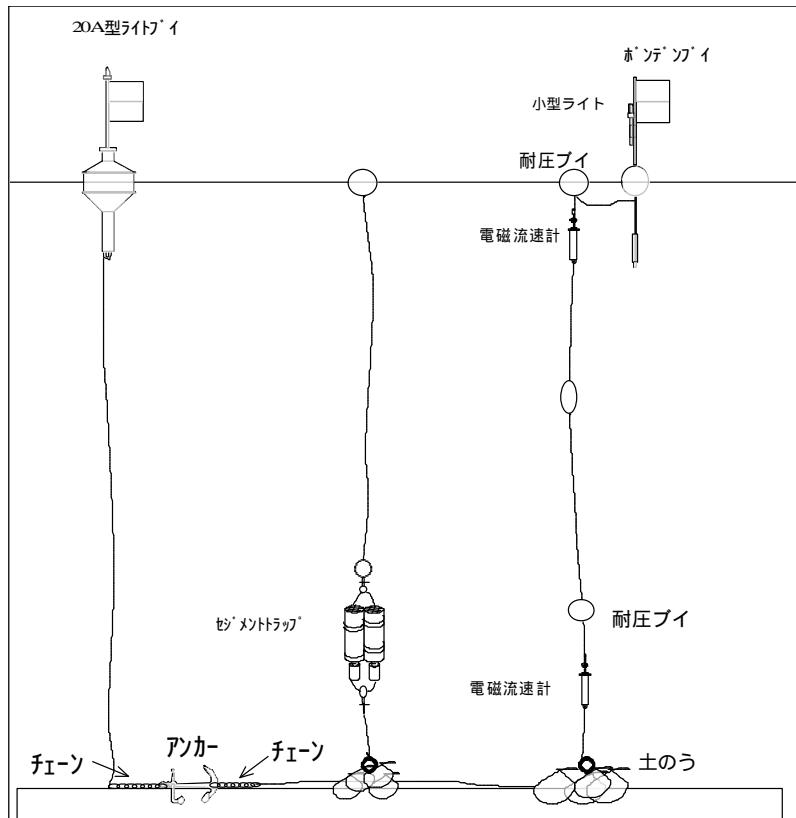


図 3.3-3(1) 流速計及びセディメントトラップ設置状況 (St.1、2、5)

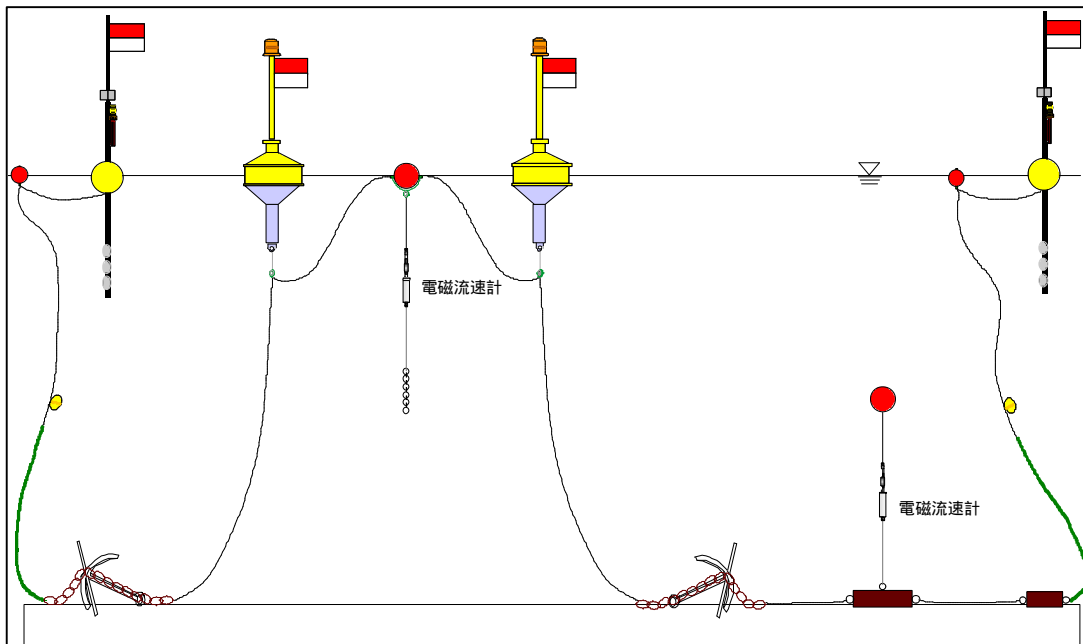


図 3.3-3(2) 流速計設置状況 (St.3、4)

(2) 水質調査

1) 調査目的

モデルを設定するための躍層の設定や、生物が利用できる栄養塩（窒素、リン）の存在形態等を把握するために、データを取得する。

2) 対照区域

5 地点（[図 3.3-1](#)）。

湾奥 1 地点（St.1）、湾央 1 地点（St.2）、湾口 2 地点（St.3、4）、カキ養殖場 1 地点（St.5）。

3) 調査時期

夏季及び冬季に各 1 回実施する。

4) 調査方法

(a) 測器による観測：

貧酸素水塊と成層構造の関係を把握するために、多項目水質計を用いて、水温、塩分、DO、クロロフィル a（追加提案）も鉛直分布を把握する（[図 3.3-4](#)）。

(b) 採水分析：

分析物質（フェオフィチン、COD、TOC、栄養塩類（各形態の窒素、リン））の試料は、バンドーン採水器を用いて表層（海面下 0.5m）及び下層（海底面上 1.0m）から採水する。

採水した試料は、冷暗状態で分析室に持ち帰り、[表 3.3-2](#) に示す項目の分析を行う。分析方法は[表 3.3-6](#) に示すとおりである。

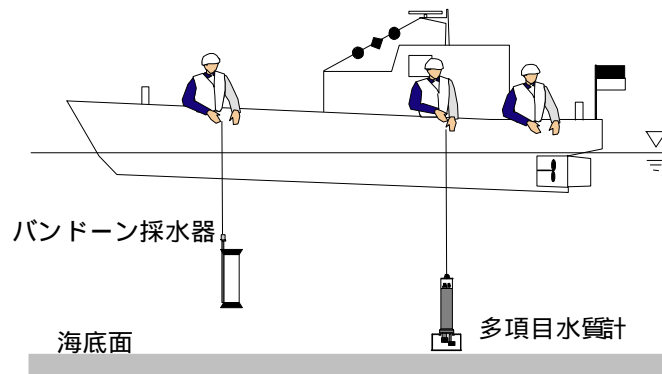


図 3.3-4 水質調査状況

表 3.3-2 水質の分析項目

分析試料	各地点における表層（海面下 0.5m）、下層（海底面上 1.0m）
分析項目	DO、クロロフィル a、フェオフィチン、COD、TOC、 窒素（全窒素、溶存無機態窒素（アンモニア態、亜硝酸態、硝酸態）、 溶解性有機態窒素、懸濁態有機窒素） リン（全リン、溶存無機態リン、溶解性有機態リン、粒子状有機態リン、 粒子状無機態リン）

(3) 底質調査

1) 調査目的

物質の蓄積、溶出等の底質を介した物質収支を把握するために、データを取得する。

2) 対照区域

5 地点 (図 3.3-1)

湾奥 1 地点 (St.1)、湾央 1 地点 (St.2)、湾口 2 地点 (St.3、4)、カキ養殖場 1 地点 (St.5)

3) 調査時期

貧酸素水の発生要因となるバクテリア (分解者) による分解が盛んな夏季に 1 回実施する。

4) 調査方法

(a)ダイバーによって、アクリルパイプを用いて底質を採取 (柱状採泥) する (図 2.2-1)

(b)柱状採泥試料を冷暗状態で恒温室に搬入し、表 3.3-3 に示す条件で室内実験 (図 3.3-5) を行い、溶出速度及び酸素消費速度を測定する。なお、分析方法は、表 3.3-6 のとおりとする。

表 3.3-4 溶出速度及び酸素消費速度の測定条件

実験項目	溶出速度測定		酸素消費速度測定
	実験 (好気条件)	実験 (嫌気条件)	実験
酸素条件	空気曝気 DO(曝気)	窒素曝気 DO(1mg/L以下)	止水 (初期DO100%)
実験培養水	直上水(1µmろ過)		直上水(ろ過なし、初期曝気のみ)
塩分条件	現地直上と同条件		
光条件	暗条件		
温度条件	20 ± 1		
底泥量	不攪乱試料30 cm		
Sampling	0, 1, 3, 6, 12, 24, 48 計7回		0, 0.5, 1, 3, 6, 12, 24計7回
分析項目			
直上水分析 (ろ過後)	COD、T-N、T-P(Sampling 200ml/回)		DO(ウインクラー法)
底泥 (0~10cm)	強熱減量		-

・前処理：直上水は一度抜き、1µmフィルターでろ過。

・底泥表面の生物は取り除く。

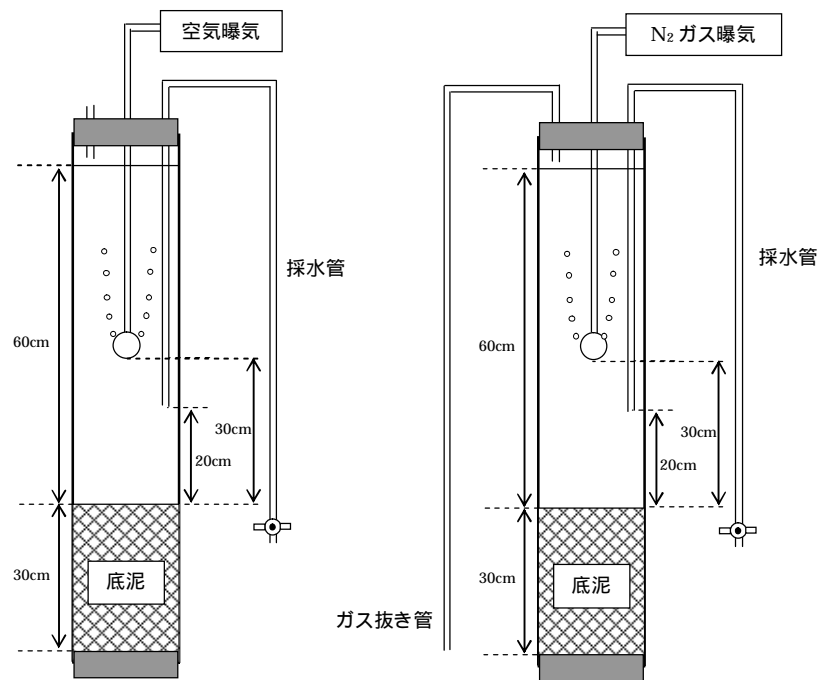
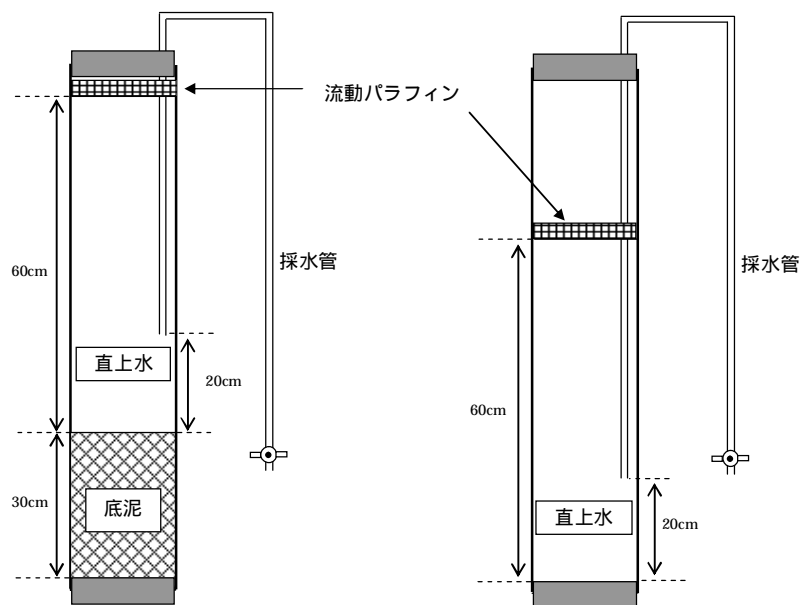


図 3.3-5(1) 溶出速度試験の概略 (左：好気条件、右：嫌気条件)



直上水中のプランクトンやバクテリア等による酸素消費量も把握するため、直上水のみによるコントロール試験も実施する。

図 3.3-5(2) 酸素消費速度試験の概略 (左：酸素消費速度、右：コントロール)

3.3.3 地域特性に基づく不足する情報に対する現地調査（案）

前記の調査結果で、本業務の基本方針である「湾奥部の底質悪化の機構解明と底質改善」に対しては、一定の成果が期待できる。この成果をより詳細に検討するために、以下の追加提案を実施する。

(1) 安定同位体（窒素）の追加分析

1) 調査目的

気仙沼湾では、陸からの流入、養殖場の糞、植物プランクトン等の内部生産等の負荷が大きいと考えられる。そのため、湾奥部に対する有機物負荷の影響を調べる上で、炭素同位体比に窒素同位体比を追加する。

2) 対象地区

3.3.1(1)底質の成分分析と同様とする。

3) 調査時期

3.3.1(1)底質の成分分析と同様とする。

4) 調査方法

3.3.1(1)底質の成分分析に加え、分析項目に安定同位体比（窒素）を追加する。

(2) セディメントトラップ調査

1) 調査目的

湾奥部に対する有機物負荷の要因として、河川以外に、養殖場及び植物プランクトン等の内部生産が考えられる。有機物負荷の要因を把握するために、養殖場及び湾奥、湾央でセディメントトラップを設置して、海底に沈降する粒子を捕集する。捕集した沈降粒子の成分分析を行い、“3.3.1(1)底質の成分分析”と比較して、有機物負荷の経路を推定することを提案する。

2) 対象地区

3 地点（ 図 3.3-1）。

湾奥 1 地点（St.1）、湾央 1 地点（St.2）、カキ養殖場 1 地点（St.5）。

3) 調査時期


カキの摂餌が盛んな夏季に 1 回実施する。

冬季に調査を行うと、カキの摂餌活動が低下しているため、カキ養殖を介しての物質循環が捉えづらくなる可能性が考えられる。

4) 調査方法

- (a) 図 3.3-2(1) に示すようにセディメントトラップを設置する。
- (b) 15 昼夜程度、沈降粒子をセディメントトラップで捕集する。
- (c) 捕集した試料（沈降粒子）を冷暗状態で分析室に搬入し、表 3.3-5 に示す項目の分析を行う。分析方法は表 3.3-6 に示すとおりである。

表 3.3-5 セディメントトラップの調査内容

	内容	セディメントトラップ姿図
対象区域	カキ養殖場直下（1 地点） 湾奥（1 地点） 湾央（1 地点）	
調査対象	セディメントトラップに回収された懸濁物 （各地点 1 検体）	
調査時期	流況調査時（15 昼夜程度）	
調査項目	COD、TOC、炭素同位体比、 窒素同位体比	

3.3.4 分析方法

本業務における水質・底質等の分析方法は表 3.3-6 に示すとおりとする。

表 3.3-6 分析方法一覧

1 水質						
No.	分析項目	分析方 法		報告下限 (mg/L)	有効 桁数	備考
1	溶存酸素(DO)	JIS K0102 (2008) 32.1 に定める方法		0.5	3	水質調査 底質調査
2	化学的酸素要求量(COD _{Mn})	JIS K0102 (2008) 17 に定める方法		0.5	2	水質調査 底質調査
3	TOC	JIS K0102 (2008) 22.1 に定める方法		0.5	2	水質調査
4	全窒素(T-N)	JIS K0102 (2008) 45.4 に定める方法		0.05	3	水質調査 底質調査
5	硝酸性窒素(NO ₃ -N)	JIS K0102 (2008) 43.2.3 に定める方法		0.01	3	水質調査
6	亜硝酸性窒素(NO ₂ -N)	JIS K0102 (2008) 43.1.1 に定める方法		0.002	3	水質調査
7	アンモニア性窒素(NH ₄ -N)	JIS K0102 (2008) 42.2 に定める方法		0.01	3	水質調査
8	溶解性有機態窒素(DON)	(溶解性全窒素) - (No.5) - (No.6) - (No.7)		0.05	3	水質調査
9	懸濁有機態窒素(PON)	(No.4) - (溶解性全窒素)		0.05	3	水質調査
10	全リン(T-P)	JIS K0102 (2008) 46.3.1 に定める方法		0.003	3	水質調査 底質調査
11	リン酸性リン(P04-P)	JIS K0102 (2008) 46.1.1 に定める方法		0.003	3	水質調査
12	溶存無機態リン	JIS K0102 (2008) 46.1.1 に定める方法 (1 μmGFPろ過後)		0.003	3	水質調査
13	溶解性有機態リン(DOP)	(溶解性全リン) - (No.12)		0.003	3	水質調査
14	粒子状無機態リン(PIP)	(No.11) - (No.12)		0.003	3	水質調査
15	粒子状有機態リン(POP)	(No.10) - (溶解性全リン) - (No.14)		0.003	3	水質調査
16	クロロフィルa + フィオ色素	海洋観測指針(1999) 6.3.2に掲げる方法		0.1 μg/L	3	水質調査

2 底質						
No.	分析項目	分 析 方 法		単位	有効 桁数	備考
1	化学的酸素要求量(COD _{sed})	底質調査方法	20 に定める方法	mg/g	3	底質の成分分析 セディメントトラップ調査
2	強熱減量(IL)	底質調査方法	4 に定める方法	%	3	底質の成分分析 底質調査
3	TOC	沿岸環境調査マニュアル〔底質・生物編〕 5.5.1 に定める方法		mg/g	3	底質の成分分析 セディメントトラップ調査
4	全窒素(T-N)	底質調査方法	18 に定める方法	mg/g	3	底質の成分分析
5	全リン(T-P)	底質調査方法	19 に定める方法	mg/g	3	底質の成分分析
6	全硫化物(T-S)	底質調査方法	17 に定める方法	mg S/g	3	底質の成分分析
7	炭素同位体	質量分析法		‰	-	底質の成分分析 セディメントトラップ調査
8	窒素同位体(後述提案分)	質量分析法		‰	-	底質の成分分析 セディメントトラップ調査
9	粒度,中央粒径	JIS A1204		%	3	底質の成分分析