

周防灘南部沿岸水域の海洋地質調査研究

尾原 信彦* 相原 輝雄* 金井 孝夫** 高島 勲*

Marine Geologic Researches Performed at the Area Adjacent to the South Coast of Suō-nada (West Part of the Inland Sea of Japan)

Nobuhiko OBARA, Teruo AIHARA, †Takao KANAI and Isao TAKASHIMA

Abstract

The authors have pursued investigations in the bottom area along the southern coast of Suō-nada from the viewpoint of littoral marine geology, in order to obtain an indispensable information for deciding whether the coastal area would be fit for the construction of a reclaimed land from the sea for factory localization use. Semi-diurnal tidal currents parallel to the seashore are dominant and the maximum current velocity, 1 km per hour, is measured, while the tidal difference amounts to nearly 4 m; accordingly sea water comes westwards at the high tide, leaving eastwards at the low tide. The contamination of sea water hereabout has recently become serious, because low transparency values, i.e. 3.0 ~ 3.5 m, were noticeable on this occasion by means of Secchi's disc. During the low tide a sandy tidal flat (about 1 ~ 1.5 km wide) exposes itself, but muddy bottom deposits are predominant beyond the outer margin of those tidal flats, except the offing of estuaries (The river Yamakuni and the river Inumaru). Recent marine sediments on the sea floor along the coast were analyzed through X-ray diffraction apparatus with the result that quartz, α -cristobalite and orthoclase were detected except an unknown mineral (2.83 Å), while unsuitable clay minerals for reclaiming lands such as montmorillonite were not found at all.

1. 序説 埋立て工業用地造成のための研究方法について

1.1 方 針

工業基地の地盤条件のうち、水際線より沖合の水域は、従来の“地下構造調査”（昭和35年~42年）では考慮の外に置いていた地域であった。今回の“大規模工業基地の調査研究”では、むしろ水域に重点が置かれ、工業用地としての埋立地造成が可能かどうかを判断する立前を採ることとなり、そのために水上ボーリング・音波探査・海況観測・底質採取など一連の作業を実施して、できる限り正確で精密なこれらのデータを総合的に解析し検討することにした。

1.2 沿岸水域の埋立て工業用地の調査法

陸上に重工業の用地を確保することが、段々と困難になっている趨勢にあるため、沿岸の浅海域を埋立てるこ

とが、一番安易で手っ取り早い解決策と考えられるに至った。開発に関する基本計画を立案する方面では、地形図と海図とを睨み合わせ、水際線と水深-20m（あるいは-10m）の等深線とに挟まれた帯状地を区切っておき、次に浚渫船を廻航して、その前面の海域から底質をサンドポンプで吸上げ、その土砂を帯状地に積上げれば、直ちに陸地ができ上るはずと考えがちであるが、実はここに問題点が存するのである。

なんとすれば、現海底に沈積している底質は、堆積学方面でリセントセディメントと呼び慣らされているきわめて締りのない緩い泥土であって、ときたま砂礫質の場合があっても、たいていは細粒の粘土・シルト（沈泥）質のものが溜っている場合が多い。極端な場合には有機質を含有する黒色または暗緑色のヘドロであることすらあるし、また同じく泥土であっても、火山灰起源の特殊の鉱物が存在する場合には、その風化現象のために粘着性をもった軟泥に替わっていることがある。そのようなケースでは、せっかくサンドポンプを通じて、前記の帯状

* 応用地質部

** 昭和46年11月生田試験地において地塗り実験中殉職。

地に積上げて整地し、仮に用地を造り得たとしても、容易には乾燥しにくく、かつ支持力の欠如した人工地盤しか造成できない。従ってたとえそこに建屋を立てても、不同沈下を起こして、柱や床が傾いたり、亀裂を生じたり、窓・扉の建付けが歪んだりすることになる。

1.3 海況と底質堆積との関係究明の必要性

そこで埋立地造成の能不能を判断する情報を得るために、まず底質の分布を知っておかねばならないし、またその分布は海況ときわめて関係が深いので、たとえ簡単でもありきたりの海況観測を並行的に実施しておく必要がある。

さらにリセントセディメント直下に台頭する地盤構成層(やや固結の進んだ洪積層)との境面のあり方を知ること、換言すればリセントセディメントの厚さを知ること、埋立材料の量を掴むうえで、きわめて重要である。このためには音波探査のデータから、かなり正確な境面の分布が、等深線図で表現することができる。なお音波探査は単に底質とその直下の未固結層のみでなく、さらに深部の基盤面をも探知できるから、あらゆる業種の工業立地安全性の判定資料をも提供することもでき、独立した報文として詳細な解説が行なわれた。

1.4 海上ボーリング実施の意義

海上ボーリングは一般にはかなり難かしい技術を要し、装備完全な船を持った特定業者が担当しないと、成功が覚束ないいうえ、コストが陸上のそれに比べ桁違いに高価なので、事前調査段階では本数が限定されるのが常である。少ない予算を効果的に使うために、今回は陸上ボーリング地点は水際線に一定間隔で数点配置され、陸上の2地点を底辺とする二等辺三角形の頂点に海上ボーリング地点を配置するように計画され、また音波探査のチェックポイントにも利用するように考慮された。

今回のボーリング成果については、すでに別報文にて海上と陸上とを総合して水陸に亘る地下状況が究明されているので、海洋地質の報告としては底質との関連において触れるだけにとどめておく。すなわち立地安全性の方は、陸域の調査の目標の一部で一括して論及してある。

さて沿岸水域の海洋地質研究の目標は、まず海況観測、つぎに海況に関係づけて底質分布ならびに底質の材質<鉱物組成>に言及し、音波探査の成果と相まって、埋立地造成の可能性について判定を下す際の一つの推論方式を展開することに終始したわけである。(尾原 記)

2. 海洋観測における計測地点の決定方法

2.1 観測地点決定の計画

周防灘中津・宇佐地区の海況を調査するに当たり、海

上における計測地点の配置決定については、色々と問題が提起された。すなわち調査地域は山国川河口(中津市)より国東半島の西海岸(西国東郡真玉町)に至る東西約30km、海岸線より沖合に向かって(南北方向)約6~7kmを、その範囲として考えた。次にこの範囲内に計測地点をどのように配置決定するかについては、次のような項目ごとにその検討を行なった。

イ) この付近は潮位の差が3~4mとなっている。従って計測地点は干潮時においても、ある程度の水深を有する地点(海岸線より約1km以上)でなくてはならない。

ロ) 計測地点は原則として等間隔であることが望ましい。しかし調査日数調査費などを勘案して、東西方向は約5km、南北方向は1kmの間隔で実施することにした。とくに測線間隔については陸上の各ボーリング地点付近に基点を設定してから、同じ方向に延伸させたものが多かったため、必ずしも等距離とはならなかった。

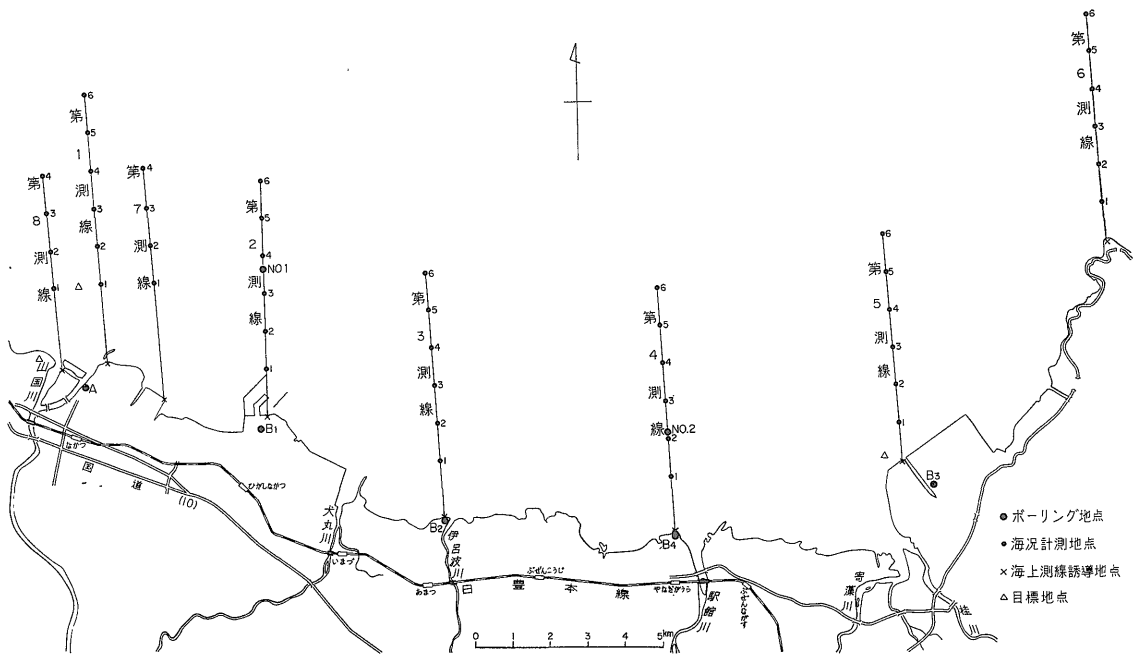
ハ) 計測地点の位置決定については、六分儀または陸上基地点よりの同時観測(2地点以上)などが考えられるが、いずれも陸上において三角測量および多角測量を実施して、海岸付近に新点造標などを必要とする。しかしこのための日数費用は全く見込めなかったため、陸上の既知点でトランシットを一定方向に向け、船の走向時間(巡行速度)を一定として測点間隔を決め、その間陸上および海上における既知点を利用して、その都度六分儀測定を併用し、位置決定をすることにした。

ニ) 海上作業を主とする調査研究は天候によってその仕事量が左右される。従って測線計画は、山国川河口付近に設定した第1測線より順次計測を開始することとし、最東端の第6測線完了後も日程に余裕があった場合は、山国川河口付近一帯に一層密な測線として第7・第8の測線と、駅館川河口付近の第4測線を挟む第9・第10の測線を計画しておいたが、第9・第10測線は未然に了った。

2.2 観測に先立つ基準点の設定

海況観測を実施するまでの準備としては、観測班より約3日先行して、現地を踏査し、ボーリング地点の確認と基準点の選定などについてもこれを実地で点検したうえ、決定することにした。一般的にいって、各基準点は海上の見通しが長い海岸線に選定されなければならないうえ、局地的には新規ボーリングの位置と関連させることも重要な条件であり、選点時における諸般の事情は次の通りであった。

第1測線 この基準点は、中津市角木で掘さくした150mボーリングA地点より北東方向に当たる海岸線に



第1図 周防灘中津地区測線配置図

設定した。

第2測線 基準点は田尻港のはづれに当たる海岸堤防に設置した。この付近にはボーリング No. B-1 地点がある。

第3測線 この基準点は伊呂波川河口の布津部地区の海岸に設定したもので、ボーリング No. B-2 地点とは20 m程度離れた地点であった。

第4測線 この基準点は駅館川河口神子山付近の堤防に設定した。ボーリング No. B-4 地点付近に当たり、駅館川を隔てて対岸は、長州港である。

第5測線 この基準点は豊後高田市の干拓された海岸地先に当たり、ボーリング No. B-3 地点の北西約 1 km の海岸堤防に設置された。

第6測線 豊後高田より国道 213号線を北北東に向け約 10 km 行った所にある真玉町小林の岬に基準点を設置した。ここは水深もかなりあるため、観測船の接岸の便が良い場所でもあった。

第7測線 中津市米山の海岸堤防の折点に基準点を選定した。これは第1測線から図上約 1 km 東側の処に当たる。

第8測線 この測線は第1測線より西側約 1 km に並ぶもので、しかも誘導しやすい地点を選定するため、漁港の灯台付近に基準点を設定した。

2.3 測線の方向

調査地域全体の広がりとその付近における磁針偏差(約 $4^{\circ}30'$)を勘案し、各測線とも基準点より磁北に向けて設定することにした。ただし、このうち第2測線については、磁北より 3° 東寄りに海上ボーリング No. 1 地点が設置されていたため、基点とボーリング地点を結ぶ線を測線とすることにした。

2.4 個々の観測点の位置決定

測線の基準点および方向は上述のようにして決定したが、同じ測線上の個々の観測点間隔がちょうど 1 km となるように次の予備テストを行なってみた。まず観測船を巡航速度で走らせ、その 1 km を進む時間を計ることとし、山国川河口堤防において、距離の判明している地点間で測定した結果、1 km を走航するのに 4分20秒程度であることが判った。そこで停船から起動して巡航速度(定速)に達するまでの時間をも多少加味することとして、観測点間の走行時間は 4分30秒とした。従って方向については陸上基地の指示(トランシーバーによる)、観測点間隔については走行時間によって決定した。なお、正確を期するため、各観測点に到着した際、海上および陸上の顕著な地物を目標に利用しての六分儀による方位の測定をも加え、補正の諸元とした。観測点のプロットに当たっては 1 / 50,000 地図を利用した。六分儀観測の

効果は、地図上に明確に記号で示された地物を利用した場合には、成績は比較的良好であったと判断される。

2.5 海況観測の範囲と位置決定の精度

海況調査は8本の測線に44の観測点を設置した面積約180 km²におよぶ範囲で行なわれた。このうち測線の誘導は陸上においてトランシットで行なったため、大きな誤差は考えられないが、測点間隔については船の巡航速度で決定したため、多少の誤差は止むを得なかった。また六分儀使用結果についても1/50,000図上では顕著な目標物は少なく、方位の計測結果も、1°以下の図上測定およびプロットは無理であった。(相原 記)

3. 中津～豊後高田地先水域における沿岸海況観測の成果

3.1 方法と観測器械

海況調査の方法 前章で詳説したとおり、海岸線に直角的な測線(第1～第6測線)をほぼ等間隔に設定し、さらに補足的に中津川河口沖に第7・第8測線を加えてのち、各測線沿いに観測船(5t級漁船を備上げて利用)を航行させ、約1kmごとに停船して、表面ならびに所定の深度まで各種の電気直読型計器を降下させ、原位置測定方式を採用した。観測の対象は水温と塩分のほか、

第1-a表 中津～豊後高田地先水域海洋観測データ(第1測線～第3測線)

D (m)	T (°C)	S (‰)	D (m)	T (°C)	S (‰)	D (m)	T (°C)	S (‰)	D (m)	T (°C)	S (‰)	D (m)	T (°C)	S (‰)	D (m)	T (°C)	S (‰)
1-1 October 3 Dep. 3.8 m 10 h 15			1-2 October 3 Dep. 9.9 m 11 h 00			1-3 October 3 Dep. 12 h 00			1-4 October 3 Dep. 12.5 m 12 h 45			1-5 October 3 Dep. 13.5 m 13 h 15			1-6 October 3 Dep. 13.6 m 13 h 45		
0	23.4	31.15	0	23.4	31.20	0	23.4	30.5	0	23.6	31.79	0	23.8	31.90	0	23.8	32.05
1	23.4	31.26	1	23.4	31.26	1	23.22	31.23	1	23.8	31.85	1	23.75	31.93	1	23.79	32.10
3	23.8	31.60	3	23.6	31.51	3	23.60	31.74	3	23.8	31.85	3	23.75	31.93	3	23.79	32.10
			6	24.0	31.85	6	23.81	31.91	6	23.8	31.85	6	23.75	32.00	6	23.79	32.10
			9	24.0	31.85	9	23.81	31.92	9	23.8	31.85	9	23.75	32.02	9	23.79	32.12
						12	23.81	31.96	12	23.8	31.85	12	23.75	32.03	12	23.79	32.12
2-1 October 4 Dep. 5.0 m 9 h 50			2-2 October 4 Dep. 9.5 m 10 h 10			2-3 October 4 Dep. 10.9 m 10 h 30			2-4 October 4 Dep. 12 m 11 h 00			2-5 October 4 Dep. 14.5 m 11 h 15			2-6 October 4 Dep. 15.6 m 11 h 45		
0	22.75	31.32	0	22.98	31.56	0	23.0	31.62	0	23.05	31.64	0	23.0	31.56	0	23.28	31.77
1	22.8	31.50	1	22.98	31.58	1	23.05	31.64	1	23.05	31.66	1	23.0	31.60	1	23.28	31.77
3	22.82	31.56	3	22.98	31.60	3	23.07	31.64	3	23.05	31.67	3	23.42	31.91	3	23.40	31.86
4.5	22.82	31.51	6	22.98	31.62	6	23.07	31.66	6	23.20	31.76	6	23.42	31.95	6	23.55	31.99
			9	22.98	31.64	9	23.07	31.67	9	23.50	31.98	9	23.50	31.95	9	23.55	32.02
									11	23.50	32.00	11	23.50	32.00	12	23.60	32.11
															15	23.62	32.16
3-1 October 5 Dep. 5 m 9 h 40			3-2 October 5 Dep. 7.1 m 10 h 15			3-3 October 5 Dep. 8.5 m 10 h 50			3-4 October 5 Dep. 11.5 m 11 h 10			3-5 October 5 Dep. 12 m 11 h 20			3-6 October 5 Dep. 13.1 m 11 h 45		
0	22.65	30.48	0	22.35	30.4	0	22.95	31.29	0	23.2	31.46	0	23.5	31.58	0	23.55	31.83
1	22.39	30.5	1	22.4	30.6	1	22.85	31.31	1	23.2	31.52	1	23.5	31.59	1	23.4	31.78
3	22.60	30.8	3	22.8	31.39	3	22.95	31.49	3	23.0	31.62	3	23.3	31.81	3	23.2	31.83
4.5	22.60	30.8	6	22.8	31.46	6	22.95	31.52	6	23.15	31.80	6	23.3	31.91	6	23.2	31.85
						8	22.95	31.52	8	23.15	31.80	8	23.3	31.97	8	23.35	32.04
									9	23.15	31.80	9	23.3	31.97	9	23.35	32.04
									11	23.15	31.80	11	23.3	32.00	12	23.50	32.10

第1-b表 同上 (第4測線~第6測線)

D (m)	T (°C)	S (%)	D (m)	T (°C)	S (%)	D (m)	T (°C)	S (%)	D (m)	T (°C)	S (%)	D (m)	T (°C)	S (%)	D (m)	T (°C)	S (%)
4-1 October 5 Dep. 3 m 13 h 40			4-2 October 5 Dep. 8.8 m 14 h 00			4-3 October 5 Dep. 11.2 m 14 h 15			4-4 October 5 Dep. 12.4 m 14 h 30			4-5 October 5 Dep. 13.2 m 14 h 55			4-6 October 5 Dep. 13.9 m 15 h 20		
0	24.65	31.56	0	24.4	31.09	0	24.05	30.4	0	24.85	30.5	0	24.95	31.56	0	24.0	31.28
1	24.20	31.59	1	23.9	31.14	1	23.55	30.6	1	23.85	31.36	1	24.00	31.52	1	23.35	31.33
2.5	24.00	31.73	3	23.5	31.54	3	23.65	31.67	3	23.65	31.62	3	23.25	31.56	3	23.10	31.65
			6	23.7	31.86	6	23.65	31.81	6	23.60	31.79	6	23.25	31.81	6	23.25	31.90
			8	23.7	31.94	9	23.65	31.92	9	23.60	32.01	9	23.55	32.18	9	23.55	32.34
						10.5	23.65	31.95	12	23.60	32.10	12	23.60	32.31	12	23.55	32.39
5-1 October 6 Dep. 10.3 m 9 h 50			5-2 October 6 Dep. 12.9 m 10 h 10			5-3 October 6 Dep. 13.8 m 10 h 30			5-4 October 6 Dep. 14.7 m 10 h 55			5-5 October 6 Dep. 15.5 m 11 h 20			5-6 October 6 Dep. 16.5 m 11 h 55		
0	23.8	31.82	0	23.25	30.4	0	23.8	31.70	0	23.9	31.73	0	23.8	31.66	0	24.2	31.77
1	23.85	31.81	1	23.2	30.6	1	23.7	31.70	1	23.8	31.74	1	23.65	31.66	1	23.9	31.77
3	23.7	31.81	3	23.6	31.74	3	23.5	31.71	3	23.45	31.75	3	23.4	31.70	3	23.5	31.77
6	23.6	31.86	6	23.6	31.79	6	23.4	31.71	6	23.4	31.76	6	23.6	32.05	6	23.5	31.95
9	23.8	32.02	9	23.8	32.14	9	23.75	32.18	9	23.7	32.15	9	23.6	32.13	9	23.65	32.17
10	23.8	32.04	12	23.8	32.15	12	23.75	32.18	12	23.7	32.24	12	23.7	32.26	12	23.65	32.20
						13	23.75	32.20	14	23.7	32.25	15	23.7	32.29	15	23.65	32.27
6-1 October 7 Dep. 13.4 m 11 h 15			6-2 October 7 Dep. 18.2 m 11 h 40			6-3 October 7 Dep. 22.5 m 12 h 10			6-4 October 7 Dep. 26.3 m 12 h 30			6-5 October 7 Dep. 26.8 m 13 h 10			6-6 October 7 Dep. 25.8 m 13 h 30		
0	23.55	31.71	0	23.55	32.07	0	23.45	32.25	0	23.5	32.30	0	23.55	32.27	0	23.6	32.37
1	23.50	31.75	1	23.50	32.10	1	23.45	32.27	1	23.5	32.30	1	23.55	32.29	1	23.55	32.37
3	23.45	32.02	3	23.40	32.28	3	23.40	32.27	3	23.45	32.34	3	23.55	32.30	3	23.55	32.41
6	23.45	32.16	6	23.40	32.35	6	23.40	32.33	6	23.45	32.35	6	23.55	32.52	6	23.4	32.54
9	23.35	32.27	9	23.40	32.42	9	23.40	32.38	9	23.40	32.46	9	23.40	32.61	9	23.4	32.57
12	23.35	32.31	12	23.40	32.46	12	23.40	32.48	12	23.40	32.55	12	23.40	32.62	12	23.35	32.65
13	23.35	32.32	15	23.40	32.47	15	23.40	32.53	15	23.35	32.63	15	23.40	32.63	15	23.35	32.65
			17	23.40	32.50	18	23.40	32.55	18	23.35	32.63	18	23.40	32.66	18	23.35	32.66
						21	23.40	32.56	21	23.35	32.66	21	23.40	32.66	21	23.35	32.70
									24	23.35	32.66	24	23.40	32.67	24	23.35	32.70
									25	23.35	32.65	26	23.40	32.67			

特定の箇所 (1-3, 4-5, 6-6) にて流向と流速を測り, また随時透明度の観測をも試み, 全データを第1~第3表に示した。

測定機器類 近年開発され, 高性能を誇る下記の電気直読方式の計器を使用した。

(イ)電気式塩分・水温計 (現場用塩分計 Model 1)

鶴見精機工作所㈱製品… { 感度0.05% S
" 0.1°C

(ロ)電気流向・流速計 (CM-2型)

東邦電探㈱製品… { 範囲 0.1 m ~ 3 m/sec
精度 0.05 m/sec

流向 0 ~ 360° (10° 目盛)

3.2 流向と流速

まず潮流については, 10月3日~10月8日までの荻田港の潮汐観測データ (第2図) を解析の規準とすることにした。荻田港は当海域から約 40 ~ 60 km の距離にあ

地質調査所月報 (第24巻 第1号)

第1-c表 同上 (第7, 第8測線)

D (m)	T (°C)	S (%)	D (m)	T (°C)	S (%)	D (m)	T (°C)	S (%)	D (m)	T (°C)	S (%)
7-1 October 8 Dep. 6.4 m 10 h 15			7-2 October 8 Dep. 8.4 m 10 h 35			7-3 October 8 Dep. 10.6 m 10 h 50			7-4 October 8 Dep. 11.5 m 11 h 10		
0	23.1	31.42	0	22.95	31.25	0	23.05	31.58	0	22.8	31.6
1	23.1	31.53	1	22.9	31.41	1	23.05	31.58	1	22.7	31.6
3	22.8	31.58	3	22.9	31.61	3	22.85	31.58	3	22.7	31.6
6	22.8	31.60	6	22.8	31.62	6	22.8	31.61	6	22.35	31.64
			8	22.8	31.67	9	23.0	31.76	9	22.8	32.0
						10	23.15	31.91	11	22.8	32.1
8-1 October 8 Dep. 3.8 m 14 h 30			8-2 October 8 Dep. 10.8 m 14 h 45			8-3 October 8 Dep. 13.7 m 15 h 05			8-4 October 8 Dep. 14.6 m 15 h 30		
0	23.0	31.54	0	22.8	31.65	0	22.9	31.60	0	23.0	31.61
1	22.95	31.59	1	22.8	31.67	1	22.9	31.62	1	23.0	31.61
2	22.95	31.60	3	22.75	31.67	3	22.85	31.63	3	23.0	31.61
3	22.90	31.60	6	22.6	31.73	6	22.80	31.68	6	22.85	31.67
3.8	22.90	31.60	9	22.65	31.86	9	22.85	32.11	9	23.0	32.28
			10	22.65	31.86	12	22.90	32.25	12	23.0	32.30
						13	22.90	32.25	14	23.0	32.32

第3-a表 周防灘底質の土質物理試験

試料番号 採取深度	1-3	1-4	1-5	1-6	2-2	2-3
視察 { 色 視察による名称	青灰 粘土	青灰 粘土	青灰 粘土	青灰 粘土	青灰 粘土	青灰 粘土
礫分 (%)	0	0	0	0	0	0
砂分 (%)	34	31	21	22	24	19
粒度 シルト分 (%)	22	28	28	31	22	28
粘土分 (%)	44	41	51	47	54	53
試験 最大径 (mm)	0.84	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
60%径 (mm)	0.031	0.027	0.0082	0.0145	0.0082	0.0085
10%径 (mm)	—	—	—	—	—	—
均等係数	—	—	—	—	—	—
粒度による土の分類	粘土	粘土	粘土	粘土	粘土	粘土
稠度試験	液性限界 (%)					
	塑性限界 (%)					
	塑性指数					
	流動指数					
比重	2.65	2.67	2.65	2.67	2.64	2.68

第2表 微粒子および中粒砂の各採取点における分布 (%)

地点名	0.42~0.25(%)		地点名	0.42~0.25(%)	
	(%)	<0.074		(%)	<0.074
1-3	9.6	66.0	5-3	5.8	72.3
1-4	6.9	69.3	5-4	6.9	74.1
1-5	6.0	79.0	5-5	5.7	68.8
1-6	4.8	78.3	5-6	9.6	73.3
2-2	6.9	76.1	6-1	7.3	76.8
2-3	5.8	81.0	6-2	11.1	73.0
2-4	4.5	85.3	6-3	5.8	71.3
2-5	6.3	75.9	6-4	6.9	68.2
2-6	11.3	58.1	6-5	7.8	73.1
3-4	8.8	48.0	6-6	4.9	83.3
3-6	11.7	48.0	7-1	11.4	58.3
4-2	20.2	17.3	7-3	7.8	67.0
4-3	5.8	69.1	7-4	5.6	82.8
4-4	6.0	83.2	8-2	4.7	83.0
4-5	5.1	83.0	8-3	6.7	75.2
4-6	7.4	72.6	8-4	10.9	74.1
5-1	5.2	82.3	A	39.8	0.9
5-2	6.9	73.0	B	17.6	1.1

半日潮が支配的であることが判る。第3図に示すような代表的な潮時(干・満・満~干)についての観測データを説明してみよう。

まず1-3地点のデータは、満潮から干潮にかけてのほぼ中間帯の記録であり、4-5地点の観測データは干潮時に接近した時の状況であり、6-6地点の測流記録はほぼ満潮時に近い時の代表例と考えてさしつかえない。

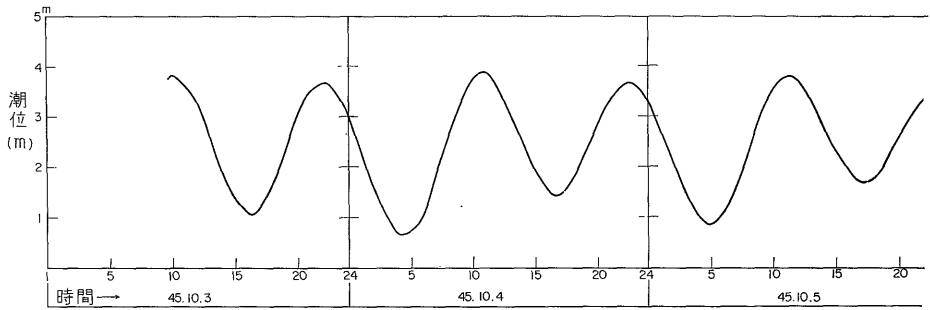
当地では満潮の際は大体東から西に流れ、一方干潮に近づく場合には、西から東への流れが卓越する。最大流速でも、0.33 m/sec(≒ 1 km/h)で、比較的動かない場合でも、0.1 m/sec(≒ 0.36 km/h)ぐらいが計測された。したがってこれらのデータから海底を海水が掃走する際の営力が、おおよそ見当がつくはずである。

なお本格的な透明度の測定は行なわなかったけれども、全期間(10月上旬)を通じて3~3.5mぐらいしか記録せず、まことに汚濁の程度が著しかったのに一驚した。瀬戸内海の西域でもこの程度とすると、潮流による水の入替りはまことに緩慢であることが、将来問題化するであろう。観測期間中、作業船の船頭は“赤潮”のせいだと嘆じていたが、秋頃の海況で“赤潮”の発生は不自然であり、おそらく沿岸の工場群もしくは都市から有機物質が流れ出して来て、動物性のプランクトンの異常

るが、余り甚だしい誤差はないものと想定した。本格的潮汐の調和分析こそ行なわなかったが、この図を見れば

(第1~第4測線) 実施者…武蔵工業大学 神山助教授

2-4	2-5	2-6	3-4	3-6	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6
青 灰	青 灰	青 灰	青 灰	青 灰	青 灰	青 灰	青 灰	青 灰	青 灰
粘 土	粘 土	粘 土	砂質粘土	砂質粘土	砂	粘 土	粘 土	粘 土	粘 土
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	24	42	52	52	83	31	17	17	27
31	35	20	22	22	10	24	30	41	25
54	41	38	26	26	7	45	53	42	48
0.42	0.42	0.42	0.84	0.42	0.84	0.42	0.42	0.42	0.42
0.0077	0.021	0.073	0.10	0.090	0.18	0.024	0.0090	0.012	0.021
—	—	—	—	—	0.019	—	—	—	—
—	—	—	—	—	95	—	—	—	—
粘 土	粘 土	粘 土	砂質粘土 ローム	砂質粘土 ローム	砂	粘 土	粘 土	粘 土	粘 土
2.67	2.66	2.68	2.69	2.68	2.71	2.65	2.67	2.65	2.67



運輸省第4港湾
第2図 検 潮

第3-b表 周防灘底質の土質物理試験

試料採取番号	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6	6-1	6-2
視察	青灰粘土	青灰粘土	青灰粘土	青灰粘土	青灰粘土	青灰粘土	青灰粘土	青灰粘土
粒度試験	礫分 (%)	0	0	0	0	0	0	0
	砂分 (%)	18	27	28	26	31	27	27
	シルト分 (%)	43	23	28	31	32	32	30
	粘土分 (%)	39	50	44	43	37	41	51
	最大径 (mm)	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
	60%径 (mm)	0.021	0.014	0.022	0.019	0.031	0.025	0.0125
	10%径 (mm)	—	—	—	—	—	—	—
稠度試験	均等係数	—	—	—	—	—	—	—
	粒度による土の分類	粘土	粘土	粘土	粘土	粘土	粘土	粘土
	液性限界 (%)	—	—	—	—	—	—	—
	塑性限界 (%)	—	—	—	—	—	—	—
比	流動指数	—	—	—	—	—	—	—
	重	2.67	2.65	2.66	2.66	2.67	2.67	2.67

発生を呈示しているのではないかと推定された。

3.3 水 温^{注1)}

10月上旬の観測であったから、ちょうど夜間の冷気が海面を冷やすために、海水温は連日熱を奪われるので、下降流の卓越する時候に当たる。したがって上下の混合が活発であり、表面から海底までの温度較差がなくなって来る。この状況は第6測線の水溫観測断面図によく現われている(第4図f)。したがって夏季には発達していたと考えられる水の成層状態は、完全に消失していた。

水平分布図(第5図a~e)を見ると、沖合がやや高温

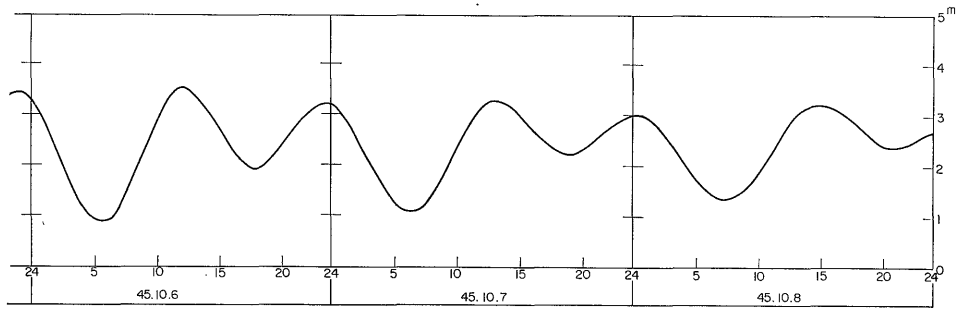
注1) 当地区は干満の差が4mにも達し、観測データはその観測時刻における潮位にしたがって修正しなければ、図に画けないので、便宜上水温・塩分とも最低潮位(年間)より+1mのところに基準をとることにした。

で、陸寄りが比較的に低温であることが一般的である。この分布は潮流に従って水塊が東行西移することを物語っており、局部的変化としては、ただ、山国川河口地先に幾分暖かい水が残留していることが看取できるのみである。

3.4 塩 分

一般に塩分の分布は水の水平拡散を鋭敏に反映するものであるが、内海であるだけに、外海の水(黒潮系)の侵入を物語る34%級の塩分を呈示した箇所は、どこにも見られなかった。

表層水の塩分は沖合に高く(>32%)、他方長洲・布津部地先4kmの中間帯に、やや低鹹(30%台)な水塊の漂うのが看取された(第6図a)。



建設局 苅田港
記 録

(第5～第8測線) 実施者…武蔵工業大学 神山助教授

6-3	6-4	6-5	6-6	7-1	7-3	7-4	8-2	8-3	8-4
青 灰	青 灰	青 灰	青 灰	青 灰	青 灰	青 灰	青 灰	青 灰	青 灰
粘 土	粘 土	粘 土	粘 土	粘 土	粘 土	粘 土	粘 土	粘 土	粘 土
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	32	27	17	42	33	17	17	25	26
18	25	29	32	20	25	34	25	31	22
53	43	44	51	38	42	49	58	44	52
0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
0.020	0.032	0.021	0.0086	0.076	0.029	0.012	0.0063	0.020	0.014
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
粘 土	粘 土	粘 土	粘 土	粘 土	粘 土	粘 土	粘 土	粘 土	粘 土
2.65	2.64	2.65	2.67	2.69	2.67	2.67	2.65	2.64	2.67

中層(深度4~6m)ではこの低鹹水は消去り(第6図b)底層(深度9~12m)はどこでも比較的高鹹(>32%)を示し(第6図f),しかも陸水の影響は皆無となり,瀬戸内海個有の水塊が卓越していることが明らかである。なお山国川河口地先では表~中層まで河水の影響が認められ,水温と相呼応する。

塩分の垂直分布図では, S = 31.75%の等鹹線を指標に採ると,第4測線(長洲地先)では水平になるが,その西方の各測線では底層に沖の鹹水が楔状に進入しているのが看取され,一方この第4測線より東方の測線断面では,豊予海峡が近くなるためであろうか,外海よりの影響が微かに認められた。(金井 記)

4. 周防灘沿岸の底質分布

4.1 採泥器について

借上げた小舟艇上において,電気計器により塩分・水温・流速・流向などの海況観測が行なわれている傍らで,底質(海底堆積試料)を採取して,その沈積状況を探る作業が行なわれた。この底質採取に当たっては,新たに「山口式油圧採泥機」が購入されたので,周防灘の調査に先立って,下田湾に運んで実験を行なってみたところ,採取方法に若干の問題が残されたままであった。しかも周防灘地区においては,漁業組合との接渉の過程において比較的大がかりなこの種の機械で,海底を荒ら

第3図 流向・流速測定結果

1—3 地点 [10月3日 12 h 20 mi] 満～干中間			4—5 地点 [10月5日 15 h 10 mi] 干潮に近い			6—6 地点 [10月7日 13 h 45 mi] 満潮頃		
深度 (m)	流速 (m/sec)	流 向 (0°=N)	深度 (m)	流速 (m/sec)	流 向 (0°=N)	深度 (m)	流速 (m/sec)	流 向 (0°=N)
0	0.3~0.25	98°	0	0	0°	0		
3	0.28	96°	2	0.14	51°	1	0.1	340°
(5)			3	0.19	80°	3	0.1	100°
6	0.26	109°	6	0.15	92°	6	0.33	112°
9	0.23	104°	9	0.20	86°	9	0.17	147°
(10)			(10)			(10)		
11.4	0.18	116°				12	0	0°
(15)			(15)			15	0.1	120°
(20)			(20)			18	0.16	165°
						(20)		
						21	0.15	140°
						24	0.1	80°
						(25)		

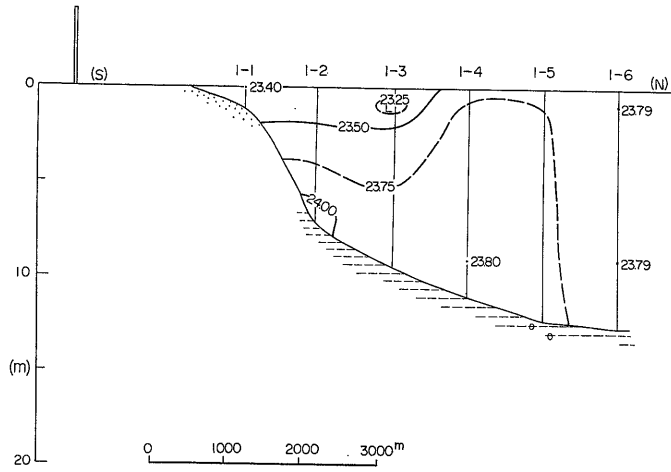
すのは遠慮されたいとの忠告もあったため、油圧採泥機の使用は断念せざるを得なかった。そこで投込式(岩宮式)採泥器により、底質の採取を実施することにした。

この採泥器は割合原始的なもので、採泥器の自重(約2kg)によって海底面に突きささり、引揚げる時に一応内蔵された弁が閉じ、入った試料が採取できる仕組みになっている。しかし例えば海底面が砂の場合にはほとんど採取は不能であった。すなわち採取できる条件とし

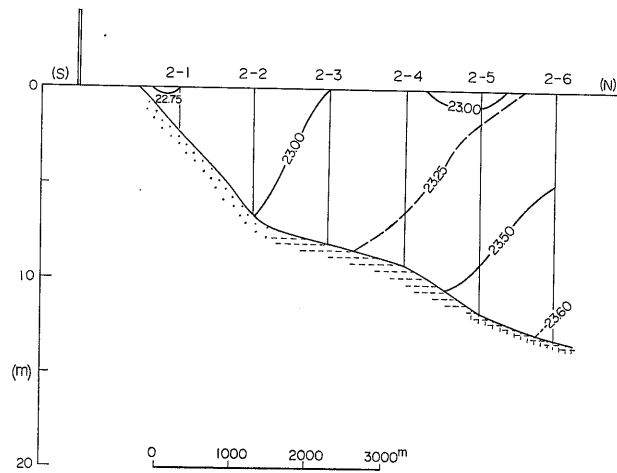
ては、海底面が非常に軟弱で、しかも粘土・シルト(ヘドロを含む)質のものでないといけなことが判明したため、かえてこれが海底面下の砂とヘドロを区分する目安ともなった。

4.2 海底試料採取の結果から判定された底質分布境界線

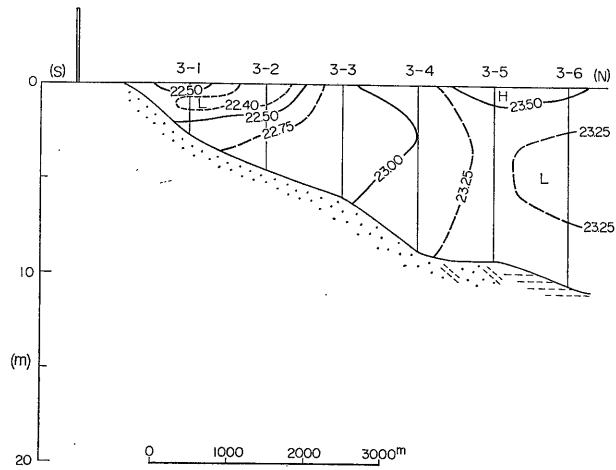
調査水域の海面は前述のように潮位の差が3~4mもあり、従って干潮時には水際線より沖合約1km以上が



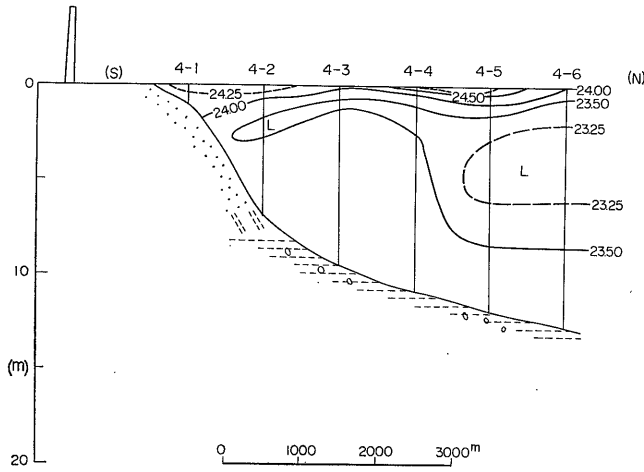
第4-a図 第1測線の温度(°C)垂直分布図



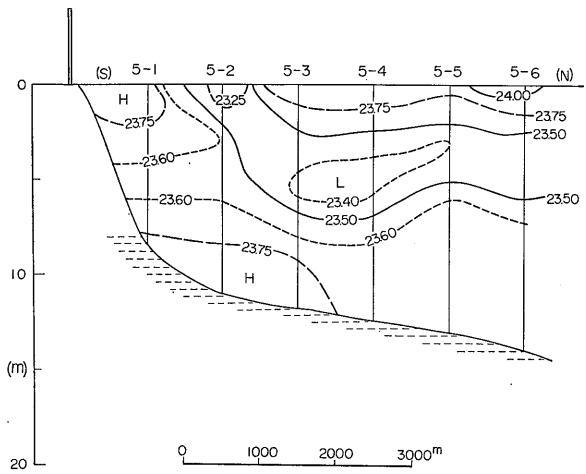
第4-b図 第2測線の温度(°C)垂直分布図



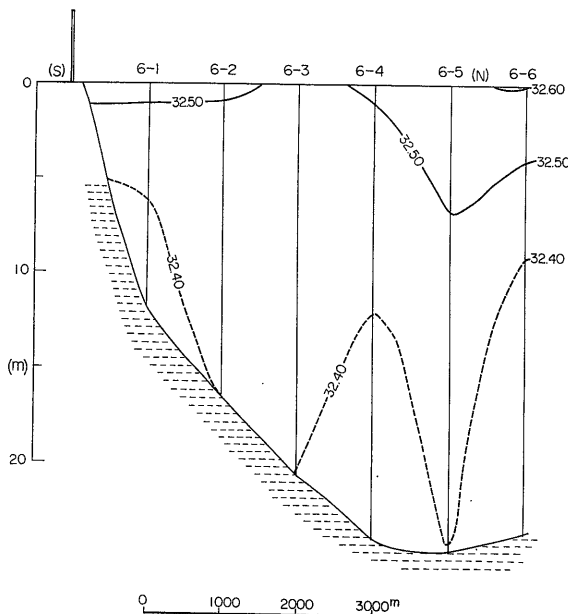
第4-c図 第3測線の温度(°C)垂直分布図



第 4-d 図 第 4 測線
の温度 (°C) 垂直分
布図

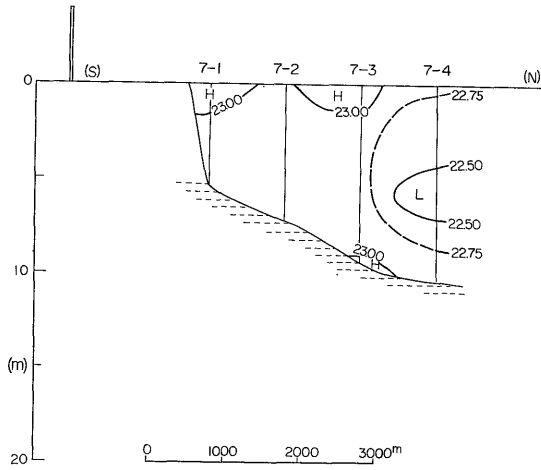


第 4-e 図 第 5 測線
の温度 (°C) 垂直分
布図

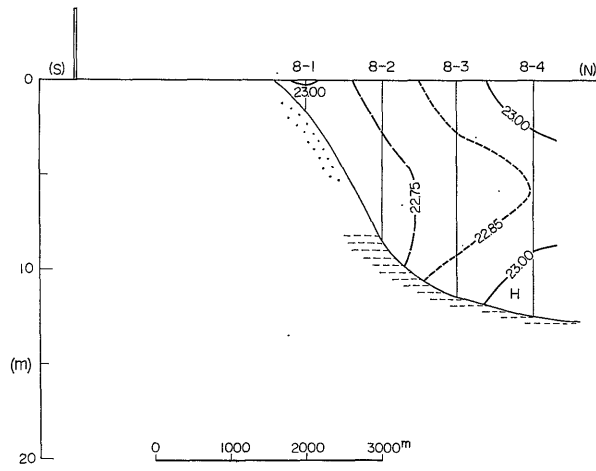


第 4-f 図 第 6 測線
の温度 (°C) 垂直分
布図

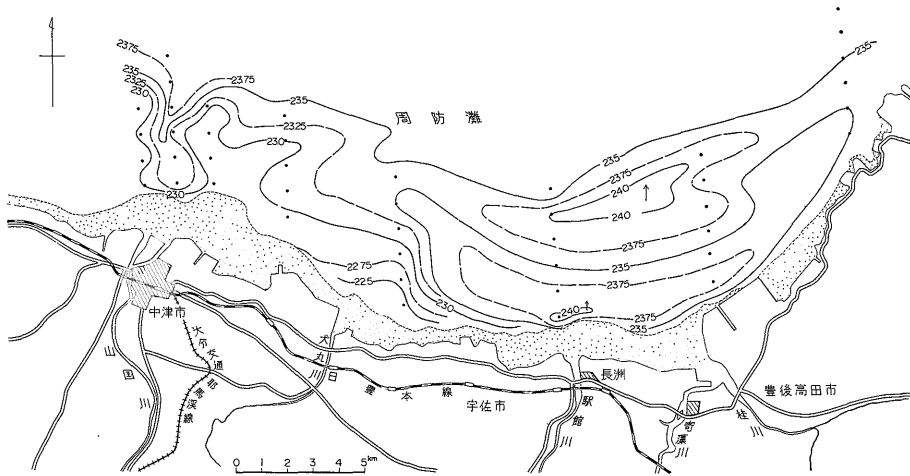
本図中 32.60=23.60, 32.50=23.50,
32.40=23.40の誤まりにつき訂正.



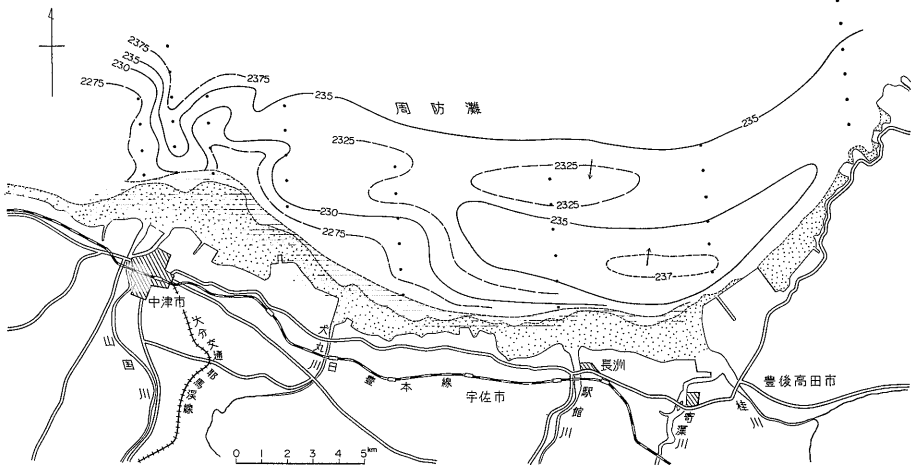
第4-g図 第7測線の温度
(°C) 垂直分布図



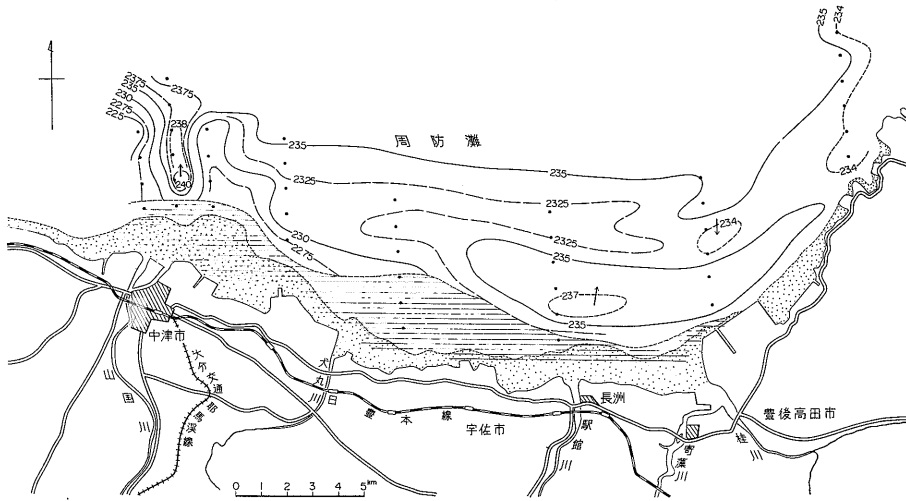
第4-h図 第8測線の温度(°C) 垂直分布図



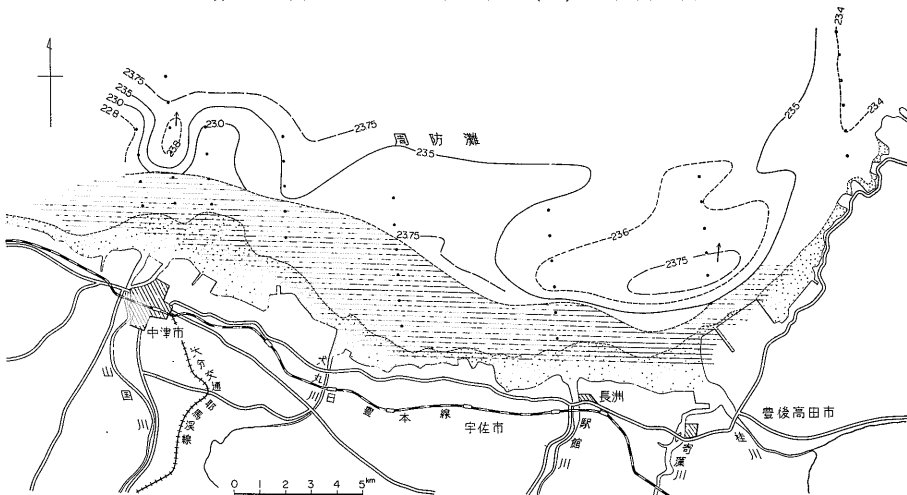
第5-a図 -1 mにおける水温(°C)の水平分布図



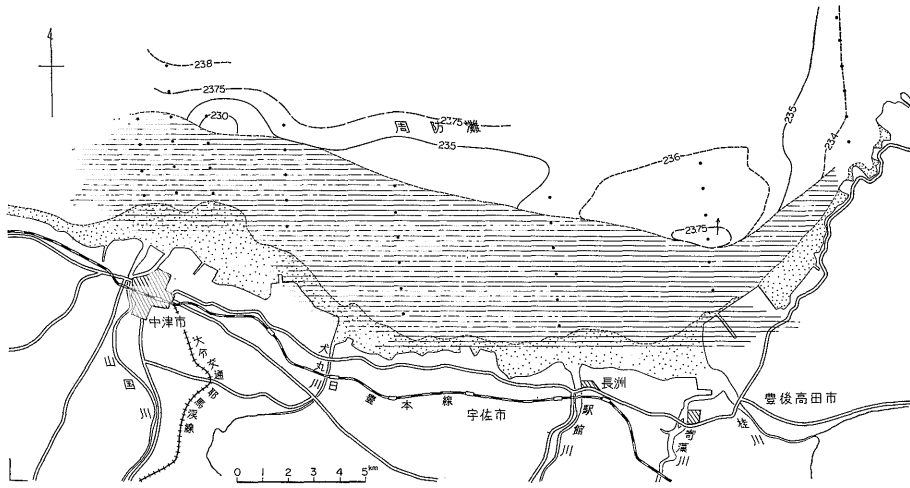
第 5-b 図 - 3 m における水温 (°C) の水平分布図



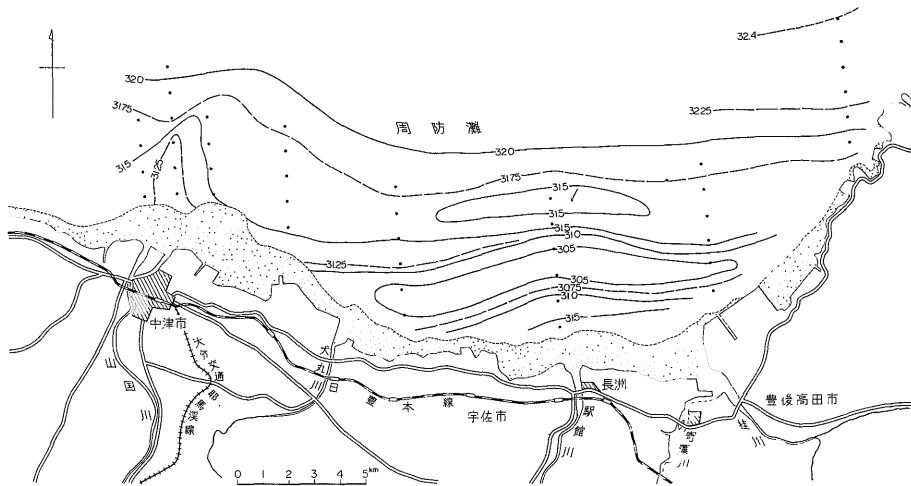
第 5-c 図 - 6 m における水温 (°C) の水平分布図



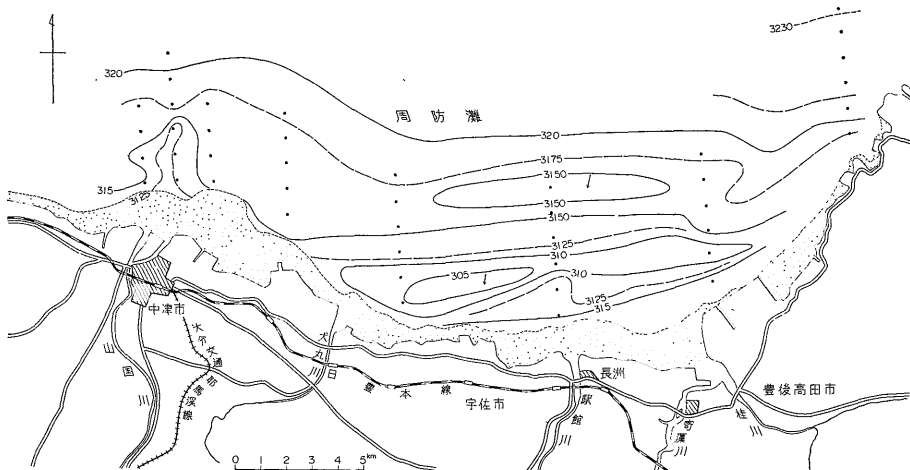
第 5-d 図 - 9 m における水温 (°C) の水平分布図



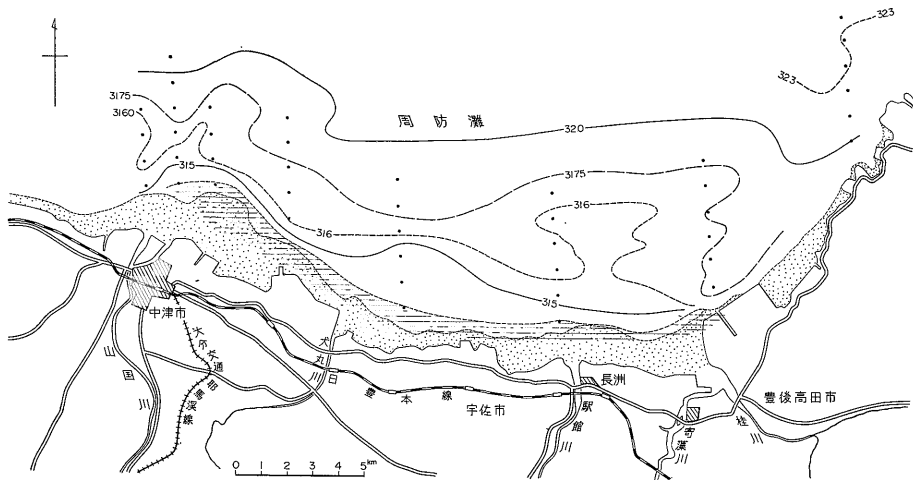
第5-c図 -12mにおける水温(°C)の水平分布図



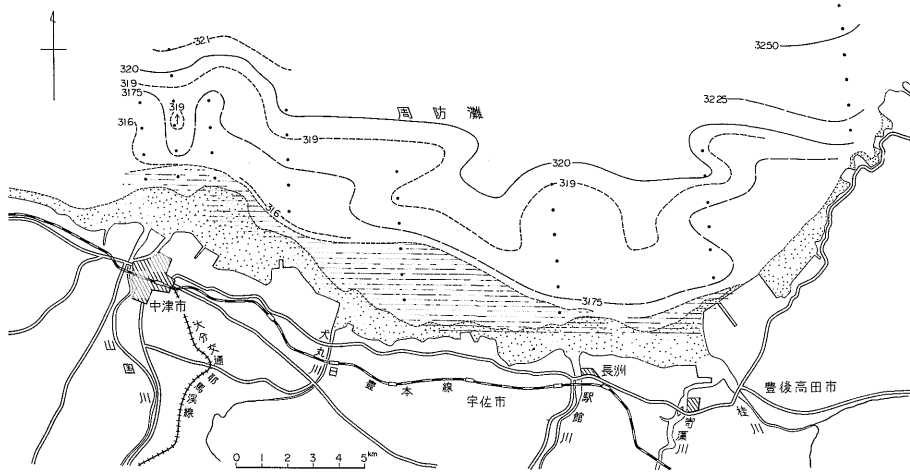
第6-a図 表面における塩分(S=‰)の水平分布図



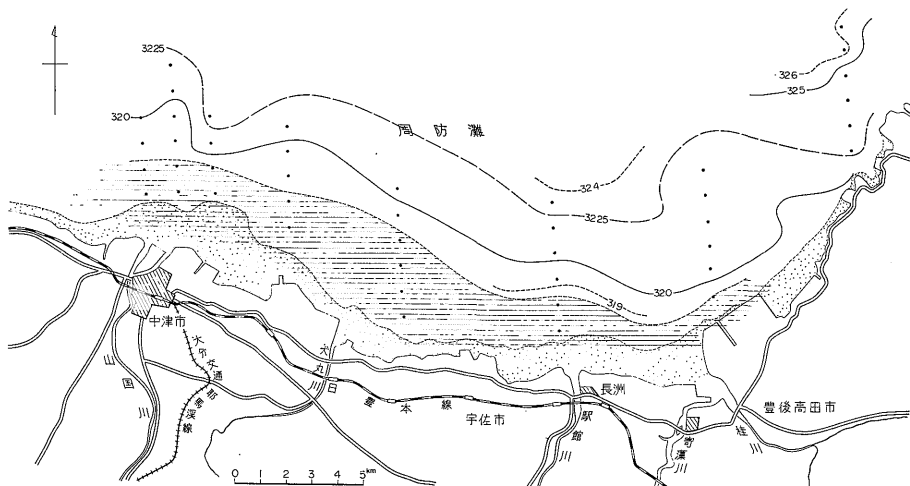
第6-b図 -1mにおける塩分(S=‰)の水平分布図



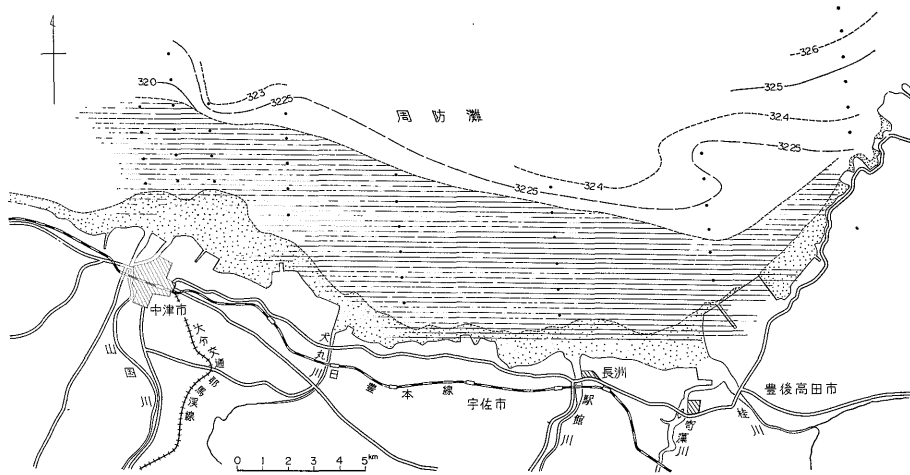
第6-c図 - 3 mにおける塩分 (S=%) の水平分布図



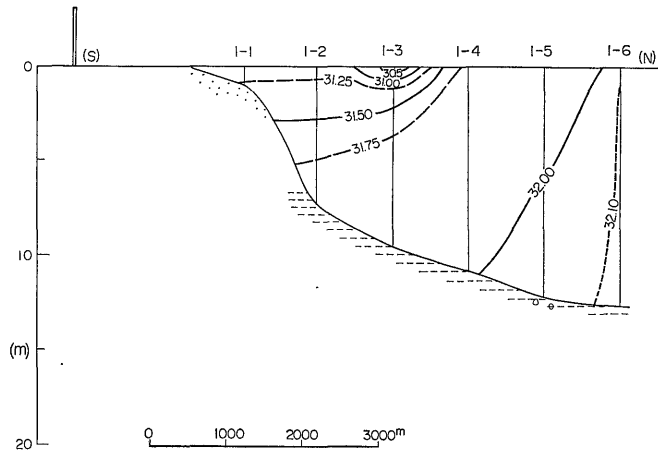
第6-d図 - 6 mにおける塩分 (S=%) の水平分布図



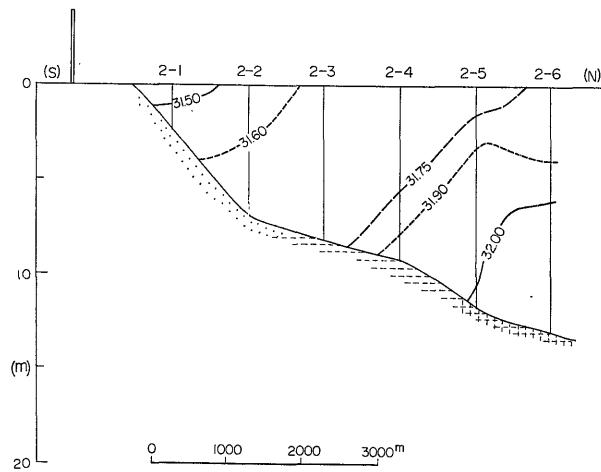
第6-e図 - 9 mにおける塩分 (S=%) の水平分布図



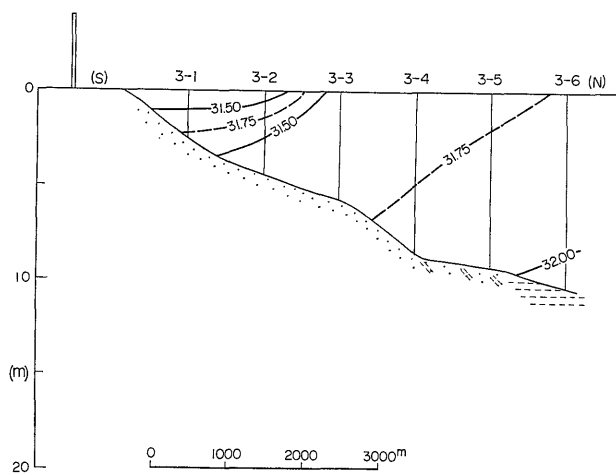
第 6-f 図 -12m における塩分 (S=‰) の水平分布図



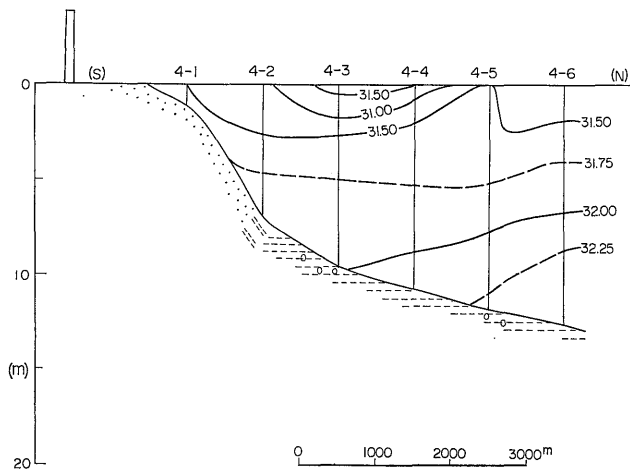
第 7-a 図 第 1 測線の塩分 (S=‰) の垂直分布図



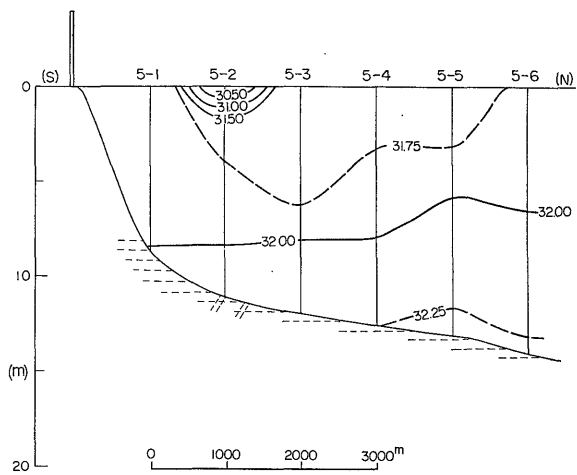
第 7-b 図 第 2 測線の塩分 (S=‰) の垂直分布図



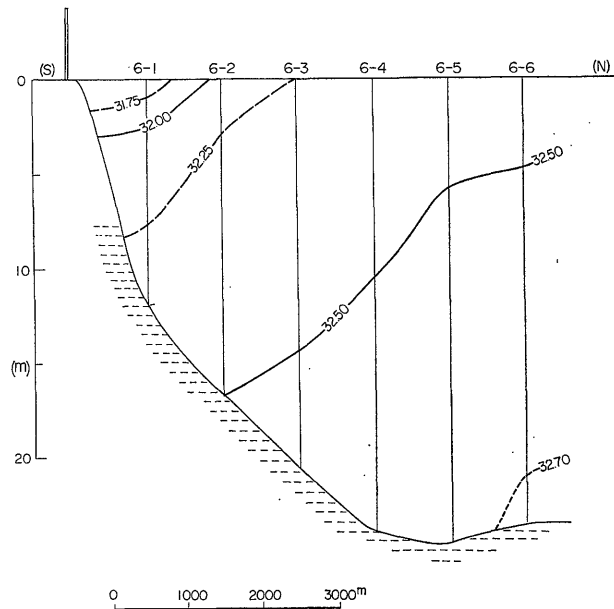
第 7 - c 図 第 3 測線の塩分 (S = ‰) の垂直分布図



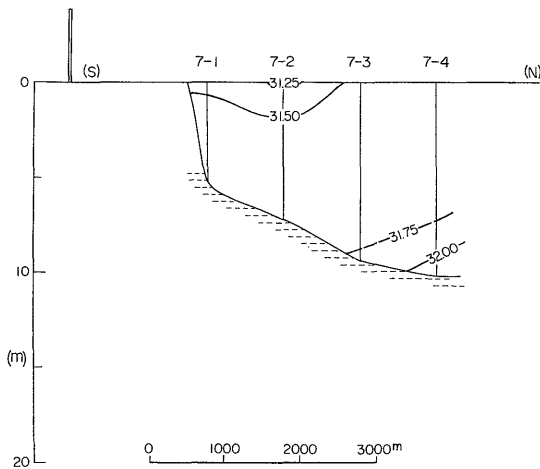
第 7 - d 図 第 4 測線の塩分 (S = ‰) の垂直分布図



第 7 - e 図 第 5 測線の塩分 (S = ‰) の垂直分布図



第7-f図 第6測線の塩分 (S=‰) の垂直分布図



第7-g図 第7測線の塩分 (S=‰) の垂直分布図

干潟 (tidal flat) として干上がる。もちろん海底面は肉眼でも確認しえたが、すべて砂質の地盤であった。次に各計測地点ごとに岩宮式採泥器で、底質の採取できなかった地点と採取できた地点を地図にプロットしてのち、両者を区分する線を結ぶことによって、海底面が砂質から粘土・シルト (ヘドロ) に変化した境界が一応曲線の形で示された (第8図)。すなわち図上に明示されたこの曲線より海岸寄りのベルトが砂質地盤であり、この曲線より沖合に向かう海底には軟弱な泥土 (ヘドロ) が堆積していることが確認された。従って造成などに当たって

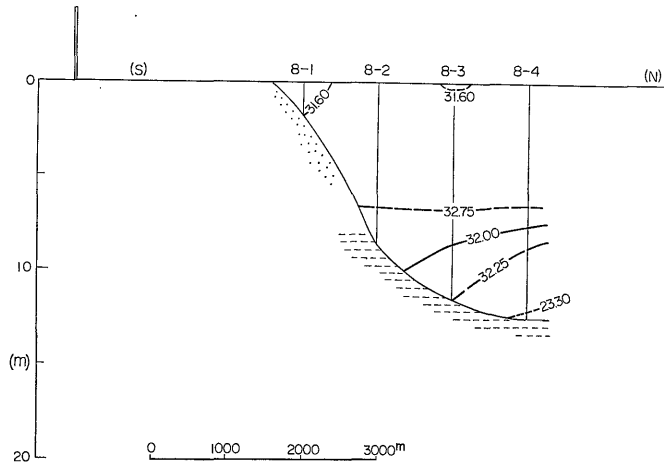
は、とくに砂質の発達が顕著である山国川河口一帯および犬丸川河口一帯が比較的良好な地盤と判定される。しかし豊後高田から北東方は、この線が陸地に接近するから、埋立に好適な地盤の幅ははるかに狭くなり、局限されているのがわかる。

4.3 微粒子および中粒砂と水塊の移動との相関

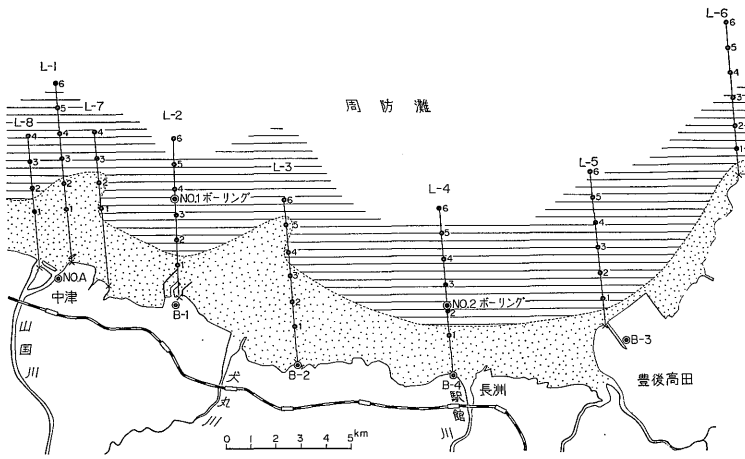
底質の土質試験結果のうち粒度分析値に着目し、粒径の 0.074 mm より微小な粒子総和 (シルト・粘土径に当たる) の百分率と中粒砂 (0.47 ~ 0.25 mm) の百分率とを抽出して、地図にプロットして分布図を作成した。

微細粒子 (0.074 mm 以下) の分布図は、前記の砂泥境界線で示される境界の性格を、さらに一層拡大して示すものと見なしうる。豊後高田から北東方にかけては、砂泥境界は非常に鋭いことが判るが、西方に移るにしたがい、この境界はだんだんぼけてくるのが看取できる。60%等値線を見ると河川水が吐出した影響がよく現われており、とくに犬丸川の押し出しの効果がかなり明瞭に呈示されているのが看取できよう。

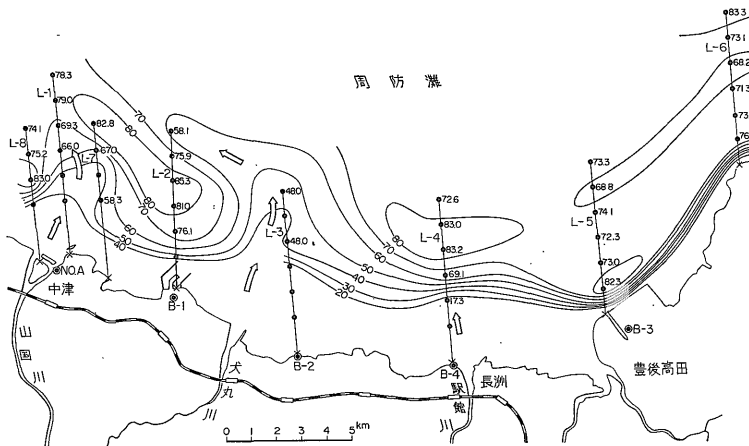
中粒砂は、この水域の潮流の速度 (0.10 ~ 0.33 m/sec) では、運搬されるか、または洗掘されるかの限界値である。中粒砂の分布図 (第10図) で、鞍部 (crest) に当たる線が水の動いた方向を指示するものと解釈してさしつかえないから、その線を辿ると、大体において水際線に並行していることが判る。しかしながら山国川の沖と駅館川の沖の折れ曲りらしいものが現われており、この辺



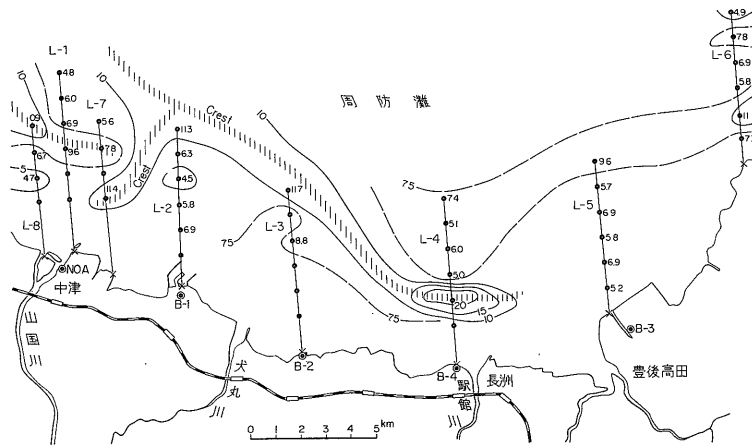
第 7-h 図 第 8 測線の塩分 (S=%) の垂直分布図



第 8 図 砂泥境界線



第 9 図 微粒子 (粒径0.074mm以下) の分布率 (単位%)



第10図 中粒砂 (粒径0.25~0.42mm) の分布率 (単位%)

りの流線の複雑な屈折点が想定される。

(相原 記)

5. 周防灘沿岸の底質のX線回折の成果

5.1 まえがき…底質の鉱物組成

中津市から豊後高田市にかけ、沿岸海域の底質の鉱物組成を精密に調査した成果の概要をまとめてみた。この調査の研究目的を述べると、海況観測と結び付けて、沿岸での堆積物の移動の状況を知ってのち、さらに埋立擁壁・突堤など海工の設計に役立てるとともに、また底質の材料的吟味にも着目して、埋立地造成計画において、その堆積物の性格がそのまま利用しうるか否かの判定基礎資料たらしめようと意図したものである。そこでとくに上記地区で採集した試料について、帰庁後実験室内においてX線回折試験を実施し、その結果を中心として意見を述べ、若干の考察を加えてみた。

5.2 試料採集の方法

第2章で述べたように8本の磁北指向の測線上の1 kmごとに1点ずつ、海況観測と同時に岩宮式採泥器で採取した底質を2分して、1つは土質試験用に、他を鉱物同定用とした。各採取地点の水深は大体-5 mから-16 mで、最も深い所で-26 mである。これらの測線は第8図に示す通りで、採取試料の合計は38個である。ただ砂質の箇所は採れなかった。

陸上に据付けられたトランシットを磁北に向け、その線上を1 km進むのに必要とする時間だけ観測船を航走させて、位置を定める方法は、相当の誤差を見込まなければならぬけれども、今回の調査結果では底質に有意の鉱物組成変化は認められず、このような採取点決定法

でも、何ら支障はなかった。

5.3 X線回折の方法および結果

採集された試料はいずれも暗灰色のシルトであった。これに水樋などの処理を一切行わずに、自然状態で乾燥させてのち、適量を瑪瑙の乳鉢に取って、粉末とし、アルコールでスライドガラスに塗布したものを、X線回折テスト用の試料とした。

この試料について、理学電機製「X線回折装置」を用いて、Cu ターゲット、30 kV、15 mA、Ni フィルター、Time const. 4 の条件で、回折を行なった。

この結果として、石英・ α -クリストバライト・長石そして2.83 Åの反射を示す未同定鉱物の4種類の鉱物が確認され、粘土鉱物はまったく見られなかった。この実験結果を一覧表(第4表)として示し、回折像の代表例(L4-6)を第11図に掲げておいた。どの地点でも鉱物分布には著しい違いは見られないが、気をつくこととしては、山国川・伊呂波川に近いL1・L2・L3・L7の各測線に、2.38 Å 鉱物の見られない地点が多かったことである。

5.4 考 察

以上の結果について、運搬物の海底への堆積、後背地の地質との関係などを考察してみた。

まず第一に、本地域では今回調査した汀線より沖合6 km程度までの所では、ほとんど粘土鉱物は堆積しないということである。この事実は埋立て工事には有利な条件といえるであろう。一般的にいて、粘土の海底への堆積は、海潮流の強い所では、相当沖合いとなっている。例えば美保湾・隠岐南東海域における海底堆積物(丸山修司, 1970)の調査結果によれば、岸から約20 km,

第4表 底質の鉱物組成

試料採 集地点	X線回折強度			
	石英	α-クリスト トバライト	長石	2.83Å 鉱物
L 1—(2)	1.5	1.0	1.5	0.5
(3)	1.5	1.0	4.0	1.0
(4)	1.5	0.5	3.0	—
(5)	1.5	0.5	—	2.0
(6)	3.5	1.0	1.5	2.0
L 2—(2)	2.5	1.5	1.5	1.0
(3)	2.5	1.5	1.0	3.0
(4)	3.0	1.0	1.5	1.5
(5)	1.0	1.0	1.0	—
(6)	1.5	2.0	2.0	—
L 3—(1)	3.0	2.0	3.0	—
(2)	2.0	0.5	3.0	—
(4)	—	0.5	4.0	2.0
(6)	2.0	2.5	6.5	2.5
L 4—(2)	1.0	1.0	2.5	1.0
(3)	4.0	1.5	4.0	1.5
(4)	1.5	1.5	3.5	2.0
(5)	2.0	1.0	1.0	2.5
(6)	4.0	1.0	1.5	3.0
L 5—(1)	3.0	2.5	3.0	2.0
(2)	3.0	1.5	1.5	1.5
(3)	2.5	1.0	0.5	3.0
(4)	2.5	1.5	1.0	3.0
(5)	2.5	0.5	1.0	2.0
(6)	3.0	1.0	0.5	2.0
L 6—(1)	3.0	2.0	2.0	1.5
(2)	2.0	1.5	2.0	3.5
(3)	3.0	1.5	2.0	2.5
(4)	3.0	2.0	1.5	1.5
(5)	2.5	1.5	2.5	2.5
(6)	2.5	1.5	1.5	3.0
L 7—(1)	2.5	2.0	4.5	1.0
(2)	1.5	2.0	4.0	0.5
(3)	3.0	2.0	3.0	1.5
(4)	2.0	1.5	2.0	1.0
L 8—(2)	2.5	1.0	1.0	3.0
(3)	1.5	1.0	1.5	1.5
(4)	2.0	1.0	1.5	1.5

水深約100mの地点で、泥土分は約0.5%であり、沿岸では泥土はほとんど堆積していないという。

次に本海域において底質がほとんど一定の鉱物組成を

示す理由は、調査範囲が狭かったために、海流による運搬淘汰がきわめてわずかで、そのうえ後背地の地質を留意すれば、山国川の上流が耶馬溪層で、また駅館川の上流が耶馬溪熔岩で占められ、いずれも角閃石安山岩質の火山岩であり、供給される物質がほとんど同一であったためであろう。(高島 記)

6. 総括…地先水域埋立に関する地域的制約

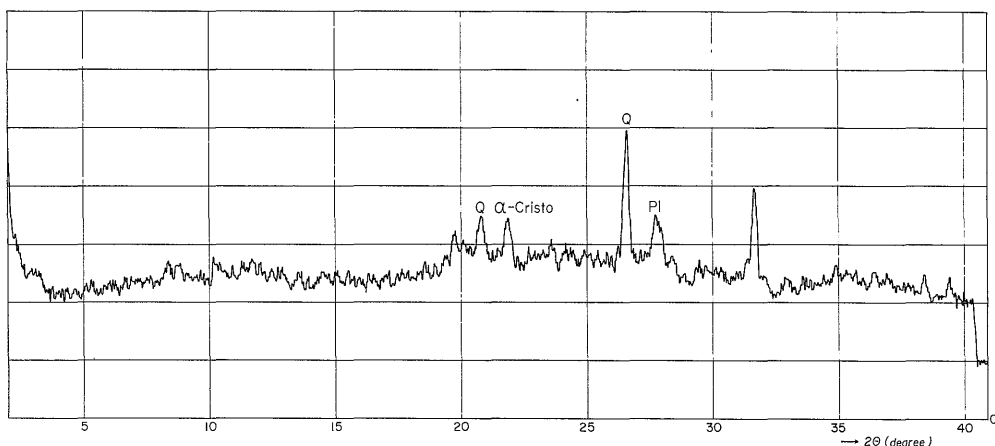
周防灘の南岸沿いに、中津(山国川河口)から豊後高田(国東半島西限)にかけて、沿岸浅海域を埋立てて、工業用地を造成しようというマスタープランに対し、果して有利な自然条件に恵まれているか、それとも、住民感情とか漁業補償などの政治問題以外で、現時点における科学技術の水準からみて、打開・克服がとうてい至難または不利と予想されるような悪条件が潜在するか、こういった面を抽出できると確信して、4人のメンバーが相協力しつつ、最新の測器類を馳使する海洋地質学の立場をとって、現地調査研究に従事した。

海況の観測からは、瀬戸内海の各地なみに、潮位差(満潮位と干潮位との較差)が3~4mという著しさであるのに、この対象区域における潮流の速さは意外に緩やか(最高1km/時)であり、しかも干潮時に向かっては東方に、満潮時に向かっては西方に流れ、掃流當力は必ずしも大きくないと判定され、また水温・塩分の精密測定データを検討した限りでは、当区域は直接に河川から影響される比率が軽微であることも判った。ただ予想外であったのは、透明度が3.5m(最大値)という低い値を示したことで、しかも秋冷の候にもかかわらず、“赤潮”がこの区域一帯に発生していたのを目撃したことである。この区域は豊予海峡からは100km^{注2)}、下関海峡からは60km^{注3)}隔てられており、“赤潮”の異常発生の原因となる有機系工場排水の源は、多分徳山~宇部方面の工業地帯であろうと思われるが、まだほとんど工場が立地していないこの区域が、すでに他区域からの水質汚濁の前触れを被っている事実を突きとめ、海水の交替能力がこの辺りでさえ、すでに限界にきていることを物語っていると判断することができた。

底質のサンプリングを通じて判明した事実を列挙しよう。まず砂泥境界線(この線より沖合は泥土が溜まり、陸側は砂質の海底である)は水際線から平均2.5kmの辺りに存在するが、詳しくいうと、豊後高田から北東にかけては陸側に迫って、砂堆ベルトの幅は1kmぐらいとなるのに対し、一方西寄りの犬丸川河口および山国川

注2) 鳴門海峡から水島までの距離に等しい。

注3) 紀淡海峡から堺までの距離に等しい。



採取地点：第4測線第6地点 Q：石英 Pl：長石 α-Cristo：アルファクリストパライト

第11図 周防灘南部浅海部の底質のX線回折像の例

河口の沖合では、砂堆ベルトの幅は、4～5 km という幅に増大している。砂堆ベルトが埋立用地の基盤として好都合であることはいうまでもないから、埋立効率からみても、西寄りほど条件がよいことは明らかであり、およその埋立範囲はこの線を見れば見当がつくと思われる。底質の粒度分析結果を平面図にプロットしたところ、この地方では微粒子 (<0.074 mm) の分布図が流入河川の影響力を表示し、中粒砂 (0.5～0.25 mm) の分布図が大体の潮流の掃流能を鋭敏に反映していることが判った。

底質をX線回折装置にかけて、鉱物組成を検討したところ、モンモリロナイトのような粘土鉱物は皆無で、石英・長石・クリストパライトなどからなり、埋立材料として有害なものはなかった。たとえ粒径はやや小さくとも、浚渫して積上げ、工業用地を造成した場合に、ひどい被害は起こらないことは明らかである。

(尾原 記)

参考文献

(第1章関係)

- 柴崎達雄 (1966) : 第四紀地質学の生産にはたす役割. 地球科学, no. 85, 86, p. 19 ~ 24.
 通産省企業局編 (1962) : 立地条件の現状と対策. わが国工業立地の現状, p. 29 ~ 86.
 湊 正雄 (1969) : 海岸平野, 特に軟弱地盤. シンポジウム“海岸平野”第76年日本地質学会学術大会 (新潟), p. 63 ~ 68.

(第2章関係)

中村重久 (1967) : 高潮に伴う河口付近の流れについて. 日本海洋学会誌, vol. 23, no. 4, p. 175 ~ 181.

佐々木忠義編 : 海洋開発事典—海洋環境—. p. 10, 東洋経済新報社刊.

(第3章関係)

市瀬恭次郎 (1921) : 下関海峡の潮流に就て. 土木学会誌, vol. 7, no. 5, p. 783 ~ 817.

瀬野金蔵・小林純 (1962) : 九州地方の河川水質について. 地球化学討論会講演要旨 (日本化学会関東支部編), p. 6 ~ 8.

N. G. JERLOV (1964) : Factors influencing the colour of the oceans. *Studies on Oceanography*. 日高教授還暦記念海洋学論文集, p. 260 ~ 264.

(第4章関係)

佐藤任弘 (1970) : 大陸棚の地形と地質. 海洋と大陸棚—第4章, p. 107 ~ 132, 共立出版社刊.

岡本舜三 (1968) : 港湾の耐震. 地震力を考えた構造物設計法—第10章, p. 229 ~ 248, オーム社刊.

三位秀夫 (1972) : 石英砂粒の表面組織について. 三位博士遺稿論文集 (地学団体研究会編), p. 55 ~ 58.

F. HJÛSTRÖM (1939) : Transportation of detritus by moving water. *Recent Marine Sediments—Symposium*, ed. by Trask, p. 5 ~ 31.

(第5章関係)

藤井紀之・安田俊一 (1970) : 鳥取県美保湾および
隠岐諸島東方の泥質堆積物の鉍物組成. 地
質調査所月報, vol. 21, no. 4, p. 251 ~ 257.

丸山修司 (1970) : 美保湾・隠岐東南海域および中
海における水底砂質堆積物の鉍物組成. 地
質調査所月報, vol. 21, no. 4, p. 237 ~ 250.