

たのみである。東部地区の鉍徴地は斜面に分布するものが多く、マウンド上にチムニーの残骸等の岩片が多く集積し、ボーリング調査でマウンドの主体を成す Cu 富む鉍体に到達できなかったと思われる。

鉍徴地 W3 の Cu に富む鉍体を長方形に近似して鉍量の推定を行った。マウンドの広がりには海底観察による方向のみであるが 100m 程度であり、それに直交する方向に 30m 程度広がっていると仮定し、鉍体の厚さを 7m とすると鉍量は 7.35 万 t となる。FDC や BMS による海底観察の結果から三重点地域にはこのような鉍徴地が少なくとも 7ヶ所は存在すると思われる。

3-4 環境調査

3-4-1 調査海域

本調査の実施された北フィジー海盆は中央拡大軸の北部三重合点に位置し、熱水活動の中心的海域と推察される。水質・バクテリア調査では 5 測点 (01SFRO01、01SFRO02、01SFRO03、01SFRO04、01SFRO05) を、底質・底生生物調査では 3 測点 (01SFMC04、01SFMC05、01SFMC07) を対象とし、それぞれ観測と試料採取を行った (図 3-4-1-1)。

3-4-2 水質・バクテリア調査

3-4-2-1 水質調査結果

(1) 水温

水柱全体の水温鉛直分布をみると、いずれの測点にも大きな違いはなく、表層から 500m までは急激に、500m から 2,000m にかけては緩やかに減少した (図 3-4-2-1a)。

(2) 塩分

塩分濃度は 30m 深から増加し、300m 付近で極大値を示すが、600m 深まで急激に減少、それから再び 2,000m 付近まで穏やかに上昇した。これらの鉛直分布は、水温と同様に、いずれの測点でもほぼ同様だった (図 3-4-2-1b)。

(3) 光透過度

光透過度の鉛直分布は、水温または塩分濃度と異なり、表層 100m 以深で測点間に顕著な違いがみられた。特に 01SFRO03 の 1,800m 付近には、他の測点より著しく低い層が出現した (図 3-4-2-1c)。

(4) メタン

水柱のメタン濃度をみると、各測点ともに上層 (1,660m から 1,720m) では相対的に低く 0.8nmol/kg 以下だったが、極大値を示した 1,900m 付近 (海底上 100m 付近) では 1.4 ~ 3.7nmol/kg になった。01SFMC04、05、07 の直上水では 2.1 ~ 2.7nmol/kg の範囲にあり、01SFRO01 ~ 05 における海底上 10m 層の濃度とほぼ同じだった (表 3-4-2-1)。

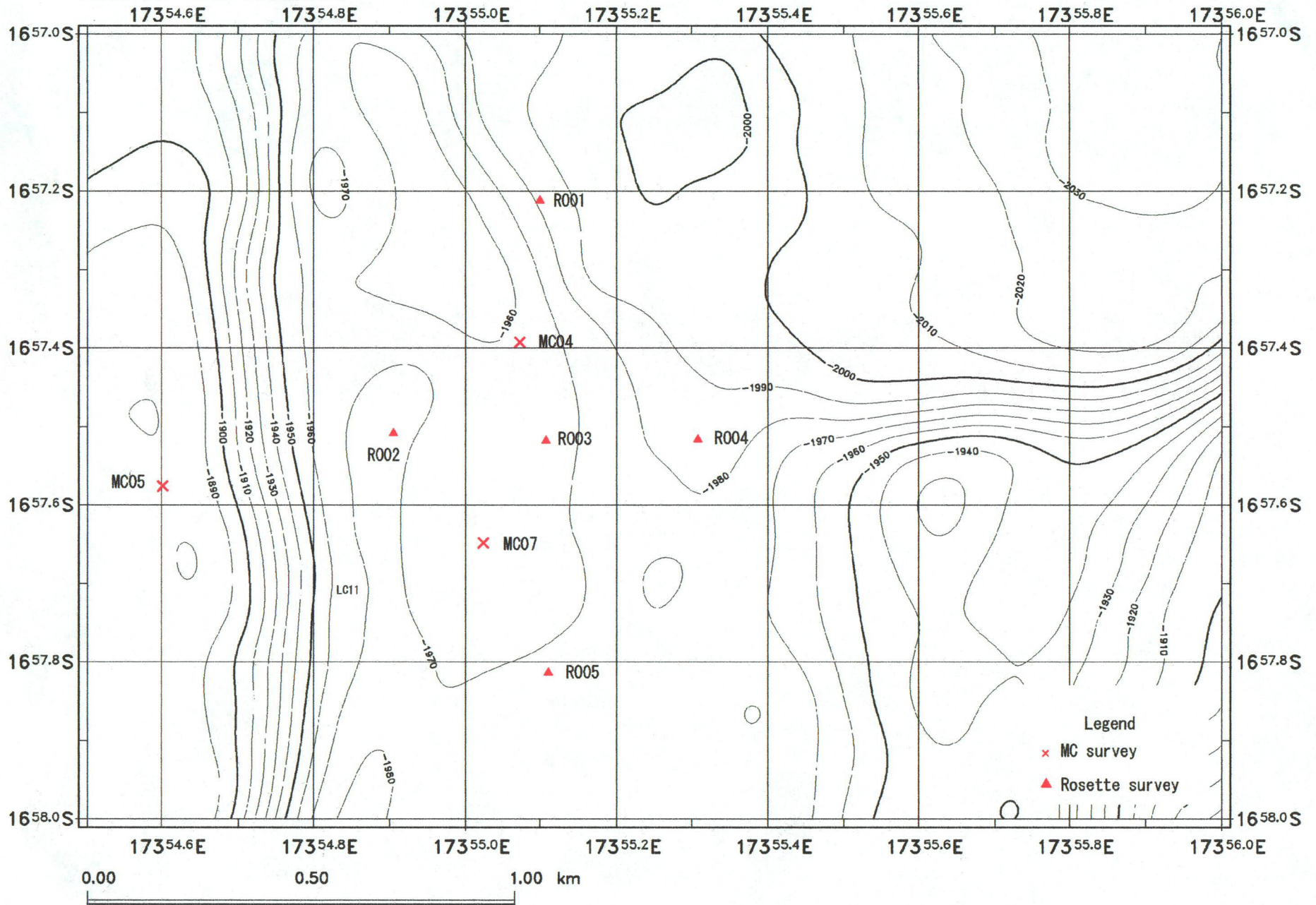


図 3-4-1-1 環境調査の試料採取位置図

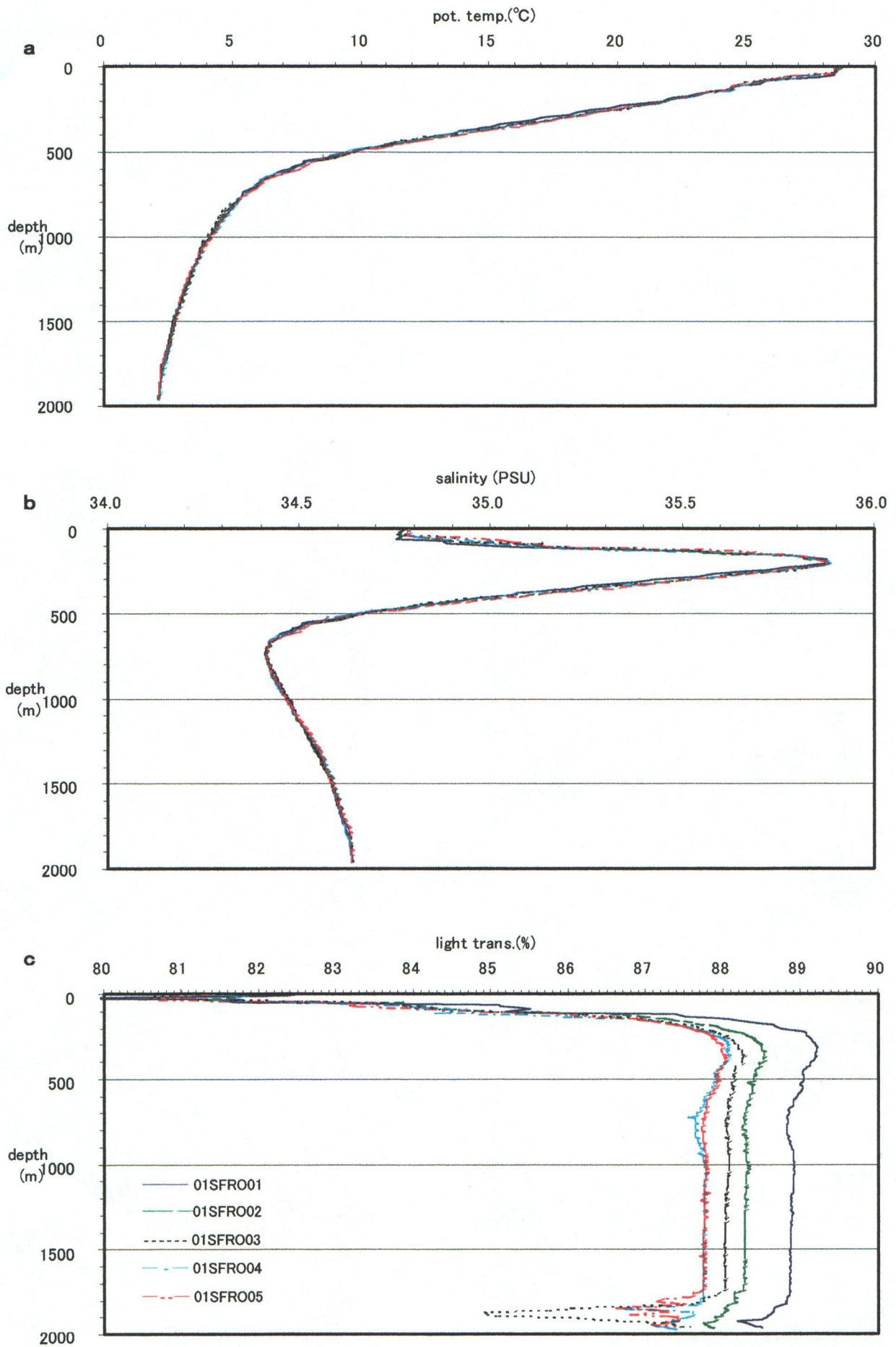


図 3-4-2-1 各測点における物理観測結果の鉛直分布
 a : ポテンシャル水温, b : 塩分, c : 光透過度

(5) 浮遊物質 (SS)

浮遊物質量は、各測点の多くの層において検出限界 1mg/l 以下であり、測点間及び水深ごとに比較できなかった (表 3-4-2-2)。

表 3-4-2-1 メタン分析結果

測点	採取水深 (m)	メタン nmol/Kg
01SFR001	1953	2.4
	1913	1.7
	1863	2.6
	1763	1.0
	1713	0.8
01SFR002	1663	<0.5
	1963	2.6
	1923	3.2
	1873	3.2
	1773	1.4
01SFR003	1723	<0.5
	1673	<0.5
	1953	2.2
	1913	3.7
	1863	3.5
01SFR004	1762	1.3
	1713	<0.5
	1663	<0.5
	1968	2.2
	1928	1.4
01SFR005	1878	2.2
	1778	0.9
	1728	0.5
	1678	0.5
	1956	2.7
	1916	3.5
	1866	1.5
	1766	1.6
	1716	0.6
	1666	<0.5

表 3-4-2-2 浮遊物質分析結果

測点	採取水深 (m)	SS mg/L
01SFR001	1953	<1
	1913	<1
	1863	<1
	1763	<1
	1713	<1
01SFR002	1663	<1
	1963	<1
	1923	<1
	1873	<1
	1773	<1
01SFR003	1723	<1
	1673	<1
	1953	<1
	1913	1
	1863	<1
01SFR004	1762	<1
	1713	1
	1663	1
	1968	<1
	1928	<1
01SFR005	1878	1
	1778	<1
	1728	1
	1678	<1
	1956	<1
	1916	<1
	1866	<1
	1766	<1
	1716	<1
	1666	<1

3-4-2-2 バクテリア調査結果

バクテリアの全菌数(表 3-4-2-3) に関しては各測点ともに上層(1660~1720m)で $4.7 \times 10^3 \sim 1.1 \times 10^4$ cells/ml と最も少なく、1,760m から 1,860m にかけては $7.4 \times 10^3 \sim 3.3 \times 10^4$ cells/ml、さらに 1900m 付近では $2.4 \times 10^4 \sim 4.2 \times 10^4$ cells/ml で極大となった(図 3-4-2-2a)。

MC04、05、07 における直上水の細胞数はさらに多く、 $4.3 \times 10^4 \sim 2.0 \times 10^5$ cells/ml の範囲にあったが、堆積物粒子から剥離したバクテリアが加算されている可能性もある(図 3-4-2-2b)。

3-4-2-3 水質・バクテリア調査結果のまとめ

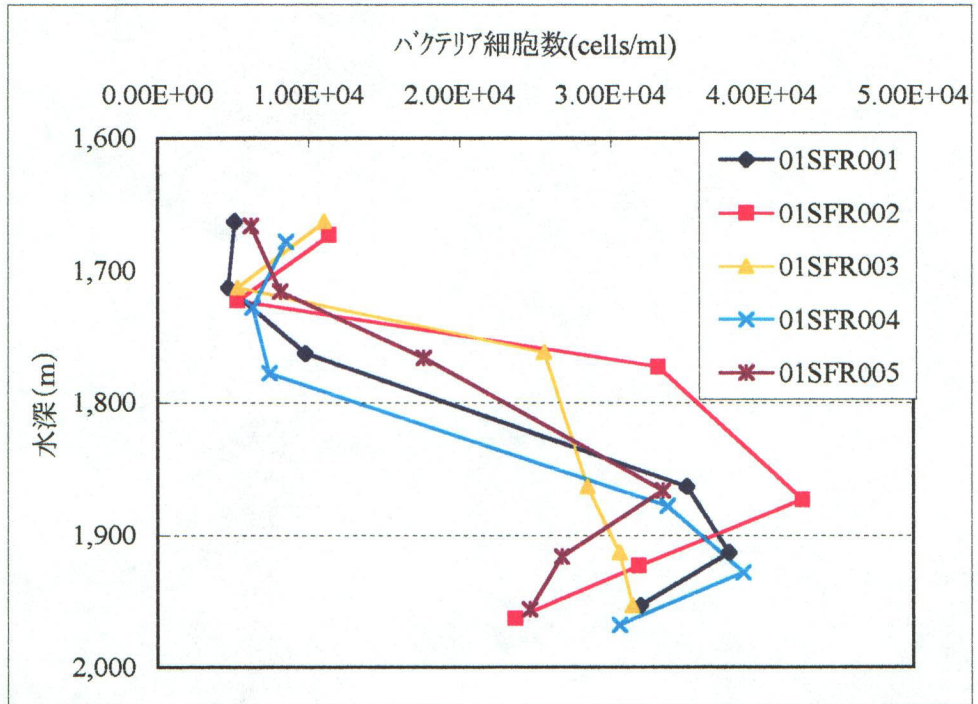
熱水由来のプルームを確認するため、1,760m 以深の T-S ダイアグラムを作成した(図 3-4-2-3)。図示したのは、水深 1,600m から 1,760m までの測定値から求めたポテンシャル水温(θ)と塩分(S)の回帰直線、及び 1760m 以深の実測データである。両者は低水温・高塩分領域で顕著に解離し、海底付近における水温が高い方向へシフトすることを示唆した。そこで実測値のポテンシャル水温と回帰式で求めた値の差分を水深ごとに示したのが、図 3-4-2-4 である。この結果では 1,760m 以深において、両者の差分が大きく、同水深の水温異常を明らかにした。これに併せて、同水深における光透過度とポテンシャル水温の関係を示したところ、両者には負の相関があった(図 3-4-2-5)。また、水温異常のあった水深は、メタン濃度やバクテリア細胞数の極大層とも対応している。

これらの結果を総合的に判断すれば、調査海域周辺ではメタンを含む熱水が放出されているため、プルームが発生し、海底付近に水温異常とメタン濃度の極大層が出現し、メタンをエネルギー源にするバクテリアの細胞数極大が観察されたと考えるのが自然である。しかしながら、光透過率に異常分布があったにもかかわらず、ろ過捕集法による浮遊物質調査では、それを認めることができなかったことなど、整合しないデータも一部にはあった。今後、プルーム内の重金属等を調べれば、より有効な環境情報が期待できると考える。

表3-4-2-3 バクテリアの分析結果

測点番号	水深 (m)	バクテリア cells/ml
01SFR001	1953	3.20E+04
01SFR001	1913	3.78E+04
01SFR001	1863	3.50E+04
01SFR001	1763	9.77E+03
01SFR001	1713	4.68E+03
01SFR001	1663	5.08E+03
01SFR002	1963	2.37E+04
01SFR002	1923	3.19E+04
01SFR002	1873	4.27E+04
01SFR002	1773	3.31E+04
01SFR002	1723	5.30E+03
01SFR002	1673	1.14E+04
01SFR003	1953	3.14E+04
01SFR003	1913	3.06E+04
01SFR003	1863	2.85E+04
01SFR003	1762	2.56E+04
01SFR003	1713	5.27E+03
01SFR003	1663	1.10E+04
01SFR004	1968	3.06E+04
01SFR004	1928	3.88E+04
01SFR004	1878	3.38E+04
01SFR004	1778	7.41E+03
01SFR004	1728	6.27E+03
01SFR004	1678	8.49E+03
01SFR005	1956	2.46E+04
01SFR005	1916	2.68E+04
01SFR005	1866	3.34E+04
01SFR005	1766	1.76E+04
01SFR005	1716	8.11E+03
01SFR005	1666	6.17E+03
01SFMC04	コア直上水	1.01E+05
01SFMC05	コア直上水	4.26E+04
01SFMC07	コア直上水	2.02E+05

(a)



(b)

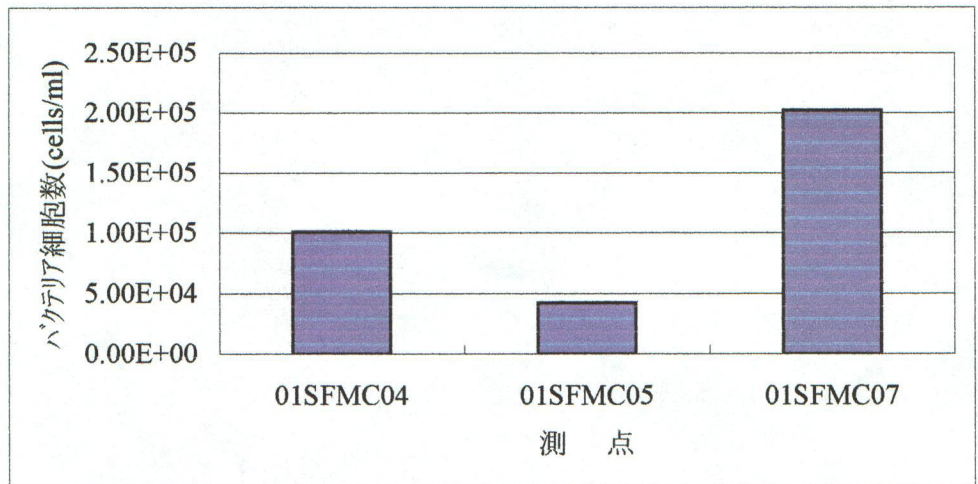
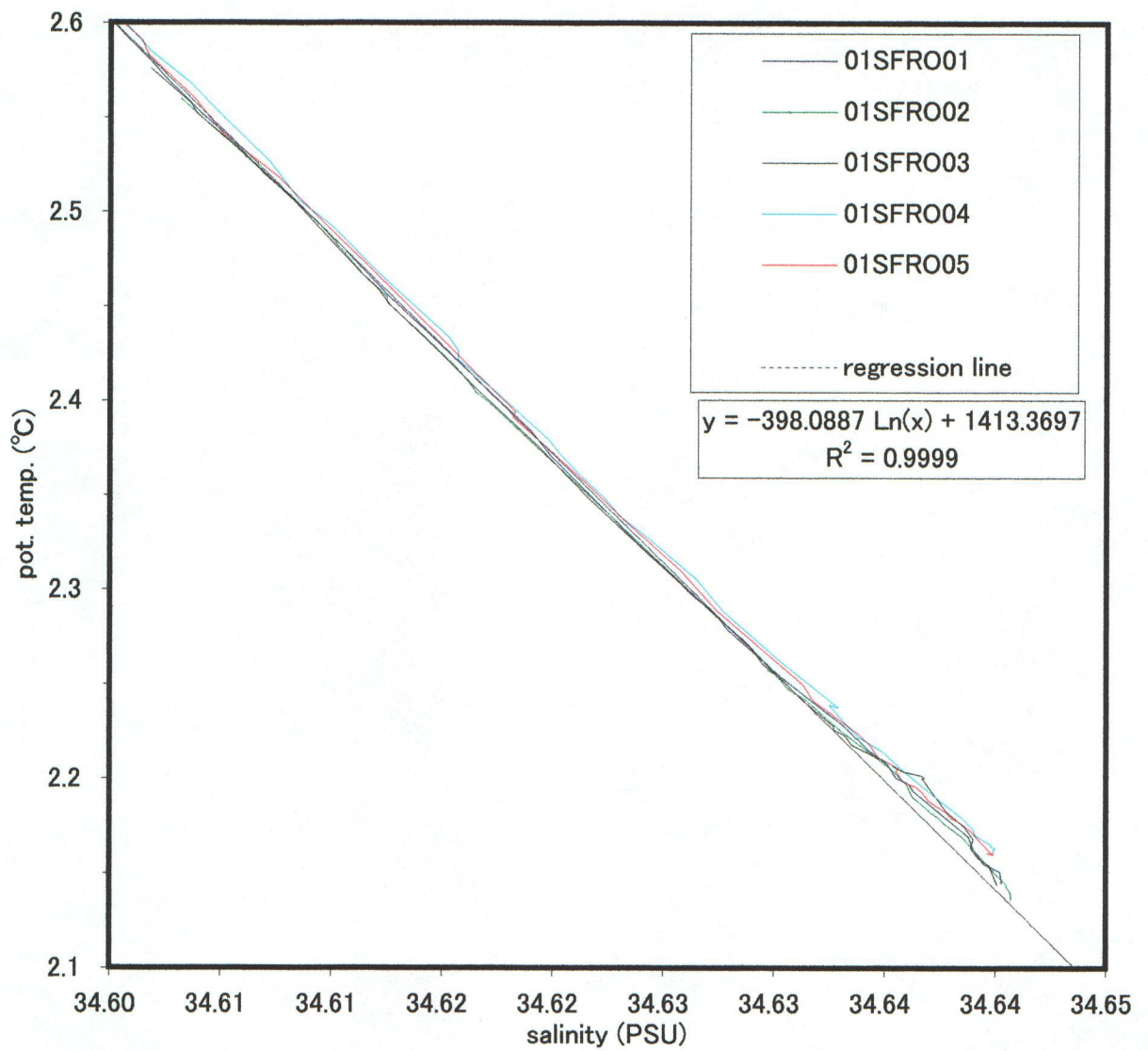


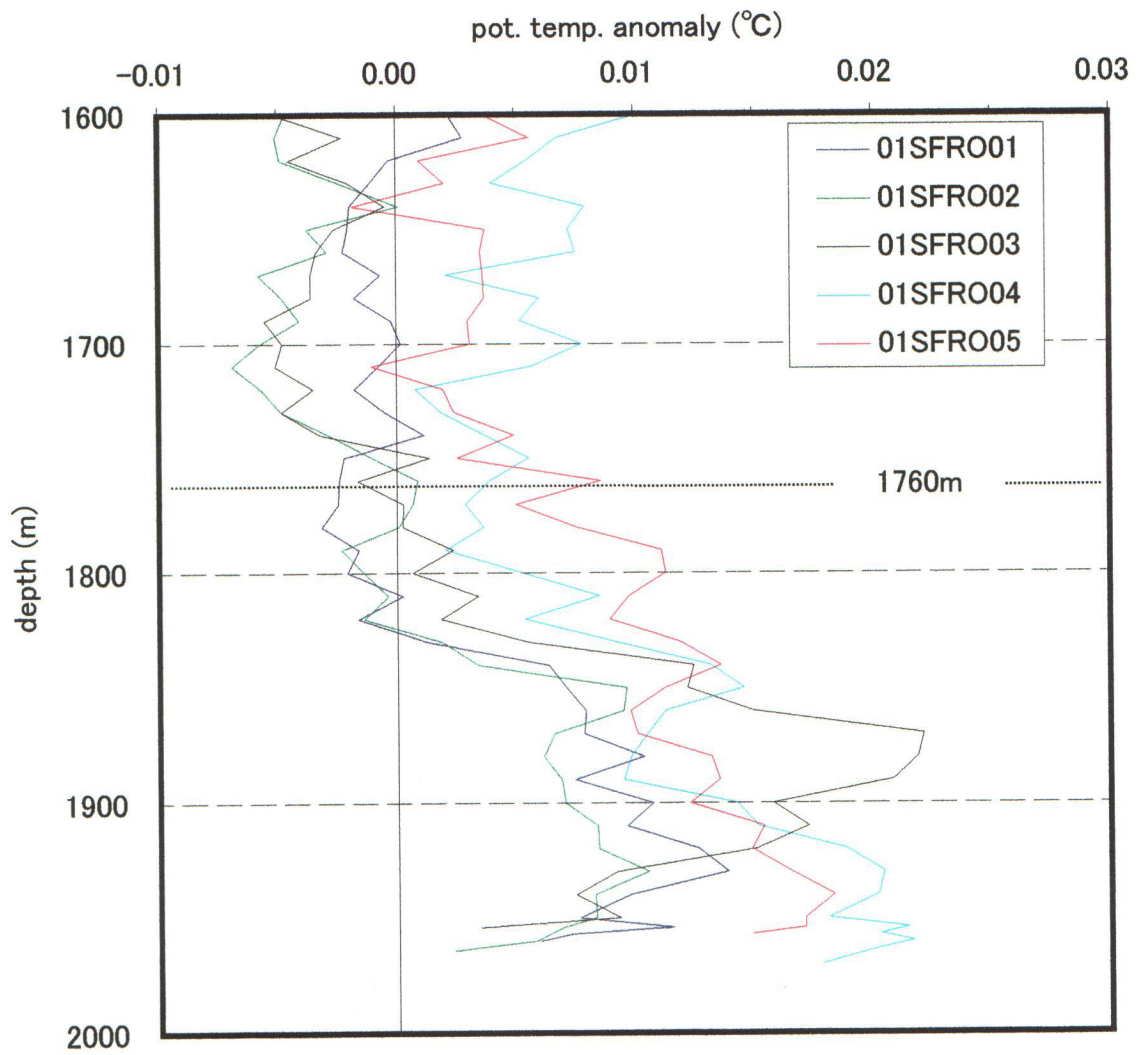
図 3-4-2-2 浮遊性細菌の分布特性

(a) 水柱、(b) 直上水



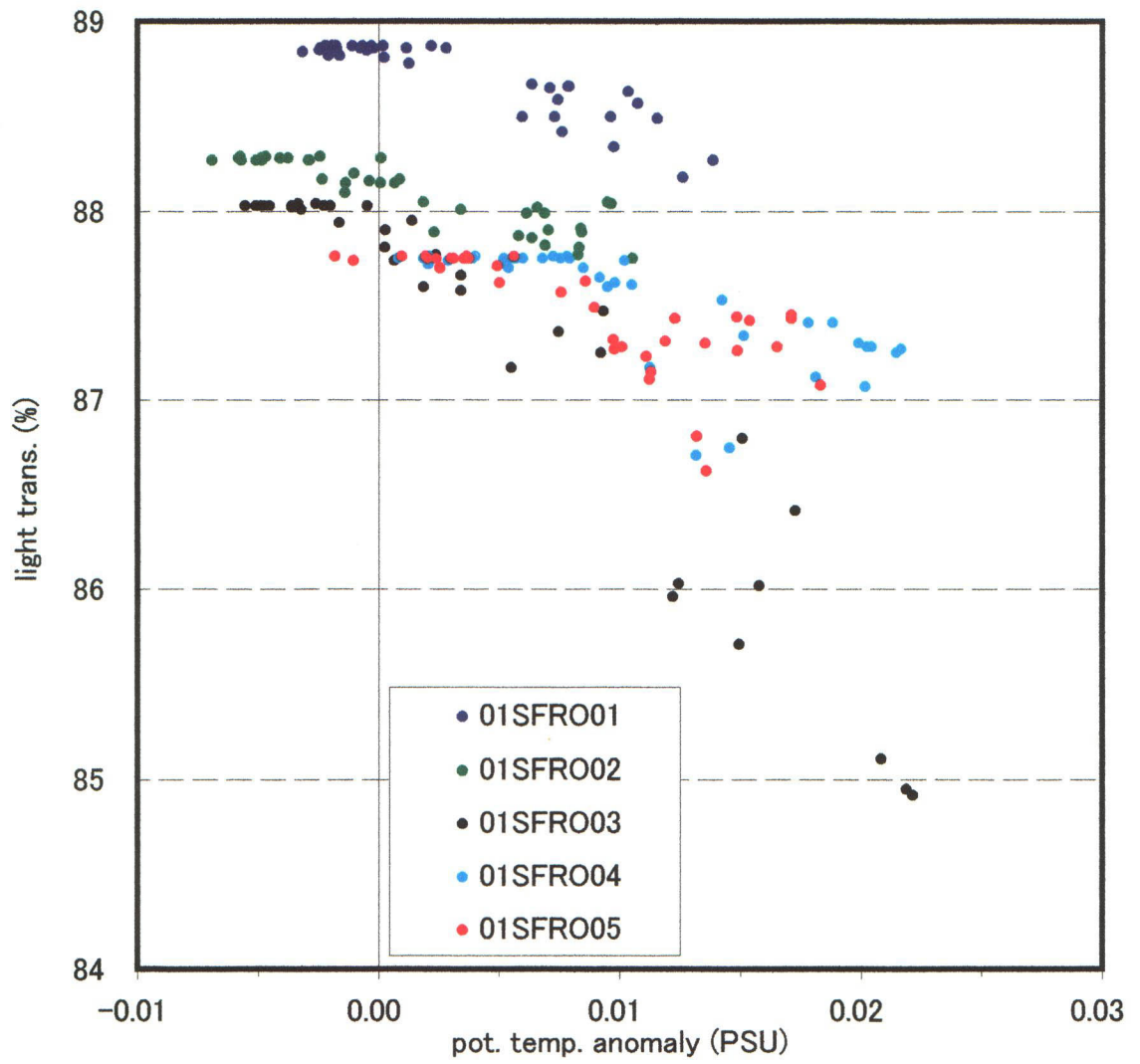
各測点の1600m以深における θ /Sダイアグラムと1600-1760mの実測値から推定した回帰直線。

図 3-4-2-3 T-Sダイアグラ



水温異常は実測値と図3-4-2-3で示す関係式から算出した推定値との差分を示す。

図3-4-2-4 ポテンシャル水温異常の鉛直分布



各測点の1600m以深における関係

図 3-4-2-5 光透過度とポテンシャル水温異常の関係

3-4-3 底質・底生生物調査

3-4-3-1 底質調査結果

(1) 全硫化物量

全硫化物量は、01SFMC04の3-4 cmと4-5cmの2層、01SFMC05と01SFMC07の0-5cmまでの5層について分析した。01SFMC04ではそれぞれの層で0.02, 0.04mg/g(D)だったのに対して、01SFMC05ではいずれの層でも0.01 mg/g(D)またはそれ以下、01SFMC07では0-1,3-4および4-5cm層で0.02 mg/g(D)、それ以外では0.01 mg/g(D)だった(表3-4-3-1)。

(2) 有機態 / 無機態炭素量

有機炭素量は01SFMC04の3-4 cmと4-5cmの2層、01SFMC05の0-10cm層と01SFMC07の0-5cmまでの5層について分析した。無機態炭素量は01SFMC05の0-10cmまでの10層のみ分析した。有機態炭素量は、いずれの測点でも5cm以浅は1 mg/g(D)にも満たなかったが、5cm以深を調べた唯一の測点である01SFMC05についてみると、0.75~1.48 mg/g(D)の範囲にあった。これに対して、無機態炭素量は、有機態炭素と同様に、0-5cmと5-10cm層では大きく異なり、前者では5.99~6.77 mg/g(D)に対し、後者においては15.31~41.37 mg/g(D)と、後者において著しく大きい値が示された(表3-4-3-1、図3-4-3-1)。

(3) 全窒素量

全窒素量は、有機態炭素量と同じ測点・採取層の試料とした。いずれの測点でも5cm以浅は0.2 mg/g(D)にも満たなかったが、5cm以深を調べた唯一の測点である01SFMC05についてみると、0.22~0.328 mg/g(D)の範囲にあった(表3-4-3-1、図3-4-3-1)。

(4) CN比

全試料の有機態炭素と全窒素の比を表3-4-3-1に、01SFMC05におけるそれを図3-4-3-1にそれぞれ示した。試料ごとに値のばらつきがみられるが、大部分は4~5の範囲にあり、深度に伴う違いは認められなかった。

表3-4-3-1 全硫化物(T-S)と有機態炭素(TOC)の鉛直分布

Sampling Station	Layer cm	T-S mg/g(D)	TOC mg/g(D)	Inorganic carbon mg/g(D)	TN mg/g(D)	CN ratio
01SFMC04	3-4	0.04	0.69	-	0.15	4.60
	4-5	0.02	0.98	-	0.2	4.90
01SFMC05	0-1	0.01	0.60	7.09	0.09	6.67
	1-2	0.01	0.46	6.08	0.13	3.54
	2-3	0.01	0.47	6.42	0.08	5.88
	3-4	<0.01	0.50	5.99	0.13	3.85
	4-5	0.01	0.49	6.77	0.1	4.90
	5-6	-	0.75	15.36	0.22	3.41
	6-7	-	1.41	35.69	0.23	6.13
	7-8	-	1.37	36.23	0.23	5.96
	8-9	-	1.47	36.75	0.32	4.59
	9-10	-	1.48	41.37	0.32	4.63
01SFMC07	0-1	0.02	0.78	-	0.16	4.88
	1-2	0.01	0.45	-	0.08	5.63
	2-3	0.01	0.27	-	0.09	3.00
	3-4	0.02	0.28	-	0.12	2.33
	4-5	0.02	0.63	-	0.19	3.32

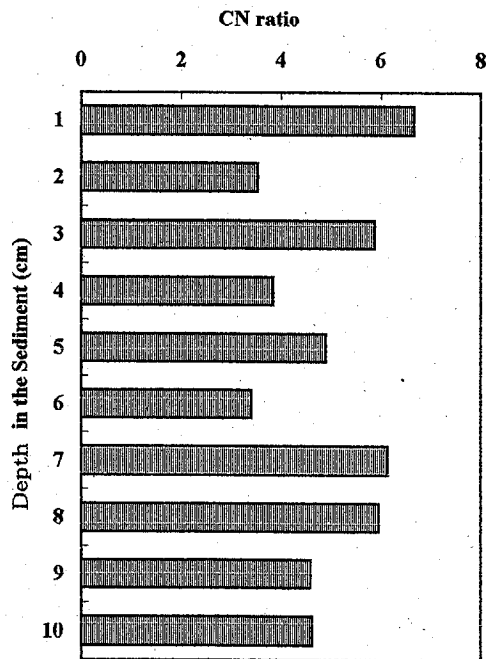
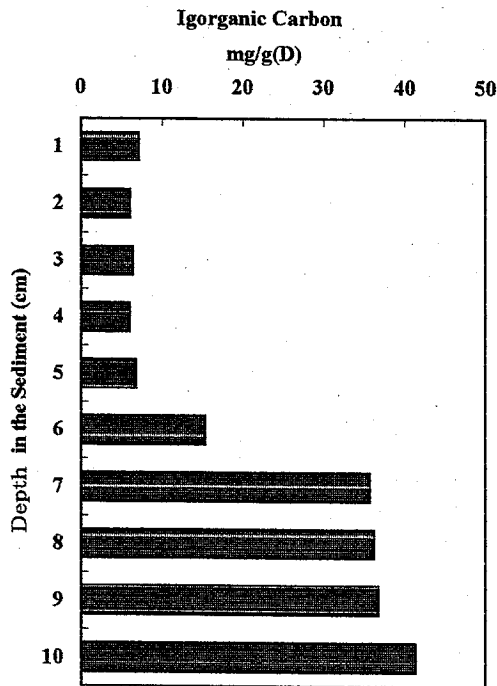
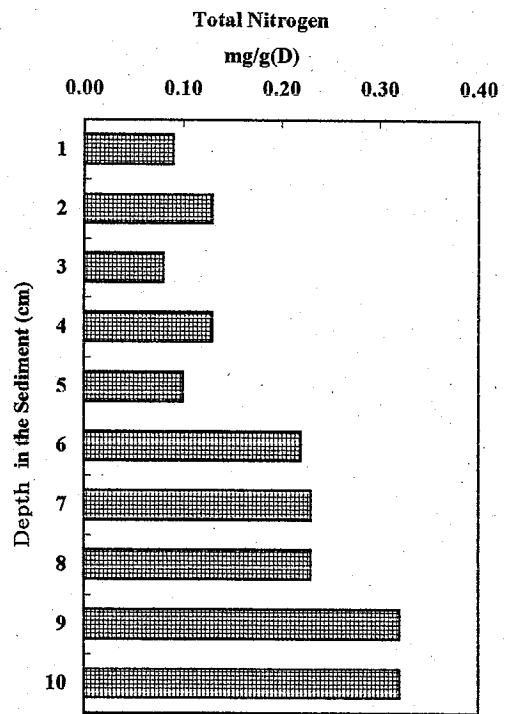
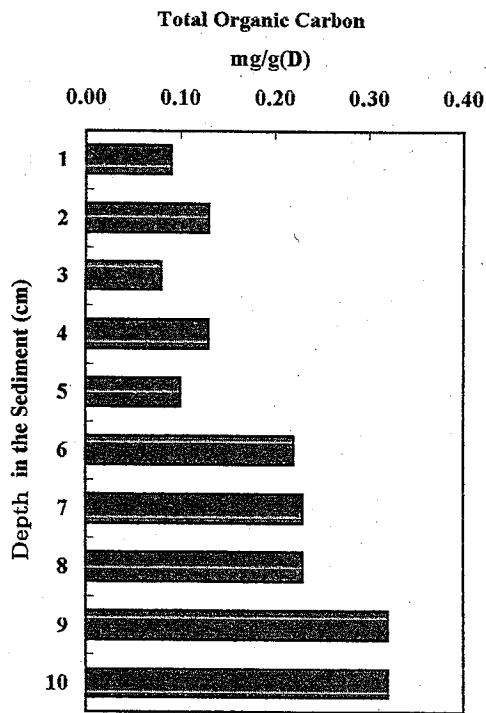


図 3-4-3-1 01SFMC05 における有機態炭素量、全窒素量、
無機態炭素量及び CN 比の鉛直分布

3-4-3-2 底生生物調査結果

(1) バクテリア

バクテリアの細胞数計数の対象としたのは前述の3測点から採取した試料である。しかしながら、01SFMC04では表層3cmの試料が欠損しているため、3-4と4-5cm層の計数値に限られた。一方、01SFMC05では表層から10cm深までを、01SFMC07では表層から5cm深までを1cm間隔で区分した計数値である。このように、取得したデータ数が少なく、採取層の統一性が保てなかったため、測点間の結果を厳密に比較するのは危険である。したがって、以下の結果はあくまでも概略の記述に止めることとしたい。

3-5cm層を比較するにすぎ、01SFMC04では他の2測点よりも細胞数が少なかった(図3-4-3-2)。01SFMC07の鉛直分布では、表層から下層に向かって減少するまたは増加する傾向は伺えないが、01SFMC05の場合は3cm以深では0-2cm層より少なくなった。3測点のなかで最も細胞数の多かった01SFMC05の1-2cm層でも 5.44×10^8 cells/g (D)で、中央太平洋の大洋底のそれとほぼ同じかむしろ少ない程である。この点からみても、いずれの測点も熱水噴出に端を発する化学合成細菌の生態系が存在する、またはその影響下にあるとは考えにくい。

(2) メイオベントス

メイオベントスとして出現したのは原生動物を含めた6動物門である(表3-4-3-2)。中部太平洋の大洋底に普通にみられる腹毛動物(Gastrotricha)、胴甲動物(Loricifera)、腹足類(Gastropoda)などは確認されなかったが、試料数が少なかったために海域の特徴を示した結果であるかは断定できない。

有孔虫を含めた総出現数は01SFMC04で78 inds./10cm²、01SFMC05で181 inds./10cm²、そして01SFMC07では176 inds./10cm²となった(図3-4-3-3)。バクテリアの結果同様に、大洋底のメイオベントスの出現数と大差なく、化学合成生態系が存在したとは考えにくい。地形に関しては、01SFMC05が丘の上に位置するのに対し、01SFMC04や01SFMC07は窪地に位置している。ところが、01SFMC04における出現数は01SFMC05や01SFMC07の約1/2である。このことから測点間にみられる違いは地形以外の要因によって規定されていることが分かる。しかしながら今回の調査結果だけではその要因は明らかにならなかった。

鉛直分布をみると、いずれの測点においても0-1cm層に集中的に分布し、出現数の結果のように測点間の差異は明確ではなかった(図3-4-3-4)。生物群ごとに比べると、線虫が比較的深部まで分布するのに対し、有孔虫は表層への集中度が高かった。

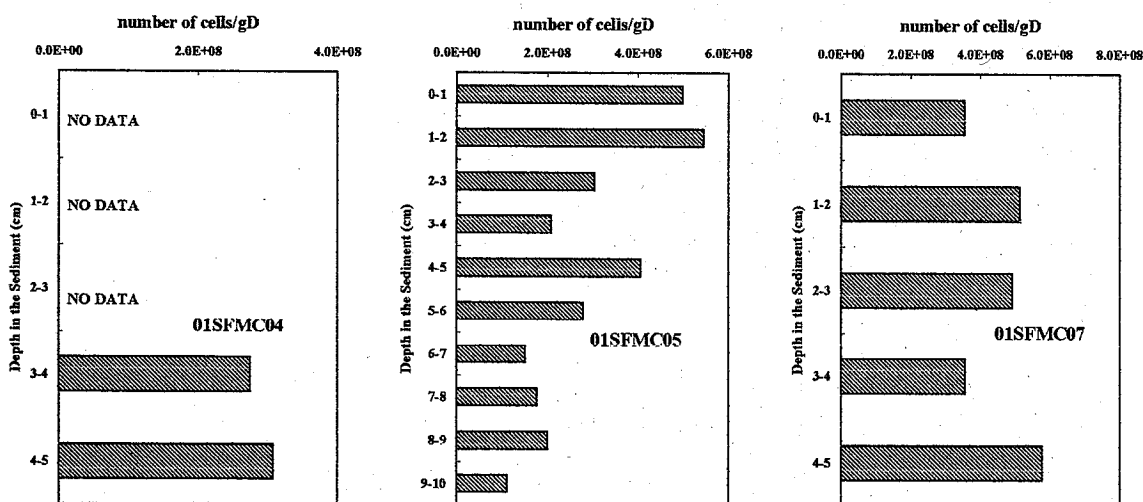


図 3-4-3-2 バクテリアの細胞数の鉛直分布

表 3-4-3-2 出現生物一覧

Phylum	Class	Order or Family
Protozoa	Rhizopoda	Foraminifera
Kinorhyncha		
Nematoda		
Mollusca	Bivalvia	
Annelida	Polychaeta	Paraonidae Cirratulidae
Arthropoda	Ostracoda	
	Copepoda	Harpacticoida
	Isopoda	Ischnomesidae
	(Nauplius)	

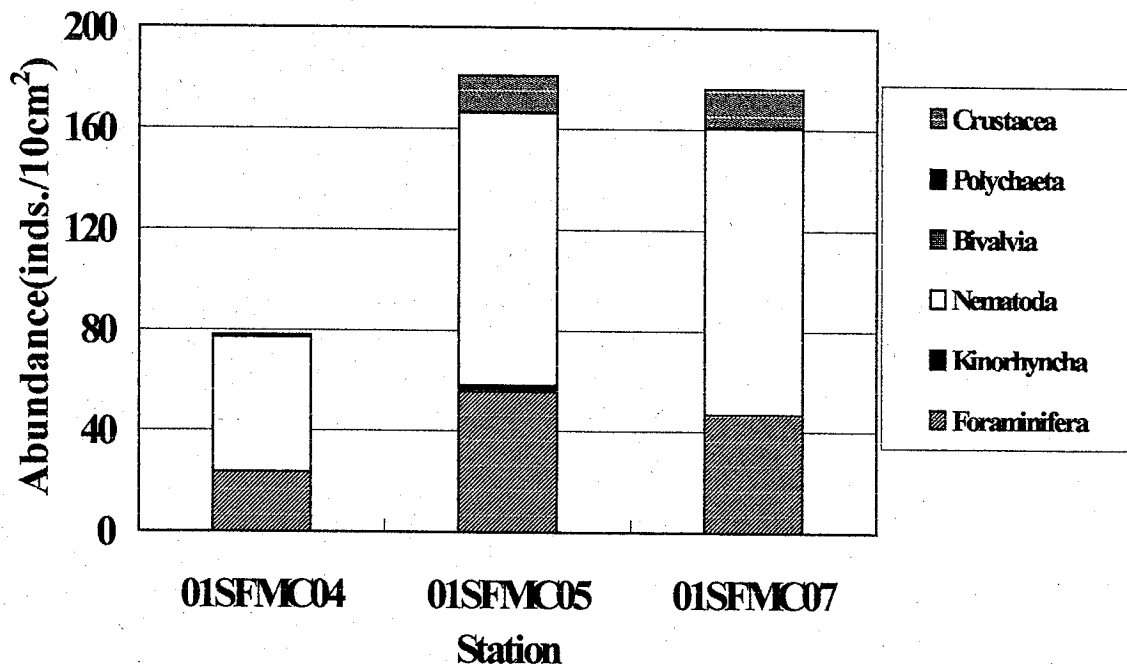


図 3-4-3-3 測点別のメイオベントスの出現数

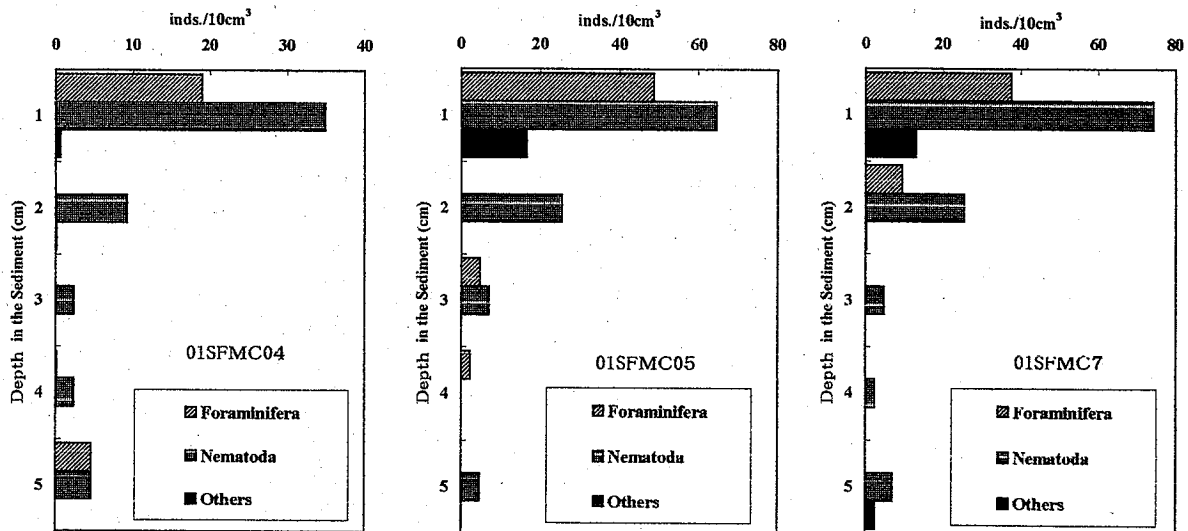


図 3-4-3-4 測点別のメイオベントスの鉛直分布

3-4-3-3 底質・底生生物調査結果のまとめ

底質調査では、5cm 以浅の試料については全硫化物、有機態 / 無機態炭素量、全窒素量ともに、わずかな差があったものの、測点間の違いを論ずるほどの差とは言えなかった。しかしながら、5cm 以深までは測定した 01SFMC05 の結果をみると、有機態 / 無機態炭素量、全窒素量ともに、5cm 以浅と以深に大きな差のあることが明らかになった。

ここで、5cm 以深で最も顕著に増加している無機態炭素量は、熱水の噴出に伴って析出した炭酸カルシウムと仮定すれば、無機態炭素量ほどではないが、やはり増加していた有機態炭素量と全窒素量は熱水噴出に伴って形成される化学合成細菌群集の影響のためと解釈することも可能である。さらに、これらの推測に従えば、表層から下層にかけて CN 比がほぼ同じ値であったことも説明出来ることになる。こうした結果と既往知見と考え合わせると、少なくとも 01SFMC05 では、熱水鉱床の影響下にあったことが強く示唆される。

しかしながら、底生生物の分布特性からみると、熱水噴出に由来する化学合成生物群集の存在を示唆する証拠は得られなかった。調査した 3 測点内の分布量の違いが、単純に海底地形から説明できるものではなかったことは、採集数などの基礎データの取得方法についても再検討する必要がある。