

D-1 渤海・東シナ海における河川経由の環境負荷が海洋生態系に与える影響評価手法に関する研究

(1) 河口域における流入負荷及びその変動把握手法に関する研究

③海底堆積物の解析による渤海・東シナ海沿岸域における堆積物供給量の変化に関する研究

研究代表者 地質調査所海洋地質部海洋堆積研究室 齋藤文紀

通商産業省 工業技術院地質調査所

海洋地質部 海洋堆積研究室 齋藤文紀・片山 肇・池原 研

海洋資源環境研究室 野原昌人・田中裕一郎

海洋物理探査研究室 山崎俊嗣

海洋地質部 西村 昭

地殻化学部 地球化学研究室 金井 豊

資源エネルギー地質部 燃料資源研究室 渡部芳夫

地質標本館 地質標準研究室 佐藤喜男

北海道支所 応用地質研究室 横田節哉

(協力参加) 長崎大学 水産学部 沿岸環境学研究室 松岡敷充

平成8-10年度合計予算額 38,862千円

(平成10年度予算額 12,912千円)

[要旨]

沿岸域への堆積物供給の変化が沿岸環境に与える影響を評価するため、黄河と長江三角州の河口州においてオールコアボーリングを、また沿岸・陸棚域において海底表層堆積物を採取し、過去約1万年間と過去数十年の環境変化を記録した堆積物試料を分析した。ボーリング試料からは、黄河と長江ともに過去約千～2千年間の土砂供給量が増加していることが示された。また海域試料からは過去60年間に於いて顕著な海底堆積物の重金属汚染は見られなかったこと、渦鞭毛藻群集組成の解析から有害渦鞭毛藻が1970年頃から産出していることが確認された。

[キーワード] 渤海, 東シナ海, 黄河, 長江, 土砂, 汚染, 堆積物運搬量

1. 序

河川から海洋に運搬される堆積物の総量は世界全体で年間約200億トンと推量されているが、約2千年から3千年前以前はその約3分の1程度であったと見積られている(Hu et al., 1998)<sup>1)</sup>。この大幅な上昇は農耕などの人間活動に伴う土壌流出が原因と考えられており、特にオセアニアの島嶼を含めて東南アジアから東アジアの地域の人間活動が主に引き起こしたとされている(GESAMP, 1993)<sup>2)</sup>。また人間活動によって増大した堆積物の運搬量は、近年ではダム建設に伴ってダムの堆砂による減少や灌漑による減少など、20%前後が減少してきているとも見積られている。一方、開発や森林伐採などに伴う新たな土壌流出も問題となっており、河川から海洋に

運搬される堆積物の供給量の将来予測を更に難しくしている。これらの変化の影響を直接受けるのは海岸沿岸域で、供給量の変化（減少）に伴う海岸侵食の問題や供給物の質的变化による沿岸環境の変化など、影響は大きい。この変化の世界的にも代表的な例は中国の河川であり、特に黄河は約2千年前を境に黄土高原からの土壌流出によって3-10倍に堆積物運搬量が増加したとされており(Milliman et al., 1987)<sup>3)</sup>、また近年ではダムの堆砂や灌漑などによって20年前と比べて2~3分の1に減少してきており(斎藤・楊, 1995)<sup>4)</sup>、1990年代では黄河の干上がりが問題となってきた(Yang et al., 1998)<sup>5)</sup>。

## 2. 研究目的

本研究の目的は、中国の黄河と長江を題材に、堆積物供給量の変遷の解析手法の確立とその沿岸環境への影響を明らかにすることにある。黄河においてはすでに、黄土高原における人為的影響で土砂の流出が増大したことが報告されているが、沿岸陸域の調査により、より定量的に示すことを目的としている。長江においては、黄河で用いた手法を適用することによって千年の時間スケールでの変化を、また海域から採取する柱状試料を用いて、数十年の時間スケールでの変化を明らかにすることを目的としている。

## 3. 研究方法

黄河は、全長5464km、世界で2番目に堆積物供給量の多い河川で年間約11億トンの土砂を運搬している。1855年に河口が黄海から渤海に移って以降は、渤海西側に広大な三角州を形成しており、年間約22km<sup>2</sup>の新しい陸地が形成されている。黄河が運搬した土砂のほとんどは沿岸域（三角州域）に堆積しており、沖合に運ばれる量は少ない(斎藤, 1998)<sup>6)</sup>。このため沿岸域の堆積物は黄河の過去の変化をよく記録しており、三角州の堆積物や海岸平野上に残された海岸線の痕跡は、過去の変化を知る上で重要である。過去数千年間の変化を解析するために、黄河三角州においてボーリングを行い試料を採取し、また過去の海岸線のデータを解析して、堆積物供給量の変化を推定した。

ボーリングは、黄河河口に広がる三角州面上から1996年12月にオールコアにて実施し、約1万年間の沿岸環境を記録した試料を採取した(表1, 図1)。ボーリングはH9601とH9602の2地点で行い、H9601では試料間隙を補うためにIとIIIの2本のボーリングを行った。試料の回収率は、H9601で約77%、H9602で約65%であった。また共同研究相手の海洋地質研究所が所有する既存のボーリングコア試料も用いて分析を行った。

長江は、全長6380km、流域面積1175×10<sup>3</sup>km<sup>2</sup>、年間の総運搬水量約930×10<sup>9</sup>m<sup>3</sup>、堆積物運搬量が4.8億トンの河川で、夏期に流量が多く、年毎の流量変化も黄河と比べて比較的少ない。長江三角州は過去6千年間海側に前進しており、これらの変化を見るため1997年に崇明島で1本(CM97)、1998年に金沙(JS98)と黄橋(HQ98)で各1本の、合計3本のオールコアボーリングを実施した(表1, 図2)。回収率はCM97が約90%、JS98とHQ98が約80%であった。

採取した黄河と長江のボーリング試料は、半裁後記載し、各種分析用の試料を採取し、日本

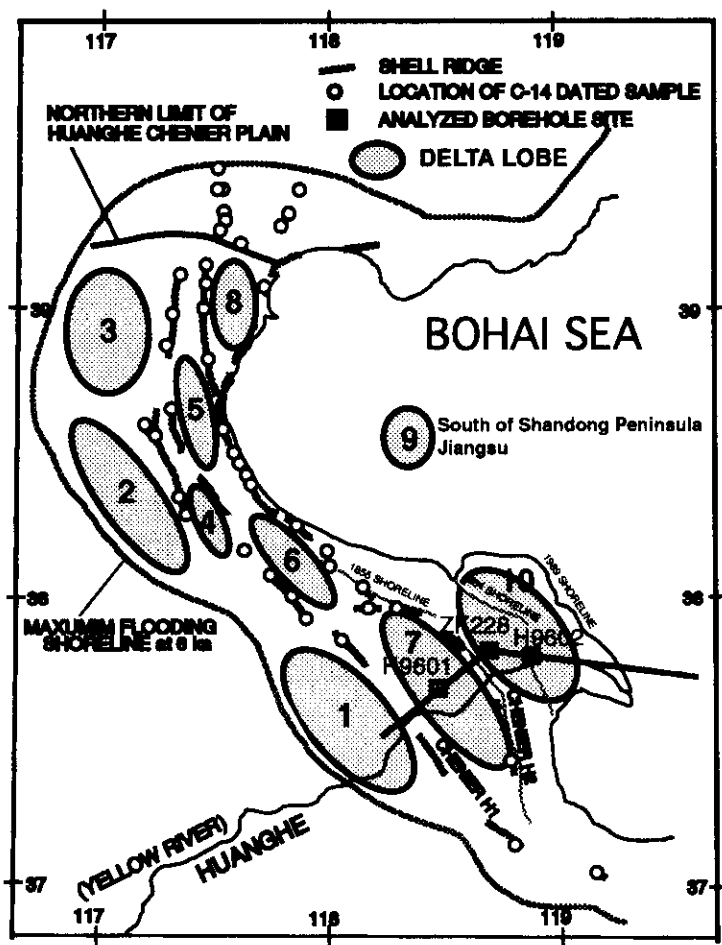
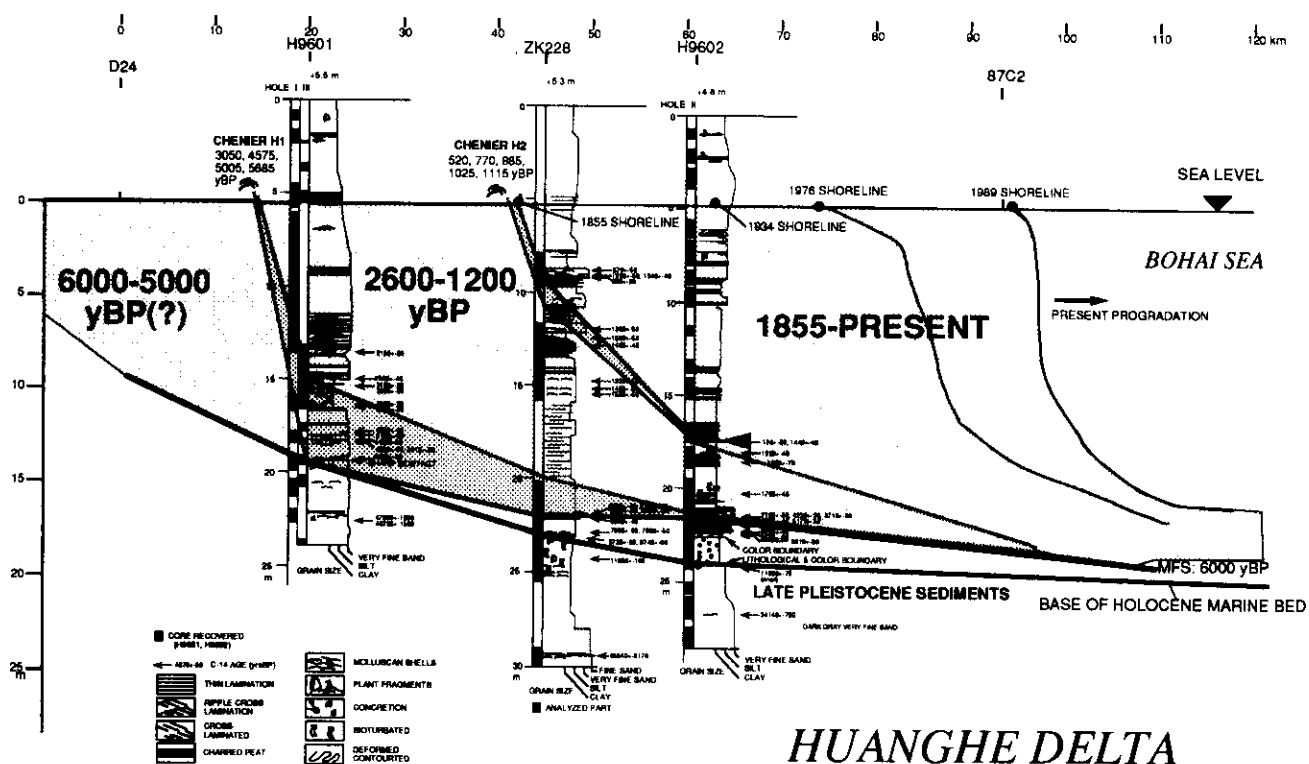


図1. 黄河三角洲におけるボーリング位置図と完新世のデルタロープ区分. 図2の断面図位置図も示す. デルタロープ区分は Xue(1993)による



### HUANGHE DELTA

図2. 現在の黄河三角洲における地質断面. 位置は図1に示されている. 現在の三角洲域では過去6千年間に3回のデルタの前進が認められる.

に持ち帰った。現在行っている分析は、堆積構造（軟X線）、重金属、パリノモルフ、有機物同位体、貝類群集、粒度、放射性炭素年代などである。

海域における試料は、1997年10月に行われた日中合同調査航海において表層試料を3本組み簡易マルチコアラーで採取し、また2本の柱状試料を中国側の航海で採取した（表2、図9）。これらの試料については、堆積構造（軟X線）、粒度、重金属、有孔虫、パリノモルフ、鉱物組成(XRD分析)、鉛210・セシウム137分析などを行った。

#### 4. 結果, 考察

##### 黄河における数千年間の変化

ボーリング試料は、2地点とも最下部が完新世初期の海水準上昇期の堆積物からなり中・上部が現在の海水準に達してからの堆積物である（図2）。含まれる貝について行った放射性炭素年代から三角州の成長は河道の変遷と密接な関係があり、過去6千年間に河道の変遷によってボーリングを行った地域では間欠的に三角州が前進しており、3つに区分されることが明らかとなった（図2、3）。また黄河三角州全域の貝殻堤の放射性炭素年代をレビューした結果、10ケの時期と地域に区分されることが明らかとなった（図1）。Xue(1993)<sup>7)</sup>で示された古地理図の妥当性がボーリングと貝殻堤の放射性炭素年代によって示された。これらのデータから過去数千年間の土砂供給量の変遷を明らかにするため、Zhang(1984)<sup>8)</sup>、Li(1991)<sup>9)</sup>、Xue(1993)<sup>7)</sup>の古地理図を用い、これらから陸域の拡大速度を算出し、地層の厚さを考慮して堆積物層総量を計算し、現在の堆積物供給量と1855年以降の堆積物総量の値を基準として、過去の堆積物供給量を推定した（図4）。この図から明らかなように過去数千年間の変化については黄河は明らかに土砂供給量が増加し、沿岸域では以前に比べて約10倍に増加していることが示された。この結果はMilliman et al. (1987)<sup>3)</sup>によって推定された10倍の増加とほぼ同じであるが、彼らに変化の起こった年代を約2千年前としたのに対し、陸域の増加は約千年前から急増している。これらの推定は黄河が海域に供給した堆積物量の増大を示しており、下流河成平野域での堆積量は考慮されていない。河口から約500km上流の開封から河口までの過去1万年間の堆積量を、層厚分布図などから考慮し、千年以前の黄河の土砂供給量を推定すると、海域と下流域500kmの範囲に堆積している堆積物総量は、現在三門峽を通過する土砂16億トンの15-20%と推量される。これが千~2千年前以前の黄河の土砂運搬量である。黄河は、約2500年前には大河と呼ばれ、漢の時代(206BC-220AD)には濁河と、そして唐の時代(618-907AD)には現在と同じ黄河と名前を変えている(Hu et al., 1998)<sup>1)</sup>。これらの変化が堆積物の運搬量と関連しているとすれば2千年前から千年前にかけて運搬量は増加し、当初は洪水時に流域の湖沼などの凹地を埋積し、千年前頃から河口までも顕著に土砂を供給するようになったと考えられる。過去約千年間黄河は洪水の頻度が大きくなったことが報告されているが、これらはこの土砂運搬量の増加と関連しているものと考えられる。この間に黄土高原の人口は、漢の時代の70万人から唐の時代の6-7千万人に約百倍に増加し、牧草地や森林は6-7百年前に消滅したとされている(Hu et al., 1998)<sup>1)</sup>。現在堆積物運搬量の約9割をもたらしている黄土高原の土壌流出環境がこの時期に形成されたことが推定される。

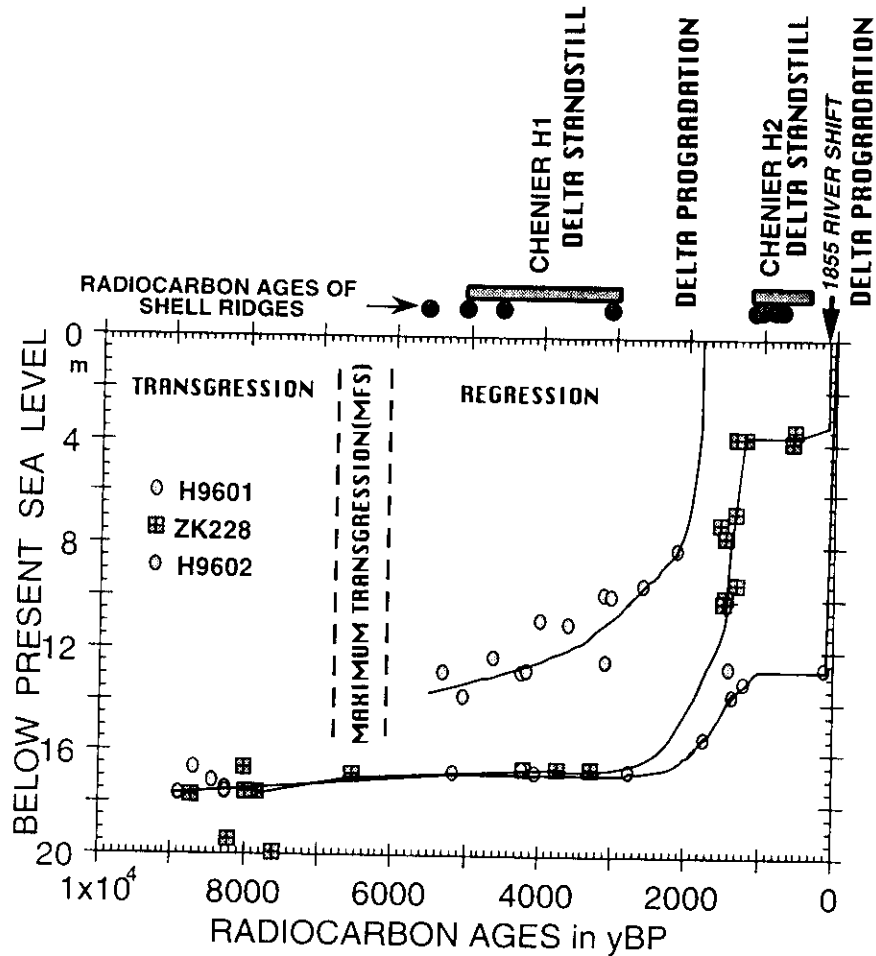


図3. ボーリング地点における堆積曲線。堆積が認められない時期と貝殻堤の発達時期が一致し、デルタの前進と貝殻堤の発達が相補的な関係にあることを示している。

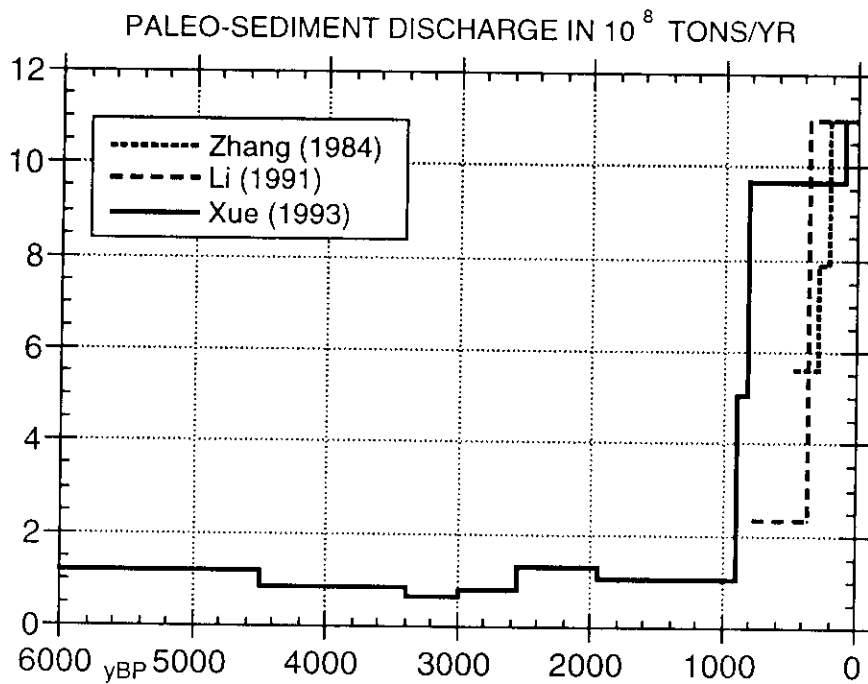


図4. 過去6千年間における黄河の堆積物運搬量の推定。

### 長江における数千年間の変化

長江に関しては採取したボーリング試料の内、放射性炭素年代の測定が終了している崇明島から採取したコアについて述べる(図5)。採取した堆積物の層相から上部の20mは現在のデルタフロントに相当する堆積物からなり、三角州の前進に伴ってプロデルタからデルタフロントへ、更に陸域へと変化してきたことを示している(図6, 7)。得られた放射性炭素年代を考慮すると深度20m以浅のデルタフロントの堆積物は約1500年前の年代を示すことから(図8)、この時期にボーリング地点をデルタフロントが通過したことがわかる。長江は過去6千年間に南東方向に三角州を成長させてきており(図6)、6千年前から1500年前までに約170kmデルタフロントは前進し、過去1500年間に現在の位置まで約100km前進している。前進速度で比較すると35-40km/千年から60-70km/千年と過去1500年間の方が大きく、長江から沿岸域へ土砂供給が増加した可能性があることを示している。また三角州の形態はロート状をしていることやプロデルタまでの厚さも現在ほど厚くなっていることから前進速度の差以上に供給量の増加が予想できる。これらの変化の原因については人為的なものかどうか不明だが、流量の大幅な増加が考えにくいことから、1)河道の固定に伴い河川流域における堆積が減少し海域まで運搬されるようになった、2)主に中流域の湖沼における堆積が減少し海域まで運搬されるようになった、3)土壌流出などによって土砂運搬量が増加した、4)黄河が1128-1855まで黄海に流入していた時期に堆積物が多量に長江河口に供給された。以上4つの原因が考えられるが、1)、2)、4)の影響が大きいのではないかと考えられる。

### 長江における数十年間の変化

海域から採取した表層堆積物は、隔離実験を行った Meso-1 を除いて堆積物は砂質であり、B-1 地点が砂分20%と比較的少ないが、他の多くは40%を超える堆積物であった。また各コアで深度方向に粒度変化が大きいのも特徴で、層相も砂と泥が互層しているものが岸寄りに多い。主たる調査域は図5の底質図(同済大学海洋地質系, 1975)<sup>10)</sup>のシルトから沖の砂の分布域に、また Meso-1 の地点は南部の粘土分布域にあたる。含有する重金属元素は、際立って含有量の多い地点は見られなかった。含有量は堆積物の粒度に主に影響されており、最も細粒であった Meso-1 や G-1 柱状試料の細粒部で最大含有量を示す(図10)。また安定した粒度の堆積物では表層に向かって値は上昇傾向にある(図10: Meso-1)。一方 B-1 柱状試料ではこのような変化は見られず、上部まで値は低かった。

鉛210法やセシウム137法によって求められた G-1 柱状試料の堆積速度は、鉛210法で約2.5cm/年、セシウムで約1.5cm/年であった。堆積物の粒度が上部で粗粒であることから、鉛210法による堆積速度は、粒度の影響を受けてみかけ上大きくでていると考えられる。セシウムの値を用いれば柱状試料は約60年の沿岸環境を保存した試料となる。一方 B-1 柱状試料は、セシウムのピークが16-20cmの深度に確認され、セシウムの含有も36-38cmまで確認された。セシウムのピークの年代を1963年とすると堆積速度は0.46-0.57cm/年となる。減衰が明瞭ではないが鉛210法による堆積速度では0.38cm/年となり、小さな値となる。セシウムの下限やピークを用いた堆積速度と比べて鉛210法による上部の堆積速度は小さく、他の柱状でみられ

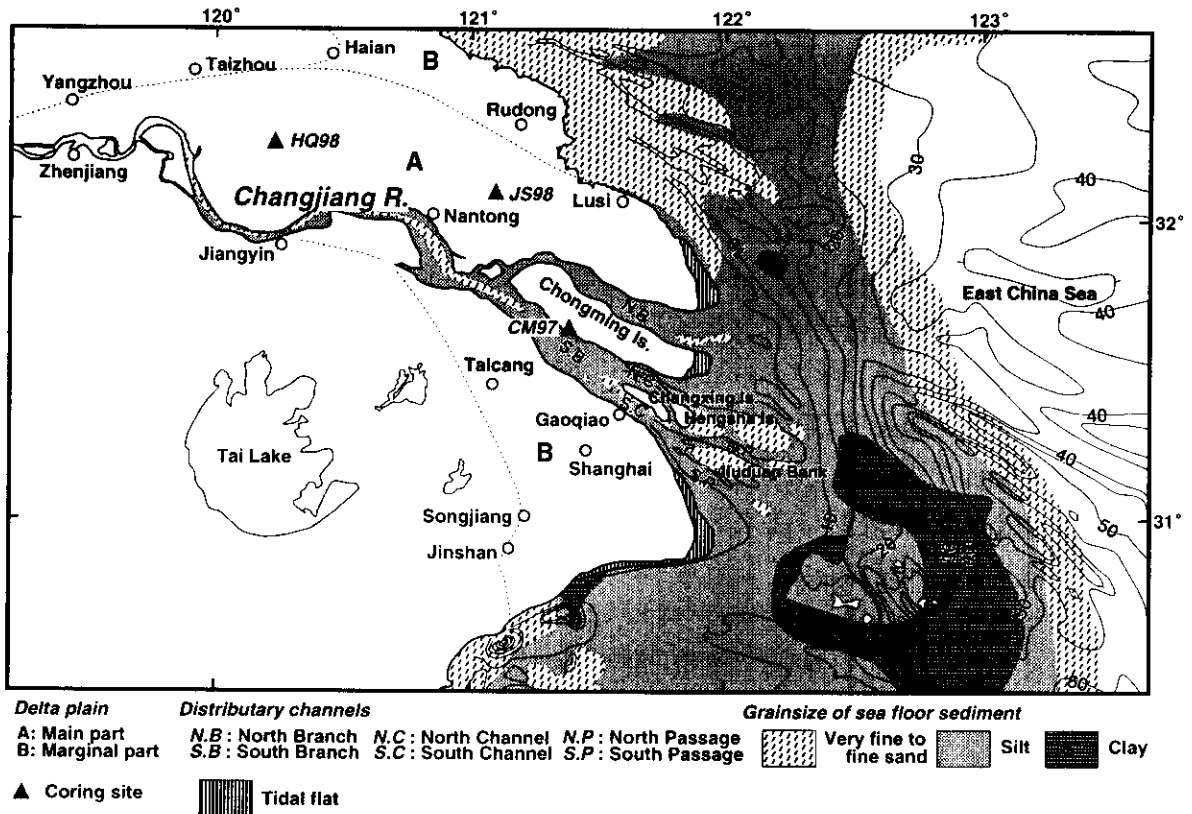


図5. 長江ボーリング地点位置図, 沿岸海域の底質図と地形図.  
 底質図は同済大学海洋地質系(1975)による.

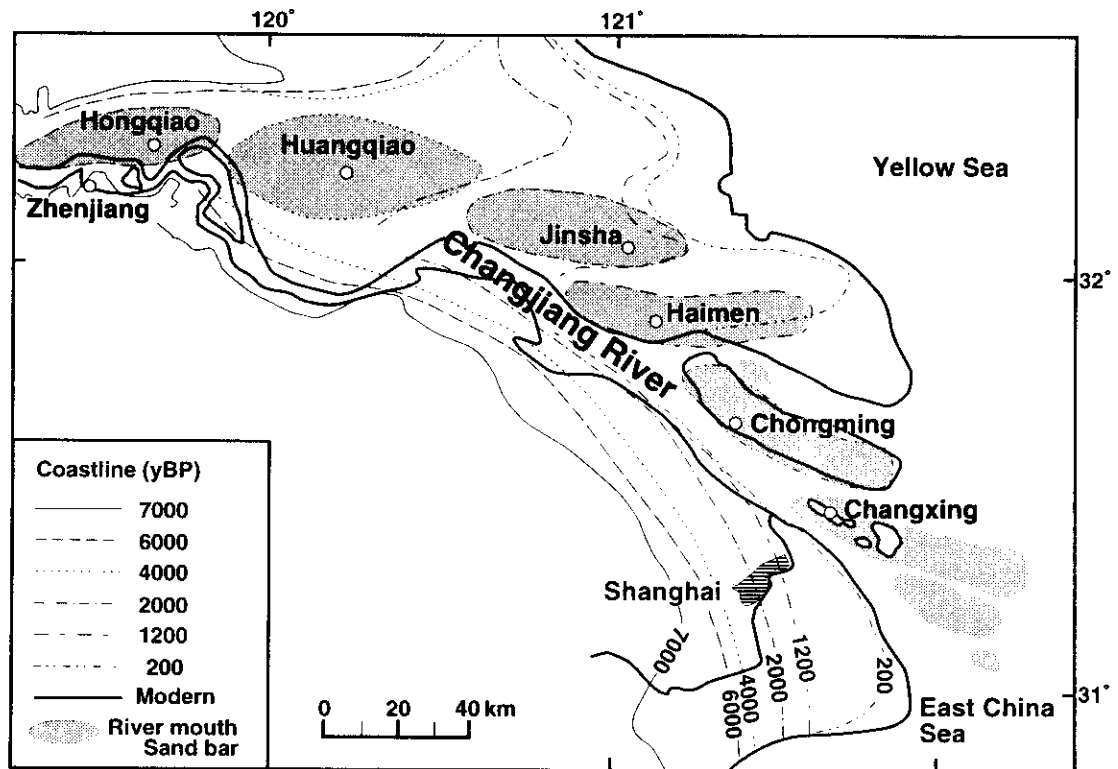


図6. 長江三角州の過去6千年間における河口州と海岸線の変遷.

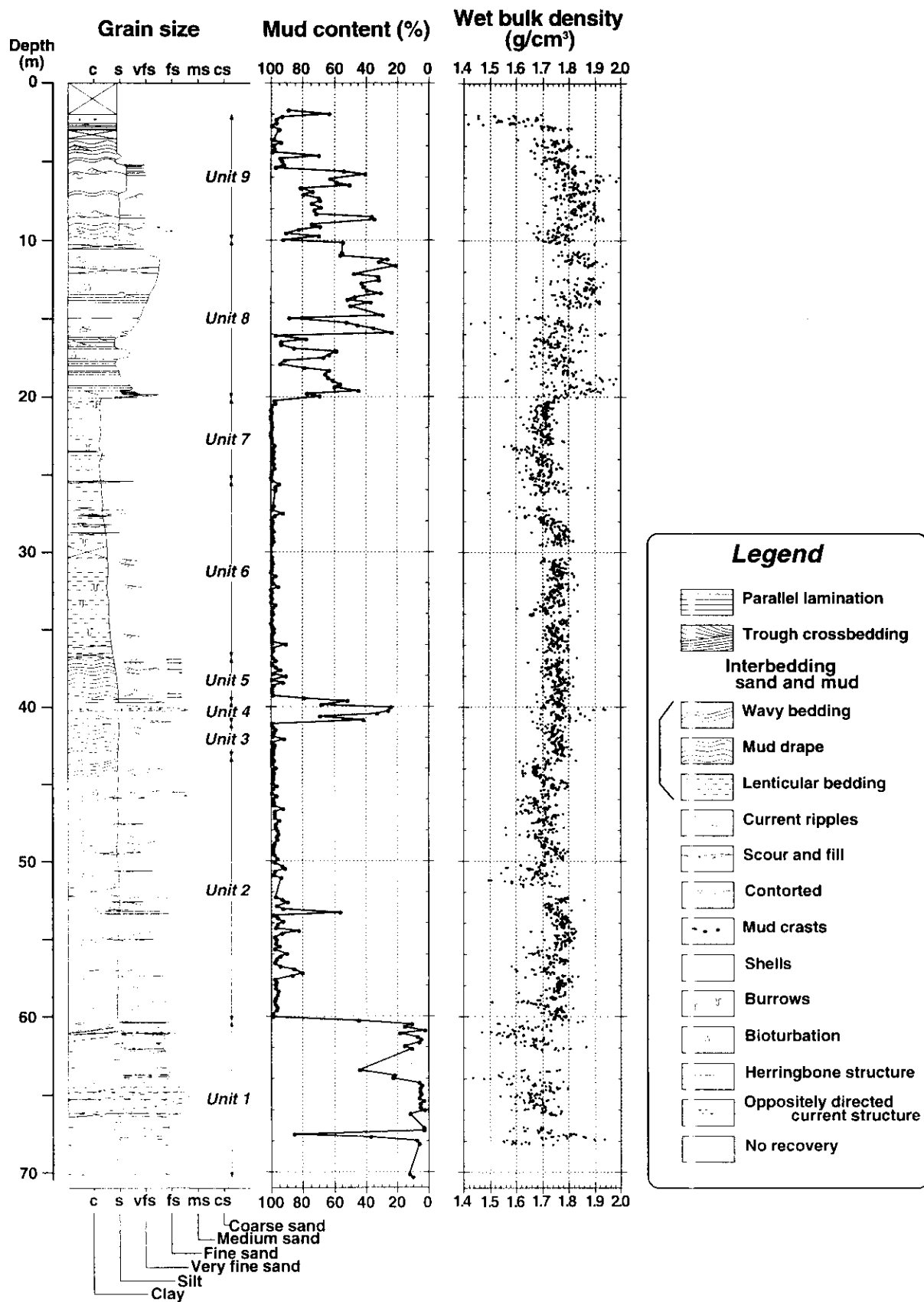


図7. 長江ボーリング柱状図, 泥分含量と湿潤密度 (CM-97) .



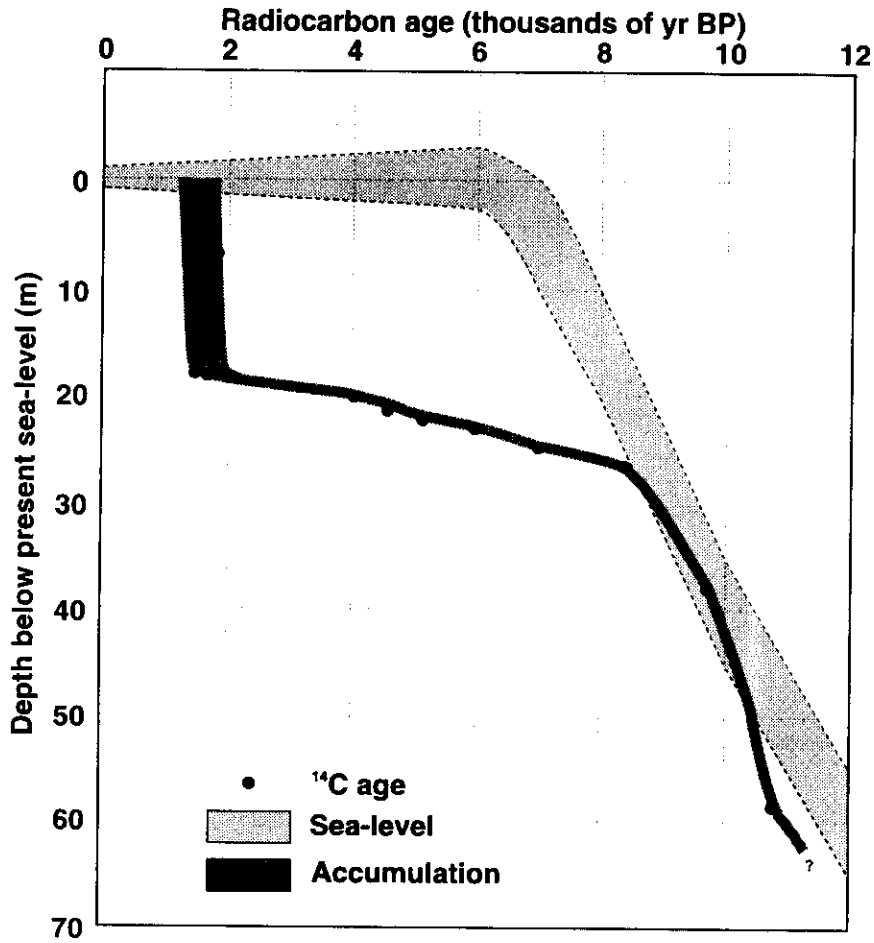


図 8. CM-97 ボーリングにおける堆積曲線と海水準変動曲線.

表 1. 黄河と長江におけるボーリング試料採取位置. 黄河における ZK 番号の試料は, 中国海洋地質研究所の所有する試料の内, 今回の分析に用いた試料.

Site	Hole	Latitude	Longitude	Altitude	Depth
黄河					
H9601	I	37-40.506N	118-28.700E	5.50 m	22.7 m
H9601	III	37-40.506N	118-28.700E	5.50 m	23.9 m
H9602	II	37-47.845N	118-54.284E	4.84 m	28.5 m
ZK 228		37-47.486N	118-40.709E	5.30 m	
ZK 109		37-53.665N	118-37.541E	3.55 m	
ZK 204		37-46.219N	118-44.255E	7.56 m	
ZS 3		38-01.333N	118-51.250E	2.87 m	
長江					
CM97	A,B,C	31-37.483N	121-23.6E	2.48 m	70.50 m
JS98	A,B,C	32-05.0N	121-05.0E	4.20 m	61.50 m
HQ98	A,B	32-15.0N	120-14.0E	5.91 m	60.55 m

表 2. 長江沖の海域から採取した試料の位置.

Site	Latitude	Longitude	water depth	core length
Meso-1	30-50.5N	122-36.6E	20.5 m	31 cm
A-1	31-59.8N	122-30.3E	25.5 m	24 cm
A-3	31-59.5N	123-14.8E	42.0 m	8 cm
A-5	32-00.1N	123-59.9E	39.8 m	20 cm
B-1	31-45.4N	122-30.4E	27.2 m	26 cm
B-3	31-35.6N	123-14.9E	42.0 m	14 cm
B-5	31-29.8N	123-59.8E	41.5 m	12 cm
C-1	31-25.5N	122-34.7E	35.3 m	28 cm
C-3	31-10.5N	123-14.7E	58.7 m	31 cm
C-5	30-59.8N	124-00.0E	39.0 m	no sample
G-1 Core	31-27.1N	122-23.4E	16.0 m	88 cm
B-1 Core	31-45.2N	122-31.1E	28.5 m	160 cm

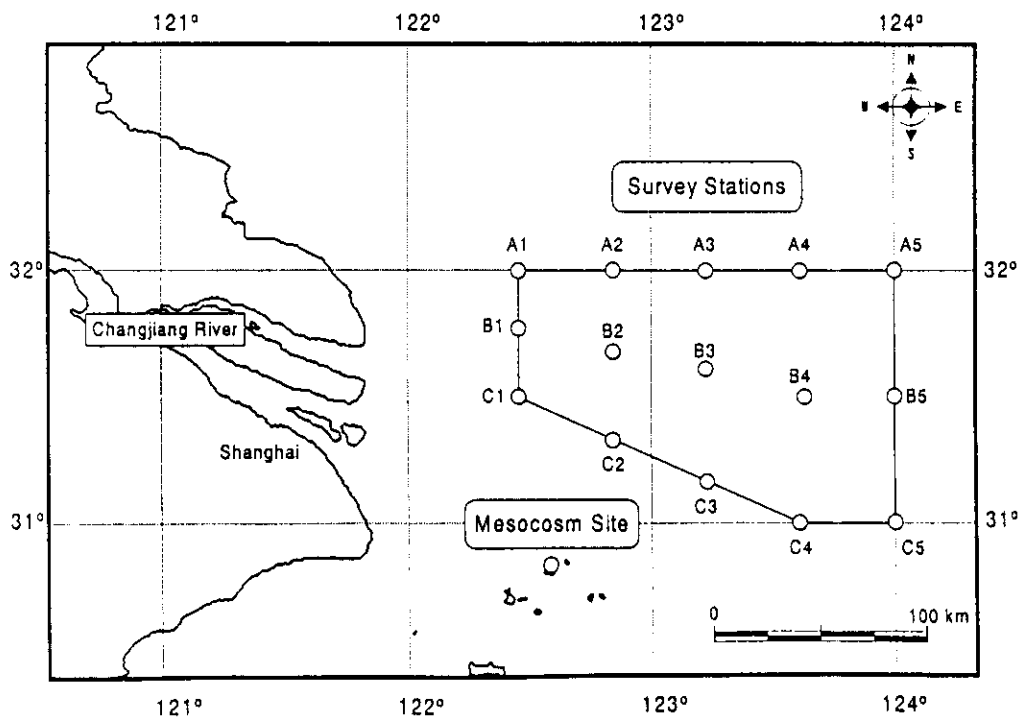


図 9. 長江沖の海域から採取した試料の位置図. B-1 コアは, B-1 地点近傍.  
G-1 コアは C-1 地点のやや西側に位置する.

表 3. 長江沖海底表層堆積物の鉱物組成. XRD の分析による. 試料は表層 0-2cm.

Site	Quartz	Feldspar	Calcite	Dolomite	Other
A-1	46.0	9.6	less than 0.5	less than 0.5	43.6
B-1	24.3	9.8	2.5	0.8	62.6
C-1	32.4	7.0	1.6	1.1	57.9
A-3	40.0	15.8	0.7	1.0	42.5
B-3	49.2	17.5	less than 0.5	1.2	31.8
C-3	38.6	14.7	1.6	2.2	42.9
A-5	40.0	16.9	2.2	1.6	39.3
B-5	37.9	12.9	0.9	0.7	47.6
Meso	18.5	6.6	2.4	1.2	71.3

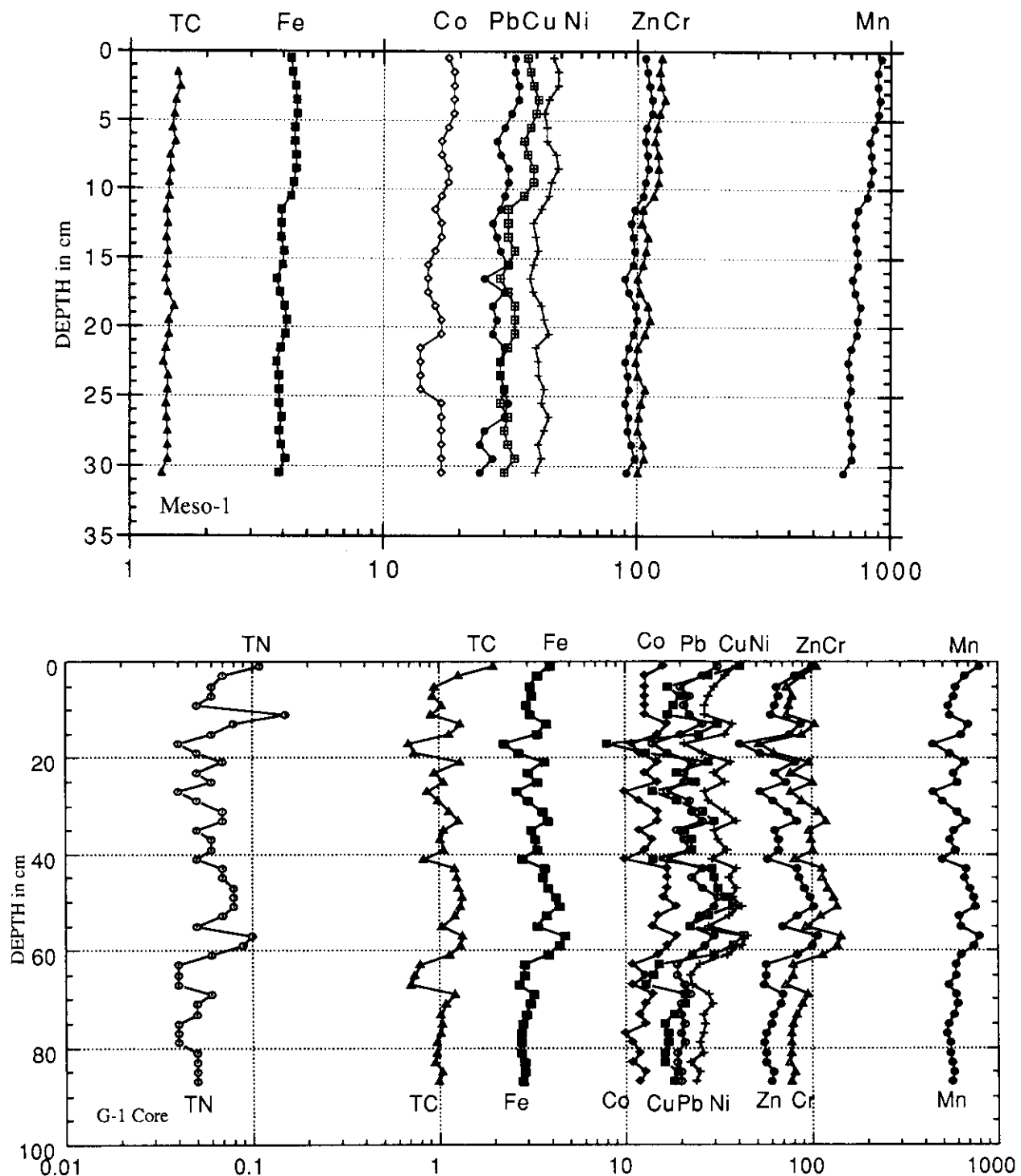


図 10. Meso-1 と G-1 コアにおける重金属元素含有量の深度方向の変化.  
 TN, TC, Fe は%, Co, Pb, Cu, Ni, Zn, Cr, Mn は ppm.

るようなコア上部での Pb, Cu, Zn の増加も見られないことから, B-1 柱状試料は, 表層部が欠如しているか, 乱されている可能性が大きい。

一方, 各表層部堆積物試料中に確認したパリーノモルフは, 花粉, シダ植物胞子, 菌類胞子などの陸源性パリーノモルフの他に, 渦鞭毛藻シスト (17 属 32 種以上), プラシノ藻類ファイコーマ (2 属 2 種以上), 緑藻類 (淡水・浮遊性クンショウモ属 2 種以上), 黄金色藻類不動胞子 (アーケオモナス類) などの植物性微化石, 有鐘類ロリカ, 有孔虫類ライニング (内膜), カイアシ類休眠卵や体などの動物性微化石, アクリターク (4 属 5 種以上) などの所属不明微化石である。渦鞭毛藻シストは A-4, B-1, B-5, C-1, C-3 に多産する。B-3 には渦鞭毛藻シストは産せず, また A-1 も少ない。後述するように *Alexandrium catenella/tamarense* の可能性がある楕円形で透明のシストは B-5 をはじめ 4 試料から, *A. minutum* の可能性がある卵形で透明のシストは A-5 に多く, その他の 6 試料に産する。小型有孔虫類ライニングや有鐘類のロリカは A-5, B-5, C-3 に多い。

G-1 コアは全体を通して産出した海産パリーノモルフの種類及び量は表層堆積物試料とはほぼ同じ程度であるが, 28-30cm 試料では全く産せず, 18-20cm と 24-26cm では極めて少ない。独立栄養種群のシストが全試料を通して優占する。なかでもゴニオラックスグループの *Spiniferites bulloideus* とカルキオディネラグループの *Scrippsiella* 属 (多くは *S. trochoidea*) が多い。楕円形で透明の *A. catenella* もしくは *A. tamarense* と推察されるシストがコア上部から産し, 8-10cm と 14-16cm でやや多くなる。従属栄養種群ではプロトペリディニウムグループの褐色球形シスト (*Round brown* と総称される *Brigantedinium* 属) が多く, ついで *Selenopemphix quanta* や *Trinovantedinium capitatum* が非連続的に産する。ギムノディニウムグループの *Polykrikos schwartzii/kofoidii complex* も 8-10cm と 34-36cm 試料にやや多く産する。有孔虫ライニングでは coiled type が主体であり, コアの下部 (68-70cm 以深), 中部 (34-36cm, 38-40cm) で豊産し, 上部 (14-16cm 以浅) でやや少なくなる。淡水性緑藻類の *Pediastrum simplex* はコアの下部を除いて少量ではあるがほぼ連続的に産する。アクリターク類では *Domasiella* ? spp. と *Halodinium* spp. が多い。 *Domasiella* ? spp. はコア中部から下部に, *Halodinium* spp. はコア下部に多い。

コア全体を通して渦鞭毛藻シスト群集では *Spiniferites* などの独立栄養種群のシストが, パリーノモルフの産出がない 28-30cm 前後の試料以外では 50%前後以上を占めている。しかし, 大局的にみると下部から上部に向かって *Brigantedinium* などの従属栄養種群の占める割合が増加傾向にある。一般に従属栄養種群シストの増加は, その餌となる珪藻類や他の微小藻類の増殖を反映していると考えられていることから, 栄養塩類の増加を示唆するとされてきた (Matsuoka, 1999) <sup>11)</sup>。これに従うと, G-1 海域ではここ数十年間では極端な栄養塩濃度の変化はないものの, その濃度は徐々に上昇していると判断される。その栄養塩は長江からの供給によると考えられる。

麻痺性貝毒原因種である *Alexandrium catenella* もしくは *A. tamarense* と推察されるシストが 38-40cm 試料 (約 25-30 年前) から産することは, これらの種のシストが少なくとも 1970 年代頃から長江河口沖 (中国沿岸域) で堆積していたことを示している。

#### 4. 本研究により得られた成果

本研究によって以下のこと成果が新しく得られた。

黄河：1)黄河河口域では河道の変化に対応して、河口域における三角州の前進とそれ以外の沿岸域での沿岸侵食・貝殻堤の形成が過去6千年間にわたって起こっており、河道・河口の位置が沿岸環境に大きな影響を与えている。2)黄河の堆積物の海域への供給量は1-2千年前にそれ以前の約10倍に増加した。3)この変化の主な原因は流域の土砂供給量の増加が考えられ、推定される過去の土砂生産量は現在の15-20%程度であった。

長江：1)長江においても過去千~2千年間はそれ以前と比べて河川から海域に供給される土砂総量は約2倍近くに増加している。2)考えられる原因としては流域の湖沼や氾濫原に堆積していた土砂が海域まで運搬されるようになった、黄河の土砂が長江河口域に供給されたなどが考えられる。3)過去数十年間の変化では、重金属元素は堆積物表層に向かって増加しているが、濃度は高くなく汚染には至っていない。4)渦鞭毛藻の分析から麻痺性貝毒原因種である *Alexandrium catenella* もしくは *A. tamarense* と推察されるシストが1970年頃から長江河口沖（中国沿岸域）で堆積していたことが示された。

#### 6. 参考文献

- 1) Hu, D., Saito, Y. and Kempe, S. (1998) Sediment and nutrient transport to the coastal zone. In J. N. Galloway and J. M. Melillo, eds, *Asian Change in the Context of Global Climate Change: Impact of Natural and Anthropogenic Changes in Asia on Global Biogeochemical Cycles*, Cambridge University Press, IGBP Publication Series 3, p. 245-270.
- 2) GESAMP (1993) *Anthropogenic Influences on Sediment Discharge to the Coastal Zone and Environmental Consequences*. GESAMP Reports and Studies No.52, UNESCO-IOC, 67p.
- 3) Milliman, J.D., Qin, Y.S., Ren, M.-e, and Saito, Y. (1987) Man's influence on the erosion and transport of sediment by Asian rivers: the Yellow River (Huanghe) example. *Journal of Geology*, 95, 751-762.
- 4) 斎藤文紀・楊 作升(1994)黄河：河川流量，浮遊堆積物運搬量と堆積物収支. *堆積学研究*, no.40, 7-17.
- 5) Yang, Z., Milliman, J.D., Galler, J., Liu, J.P. and Sun, X.G. (1998) Yellow River's water and sediment discharge decreasing steadily. *EOS*, 79, 589-590, 592.
- 6) 斎藤文紀 (1998) 東シナ海の堆積環境と堆積物収支. *沿岸海洋研究*, 36, 43-58.
- 7) Xue, C. (1993) Historical changes in the Yellow River delta, China. *Mar. Geol.*, 113, 321-329.
- 8) Zhang, R. (1984) Land-forming history of the Huanghe river delta and coastal plain of North Jiangsu. *Acta Geographica Sinica*, 39, 173-184.
- 9) Li, Y. (1991) Changes of the abandoned Huanghe delta. *Geographical Research*, 10(4), 29-38.
- 10) 同済大学海洋地質系(1975)長江三角洲現代沈積的基本特性. 同済大学科学技術情報組編, 61p.
- 11) Matsuoka, K.(1999) Eutrophication process recorded in dinoflagellate cyst assemblages- a case of Yokohama Port, Tokyo Bay, Japan. *Science of the Total Environment*., in press.

## [国際協同研究等の状況]

本研究の内、長江河口域における研究については、環境庁と中国国家海洋局との共同研究として、日中環境保護協力協定下の平成9年3月に締結した日中共同調査研究「東海特定海区河川経路環境負荷及びその海洋生態系に及ぼす影響プロジェクト」として実施されている。また黄河三角州における研究は、地質調査所と中国地質鉱産部海洋地質研究所及び青島海洋大学との共同研究として、長江三角州におけるボーリングによる研究については地質調査所と中国同済大学との共同研究として実施された。

## [研究成果の発表状況]

### (1) 口頭発表

- ① 齋藤文紀：日中環境容量学術交流会，北京（1997）  
「陸域起源の沈降粒子と堆積物環境」
- ② Yoshiki Saito, Wei Helong, Zhou Yongqing, Akira Nishimura, Yoshio Sato, Setsuya Yokota : International Symposium on Quaternary Environmental Change in the Asia and Western Pacific Region, Tokyo (1997)  
「Natural and anthropogenic changes of the Huanghe (Yellow River) delta」
- ③ Yoshiki Saito, Wei Helong, Zhou Yongqing, Akira Nishimura, Yoshio Sato, Setsuya Yokota : Rekihaku International Symposium "Terrestrial environmental changes and natural disasters during the last 10,000 years" (1997)  
「Intermittently rapid delta progradation caused by natural and anthropogenic influences on the Huanghe (Yellow River), China」
- ④ 齋藤文紀, 魏合龍, 周永青, 西村昭, 佐藤喜男：堆積学研究会 1998 年春季研究集会、千葉（1998）  
「完新世における黄河三角州の発達様式」
- ⑤ 齋藤文紀, 魏合龍, 周永青, 西村昭, 佐藤喜男, 横田節哉：1998 年日本第四紀学会大会、小田原（1998）  
「黄河三角州の沖積層とその発達様式」
- ⑥ Saito, Y. Wei, H.I, Zhou, Y.I, Nishimura, A., Sato, Y. and Yokota, S. : SEPM-IAS Research Conference on Strata and Sequences on Shelves and Slopes, Sicily (1998)  
「Delta progradation and chenier formation: 3D and high-resolution analyses of the Huanghe (Yellow River) delta, China」
- ⑦ 金井豊, 片山肇, 西村昭, 齋藤文紀, 周懷陽, 陳建芳：1998 年度日本地球化学学会年会（1998）  
「東シナ海、揚子江沖における底質コアの堆積速度測定」
- ⑧ SAITO Yoshiki, WEI Helong, ZHAO Yongqing, NISHIMURA Akira, SATO Yoshio, YOKOTA Setsuya : "Prof. Kenneth O. Emery Commemorative International Workshop on Land-Sea Link in Asia", (1999)

- 「Natural and anthropogenic changes of the Huanghe (Yellow River) Delta, China」
- ⑨Kazuaki HORI, Yoshiki SAITO, Quanhong ZHAO, Xinrong CHENG, Pinxian WANG, Congxian LI : "Prof. Kenneth O. Emery Commemorative International Workshop on Land-Sea Link in Asia", (1999)
- 「Sedimentary characteristics of post-glacial deposits beneath the Changjiang River Delta」
- ⑩Toshikatsu KURAMOTO, Masao MINAGAWA, Yoshiki SAITO, Quanhong ZHAO, Xinrong CHENG, Pinxian WANG : "Prof. Kenneth O. Emery Commemorative International Workshop on Land-Sea Link in Asia", (1999)
- 「Carbon and nitrogen isotopic characterization of sedimentary organic matter in a boring core from the Changjiang estuary」
- ⑪Saito, Y., Katayama, H., Kanai, Y., Nishimura, A., Yokota, S., and Matsuoka, K. : The Japan-China Joint Workshop on the Cooperative Study of the Marine Environment - Environmental capacity and effects of pollutants on marine ecosystem in the East China Sea -, Tokyo (1999)
- 「Decadal to millennial environment changes of the Changjiang Delta recorded in sediment cores」
- ⑫堀 和明・斎藤文紀・趙 泉鴻・成 金栄・汪 品先・李 从先 : 日本地理学会春季学術大会 (1999)
- 「長江デルタ下の埋没谷地形と堆積物」
- ⑬松岡數充, 斎藤文紀・片山 肇・金井 豊, 陳 建芳・周 懷陽 : 日本古生物学会 (1999)
- 「長江沖表層およびG-1 コア試料中の海産パリノモルフ群集」 (予定)
- ⑭Hori, K., Saito, Y., Zhao, H., Cheng, X., Wang, P. and Li, C.: Japan-Korea Geomorphological Conference, Korea
- 「Sediment facies and accumulation rate in the tide-dominated Changjinag estuary during the last transgression」 (予定)
- (2) 論文発表
- ①斎藤文紀: 東シナ海の堆積環境と堆積物収支. 沿岸海洋研究, 36, 43-58. (1998)
- ②Hu, D., Saito, Y. and Kempe, S. : Sediment and nutrient transport to the coastal zone. In J. N. Galloway and J. M. Melillo, eds, Asian Change in the Context of Global Climate Change: Impact of Natural and Anthropogenic Changes in Asia on Global Biogeochemical Cycles, Cambridge University Press, IGBP Publication Series 3, p. 245-270. (1998)
- ③Hori, K., Saito, Y., Zhao, H., Cheng, X, Wang, P. and Li, C.: Sedimentary characteristics of post-glacial deposits beneath the Changjiang River Delta. In Land-Sea Link in Asia "Prof. Kenneth O. Emery Commemorative International Workshop". Edited by Saito, Y., Ikehara, K., and Katayama, H., STA (JISTEC) & Geological Survey of Japan, Tsukuba, 140-144. (1999)
- ④Kuramoto, T., Minagawa, M., Saito, Y., Zhao, H., Cheng, X. and Wang, P. : Carbon and nitrogen isotopic characterization of sedimentary organic matter in a boring core from the Changjiang estuary. In Land-Sea Link in Asia "Prof. Kenneth O. Emery Commemorative International Workshop". Edited by Saito, Y., Ikehara, K., and Katayama, H., STA (JISTEC) & Geological Survey of Japan, Tsukuba, 145-

149. (1999)

- ⑤Saito, Y., Wei, H., Zhao, Y., Nishimura, A. Sato, Y., and Yokota, S.: Natural and anthropogenic changes of the Huanghe (Yellow River) Delta, China. In Land-Sea Link in Asia "Prof. Kenneth O. Emery Commemorative International Workshop". Edited by Saito, Y., Ikehara, K., and Katayama, H., STA (JISTEC) & Geological Survey of Japan, Tsukuba, 33-38. (1999)
- ⑥Saito, Y., Wei, H., Zhao, Y., Nishimura, A. Sato, Y., and Yokota, S.: Delta progradation and chenier formation in the Huanghe (Yellow River) Delta, China. Journal of Asian Earth Science, in press. (1999)
- (3) 出願特許, 受賞等  
なし