

3. 「宮古湾里海復興プラン」(仮称)の策定  
に係る現地調査等の実施

### 3. 「宮古湾里海復興プラン」(仮称)の策定に係る現地調査等の実施

#### 3-1 調査概要

##### (1) 目的

宮古湾の奥部は閉鎖性海域に指定され、震災前はその静穏特性から津軽石川河口を中心に広くアマモ場が分布し、ニシンなどの産卵保育場やシロサケなどの放流種苗の成育場としても機能していた(東北区水産研究所)。周辺にはマガキやワカメなどの養殖漁場が広がり、「人手をかけることで、生物生産性と生物多様性が高くなった沿岸海域」(環境省)と定義される里海が形成されていた。しかし、東日本大震災により発生した津波被災により湾奥部のアマモ場は大半が流失し、透明度も震災前より半減して里海の再生が危惧されていた。

そこで、津波被災後のアマモ場の分布状況と生育環境の変化を詳細に把握することにより、里海復興プラン策定のための基礎資料とすることを目的に現地調査を実施した。

##### (2) 調査時期と調査内容

調査は、夏期：平成24年7月31日～8月2日、冬期：平成24年12月3日～7日の2期に実施した。調査時期の特性と調査日毎の調査内容を表3-1-1に示す。

表 3-1-1 調査時期の特性と調査日毎の調査内容

時期	調査時期の特性		日程と調査内容	
夏期	実生加入期 花枝形成期	アマモ場回復の要点となる実生の加入・生育状況と花序形成状況の確認	平成24年7月31日	アマモ場の空撮
			8月1日	アマモ場分布、水質
			8月2日	アマモ場分布、水質、底質
冬期	日射量低下 濁度上昇期	日射量の低下に加えて高波浪・出水による濁度上昇と拡散状況を把握	平成24年12月3日	アマモ場分布、水質
			12月4日	降雨・強風のため中止
			12月5日	アマモ場分布、水質
			12月6日	アマモ場分布、底質
			12月7日	アマモ場分布、底質

##### (3) 調査場所

調査は、震災後にもアマモ場の分布認められた葉の木地区：2ライン6地点(L1-①～③、L2-①～③)、赤前地区：2ライン6地点(L3-①～③、L4-①～③)、金浜地区：9地点(L5-①～③、L6-①～③、L7-①～③)、合計21地点で実施した(図3-1-1)。各ラインの①はアマモ場分布上限、②はアマモ場分布中央、③はアマモ場分布下限の水深帯に相当する。

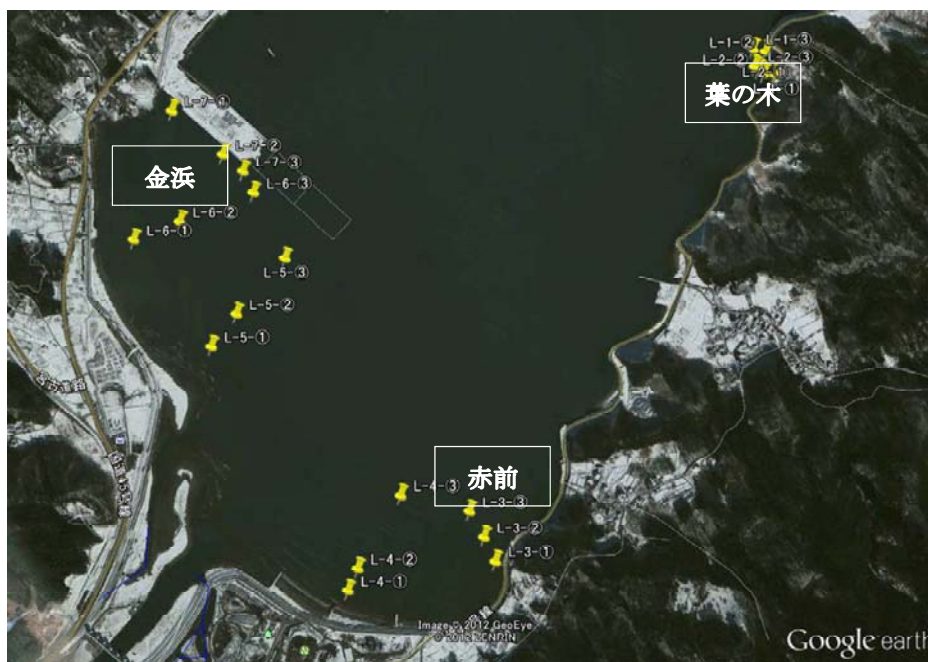


図 3-1-1 宮古湾内の調査地点(1) 空撮写真による解析

### 3-2 アマモ場の分布状況調査

#### (1) 空撮写真による解析

アマモ場の分布範囲は、東北エアーサービス社所有のヘリコプター（型式：MBB 式 Bo105S 型）から撮影したデジタルカメラ画像（表 3-2-1 参照）を画像処理アプリケーション（Adobe Photoshop CS5）のレイヤー上で自由変形処理により重ね合わせ、潜水目視観察と GPS 魚群探知機のストラクチャスキャン（表 3-2-2 参照）によるモザイク画像などを参考に、アマモ場と判断された地点の色情報から類似性の高い色領域を抽出・包絡してアマモ場の分布範囲を求めた。

表 3-2-1 空撮写真に用いたデジタルカメラと画像の仕様

項目	仕様
メーカー・型式	オリンパス・XZ-1
画像フォーマット	標準 JPEG、RAW（12bit）
座標系	ヘリコプターからの任意座標
撮像センサー	1/1.63 型 高感度 CCD
カラーフィルター	RGB 原色フィルター
画素数	有効画素：約 1000 万画素
位置精度	Google Earth 画像上での位置合せ
撮影年月日	平成 24 年 7 月 31 日

空撮を実施した平成 24 年 7 月 31 日午前は、内陸部は厚い雲に覆われていたが、沿岸部は快晴で風速も 2m/sec. 前後にとどまり、画像解析に支障となる海面のスキャタリングは最小限に抑えられた。

空撮を行った際の GPS プロッター (GPS Essentials V.3.2) の記録に基づく飛行経路図は図 3-2-1 に示すとおりである。空撮は、事前踏査の際の現地漁業者へのヒアリング等から、震災後にアマモの分布が確認されていた葉の木地区、赤前地区、金浜地区に加え、津波被災によりアマモ場が消失した津軽石川河口周辺と震災前にアマモ場の分布が想定された藤の川地区についても実施した。



図 3-2-1 宮古湾上空における空撮時の飛行経路図 (図中の赤線は飛行経路を示す)  
各地区の代表的な空撮写真を次ページ以降に示す。



写真 3-2-1 葉の木地区



写真 3-2-2 赤前地区



写真 3-2-3 津軽石川右岸河口



写真 3-2-4 津軽石川左岸河口



写真 3-2-5 金浜地区



写真 3-2-6 藤の川地区

(2) 音響探査による解析

アマモ場の分布が確認された葉の木、赤前、金浜の3地区において、GPS魚群探知機とストラクチャースキャンを用い、音響画像からアマモ場の分布範囲を推定した。使用した機材の仕様を表3-2-2に示す。

表 3-2-2 GPS 魚群探知機およびストラクチャースキャンの仕様

メーカー 型式	Lowrance GPS 魚群探知機 HDS-10	Lowrance ストラクチャースキャン LSS-1
ソナー周波数	200kHz or 83kHz or 50kHz	455kHz and 800kHz
ソナー出力	PEAK250W/RMS31W (アナログ式 PEAK30,000W)	PEAK500W/RMS31W (アナログ式 PEAK4000W)
測定レンジ	最大深度： 1,524m	最大深度： 30.5 m or 91.4m 最大走査範囲： 91.4m or 152m

空撮写真、水中目視観察、音響画像データを総合して作成したアマモ場分布図を図3-2-2に示す。比較的まとまったアマモ場は赤前と金浜に分布していた。花序の形成状況や地形的な関係から、津波被災後にまとまって残存したのは金浜のアマモ場と考えられる。平成23年8月に成熟した花序から飛散した種子は、流れに乗って宮古湾の東部にも広く供給されたと考えられる。平成24年春期以降は種子から芽生えた実生株が好条件の下で地下茎を伸長・分枝させ、直径50cm内外のパッチ状群落を形成していったと思われる。

平成24年夏期と冬期の比較では、分布範囲や高密度群落の拡大は確認できなかった。むしろ、冬期になると赤前沖に堆積した細粒分が波流れによって周辺の底層に濁りとなって広がり、密度の低下や草丈の短縮につながる結果となっていた。



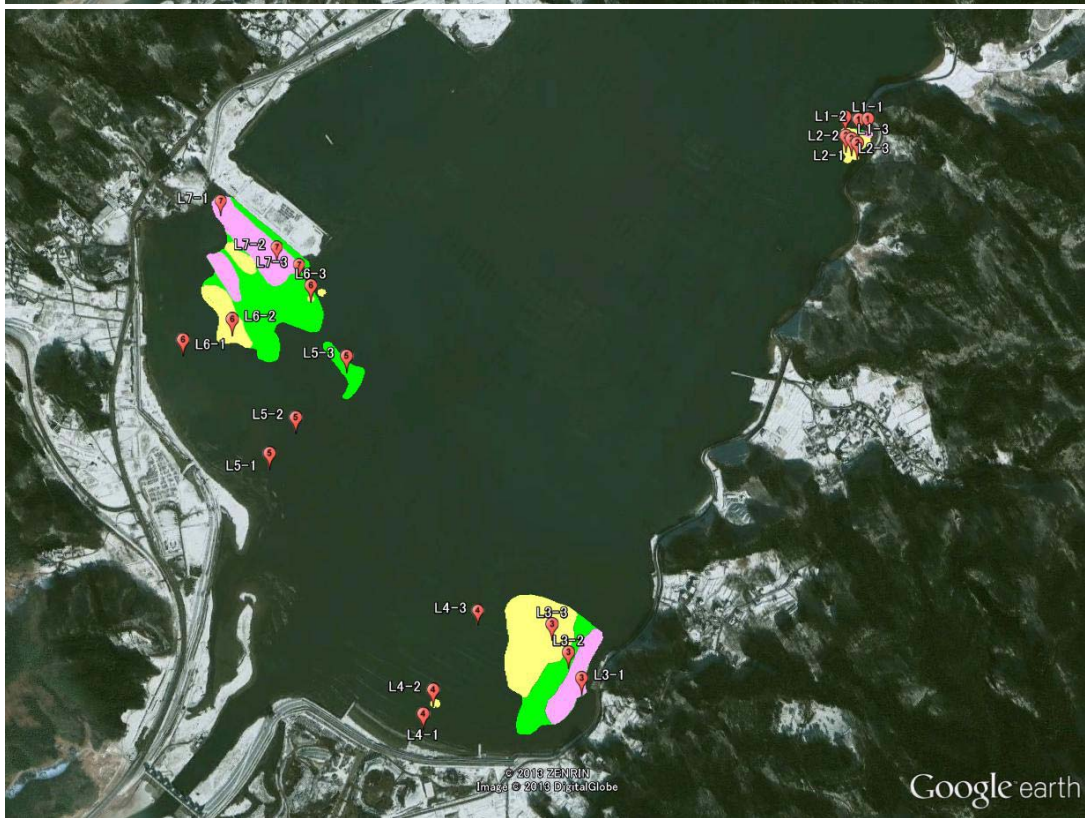
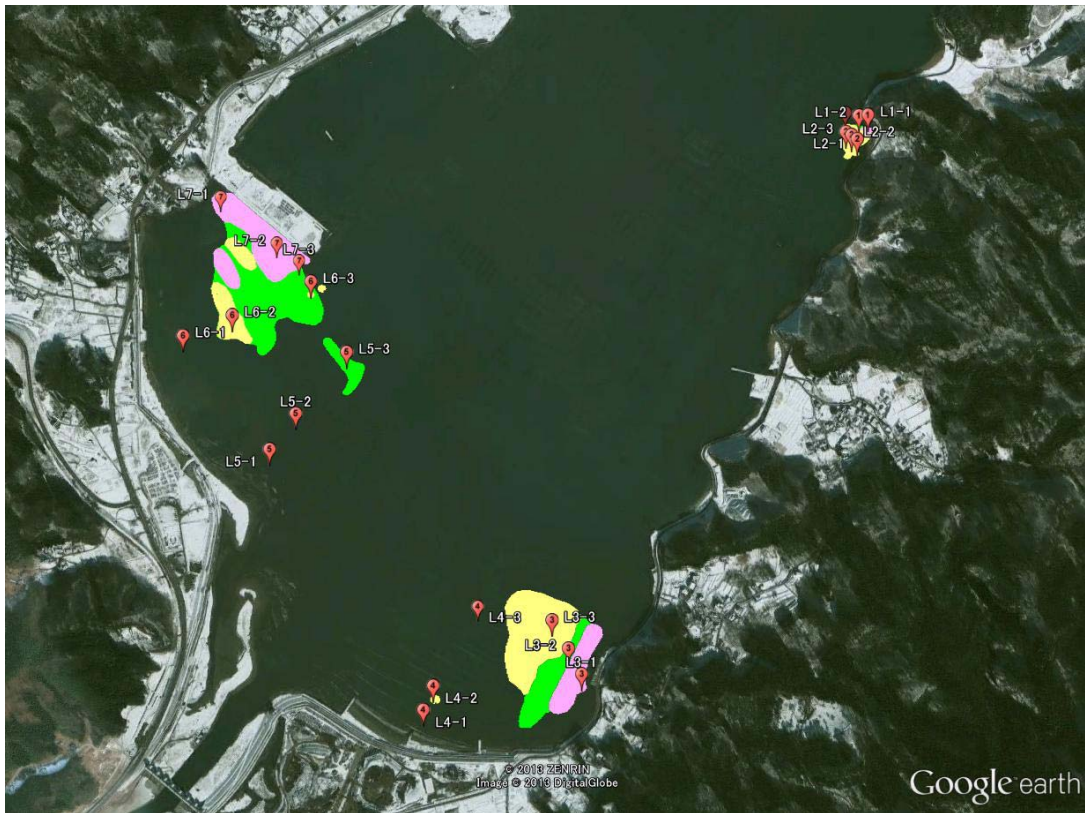


図 3-2-2 宮古湾内のアマモ場分布図（上：平成 24 年 8 月、下：平成 24 年 12 月）  
 図中の桃色部は密生域、黄色部は点生域、緑色部は疎生域を示す。

(3) 潜水目視による観察

空撮写真によりアマモ場の分布が確認された葉の木、赤前、金浜の3地区7ライン21点においてスキューバ潜水により目視観察を行い、50 cm×50 cmの方形枠内のアマモの計測結果(株密度、草丈)と構成種を確認した。各エリアごとのアマモの計測結果と構成種は表3-2-3(夏期)と表3-2-4(冬期)に示すとおりである。

アマモ類の出現種は赤前地区L3-①でコアマモ(*Zostera japonica*)が出現したことを除くと、全てアマモ(*Zostera marina*)であった。夏期のアマモの生育密度は各地点で0~188株/m<sup>2</sup>、草丈は21.9 cm~134.9 cmの範囲にあり、同一水深でもエリア間で大きな差が見られた。観察枠内で花序を形成した生殖株が観察されたのは金浜地区のL-6とL-7のみであった。生殖株の割合は観察された地点の平均で8.3%であり、多年生のアマモ群落としては標準的な値であった。

表3-2-3 アマモの計測結果(株密度、草丈)と構成種(夏期)

葉の木													実施日:平成24年8月1日~2日				
ライン	実測水深(m)	株密度(50cm×50cm)			草丈(mm)					葉幅(mm)				構成種			
		株数計	栄養株数	生殖株数													
①	1.7	47	47	0	811	820	853	844	855	6	7	6	6	6	アマモ		
②	2.7	15	15	0	521	750	429	452	566	5	5	5	5	6	アマモ		
③	3.7	6	6	0	219	226	313	660	586	4	4	6	4	6	アマモ		
ライン2																	
ライン	実測水深(m)	株密度(50cm×50cm)			草丈(mm)					葉幅(mm)				構成種			
		株数計	栄養株数	生殖株数													
①	1.7	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
②	2.7	20	20	0	869	881	922	837	851	6	6	4	5	6	アマモ		
③	3.7	7	7	0	1194	843	654	830	755	6	4	4	4	5	アマモ, アオサ		
赤前																	
ライン	実測水深(m)	株密度(50cm×50cm)			草丈(mm)					葉幅(mm)				構成種			
		株数計	栄養株数	生殖株数													
①	1.6	41	41	0	730	582	661	830	553	6	7	6	6	6	アマモ, コアマモ		
②	2.5	12	12	0	1268	1124	692	831	1169	6	6	6	6	5	アマモ		
③	3.3	3	3	0	1216	676	717	-	-	7	6	6			アマモ, シオミドロ		
ライン4																	
ライン	実測水深(m)	株密度(50cm×50cm)			草丈(mm)					葉幅(mm)				構成種			
		株数計	栄養株数	生殖株数													
①	1.1	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
②	2	2	2	0	268	272	-	-	-	6	6				アマモ		
③	2.8	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
金浜																	
ライン	実測水深(m)	株密度(50cm×50cm)			草丈(mm)					葉幅(mm)				構成種			
		株数計	栄養株数	生殖株数													
①	1.5	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
②	2.6	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
③	4.3	9	9	0	477	828	739	533	711	6	6	6	7	6	アマモ, アオサ		
ライン6																	
ライン	実測水深(m)	株密度(50cm×50cm)			草丈(mm)					葉幅(mm)				構成種			
		株数計	栄養株数	生殖株数													
①	1.5	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
②	2.6	31	29	2	807	825	1164	923	866	7	6	6	7	6	アマモ		
③	4.3	21	20	1	994	1122	1349	1245	1155	6	5	7	6	6	アマモ		
ライン7																	
ライン	実測水深(m)	株密度(50cm×50cm)			草丈(mm)					葉幅(mm)				構成種			
		株数計	栄養株数	生殖株数													
①	1.5	32	32	0	1128	1158	1094	1181	1021	6	6	5	6	6	アマモ		
②	2.6	39	37	2	901	922	932	823	930	6	5	7	5	6	アマモ		
③	4.1	13	10	3	1137	530	736	547	747	7	5	6	6	5	アマモ		

アマモ類の出現種は赤前地区 L3-①でコアマモ (*Zostera japonica*) が出現したことを除くと、全てアマモ (*Zostera marina*) であった。冬期のアマモの生育密度は各地点で 0~172 株/m<sup>2</sup>、草丈は 13.0 cm~92.0 cm の範囲にあり、夏期と同様に同一水深でもエリア間で大きな差が見られた。

表 3-2-4 アマモの計測結果 (株密度、草丈) と構成種 (冬期)

エリア1

ライン	水深(m)	株密度(50cm×50cm)			草丈(mm)					葉幅(mm)				構成種		
		株数計	栄養株数	生殖株数												
①	1.4	37	37	0	530	510	490	380	370		5	4	4	4	3	アマモ
②	2.2	12	12	0	550	490	400	520	380		3	3	4	4	3	アマモ
③	3.6	3	3	0	560	280	130				5	3	3			アマモ

ライン	水深(m)	株密度(50cm×50cm)			草丈(mm)					葉幅(mm)				構成種		
		株数計	栄養株数	生殖株数												
①	1.5	1	1	0	450						5					アマモ
②	3	5	5	0	640	610	608	520	490		7	6	6	5	4	アマモ
③	4	17	17	0	480	450	430	410	400		8	6	5	4	4	アマモ、アオサ

エリア2

ライン	水深(m)	株密度(50cm×50cm)			草丈(mm)					葉幅(mm)				構成種		
		株数計	栄養株数	生殖株数												
①	1.3	9	9	0	730	680	550	530	480		8	7	7	6	6	アマモ、コアマモ
②	2.5	1	1	0	410						4					アマモ
③	3.5	3	3	0	560	420	360				6	5	4			アマモ

ライン	水深(m)	株密度(50cm×50cm)			草丈(mm)					葉幅(mm)				構成種		
		株数計	栄養株数	生殖株数												
①	1.3	0	0	0												
②	2.5	0	0	0												
③	3.2	0	0	0												

エリア3

ライン	水深(m)	株密度(50cm×50cm)			草丈(mm)					葉幅(mm)				構成種		
		株数計	栄養株数	生殖株数												
①	1.5	0	0	0												アオサ、シオグサ
②	2.6	0	0	0												
③	4.1	7	7	0	550	360	340	330	320		5	4	4	3	2	アマモ

ライン	水深(m)	株密度(50cm×50cm)			草丈(mm)					葉幅(mm)				構成種		
		株数計	栄養株数	生殖株数												
①	1.5	0	0	0												
②	2.6	18	18	0	310	280	270	270	260		5	5	5	4	4	アマモ
③	4.5	25	25	0	460	390	330	310	286		6	6	5	5	4	アマモ

ライン	水深(m)	株密度(50cm×50cm)			草丈(mm)					葉幅(mm)				構成種		
		株数計	栄養株数	生殖株数												
①	1.4	43	43	0	920	880	730	710	680		7	7	6	6	5	アマモ
②	2.2	27	27	0	610	580	570	530	450		5	5	4	4	3	アマモ
③	4	21	21	0	530	430	420	280	260		6	6	5	5	4	アマモ

地区別のアマモの生育密度を比較した結果を図 3-2-3 (夏期) と図 3-2-4 (冬期) に、地区別の平均草丈と葉幅を比較した結果を図 3-2-5 (夏期) と図 3-2-6 (冬期) に、地区別のアマモの生育状況を図 3-2-7~3-2-13 に示す。アマモの生育密度は夏期、冬期ともに基本的に水深の浅い地点で高くなる傾向が見られているが、湾東部の葉の木、赤前の2地区でその差が大きい。水平的には津軽石川河口周辺で分布が認められず、分布している場合も株密度は低かった。赤前地区については季節間の変動が大きく、冬期に株密度が大きく低下していた。平均草丈も株密度と概ね同様な変動を示していた。アマモの非分布および低密度地点の画像はいずれも濁りが強く出ており、局地的な底層の濁度上昇がアマモの生育に影響を与えている可能性が示唆された。

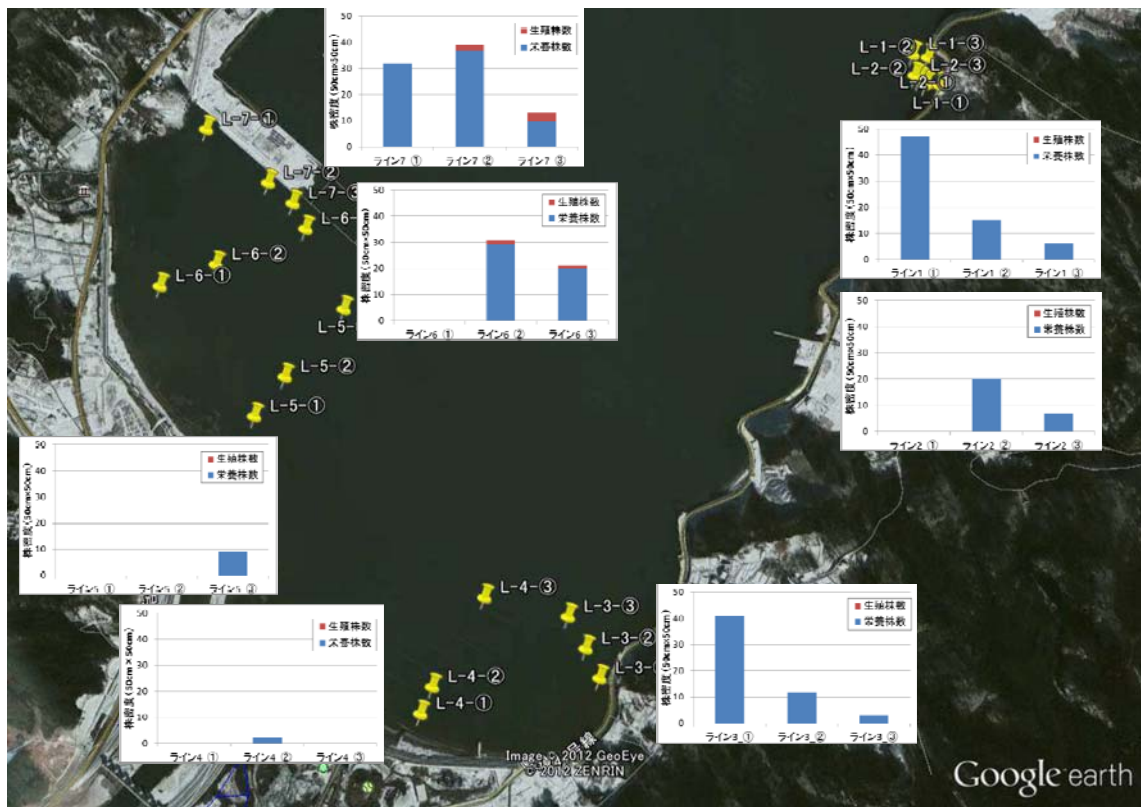


図 3-2-3 地点別のアマモの生育株密度（夏期）



図 3-2-4 地点別のアマモの生育株密度（冬期）

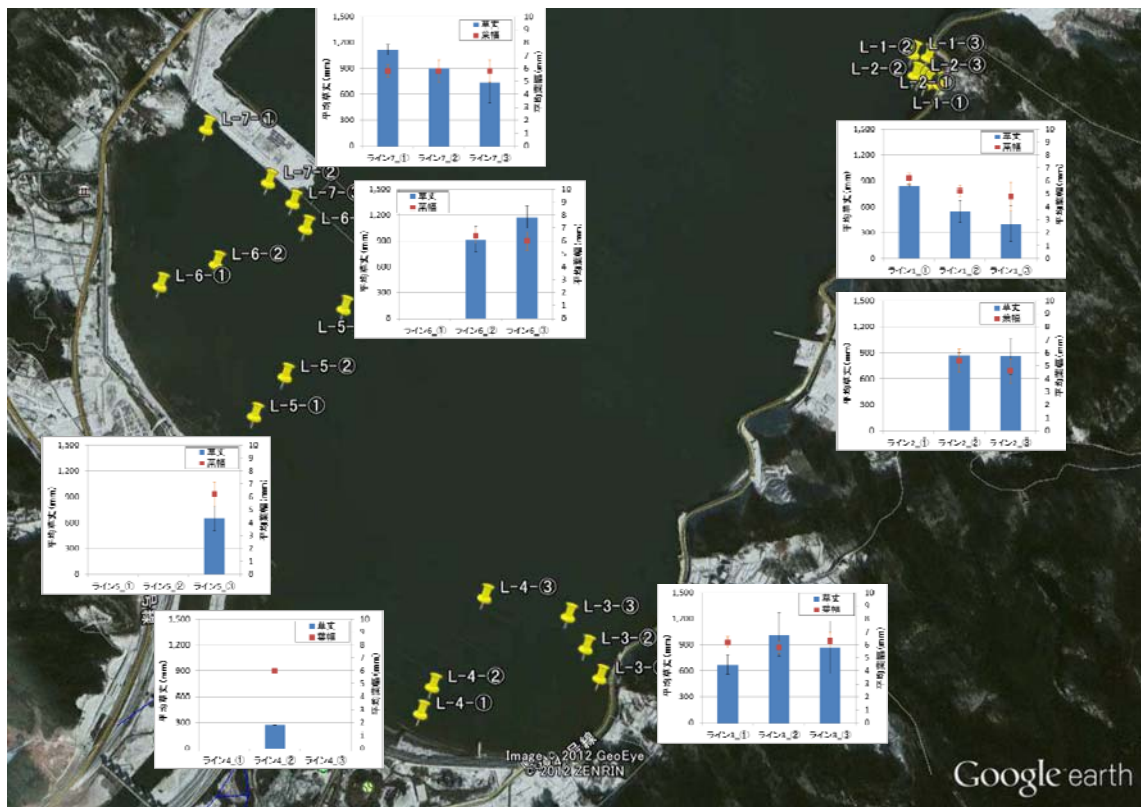


図 3-2-5 地点別のアマモの平均草丈と平均葉幅（夏期）

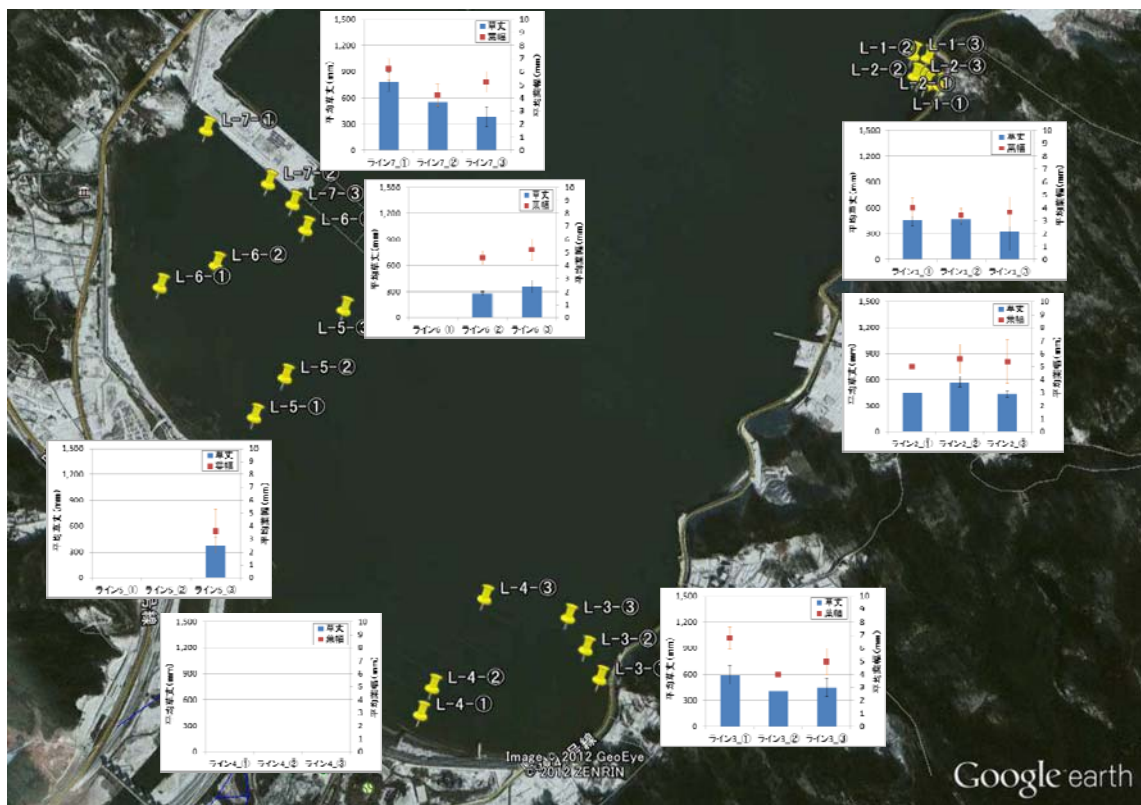


図 3-2-6 地点別のアマモの平均草丈と平均葉幅（冬期）





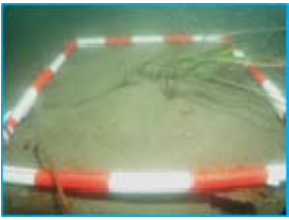

地点	L1-①	L1-②	L1-③
夏期			
冬期			

図 3-2-7 アマモの生育状況（葉の木地区 L1）




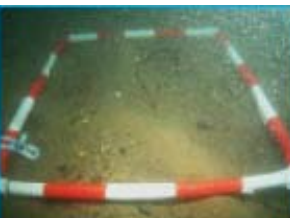
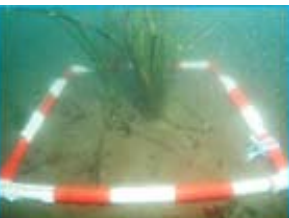

地点	L2-①	L2-②	L2-③
夏期			
冬期			

図 3-2-8 アマモの生育状況（葉の木地区 L2）

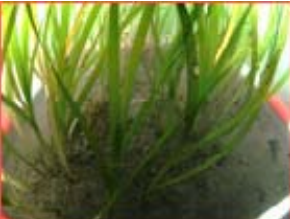





地点	L3-①	L3-②	L3-③
夏期			
冬期			

図 3-2-9 アマモの生育状況（赤前地区 L3）






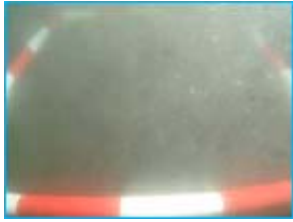
地点	L4-①	L4-②	L4-③
夏期			
冬期			

図 3-2-10 アマモの生育状況（赤前地区 L4）


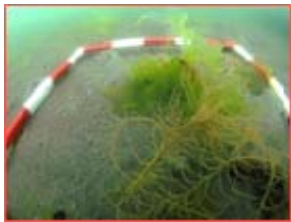

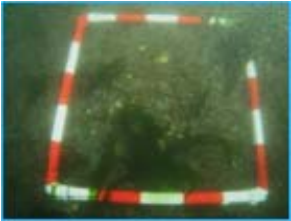

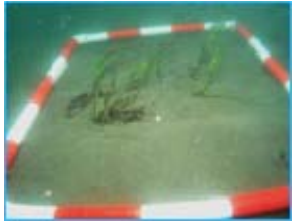
地点	L5-①	L5-②	L5-③
夏期			
冬期			

図 3-2-11 アマモの生育状況（赤前地区 L5）





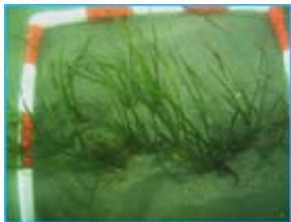

地点	L6-①	L6-②	L6-③
夏期			
冬期			

図 3-2-12 アマモの生育状況（赤前地区 L6）



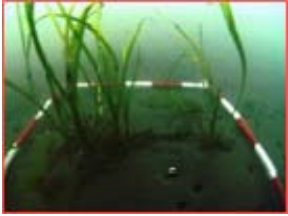


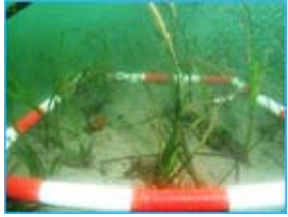
地点	L7-①	L7-②	L7-③
夏期			
冬期			

図 3-2-13 アマモの生育状況（赤前地区 L7）

### 3-3 アマモ場の生育環境調査

#### (1) 水質

水質調査は図 3-3-1 に示す 21 点のうち、夏期は 14 点、冬期は全 21 点で実施した。調査は船上から多項目水質計（JFE ADVANTEC 社製、AAQ-RINKO）を垂下し、海面から海底直上まで鉛直方向に 0.1m 単位で測定・記録した。

水質の測定項目と仕様は表 3-3-1 に示すとおりである。

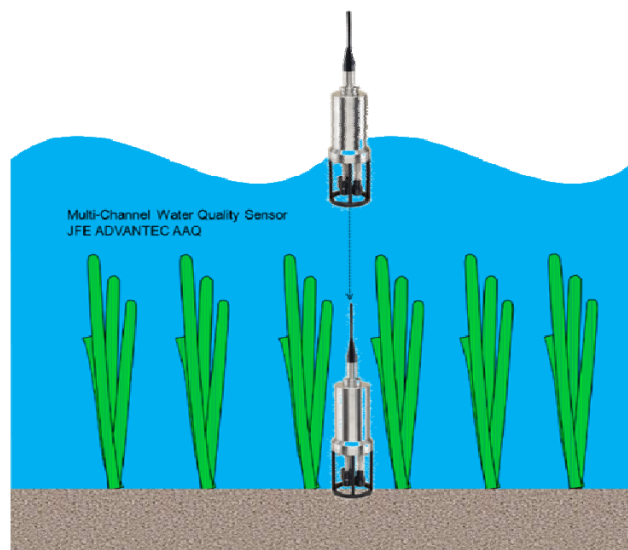


図 3-3-1 水質測定状況の模式図



表 3-3-1 多項目水質計（JFE ADVANTEC AAQ-RINKO）の測定項目と仕様

測定項目	タイプ	測定レンジ	分解能	精度	時定数
深度	半導体圧力センサー	0～50m	0.001m	±0.3%	0.2 秒
水温	サーミスタ	-5～40℃	0.001℃	FS±0.01℃ (0～35℃)	0.2 秒
電導度	電極式	0～70mS/cm	0.001mS/cm	±0.01mS/cm ( $\frac{2}{55}$ ～ 55mS/cm)	0.2 秒
淡水 EC	電磁誘導セル	0～500μS/cm	0.1μS/cm	±20μS/cm	0.2 秒
塩分	実用塩分式	0～40	0.001	±0.01	0.2 秒
濁度	後方散乱光式	0～1,000FTU (ホルマジン基準)	0.03FTU	±2%	0.2 秒
クロロフィル	蛍光測定	0～400ppb (ウラニン基準)	0.01ppb	±1%	0.2 秒
DO	燐光式	0～20mg/l (0～200%)	0.01mg/l (0.01%)	±0.4mg/l (±2%)	0.4 秒
pH	ガラス電極	2～14pH	0.01pH	±0.2	10 秒
光量子	フォトダイオード	0～5,000μmol/(s・m <sup>2</sup> )	0.1μmol/(s・m <sup>2</sup> )	±5%	0.2 秒

水質の調査結果を付属資料の付表 1～17 に示す。

1) 水温、塩分

水質の調査結果から、地点別の水温、塩分中央値の相関関係を図 3-3-2 に示す。夏期、冬期ともに水温と塩分の間には相関が認められ、夏は塩分が低くなるほど高水温、冬は塩分が低くなるほど低水温となっていた。宮古湾内の水質の基本性状は、津軽石川をはじめとする大小河川の流入量や拡散範囲によって支配されている。

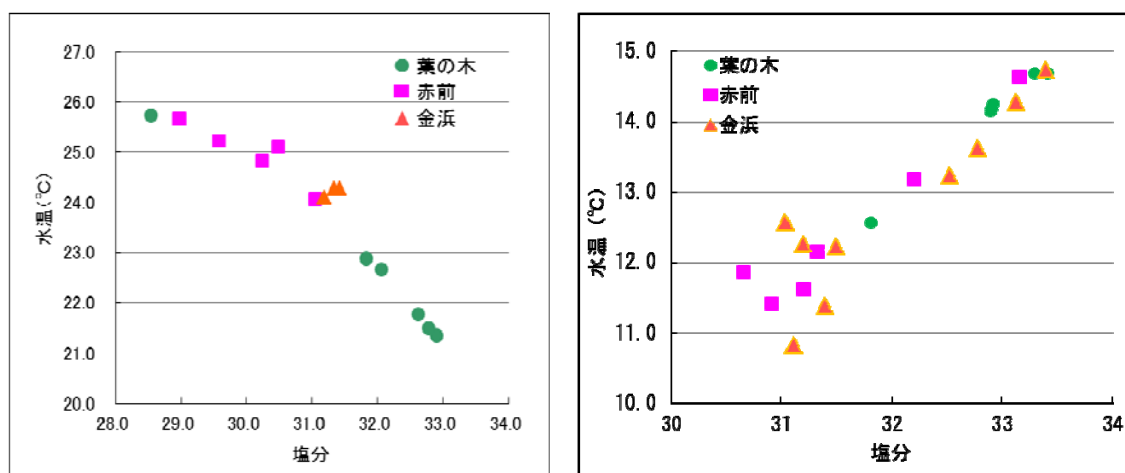


図 3-3-2 地点別の水温、塩分中央値の相関関係（左：夏期、右：冬期）

2) 濁度、クロロフィル、光量子消散係数

日射量が低下し、季節風により海象条件が悪化する冬期の濁度、クロロフィルの地点別中央値と水中光量の減衰割合を示す消散係数の関係を図 3-3-3 に示す。降雨の後に測定した 12 月 5 日の濁度中央値と消散係数の関係を除くと両者の相関は低い。

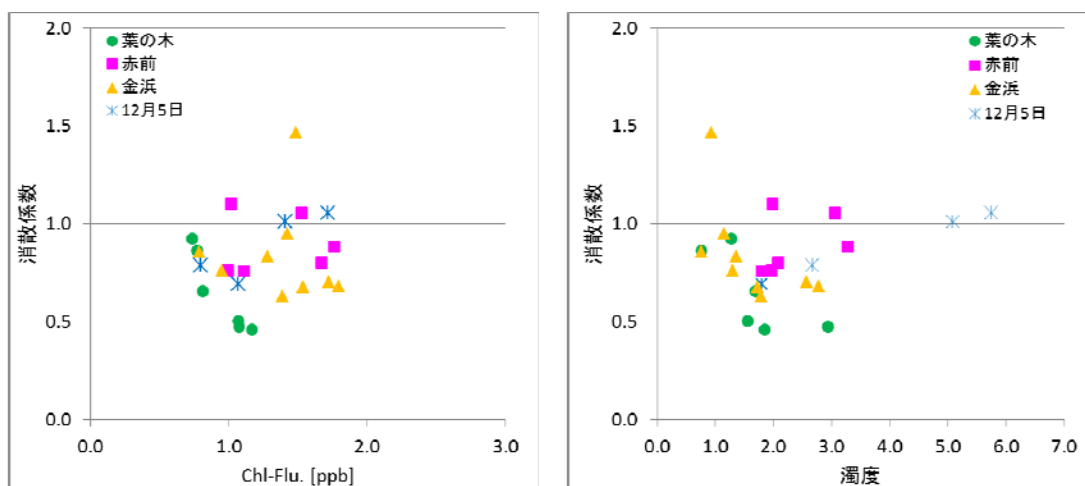


図 3-3-3 濁度、クロロフィルの地点別中央値と消散係数の関係（冬期）

アマモの生育環境条件として重要な水質の主要 5 項目（水温、塩分、濁度、クロロフィル、光量子）の鉛直プロファイルを図 3-3-4（夏期）と図 3-3-5（冬期）に示す。

夏期については、赤前では表層から底層まで濁度、クロロフィルとも高い値がみられているが、葉の木と金浜地区については、ごく底層付近を除くと濁度は 1FTU 前後、クロロフィル蛍光強度も 1ppb 前後と低い。

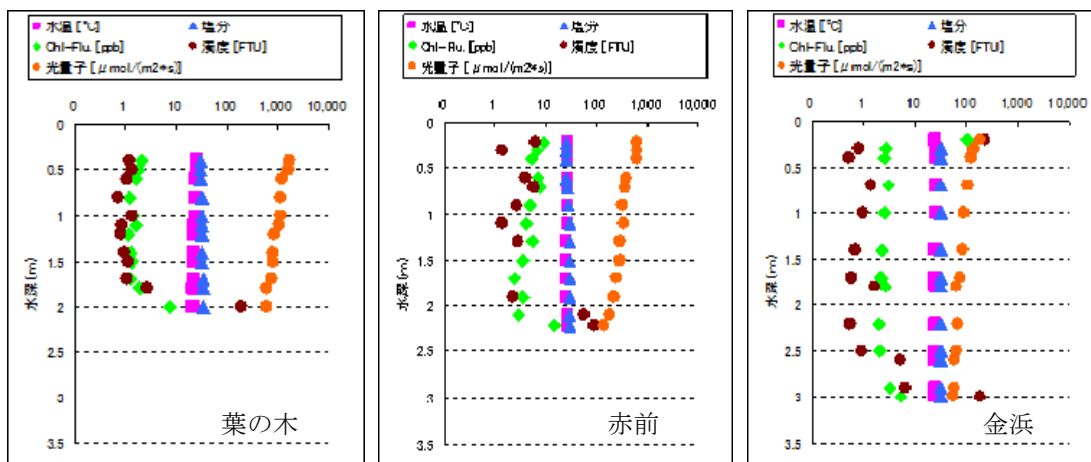


図 3-3-4 水質の主要 5 項目の鉛直プロファイル（夏期）

一方、冬期についてみると、夏期と比較して各地点とも全層で濁度が上昇し、赤前ではさらに底層付近で濁度が大きく上昇している。陸水の影響による表層での濁度上昇に加えて、恒常的に発生する底層での濁度上昇が海底に到達する水中光量を大きく減衰させ、結果としてアマモ場の分布下限水深を浅くしている可能性がある。

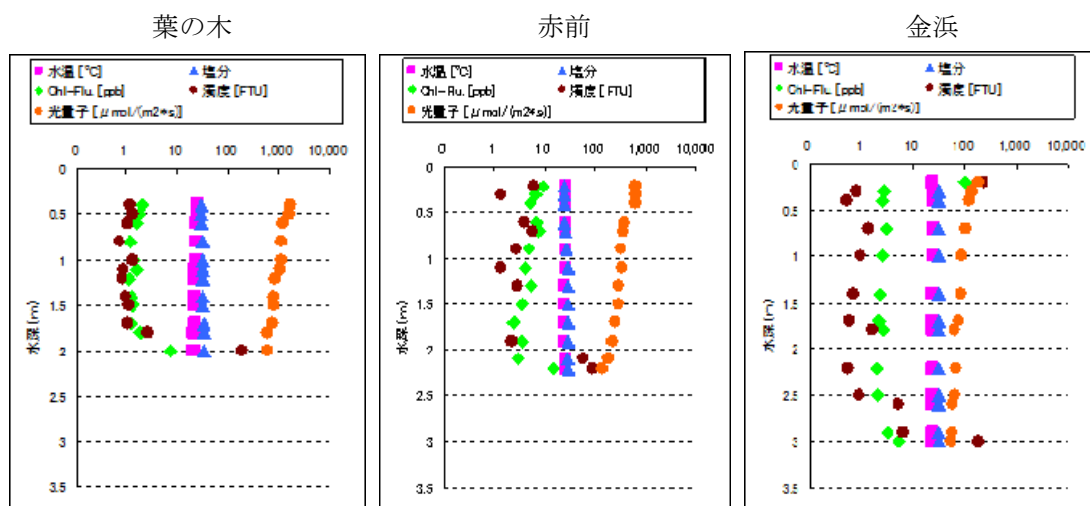


図 3-3-5 水質の主要 5 項目の鉛直プロファイル (冬期)

そこで、赤前地区の実測値と宮古湾内の岩手県の公共用水域水質測定点 S-7 における 2001 年～2010 年の水温と透明度の測定値を用いて、水深 5m 層における月別のアマモの純光合成光量 (水中光量－補償点光量) を求めた結果を図 3-3-6 に示す。純光合成光量算定は次式(1)と(2)[森田・竹下(2003)]による。

$$I_0 = S_y \times 0.42 \times 0.79 \times 0.2 \times 0.0428^{-1} \quad (1)$$

$$I_z = I_0 \exp[-KZ] \quad (2)$$

ここで、0.42 は全天日射量に占める光合成に有効な波長 (PAR) の割合、0.79 は海面での反射減衰率 (水面直下の光量/水面上の光量)、0.2 は cal と mol の換算係数 ( $1 \text{ cal m}^{-2} \text{ day}^{-1} = 0.20 \text{ mol m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ )、 $0.0428^{-1}$  は MJ と cal の換算係数 ( $1 \text{ MJ m}^{-2} = 1/0.0428 \text{ cal cm}^{-2}$ )、 $K$  は消散係数 ( $\text{m}^{-1}$ )、 $Z$  は水深 (m) である。

消散係数  $K$  ( $\text{m}^{-1}$ ) は赤前については実測した水中光量の鉛直透過率から求めたが、公共用水域の測定点 S-7 については Persons et al. (1986) に従い(3)式により換算した。

$$K = 1.7 Tr^{-1} \quad (3)$$

ここで  $Tr$  は透明度 (m) である。

計算により求めた公共用水域水質測定点 S-7 における水深 5m 層の純光合成光量は、7

月と12月に0近くまで下がる。特に12月は日射量の低下に加えて透明度も低下するため、5m層の純光合成光量はほぼ0に等しくなる。宮古湾の平均水面は83cmであるので、S-7近傍のアマモ場の分布下限水深はD.L. -4.2m程度と想定され、実際の金浜の分布下限水深とほぼ一致する。一方、赤前の実測データから計算したアマモ場の分布下限水深はD.L. -3.0m程度と想定され、**実際の赤前の分布下限水深とほぼ一致する。**

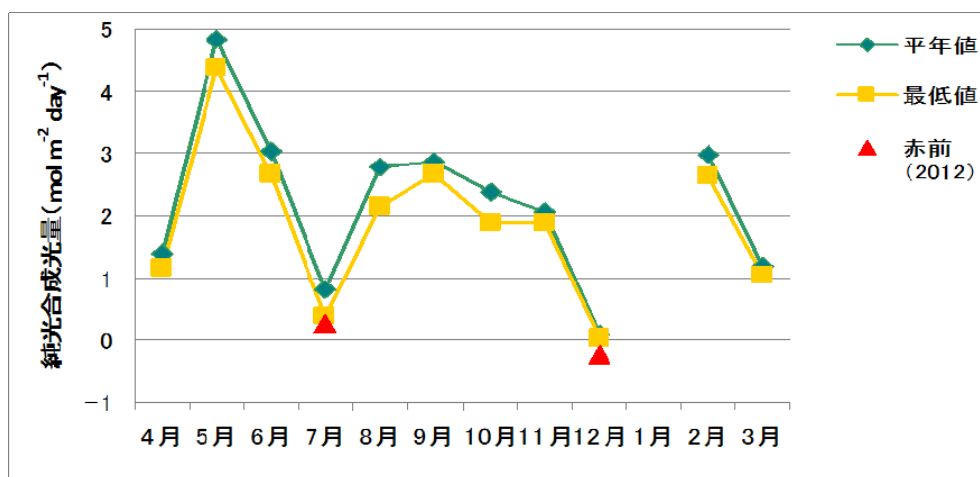


図 3-3-6 水深 5m層における月別のアマモの純光合成光量 (水中光量-補償点光量)

## (2) 底質

底質の調査地点は図 3-1-1 に示す 21 点である。採泥はφ10 cmの亚克力製のコアサンプラーにより行い、アマモの根茎が伸長する表層から5~15 cm層を切り取り試料とした。試料は密閉容器に入れて冷蔵状態で運搬し、分析に供した。底質の分析項目と方法を表 3-3-2 に示す。

表 3-3-2 底質の分析項目と方法

分析項目	略号	分析 方法	単位
含水比	—	乾燥後重量法	%
強熱減量	IL	600℃強熱後、重量法	
粒度分布	—	ふるい分け及び沈降法	%
密度	—	ピクノメーター法	
酸化還元電位	ORP	白金電極法	mV
間隙水中の全窒素 (溶存態)	DTN	ペルオキシニトロ硫酸カリウム分解後、銅・カドミウムカラム還元-ナフチルエチレンジアミン吸光光度法	mg/L
間隙水中の全りん (溶存態)	DTP	ペルオキシニトロ硫酸カリウム分解後、アスコルビン酸還元-モリブデン青吸光光度法	
間隙水中のアンモニア態窒素	NH <sub>4</sub> -N	インドフェノール青吸光光度法	mg/L
間隙水中の亜硝酸態窒素	NO <sub>2</sub> -N	ナフチルエチレンジアミン吸光光度法	mg/L
間隙水中の硝酸態窒素	NO <sub>3</sub> -N	銅・カドミウムカラム還元-ナフチルエチレンジアミン吸光光度法	mg/L
間隙水中のりん酸態りん	PO <sub>4</sub> -P	アスコルビン酸還元-モリブデン青吸光光度法	mg/L

注：底質の調査結果は付属資料の付表 18~19 に示す。

1) 粒度組成

底質の粒度組成を図 3-3-8 に示す。夏期・冬期とも底質の粗粒分（礫・粗砂）は葉の木（L-1～2）と津軽石川左岸河口（L5）および藤の川で組成率が高く、細粒分（シルト・粘土）は赤前（L-3～4）と金浜（L-6～7）で高かった。ただし、夏期と冬期の粒度組成を地点別に比較すると、L-3-②では細粒分が増加し、L-5-①～②では礫分が増加するなど、津軽石川河口周辺では粒度組成が変動している可能性も考えられる。

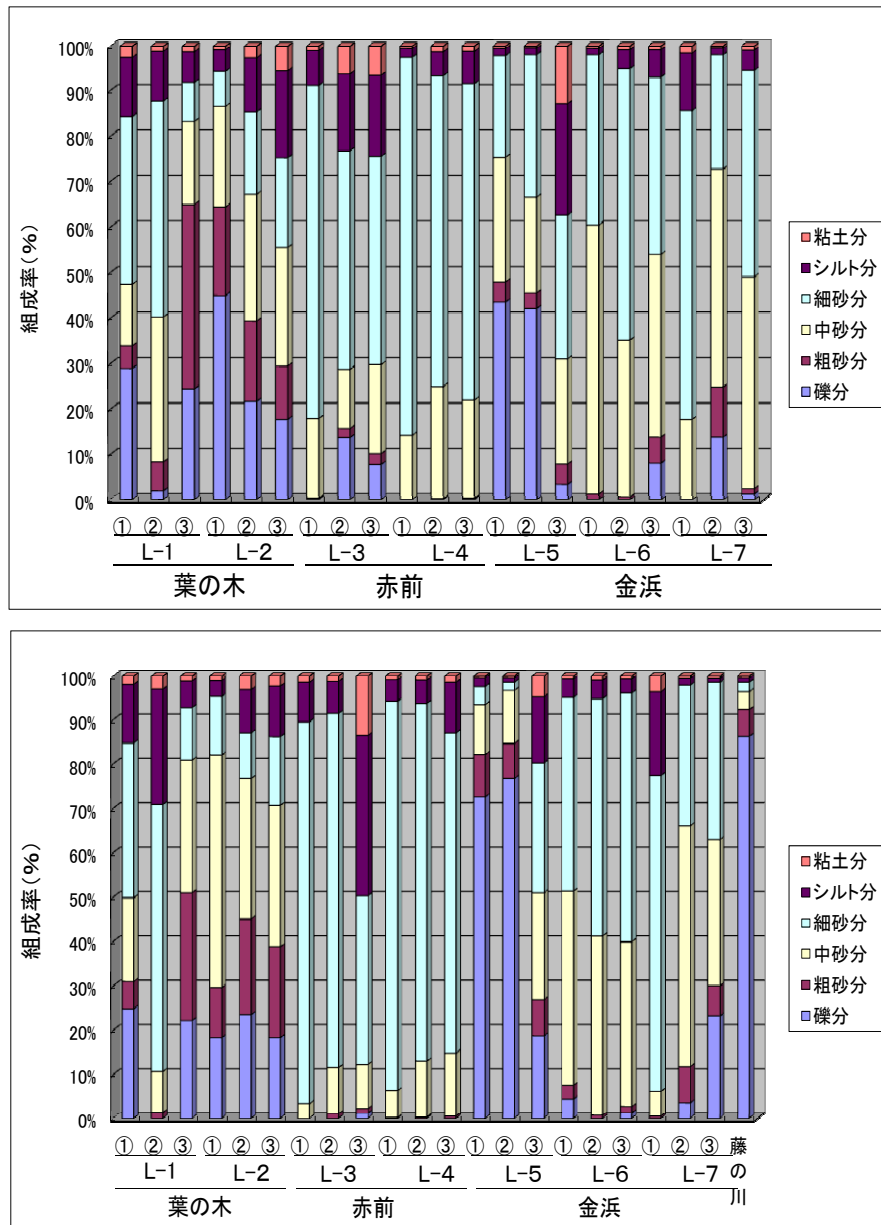


図 3-3-8 底質粒度組成（左：夏季、右：冬季）

## 2) 強熱減量と酸化還元電位

底質の強熱減量と酸化還元電位の分析結果を表 3-3-3 に示す。各地点の強熱減量は 1.1～9.5%の範囲にあり、夏期および冬期とも赤前の沖側で比較的高かった。各地点の酸化還元電位は+290～+430mV の範囲にあり、全体としては酸化状態にあったが強熱減量が高かった赤前地区の沖側でやや低下していた。特に赤前地区の L-3-③は粒度組成でも細粒分（シルト・粘土）の割合が冬期に増加しており、水質調査でも底層の濁度上昇が観測されている。この周辺海域においても冬期の底層では他地点より濁度が高く、この地点の周辺に堆積した細粒分が底層の濁りの発生源となっている可能性もある。

表 3-3-3 強熱減量と酸化還元電位

測点		夏期		冬期	
		強熱減量 %	酸化還元電位 mV	強熱減量 %	酸化還元電位 mV
葉の木	L-1-①	2.2	+419	1.9	+384
	L-1-②	3.2	+403	3.0	+395
	L-1-③	1.9	+379	2.0	+389
	L-2-①	1.4	+389	1.4	+398
	L-2-②	2.3	+389	1.9	+408
	L-2-③	3.4	+380	2.3	+410
赤前	L-3-①	2.6	+428	2.3	+398
	L-3-②	9.5	+407	3.0	+390
	L-3-③	4.5	+397	4.4	+290
	L-4-①	1.8	+410	1.8	+431
	L-4-②	1.8	+430	1.9	+422
	L-4-③	2.1	+418	2.6	+417
金浜	L-5-①	1.5	+421	1.5	+411
	L-5-②	1.6	+429	1.5	+421
	L-5-③	4.3	+289	2.3	+424
	L-6-①	1.5	+439	2.3	+403
	L-6-②	1.6	+419	1.7	+411
	L-6-③	1.6	+398	1.7	+411
	L-7-①	2.4	+408	3.1	+397
	L-7-②	1.3	+405	1.3	+404
	L-7-③	1.7	+389	1.6	+410
藤の川		—	—	1.1	+408

注：黄色の着色部は、強熱減量が4%以上の地点を示す。

### 3) 底質間隙水中の栄養塩

底質間隙水中の栄養塩の窒素濃度を図 3-3-9 に示す。底質の間隙水中の栄養塩、特にアンモニア態の窒素はアマモの生育に欠かせない重要な栄養塩である。川崎ら (1988) はアンモニアが  $100 \mu\text{M}$  以下 ( $50 \mu\text{M}$ ) では生長低下が認められ、 $5,000 \mu\text{M}$  添加実験区で最も良い生育を示し、移植地の底質中のアンモニアの量が苗の生育、特に草丈に影響することを報告している。アマモの栄養塩別の半飽和定数 ( $K_m$  値) は、アンモニア態窒素濃度で  $9.2 \mu\text{M}$  (Thursby and Harlin 1984)、硝酸態窒素濃度は  $23 \mu\text{M}$  [Iizumi and Hattori (1982)] との報告がある。半飽和常数は、植物プランクトンの最大栄養塩取り込み速度の半分の取り込み速度を与える栄養塩濃度であり [品田 (2005)]、アマモを含む海草の栄養塩吸収速度も酵素活性が飽和に達するまでは濃度に比例した吸収速度の増加を示す [Iizumi and Hattori (1982)] とされている。森田 (2013) は岡山県白石島での試験移植の結果から、底質間隙水中のアンモニア態の窒素濃度が  $0.15\text{mg L}^{-1}$  ( $8.3 \mu\text{M}$ ) 以下になるとアマモが枯死に至る場合があることを指摘しており、底質が粗粒化した津軽石川左岸河口部の L-5 地点は注視する必要がある。

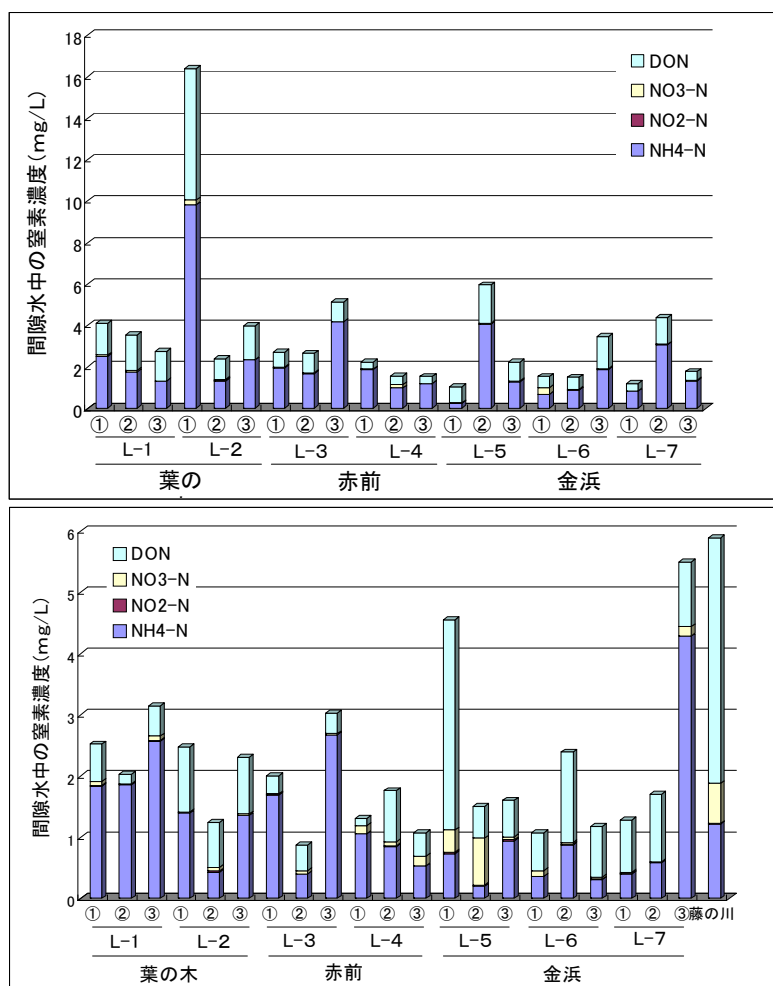


図 3-3-9 間隙水中の窒素濃度 (上: 夏季、下: 冬季)

(3) アマモの遺伝子解析による遺伝的距離の把握

1) 解析対象

津波前については、2002年から2005年に採集された北海道から鹿児島県まで146地点3,445シュートのアマモの解析結果を参照した。津波後については、2011年から2013年2月にかけて採集された22地点366シュートを解析に用いた(表3-3-4)。

表 3-3-4(1) 解析したアマモ群落

採取地	略称	解析個体数
北海道福島町(津軽海峡)	北海道・福島	17
北海道常呂町(サロマ湖)	北海道・サロマ湖	23
北海道厚岸町(厚岸湾)	北海道・厚岸	25
北海道別海町尾岱沼	北海道・別海	28
北海道網走市藻琴	北海道・網走	28
北海道伊達市有珠町有珠湾	北海道・有珠	23
北海道小樽市忍路	北海道・小樽	23
北海道積丹町美国	北海道・積丹	24
稚内市坂の下沖合	北海道・稚内	21
利尻町新湊漁港内	北海道・利尻	23
礼文町船泊港内	北海道・礼文	24
青森県蓬田村蓬田漁港地先	青森・蓬田1	17
青森県蓬田村蓬田漁港地先	青森・蓬田2	15
青森県三厩村上宇鉄	青森・三厩	17
青森県六ヶ所村尾駁沼	青森・尾駁沼	23
岩手県宮古市宮古湾はぬき浜	岩手・宮古	27
岩手県陸前高田市小友町米崎小友海岸	岩手・広田湾・小友海岸	26
宮城県気仙沼湾波路上港地先	宮城・気仙沼	25
宮城県牡鹿町鮫ノ浦湾	宮城・牡鹿	25
宮城県塩釜市浦戸寒風沢	宮城・松島湾・塩釜	26
宮城県石巻市万石浦	宮城・石巻	16
宮城県女川町万石浦	宮城・女川	25
宮城県南三陸町折立地先(志津川湾)	宮城・南三陸	26
いわき市小名浜	福島・いわき	26
福島県相馬市松川浦	福島・相馬	22
秋田県男鹿市戸賀塩浜, 戸賀湾	秋田・男鹿	23
山形県酒田市飛島海水浴場	山形・酒田	5
新潟県佐渡市二見	新潟・佐渡二見	22
新潟県粟島浦村内浦	新潟・粟島	21
新潟県佐渡市白瀬	新潟・佐渡白瀬	22
新潟県三島郡出雲崎町尼瀬	新潟・出雲崎	7
富山県氷見市地蔵町地先	富山・氷見地蔵町地先	23
富山県氷見市小境地先	富山・氷見小境	24
富山県氷見市中波地先	富山・氷見中波	26
富津市大貫漁港	千葉・富津大貫	24
富津市新富港	千葉・富津新富港	20
富山町高崎漁港	千葉・富山	23
館山市波左間漁港	千葉・館山	21
勝浦市興津	千葉・勝浦	22
鋸南町勝山浮島	千葉・鋸南	21



表 3-3-4(2) 解析したアマモ群落

採取地	略称	解析個体数
南房総市白浜	千葉・南房総	22
神奈川県横浜市金沢区野島町野島海岸	神奈川県・野島1	17
神奈川県横浜市金沢区野島町野島海岸	神奈川県・野島2	9
野島海岸アマモ播種造成区画(平成15年度)	神奈川県・野島造成区	23
神奈川県小田と湾横須賀市佐島	神奈川県・小田和	21
神奈川県三浦市城ヶ島	神奈川県・城ヶ島	16
神奈川県三浦郡葉山町長者ヶ崎	神奈川県・葉山	15
神奈川県小田原市江之浦	神奈川県・小田原	29
神奈川県三浦市三崎町小網代	神奈川県・三崎	22
静岡県浜名郡舞阪町錨瀬北側	静岡県・錨瀬北	29
静岡県浜名郡舞阪町錨瀬南側	静岡県・錨瀬南	26
静岡県浜名郡舞阪町渚川	静岡県・渚川	30
静岡県下田市外浦漁港	静岡県・下田	42
静岡県静岡県伊東市大原オレンジビーチ	静岡県・伊東	18
蒲郡市三谷町	愛知・蒲郡	24
常滑市唐崎町	愛知・常滑	27
一色町生田	愛知・一色	26
三重県志摩市阿児町立神	三重・志摩	28
三重県松名瀬	三重・松名瀬	25
三重県度会郡二見町池の浦	三重・二見	21
三重県志摩市阿児町鷺方	三重・志摩	16
和歌山県串本高富	和歌山・串本高富	32
和歌山那智勝浦町浦神	和歌山・浦神	25
和歌山那智勝浦町宇久井	和歌山・宇久井	26
和歌山県白浜町椿	和歌山・白浜	30
和歌山県和歌山市加太	和歌山・和歌山	30
和歌山県串本町橋杭	和歌山・串本橋杭	26
京都府舞鶴市舞鶴湾白浜	京都・舞鶴	24
京都府宮津市宮津湾杉ノ末	京都・宮津杉ノ末	33
京都府宮津市宮津市養老長江	京都・宮津養老長江	15
鳥取県東伯郡湯梨浜町	鳥取・湯梨浜	15
島根県隠岐郡隠岐の島町蛸木(たくぎ)	島根・隠岐	23
山口県大島郡東和町(屋代島)	山口・屋代島	21
山口県柳井市伊保庄	山口・柳井	32
山口県平郡島	山口・平郡島	28
山口県山口市秋穂	山口・山口	29
山口県岩国通津	山口・岩国	27
山口県長門市仙崎白潟	山口・長門仙崎	22
山口県長門市油谷伊上	山口・長門油谷	15
大阪府阪南市箱作海岸	大阪・阪南	28
兵庫県洲本市成ヶ島	兵庫・洲本	26
兵庫県明石市江井ヶ島	兵庫・明石	26
兵庫県姫路市白浜海水浴場	兵庫・姫路	27
兵庫県豊岡市竹野町竹野新港内	兵庫・豊岡	27
兵庫県美方郡香美町香住区三田浜	兵庫・香美	17
黒島(西)	岡山・黒島	28
日生	岡山・日生	30
岡山県久々井	岡山・久々井	27
岡山県玉野(出崎内)	岡山・玉野	23

表 3-3-4(3) 解析したアマモ群落

採取地	略称	解析個体数
豊田郡大崎上島町長島	広島・大崎上島	21
豊田郡安浦町三津口	広島・三津口	22
広島県福山市内海町大浜	広島・福山	27
広島県竹原市吉名町沖辺	広島・竹原	28
広島県大黒神島	広島・大黒神島	26
広島県廿日市市阿品	広島・廿日市	28
広島県江田島	広島・江田島	22
広島県大黃	広島・大黃	23
広島県長浜	広島・長浜	27
広島県学園	広島・学園	19
高松市屋島湾口部	香川・屋島湾口	28
高松市屋島湾奥部	香川・屋島湾奥	23
高松市生島湾	香川・生島	26
高松市垂水湾口	香川・垂水湾	10
仁尾町小蔦島沖	香川・仁尾	26
高松市亀水湾口	香川・亀水湾	19
愛媛県越智郡大三島町宗方(大三島)	愛媛・越智	25
愛媛県北条市浅海	愛媛・北条	26
愛媛県松山市興居島由良湾	愛媛・松山	27
愛媛県西宇和郡瀬戸町三机	愛媛・瀬戸	29
愛媛県北宇和郡吉田町白浦(吉田)	愛媛・吉田	24
徳島県鳴門市瀬戸町堂浦	徳島・鳴門	27
徳島県阿南市津乃峰町答島	徳島・阿南	18
徳島県小松島市横須町横須海岸	徳島・小松島	24
徳島県海部郡牟岐町牟岐大島大島港	徳島・牟岐	26
須崎市鳴無(浦ノ内湾)	高知・須崎	16
東洋町甲浦	高知・東洋	26
福岡県福岡市西区今津(浜崎港東側)	福岡・福岡	19
福岡県志摩町船越	福岡・志摩	24
福岡県遠賀郡芦屋町山鹿	福岡・芦屋	24
福岡県福津市津屋崎	福岡・福津	21
佐賀県唐津市屋形石	佐賀・唐津屋形石	24
佐賀県唐津市相賀	佐賀・唐津相賀	14
佐賀県伊万里市黒塩	佐賀・伊万里	17
長崎県壱岐市石田町山崎地先	長崎・壱岐	22
南高来郡有家町堂崎地先	長崎・有家	25
佐世保市江上浦	長崎・佐世保	25
大村市舟津	長崎・大村	25
対馬市万関	長崎・対馬	25
熊本県上天草市松島町阿村(南風泊)	熊本・上天草	27
熊本県天草郡河浦町(主留地先)	熊本・天草	27
宮崎県日向市細島	宮崎・日向	29
宮崎県南那珂郡南郷町中村	宮崎・南郷	28
鹿児島県喜入町生見	鹿児島・喜入	25
鹿児島県笠沙町崎山	鹿児島・笠沙	23
鹿児島県本港稲荷川河口側	鹿児島・本港	26
鹿児島県阿久根市脇本	鹿児島・阿久根	25
鹿屋市中鹿屋港 北側	鹿児島・鹿屋	26
岩手県大槌町吉里吉里/OFB02	岩手・大槌吉里吉里 I	27

表 3-3-4(4) 解析したアマモ群落

採取地	略称	解析個体数
岩手県釜石市根浜	岩手・大槌根浜 T	31
岩手県釜石市箱崎	岩手・大槌箱崎 T	30
宮城県東松島市室浜(実生)	宮城・東松島室浜(実生)T	7
宮城県東松島市室浜(栄養枝)	宮城・東松島室浜(栄養枝)T	28
岩手県広田湾両替岸	岩手・広田湾・両替岸 T	32
岩手県広田湾米崎岸	岩手・広田湾・米崎岸 T	39
岩手県山田湾熊ヶ崎	岩手・山田湾・熊ヶ崎 T	28
岩手県山田湾オランダ島	岩手・山田湾・オランダ島 T	33
岩手県山田湾波板崎	岩手・山田湾・波板崎 T	28
岩手県宮古湾赤前浜	岩手・宮古湾・赤前浜 T	6
岩手県宮古湾葉の木	岩手・宮古湾・葉の木 T	13
岩手県宮古湾金浜	岩手・宮古湾・金浜 T	13
宮城県松島湾 St. 1	宮城・松島湾 1T	7
宮城県松島湾 St. 2	宮城・松島湾 2T	4
宮城県松島湾 St. 3	宮城・松島湾 3T	6
宮城県松島湾 St. 4	宮城・松島湾 4T	5
宮城県松島湾 St. 6	宮城・松島湾 6T	3
宮城県松島湾 St. 7	宮城・松島湾 7T	5
山口県柳井湾伊保庄	山口・柳井湾伊保庄	6
山口県柳井湾上八川河口前	山口・柳井湾上八川河口前	6
宮城県松島湾波津ヶ浦	宮城・松島湾 T	6
岩手県大槌湾すずめ島	岩手・大槌湾・すずめ島	29
岩手県大槌湾箱崎	岩手・大槌湾・箱崎	27
岩手県大槌湾赤浜	岩手・大槌湾・赤浜	34
岩手県大船渡湾	岩手・大船渡湾	18
岩手県山田湾大島	岩手・山田湾・大島	34
岩手県山田湾波板崎	岩手・山田湾・波板崎	35
岩手県大槌湾天神	岩手・大槌湾・天神	35
岩手県広田湾 K	岩手・広田湾 KT	3
宮城県気仙沼	宮城・気仙沼 T	12

## 2) 解析方法

各シュートの葉から、CTAB法[Doyle and Doyle (1987)]により全DNAを抽出し、マイクロサテライト9座[Reusch (2000)、Reusch et al. (2000)]について各シュートの多型を検出した。このデータを用いて、各地点間の遺伝的分化係数として、FST[Weir and Cockerham(1984)]を算出し、NJ法で樹形化した。また、各地点における遺伝子型数、クローン多様度、平均対立遺伝子数、遺伝子多様度を算出した。津波前後の比較が可能な気仙沼湾、松島湾、宮古湾については、同一の遺伝子型を持つシュートの有無を確認した。

## 3) 結果と考察

全国の津波前と三陸の津波後のアマモを含めた地点間 FST(遺伝的距離)に基づく Neighbor Joining (近隣接合) 図 (図 3-3-10) において、宮古湾、山田湾、大槌湾、広田

湾、松島湾のアマモは、津波前と津波後のサンプルともに1つのクラスターにまとまった。例外は、山田湾熊ヶ崎の津波後のサンプルのみであった。この結果から、日本列島全体から見た遺伝的構造においては、津波の前後で大きな変化が無いことが示された。

各地点の遺伝的多様性においては、津波後のアマモ群落の遺伝子多様性および遺伝子型多様性ともに、全国平均と比較して、ほとんどの地点で大きな低下は検出されなかった(表 3-3-5)。宮古湾において、平均対立遺伝子数が低かったが(津波前: 5.09; 津波後: 3.46-4.18)、湾全体で算出すると 6.18 であることから、サンプル数が少ないことが低い数値に影響していると考えられた。松島湾の低い平均対立遺伝子数も同様な理由と考えられた。

唯一、気仙沼湾において明確な低下が検出された(津波前: クローン多様度 0.96, 遺伝子多様度: 0.757; 津波後: クローン多様度 0.25, 遺伝子多様度 0.498)。

気仙沼湾、宮古湾、松島湾について、全解析個体の遺伝子型を確認した(表 3-3-6)。3湾ともに、津波前後で同じ遺伝子型を示す個体は無かった。これは、主に種子からの実生個体が、津波後の個体群の再生に貢献していることを示している。

しかし気仙沼湾では、確認されたシュートを全て解析しているにも関わらず、3つの遺伝子型が検出されたにすぎない。そのため、現時点で草体として生育しているものに限れば、気仙沼湾の遺伝的多様性は非常に低い状態と言える。今後、津波前に生産された種子からの実生個体が出現しない場合、強いボトルネックがかかる可能性がある。

以上をまとめると、津波によって減少・消失したアマモ個体群は、津波前に同地域・同湾で生産されていた種子からの実生個体による再生の初期段階にあると考えられる。ほとんどの地域において、現時点での遺伝的多様性に関する大きな懸念は無いが、気仙沼湾では今後の個体群形成の遺伝的由来について、注視することが望まれる。

現時点で遺伝的多様性に問題が無い地域においても、今後のさらなる実生個体の出現、各個体の定着・繁殖を継続的に把握しながら、他地域からの種子の散布、各地域での個体群形成、それに伴う遺伝的構造の変化についてモニタリングを継続することが必要と考えられる。

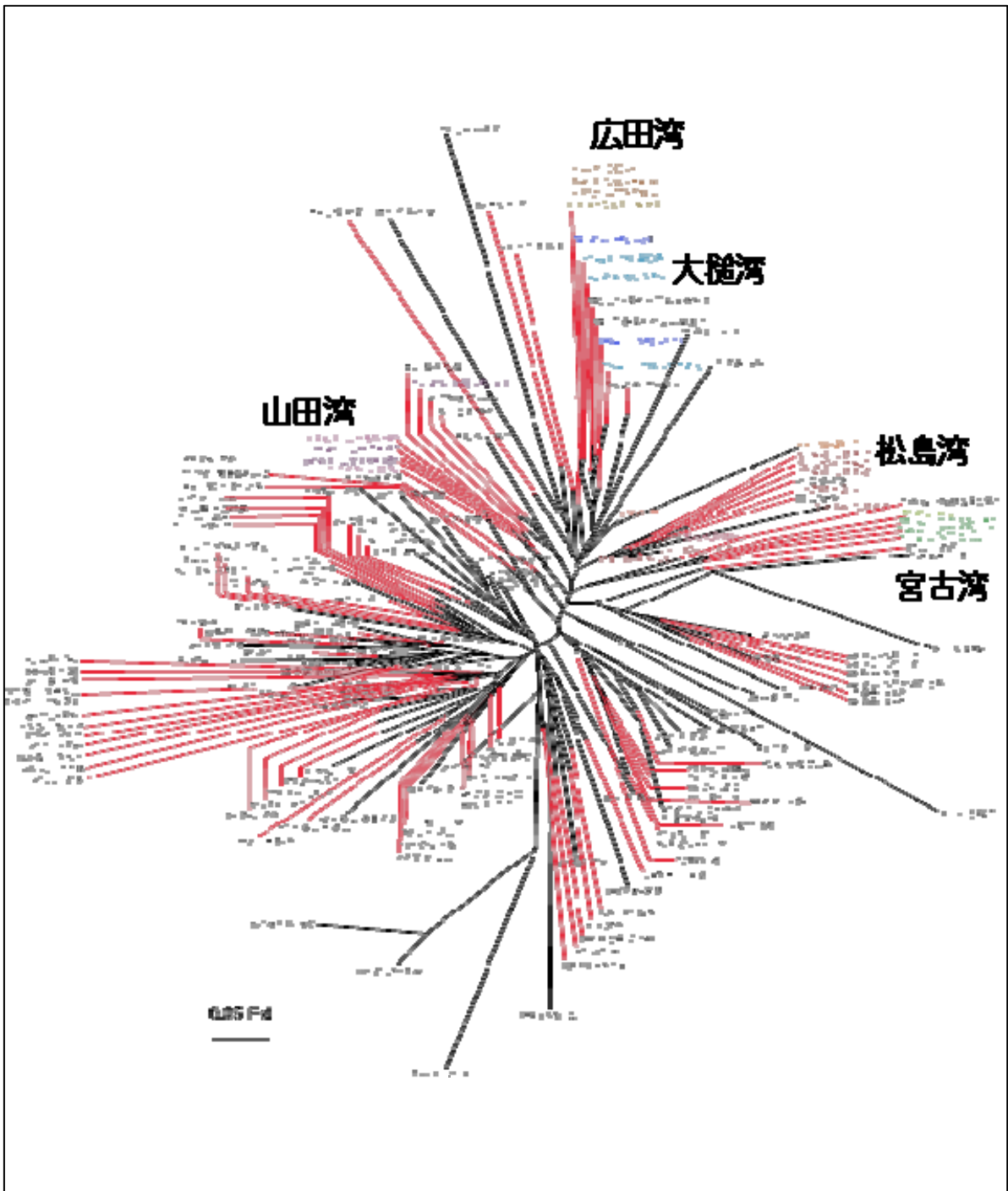


図 3-3-10 地点間 FST に基づく NJ 樹状図

表 3-3-5 遺伝的多様性とクローン性

地 点	津波後	サンプル 数	遺伝子型 数	クローン 多様度	平均対立 遺伝子数	遺伝子多 様度 $H_E$
岩手県宮古湾						
岩手・宮古湾		27	22	0.81	5.09	0.607
岩手県・宮古湾赤前浜 T	後	6	5	0.83	3.46	0.614
岩手県・宮古湾葉の木 T	後	13	11	0.85	4.18	0.619
岩手県・宮古湾金浜 T	後	13	10	0.77	3.73	0.599
岩手県山田湾						
岩手県・山田湾大島		35	30	0.86	6.64	0.708
岩手県・山田湾波板崎		37	29	0.78	6.27	0.731
岩手県・山田湾 St.1 (熊ヶ崎) T	後	31	29	0.94	6.82	0.736
岩手県・山田湾 St.2 (オランダ島) T	後	33	32	0.97	7.27	0.733
岩手県・山田湾 St.3 (波板崎) T	後	28	25	0.89	6.36	0.703
岩手県大槌湾						
岩手県・大槌湾すずめ島		29	29	1.00	4.36	0.579
岩手県・大槌湾箱崎		27	27	1.00	4.82	0.621
岩手県・大槌湾赤浜		35	34	0.97	5.73	0.651
岩手県・大槌湾天神		35	27	0.77	6.55	0.699
岩手・大槌湾根浜 T	後	31	31	1.00	6.09	0.688
岩手・大槌湾箱崎 T	後	30	30	1.00	5.46	0.665
岩手県広田湾						
岩手・広田湾・小友海岸		26	26	1.00	7.91	0.723
岩手県・広田湾両替岸 T	後	32	32	1.00	7.64	0.715
岩手県・広田湾米崎岸 T	後	39	39	1.00	7.18	0.711
岩手・広田湾 KT	後	3	3	1.00	3.73	0.770
宮城県気仙沼湾						
宮城・気仙沼湾		25	24	0.96	7.36	0.757
宮城・気仙沼湾 T	後	12	3	0.25	2.67	0.498
宮城県松島湾						
宮城・松島湾塩釜		27	20	0.74	7.00	0.682
宮城県・松島湾 St.1T	後	7	5	0.71	4.36	0.667
宮城県・松島湾 St.2T	後	4	2	0.50	3.73	0.750
宮城県・松島湾 St.3T	後	6	6	1.00	5.36	0.807
宮城県・松島湾 St.4T	後	5	5	1.00	4.91	0.798
宮城県・松島湾 St.6T	後	3	3	1.00	3.36	0.733
宮城県・松島湾 St.7T	後	5	4	0.80	2.60	0.471
宮城県・松島湾波津ヶ浦 T	後	6	3	0.50	3.46	0.671
東北太平洋岸のその他の地点						
宮城・東松島室浜(実生) T	後	7	7	1.00	4.00	0.633
宮城・東松島室浜(栄養枝) T	後	28	28	1.00	5.36	0.643
青森・尾駁沼		23	20	0.87	3.00	0.434
岩手・大船渡湾		18	15	0.83	4.70	0.617
宮城・牡鹿		25	22	0.88	6.55	0.699
宮城・石巻		16	15	0.94	7.46	0.759
宮城・女川		25	24	0.96	7.64	0.731
宮城・南三陸		27	26	0.96	7.09	0.693
福島・いわき		26	25	0.96	2.82	0.431
福島・相馬		22	13	0.59	5.91	0.654
全国平均*		22.9	20.3	0.89	5.57	0.612

\*全国の 168 地点の平均値

表 3-3-6(1) 岩手県宮古湾のアマモ個体の遺伝子型

津波前		津波後	
岩手・宮古湾		岩手県・宮古湾赤前浜 T	
SA209	2182	MAE_T_01	2499
SA210	2360	MAE_T_02	2716
SA211	2794	MAE_T_03	2329
SA212	2788	MAE_T_04	2754
SA213	2745	MAE_T_05	2676
SA215	2309	MAE_T_06	2676
SA216	2687	岩手県・宮古湾葉の木 T	
SA218	2520	HAN_T_01	2442
SA219	2397	HAN_T_02	2696
SA220	2350	HAN_T_03	2620
SA221	2789	HAN_T_04	2140
SA222	2769	HAN_T_05	1540
SA223	2629	HAN_T_06	574
SA224	2680	HAN_T_07	2102
SA225	2795	HAN_T_08	2141
SA226	2316	HAN_T_09	2142
SA228	2789	HAN_T_10	1540
SA230	2688	HAN_T_11	2799
SA231	3178	HAN_T_12	2699
SA233	1735	HAN_T_13	2799
SA234	2687	岩手県・宮古湾金浜 T	
SA235	2805	KAN_T_01	2517
SA236	2360	KAN_T_02	2517
SA237	2397	KAN_T_03	2517
SA238	2382	KAN_T_04	2717
SA239	2360	KAN_T_05	2718
SA240	2497	KAN_T_06	2721
		KAN_T_07	2697
		KAN_T_08	2518
		KAN_T_09	2330
		KAN_T_10	2518
		KAN_T_11	2678
		KAN_T_12	2318
		KAN_T_13	2519

注) 表中の同一色はクローンであることを示す。

表 3-3-6 (2) 宮城県松島湾のアマモ個体の遺伝子型

津波前		津波後	
宮城・松島湾塩釜		宮城県・松島湾 St. 1T	
SA047	1557	MAT1_T_01	180
SA048	1225	MAT1_T_02	2985
SA049	1565	MAT1_T_03	2607
SA050	658	MAT1_T_04	1395
SA051	1225	MAT1_T_05	2607
SA052	1557	MAT1_T_06	228
SA053	668	MAT1_T_07	228
SA055	1331	宮城県・松島湾 St. 2T	
SA056	1558	MAT2_T_01	1329
SA057	1557	MAT2_T_02	2961
SA058	1557	MAT2_T_03	1520
SA059	1387	MAT2_T_04	2961
SA060	1361	宮城県・松島湾 St. 3T	
SA061	1226	MAT3_T_01	2581
SA063	2432	MAT3_T_02	3191
SA066	2179	MAT3_T_03	3091
SA067	1557	MAT3_T_04	2489
SA068	1557	MAT3_T_05	2079
SA069	2110	MAT3_T_06	2560
SA070	1436	宮城県・松島湾 St. 4T	
SA073	536	MAT4_T_01	2404
SA074	560	MAT4_T_02	1365
SA075	561	MAT4_T_03	527
SA076	2179	MAT4_T_04	2103
SA077	1559	MAT4_T_05	1366
SA078	2106	宮城県・松島湾 St. 6T	
SA081	565	MAT6_T_01	2128
		MAT6_T_02	2218
		MAT6_T_03	3245
		宮城県・松島湾 St. 7T	
		MAT7_T_01	2599
		MAT7_T_02	2600
		MAT7_T_03	2599
		MAT7_T_04	2601
		MAT7_T_05	2490
		宮城県・松島湾波津ヶ浦 T	
		NMT_T_01	670
		NMT_T_02	1441
		NMT_T_03	1441
		NMT_T_04	1441
		NMT_T_05	1441
		NMT_T_06	2129

注) 表中の同一色はクローンであることを示す。



表 3-3-6 (3) 宮城県気仙沼湾のアマモ個体の遺伝子型

津波前		津波後	
宮城・気仙沼湾		宮城・気仙沼湾 T	
KU002	1360	KSN_T_01	3036
KU003	1733	KSN_T_02	3036
KU004	3086	KSN_T_03	3036
KU006	2224	KSN_T_04	3035
KU008	2962	KSN_T_05	3112
KU009	2884	KSN_T_06	3036
KU010	2175	KSN_T_07	3036
KU011	2859	KSN_T_08	3036
KU012	2371	KSN_T_09	3035
KU013	2860	KSN_T_10	3036
KU014	2975	KSN_T_11	3036
KU015	1841	KSN_T_12	3035
KU016	3000		
KU017	2861		
KU018	1734		
KU019	3087		
KU020	2216		
KU021	2176		
KU023	2176		
KU024	2958		
KU025	3334		
KU028	2853		
KU029	1780		
KU030	1781		
KU033	2832		

注) 表中の同一色はクローンであることを示す。

#### 参考文献

- 1) 森田健二, 竹下 彰(2003) : アマモ場分布限界水深の予測評価手法, 土木学会論文集 No.741/VII-28, pp.39-48.
- 2) Persons, T. R., M. Takahashi and B. Hargrave (1984): 生物海洋学 2 粒状物質の一次生成, 高橋 正征, 古谷 研, 石丸隆 監訳, 東海大学出版会, 90p.
- 3) 川崎保夫, 飯塚貞二, 後藤 弘, 寺脇利信, 渡辺康憲, 菊池弘太郎 (1988) : アマモ場造成法に関する研究, 電力中央研究所報告, 総合報告 U14, 231p.
- 4) Thursby, G.B. and Harlin, M.M.(1982): Leaf-root interaction in the uptake of ammonium by *Zostera marina*. Mar. Biol. 72: 109-112.
- 5) Iizumi, H. and Hattori, A. (1982): Growth and organic production of eelgrass (*Zostera marina* L.) in temperate waters of the Pacific coast of Japan, III, The kinetics of nitrogen uptake. Aqua. Bot. 12, pp. 245-256.
- 6) 品田晃良 (2005) : 夏季の北海道オホーツク海沿岸海域における *Alexandrium tamarense* の増殖制限因子、北水試研報 69、pp. 117-121.
- 7) 森田健二 (2013) アマモ場の成立条件と周辺生物におよぼす効果に関する研究, 東京大学博士論文, 博士(環境学)/博創域第 923 号, 103p.
- 8) Doyle, J. J. and Doyle, J. L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochemical Bulletin 19:11-15.
- 9) Reusch, T. B. H., Stam, W. T., Olsen, J. L. 1999. Size and estimated age of genets in eelgrass *Zostera marina* L. assessed with microsatellite markers. Marine Biology 133:519-524.
- 10) Reusch, T. B. H. 2000. Five microsatellite loci in eelgrass *Zostera marina* and a test of cross-species amplification in *Z. noltii* and *Z. japonica*. Molecular Ecology 9: 365-378
- 11) Weir, B. S., Cockerham, C. C. 1984. Estimating F-Statistics for the Analysis of Population Structure. Evolution 38: 1358-1370.

付属資料

付表1 水質調査結果 (L1・夏期)

L1-①														
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [mS/cm]	EC25 [μS/cm]	密度 [kg/n]	シグマト	Chl-Flu. [p]	Chl-a [μg/l]	濁度 [FTU]	pH	ORP [mV]	DO [%]	DO [mg/l]	光子量 [μmol/(m2*s)]
0.3	24.307	30.138	45.81	46518.6	1019.877	19.876	1.605	852.667	1.157	7.14	260.585	123.406	8.658	1756.962
0.4	24.317	30.14	45.821	46520.5	1019.877	19.875	1.577	849	1.226	7.14	260.776	123.768	8.681	1746.265
0.5	24.306	30.12	45.784	46494	1019.865	19.863	1.599	851.9	1.12	7.139	261.449	123.495	8.671	1298.238
0.7	24.192	30.42	46.087	46920.7	1020.125	20.122	1.465	834	1.402	7.137	262.136	123.161	8.65	1101.291
0.9	23.688	31.081	46.509	47891.4	1020.771	20.768	1.801	879	2.162	7.137	262.25	123.045	8.65	910.94
1.1	22.88	31.828	46.738	49024.5	1021.569	21.564	1.413	827	1.621	7.137	262.403	120.955	8.604	1010.011
1.3	22.585	32.082	46.788	49413.4	1021.845	21.839	1.555	846	1.299	7.136	262.594	119.431	8.517	840.913
1.5	21.736	32.616	46.662	50272.3	1022.487	22.48	1.343	817.667	4.247	7.135	264.501	117.438	8.478	810.176
1.6	21.585	32.697	46.62	50407	1022.59	22.583	2.354	953	6.264	7.135	264.043	117.42	8.494	647.768
1.8	21.455	32.772	46.589	50530	1022.683	22.676	12.12	2259.5	42.392	7.135	264.081	117.044	8.483	638.115
1.9	21.416	32.874	46.681	50676.7	1022.772	22.764	61.012	8800.75	186.65	7.135	264.129	117.03	8.481	585.828

L1-②														
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [mS/cm]	EC25 [μS/cm]	密度 [kg/n]	シグマト	Chl-Flu. [p]	Chl-a [μg/l]	濁度 [FTU]	pH	ORP [mV]	DO [%]	DO [mg/l]	光子量 [μmol/(m2*s)]
0.4	24.592	29.628	45.371	45781.8	1019.409	19.408	2.104	919.5	1.219	7.134	265.816	124.057	8.701	1698.741
0.5	24.523	29.871	45.642	46126.2	1019.614	19.611	1.794	878	1.325	7.135	265.874	124.004	8.696	1567.091
0.6	24.296	30.15	45.815	46536.6	1019.891	19.888	1.622	855	1.08	7.135	265.874	124.139	8.717	1210.946
0.8	23.438	31.434	46.746	48409.3	1021.111	21.107	1.159	793	0.707	7.136	265.912	123.202	8.687	1131.097
1	23.046	31.733	46.771	48871.2	1021.449	21.445	1.398	825	1.363	7.136	265.912	122.213	8.675	1110.182
1.1	22.851	31.95	46.87	49195.9	1021.669	21.665	1.629	856	0.836	7.136	265.988	120.051	8.537	1062.425
1.2	22.504	32.179	46.837	49558.4	1021.941	21.936	1.121	788	0.784	7.137	266.064	118.343	8.457	831.345
1.4	22.215	32.34	46.769	49821	1022.144	22.138	1.226	802	0.939	7.137	266.217	118.779	8.518	803.825
1.5	22.097	32.395	46.726	49913.8	1022.22	22.213	1.36	820	1.106	7.137	266.369	119.791	8.613	811.954
1.7	21.794	32.575	46.666	50206.9	1022.441	22.433	1.278	809	1.08	7.138	266.56	118.925	8.58	758.693
1.8	21.288	32.93	46.627	50773.9	1022.849	22.841	1.921	895	2.651	7.138	266.713	117.958	8.557	598.741
2	21.267	32.979	46.669	50844.1	1022.892	22.884	7.439	1633.25	190.739	7.139	267.085	117.335	8.523	584.579

L1-③														
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [mS/cm]	EC25 [μS/cm]	密度 [kg/n]	シグマト	Chl-Flu. [p]	Chl-a [μg/l]	濁度 [FTU]	pH	ORP [mV]	DO [%]	DO [mg/l]	光子量 [μmol/(m2*s)]
0	23.753	31.153	46.663	47983.8	1020.803	20.803	1.659	860	1.428	7.132	261.602	120.784	8.474	1516.117
0.1	23.603	31.233	46.633	48112.1	1020.908	20.908	1.39	824	0.932	7.13	261.831	119.514	8.44	1599.353
0.2	23.913	31.219	46.905	48054.3	1020.808	20.807	1.353	819	1.003	7.129	262.136	120.741	8.489	1728.737
0.4	23.315	31.636	46.897	48702.2	1021.296	21.295	1.712	867	1.775	7.128	262.327	121.629	8.574	1534.661
0.5	23.03	31.812	46.859	48982.3	1021.512	21.51	1.697	865	1.621	7.128	262.479	121.796	8.622	1172.672
0.7	22.955	31.889	46.888	49097.6	1021.592	21.589	1.301	812	0.81	7.127	262.67	120.899	8.58	1048.623
0.8	22.68	32.112	46.918	49441.5	1021.839	21.835	1.061	780	0.334	7.126	262.899	119.03	8.481	932.194
0.9	22.502	32.253	46.932	49660.6	1021.996	21.992	1.375	822	0.733	7.126	263.089	117.35	8.382	1015.345
1.1	22.269	32.411	46.912	49910.5	1022.182	22.177	1.323	815	0.881	7.125	263.49	118.562	8.49	895.19
1.2	22.01	32.475	46.745	50037.1	1022.303	22.298	0.942	764	0.81	7.123	263.852	118.37	8.512	790.362
1.4	21.524	32.756	46.635	50497	1022.651	22.645	1.831	883	2.522	7.123	264.157	117.77	8.515	751.919
1.6	21.202	32.886	46.488	50726.3	1022.837	22.831	2.31	947	4.096	7.122	264.424	116.309	8.461	666.99
1.7	21.145	32.901	46.452	50756.7	1022.865	22.858	2.362	954	3.67	7.122	264.729	116.02	8.44	682.401
1.9	20.919	33.053	46.424	51003.5	1023.043	23.034	2.242	938	3.568	7.121	265.206	115.13	8.41	581.975
2	20.817	33.18	46.484	51195.5	1023.167	23.158	1.588	850.5	2.394	7.12	265.816	114.82	8.382	579.096
2.1	20.725	33.072	46.26	51062.1	1023.11	23.101	3.102	1053	5.013	7.119	266.293	114.501	8.393	518.13
2.2	20.631	33.109	46.214	51128.5	1023.163	23.154	2.997	1039	5.026	7.119	266.56	113.983	8.363	496.114
2.4	20.388	33.195	46.084	51288.2	1023.294	23.283	7.452	1635	20.666	7.119	266.827	114.236	8.415	438.789
2.5	20.352	33.238	46.103	51354.6	1023.337	23.326	1.039	777	19.93	7.119	267.132	113.854	8.383	380.109
2.6	20.392	33.255	46.163	51371.2	1023.34	23.328	5.174	1330.25	155.153	7.118	267.714	113.474	8.355	341.264

付表2 水質調査結果 (L2・夏期)

L2-①														
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [mS/cm]	EC25 [ $\mu$ S/cm]	密度 [kg/m <sup>3</sup> ]	シグマト	Chl-Flu. [p]	Chl-a [ $\mu$ g/L]	濁度 [FTU]	pH	ORP [mV]	DO [%]	DO [mg/l]	光子量 [ $\mu$ mol/(m <sup>2</sup> *s)]
0.3	25.749	28.534	44.879	44151.5	1018.241	18.24	2.726	1002.75	3.287	7.133	255.252	122.019	8.424	652.955
0.4	25.783	28.504	44.867	44107.4	1018.209	18.207	6.189	1466	10.145	7.132	255.194	121.993	8.423	635.66
0.5	25.768	28.522	44.879	44133.7	1018.227	18.225	0.1	610.667	0.1	7.131	255.131	121.822	8.413	933.012
0.7	25.72	28.569	44.904	44203.4	1018.278	18.275	3.423	1096	3.877	7.13	255.08	121.999	8.43	1038.885
0.8	25.717	28.565	44.895	44198	1018.276	18.273	8.521	1778	18.657	7.13	255.08	122.435	8.46	776.052
0.9	25.718	28.598	44.943	44244	1018.301	18.297	14.656	2598.818	227.635	7.128	255.104	122.777	8.48	696.665

L2-②														
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [mS/cm]	EC25 [ $\mu$ S/cm]	密度 [kg/m <sup>3</sup> ]	シグマト	Chl-Flu. [p]	Chl-a [ $\mu$ g/L]	濁度 [FTU]	pH	ORP [mV]	DO [%]	DO [mg/l]	光子量 [ $\mu$ mol/(m <sup>2</sup> *s)]
0	24.015	31.295	47.103	48147.2	1020.835	20.835	1.017	774	1.115	7.101	257.661	127.581	8.918	1497.573
0.1	24.227	30.988	46.888	47699.1	1020.541	20.541	1.467	834.333	1.6	7.1	257.623	127.293	8.896	1896.31
0.3	23.835	31.229	46.845	48077.6	1020.838	20.837	3.356	1087	5.297	7.099	257.597	126.07	8.847	1147.778
0.4	23.506	31.562	46.98	48576.5	1021.186	21.184	0.262	673		7.098	257.635	124.65	8.772	1118.226
0.7	22.61	32.261	47.046	49656.3	1021.971	21.968	1.816	881	2.149	7.098	257.673	123.623	8.791	1201.293
0.8	22.281	32.552	47.106	50103.3	1022.285	22.281	1.188	797	1.145	7.097	257.788	121.542	8.676	998.41
1.1	21.697	32.746	46.79	50456.8	1022.595	22.59	1.712	867	2.638	7.097	257.979	125.326	9.022	878.594
1.2	21.56	32.839	46.776	50604.9	1022.703	22.697	1.144	791	1.222	7.096	258.169	121.6	8.784	763.859
1.5	21.157	32.982	46.565	50865.7	1022.922	22.916	1.607	853	2.265	7.096	258.36	119.856	8.708	706.533
1.8	20.873	33.028	46.348	50975.7	1023.035	23.027	2.093	918	3.438	7.095	258.627	116.573	8.529	633.204
1.9	20.599	33.122	46.199	51151.1	1023.18	23.172	1.211	800	1.029	7.095	258.856	114.158	8.388	638.2
2.1	20.313	33.247	46.076	51373.1	1023.352	23.343	0.434	696		7.094	259.047	117.262	8.644	512.033
2.3	20.137	33.256	45.916	51416.5	1023.406	23.396	0.942	764		7.094	259.275	120.444	8.907	503.396
2.5	20.036	33.28	45.848	51468.3	1023.452	23.441	1.405	826	2.123	7.093	259.39	121.345	8.979	470.627
2.7	19.954	33.304	45.798	51516.3	1023.492	23.481	3.692	1132	6.85	7.093	259.542	118.495	8.783	433.2
2.8	20.001	33.366	45.92	51593.2	1023.528	23.515	11.912	2231.667	120.829	7.091	260.019	112.988	8.364	392.556

L2-③														
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [mS/cm]	EC25 [ $\mu$ S/cm]	密度 [kg/m <sup>3</sup> ]	シグマト	Chl-Flu. [p]	Chl-a [ $\mu$ g/L]	濁度 [FTU]	pH	ORP [mV]	DO [%]	DO [mg/l]	光子量 [ $\mu$ mol/(m <sup>2</sup> *s)]
0	24.602	29.819	45.643	46045.7	1019.55	19.549	1.614	854	1.157	7.127	259.047	135.062	9.451	1794.107
0.3	24.595	29.829	45.649	46059.4	1019.559	19.558	1.469	834.5	1.01	7.127	259.104	135.104	9.456	1776.071
0.4	24.513	29.89	45.659	46153.8	1019.631	19.629	1.629	856	1.247	7.128	259.199	134.831	9.445	1778.272
0.5	24.236	30.352	46.035	46822.3	1020.061	20.058	1.607	853	1.299	7.128	259.275	134.498	9.43	1117.633
0.7	23.842	30.873	46.374	47586.5	1020.569	20.566	2.78	1010	3.567	7.128	259.314	132.593	9.344	1385.293
0.9	23.178	31.282	46.299	48232.7	1021.07	21.066	1.928	896	2.136	7.128	259.428	129.342	9.177	1137.871
1.1	22.693	31.705	46.398	48879.1	1021.528	21.523	0.904	759	0.039	7.128	259.542	127.039	9.056	886.215
1.3	22.3	32.138	46.589	49531.1	1021.967	21.962	2.093	918	2.136	7.129	259.733	125.342	8.979	1126.778
1.5	21.833	32.434	46.522	50006.3	1022.322	22.315	0.456	699		7.129	259.962	123.092	8.876	784.604
1.7	21.724	32.566	46.586	50204.7	1022.453	22.446	0.359	686		7.129	260.191	122.992	8.901	802.555
1.8	21.265	32.999	46.692	50872.9	1022.908	22.9	0.321	681		7.129	260.496	122.878	8.92	859.627
2	20.718	33.16	46.362	51184	1023.178	23.169	1.278	809	1.036	7.13	260.858	121.309	8.884	658.141
2.2	20.615	33.113	46.204	51137.2	1023.171	23.161	0.759	739.5	0.521	7.13	261.335	119.909	8.812	664.407
2.4	20.269	33.274	46.067	51419.2	1023.386	23.375	1.79	877.5	4.38	7.13	261.754	118.75	8.772	609.156
2.5	20.141	33.294	45.967	51469	1023.435	23.424	2.93	1030	8.12	7.13	262.021	118.165	8.739	558.182
2.6	20.094	33.284	45.909	51462.9	1023.44	23.428	4.881	1291	11.797	7.13	262.174	117.813	8.73	507.546
2.8	20.103	33.244	45.869	51406.9	1023.408	23.396	6.032	1445	16.339	7.13	262.327	117.854	8.739	436.757
2.9	20.064	33.237	45.821	51404	1023.414	23.401	4.313	1215	11.771	7.13	262.441	117.836	8.738	341.497
3.1	19.953	33.274	45.759	51475.2	1023.472	23.458	4.238	1205	11.068	7.129	262.555	117.724	8.745	283.325
3.3	19.927	33.355	45.834	51592.3	1023.541	23.527	11.527	2180.143	95.41	7.129	263.089	117.728	8.743	262.398

付表3 水質調査結果 (L3・夏期)

L3-①														
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [mS/cm]	EC25 [μS]	密度 [kg/n]	シグマト	Chl-Flu. [p]	Chl-a [μg]	濁度 [FTU]	pH	ORP [mV]	DO [%]	DO [mg/l]	光子量 [μmol/(m2*s)]
0.3	24.973	29.023	44.879	44905.2	1018.841	18.84	1.672	861.667	1.114	7.136	259.314	123.019	8.578	546.214
0.4	24.944	29.33	45.278	45333.6	1019.081	19.08	1.958	900	1.505	7.135	259.504	122.227	8.518	1563.874
0.5	24.998	30.141	46.446	46448.8	1019.677	19.675	1.771	875	1.325	7.134	259.657	122.891	8.517	1414.802
0.7	24.759	30.797	47.126	47376.9	1020.243	20.24	1.173	795	0.604	7.133	259.847	125.527	8.699	1042.949
0.8	24.071	31.058	46.837	47814.3	1020.643	20.639	1.487	837	1.222	7.133	259.962	126.479	8.848	935.919
1	23.501	31.572	46.989	48591.7	1021.198	21.193	0.478	702		7.133	260.114	124.844	8.785	944.81
1.1	22.571	32.159	46.875	49522	1021.907	21.902	1.458	833	1.621	7.132	260.267	123.64	8.783	853.615
1.3	22.242	32.464	46.954	49987.8	1022.231	22.225	13.461	2439	24.169	7.132	260.496	121.295	8.671	874.868
1.4	22.276	32.539	47.085	50085.9	1022.279	22.272	157.586	21721.4	383.206	7.131	261.282	119.238	8.514	571.425

L3-②														
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [mS/cm]	EC25 [μS]	密度 [kg/n]	シグマト	Chl-Flu. [p]	Chl-a [μg]	濁度 [FTU]	pH	ORP [mV]	DO [%]	DO [mg/l]	光子量 [μmol/(m2*s)]
0.3	25.251	29.565	45.879	45626.6	1019.166	19.165	3.356	1087	2.187	7.114	251.419	124.032	8.588	898.408
0.4	25.237	29.573	45.877	45639.1	1019.177	19.175	3.266	1075	1.93	7.114	251.419	123.854	8.574	1001.458
0.5	25.228	29.565	45.858	45629.1	1019.174	19.172	2.698	999	0.759	7.113	251.419	124.045	8.59	748.532
0.6	25.229	29.556	45.847	45617	1019.167	19.165	3.872	1156	3.038	7.113	251.419	124.085	8.595	628.97
0.8	25.221	29.58	45.872	45650.5	1019.189	19.185	3.072	1049	2.033	7.113	251.457	123.999	8.589	620.672
1	25.215	29.595	45.888	45671.8	1019.203	19.198	1.973	902		7.112	251.495	124.503	8.624	527.614
1.3	25.215	29.645	45.958	45741.5	1019.242	19.236	5.725	1404	7.226	7.112	251.495	124.219	8.602	459.026
1.5	25.217	29.661	45.982	45763.8	1019.254	19.248	13.372	2427	29.275	7.112	251.571	124.328	8.609	438.958
1.7	25.223	29.661	45.988	45763.6	1019.254	19.246	13.813	2486	61.017	7.112	251.609	124.38	8.611	371.218
1.8	25.233	29.685	46.029	45794.8	1019.268	19.261	27.687	4342.25	163.592	7.114	251.762	124.213	8.596	325.366

L3-③														
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [mS/cm]	EC25 [μS]	密度 [kg/n]	シグマト	Chl-Flu. [p]	Chl-a [μg]	濁度 [FTU]	pH	ORP [mV]	DO [%]	DO [mg/l]	光子量 [μmol/(m2*s)]
0.2	24.194		0.677	688.5	997.507	-2.494			476.67	7.114	254.789	94.223	7.755	1138.594
0.3	24.895	30.211	46.448	46554.9	1019.759	19.758	1.805	879.5	1.074	7.112	254.165	126.734	8.786	1777.044
0.4	24.863	30.216	46.425	46565.1	1019.772	19.771	1.177	795.5		7.114	254.393	127.054	8.823	1621.919
0.6	24.857	30.218	46.423	46569.7	1019.777	19.775	2.937	1031	3.077	7.114	254.126	126.863	8.805	1182.325
0.7	24.866	30.209	46.418	46555.6	1019.768	19.765	1.928	896	1.17	7.114	254.126	126.652	8.788	1242.53
0.9	24.851	30.228	46.431	46583.3	1019.787	19.783	2.541	978	2.252	7.115	254.126	127.059	8.819	1000.442
1	24.837	30.232	46.424	46590.8	1019.795	19.791	1.364	820.5		7.114	254.393	127.485	8.859	966.572
1.3	24.85	30.223	46.423	46577	1019.786	19.78	3.954	1167	4.548	7.115	254.165	127.045	8.824	924.319
1.5	24.858	30.194	46.391	46536.5	1019.763	19.756	1.712	867	0.219	7.115	254.165	126.863	8.813	900.44
1.6	24.667	30.468	46.591	46934.8	1020.026	20.019	3.05	1046	2.187	7.114	254.584	129.182	8.996	757
1.8	24.806	30.264	46.44	46638.9	1019.832	19.825	2.138	924	0.784	7.115	254.203	127.244	8.842	763.351
2	24.752	30.36	46.522	46776.6	1019.921	19.912	3.079	1050	2.445	7.115	254.203	127.473	8.863	679.352
2.2	24.679	30.436	46.559	46890.1	1020.002	19.992	2.848	1019	1.878	7.115	254.241	127.735	8.887	582.653
2.3	24.517	31.086	47.294	47802.5	1020.54	20.53				7.114	254.508	130.425	9.072	587.564
2.5	24.563	30.624	46.708	47161.2	1020.179	20.168	3.588	1118	3.477	7.115	254.241	127.571	8.88	580.367
2.8	24.376	32.131	48.575	49252	1021.373	21.361	129.158	17918	435.994	7.115	254.355	128.435	8.895	519.993

付表4 水質調査結果 (L4・夏期)

L4-②														
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [mS/cm]	EC25 [μS]	密度 [kg/m <sup>3</sup> ]	シグマト	Chl-Flu. [p]	Chl-a [μg/l]	濁度 [FTU]	pH	ORP [mV]	DO [%]	DO [mg/l]	光子量 [μmol/(m <sup>2</sup> *s)]
0.2	25.945	24.305	39	38205.6	1015.005	15.004	9.074	1852	6.009	7.155	251.152	121.84	8.593	605.515
0.3	25.937	24.376	39.096	38306.7	1015.061	15.059	6.445	1500.333	1.345	7.154	251.317	121.666	8.578	619.6
0.4	25.932	24.501	39.273	38484.4	1015.157	15.155	5.116	1322.5		7.154	251.38	121.784	8.582	632.696
0.6	25.89	25.248	40.318	39543.5	1015.73	15.728	6.854	1555	4.019	7.154	251.609	122.03	8.571	379.855
0.7	25.846	25.422	40.534	39793	1015.875	15.872	7.818	1684	5.659	7.154	251.724	122.043	8.566	355.383
0.9	25.694	28.068	44.174	43509.5	1017.91	17.906	4.784	1278	2.703	7.154	251.838	122.273	8.476	326.001
1.1	25.663	28.982	45.434	44781	1018.608	18.603	4.066	1182	1.363	7.154	251.991	124.704	8.605	328.203
1.3	25.28	29.506	45.824	45543.4	1019.118	19.112	5.359	1355	2.78	7.153	252.143	126.209	8.734	280.615
1.5	25.274	29.62	45.976	45700.8	1019.206	19.199	3.513	1108		7.153	252.372	127.46	8.819	277.482
1.7	25.309	29.747	46.184	45872.4	1019.292	19.285	2.429	963		7.153	252.563	127.559	8.816	235.398
1.9	25.309	29.752	46.191	45880	1019.297	19.289	3.453	1100	2.252	7.153	252.715	126.533	8.747	211.52
2.1	25.318	29.749	46.195	45875	1019.293	19.284	2.95	1032.667	57.144	7.153	253.186	125.695	8.688	178.496
2.2	25.316	29.744	46.187	45868.4	1019.29	19.281	14.53	2582	86.578	7.153	253.326	125.628	8.684	134.38

L4-③														
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [mS/cm]	EC25 [μS]	密度 [kg/m <sup>3</sup> ]	シグマト	Chl-Flu. [p]	Chl-a [μg/l]	濁度 [FTU]	pH	ORP [mV]	DO [%]	DO [mg/l]	光子量 [μmol/(m <sup>2</sup> *s)]
0.2	24.566		14.203	14131.9	1003.945	3.944	3.471	1102.429	64.768	7.135	254.383	117.341	9.157	913.226
0.3	27.33	28.84	46.708	44440	1017.982	17.981		447.556	357.245	7.134	254.449	109.537	7.393	848.365
0.4	25.245	30.064	46.566	46316.8	1019.545	19.543	0.923	761.5		7.135	254.031	128.212	8.862	819.787
0.5	25.26	30.021	46.519	46255.1	1019.508	19.506	3.722	1136	2.329	7.136	253.44	126.908	8.765	551.831
0.7	25.254	30.037	46.537	46278.5	1019.523	19.52	3.012	1041	1.042	7.136	253.44	126.919	8.768	535.319
1	25.261	30.012	46.509	46243.3	1019.503	19.499	3.05	1046	0.99	7.136	253.478	126.99	8.774	565.21
1.2	25.16	30.271	46.774	46610.6	1019.729	19.724	2.567	981.5		7.135	254.031	128.645	8.896	469.23
1.4	25.178	30.298	46.829	46646	1019.745	19.739	3.513	1108	1.994	7.136	253.593	127.315	8.793	411.354
1.6	25.135	30.447	46.996	46856	1019.871	19.864	3.072	1049	0.566	7.135	253.631	128.045	8.843	399.669
1.9	25.125	30.526	47.095	46965.8	1019.935	19.927	4.35	1220	2.896	7.135	253.707	128.683	8.886	336.67
2.1	24.763	30.919	47.298	47545.3	1020.34	20.331	3.065	1048	1.788	7.135	254.432	132.024	9.166	322.191
2.2	25.01	30.66	47.172	47161.7	1020.071	20.062	3.737	1138	2.355	7.135	253.783	128.322	8.868	312.284
2.4	24.722	30.988	47.353	47644	1020.405	20.395	3.857	1154	3.18	7.135	253.821	128.468	8.901	294.586
2.7	24.52	31.203	47.456	47962.5	1020.629	20.617	4.582	1251	5.595	7.135	253.936	128.981	8.967	260.293
2.9	24.312	31.382	47.503	48232.9	1020.827	20.814		380	23.813	7.134	254.279	131.493	9.164	223.374
3	24.486	31.217	47.443	47986.2	1020.651	20.638	2.698	999	2.832	7.135	254.05	130.349	9.072	226.253
3.1	24.296	31.522	47.677	48427.1	1020.938	20.924	18.357	3094	139.841	7.135	254.165	131.027	9.12	192.468

付表5 水質調査結果 (L6・夏期)

L6-②														
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [mS/cm]	EC25 [μS]	密度 [kg/m <sup>3</sup> ]	シグマト	Chl-Flu. [p]	Chl-a [μg/l]	濁度 [FTU]	pH	ORP [mV]	DO [%]	DO [mg/l]	光子量 [μmol/(m <sup>2</sup> *s)]
0.3			26.141	25691.9	1009.435	9.434	18.239			7.158	252.236	111.387	8.329	109.443
0.4	26.056	30.888	48.467	47367.1	1019.919	19.917	2.908	1027	1.016	7.163	251.533	125.545	8.526	97.8
0.6	26.053	30.889	48.466	47369.4	1019.922	19.919	2.81	1014	0.707	7.163	251.533	125.573	8.528	66.132
0.8	26.035	30.892	48.454	47374.7	1019.93	19.926	2.952	1033	1.145	7.163	251.571	125.569	8.529	60.797
0.9	24.474	31.193	47.398	47953.4	1020.627	20.623	3.266	1075	1.106	7.16	252.715	128.052	8.922	49.197
1.1	25.708	30.84	48.073	47336.2	1019.992	19.987	2.915	1028	1.119	7.162	251.609	125.656	8.576	53.6
1.3	24.577	31.145	47.431	47875.8	1020.562	20.556	3.207	1067	0.926	7.162	251.609	124.816	8.649	47.588
1.5	24.042	31.247	47.066	48078.9	1020.798	20.791	4.462	1235	3.98	7.16	252.715	128.133	8.973	41.83
1.6	24.393	31.135	47.244	47883.3	1020.61	20.603	3.431	1097	0.939	7.162	251.686	125.727	8.749	43.608
1.9	24.111	31.187	47.049	47987.4	1020.733	20.725	3.924	1163	3.002	7.161	252.258	127.584	8.929	39.925
2	23.92	31.222	46.916	48058.1	1020.816	20.807	3.67	1129	0.733	7.162	251.914	126.703	8.885	40.306
2.2	23.869	31.288	46.957	48155.4	1020.882	20.872	3.633	1124	0.759	7.162	252.067	127.023	8.916	38.019
2.4	23.943	31.37	47.138	48259.4	1020.923	20.912	3.251	1073	0.643	7.161	252.219	127.622	8.945	36.156
2.6	24.046	31.406	47.284	48297.2	1020.921	20.91	2.112	920.5	2.711	7.161	252.563	128.253	8.976	30.78
2.7	24.045	31.472	47.371	48387.9	1020.972	20.96	2.982	1037	2.355	7.161	252.525	128.397	8.983	32.685
2.9	24.056	31.514	47.437	48443.9	1021.001	20.988	7.572	1651	85.109	7.161	252.639	128.426	8.979	28.874

付表6 水質調査結果 (L7・夏期)

L7-②														
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [mS/cm]	EC25 [μS/cm]	密度 [kg/n]	シグマト	Chl-Flu. [μg/L]	Chl-a [μg/L]	濁度 [FTU]	pH	ORP [mV]	DO [%]	DO [mg/l]	光量子 [μmol/(m2*s)]
0.2	24.201		0.967	980.3	997.619	-2.382	99.353	13930.4	227.904	7.135	253.821	118.64	9.77	182.019
0.3	25.027	31.237	47.981	47952.6	1020.494	20.492	2.62	988.5	0.784	7.141	253.135	130.99	9.012	135.777
0.4	24.973	31.223	47.91	47939.3	1020.5	20.498	2.508	973.5	0.508	7.137	253.44	131.251	9.053	124.261
0.7	25.034	31.208	47.949	47912.5	1020.471	20.468	2.93	1030	1.389	7.14	253.135	130.822	9.008	108.215
1	24.711	31.243	47.69	47996.1	1020.595	20.591	2.564	981	0.971	7.137	253.421	131.396	9.104	90.815
1.4	24.583	31.12	47.402	47840.7	1020.542	20.536	2.302	946	0.681	7.139	253.135	130.193	9.041	82.982
1.7	24.325	31.411	47.553	48269.9	1020.839	20.831	2.175	929	0.578	7.139	253.135	129.335	8.999	74.176
1.8	24.226	31.472	47.542	48365.4	1020.914	20.907	2.564	981	1.621	7.136	253.631	131.994	9.209	65.962
2.2	24.287	31.436	47.551	48309.1	1020.871	20.862	2.07	915	0.553	7.139	253.211	130.755	9.105	69.265
2.5	24.203	31.478	47.529	48377.8	1020.929	20.919	2.041	911	0.874	7.138	253.249	131.516	9.171	64.184
2.6	24.087	31.558	47.526	48500.9	1021.024	21.013		508	5.259	7.136	253.516	131.734	9.205	58.511
2.9	24.014	31.599	47.512	48565.6	1021.077	21.065	3.087	1051	6.539	7.138	253.326	131.472	9.19	57.664
3	24.001	31.631	47.543	48611.4	1021.106	21.093	5.419	1363	184.881	7.137	253.44	131.834	9.214	54.954

L7-③														
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [mS/cm]	EC25 [μS/cm]	密度 [kg/n]	シグマト	Chl-Flu. [μg/L]	Chl-a [μg/L]	濁度 [FTU]	pH	ORP [mV]	DO [%]	DO [mg/l]	光量子 [μmol/(m2*s)]
0.3	24.755	31.245	47.734	47992.4	1020.58	20.579	2.723	1002.333	0.896	7.181	253.097	128.082	8.86	141.295
0.5	24.729	31.239	47.702	47987.6	1020.585	20.582	3.065	1048	1.724	7.181	253.097	128.216	8.878	113.211
0.9	24.617	31.255	47.618	48022.6	1020.632	20.628	2.915	1028	1.273	7.18	253.135	128.168	8.888	100.933
1.1	24.615	31.257	47.619	48025.2	1020.635	20.63	2.908	1027	1.106	7.18	253.135	128.282	8.898	94.159
1.5	24.619	31.253	47.617	48019.7	1020.632	20.626	2.848	1019	1.247	7.18	253.173	128.458	8.912	83.236
1.8	24.566	31.265	47.584	48042.6	1020.658	20.651	2.87	1022	1.093	7.179	253.173	128.38	8.91	76.547
2.1	24.547	31.274	47.578	48057.1	1020.672	20.663	2.878	1023	1.119	7.179	253.211	128.491	8.918	71.89
2.4	24.577	31.256	47.581	48028.4	1020.65	20.64	2.766	1008	0.964	7.179	253.211	128.48	8.916	69.011
2.6	24.369	31.301	47.448	48115.2	1020.747	20.736	2.818	1015	1.054	7.178	253.211	128.16	8.935	64.353
2.9	24.184	31.365	47.358	48224	1020.851	20.838	2.81	1014	0.977	7.178	253.173	128.274	8.948	60.628
3.2	24.153	31.403	47.38	48280	1020.89	20.876	2.78	1010	0.926	7.178	253.211	128.295	8.957	57.071
3.5	23.919	31.5	47.289	48441.9	1021.033	21.018	2.766	1008	0.939	7.178	253.211	128.346	8.996	53.176
3.7	23.85	31.52	47.251	48477.6	1021.069	21.053	2.825	1016	0.977	7.177	253.249	128.741	9.029	50.043
3.9	23.875	31.593	47.372	48574.6	1021.118	21.101	2.571	982	0.952	7.177	253.249	128.808	9.03	47.164
4.1	23.799	31.658	47.387	48673	1021.19	21.172	2.377	956	0.939	7.177	253.287	129.304	9.072	44.455
4.3	23.721	31.688	47.353	48724.5	1021.236	21.217	2.242	938	1.054	7.176	253.287	129.398	9.089	41.914
4.5	23.61	31.731	47.306	48797.7	1021.302	21.282	2.661	994	2.213	7.176	253.326	129.364	9.1	38.951
4.6	23.194	32.042	47.319	49279.1	1021.656	21.636	24.443	3908.25	365.728	7.175	253.421	128.456	9.069	32.198





付表 8 水質調査結果 (L2・冬期)

L2-① [Item]																
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [m]	EC25 [ $\mu$ S]	密度 [kg/n]	シグマト	Chl-Flu. [p]	Chl-a [ $\mu$ g]	濁度 [FTU]	pH		DO [%]	DO [mg/l]	光量子 [ $\mu$ mol/(m2*s)]		
0.2	11.054	30.26	34.298	49478.8	1023.079	23.078	0.517	0.517	0.712	8.57	98.329	8.941	150.331			
0.3	11.737	31.397	36.052	50905.8	1023.842	23.84	0.524	0.524	0.363	8.567	98.321	8.789	105.277			
0.4	12.209	31.559	36.635	50980.8	1023.881	23.879	0.553	0.553	0.409	8.563	99.115	8.757	97.151			
0.5	12.495	31.58	36.909	50915.5	1023.844	23.841	0.772	0.772	0.757	8.558	99.265	8.721	88.032			
0.6	12.557	31.801	37.196	51215.7	1024.004	24.001	0.68	0.68	0.484	8.557	98.905	8.662	84.601			
0.7	12.988	32.257	38.063	51734.7	1024.274	24.271	0.779	0.779	1.045	8.555	98.211	8.544	80.628			
0.8	13.378	32.608	38.791	52115.9	1024.469	24.465	1.119	1.119	2.151	8.553	97.752	8.373	77.649			
0.9	13.742	32.7	39.223	52135.7	1024.467	24.463	3.315	3.315	10.683	8.578	98.246	8.578	191.413			
1	14.038	32.502	39.127	51840.2	1024.314	24.31	19.239	19.239	1292.996	8.562	97.994	8.325	75.482			
	12.557	31.801	37.196	51215.7	1024.004	24.001	0.772	0.772	0.757	8.562	98.321	8.721	0.861182			

L2-② [Item]																
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [m]	EC25 [ $\mu$ S]	密度 [kg/n]	シグマト	Chl-Flu. [p]	Chl-a [ $\mu$ g]	濁度 [FTU]	pH		DO [%]	DO [mg/l]	光量子 [ $\mu$ mol/(m2*s)]		
0.2	11.242	30.431	34.632	49665.1	1023.178	23.178	0.712	0.712	1.146	8.581	98.715	8.934	146.431			
0.3	12.35	31.443	36.637	50764.4	1023.764	23.763	0.863	0.863	1.077	8.573	100.326	8.837	106.381			
0.5	12.891	32.007	37.711	51405.1	1024.099	24.096	0.985	0.985	1.287	8.567	99.666	8.649	95.074			
0.7	13.023	32.128	37.958	51537.8	1024.167	24.164	1.041	1.041	1.211	8.564	98.828	8.544	87.31			
0.9	13.411	32.345	38.54	51728.7	1024.259	24.255	1.059	1.059	1.268	8.557	96.452	8.256	80.654			
1	13.622	32.646	39.056	52096.1	1024.451	24.446	1.027	1.027	1.424	8.552	94.715	8.056	78.01			
1.1	13.756	32.742	39.282	52192.2	1024.497	24.493	1.07	1.07	1.56	8.55	94.125	7.988	76.836			
1.2	14.142	32.896	39.804	52296	1024.537	24.532	1.048	1.048	1.53	8.544	92.115	7.745	71.96			
1.3	14.162	32.954	39.886	52373.7	1024.579	24.573	1.084	1.084	1.605	8.543	91.45	7.681	70.696			
1.5	14.338	33.095	40.203	52522.9	1024.652	24.645	1.181	1.181	1.859	8.544	90.407	7.56	66.204			
1.6	14.456	33.159	40.382	52579.5	1024.676	24.669	1.162	1.162	1.848	8.545	90.309	7.53	64.196			
1.8	14.714	33.32	40.801	52734.7	1024.747	24.739	1.148	1.148	2.197	8.548	90.52	7.502	60.584			
1.9	14.857	33.41	41.035	52821.9	1024.786	24.777	1.335	1.335	3.678	8.555	90.968	7.512	58.417			
2	14.788	33.525	41.096	53004.2	1024.89	24.881	2.77	2.77	18.533	8.565	90.533	7.469	58.507			
2.1	14.825	33.221	40.796	52562.3	1024.647	24.638	8.416	8.416	25.503	8.56	91.293	7.556	56.431			
	14.142	32.896	39.804	52296	1024.537	24.532	1.07	1.07	1.56	8.555	92.115	7.745	0.501861			

L2-③ [Item]																
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [m]	EC25 [ $\mu$ S]	密度 [kg/n]	シグマト	Chl-Flu. [p]	Chl-a [ $\mu$ g]	濁度 [FTU]	pH		DO [%]	DO [mg/l]	光量子 [ $\mu$ mol/(m2*s)]		
0.2	12.187	31.22	36.261	50495	1023.621	23.621	0.916	0.916	1.245	8.582	99.323	8.77	152.373			
0.3	12.378	31.725	36.957	51165	1023.978	23.976	1.055	1.055	1.181	8.582	99.368	8.71	110.875			
0.5	13.209	32.307	38.317	51737.6	1024.269	24.267	1.148	1.148	1.333	8.577	99.822	8.595	98.776			
0.6	13.413	32.259	38.45	51604.3	1024.191	24.188	1.155	1.155	1.227	8.574	99.761	8.545	96.79			
0.8	13.801	32.589	39.158	51959.8	1024.369	24.365	1.102	1.102	1.352	8.562	96.519	8.192	88.817			
1	13.843	32.656	39.269	52043.1	1024.413	24.409	1.023	1.023	1.346	8.554	92.935	7.867	83.134			
1.1	14.095	32.885	39.749	52295.1	1024.539	24.534	1.183	1.183	1.53	8.55	91.659	7.716	78.913			
1.2	14.209	32.933	39.906	52329.1	1024.552	24.546	1.165	1.165	1.59	8.548	90.928	7.631	76.189			
1.3	14.333	33.03	40.128	52431.6	1024.601	24.596	1.169	1.169	1.757	8.545	89.883	7.52	73.766			
1.4	14.448	33.135	40.348	52547.1	1024.658	24.652	1.31	1.31	1.752	8.544	89.308	7.451	71.569			
1.5	14.63	33.223	40.617	52621.1	1024.689	24.682	1.2	1.2	1.734	8.542	88.789	7.375	68.069			
1.7	14.682	33.289	40.737	52699.5	1024.729	24.722	1.254	1.254	1.848	8.541	88.031	7.298	64.466			
1.8	14.712	33.313	40.791	52724.5	1024.741	24.733	1.31	1.31	1.924	8.541	87.624	7.26	62.841			
1.9	14.762	33.346	40.876	52758.2	1024.757	24.749	1.14	1.14	1.96	8.54	86.902	7.188	59.916			
2.1	14.879	33.448	41.097	52869.8	1024.811	24.802	1.077	1.077	1.893	8.542	86.518	7.131	56.024			
2.2	14.867	33.417	41.052	52828.5	1024.79	24.78	1.41	1.41	2.333	8.543	87.588	7.225	55.437			
2.3	14.862	33.439	41.071	52861.3	1024.809	24.798	1.42	1.42	2.639	8.543	87.145	7.188	54.173			
2.4	14.88	33.512	41.168	52959.4	1024.861	24.851	0.928	0.928	2.197	8.541	85.417	7.031	50.201			
2.5	14.893	33.461	41.125	52884.3	1024.82	24.809	1.379	1.379	3.158	8.541	86.225	7.105	50.844			
2.7	14.893	33.485	41.152	52918.1	1024.839	24.827	1.445	1.445	3.137	8.54	85.689	7.059	49.027			
2.8	14.884	33.513	41.174	52959.6	1024.863	24.85	1.107	1.107	2.88	8.54	85.462	7.036	45.711			
2.9	14.885	33.506	41.168	52950.8	1024.858	24.846	1.587	1.587	3.182	8.54	85.378	7.032	44.332			
3	14.885	33.516	41.178	52964.3	1024.866	24.853	1.586	1.586	5.344	8.54	85.398	7.032	42.154			
	14.682	33.289	40.737	52699.5	1024.729	24.722	1.169	1.169	1.848	8.543	88.031	7.298	0.458929			

付表9 水質調査結果 (L3・冬期)

L3-①													
[Item]													
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [mS/cm]	EC25 [μS/cm]	密度 [kg/nシグマT]	Chl-Flu. [p]	Chl-a [μg/l]	濁度 [FTU]	pH	DO [%]	DO [mg/l]	光子量 [μmol/(m2*s)]	
0.2	11.783	26.48	30.947	43634.8	1020.02	20.02	0.745	0.745	1.866	8.511	96.556	8.87	243.765
0.3	11.545	28.697	33.09	47002.9	1021.78	21.779	0.765	0.765	1.696	8.498	96.308	8.738	163.243
0.4	11.63	29.545	34.043	48227.8	1022.425	22.423	0.708	0.708	1.636	8.491	96.179	8.676	150.602
0.5	11.7	30.299	34.884	49312.1	1022.997	22.995	0.979	0.979	1.855	8.489	96.143	8.622	141.257
0.7	11.933	31.013	35.824	50277.5	1023.51	23.506	1.063	1.063	2.098	8.489	96.387	8.566	116.744
0.9	12.129	31.325	36.32	50667.4	1023.717	23.713	1.339	1.339	2.833	8.494	96.469	8.529	105.638
1	12.447	31.527	36.81	50854.7	1023.814	23.809	1.934	1.934	4.032	8.498	96.247	8.457	96.609
1.1	13.901	32.436	39.083	51710.5	1024.231	24.226	4.666	4.666	30.319	8.503	92.69	7.887	90.515

L3-②													
[Item]													
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [mS/cm]	EC25 [μS/cm]	密度 [kg/nシグマT]	Chl-Flu. [p]	Chl-a [μg/l]	濁度 [FTU]	pH	DO [%]	DO [mg/l]	光子量 [μmol/(m2*s)]	
0.2	11.85	30.638	35.363	49758.3	1023.232	23.231	0.999	0.999	1.954	8.412	94.794	8.473	555.187
0.3	11.915	30.575	35.354	49644.9	1023.172	23.171	1.119	1.119	2.136	8.172	94.693	8.462	328.472
0.4	11.97	31.025	35.869	50282.5	1023.511	23.509	1.233	1.233	2.287	8.254	94.585	8.414	275.291
0.5	12.037	31.071	35.975	50327.5	1023.535	23.533	1.02	1.02	1.681	8.342	94.393	8.391	297.081
0.6	12.079	31.073	36.013	50316.6	1023.529	23.526	1.098	1.098	1.605	8.397	94.115	8.356	238.995
0.7	12.09	31.159	36.113	50437.8	1023.594	23.591	1.173	1.173	1.969	8.418	94.101	8.343	261.062
0.8	12.129	31.199	36.189	50483.5	1023.618	23.615	1.183	1.183	2.181	8.456	93.93	8.322	226.535
1	12.159	31.448	36.475	50836.6	1023.807	23.803	1.828	1.828	3.835	8.474	93.513	8.26	193.219
1.1	12.415	31.867	37.139	51359.1	1024.084	24.079	2.146	2.146	4.518	8.477	93.425	8.189	197.191
1.3	13.409	32.947	39.181	52593.2	1024.727	24.722	3.202	3.202	6.387	8.478	93.759	8.006	165.68
1.5	14.124	32.967	39.866	52403.9	1024.598	24.591	2.918	2.918	5.688	8.477	94.185	7.938	135.434
1.7	14.556	33.273	40.602	52713.4	1024.744	24.736	2.933	2.933	5.095	8.476	92.709	7.732	114.396
1.9	14.781	33.254	40.792	52621.9	1024.682	24.673	2.444	2.444	4.564	8.477	91.367	7.588	98.867
2	14.875	33.252	40.878	52593.1	1024.661	24.652	2.355	2.355	4.321	8.484	88.045	7.297	83.156

L3-③													
[Item]													
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [mS/cm]	EC25 [μS/cm]	密度 [kg/nシグマT]	Chl-Flu. [p]	Chl-a [μg/l]	濁度 [FTU]	pH	DO [%]	DO [mg/l]	光子量 [μmol/(m2*s)]	
0.2	11.248	30.575	34.785	49873.9	1023.29	23.289	0.779	0.779	1.078	8.547	97.917	8.871	406.548
0.3	11.465	30.913	35.317	50292.5	1023.514	23.513	0.914	0.914	1.378	8.547	97.865	8.807	258.046
0.4	11.577	30.986	35.49	50361.5	1023.552	23.55	1.183	1.183	1.969	8.547	97.81	8.77	218.951
0.5	11.794	31.143	35.839	50514.9	1023.635	23.633	1.039	1.039	1.507	8.545	97.877	8.743	222.088
0.6	11.926	31.282	36.098	50672.3	1023.719	23.716	1.204	1.204	1.833	8.545	97.885	8.706	201.435
0.7	12.105	31.343	36.318	50701.9	1023.735	23.731	1.289	1.289	2.083	8.544	97.879	8.673	190.645
0.8	12.17	31.344	36.376	50681.8	1023.724	23.72	1.227	1.227	1.905	8.543	97.573	8.633	176.605
0.9	12.288	31.443	36.582	50785.9	1023.779	23.775	1.409	1.409	2.295	8.542	97.058	8.562	166.701
1	12.359	31.48	36.683	50815.6	1023.794	23.79	1.523	1.523	2.363	8.54	96.258	8.48	157.284
1.1	12.42	31.546	36.807	50892	1023.834	23.83	1.714	1.714	2.742	8.539	95.942	8.436	150.512
1.2	12.731	31.773	37.322	51119.3	1023.952	23.946	1.937	1.937	3	8.538	95.318	8.318	141.257
1.3	12.776	31.799	37.389	51143	1023.964	23.958	1.835	1.835	2.287	8.536	94.89	8.272	129.474
1.4	12.787	31.88	37.484	51256.4	1024.025	24.018	1.603	1.603	1.903	8.534	93.912	8.179	122.221
1.5	12.892	31.946	37.648	51317.2	1024.055	24.049	1.671	1.671	1.721	8.534	93.532	8.123	109.512
1.6	13.182	32.2	38.179	51592.2	1024.196	24.189	1.846	1.846	1.798	8.535	93.657	8.074	104.12
1.7	13.517	32.564	38.872	52010.4	1024.411	24.403	1.714	1.714	1.666	8.534	92.923	7.951	100.582
1.8	13.825	32.637	39.232	52021.3	1024.405	24.397	1.636	1.636	1.454	8.533	92.768	7.883	94.171
1.9	13.976	32.908	39.664	52364	1024.584	24.576	1.519	1.519	1.772	8.532	92.865	7.835	90.364
2	14.241	32.903	39.905	52278.8	1024.526	24.517	1.353	1.353	1.772	8.532	92.437	7.773	82.344
2.1	14.239	32.952	39.955	52347.9	1024.564	24.555	1.254	1.254	1.575	8.532	92.131	7.75	80.285
2.2	14.609	33.214	40.587	52614.2	1024.689	24.679	1.843	1.843	3.343	8.532	92.061	7.673	77.504
2.3	14.887	33.249	40.886	52585.8	1024.657	24.647	2.106	2.106	3.38	8.528	90.966	7.548	74.218
2.4	14.927	33.318	40.999	52672	1024.702	24.691	1.986	1.986	3.268	8.521	87.996	7.292	73.114
2.5	14.963	33.356	41.075	52715.7	1024.724	24.713	2.029	2.029	3.507	8.514	84.386	6.98	69.85
2.6	14.968	33.389	41.117	52761.5	1024.749	24.737	2.005	2.005	3.612	8.508	82.145	6.783	65.038
2.7	14.949	33.388	41.098	52765.7	1024.753	24.741	1.842	1.842	3.085	8.498	78.594	6.488	56.903
2.8	14.956	33.446	41.168	52845.6	1024.796	24.784	1.909	1.909	16.661	8.492	77.015	6.35	50.166
2.9	14.952	33.431	41.148	52825.5	1024.786	24.773	5.397	5.397	114.932	8.493	77.089	6.358	45.753
3	14.948	33.432	41.145	52827.3	1024.787	24.774	8.652	8.652	182.959	8.488	76.059	6.27	43.097











付表 16 水質調査結果（赤前・荒天後）

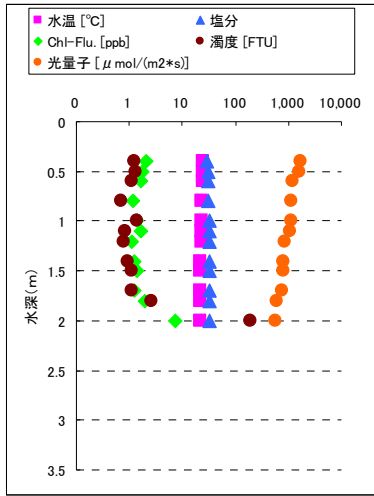
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [m]	EC25 [μ S	密度 [kg/n	シグマト	Chl-Flu. [p	Chl-a [μ g	濁度 [FTU	pH	DO [%]	DO [mg/l]	光量子 [μ mol/(m2*s)
0.2	9.259	17.798	20.232	30951	1013.654	13.653	2.26	2.26	9.555	8.445	89.735	9.206	67.265
0.3	9.472	21.04	23.708	36008.6	1016.151	16.15	2.019	2.019	8.366	8.443	89.646	8.951	61.577
0.4	10.164	25.845	29.09	43185.7	1019.791	19.789	1.735	1.735	7.361	8.434	89.335	8.532	57.514
0.5	12.183	27.384	32.213	44864.3	1020.653	20.65	1.312	1.312	5.233	8.387	92.455	8.444	43.416
0.6	12.439	28.038	33.111	45754.6	1021.112	21.11	1.063	1.063	4.518	8.368	92.602	8.352	42.255
0.8	13.295	30.205	36.142	48674.8	1022.628	22.625	1.107	1.107	3.315	8.364	91.692	8.029	32.639
0.9	13.526	30.811	36.993	49484.2	1023.051	23.047	0.793	0.793	2.5	8.365	90.922	7.885	29.976
1	13.675	30.925	37.247	49606.4	1023.11	23.106	0.592	0.592	2.09	8.386	88.156	7.606	26.879
1.1	13.772	31.72	38.193	50721.9	1023.705	23.7	1.333	1.333	3.751	8.409	87.079	7.461	26.5
1.2	13.919	31.961	38.586	51025.8	1023.862	23.856	1.608	1.608	4.609	8.416	86.386	7.363	27.358
1.3	13.941	31.974	38.62	51037.6	1023.867	23.862	1.41	1.41	4.17	8.435	84.359	7.18	27.414
1.4	13.955	31.931	38.586	50971.5	1023.832	23.825	1.395	1.395	4.123	8.46	81.889	6.962	28.622
1.5	13.972	32.06	38.742	51151.3	1023.928	23.921	1.58	1.58	4.609	8.469	81.149	6.885	28.802
1.6	13.992	32.103	38.806	51207.3	1023.958	23.951	1.806	1.806	5.354	8.473	80.945	6.864	28.892
1.7	13.999	32.15	38.863	51272.7	1023.993	23.986	1.898	1.898	5.749	8.475	80.81	6.848	28.892
1.8	14.158	32.601	39.499	51871.3	1024.309	24.301	2.578	2.578	9.128	8.478	80.474	6.781	28.712
1.9	14.765	33.377	40.911	52800.3	1024.78	24.771	2.21	2.21	9.326	8.476	80.643	6.695	27.538
2	14.865	33.364	40.991	52754.4	1024.749	24.74	1.718	1.718	8.843	8.472	77.897	6.452	27.603
2.1	14.893	33.441	41.103	52855.4	1024.803	24.793	1.707	1.707	9.349	8.468	74.292	6.142	27.583
2.2	14.916	33.446	41.131	52856.4	1024.802	24.792	1.764	1.764	9.295	8.465	72.438	5.984	24.559
2.3	14.888	33.453	41.111	52874.3	1024.814	24.804	2.359	2.359	34.92	8.45	63.218	5.221	18.304
2.4	14.904	33.424	41.095	52828.7	1024.789	24.778	4.61	4.61	79.047	8.451	63.462	5.244	11.683
2.5	14.914	33.45	41.133	52863.2	1024.807	24.796	2.116	2.116	26.049	8.448	62.084	5.122	5.935

付表 17 水質調査結果（葉の木・荒天後）

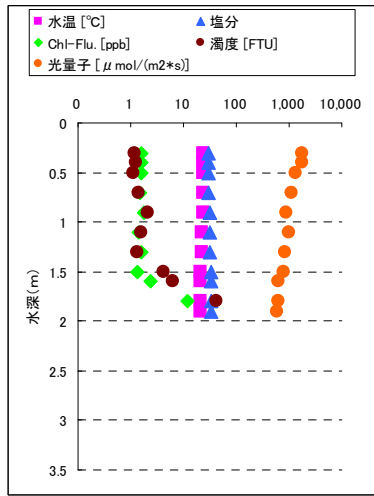
深度 [m]	水温 [°C]	塩分	電導度 [m]	EC25 [μ S	密度 [kg/n	シグマト	Chl-Flu. [p	Chl-a [μ g	濁度 [FTU	pH	DO [%]	DO [mg/l]	光量子 [μ mol/(m2*s)
0.2	12.284	30.497	35.587	49408.8	1023.043	23.042	0.687	0.687	3.106	8.486	82.812	7.334	105.819
0.3	12.75	31.049	36.572	50064.3	1023.383	23.382	1.098	1.098	4.123	8.483	83.062	7.286	69.703
0.4	12.922	31.605	37.312	50814.9	1023.781	23.779	1.339	1.339	5.111	8.481	83.098	7.238	72.954
0.7	13.241	31.825	37.831	51032.5	1023.89	23.887	1.41	1.41	4.867	8.478	83.075	7.165	51.194
0.8	13.257	31.837	37.858	51046.1	1023.897	23.894	1.573	1.573	5.232	8.478	82.725	7.131	47.311
1	13.27	31.823	37.855	51021.4	1023.884	23.88	0.998	0.998	3.336	8.48	81.788	7.055	39.856
1.3	13.808	33.998	40.679	53966.9	1025.458	25.452	1.808	1.808	5.084	8.478	81.85	6.89	37.335
1.4	14.488	33.599	40.893	53195.2	1025.008	25.002	1.87	1.87	5.05	8.475	82.555	6.889	34.852
1.6	14.756	33.411	40.94	52851.5	1024.807	24.8	1.31	1.31	4.427	8.475	81.447	6.769	35.574
1.7	14.763	33.388	40.921	52816.5	1024.788	24.78	1.69	1.69	6.069	8.476	80.819	6.72	37.955
1.8	14.766	33.345	40.877	52754.7	1024.755	24.747	4.852	4.852	77.835	8.481	79.004	6.565	34.987
1.9	14.681	33.33	40.781	52758	1024.762	24.753	0.479	0.479	6.109	8.487	77.591	6.452	23.377
2	14.654	33.293	40.715	52713.6	1024.74	24.731	1.464	1.464	6.036	8.491	76.98	6.408	17.144



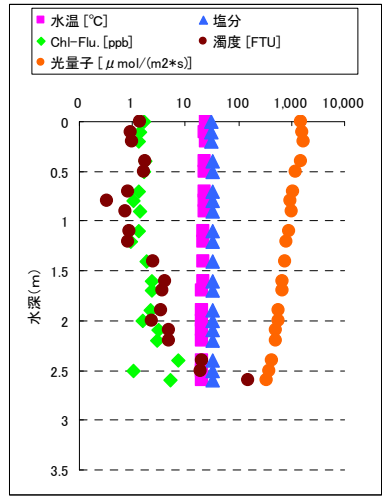
L1-①



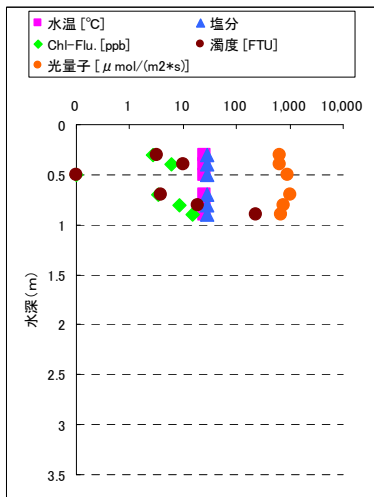
L1-②



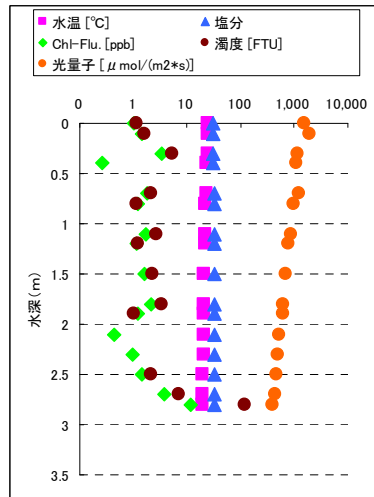
L1-③



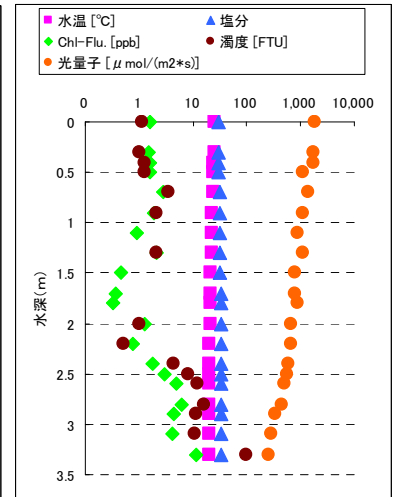
L2-①



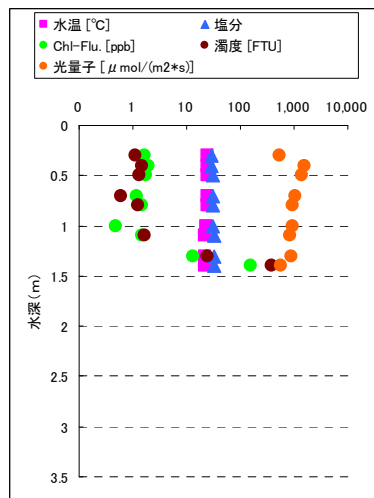
L2-②



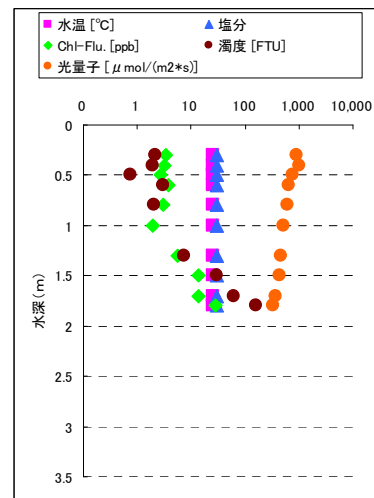
L2-③



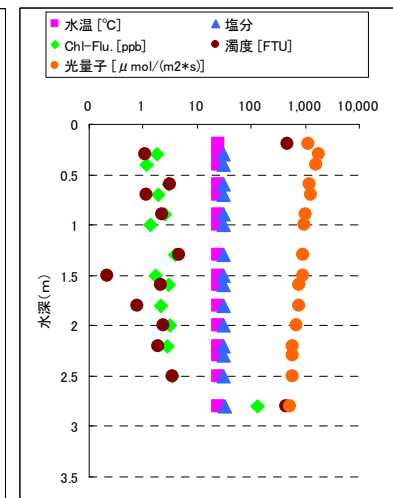
L3-①



L3-②



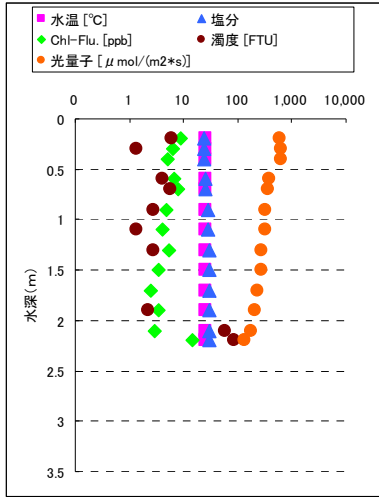
L3-③



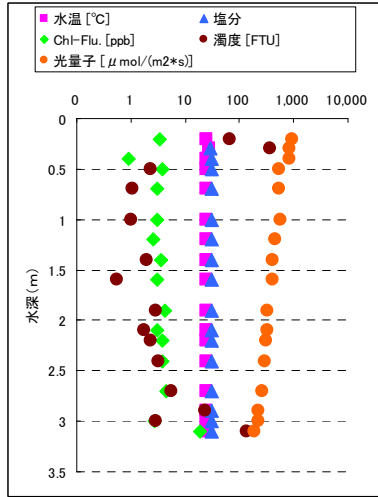
付図 1

水質調査結果 (平成 24 年 8 月 3 日)

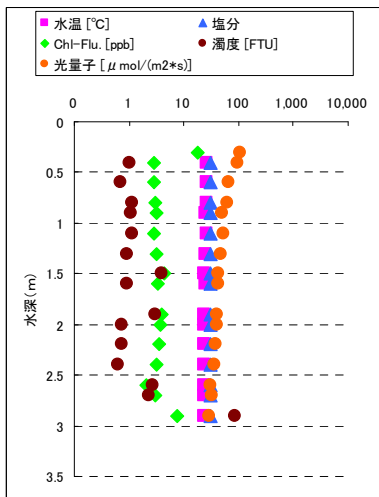
L4-②



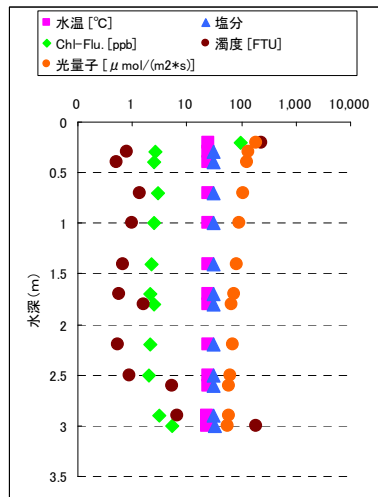
L4-③



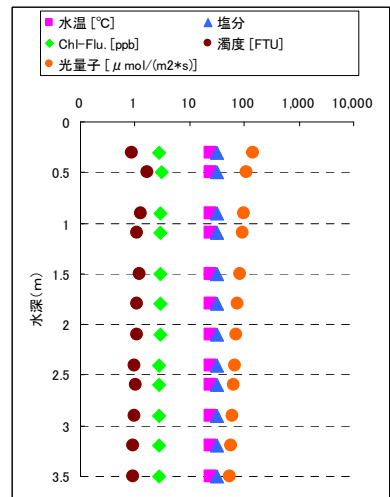
L6-②



L7-②

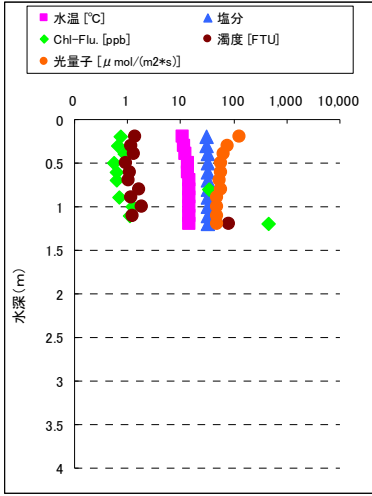


L7-③

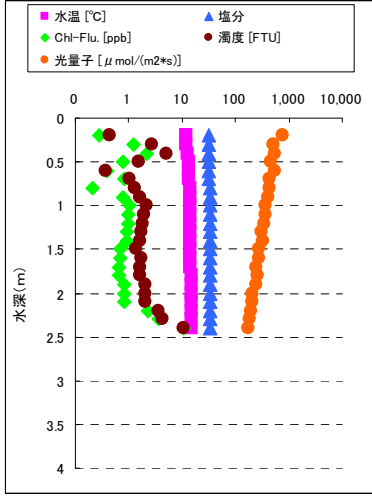


付図2 水質調査結果 (平成24年8月3日)

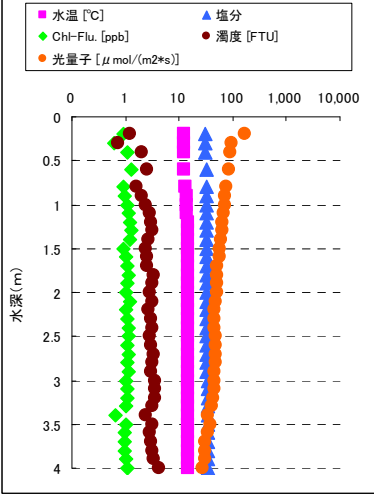
L1-①



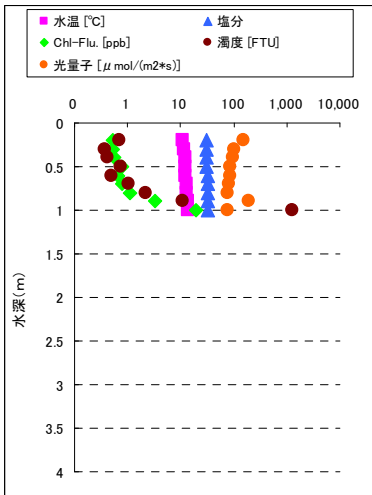
L1-②



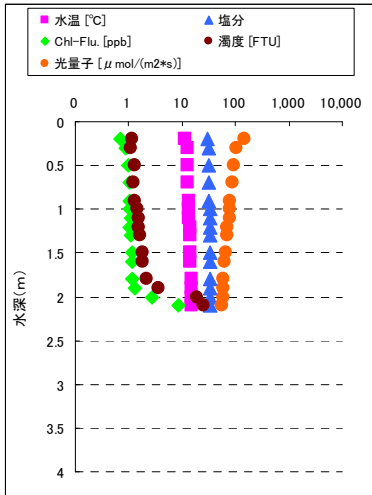
L1-③



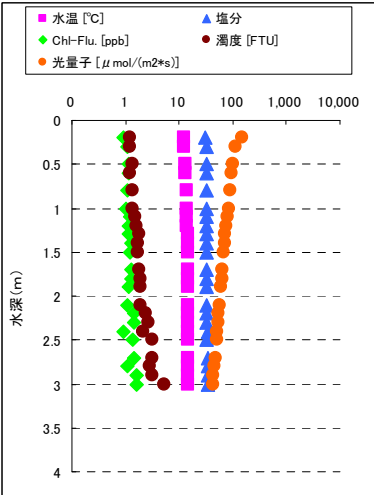
L2-①



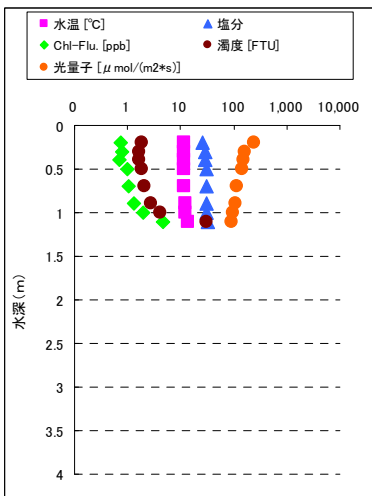
L2-②



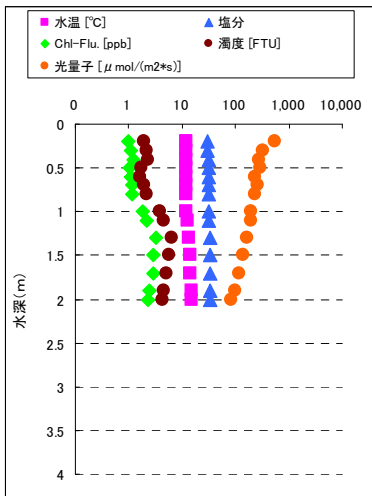
L2-③



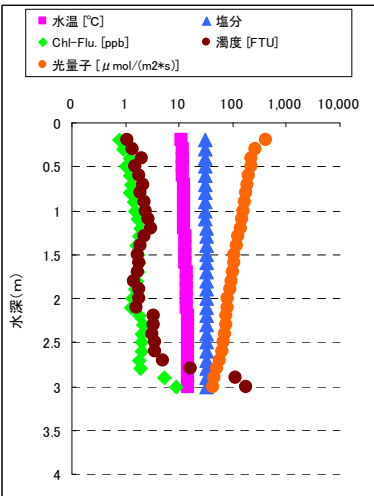
L3-①



L3-②



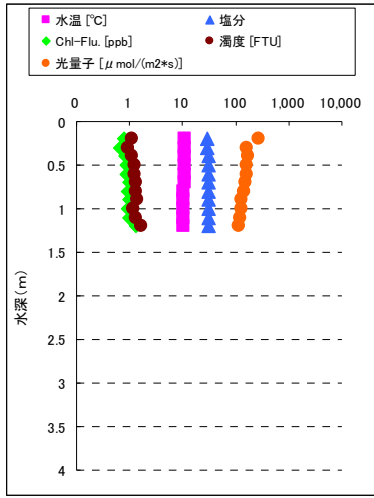
L3-③



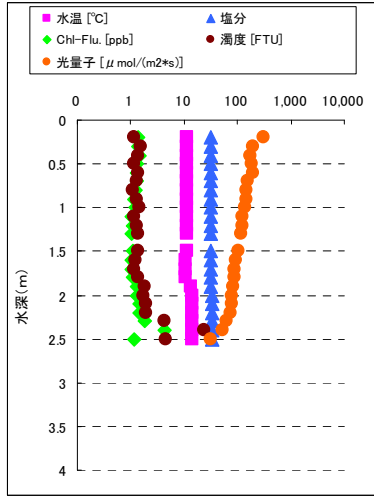
付図3 水質調査結果水質結果 (平成24年12月11日)



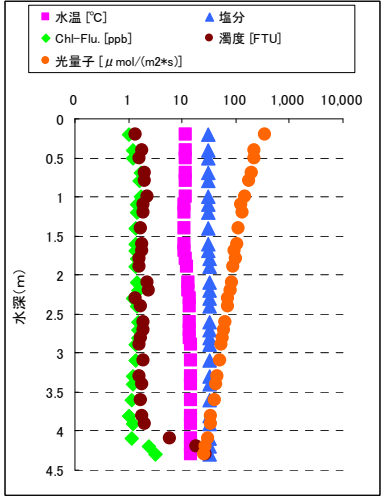
L7-①



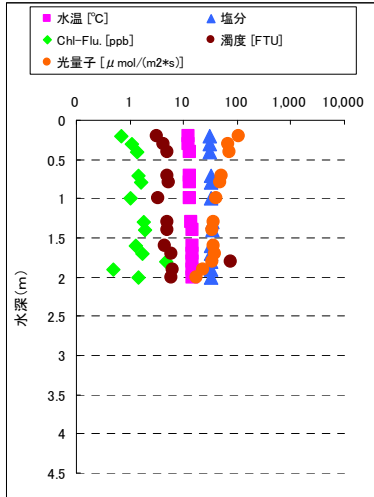
L7-②



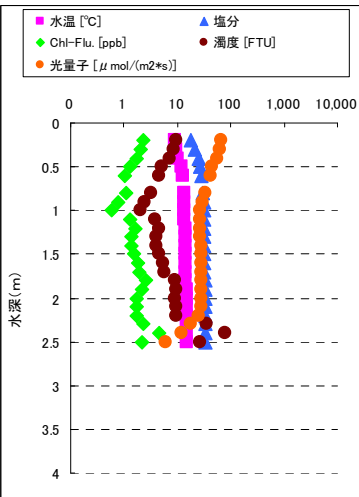
L7-③



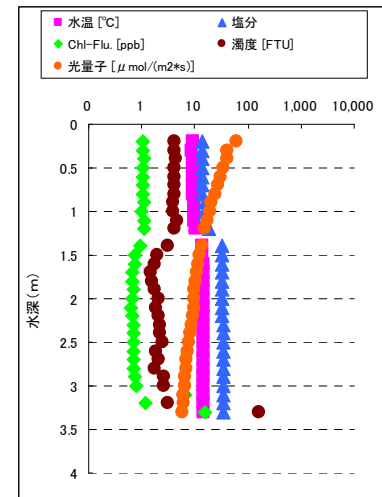
金浜 (荒天後)



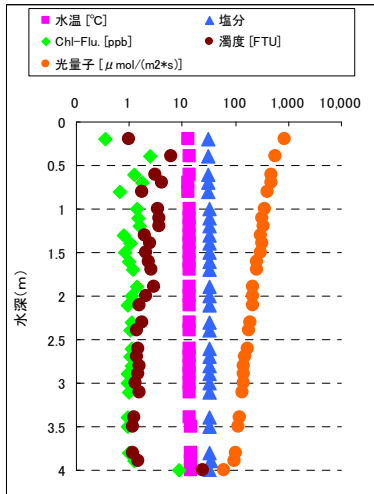
赤前 (荒天後)



葉の木 (荒天後)



藤の川 (荒天後)



付図5 水質調査結果水質結果 (平成24年12月11日)

付表 18 底質分析結果（夏期）

試料名		含有		粒度組成							間隙水						
		強熱減量 %	ORP mV	礫分 2mm 以上 (%)	粗砂分 2~ 0.85mm (%)	中砂分 0.85~ 0.25mm (%)	細砂分 0.25~ 0.075mm (%)	シルト分 0.075~ 0.005mm (%)	粘土分 0.005mm 以下 (%)	50%粒径 (mm)	アンモ ニア態 窒素 mg/L	亜硝酸態 窒素 mg/L	硝酸態 窒素 mg/L	DON	全窒素 mg/L	りん酸 態りん mg/L	全りん mg/L
L1①	①	2.2	+419	29.0	4.9	13.6	36.9	12.9	2.7	0.235	2.51	0.009	0.057	1.544	4.12	0.114	0.203
L1②	②	3.2	+403	2.0	6.5	31.8	47.5	10.9	1.3	0.213	1.77	0.007	0.053	1.720	3.55	0.117	0.202
L1③	③	1.9	+379	24.5	40.5	18.3	8.6	6.7	1.4	1.18	1.32	0.005	0.008	1.417	2.75	0.147	0.230
L2①	①	1.4	+389	45.0	19.5	22.1	7.7	4.8	0.9	1.61	9.82	0.025	0.214	6.341	16.4	0.145	0.308
L2②	②	2.3	+389	21.7	17.7	27.9	18.0	11.9	2.8	0.531	1.34	0.004	0.052	1.004	2.40	0.133	0.206
L2③	③	3.4	+380	17.7	11.8	26.1	19.7	19.1	5.6	0.319	2.34	0.003	0.010	1.647	4.00	0.145	0.216
L3①	①	2.6	+428	0.0	0.3	17.6	73.3	7.7	1.1	0.174	1.97	0.009	0.022	0.709	2.71	0.115	0.147
L3②	②	9.5	+407	13.7	2.1	13.0	48.0	16.9	6.3	0.159	1.69	0.004	0.028	0.938	2.66	0.147	0.204
L3③	③	4.5	+397	7.9	2.3	19.6	45.8	17.8	6.6	0.188	4.18	0.004	0.011	0.945	5.14	0.238	0.266
L4①	①	1.8	+410	0.0	0.0	14.2	83.1	2.1	0.6	0.183	1.87	0.002	0.033	0.335	2.24	0.038	0.051
L4②	②	1.8	+430	0.0	0.2	24.8	68.3	5.3	1.4	0.220	0.987	0.004	0.153	0.416	1.56	0.033	0.052
L4③	③	2.1	+418	0.0	0.3	21.7	69.6	7.1	1.3	0.182	1.20	0.002	0.012	0.336	1.55	0.074	0.096
L5①	①	1.5	+421	43.6	4.4	27.4	22.3	1.7	0.6	0.681	0.259	0.003	0.010	0.778	1.05	0.039	0.088
L5②	②	1.6	+429	42.1	3.4	21.1	31.3	1.6	0.5	0.571	4.06	0.011	0.050	1.839	5.96	0.088	0.301
L5③	③	4.3	+289	3.5	4.5	23.1	31.6	24.5	12.8	0.157	1.28	0.005	0.041	0.904	2.23	0.194	0.263
L6①	①	1.5	+439	0.0	1.3	59.2	37.4	1.5	0.6	0.284	0.692	0.003	0.306	0.539	1.54	0.033	0.050
L6②	②	1.6	+419	0.0	0.6	34.6	59.7	4.2	0.9	0.207	0.902	0.006	0.021	0.571	1.50	0.034	0.065
L6③	③	1.6	+398	8.2	5.6	40.2	39.0	6.1	0.9	0.264	1.88	0.008	0.027	1.545	3.46	0.014	0.167
L7①	①	2.4	+408	0.0	0.0	17.7	67.9	12.7	1.7	0.200	0.828	0.003	0.024	0.345	1.20	0.142	0.165
L7②	②	1.3	+405	13.8	11.1	47.9	25.1	1.6	0.5	0.389	3.07	0.007	0.014	1.289	4.38	0.025	0.130
L7③	③	1.7	+389	1.3	1.2	46.6	45.4	4.5	1.0	0.248	1.33	0.003	0.032	0.415	1.78	0.099	0.102
報告下限値		小1位	整数	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	—	0.003	0.001	0.005		0.05	0.002	0.003
有効数字		2	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	3		3	3	3

付表 19 底質分析結果（冬期）

試料名		含有		粒度組成							間隙水						
		強熱減量 %	ORP mV	礫分 2mm 以上 (%)	粗砂分 2~ 0.85mm (%)	中砂分 0.85~ 0.25mm (%)	細砂分 0.25~ 0.075mm (%)	シルト分 0.075~ 0.005mm (%)	粘土分 0.005mm 以下 (%)	50%粒径 (mm)	アンモ ニア態 窒素 mg/L	亜硝酸態 窒素 mg/L	硝酸態 窒素 mg/L	DON mg/L	全窒素 mg/L	りん酸 態りん mg/L	全りん mg/L
L1①	①	1.9	+384	24.9	6.1	18.9	34.9	13.3	1.9	0.249	1.83	0.014	0.068	0.608	2.52	0.106	0.148
L1②	②	3.0	+395	0.0	1.4	9.3	60.2	26.1	3.0	0.117	1.85	0.005	0.014	0.161	2.03	0.161	0.186
L1③	③	2.0	+389	22.2	28.8	29.9	11.9	6.1	1.1	0.875	2.57	0.011	0.072	0.487	3.14	0.055	0.084
L2①	①	1.4	+398	18.4	11.3	52.4	13.2	3.7	1.0	0.519	1.39	0.005	0.013	1.062	2.47	0.026	0.066
L2②	②	1.9	+408	23.6	21.5	31.7	10.3	9.8	3.1	0.720	0.425	0.019	0.060	0.736	1.24	0.027	0.067
L2③	③	2.3	+410	18.4	20.5	31.8	15.5	11.5	2.3	0.562	1.35	0.009	0.020	0.921	2.30	0.065	0.126
L3①	①	2.3	+398	0.0	0.0	3.5	86.1	9.0	1.4	0.140	1.69	0.004	0.011	0.295	2.00	0.135	0.160
L3②	②	3.0	+390	0.0	1.1	10.5	79.9	7.3	1.2	0.161	0.395	0.005	0.048	0.421	0.869	0.055	0.085
L3③	③	4.4	+290	1.2	1.1	10.0	38.0	36.2	13.5	0.0765	2.67	0.006	0.014	0.340	3.03	0.570	0.620
L4①	①	1.8	+431	0.0	0.2	6.2	87.9	4.9	0.8	0.163	1.05	0.006	0.132	0.122	1.31	0.024	0.031
L4②	②	1.9	+422	0.0	0.3	12.8	80.7	5.3	0.9	0.167	0.846	0.014	0.061	0.839	1.76	0.044	0.058
L4③	③	2.6	+417	0.0	0.5	14.4	72.2	11.5	1.4	0.163	0.524	0.006	0.161	0.379	1.07	0.041	0.063
L5①	①	1.5	+411	72.7	9.5	11.3	4.1	2.0	0.4	8.07	0.732	0.025	0.358	3.435	4.55	0.195	0.279
L5②	②	1.5	+421	76.8	7.9	12.0	1.9	1.0	0.4	14.0	0.195	0.020	0.768	0.517	1.50	0.066	0.103
L5③	③	2.3	+424	18.8	8.1	24.1	29.2	15.0	4.8	0.257	0.941	0.016	0.044	0.599	1.60	0.232	0.266
L6①	①	2.3	+403	4.6	3.0	43.8	43.7	4.3	0.6	0.255	0.360	0.004	0.087	0.619	1.07	0.109	0.126
L6②	②	1.7	+411	0.0	0.7	40.6	53.5	4.3	0.9	0.235	0.875	0.010	0.025	1.480	2.39	0.061	0.069
L6③	③	1.7	+411	1.3	1.5	37.2	56.1	3.3	0.6	0.233	0.308	0.007	0.028	0.827	1.17	0.061	0.087
L7①	①	3.1	+397	0.0	0.5	5.7	71.3	18.9	3.6	0.138	0.403	0.004	0.014	0.859	1.28	0.085	0.114
L7②	②	1.3	+404	3.7	8.1	54.3	31.8	1.6	0.5	0.316	0.577	0.005	0.012	1.106	1.70	0.067	0.092
L7③	③	1.6	+410	23.3	6.8	33.0	35.5	0.9	0.5	0.322	4.28	0.011	0.146	1.063	5.50	0.119	0.136
藤の川	藤の川	1.1	+408	86.3	6.1	4.0	2.2	1.0	0.4	9.58	1.21	0.009	0.657	4.014	5.89	0.139	0.177
報告下限値		小1位	整数	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	—	0.003	0.001	0.005		0.05	0.002	0.003
有効数字		2	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	3		3	3	3