

8. 江戸川河口付近の三角州上の干潟堆積物

地震研究所 村 井 勇

(昭和 25 年 7 月 18 日発表—昭和 30 年 12 月 28 日受理)

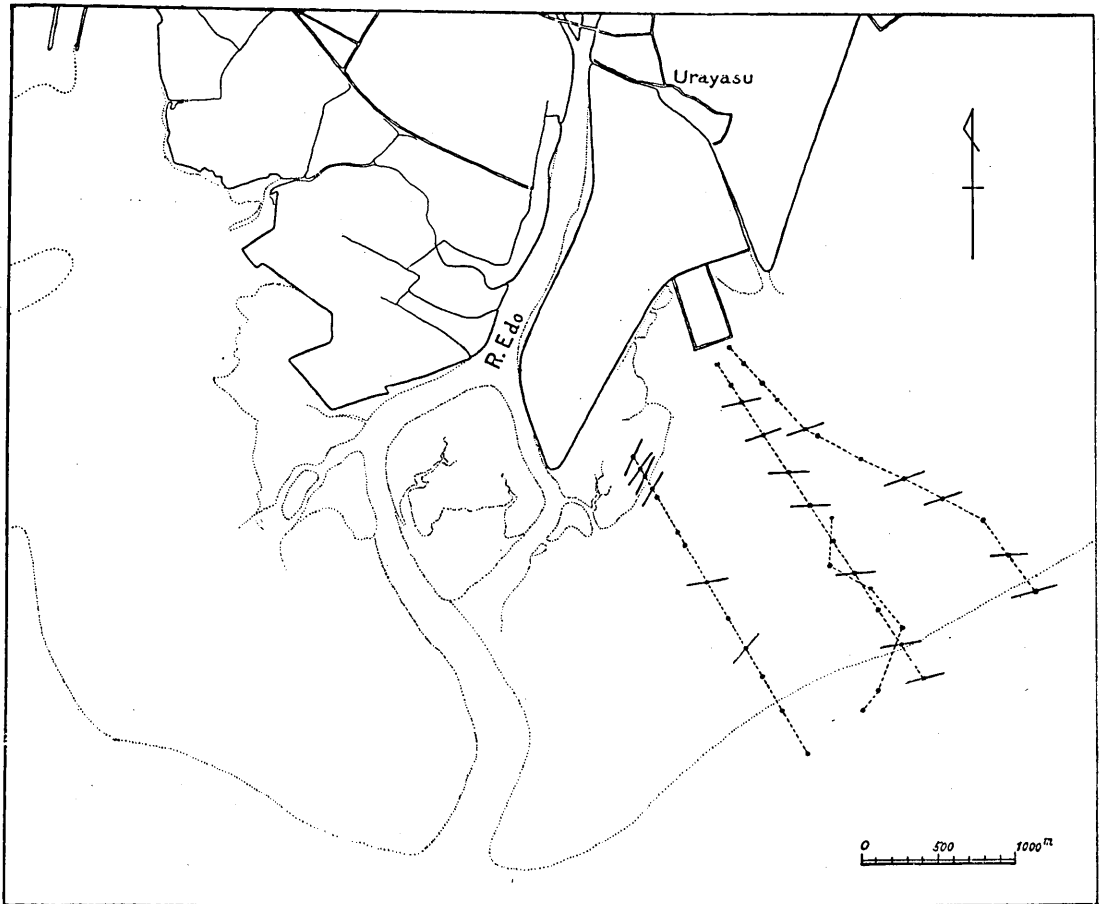
I. 緒 言

現世の海成堆積物の研究は近年非常に進歩し、新しい学問分野を開きつつある。特に堆積物の機械的組成の研究は各方面で行われ、多くの興味ある結果をもたらしている。その中でも、粒度組成と堆積環境の物理的条件との関係についての研究は、堆積論上の主要問題を提示するものとして注目しなければならない。この種の仕事として、比較的早い時期に行われた、KRUMBEIN, W.C. と ABERDEEN, Esther の Mississippi delta 上の潟の Barataria Bay の堆積物の調査は、最も重要なものの 1 つと考えられる。この調査においては、堆積物の粒度分布曲線に 5 つの型があること、その型が潟内の深度により相互に規則的に移化していること、平均粒径と分布曲線の型は潟内の流れに支配されるらしいこと、などの点が明らかにされた。このような粒度組成と堆積環境の物理的条件との関係を明確にすることは、堆積物の形成機構を解明する第一歩として特に重要である。筆者は、この問題をもつと単純な環境のもとで考究しようと思い、三角州上の干潟堆積物の場合を取りあげてみた。調査の対象としては、調査の便などの点より、東京湾内の江戸川河口の三角州を選んだ。調査にあたっては、当時水産試験場に在職されていた東京科学博物館の滝原博士の御好意により、調査船への便乗を許され、その他の点でも色々とお世話になった。ここに厚く感謝の意を表す。また、東京大学理学部地質学教室の小池清氏及び杉村新氏には、試料の採集にあたって御助力をお願いできたことを感謝したい。この報文の原稿の校閲を賜った地震研究所の津屋弘達教授にも深謝する。

II. 調 査

調査を行つた区域は、江戸川河口の東側の三角州上の干潟で、第 1 図に示す部分である。調査は 2 回にわたつて行い、1949 年 (昭和 24 年) の 7 月と 8 月の大潮の干潮時に実施した。最も低潮の時刻に船で干潟の沖合に近づき、干潟において試料の採集と漣痕の測定を行つた。調査を 2 回にわけて行つたのは、第 1 回の調査を予備的調査とし、その結果に基づいて第 2 回の調査の計画を立てたためと、同時に 1 ヶ月という間隔をおいての変化の有無を確かめたかつたためである。第 2 図は調査ルートを示したものである。第 1 回の調査では図中の II のルートをとり、6 点で試料の採集を行つたほか、全区域の視察を行つた。第 2 回の調査は、前回の視察の結果と試料の分析結果とから考えて、次のような方針で実施した。調査ルートは相互に平行に 3 本とり、各ルート上で試料の採集と漣痕の測定を行うようにした。干潮時の潮の満ちてくるまでの間に全ルートの調査を終えなければならぬため、小池・杉村両氏の協力を得て、第 2 図の I, III, IV の 3 本のルートを 3 人で分担して同時に調査を行つた。各ルートの間隔は約 1 km とし、調査ルートはクリノメーターにより方位を定め、歩測しながら調査にあつた。各ルート上での試料採集は沖で約 300 m の間隔で、岸近くでは間隔を縮めて多少細かく採集するようにした。1 ルートにつき 10~11 個の試料を採集したが、これは採集の時間的余裕、干潟の変化の状態、後の試料の処理などを考慮した上で決めたものである、岸付近で特に細かく採集し

1) W. C. KRUMBEIN and Esther ABERDEEN, "The Sediments of Barataria Bay," *Jour. Sed. Petrol.*, 7 (1937), 3-17.



第 1 図 江戸川河口の三角州、及び調査区域を示す図。

破線は調査ルート、小黑点は試料採集地点及び漣痕測定地点、短線分は漣痕の方向、点線で囲んだ部分が干潟。

たのは、第 1 回の調査の際の視察で、その部分が変化が多いように見られたからである。第 2 図の調査ルート上の中白の点は試料採集の地点を示す。干潟の表面は実際はかなり凸凹があり、場所によつては水が残り、貝類の死殻が掃きよせられている部分もある。試料の採集はすべて表面の状態に異常な変化のない、水が残っていない部分で行い、貝殻の堆積などの異常な状況の見られる地点は避けた。3 本のルートは相互的に平行になるように計画したが、I のルート前方に溜りが走っていたため、これを避けるために進路を途中から曲げることを余儀なくされた。

試料の採集にあつては、次のような方針をとつた。堆積物の表面部は漣痕が生じてい

るため部分的な変化が見られるので、表面層を約 1 cm 取りのぞいた上で試料を採取した。1 地点ごとに半径 1~2 m の円内から任意の数点を選び、少量ずつ採取してまぜ合せ、その地点を代表する試料とした。各試料は約 150 g 採取した。

試料の採集と同時に漣痕の測定を行つた。その結果を第 3 図に示す。漣痕の波の波長と方向とを測定したが、発達が不完全で測定不能の場合もあり、あるいは波長か方向かのどちらかしか確実に測定できなかつた場合もあつた。ただし、測定不能の場合でも漣痕の発達は一面に認められ、その発達状態が乱れているために正確な測定値が得られなかつたのである。測定は 1 地点ごとに半径 1~2 m の円内で 5 個所を測定し、その平均値を求めた。

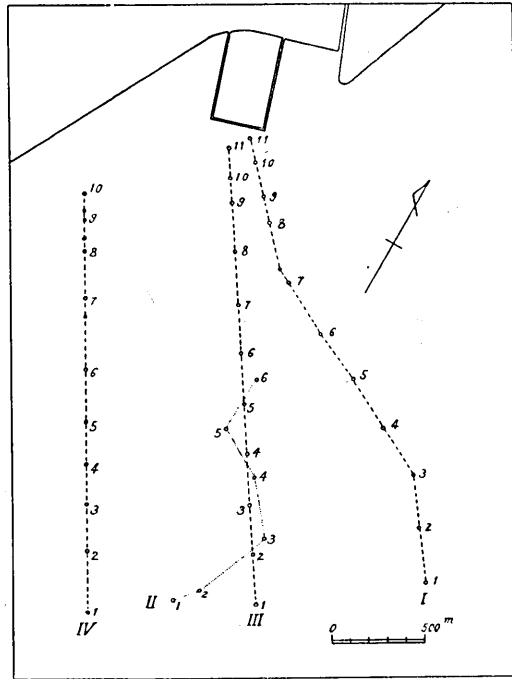
III. 機械分析

採集した各試料は実験室において機械分析を行つて、その粒度組成を明らかにした。この際筆者の採用した機械分析法は篩分け法と沈降法を併用する方法である。試料は 2 分しその一方を分析に供した。試料中に含まれる貝類、植物破片などは拾いだし、細かいものは塩酸で処理した。

まず最初に夾雑物を取りのぞいた試料をビーカーに入れ蒸留水中で短時間沸騰させる。これは粒子を完全に分離させるためである。つぎにこれを傾泻法により粗粒部分と細粒部分に分ける。この場合、直径 5 cm、高さ 20 cm のガラス円筒瓶を用い、この中で試料に水を加えて攪拌し、上下一様の濁度にしてから一定時間放置して、ある粒度以上の粗粒子が沈んだのち、上澄みの部分をサイフォンを用いて吸いだし、これを数回繰返して上澄みが透明になるまで行えば、試料を一定の粒度で区切つて粗粒部分と細粒部分に分けることができる。筆者の分析では直径 1/32 mm の粒度で区切っている。粗粒部分は乾燥してから金属製篩で篩分けを行うが、この際、中に含まれている貝殻破片を塩酸で溶かし去つておく。細粒部分はサイフォンで吸い出した水の中に入っているが、これは別の大口徑のガラス円筒瓶中に入れて、ピペット法により粒度を分析する。

粗粒部分の篩分けは簡単に行うことができるが、この際あらかじめ篩の目の真の大きさを顕微鏡下で検査しておかなければならない。篩は 8, 16, 30, 50, 70, 110, 180, 270 mesh の 1 組のものを用いた。

直径 1/32 mm 以下の細粒部分は口径 10 cm、高さ 15 cm のガラス円筒瓶に入れ、ピ

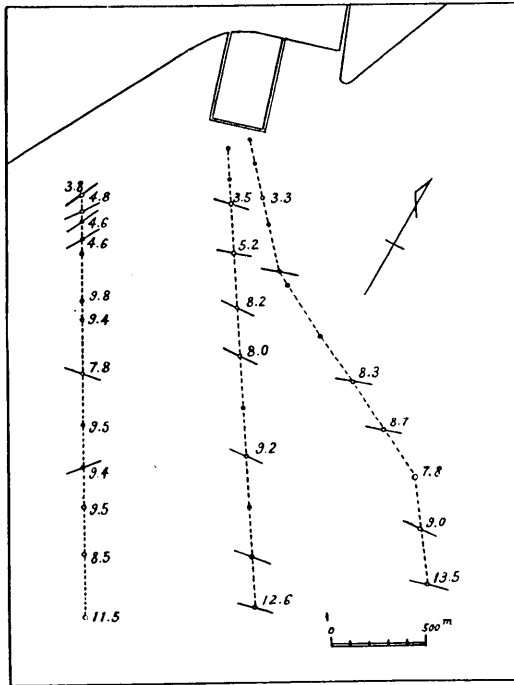


第 2 図 調査ルートを示す図。

II は第 1 回の調査ルート、I, III, IV は第 2 回の調査ルート。○は試料採集地点、●は漣痕の測定のみを行い試料を採集しなかつた地点。数字は試料の番号。

ペット法で分析する。この場合粘土粒子の凝集をふせぐために分散剤として碳酸ソーダを用いた。傾泻法で取り出した上澄みを、蒸溜水を加え、あるいは沸騰蒸発させて、全体を1000 cc とし、ピペットは 20 cc のものを用いて分析を行った。円筒瓶内の濁水を攪拌して濁度を均質にしてから一定時間放置し、表面より 10 cm の深さの部分で吸

いだし、乾燥して秤量する。この中にはその一定時間に 10 cm 以上沈降した粗い粒子は含まれないから、一定の粒径を境として、粗粒部分と細粒部分を分ち、細粒部分を秤量したと同じ結果が得られる。この操作を、放置時間を順次長くして繰返せば、粒度組成を幾段階かに区切つて分析することができる。筆者の分析では、1/32 mm, 1/64 mm, 1/128 mm, 1/256 mm, 1/512 mm, 1/1024 mm で区分つて行った。



第3図 漣痕の測定結果。

○は漣痕測定地点、●は試料を採集し、漣痕の測定を行わなかった地点。線分は漣痕の波の横方向、数字は波長。

である。その数値を第 II 表に示す。

第 4 図及び第 II 表を一見して知れるように、堆積物の平均粒径は ϕ で 2~3 で、分級は非常によい。特に沖の方のものは細粒物質を殆んど全く含まない。各調査ルートについて見ると、沖の方より岸に向つて粒度は次第に細くなり、かつ分級が悪くなる。このような堆積物の機械的組成の変化は漣痕の波の横方向に直角な方向にあるもので、図上でこの方向を求め、この方向の 1 断面上に試料採集地点を投影して粒度の変化状態を調べれば、3 本の調査ルートにつき一致した結果が得られる。この方向は $N10^{\circ}W$ であり、その断面上に投影した結果を第 5 図に示す。

第 5 図 a は平均粒径の変化について検討したものであるが、各ルートとも、試料採集地点 1 より 6 付近までの間は平均粒径はほぼ直線的に小さくなっている。7 より岸寄りの地点では堆積物の性質はやや乱れてきて、平均粒径は変化が大きく、全般的には岸近く

IV. 調査及び機械分析の結果

漣痕の測定の結果はすでに第 3 図に示してある。機械分析の結果は第 I 表に示す。これをヒストグラムで示せば第 4 図のようになる。各試料の分析結果につき累積和曲線を描き、 $Q_1: 25\%$, $Q_2: 50\%$, $Q_3: 75\%$ に相当する粒径を ϕ スケールで求める。ただし、 $\phi = \log_2 \xi$ (ξ は粒子の直径を mm で表わしたもの) である。さらに $Q' = |Q_1 - Q_3|/2$, $Q'' = (Q_3 + Q_1 - 2Q_2)/Q'$ を求めれば、粒度の分布曲線について Q_2 は平均粒径、 Q' は尖度、 Q'' は歪度を示す。これらのパラメータを用いれば粒度分布の大体の性質を知ることが可能

で少し粗くなるようにも見られる。これは、沖の堆積物は細粒物質、すなわち泥をほとんど含まない分級のよい砂であるが、岸近くでは泥が相当入り、同時に粗粒物質の量も多く分級が悪くなりかつ平均粒径の値が変動しやすくなるのである。さらに、最下段の図に見られるように、1 よりに 6 至る間の平均粒径の直線的变化は、各ルート全部を $N10^{\circ}W$ の同一断面上に一緒に投影するとほぼ一致することは注目しなければならない。第 5 図 b は Q' の変化を示す図であるが、これによれば 1 より 6 付近までの間は粒度分布曲線の尖度の鋭い部分であり、それより岸寄りの地点では尖度はやや鈍くなっている。また第 5 図 c の Q'' の図によれば、1 より 6 付近までは Q'' の値が大体正で、分布曲線は粗粒部分に片寄り、それより岸寄りの地点では大体負の値を示し、逆に分布曲線が細粒部分に片寄る傾向が見られる。以上のような堆積物の機械的組成の変化は、第 4 図のヒストグラムによっても十分明瞭に認められる。

なお、調査ルート II と III は位置がほぼ同じであり、1 ケ月の間隔を置いて調査したものであるが、その結果は変化はなんら認められなかつた。

漣痕の調査結果は第 3 図に明らかであるが、これについて第 5 図と同様の操作を行い、漣痕の波の横方向に直角な方向 ($N10^{\circ}W$) の断面上に投影して各ルートにつき波長の変化状態を検討すれば第 6 図のようになる。一見して知れるように、波長は沖の方で長く、岸近くでは短い傾向が認められる。なお、漣痕の波の方向は第 1 図及び第 3 図に見られるように大体 $N80^{\circ}E$ であり、調査全区域にわたつてほぼ同様である。これは干満潮の潮の流れに直角に発達したものと考えられる。調査ルート IV の岸付近でその方向がやや変化しているのは、この部分で潮の流れの方向が変つているためと見られる。

V. 調査結果にたいする解釈

前節で述べた調査結果のうち注目すべき点を整理して列記すれば次の通りである。すなわち、1) 堆積物の機械的組成が沖から岸に向つて変化し、その変化は漣痕の波の横方向に直角の方向 ($N10^{\circ}W$) に認められること、2) 沖の堆積物は分級の非常によい砂で、泥の成分を殆ど含まず、常に強い流れによつて洗われていることを示すこと、3) 沖より岸に向つて途中まで平均粒径は直線的に変化して、次第に細かくなること、4) 岸近くでは泥が多量に混つてくるため分級が悪く、平均粒径は変動しやすく、かつ粗粒物質が混入して平均粒径がかえつて粗くなる傾向も見られること、5) 漣痕の波長は沖で大きく岸付近で小であること、などである。

以上のような調査結果から、三角州上の干潟のような環境では堆積物の機械的組成を支配するものは潮の流れであることが明らかである。潮流の観測を実際に行わなければ詳細な検討をすることは不可能であろうが、既に示した漣痕の発達状態と堆積物の性質の変化との関係はこの事を物語るものと考えられる。漣痕を形成する営力は潮流であり、その流れに直角に漣痕の波形が生ずるのが一般であるが、堆積物の性質の変化がその漣痕の波の方向に直角な方向、すなわち潮流の方向に現われている。さらに、堆積物中の泥の量が岸に近い地点ほど多く、平均粒径が沖に向つて大となり、分級もよくなるのは、潮流の速さが干潟、すなわち三角州の上面では沖へ向うほど大きいことを示すものであろう。この場合問題となるのは潮流の最大速度であつて、岸近くの地点では干潮の始まりと満潮の終りの時刻にしか海水におおわれないのであるから、当然潮流の速さは小である。第 4 図及び第 5 図に見られるように、各調査ルートとも、7 付近より岸に向つての部分では、堆積物は泥の量を急に増し、粒度分布曲線の尖度が鈍くなっている。第 6 図に見られるように、漣痕の波長が岸付近でとくに小になつているのも同じ原因によるのであろう。また、この部分の堆積物が沖の堆積物にくらべて分級が悪く、泥とともに相当粗い粒子を多く

含んでいるのは、陸上より流れこむ粗粒物質及び泥質物が、潮流が弱いために十分に分級作用を受けずに残されているものと考えられる。これにたいし、6 付近より沖の部分は潮流の最も強い時刻に海水で洗われ、強い潮流により泥は殆んど流し去られて分級の非常によい砂が見られるわけである。この部分より運び去られる泥は沖に向つて進み三角州の前面に堆積するとともに、岸に向つても流され、岸付近の堆積物を一層泥分の多いものにする。

第 I 表 堆積物の機械的組成の分析結果。

I, II, III, IV は調査ルートの番号, 1, 2, ~10, 11 は各ルート上の採集試料の番号。欄内の数字は各区間の占める重量 % を示す。第 2 図参照。

I											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8—16 ^{mesh}									0.07	0.07	0.11
16—30	0.05	0.05	0.26	0.06	0.19	0.12	0.44	0.49	0.35	0.49	0.73
30—50	3.7	0.8	2.5	0.4	4.6	2.4	7.5	7.1	7.6	11.4	12.9
50—70	29.3	18.1	13.6	5.4	16.1	7.6	19.8	18.5	19.7	26.0	31.4
70—110	53.3	64.4	56.7	65.2	48.4	38.8	37.9	25.4	18.6	19.5	22.9
110—180	11.3	13.5	21.1	23.5	23.5	38.0	22.9	29.0	23.5	12.1	8.4
180—270	1.6	1.9	3.8	3.6	5.3	9.9	7.6	11.5	15.7	11.9	6.2
270 ^{mesh} —1/32 ^{mm}	0.2	0.1	0.3	0.4	0.6	1.3	1.4	2.8	5.3	6.9	5.2
1/32—1/64 ^{mm}	}0.2	0.3	0.5	0.3	0.1	0.1	0.3	0.9	1.8	2.8	3.9
1/64—1/128		0.2	0.2	0.1	0.1	0.4	0.4	0.6	1.8	2.3	2.5
1/128—1/256		0.6	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.9	0.6	2.1	1.2
1/256—1/512	0.4		0.3	0.5	}0.8	0.6	0.4	0.7	1.8	0.9	1.5
1/512—1/1024			0.5	0.4		0.6	0.1	0.8	0.4	0.7	0.7
1/1024—						1.0	1.3	2.8	2.8	2.4	

II						
	1	2	3	4	5	6
16—30 ^{mesh}	0.02	0.06	0.20	0.31	0.19	0.16
30—50	12.8	5.6	2.6	2.6	3.2	2.1
50—70	52.1	40.3	19.6	12.7	9.4	7.1
70—110	27.9	40.7	63.6	56.6	49.9	39.5
110—180	3.0	5.9	11.3	22.2	29.1	39.2
180—270	3.6	6.5	1.8	4.6	6.9	10.5
270—1/32 ^{mm}	0.5	0.9	0.1	0.3	0.6	0.9
1/32—1/64	0.1	0.1	}0.4	}0.4	0.2	0.1
1/64—1/128					0.2	0.1
1/128—1/256			0.2	}0.1	0.2	}0.2
1/256—1/512			0.1		0.1	
1/512—			0.1		0.2	0.2

III

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8—16 ^{mesh}	0.01					0.05	0.05	0.08	0.04	0.06	0.05
16—30	0.08	0.11	0.10	0.15	0.25	0.19	0.47	0.59	0.43	0.54	0.71
30—50	9.1	18.0	6.6	1.6	3.9	2.8	4.9	8.5	9.3	13.2	12.0
50—70	51.9	51.1	46.5	15.0	13.6	11.6	13.7	21.8	18.4	20.6	23.7
70—110	31.1	26.2	39.3	60.3	53.8	48.7	43.2	43.7	22.4	28.1	15.4
110—180	5.7	3.5	5.1	17.6	21.4	27.5	25.8	17.3	23.0	21.2	12.8
180—270	0.9	0.5	0.9	3.4	4.5	6.4	8.6	4.9	9.7	8.0	12.3
270—1/32 ^{mm}	0.2	0.1	0.2	0.4	0.7	0.9	1.5	1.0	4.4	3.7	9.8
1/32—1/64	0.1	0.5	0.1	0.1	0.3	0.2	}0.2	0.4	1.9	0.6	3.3
1/64—1/128	}0.2		0.1	}0.4	}0.4	0.4		0.3	2.1	0.7	2.8
1/128—1/256			0.3			0.2	0.5	0.3	2.8	1.0	2.4
1/256—1/512	0.2		0.1	0.2	0.4	0.2	0.5	0.4	1.4	0.7	1.2
1/512—1/1024	0.5		0.7	0.9	0.7	0.8	0.6	0.7	1.6	0.5	1.5
1/1024—									2.5	1.1	2.1

IV

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8—16 ^{mesh}			0.03		0.02	0.01	0.02	0.06	0.06	0.08
16—30	0.05	0.16	0.17	0.05	0.14	0.13	0.30	0.35	0.49	0.42
30—50	20.4	8.1	7.5	2.6	3.1	3.3	6.4	4.5	5.4	3.9
50—70	51.1	36.5	38.9	29.3	18.1	19.6	20.6	12.4	13.1	9.0
70—110	23.3	39.8	39.4	49.9	51.2	44.9	44.3	41.1	36.1	31.4
110—180	3.4	10.9	10.1	13.7	20.4	20.1	19.0	26.6	25.0	31.7
180—270	0.7	2.2	1.7	2.8	4.5	6.0	5.9	8.2	9.5	13.3
270—1/32 ^{mm}	0.2	0.5	0.2	0.2	0.7	1.9	1.4	2.9	3.4	3.9
1/32—1/64	0.3	0.7	0.2	0.1	0.4	1.2	0.4	1.0	1.0	0.9
1/64—1/128	}0.2	}0.3	0.9	}0.4	0.3	0.3	0.1	0.1	1.6	1.4
1/128—1/256					0.4	0.9	0.6	}0.8	1.2	0.8
1/256—1/512	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1			0.7	0.6
1/512—1/1024	0.2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.3	0.8	0.4	0.4
1/1024—						0.9	0.7	1.2	2.0	2.2

る。6 付近より沖に向つて平均粒径がほぼ直線的に大になつてゐるのは、この部分では潮流の最大流速が沖にゆくほど大であることを示すものであろう。一般に潮流の最大流速は $u_{\max} = \sigma C_x / h$ ($\sigma = 2\pi / T$, T は潮汐の週期, C は潮汐の振幅, x は岸よりの距離, h は水深) となり、したがつて、三角州の上面のように遠浅の海底で、前面に急な斜面をもつて一段深い海底に臨んでいるような部分では、潮流の最大流速はその先端部において最大となる。調査の結果はこの傾向を明らかに示しているものと思われる。

以上でここに取上げた三角州上の干潟堆積物では、その機械的組成を直接支配するもの

第 II 表 粒度分布曲線のパラメター.

Q_1, Q_2, Q_3 は累積和曲線につき夫々 25, 50, 75% に相当する粒径を ϕ スケールで求めたもの.

$$Q' = |Q_1 - Q_3|/2, \quad Q'' = (Q_3 + Q_1 - 2Q_2)/Q'$$

I

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Q_1	2.80	2.85	3.00	3.10	3.05	3.25	3.15	3.35	3.65	3.70	3.35
Q_2	2.50	2.60	2.65	2.80	2.70	2.95	2.70	2.90	3.00	2.65	2.40
Q_3	2.20	2.35	2.40	2.60	2.35	2.60	2.25	2.25	2.20	2.00	1.95
Q'	0.30	0.25	0.30	0.25	0.35	0.33	0.45	0.45	0.73	0.85	0.70
Q''	0.00	0.00	0.33	0.40	0.00	-0.15	0.00	-0.45	-0.21	0.47	0.72

II

	1	2	3	4	5	6
Q_1	2.45	2.70	2.80	3.00	3.10	3.25
Q_2	2.15	2.30	2.55	2.70	2.80	2.95
Q_3	1.90	2.10	2.30	2.40	2.50	2.60
Q'	0.23	0.30	0.25	0.30	0.30	0.33
Q''	0.18	0.67	0.00	0.00	0.00	-0.15

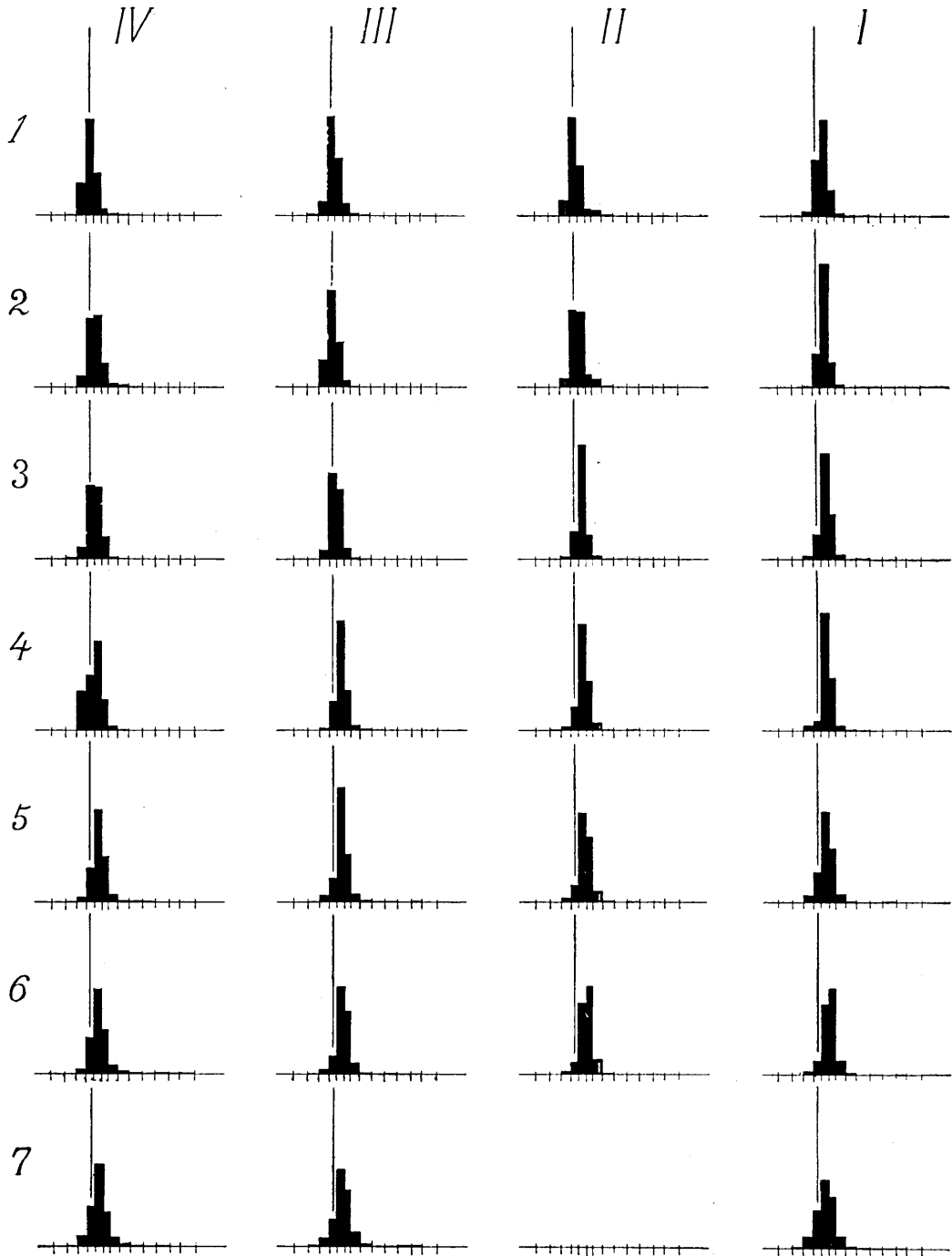
III

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Q_1	2.50	2.40	2.60	2.90	3.00	3.10	3.15	2.95	3.60	3.25	4.10
Q_2	2.20	2.10	2.25	2.65	2.70	2.80	2.80	2.60	2.95	2.70	2.90
Q_3	2.00	1.85	2.05	2.40	2.40	2.45	2.40	2.15	2.25	2.10	2.05
Q'	0.25	0.28	0.28	0.25	0.30	0.33	0.38	0.40	0.68	0.58	1.03
Q''	0.40	0.18	0.55	0.00	0.00	-0.15	-0.13	-0.25	-0.22	-0.09	0.34

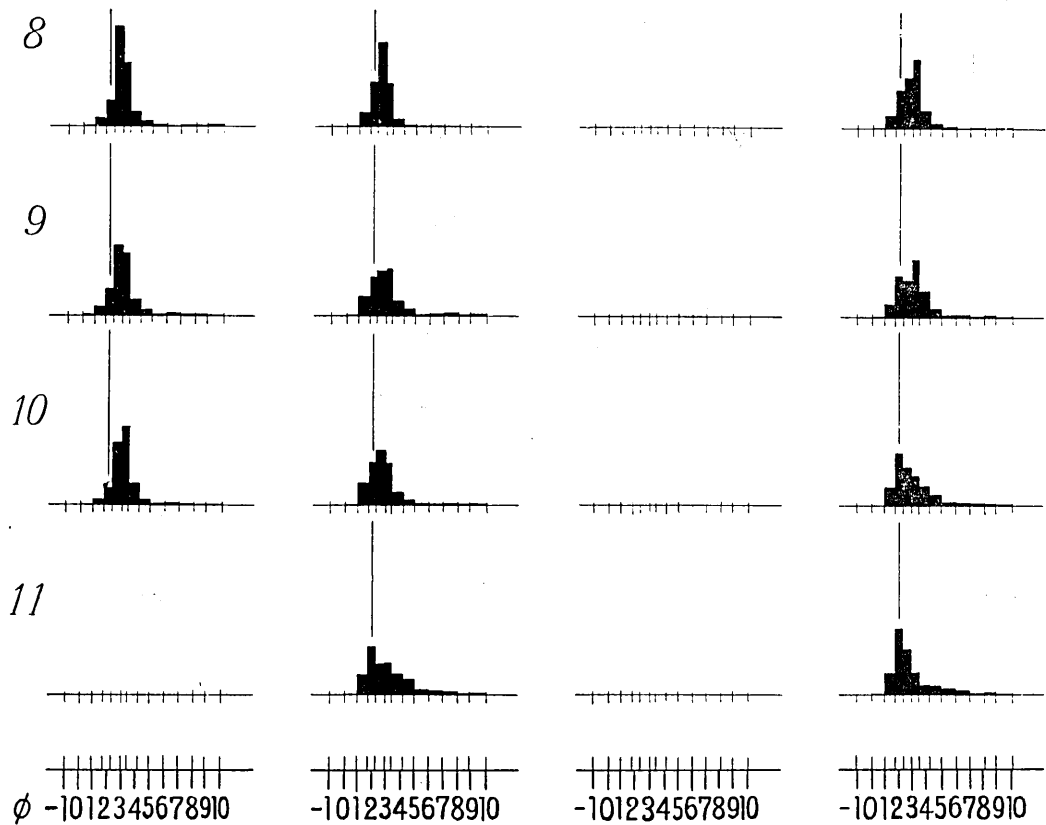
IV

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q_1	2.35	2.70	2.75	2.85	3.00	3.10	3.05	3.20	3.35	3.45
Q_2	2.05	2.35	2.35	2.50	2.65	2.70	2.65	2.85	2.85	3.05
Q_3	1.80	2.05	2.05	2.20	2.35	2.35	2.25	2.45	2.40	2.60
Q'	0.28	0.33	0.35	0.33	0.33	0.38	0.40	0.38	0.48	0.43
Q''	0.20	0.15	0.29	0.15	0.15	0.13	0.00	0.13	0.11	-0.12

は潮流であることを示した. しかし潮流の観測を実際に行わなければさらに詳しい量的な検討を行うことはできない. 干潟の全面に漣痕が形成されていることより MENARD, Henry W. の漣痕の形成の模型実験による研究の結果を参照すれば, 流速は 20~50 cm



第 4 図



第 4 図 堆積物の機械的組成をヒストグラムで示した図。

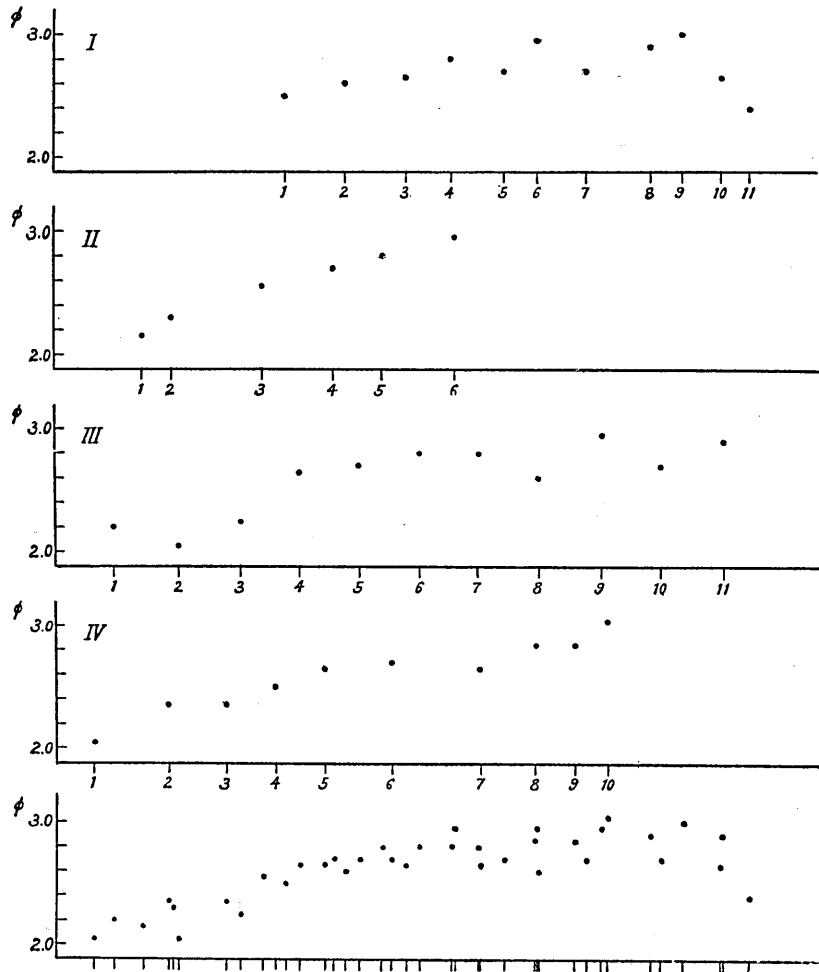
I, II, III, IV は調査ルート番号, 1, 2, ~10, 11, は各ルート上の採集試料番号. 第 2 図及び第 I 表参照. 黒く塗りつぶした部分の総面積を 100% とし, 各区間の占める % を柱の面積で表わしてある. 横軸は ϕ スケール.

/sec 程度となる²⁾. この値はこの干潟上の潮流の実際の速度とおそらくよく合うのではないかと思われる. 干潟の広さは約 2.5 km であるから, 潮流の最大流速は大体この程度に達するであろう.

VI. 結 語

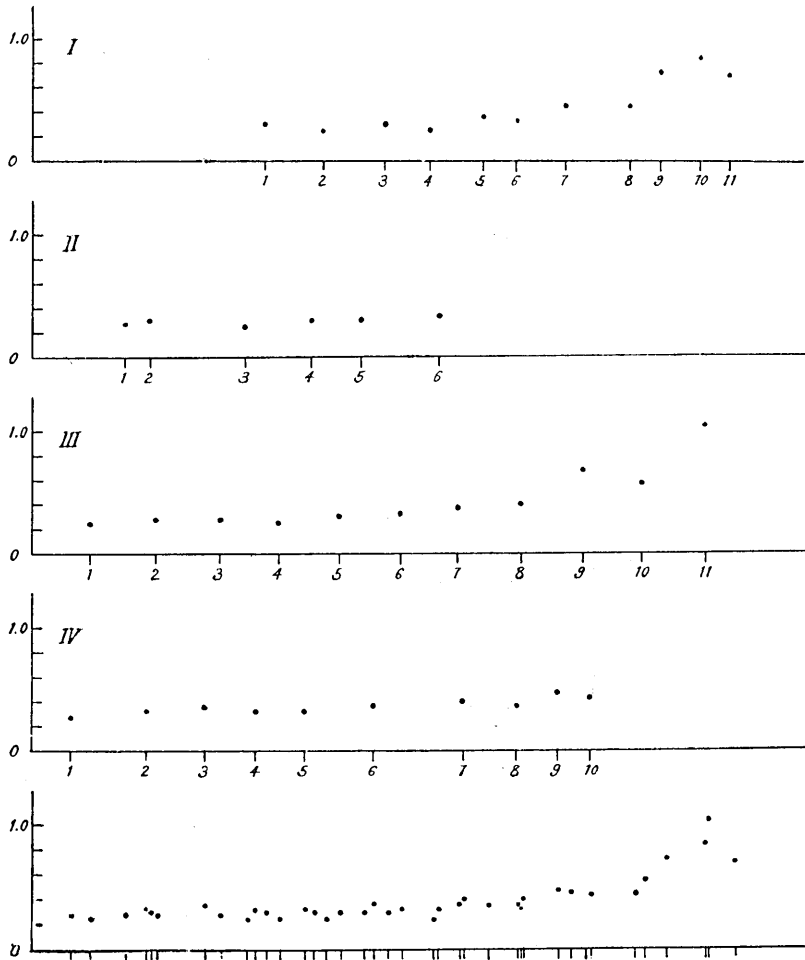
三角州上の干潟堆積物の機械的組成を調査し, その変化状態と干潟上に形成されている漣痕の発達状態との関係から, 干潟上の堆積物の機械的組成を支配するものが潮流であることを明らかにした. またさらに, 干潟上の潮流の変化が堆積物の機械的組成をどのよう

2) Henry W. MENARD, "Sediment Movement in Relation to Current Velocity," *Jour. Sed. Petrol.*, **20** (1950), 148-160.

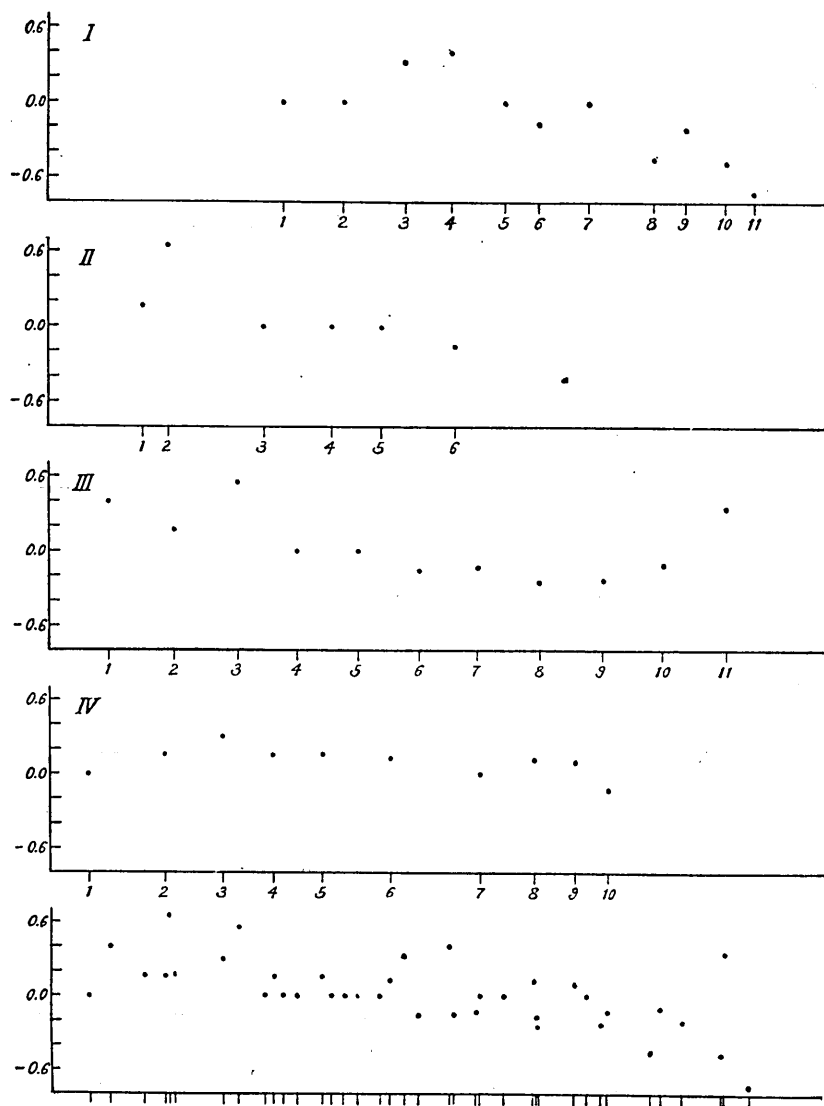


第 5 図 堆積物の機械的組成の変化状態を示す図. a) Q_2 の変化状態を示す図.

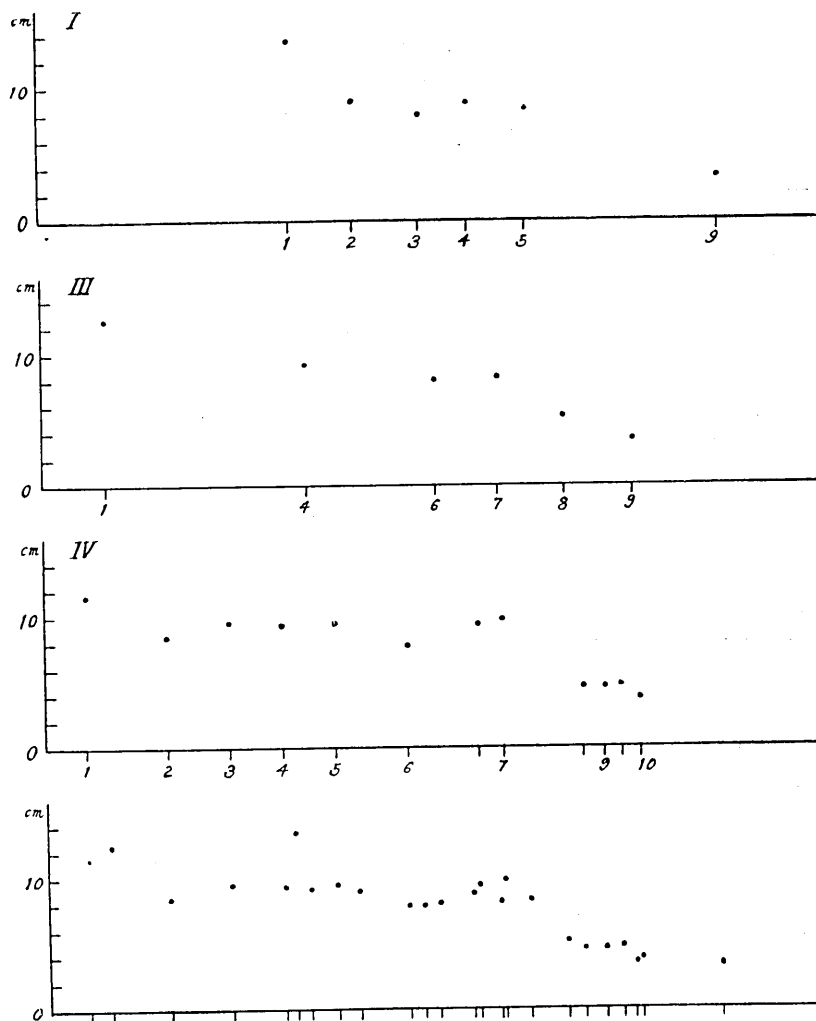
漣痕の波の横方向に直角な方向 ($N10^{\circ}W$) の断面上に各試料採集地点を投影し、これを横軸として、 Q_2 の変化状態を検討したもの。 Q_2 を縦軸にとつてある。 I, II, III, IV は各調査ルートを個々に分けて示したもの。 最下段の図はその全部を一括にして示したもの。 横軸上の数字は各ルート上の試料採集地点の番号。

第 5 図 b) Q' の変化状態を示す図。

に変えているかについて説明した。この調査において筆者の意図したことは、環境のきわめて単純な場合において堆積物形成の機構の一部を解明しようということであつた。この研究は三角州堆積物の研究の第 1 歩として有意義であろうと考える。勿論三角州堆積物の研究を進めるには、その材料を運んでくる河川的作用、材料の性質、三角州の構造と堆積物の性質の変化などの問題を順次解明してゆかなければならない。このうち特に三角州の構造の形成機構と堆積物の性質との関係は重要な問題であり、将来この問題に向つて研究を進めたいと考えている。



第 5 図 c) Q'' の変化状態を示す図.



第 6 図 鏈痕の波長の変化状態を示す図。

N10°W の断面上に各測定地点を投影し、これを横軸として鏈痕の波長の変化状態を検討したもの。I, III, IV は各調査ルートを個々に分けて示したもの。最下段の図はその全部を一緒にして示したもの。横軸上の数字は機械分析の試料採集地点の番号。

8. *A Study of the Size Characteristics of the Tidal Flat Sediments on the Delta at the Mouth of the River Edo.*

By Isamu MURAI,

Earthquake Research Institute.

Recently, it has been well established that a study of the size characteristics of sediments may afford some data for evaluating the physical conditions of the environments in which these sediments occur. Krumbein and Aberdeen, for example, showed this fact in their study of the sediments of Barataria Bay, the tidal lagoon on the Mississippi delta. They found five main types of sedimentary curves, which displayed a regular variation in size character from deeper to shallower parts of the bay. Moreover, they pointed out the fact that the size (average size) of the sediments may be a function of the currents within the bay, and the same environmental factors that control average size also control the spread of the curves.

For the purpose of investigating the relation between the size characteristics of sediments and the physical conditions of the environments, especially the currents, in a simpler case, the writer carried out a survey of the tidal flat sediments on the large delta that develops with a wide tidal flat on its topset at the mouth of the River Edo in the Bay of Tokyo. He investigated the size characteristics of these sediments, and at the same time measured the direction and wave-length of the ripple marks on their surface. The survey area is shown in the map, Fig. 1, showing a part of the delta at the mouth of the River Edo.

The field survey was carried out first at the ebb time of the spring tide in July, 1949; six samples of the sediments were collected along the sampling route II, in Fig. 2, in which small open circles represent the sample localities and solid circles the places where the ripple marks were examined. The second survey was carried out in August of the same year, under the same condition of tide as in July. This time, thirty two samples of the sediments were collected along three different routes (I, III and IV in Fig. 2), and the ripple marks were examined in places along every route. The whole scheme of field work in the second survey was arranged referring to the results of the first survey. The samples were collected at interval of about 300 m along the routes, but the sampling interval was reduced to 150 m in the parts near the shore, where the variation of the size characteristics of sediments seemed to be remarkable in particular. At each sampling station, handfuls of the sediments were scooped out at a depth of 1 cm below the surface at several points within a circle of 1-2 cm diameter, and they were mixed together to make a sample of about 150 g weight. The samples were collected at the elevated parts of the somewhat uneven surface of the tidal plane, keeping away from small depressions in which shell fragments are densely deposited.

The ripple marks are developed all over the surface of the plane; their direction and wave-length were measured along every route of sampling. Several ripples within a circle of 1-2 m diameter were measured at each station, and their mean value was calculated, with the results as shown in Fig. 3, in which the short lines and figures represent the direction of wave-crest and the wave-length respectively.

Mechanical analyses of all the samples collected were carried out by means of the sieving, decantation and pipette methods. One half of each sample being put aside, the

other half was used for the mechanical analysis. Large shells and plant fragments in the specimen were picked up by hand, and small shell fragments were dissolved with HCl. The specimen was boiled with distilled water for quarter of an hour to accomplish perfect dispersion of the ingredients. The specimen thus prepared was sized by the decantation method with a glass cylinder of 200 cc (5 cm in diameter and 20 cm in height), and was divided into two parts, one coarser and the other finer than 1/32 mm in grain diameter. The coarser part was dried up and was sized by means of sieving with woven wire screens of 8, 16, 30, 50, 70, 110, 180 and 270 meshes. The finer part was analysed by the pipette method with a glass cylinder of 1000 cc (10 cm in diameter and 15 cm in height). Sodium oxalate was used as catalyzer in order to keep the specimen out of coagulation of colloid during the analysis. The weight of each fraction separated by the sieving and pipette method was calculated as the percentage in the total weight of the specimen. The results of the mechanical analyses are shown in Table I, and also in the histograms of Fig. 4, in which the percentage of each fraction is represented with the area of each column. Cumulative curves were plotted for every datum in ϕ scale ($\phi = -\log_2 \xi$, ξ is the diameter of particle in mm), and then the median and quartile values, Q_1 and Q_3 , were determined graphically. Besides, the values of $Q' = |Q_1 - Q_3|/2$ and $Q'' = (Q_3 + Q_1 - 2Q_2)/Q'$ were calculated, as shown in Table II.

As shown in Fig. 4 and Table II, the sediments are well-sorted sands with the average size of 2~3 in ϕ scale. The sediments in the off-shore parts are especially well-sorted and contain little muddy sediments. The average size shows a regular variation from coarse off-shore sands to fine sands near the shore, and at the same time an imperfect sorting of the sands near the shore. Thus, the sediments near the shore contain a lot of muddy elements, so that the spread of their sedimentary curves is comparatively wide. Such variation of grain size occurs in the direction perpendicular to the direction of the wave-crest of ripple marks, which is about N10°W, as shown in Fig. 3. The variation of size characteristics of the sediments in this direction is shown in Fig. 5, in which the variations of Q_2 , Q' and Q'' in the direction of N10°W are given, the locality numbers of samples being taken in abscissa. The variation of the wave-lengths of ripple marks also occur in this direction, as shown in Fig. 6.

From the results of the survey mentioned above, it is inferred that the tidal currents on the flat plane of the delta may control the character of mechanical composition of the sediments on the plane. The maximum velocity of the tidal currents may control the nature of the sedimentary curves. At the off-shore parts on the topset of delta, this velocity may be greater than near the shore, for it is formulated as $u_{\max} = \sigma C x/h$, where $\sigma = 2/T$, T is the tidal period, C is the amplitude, x is the distance from the shore and h is the depth of water. The regular variation of the average size of the sediments seems to indicate this tendency. The tidal currents near the shore may be very small, for the water tends to regress off-shore at the height of tide. It is probable that the sediments in such parts near the shore contain a lot of muddy elements.