

## 相模湾における海洋深層水の含有成分

山田佳昭, 小倉光夫  
(環境技術部)

### The component of the deep sea water in Sagami bay

Yoshiaki YAMADA, Mitsuo OGURA  
(Environmental Technology Division)

キーワード：相模湾，海洋深層水，主要元素，微量元素

#### 1 はじめに

本報では，海洋学上の深層水とは異なり，海洋深層水を資源利用の観点から「光合成による有機物生産よりも有機物分解が卓越し，かつ，鉛直混合や人為の影響が少ない，補償深度以深の資源性の高い海洋水」と概念的に定義した<sup>1)</sup>。

この海洋深層水は，海のおよそ水深 200 m よりも深い場所にあつて，表層の影響が小さく水温や水質の変化が小さい安定性，微生物が少ない清浄性，窒素や磷が豊富に存在する富栄養性，太陽エネルギーが直接届かないことによる低温性といった特徴があり，さらに，微量であるが，有用といわれるミネラル分に富んでいる。

これらの特性を活かした海洋深層水の利用が，各分野で試みられている。含まれるミネラル分や水分を使用した食品や化粧品の開発，水産分野での飼育用水としての利用や加工品の製造にも使われている。

また，将来的には，栄養分に富んだ深層水を海面まで汲み上げて散布することで生物生産活動を高め漁業生産の増大を図る海域の肥沃化や，低温安定性を利用した空調や温度差発電などへの展開も検討されている。

相模湾は，岸からわずかに離れることで水深数百 m に達する急深な地形を有することから，海洋深層水が間近に分布し，利用しやすい海域と考えられている<sup>2)</sup>。

そこで，相模湾深層水の今後の利用にあつての基本的な知見を得るため，その含有成分と変動傾向を明らかにすることを目的に，主要元素や微量元素，環境汚染物質等について分析を行った。

なお，この調査は神奈川県水産総合研究所（以下「水総研」という。）と共同で実施したものである。

#### 2 方法

##### 2.1 試料採取

採水は，水総研所属の漁業指導調査船「江の島丸」（99 トン）を用い，図 1 に示した相模湾内の小田原市早川沖（離岸距離約 1.8km，水深 310m）及び横須賀市長井沖（離岸距離約 5.6km，水深 356m）の 2 カ所で行った。

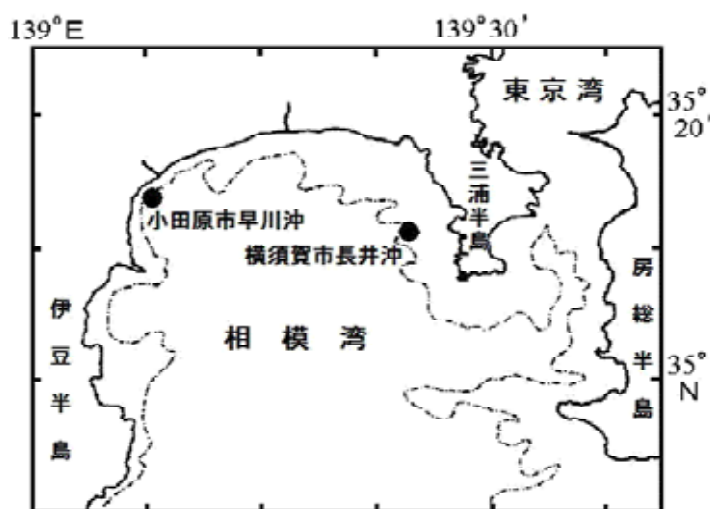


図1 採水地点(破線は200m等深線)

調査時期は海洋構造の成層期（夏季）及び混合期（冬季）の年 2 回とし，平成 13 年度は，平成 13 年 7 月 18 日及び 14 年 1 月 24 日，平成 14 年度は，平成 14 年 9 月 5 日及び 15 年 2 月 14 日に実施した。

多項目水質計（SEA-BIRD ELECTRONICS 社製 SBE-911plus）にロゼット方式で取り付けたニスキン採水器により，表層及び水深 300 m で採水した。試料は船上で分析のグループごとに試料ビンに分取し，持ち帰って分析に供した。

2.2 分析項目及び分析方法

2.2.1 分析項目

平成 13 年度は、主要元素のナトリウム(Na)、カリウム(K)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)、塩素(Cl)、臭素(Br)の7項目、微量元素のカドミウム(Cd)、鉛(Pb)、銅(Cu)、亜鉛(Zn)、鉄(Fe)、マンガン(Mn)、ニッケル(Ni)、モリブデン(Mo)、ヒ素(As)の9項目及び環境汚染物質のトリブチルスズ(TBT)1項目の計17項目の分析を行った。

平成 14 年度は、水質基準項目や環境汚染物質の水銀(Hg)、セレン(Se)、六価クロム(Cr<sup>6+</sup>)、ホウ素(B)、ウラン(U)、シアン(CN)、フッ素(F)、TBT、トリフェニルスズ(TPT)、フタル酸ジエチルヘキシル(DEHP)の10項目と、13年度の調査結果でやや高い測定値が得られたFeとZnの2項目を対象とした。

また、水総研では同時に採水した試料について一般項目の水温、塩分、溶存酸素(DO)、化学的酸素要求量(COD)及び栄養塩類の亜硝酸態窒素(NO<sub>2</sub>・N)、硝酸態窒素(NO<sub>3</sub>・N)、アンモニア態窒素(NH<sub>4</sub>・N)、リン酸態リン(PO<sub>4</sub>・P)、ケイ酸態ケイ素(SiO<sub>2</sub>・Si)を分析した。

2.2.2 分析方法

Na及びKはフレイム光度法、Mg及びCaはフレイム原子吸光法、Cd、Pb、Cu、Niは溶媒抽出し濃縮後、水溶液に転溶しICP質量分析法、Fe、Mn、Znは溶媒抽出し濃縮後、水溶液に転溶しICP発光分析法、Sr及びBrはICP発光分析法、Moは電気加熱原子吸光法、As及びSeは水素化(合)物発生原子吸光法、UはICP質量分析法、Cl及びBrはイオンクロマトグラム法、Hgは還元気化原子吸光法、Cr、CN及びFは吸光光度法、TBT、TPT及びDEHPはGC/MS法で分析した。

また、水総研では水温、塩分、DOをSBE-911plus(米国シーバード社製)を調査船から垂下して測定し、CODをアルカリ性過マンガン酸カリウム法で、NO<sub>2</sub>・Nはナフチルエチレンジアミン法、NO<sub>3</sub>・NはCd・Cuカラム還元ナフチルエチレンジアミン法、NH<sub>4</sub>・Nはインドフェノール法、PO<sub>4</sub>・Pはアスコルビン酸法、SiO<sub>2</sub>・Siはモリブデン青吸光光度法でそれぞれ分析した。

3. 結果

3.1 平成13年度

平成 13 年度に行った主要元素及び環境汚染物質の測定結果を表1に、微量元素の測定結果を表2に、一般項目及び栄養塩類の測定結果を表3にそれぞれ示す。

表1 平成13年度 主要元素および環境汚染物質

採水地点	Na (mg/l)	K (mg/l)	Mg (mg/l)	Ca (mg/l)	Sr (mg/l)	Cl (mg/l)	Br (mg/l)	TBT (ng/l)
長井沖 0m	10,400	420	1,330	400	7.6	17,600	74	<5
	11,000	430	1,270	420	7.9	19,600	62	<5
長井沖 300m	10,700	430	1,240	410	7.8	18,500	73	<5
	10,900	430	1,260	410	8.1	19,500	67	<5
小田原沖 0m	10,200	400	1,300	390	7.6	17,400	68	<5
	11,000	440	1,280	420	8.3	19,900	64	<5
小田原沖 300m	10,600	430	1,350	410	7.6	18,300	73	<5
	11,000	430	1,260	400	8.3	19,800	65	<5

上段:夏季、下段:冬季

表2 平成13年度 微量元素

採水地点	Cd	Pb	Cu	Zn	Fe	Mn	Ni	Mo	As
長井沖 0m	0.048	0.54	1.4	16	43	2.2	0.34	9.6	0.5
	0.026	1.7	1.7	17	21	0.32	0.30	10	1.3
長井沖 300m	0.077	0.05	0.31	1.6	4.8	0.16	0.19	9.9	1.1
	0.073	0.03	0.63	5.4	0.7	0.13	0.36	10	1.2
小田原沖 0m	0.027	0.11	2.2	4.3	44	0.94	0.29	9.9	0.8
	0.025	0.22	1.0	2.2	3.9	0.21	0.24	10	1.0
小田原沖 300m	0.077	0.17	0.60	1.3	2.7	0.10	0.16	9.7	1.1
	0.071	<0.02	0.77	1.6	7.7	0.23	0.39	10	1.1

上段:夏季、下段:冬季

表3 平成13年度 一般項目及び栄養塩類(水総研)

採水地点	水温 ( )	塩分 (psu)	DO (ml/l)	COD (ppm)	NO <sub>2</sub> -N (μg/l)	NO <sub>3</sub> -N (μg/l)	NH <sub>4</sub> -N (μg/l)	PO <sub>4</sub> -P (μg/l)	SiO <sub>2</sub> -Si (μg/l)
長井沖 0m	24.6	33.65	4.10	3.08	0.17	5.93	3.17	0.21	0.14
	13.7	33.81	2.85	1.36	0.80	5.55	1.77	0.45	5.04
長井沖 300m	8.6	34.25	2.97	1.34	0.13	26.38	2.08	1.06	49.97
	7.4	34.24	2.50	1.01	0.14	20.80	1.55	0.98	40.74
小田原沖 0m	25.9	32.97	4.47	2.80	0.13	5.56	2.40	0.12	2.40
	14.0	34.30	1.97	0.96	0.55	4.69	3.00	0.42	4.55
小田原沖 300m	8.7	34.28	2.93	1.46	0.14	26.16	2.56	1.03	43.71
	7.8	34.25	2.56	0.50	0.11	19.34	1.90	1.10	38.95

上段:夏季、下段:冬季

主要元素と微量元素については、高知県<sup>3)4)5)6)</sup>や静岡県<sup>7)8)9)</sup>の調査により報告されている日本近海の太平洋海域での値と大差がなく、相模湾内の2カ所の調査地点間の差も小さかった。また、微量元素のうち環境汚染に係る重金属類でもあるPb, Cu, Znは表層よりも300m層で低い傾向を示し、深層水の清浄性が示唆された。

また、一般項目については表層では季節により変化するが、300m層での変化は少なく、栄養塩類については、特にNO<sub>3</sub>-N及びSiO<sub>2</sub>-Siが300m層で顕著に高濃度であった。

### 3.2 平成14年度結果

平成14年度に行った環境汚染物質等の結果を表4に、水総研が行った一般項目及び栄養塩類の測定結果を表5に示す。

B, U及びFの濃度は、主要元素や微量元素と同様に、高知県<sup>3)4)5)6)</sup>や静岡県<sup>7)8)9)</sup>の調査により報告されている日本近海の太平洋海域での値と大差がなく、相模湾内の2カ所の調査地点間の差も小は表層よりも300m層で低い傾向を示し、深層水の清浄性が示唆された。

表4 平成14年度 環境汚染物質等

採水地点	Hg	Se	Cr6+	B	U	F	CN	Zn	Fe	TBT	TPT	DEHP
長井沖 0m	<0.0005	<0.5	<0.05	4,500	3.0	1,300	<0.01	6.4	36	<0.005	<0.005	<0.5
	<0.0005	<0.5	<0.05	4,400	3.2	1,300	<0.01	2.3	1.8	<0.005	<0.005	<0.5
長井沖 300m	<0.0005	<0.5	<0.05	4,500	3.1	1,400	<0.01	7.4	9.1	<0.005	<0.005	<0.5
	<0.0005	<0.5	<0.05	4,400	3.2	1,300	<0.01	1.8	1.0	<0.005	<0.005	<0.5
小田原沖 0m	<0.0005	<0.5	<0.05	4,500	3.0	1,300	<0.01	9.4	15	<0.005	<0.005	<0.5
	<0.0005	<0.5	<0.05	4,400	3.0	1,400	<0.01	1.5	11	<0.005	<0.005	<0.5
小田原沖 300m	<0.0005	<0.5	<0.05	4,500	3.1	1,400	<0.01	5.0	2.0	<0.005	<0.005	<0.5
	<0.0005	<0.5	<0.05	4,400	3.1	1,300	<0.01	2.3	7.6	<0.005	<0.005	<0.5

上段:夏季、下段:冬季

表5 平成14年度 一般項目及び栄養塩類(水総研)

採水地点	水温 ( )	塩分 (psu)	DO (ml/l)	COD (ppm)	NO <sub>2</sub> -N (μg/l)	NO <sub>3</sub> -N (μg/l)	NH <sub>4</sub> -N (μg/l)	PO <sub>4</sub> -P (μg/l)	SiO <sub>2</sub> -Si (μg/l)
長井沖 0m	27.52	33.96	4.68	1.59	0.03	5.93	3.05	0.13	0.14
	15.60	34.22	3.71	0.97	0.47	5.55	2.27	0.52	5.04
長井沖 300m	8.36	34.33	3.41	1.58	0.04	26.38	2.45	1.09	49.97
	10.26	34.37	3.74	1.31	0.05	20.80	5.96	2.07	40.74
小田原沖 0m	27.94	33.64	4.00	1.91	0.05	5.56	2.53	0.15	2.40
	14.10	34.06	4.62	0.89	0.53	4.69	1.85	0.15	4.55
小田原沖 300m	8.32	34.32	3.31	1.68	0.08	26.16	-	1.08	43.71
	10.04	34.37	3.69	0.71	0.06	19.34	1.65	2.06	38.95

上段:夏季、下段:冬季

#### 4 まとめ

相模湾深層水の今後の利用にあたって、基礎的資料として相模湾の深層水の性状を把握する必要があることから、水総研と共同して夏季及び冬季に小田原市沖と横須賀市長井沖の水深 300m から採水し、主成分元素や微量元素、環境汚染物質等について測定を行った。

太平洋側に位置する海洋深層水利用の先進地（高知県室戸市沖、静岡県焼津市沖）での分析結果と大差なく、相模湾においても海洋深層水の持つ特性は保持されていると考えられた。

#### 参考文献

- 1) 中島敏光： - 21 世紀の循環資源 - 海洋深層水の利用(2002)
- 2) 海洋科学技術センターほか：深層水供給システムに関する調査研究，昭和 60 年度共同研究成果報告書(1986)
- 3) 川北浩久ほか：高知県工業技術センター研究報告，(25)，6-10(1994)
- 4) 川北浩久ほか：高知県工業技術センター研究報告，(26)，8-10(1995)
- 5) 隅田隆ほか：日本海水学会誌，55(3)，158-165(2001)
- 6) 一色健司：日本海水学会年会研究技術発表会講演要旨集，53，35-36(2002)
- 7) 土肥慎吾ほか：静岡県静岡工業技術センター研究報告，(44)，89-93(1999)
- 8) 平井一行ほか：静岡県環境衛生科学研究所報告(42)，123-127(2000)
- 9) 宗林由樹：沿岸海洋研究，40(1)，21-27(2002)

経常研究 [平成 14 ~ 15 年度]

課題名：海洋深層水と沿岸海水の性質比較による  
海洋環境評価研究