

2. 底質の変化状況

2.1 定期調査(底質)の実施状況

瀬戸内海全域における底質調査は、「瀬戸内海環境情報基本調査(環境省)」において過去に3回実施されている(第1回:昭和56～昭和60年度、第2回:平成3～6年度、第3回:平成13～16年度)。

また、過年度の調査結果との整合性に留意しつつ、第4回調査を平成27年度から開始した。第4回調査では、瀬戸内海を図5-137に示す3ブロック(東部、中部、西部)に区分し、1年につき1ブロックの調査を実施する(平成27年度:東部海域、平成28年度:中部海域、平成29年度:西部海域)。

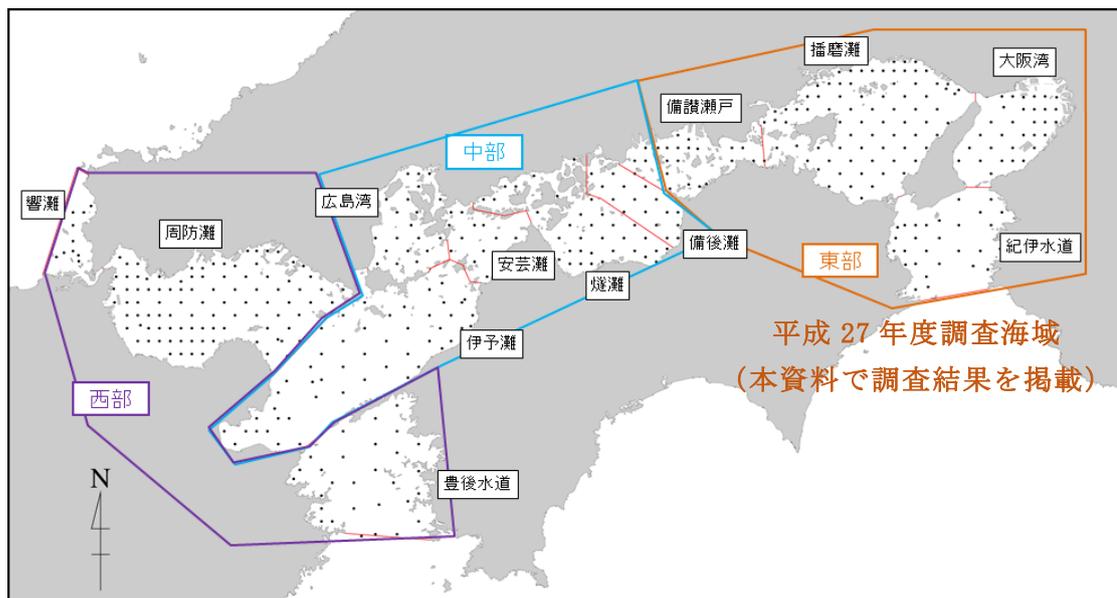


図 5-137 瀬戸内海環境情報基本調査(第4回)調査海域及び調査地点

今回は、平成27年度に実施した東部海域(紀伊水道、大阪湾、播磨灘、備讃瀬戸(一部地点を除く))について、第1回～第4回の調査結果をもとに、底質の変化傾向を整理した。なお、東部海域における調査概要を表5-11及び図5-138に示す。

表 5-8 平成27年度瀬戸内海環境情報基本調査(底質調査)の調査概要

区分	底質調査
調査位置	155 地点 (紀伊水道(28)・大阪湾(31)・播磨灘(78)・備讃瀬戸(18)) (図 5-138 参照)
現地調査日	平成 27 年 7 月 18～29 日
調査項目	現場測定項目：調査位置、天候、気温、水深、泥温、外観、臭気、色相、酸化還元電位 (Eh) 分析項目：粒度組成、IL、COD、TOC、T-N、T-P、T-S
採取箇所	海底の表層土

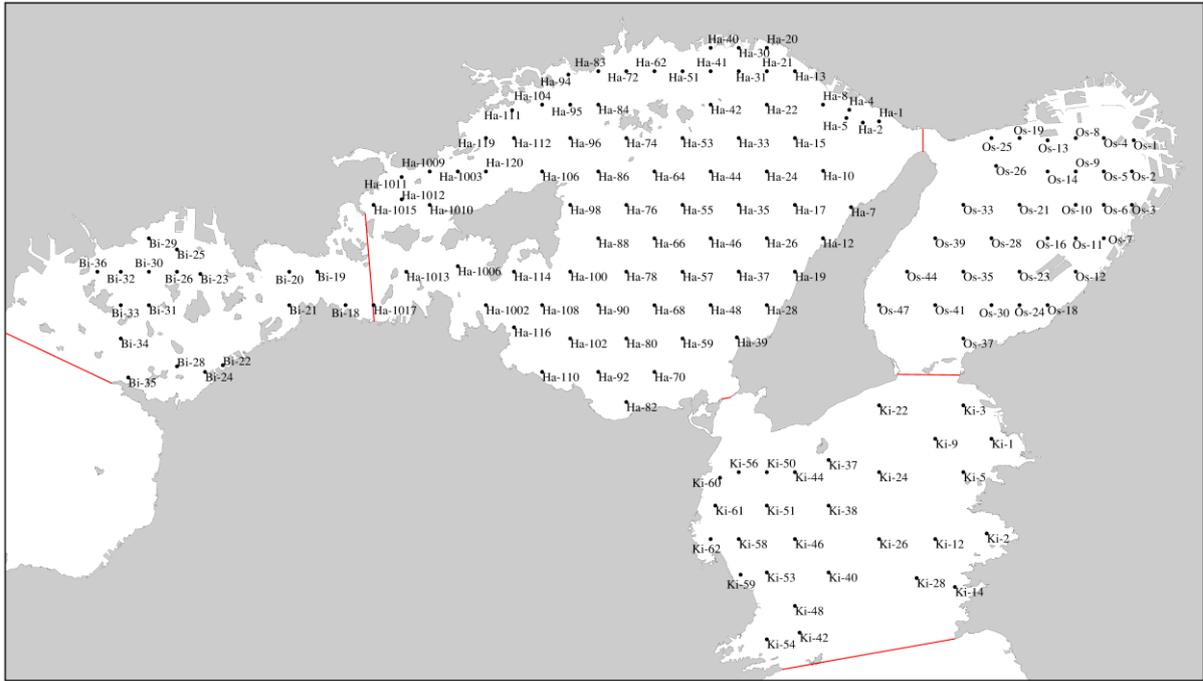


図 5-138 平成 27 年度瀬戸内海環境情報基本調査(底質調査)の調査地点

(1) 現地調査手法

調査位置は、GNSS(Differential GPS または MSAS-GPS(位置精度約 5m 未満))を用いて決定した(参考;第 3 回調査時の GPS の位置精度は約 15m)。

地点決定後、スミス・マッキンタイヤ型採泥器(採泥面積:0.05 m²)を用いて海底表層土(表層から 5cm)を 3 回採泥(底質調査方法:平成 24 年環境省、に準拠)し、船上観察を行い、性状(外観等)を確認した後、船上で混合して試料とした。採取した試料は保冷し分析室に搬入した。

なお、当該地点の水深、採取泥性状が既往調査結果と異なる際には、周囲の状況のほか変化要因と推測される事項を併せて記録するなど、過年度調査との整合性に留意した。

(2) 底質分析方法

底質分析方法は、表 5-9 に示すとおりとした。

表 5-9 底質分析方法

項 目	分析方法	単位	定量下限値
泥温	水質汚濁調査指針（1980年） 5.2.2.4（水銀棒状温度計）	℃	-
外観	水質汚濁調査指針（1980年） 5.2.2.2（目視観察）	-	-
臭気	水質汚濁調査指針（1980年） 5.2.2.3（嗅覚による感知）	-	-
色相	水質汚濁調査指針（1980年） 5.2.2.1（新版標準土色帳）	-	-
酸化還元電位	底質調査方法（平成24年） II 4.5（白金電極による測定） 使用予定機器：カスターACT pHメーター『D-22』	mV	-
粒度組成	JIS A 1204（2009年）	%	0.1
強熱減量（IL）	底質調査方法（平成24年） II 4.2	%	0.1
化学的酸素要求量（COD）	底質調査方法（平成24年） II 4.7	mg/g 乾泥	0.5
全有機炭素（TOC）	底質調査方法（平成24年） II 4.10	mg/g 乾泥	0.1
全窒素（T-N）	底質調査方法（平成24年） II 4.10 に準拠	mg/g 乾泥	0.1
全りん（T-P）	底質調査方法（平成24年） II 4.9.1	mg/g 乾泥	0.01
全硫化物（T-S）	底質調査方法（平成24年） II 4.6	mg/g 乾泥	0.01

過去に実施されている第1回～第3回の瀬戸内海環境情報基本調査での底質分析方法は強熱減量、TOC、T-Nを除き、現在海洋の底質分析で一般的に採用されている方法（底質調査方法：平成24年環境省）と異なる方法である（表5-10参照）。第4回調査では分析結果に汎用性を持たせるため、表5-9に示す底質調査方法に準拠した分析方法を用いることとした。

なお、底質分析方法を変更したことにより、本調査結果と第3回調査以前の底質調査結果を比較する際、分析方法の違いが結果に影響を及ぼす可能性があるため、下記の対応を行った。

【泥分率について】

第3回調査以前の泥分率の区分は $63\mu\text{m}$ が用いられていたが、JIS A 1204により粒度組成を測定した場合、泥分率の区分は $75\mu\text{m}$ となり、区分の違いが結果に影響を及ぼす可能性がある。そこで、粒度組成の分析方法はJIS A 1204を基本とするが、泥分率については $63\mu\text{m}$ 以下の泥分率も併せて測定を行った。JIS規格である $75\mu\text{m}$ 以下の泥分率と $63\mu\text{m}$ 以下の泥分率の比較結果を図5-139に示す。

比較の結果、泥分率は概ね20%以上の地点で、旧法より新法が若干高い値を示した。

【COD、T-P、T-Sについて】

分析方法による分析値の差異が生じるとされるCOD、T-P、T-Sについて、全調査地点数

の1割程度を任意に選定し(シルト・粘土分の占める割合が高い調査地点から低い調査地点までができるだけ均等に含まれるように配慮)、過年度調査で用いられてきた分析方法で分析を行い、分析方法の違いによる分析値の差について確認した。分析方法の違いによる分析値の差を比較した結果を図 5-139 に示す。

比較の結果、COD は、20mg/g 程度以上の範囲で旧法と比較して新法ではやや高い値を示す傾向がみられた。一方、5mg/g 以下の範囲ではほとんど変化はなかった。T-P は新法と旧法で大きな差異や傾向はみられなかった。T-S は、旧法では検出限界未満だったものが新法では検出された地点が数点あった。また、全海域では新法の方が旧法より高くなる傾向がみられたが、播磨灘では旧法の方が新法より値が高い地点がみられた。

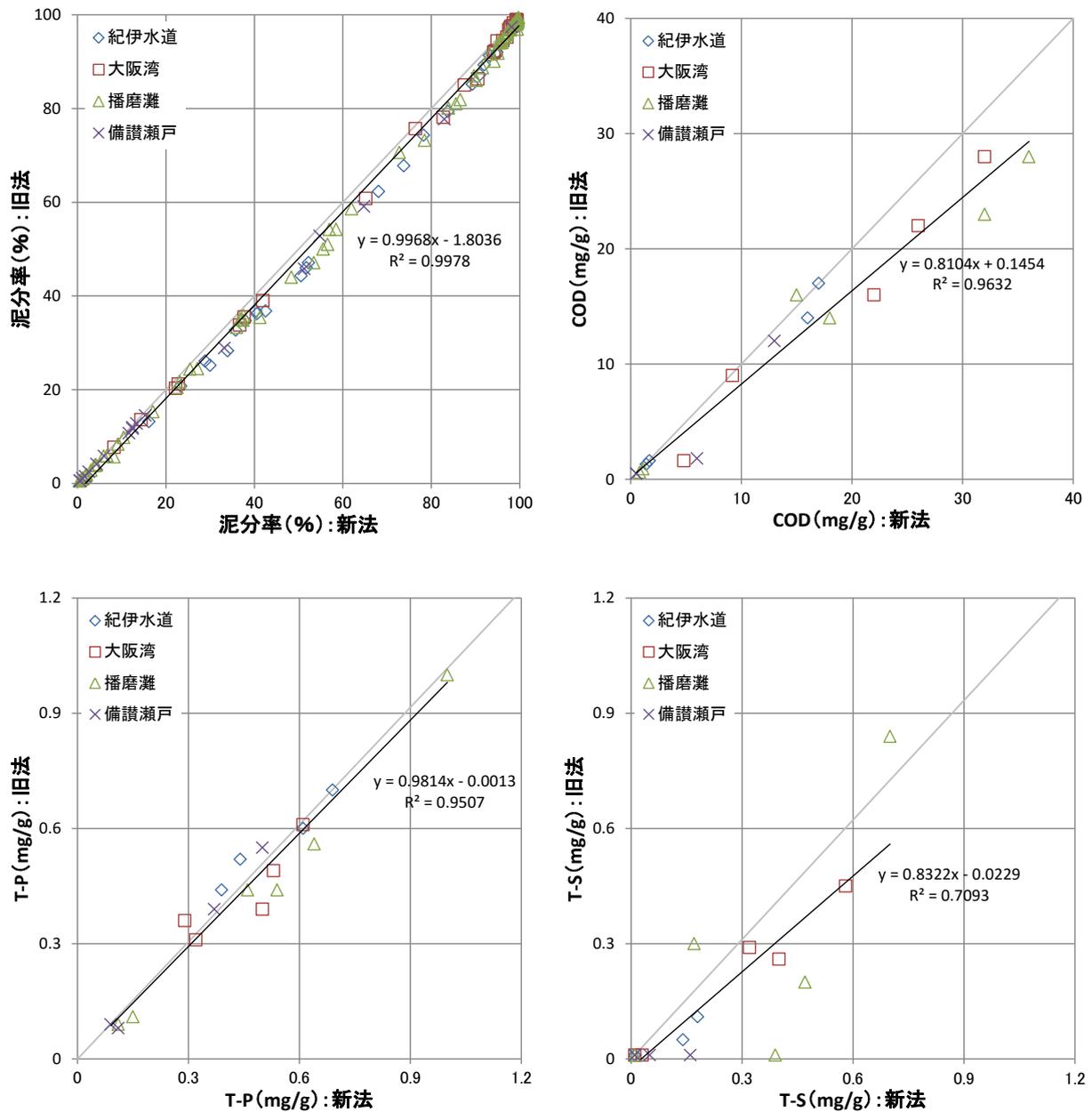


図 5-139 分析方法による差

表 5-10 底質分析方法の主な相違点

分析項目	第1～3回調査での分析方法	今回調査での分析方法
粒度組成、 <u>泥分率</u>	2000 μ mのふるいを通し、63 μ mのふるい上に残った試料を砂質分とする。 泥質分は63 μ mのふるいを通した試料を用い、2時間2分後に一定量の試料を採取し乾燥後秤量する。	2000 μ mのふるいを通し、75 μ mのふるい上に残った試料を砂質分とする。 泥質分は75 μ mのふるいを通した試料を用い、24時間後まで沈降する浮ひょうの目盛を読む。
<u>化学的酸素要求量 (COD)</u>	加熱終了後、ヨウ化カリウム(10W/V%)溶液を25mL加え室温まで冷却後、硫酸(3+7)10mLを加える。 チオ硫酸ナトリウム(0.25mol/L)溶液で滴定する。	加熱終了後、しゅう酸ナトリウム(50mmol/L)溶液を100mL添加後、硫酸(3+7)10mLを加え室温まで冷却する。 500mLに定容しその後100mLを分取し、過マンガン酸カリウム(20mmol/L)溶液10mLを加え、放置後ヨウ化カリウム(100g/L)溶液5mLを加える。 チオ硫酸ナトリウム(0.1mol/L)溶液で滴定する。
全有機炭素 (TOC)	相違点無し	
全窒素 (T-N)	相違点無し	
<u>全りん (T-P)</u>	分解操作は硝酸-硫酸分解法で行う。 発色試薬：モリブデン酸アンモニウム溶液とアスコルビン酸溶液を別々に添加する。(溶液内の成分、濃度も異なる。)	分解操作は硝酸-過塩素酸分解法、硝酸-硫酸分解法のいずれかで行う。 発色試薬：モリブデン酸アンモニウム溶液とアスコルビン酸溶液の混合溶液を添加する。
<u>全硫化物 (T-S)</u>	検知管法による。ガス発生管内の試料に硫酸を滴下し、発生した硫酸酸性ガスを検知管で計測する。	亜鉛アンミン溶液で硫化亜鉛アンミン錯塩として現地固定した後、水蒸気蒸留により硫化水素を分離し、よう素滴定法により定量する。
<p>●底質調査方法（平成24年、環境省）に準拠した分析方法の採用について</p> <p><メリット></p> <ul style="list-style-type: none"> ○現在一般的に採用されている方法であるため、他の調査結果と併せて瀬戸内海底質の分布や変動の特性を評価することが可能となる。(汎用性) <p><デメリット></p> <ul style="list-style-type: none"> ○第3回調査以前の底質分析方法と異なるため、本調査結果と第3回以前の底質調査結果を比較する際、分析方法の違いが結果に影響を及ぼす可能性がある。(過去調査との不統一) <p>【対応方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 第3回調査以前の泥分率の区分は63μmが用いられていたが、JIS A 1204により粒度組成を測定した場合、泥分率の区分は75μmとなり、区分の違いが結果に影響を及ぼす可能性がある。そこで、粒度組成の分析方法はJIS A 1204を基本とするが、泥分率については63μm以下の泥分率も併せて測定を行った。 ● その他の項目については、分析方法による分析値の差異が生じるとされるCOD、T-P、T-Sについて、全調査地点数の1割程度を任意に選定し(シルト・粘土分の占める割合が高い調査地点から低い調査地点までができるだけ均等に含まれるように配慮)、過年度調査で用いられてきた分析方法で分析を行い、分析方法の違いによる分析値の差について確認した。 		

2.2 底質調査結果

(1) 底質分析結果の概要

底質分析結果の概要を表 5-11 に示す。

《紀伊水道》

紀伊水道は平均水深が 41.9m と他の海域より深く、硫化水素臭がする地点はなかった。酸化還元電位の平均値は-25mV であり、大阪湾や播磨灘より高く、備讃瀬戸と同程度であった。性状はシルトや粘土が多かった。今回調査した 4 海域の中で、泥分率の平均値が 65.6%と比較的高かったのに対し、IL、COD 等の分析項目は比較的低い傾向がみられた。また、硫化物の平均値は今回調査した 4 海域の中では最も低く 0.06mg/g であった。

《大阪湾》

大阪湾は水深 20m 以下の地点すべてで硫化水素臭が確認された。硫化物の平均値は 0.37mg/g と今回調査した 4 海域の中では最も高く、他の分析項目についても今回調査した 4 海域の中で最も高かった。湾の南側の地点では砂もみられるが、ほとんどの地点で性状はシルトであり、泥分率の平均値は 78.9%であった。

《播磨灘》

播磨灘は位置的にも性状的にも備讃瀬戸と大阪湾の間である。性状はシルト・粘土が多いものの砂も大阪湾より多く、硫化水素臭が確認された地点も半数程度であった。泥分率の平均値は 62.5%と紀伊水道よりやや低かったのに対し、他の分析項目の平均値はほとんどが紀伊水道より高かった。

《備讃瀬戸》

備讃瀬戸は平均水深が 18.5m と今回調査した 4 海域の中では最も浅く、性状は砂が多かった。泥分率の平均値は 26.0%と他の海域より大幅に低く、他の分析項目の平均値も最も低かったが、硫化物の平均値だけは 0.15mg/g と紀伊水道より高かった。

表 5-11 (1) 底質分析結果基本統計量(紀伊水道)

紀伊水道	IL (%)	COD (mg/g)	TOC (mg/g)	T-N (mg/g)	T-P (mg/g)	硫化物 (mg/g)	粒度組成							泥分率 (%)	
							粗礫 (%)	中礫 (%)	細礫 (%)	粗砂 (%)	中砂 (%)	細砂 (%)	シルト (%)		粘土 (%)
最大値	7.90	24.00	13.00	1.80	0.73	0.18	0.0	5.8	4.3	3.7	22.4	78.9	66.3	33.3	99.5
最小値	1.90	1.40	1.30	0.20	0.23	0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	10.7	5.5	16.2
算術平均値	4.52	9.23	6.54	0.83	0.47	0.06	0.0	0.3	0.2	0.3	2.2	31.4	43.8	21.8	65.6
幾何平均値	4.23	7.61	5.55	0.73	0.46	0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	39.0	19.4	58.4
中央値	4.60	7.35	5.70	0.80	0.49	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	28.1	47.5	23.5	71.0
標準偏差	1.58	5.51	3.47	0.39	0.13	0.05	0.0	1.1	0.8	0.8	5.0	26.4	19.1	9.6	28.8
変動係数(%)	34.97	59.66	53.07	47.01	26.78	83.74	-	430.5	360.7	305.1	224.9	84.0	43.6	44.1	43.8

表 5-11 (2) 底質分析結果基本統計量(大阪湾)

大阪湾	IL (%)	COD (mg/g)	TOC (mg/g)	T-N (mg/g)	T-P (mg/g)	硫化物 (mg/g)	粒度組成							泥分率 (%)	
							粗礫 (%)	中礫 (%)	細礫 (%)	粗砂 (%)	中砂 (%)	細砂 (%)	シルト (%)		粘土 (%)
最大値	11.00	48.00	18.00	2.70	0.69	1.00	0.0	14.4	12.2	10.2	49.3	58.8	66.3	33.3	99.4
最小値	0.90	2.90	1.10	0.30	0.17	0.01	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	5.4	2.9	8.3
算術平均値	7.03	22.02	11.57	1.71	0.50	0.37	0.0	0.6	1.0	1.6	6.0	11.9	52.6	26.3	78.9
幾何平均値	6.37	18.72	9.96	1.52	0.47	0.26	0.0	0.0	0.0	0.4	1.0	2.8	45.6	22.8	68.4
中央値	7.70	25.00	14.00	1.80	0.56	0.32	0.0	0.0	0.2	0.2	0.5	2.5	64.1	32.1	96.2
標準偏差	2.54	10.52	4.96	0.68	0.15	0.24	0.0	2.6	2.4	3.0	12.7	17.2	20.3	10.1	30.4
変動係数(%)	36.09	47.76	42.86	39.80	29.40	65.35	-	431.6	230.8	189.7	210.3	145.4	38.5	38.5	38.5

表 5-11 (3) 底質分析結果基本統計量(播磨灘)

播磨灘	IL (%)	COD (mg/g)	TOC (mg/g)	T-N (mg/g)	T-P (mg/g)	硫化物 (mg/g)	粒度組成							泥分率 (%)	
							粗礫 (%)	中礫 (%)	細礫 (%)	粗砂 (%)	中砂 (%)	細砂 (%)	シルト (%)		粘土 (%)
最大値	10.00	36.00	18.00	2.50	1.00	1.10	8.6	31.4	22.0	23.0	76.3	86.7	66.6	33.4	99.8
最小値	0.50	0.60	0.10	0.10	0.06	0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	2.0	0.5
算術平均値	5.18	15.54	8.41	1.33	0.41	0.29	0.2	2.0	2.3	3.0	15.4	14.6	41.8	24.8	62.5
幾何平均値	4.26	10.07	4.76	0.95	0.34	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	24.3	20.6	34.0
中央値	5.50	16.00	10.00	1.60	0.46	0.24	0.0	0.0	0.1	0.2	1.4	7.1	57.5	31.5	86.1
標準偏差	2.76	10.42	5.67	0.78	0.21	0.22	1.2	6.1	4.9	5.6	22.9	18.4	26.4	10.6	39.8
変動係数(%)	53.14	67.07	67.45	58.61	50.36	76.34	536.2	304.5	212.9	187.6	148.8	125.8	63.1	42.8	63.7

表 5-11 (4) 底質分析結果基本統計量(備讃瀬戸)

備讃瀬戸	IL (%)	COD (mg/g)	TOC (mg/g)	T-N (mg/g)	T-P (mg/g)	硫化物 (mg/g)	粒度組成							泥分率 (%)	
							粗礫 (%)	中礫 (%)	細礫 (%)	粗砂 (%)	中砂 (%)	細砂 (%)	シルト (%)		粘土 (%)
最大値	10.00	28.00	16.00	2.10	0.59	0.33	0.0	32.2	16.5	31.8	91.8	80.6	65.5	32.7	98.2
最小値	0.90	0.50	0.10	0.10	0.07	0.01	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	1.1	0.6	1.9	0.6
算術平均値	3.63	8.11	4.07	0.73	0.27	0.15	0.0	2.9	3.0	7.6	35.1	25.5	17.6	12.6	26.0
幾何平均値	2.95	4.60	1.62	0.52	0.22	0.10	0.0	0.0	0.0	3.0	14.7	13.8	7.7	8.7	10.1
中央値	2.90	4.25	1.45	0.50	0.20	0.17	0.0	0.2	0.9	6.1	27.1	18.9	8.4	8.1	12.5
標準偏差	2.51	8.48	4.72	0.61	0.17	0.11	0.0	7.8	4.7	8.5	30.5	21.9	20.4	10.6	30.9
変動係数(%)	69.15	104.65	116.12	82.89	64.08	73.54	-	272.4	158.2	112.7	86.7	86.0	116.2	83.5	118.7

(2) 底質の水平分布

底質分析項目の水平分布図を図 5-140 に示す。

各項目の分布図は概ね同様の傾向を示しており、大阪湾奥部、播磨灘北部、播磨灘中央部から南部、及び備讃瀬戸北西部で値が高い傾向がみられた。

《紀伊水道》

紀伊水道は他海域と比較すると全体的に値が低いが、南西部及び北部の一点(Ki-22)で比較的値が高く、泥分率は北東部でもやや高い値を示した。ただし、泥分率は他海域と比較しても全体的に高い値であった。

《大阪湾》

大阪湾では、東側半分(湾奥部)はおおむね高い値で、西側半分(湾口部)はおおむね低い値であった。湾奥部では、最も値が高いのは東側沿岸ではなく、やや沖側であった。湾口部の値は湾奥部と比較して低いが、淡路島沿岸部の地点ではやや高い値を示し、特にILとCODでは湾奥部より高い値を示した。海峡部である南部や北西部ではどの項目においても低い値を示した。また、南東の一点(Os-12)では、周囲の湾奥部の地点と比較して常に低い値を示した。

《播磨灘》

播磨灘は、北岸中央部から西側にかけて、また灘中央部から灘南部にかけて高い値を示すが、灘北部と中央部の間に値が低い帯域がみられた。灘東部、灘南東部などの海峡部や灘西部では、値は低かった。T-Pでは、灘南部の点が高い値を示した。また、硫化物では、灘北部の点で高い値がみられた。

《備讃瀬戸》

備讃瀬戸は、全体的に他海域より値が低いが、北東部のみやや値が高かった。

※水平分布図は調査地点の底質調査結果を基に作成しており、底質分布の傾向を示したものである。調査地点より沿岸の海域は、調査結果の変化傾向から外挿している。

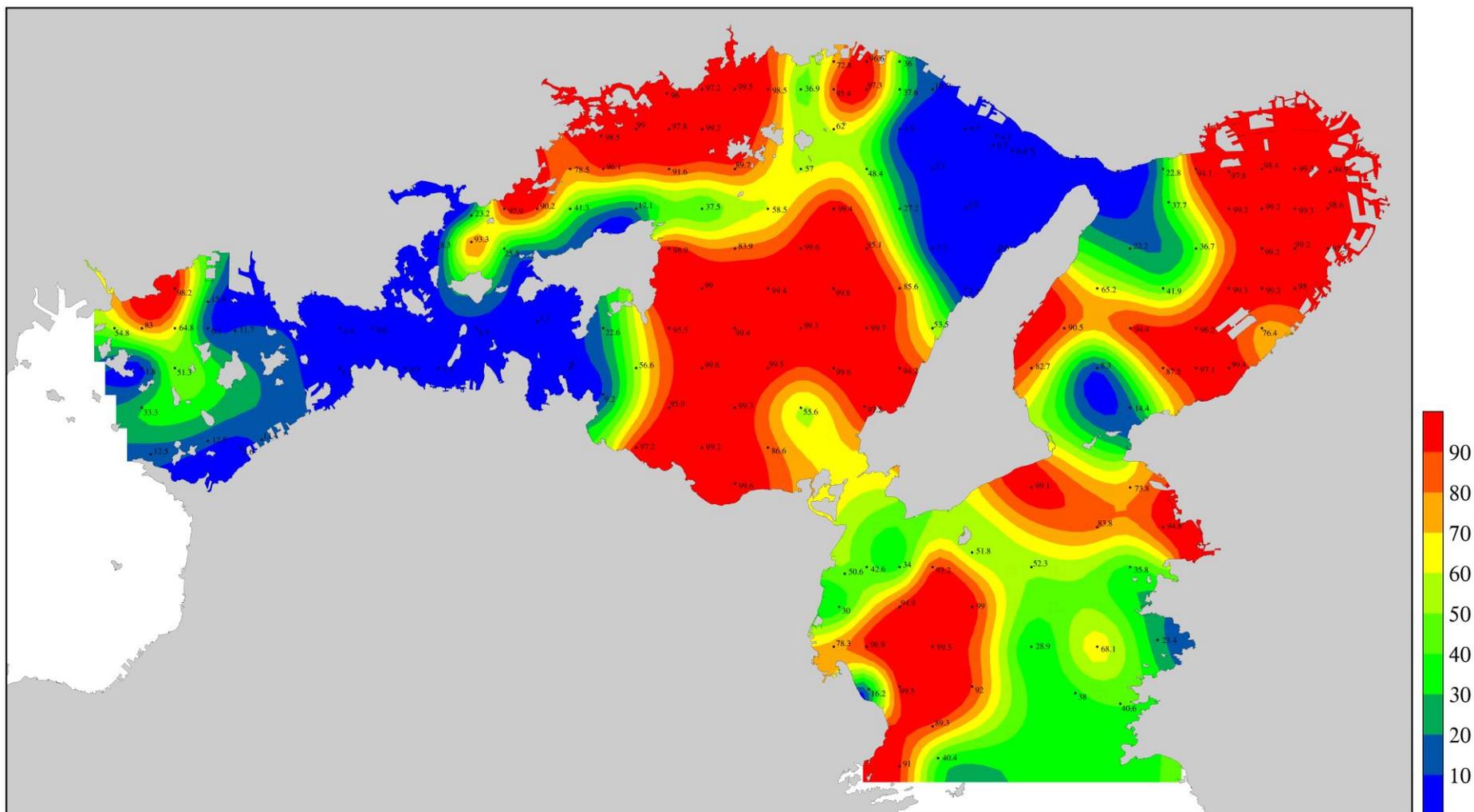


图 5-139 (1) 泥分率(%)の水平分布図

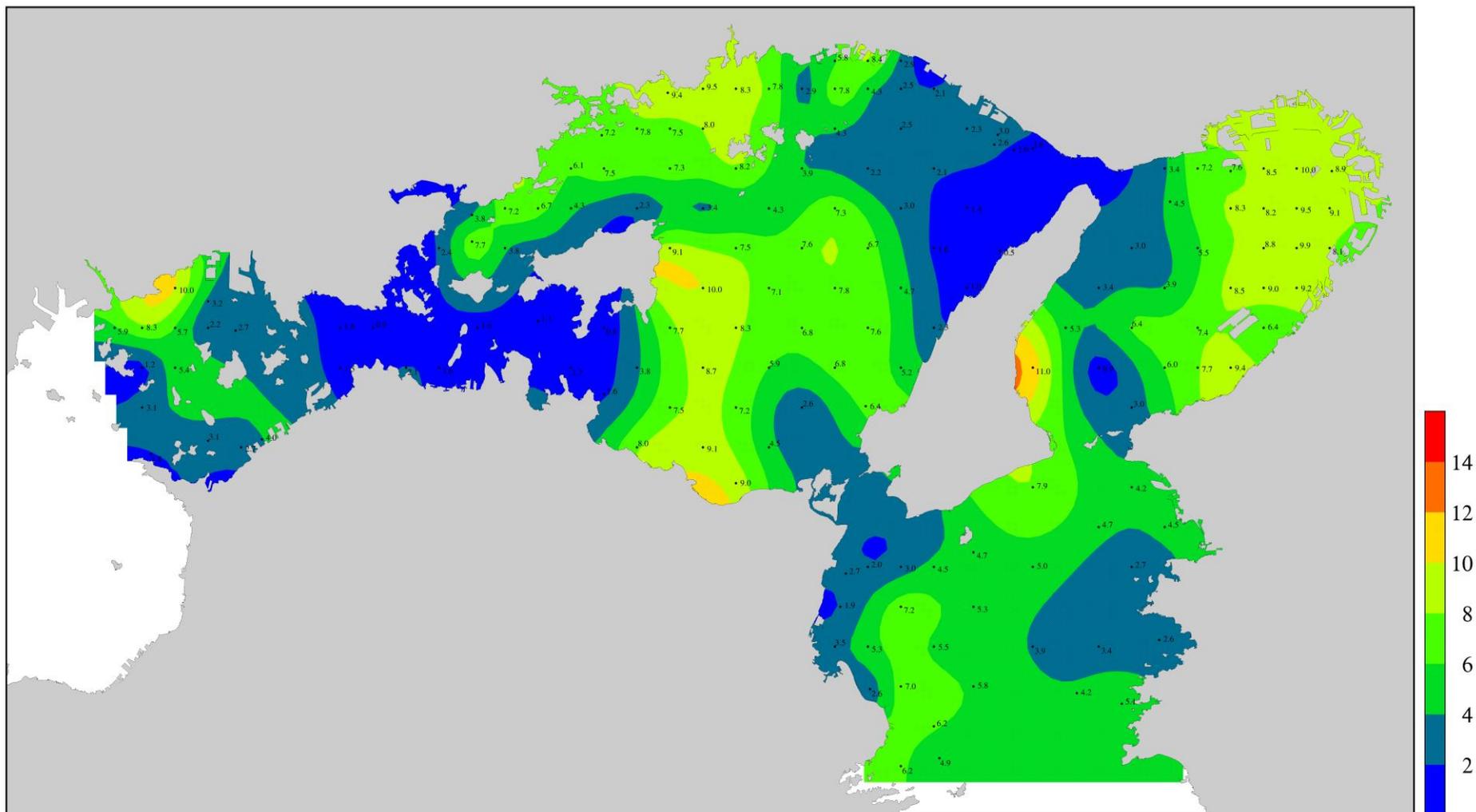


図 5-139 (2) IL(%)の水平分布図

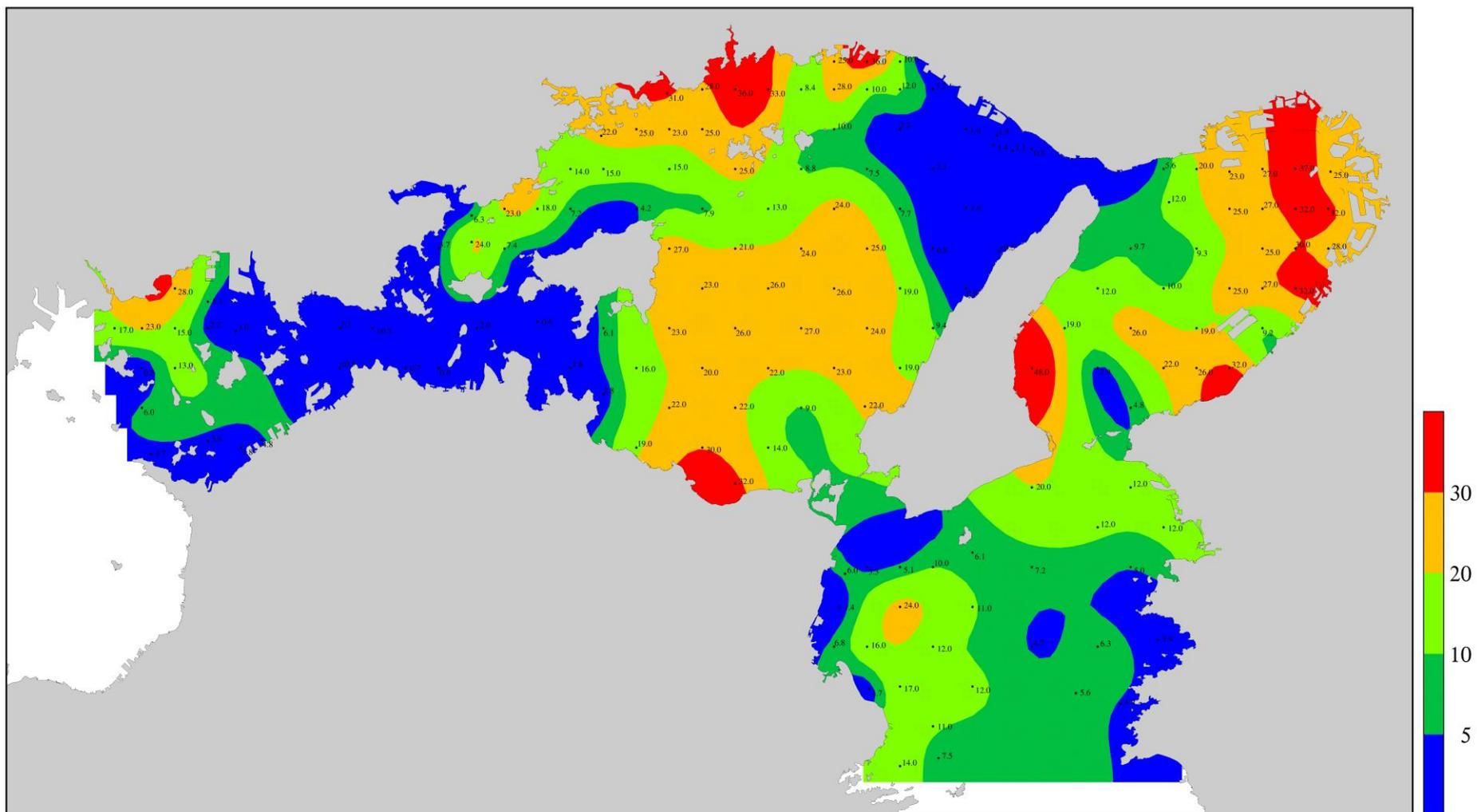


図 5-139 (3) COD(mg/g)の水平分布図

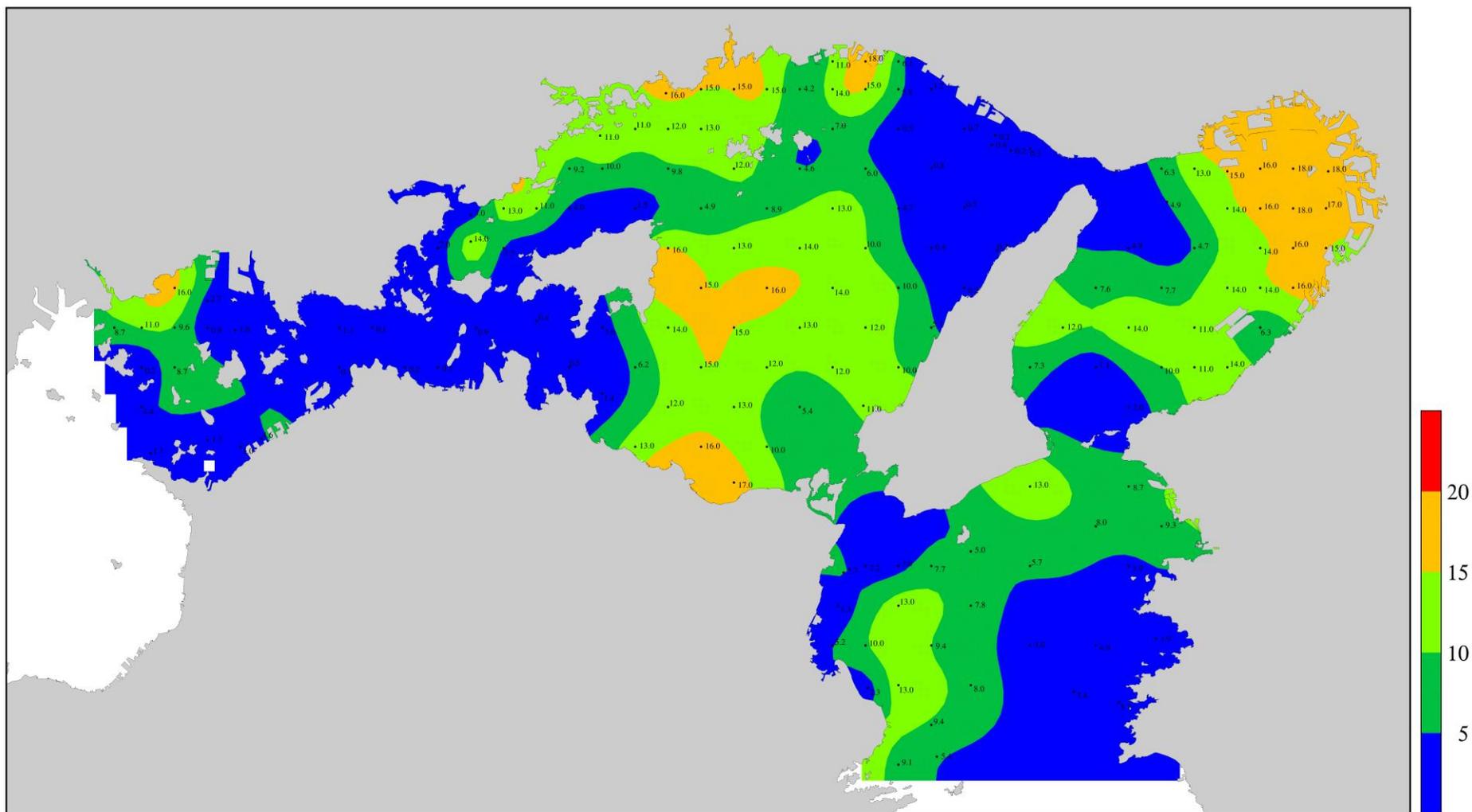


図 5-139 (4) TOC(mg/g)の水平分布図

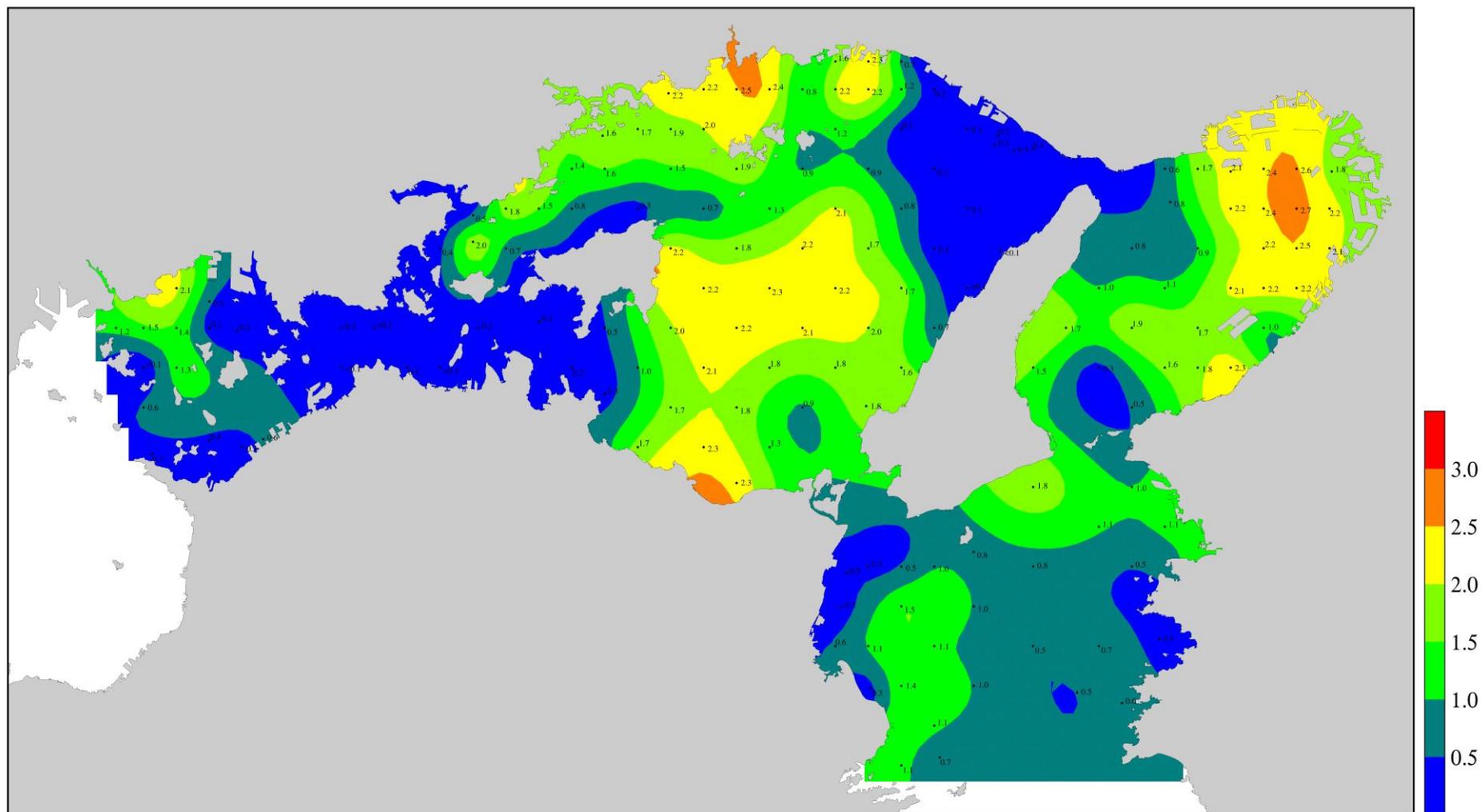


図 5-139 (5) T-N(mg/g)の水平分布図

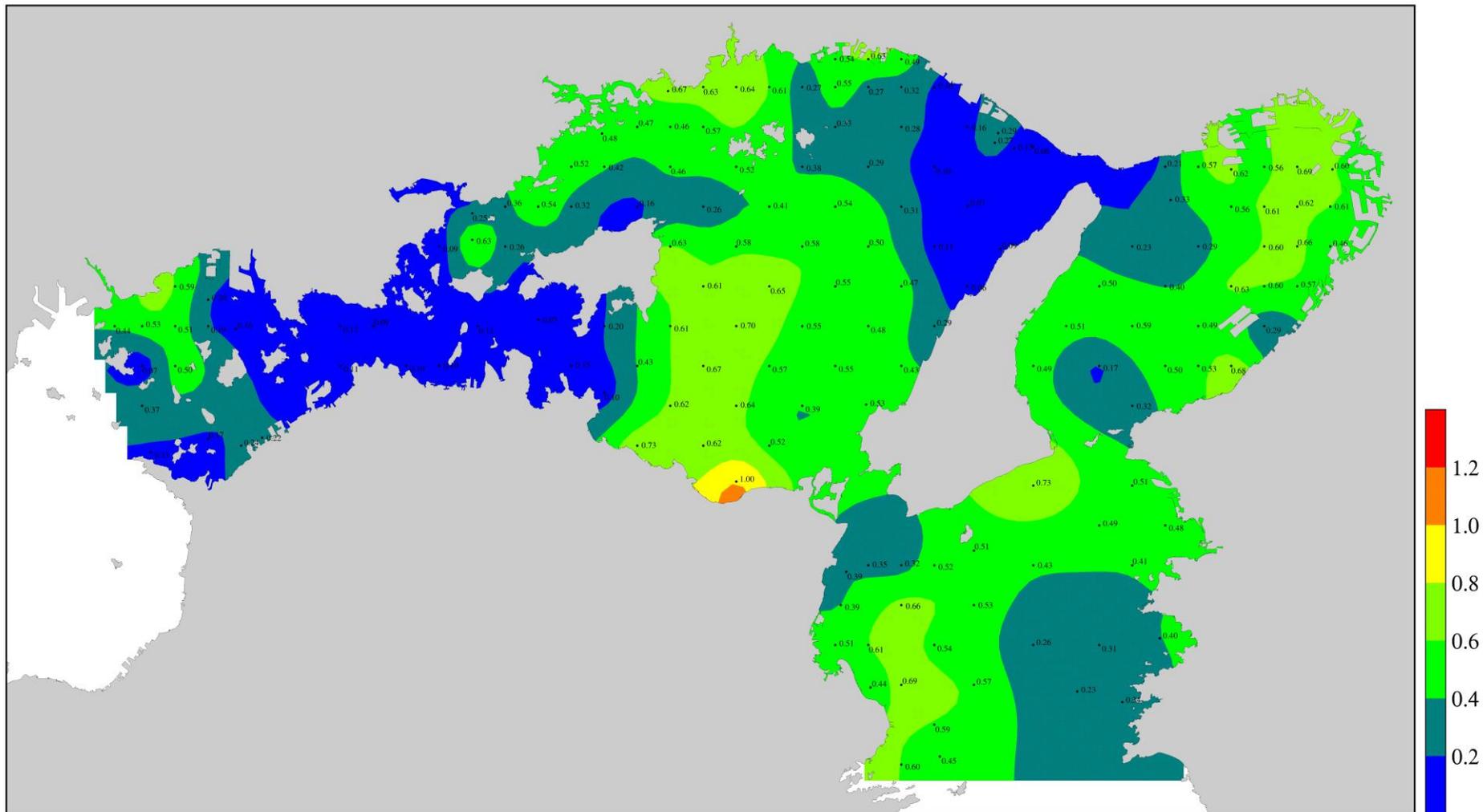


図 5-139 (6) T-P(mg/g)の水平分布図

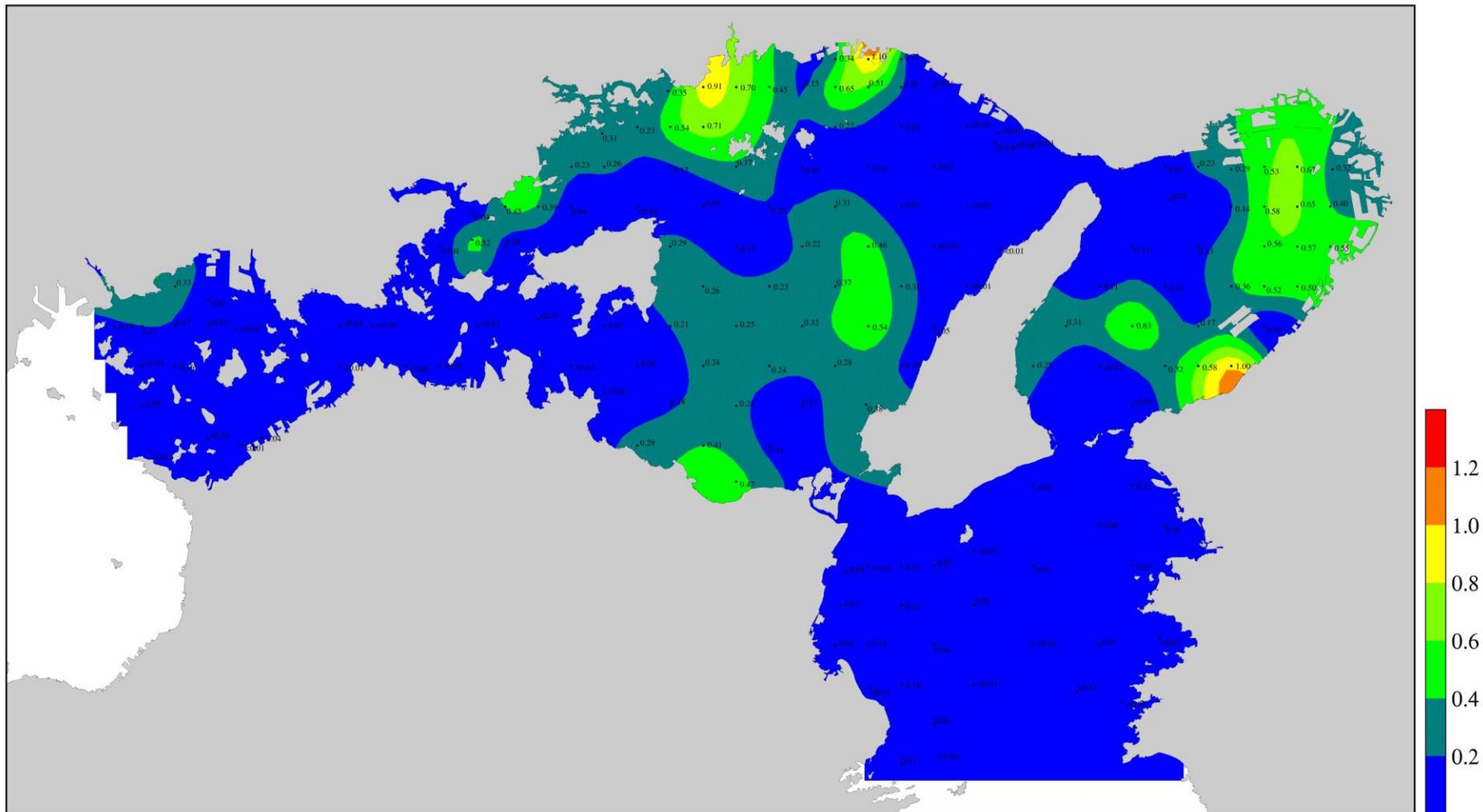


図 5-139 (7) 硫化物(mg/g)の水平分布図