

D-1 東シナ海における長江経由の汚染・汚濁物質の動態と生態系影響に関する研究

(3) 長江河口域での汚染・汚濁物質の輸送循環機構の解明に関する研究

② 長江河口域における懸濁態及び沈降粒子による汚染・汚濁物質の輸送機構に関する研究

独立行政法人 水産総合研究センター 西海区水産研究所

東シナ海海洋環境部 生物環境研究室

岡村和麿・横内克巳・清本容子

平成 11～13 年度合計予算額 17, 198 千円
(うち、平成 13 年度予算額 5, 495 千円)

[要旨]

長江河口域における粒状物質の輸送過程を把握するために観測及び解析手法の開発を行った。濁度センサー付き STD を用いた反復観測及び係留系を用いた時系列観測により水塊の把握するとともに、懸濁粒子、沈降粒子、表層堆積物の有機炭素・窒素およびその安定同位体比の測定した。長江の影響を最も大きく受けていると考えられる懸濁粒子の有機炭素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) は -28.2‰ であり、河口から離れるにつれて増加する傾向にあった。濁度が急激に減少する長江希釈水と沖合水とのフロント域では、生物生産によるとみられる粒子の沈降が確認され、それらが堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ に強い影響を及ぼしていると考えられた。フロント域の沖合側では、中・下層に濁度層が確認され、懸濁粒子の $\delta^{13}\text{C}$ から、海底付近において粒子が移流によって輸送されていることが示唆された。

[キーワード] 長江河口域、東シナ海、粒状物質、安定同位体比

1. はじめに

東シナ海は、広大な大陸棚を有し、黄河・長江の 2 大河川から供給される多量の栄養塩物質と浮遊堆積物により生物生産性が高いと言われる。一方、近年の中国大陸における農・工業生産による人工化学物質の過剰使用、沿岸域への人口集中は、河川経由で供給される汚染・汚濁物質の増加を招き、また水資源・エネルギー開発等の急激な増大、土地利用形態の変化は、その供給量や濃度の増加に大きな影響を及ぼしている。長江河口域には、長江から供給される大量の粒状物質と潮汐や風浪等の擾乱によって高濁度域が形成される。溶存態重金属や PCB といった有害物質の多くは懸濁粒子に吸着して海洋へ輸送される^{1),2)}と考えられることから、高濁度域の粒状物質が河口域から沖合域にかけての海洋生態系に様々な影響を及ぼすことが想定される。粒状物質に吸着する有害物質の影響を把握するためには、まず河口域における粒状物質の輸送過程を把握する必要がある。

2. 研究目的

長江河口域において高濁度域に分布する粒状物質は、凝集、吸着等の過程により陸域由来の溶

存物質を濃縮しつつ沖合域へと輸送され、環境の変化により再び放出するなどして海洋生態系に多大な影響を与えることが推察される。しかし、長江河口域における粒状物質の形態や輸送過程、更には沖合への輸送過程についての詳細な研究は十分になされていないのが現状である。そこで本研究では、長江河口域およびその沖合域において、懸濁粒子、沈降粒子及び表層堆積物の3つの粒状物質に注目し、それら粒状物質の形態変化と輸送過程を把握することを目的とした。

3. 研究方法

(1) 手法開発

平成11年および12年度においては、諸事情により長江河口域における日中共同研究調査が実施できなかつたため、河口域における粒状物質の輸送過程を把握するための手法開発を東シナ海において行った。

①長江河口域の粒状物質の有機炭素・窒素安定同位体比

平成9年5～6月及び平成10年10月に中国国家海洋局との共同研究で採取された長江河口域における試料を用い、懸濁粒子、沈降粒子、表層堆積物の親生物元素含量及び有機炭素・窒素安定同位体比（以下 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ とする）を測定することにより、長江河口域における粒子の輸送過程の把握のためのバックグランド値を求めた（図1a, b）。

②粒子の輸送過程把握のための観測及び解析手法の開発

平成11年度の秋季に、東シナ海陸棚縁辺部の測点12（北緯 $30^{\circ}30'$ 、東経 $126^{\circ}02'$ 、水深68m）において定点観測を実施し、懸濁粒子、沈降粒子及び表層堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ を測定することにより、現場海域における粒子の輸送過程の実態の把握を試みた。懸濁粒子は、3時間毎のSTD観測時に海底上0.5mにおいて採取した。沈降粒子は、海底上10mに36時間設置されたセディメントトラップにより6時間毎に採取された。表層堆積物は重力式コアラーによって採取され、表層から0.5cmをスライスしたものをを用いた。また、平成12年度の春季に、東シナ海陸棚縁辺部の測線Pにおいて、STD（濁度センサー付き）による2回の反復観測及び約5日間の係留系による時系列観測を実施し、水塊把握手法の確立を試みるとともに、懸濁粒子と表層堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ を用いた粒子の輸送過程を把握するための手法開発を行った（図1a）。

(2)長江河口域における粒状物質の輸送過程

平成13年5月20日から5月28日の期間に、長江河口域において中国調査船「勘407」を用いた日中共同研究調査が実施された（図1b）。全測点においてSTD（濁度センサー付き）による水塊の鉛直観測と懸濁物試料採取のため1～5層の各層採水が実施された。測点B2（水深15m）では、調査船からセディメントトラップおよび流速計（設置水深5～9m）からなる係留系を25時間垂下して時系列観測を行い、沈降粒子試料および流速のデータを得た。また同測点において、3時間毎にCTDを用いた反復観測もあわせて実施した。測点A2, B2, B3, C1では重力コアラーにより柱状コアサンプルを採取し、表層堆積物試料を得た。

得られた懸濁物及び沈降粒子試料は各々Whatman GF/Fフィルター及びNucleoporeフィルター（孔径 $0.6\mu\text{m}$ ）で濾過後凍結乾燥し、酸処理を施して有機炭素・窒素および有機炭素安定同位体比測定に供した。表層堆積物試料も凍結乾燥後、酸処理を施して同様の分析に供した。

4. 結果・考察

(1) 手法開発

① 長江河口域の粒状物質の有機炭素・窒素安定同位体比

長江河口域における懸濁粒子（海底上 5m）、沈降粒子（メゾコズム実験区）及び表層堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ の関係を図 2 に示す。表層堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ ($\delta^{15}\text{N}$) は、 $-21.6\sim-19.2\text{‰}$ ($2.1\sim4.6\text{‰}$) の範囲内にあり、長江河口域に近い測点 A-1、C-1、C-3 及びメゾコズム実験区において、 $\delta^{13}\text{C}$ は -21.0‰ 以下と他に比べ低く、長江起源粒子の関与を示唆した。一方、海底付近の懸濁粒子中の $\delta^{13}\text{C}$ ($\delta^{15}\text{N}$) は、 $-23.2\sim-20.4\text{‰}$ ($1.5\sim8.5\text{‰}$) を示し、 $\delta^{13}\text{C}$ は表層堆積物に比べ低い傾向にあった。また、 $\delta^{13}\text{C}$ は長江河口域に近い測点 A-1、B-1、C-1 で -22.0‰ 以下と他の測点よりも低く、測点 C-1 では -23.2‰ に達することから、海底付近の懸濁物は表層堆積物よりも長江起源粒子の関与が大きいことが示唆された。Tan *et al.*³⁾ は、長江起源粒子の $\delta^{13}\text{C}$ を他の海域のデータから -27.0‰ と仮定し、6 月に $-24.3\sim-19.7\text{‰}$ 、11 月に $-26.6\sim-23.7\text{‰}$ となる表層懸濁物の $\delta^{13}\text{C}$ への影響を検討している。このとき表層堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ は、 $-22.9\sim-20.8\text{‰}$ と表層懸濁物に比べて高い傾向にあり、今回の結果と同様の傾向を示した。その中で Tan *et al.*³⁾ は堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ が懸濁物に比べて高い要因として、植物プランクトン等の海洋生物起源粒子の関与を指摘している。それらを裏付けるように、メゾコズム実験区におけるセディメントトラップ係留実験から得られた沈降粒子の $\delta^{13}\text{C}$ は、5m 深において $<20\mu\text{m}$ 、 $20\sim100\mu\text{m}$ 、 $100\sim1000\mu\text{m}$ のそれぞれのサイズ別に、 -16.4‰ 、 -17.3‰ 、 -15.2‰ と他の粒子に比べ非常に高い $\delta^{13}\text{C}$ を示し、海洋生物起源粒子の強い影響を示唆した。上層で生産された海洋生物起源粒子が沈降粒子となり海底へ輸送され、蓄積されることにより堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ に影響を及ぼすことが推察される。一方、15m 深では、 $<20\mu\text{m}$ 、 $20\sim100\mu\text{m}$ 、 $100\sim1000\mu\text{m}$ のそれぞれのサイズ別の $\delta^{13}\text{C}$ は、 -20.5‰ 、 -20.9‰ 、 -20.0‰ と 5m 深に比べて低い値を示した。このとき 5m 及び 15m 深の乾重量フラックスは、それぞれ $45.6\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ 、 $556.4\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ であり、15m 深では 5m 深の約 12 倍に達した。また 5m 深と 15m 深とでは、15m 深の方が $20\mu\text{m}$ 以下の小型粒子の割合が約 40% 多いこと、さらにフラックス全体の 49~63% を陸起源珪素 (L-SiO_2) が占めることから、長江起源と考えられる $\delta^{13}\text{C}$ の低い小型粒子の混入により沈降粒子の $\delta^{13}\text{C}$ は低くなったと考えられた。測点 C-1 における、表層堆積物と海底直上水中および海底上約 5m の懸濁物の $\delta^{13}\text{C}$ ($\delta^{15}\text{N}$) は、それぞれ -21.5‰ (3.3‰)、 -22.4‰ (2.5‰)、 -23.2‰ (2.3‰) であり、海底から離れるに従い減少する傾向にあった。このことは、海底付近の懸濁粒子が表層堆積物の再懸濁粒子だけでなく、移流等によって輸送された長江起源と考えられる粒子との混合によって形成されたものであると考えられた。

② 粒子の輸送過程把握のための観測及び解析手法の開発

平成 11 年 10 月の定点における係留系及び STD 観測から得られた結果の時系列変化を図 3 に示す。濁度の鉛直分布の時系列変化 (図 3b) から、懸濁粒子濃度が $1\text{mg}/\text{l}$ 以上の濁度層が約 40m 以深にみられた。その厚みと海底付近の濁度は流れが北向きの時に増加し、南向きの時に減少する傾向にあったが、この周期性は内部潮汐によるものと考えられた。また、濁度および沈降粒子フラックスは観測期間を通して漸増傾向にあった。表層堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ は -20.8‰ であった (図 3d)。海底上 0.5m の懸濁粒子の 8 及び 20 時間目の $\delta^{13}\text{C}$ は各々 -20.8 及び -21.2‰ を示した (図 3d)。懸濁粒子の $\delta^{13}\text{C}$ が表層堆積物と同程度であったことは、観測さ

れた懸濁粒子が、主に表層堆積物の再懸濁粒子によって構成されていたことを示す。一方、4, 16, 28 時間目の $\delta^{13}\text{C}$ は、各々-21.7, -22.0, -21.7‰であり、堆積物のそれに比べ低い値を示した。これは観測された懸濁粒子が、表層堆積物の影響をあまり受けていないことを示す。沈降粒子の $\delta^{13}\text{C}$ は、0~6, 18~24 時間で各々、-23.0, -23.2‰であり、12~18, 30~36 時間でそれぞれ、-22.1, -21.9‰であった。0~6, 18~24 時間の $\delta^{13}\text{C}$ は、表層堆積物に比べ 2‰以上低いことから、両者は起源が異なると考えられる。沈降粒子の殆どが粒径 $63\mu\text{m}$ 以下の小型粒子であり、C/N 比も 9.2 以上であることから有光層由来の生物起源粒子とは考えにくく、その起源は他の海域から輸送されたものと推察された。一方、12~18, 30~36 時間の沈降粒子の $\delta^{13}\text{C}$ は、海底上 0.5m の懸濁粒子のそれに近いことから、両者は起源が同じ粒子によって構成されていたと考えられた。この時、濁度層の厚みが増し、濁度層内では内部潮汐による粒子の上方輸送が起きていたため、両者が同じ値を示したと推察される。観測期間の後半は大潮の時期に入っており、平均流速の増加により表層堆積物の再懸濁が増加すると考えられたが、懸濁粒子の $\delta^{13}\text{C}$ は表層堆積物の値に近づかず、時間経過とともに減少傾向にあったことから、他の海域からの粒子の輸送量が多くなったと推察された。観測期間中の海底上 10m における懸濁粒子の水平フラックスは、北北東から北東の間に $1.85\text{kg}/\text{m}^2/\text{d}$ (ともに終了前の約 25 時間で算出) であった。

平成 12 年 5 月に東シナ海縁辺部の測線 P において実施された反復観測の結果を図 4 に示す。観測 1 回目 (5/11-12) から 2 回目 (5/17) にかけての期間中に縁辺部における水温及び塩分は増加する傾向にあった。これは約 5 日の間に黒潮起源の水塊が斜面域に接近したことを示唆する。1 回目の観測において、海底から中層にかけて比較的密度が均一な水塊 (σ_t で 24.6~24.8) が存在し、その中で濁度が $1.0\text{mg}/\text{l}$ 以上を示し、それらは外部陸棚域から斜面域の測点 74 (103) まで分布した (図 4a)。2 回目の観測でも同様の傾向がみられたが、密度の均一な層の厚さは減少し、 $1.0\text{mg}/\text{l}$ 以上の濁度域の沖合への伸長も測点 75 (104) に留まった。但し、海底付近の濁度の値は局所的に増加した。1 回目の観測で得られた海底上 0.5m 上の懸濁粒子中の $\delta^{13}\text{C}$ 及び C/N 比 (w/w) は、それぞれ-20.6~-19.1‰, 5.0~5.8 であった (図 4c)。また表層堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ 及び C/N 比は、それぞれ-21.0~-20.5‰, 6.5~7.5 であった。懸濁粒子と表層堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ および C/N 比を比較すると、測点 78, 79 では $\delta^{13}\text{C}$ で 1‰以上、測点 75~77 では C/N 比で 1.4~ 2.2 と大きく異なることから、1 回目で観測された懸濁粒子の主な構成要素は、表層堆積物の再懸濁粒子以外の粒子、即ち他の海域から移流で運ばれた粒子であることが示唆された。また、測点 79, 78 と測点 75~77 との間では、 $\delta^{13}\text{C}$ に 1‰以上の差があることから粒子の移動が活発でない一方、測点 75~77 では $\delta^{13}\text{C}$ が近いことから粒子の交換が比較的なされていると推察された。測点 76 (105) における海底付近の平均流 (25 時間の移動平均より算出) は、流速で 12~18cm/s, 流向は観測開始から約 2 日間が東方 (沖向き)、それ以降は北東方向 (黒潮下流方向) で推移した (図 4b)。流れと濁度のデータから観測期間中の海底上 10m の乾重量フラックスは東北東に $116\text{kg}/\text{m}^2/\text{day}$ と算出された。なお、2 回目の観測で、海底付近の濁度の上昇が観測されたが、海底上 0.5m の懸濁粒子の $\delta^{13}\text{C}$ は表層堆積物のそれに近い値を示したことから、表層堆積物の再懸濁が起きていたことが示唆された。

以上のように、STD による水塊の反復観測、係留系による時系列観測、更に安定同位体比

を用いた解析手法により、現場における粒状物質の輸送過程を把握することが可能となった。

(2) 長江河口域における粒状物質の輸送過程

2001年5月に長江河口域で実施された調査海域の水塊構造を図5に示す。なお、測点B2では時系列観測の実施により水塊の連続性が失われた可能性があるため、測点B2より河口域のデータは図には示さなかった。

まず、図には示していない河口域の測点A2の水温・塩分・濁度について述べる。測点A2では、水温・塩分は鉛直的にほぼ一様であり、水温、塩分はそれぞれおよそ22.4℃、8.5PSUを示した。濁度は表層で約400mg/l前後、中層以深では1000mg/l以上の非常に高い値を示した。これらは長江河川水の影響を強く受けた水として位置づけられる。測点B2では、水温は19.0℃以上、塩分は25.7PSU以下を示し、表層では塩分は19.3PSU以下であった。濁度は100mg/l前後と高い値を示し、これらの海水は長江希釈水⁴⁾と考えられた。測点C1では、10m以浅で水温、塩分はそれぞれ19.0℃以上、30.0PSU以下と長江希釈水に近い海水の特徴を示す一方で、濁度は急激に減少した。10m以深では、水温18℃前後、塩分33.0PSU以上の低温・高塩分の海水が存在し、濁度は海底付近で40mg/l前後と測点B2に比べ急激に低下した。この海水は、中国沿岸域を北上する台湾暖流の影響を強く受けた混合水塊⁴⁾の海水と考えられ、この流入が濁度の低下をもたらしたと推察された。測点C3からC5にかけて、10m以浅では水温、塩分はそれぞれ19.0℃以上、塩分32.0PSU以下であり、測点C4、C5では塩分が21.0PSU以下を示した。濁度を除き測点B2の表層の海水に近い特徴を示すことから、河口域近辺で粒子が沈降し除去された長江希釈水が起源と推察されたが、今回の観測からは特定できなかった。10m以深では、水温は測点C3からC5にかけて低くなる傾向になり、測点C5では16℃と最も低い値を示した。塩分は32.0PSU前後を示し、測点C5では32.0PSU以下であった。測点C5の低温・低塩分の海水は、黄海底層冷水起源⁴⁾の海水と考えられ、10m以深で混合水塊の海水と対峙していた。

次に観測海域の $\delta^{13}\text{C}$ とC/N比との関係を図6に示す。懸濁粒子の $\delta^{13}\text{C}$ (C/N比)は、測点A1~B2において-28.2~-23.0‰(7.2~15.1)と低 $\delta^{13}\text{C}$ (高C/N比)を示した。また、測点B3、C1の中・底層及びC3の底層でも $\delta^{13}\text{C}$ (C/N比)は、-25.4~-21.3‰(10.1~11.8)と低 $\delta^{13}\text{C}$ (高C/N比)の傾向にあった。低 $\delta^{13}\text{C}$ (高C/N比)の粒子は長江起源と考えられ、測点B3、C1の中・底層及びC3の底層においてもその影響は強いことから、懸濁粒子の輸送が海底付近の濁度層(海底高濁度層)内で行われていることが示唆された。一方、測点B3、C1の表層、C3の表・中層及び測点C4、C5の $\delta^{13}\text{C}$ (C/N比)は、-19.3~-14.2‰(4.5~7.9)と高 $\delta^{13}\text{C}$ (低C/N比)を示した。これは、測点B3、C1の表層、C3の表・中層及び測点C4、C5において、急速に長江起源粒子の影響が減少し、海洋生物起源の粒子の影響が増加していることを意味する。測点A2、B2、B3、C1の表層堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ (C/N比)は、-24.1~-22.7‰(8.8~10.3)と測点A2でやや低 $\delta^{13}\text{C}$ (高C/N比)を示した他は、ほぼ同じ値を示した。同測点の海底付近の懸濁粒子に比べ高 $\delta^{13}\text{C}$ (低C/N比)の傾向にあるが、これは河口域の生物活動によって生産された海洋生物起源粒子が堆積した結果と考えられた。更に測点B2でセディメントトラップによって得られた沈降粒子の $\delta^{13}\text{C}$ (C/N比)は、-22.4~-21.9(8.5~9.8)と、堆積物と同様に懸濁粒子に比べ高 $\delta^{13}\text{C}$ (低C/N比)を示した。堆積物からの再懸濁

粒子によって沈降粒子の $\delta^{13}\text{C}$ が高くなったとも考えられたが、懸濁粒子の $\delta^{13}\text{C}$ は海底付近ほど低くなる傾向があるため矛盾する。よって、表・上層で生産された海洋生物起源粒子の影響によるものと考えられた。

測点 B2 における 25 時間の時系列観測の結果を図 7 に示す。なお観測開始から 18 時間以降の STD のデータは測器の不具合により取得できなかった。流向・流速から現場海域は潮汐の影響を強く、最大流速は約 160cm/s に達した (図 7a)。一方平均流 (25 時間の平均から算出) は、およそ南東方向に 5.1cm/s と現場流速に比べて非常に低い値を示すことから、現場海域の水塊は潮汐によって往復運動をしていたことが推察された。水温計 (図 7b) 及び開始から 15 時間の STD 観測によって得られた水塊の鉛直分布 (図 7d, e, f) から、約 12 時間の周期性が示唆された。しかし沈降粒子フラックスは他の要素と異なり周期性を示さず、約 12~18 時の間で 52.6g/m²/d と他の期間に比べ倍以上の高い値を示した (図 7c)。前述の通り、沈降粒子の $\delta^{13}\text{C}$ は現場の懸濁物のそれに比べ高く、上層の生物活動により生産された粒子の影響を反映していると考えられることから、海洋生物起源粒子の量が増加したことが示唆された。濁度の鉛直分布から、南方からの海水が流入する時に表層を中心に濁度が低下し、北方から流入する時に濁度が高くなる傾向があった。このことは、この海域が潮汐周期にあわせて大きく変わる光環境と高濁度水が供給する豊富な栄養塩が沈降粒子フラックスの変動をもたらしたと考えられた。

5. 本研究により得られた成果

- (1) STD の反復観測および係留系の時系列観測により、短期的な水塊の変動把握を可能にした。
- (2) 安定同位体比を用いた手法により粒子の起源の特定を可能にした。
- (3) 長江起源粒子は、海底付近に形成される濁度層 (海底高濁度層) を経て沖合へ輸送されていることが示された。
- (4) 長江希釈水と沖合水とのフロント域では、生物活動により海洋生物起源粒子の沈降と堆積が起きていることが示された。

6. 引用文献

- ① Z. Lin, J. Zheng, J. Chen and R. Huan : Flocculation of Fe, Al, Mn, Cu, Pb and Zn in dissolution with mixing processes in the estuaries. *Acta Oceanologica Sinica*, 7, 36-44 (1985)
- ② A. Abaron, J. Aboine and J. P. Dupont : Role of suspended matter on the distribution of PCB in the Seine estuary (France). *Continental Shelf Research*, 7, 1345-1350 (1987)
- ③ F. C. Tan, D. L. Cai and J. M. Edmond : Carbon Isotope Geochemistry of the Changjinag Estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 32, 395-403 (1991)
- ④ Y. Su and X. Weng : Water masses in China Seas. *Oceanology of China Seas*. 1, 3-16 (1994)

[国際共同研究等の状況]

本研究の成果は、国立環境研究所と国家海洋局および中国科学院との間で交わされた国際共同研究に基づき実施された長江河口域日中共同研究調査により得られたものである。なお、平成13年度の調査は、中国科学院所属の華東師範大学（上海）・陳中原教授との間で実施された。

[研究成果の発表状況]

(1) 誌上発表（学術誌・書籍）

- ① K. Okamura : Offshore transport of suspended matter on the continental shelf in the East China Sea during winter-spring season. The East China Sea, 2, 15-2 (1999)
- ② K. Okamura and Y. Kiyomoto : Preliminary data on flux and decomposition rate of sinking particles in the Changjiang Estuary. Proceedings of the Japna-China joint workshop on the cooperative study of the marine environment. Research report from the National institute for environmental studies, Japan, 141-149 (2000)

(2) 口頭発表

- ① K. Okamura and K. Iseki : Distribution of bottom turbid layer on the continental shelf in the East China Sea. Proceedings of the China-Japan workshop on ocean flux in the East China Sea. p.10 (1999)
- ② K. Okamura, K. Iseki, A. Hoshika, Y. Mishima and T. Tanimoto : Seasonal distribution of bottom turbid layer on the continental shelf of the East China Sea: Implication in material transport. Abstracts of 2000 Ocean Science Meeting, p13 (2000)
- ③ 岡村和麿・横内克巳・藤原豪 : 春季の東シナ海縁辺部における濁度分布と懸濁粒子の輸送過程. 九州・沖縄地区合同シンポジウム「東シナ海東部における海流系とその変動」講演集, 18-19, (2000)

(3) 出願特許

なし

(4) 受賞等

なし

(5) 一般への公表・報道等

なし

(6) その他成果の普及、政策的な寄与・貢献について

今後、学会誌等への投稿を行い、成果の広報・普及に努める。

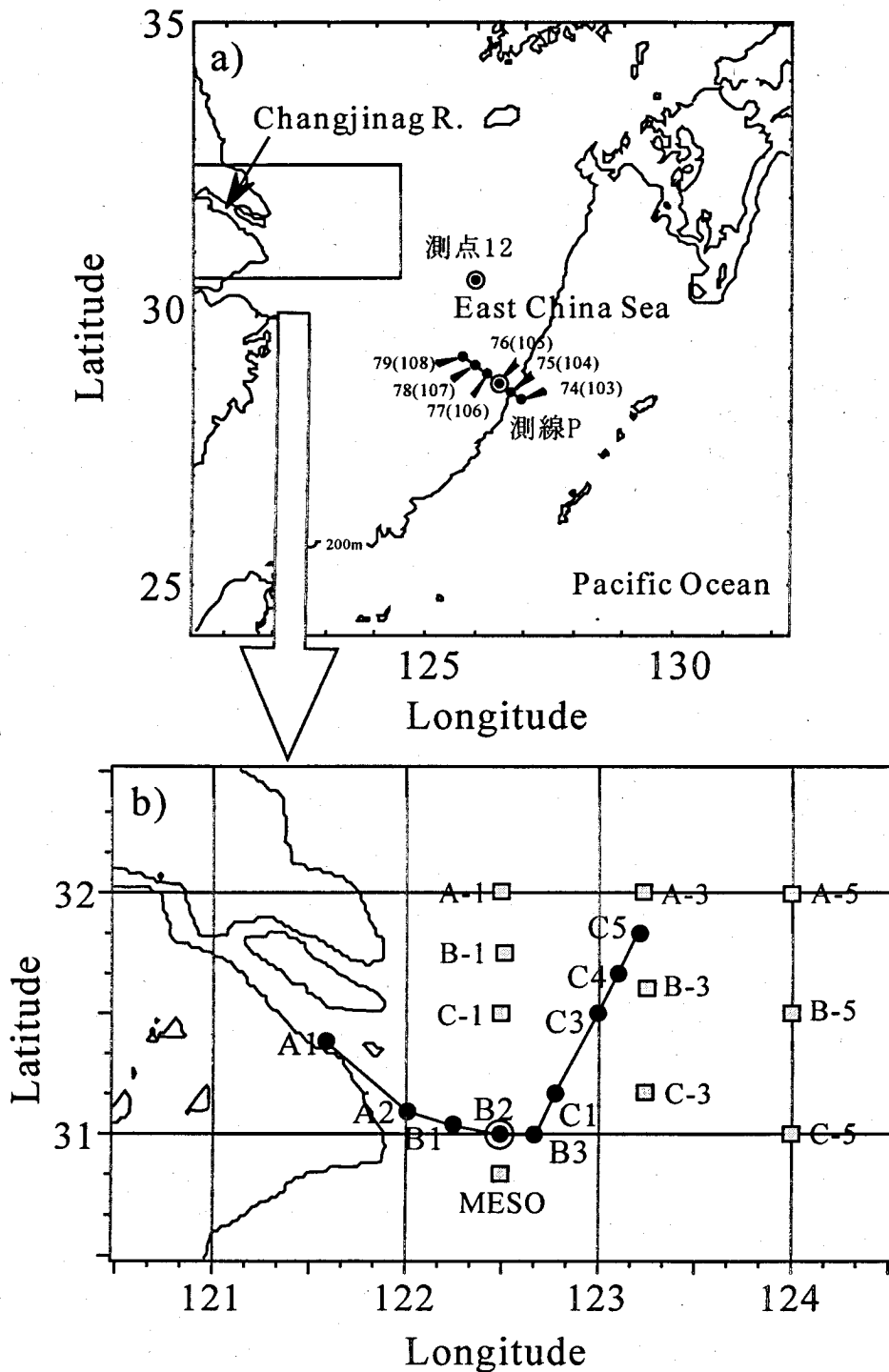


図1. 観測測線及び測点図

- a) 1999年秋季に測点12において定点観測が，2000年春季に測線Pにおいて反復観測と測点76において時系列観測が実施された。
- b) □は1997年秋季及び1998年秋季に観測が行われた調査地点を示す。●は2001年春季に観測が行われた調査地点を示す。測点B2では時系列観測が実施された。

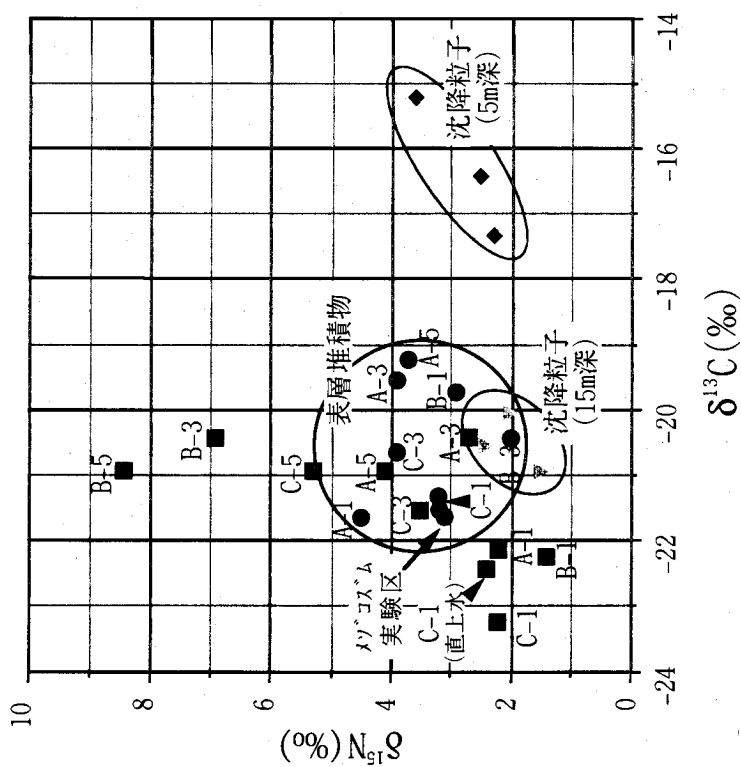


図2. 長江河口域における粒状物質の $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{15}\text{N}$ との関係

■は海底直上0.5m (一部直上)の懸濁物, ●は表層堆積物 (0~0.5cm), ◆, ▼はそれぞれ5m深, 15m深の沈降粒子の値を示す。長江起源の粒子ほど低い $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ 値を示した。また, 表層の沈降粒子は, 生物生産の影響を受けて高い $\delta^{13}\text{C}$ 値を示した。

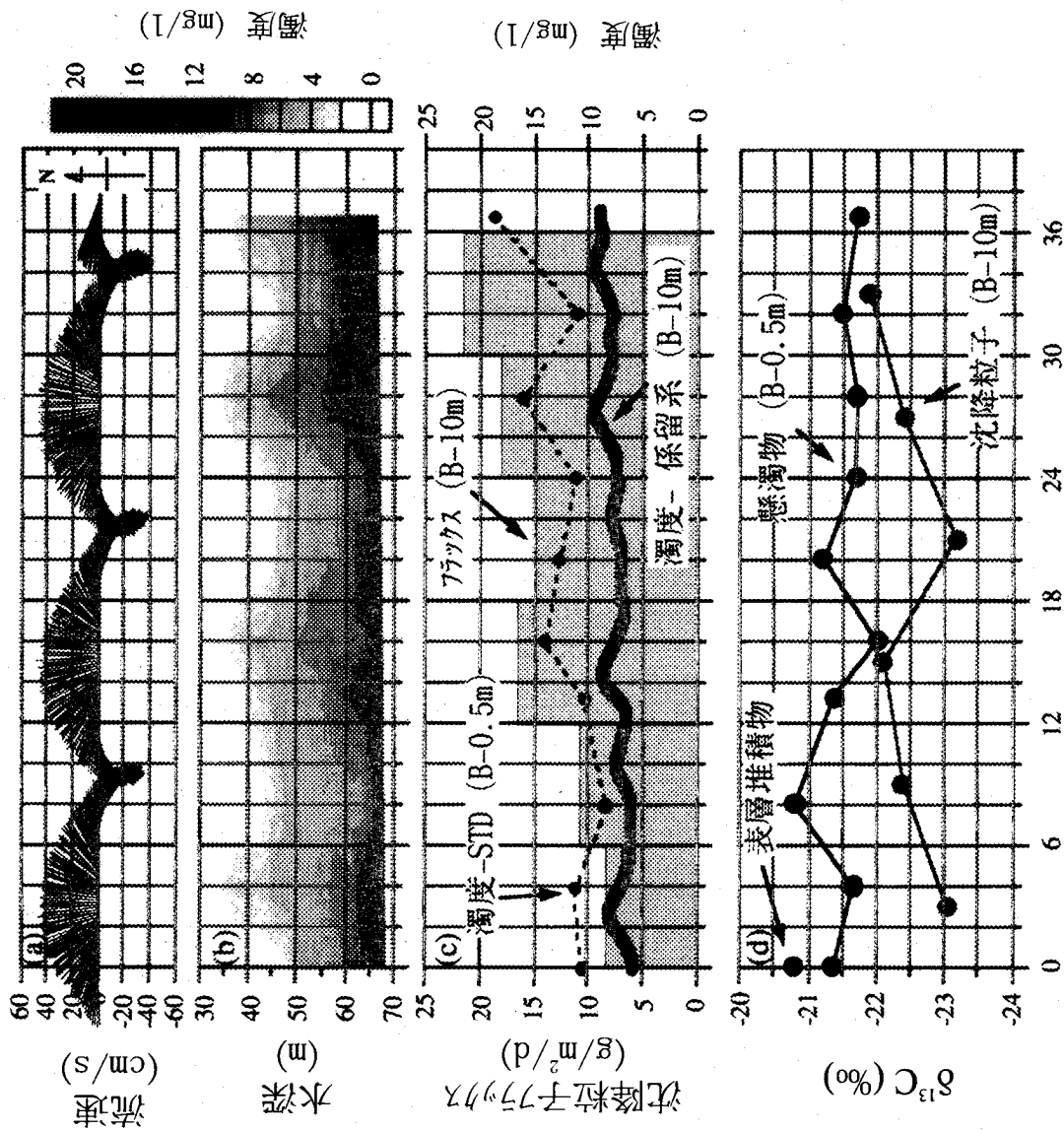


図3. 1999年秋季の測点12における流向・流速(a)・濁度(b,c)・沈降粒子フロックス(c)及び粒子の有機炭素安定同位体比(d)の時系列変化

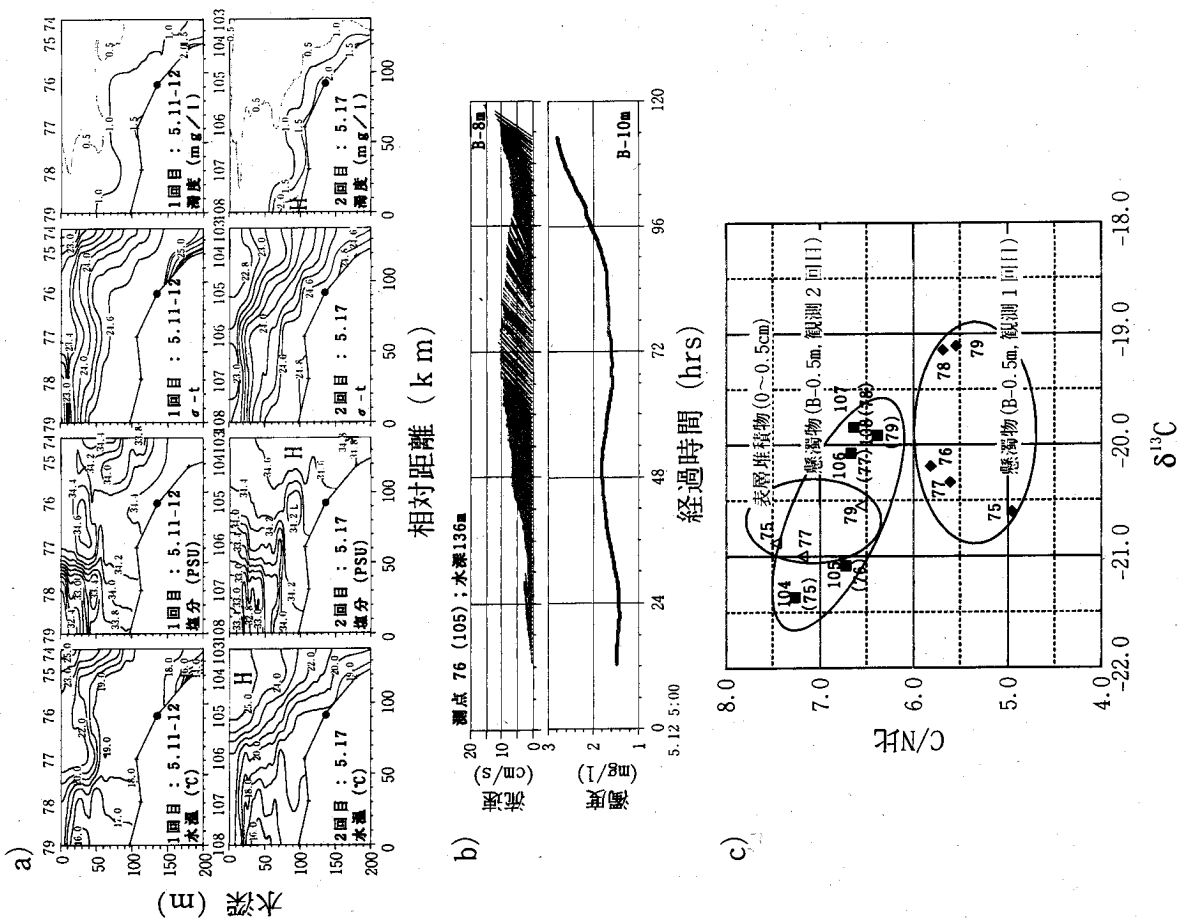


図4. 2000年春季の測線Pにおける反復観測および時系列観測結果
 a) 水温・塩分・密度・濁度の鉛直分布の時間変化
 b) 測点76(105)における平均流と濁度の時系列データ (25時間の移動平均より算出)
 c) 懸濁物と表層堆積物中の $\delta^{13}C$ とC/N比との関係

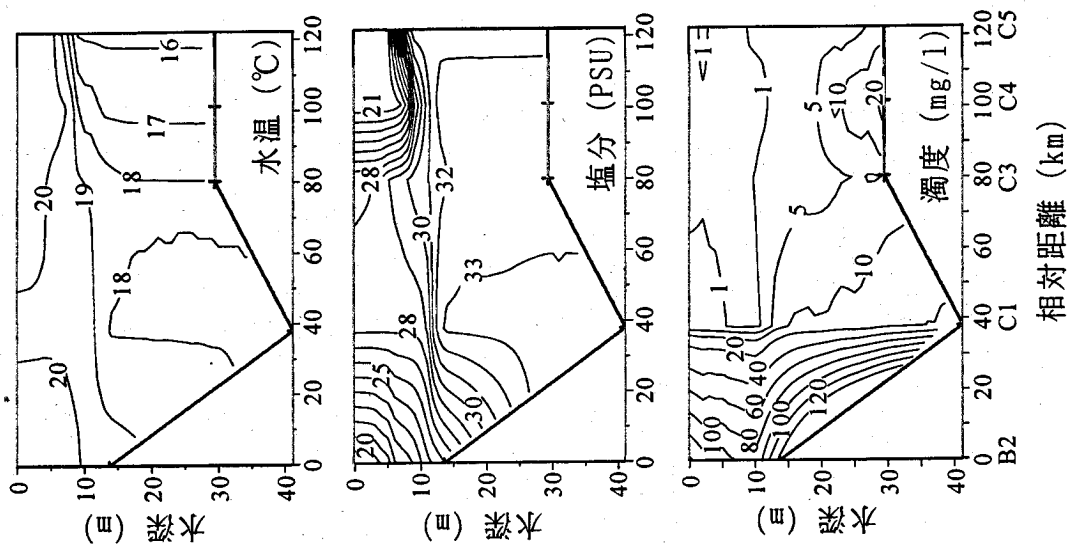


図5. 2001年春季調査における長江河口域の水温、塩分、濁度の鉛直分布

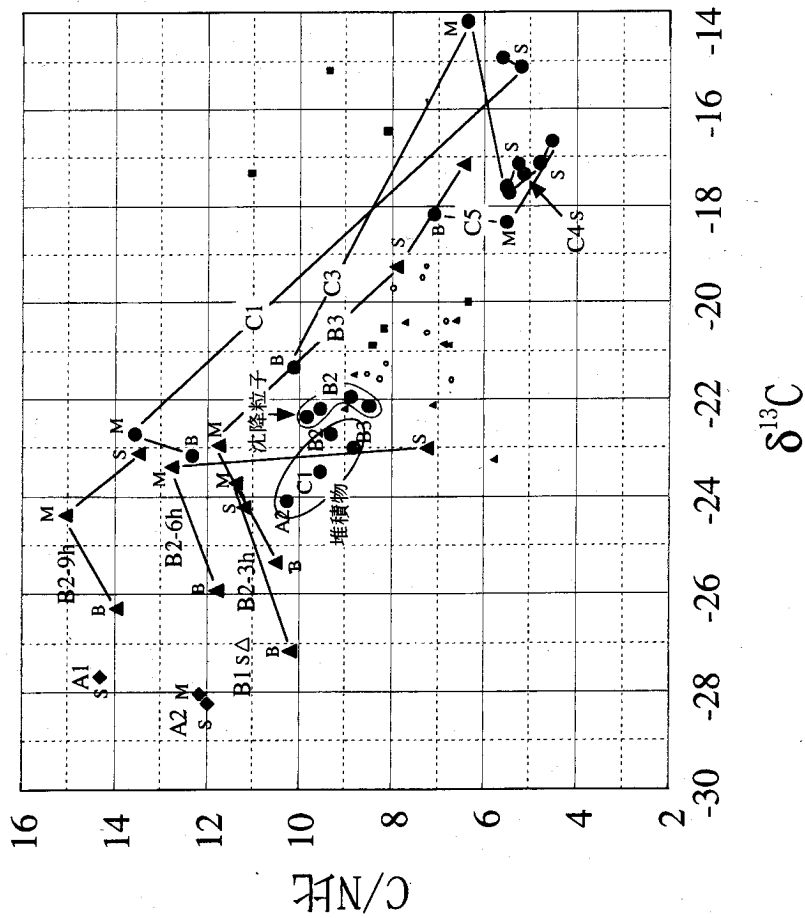


図6. 2001年春季の長江河口域における粒状物質 $\delta^{13}\text{C}$ とC/N比との関係
 ◆は測点A1, A2, ▲は測点B1, B2, B3, ●は測点C1, C3, C4, C5における懸濁物の値を示す. 測点B2では観測時間の経過とともに, 表層(Sで表示)の値が大きく変化した. また, 測点B3, C1では表層, 測点C3では上・中層(M)で底層(B)と著しく異なる値を示した. 参考までに1997年, 1998年の調査で得られた資料の値(●堆積物, ■沈降粒子, ▲懸濁物)を示したが, おおよそ長江起源粒子と海洋生物起源粒子の間に位置した.

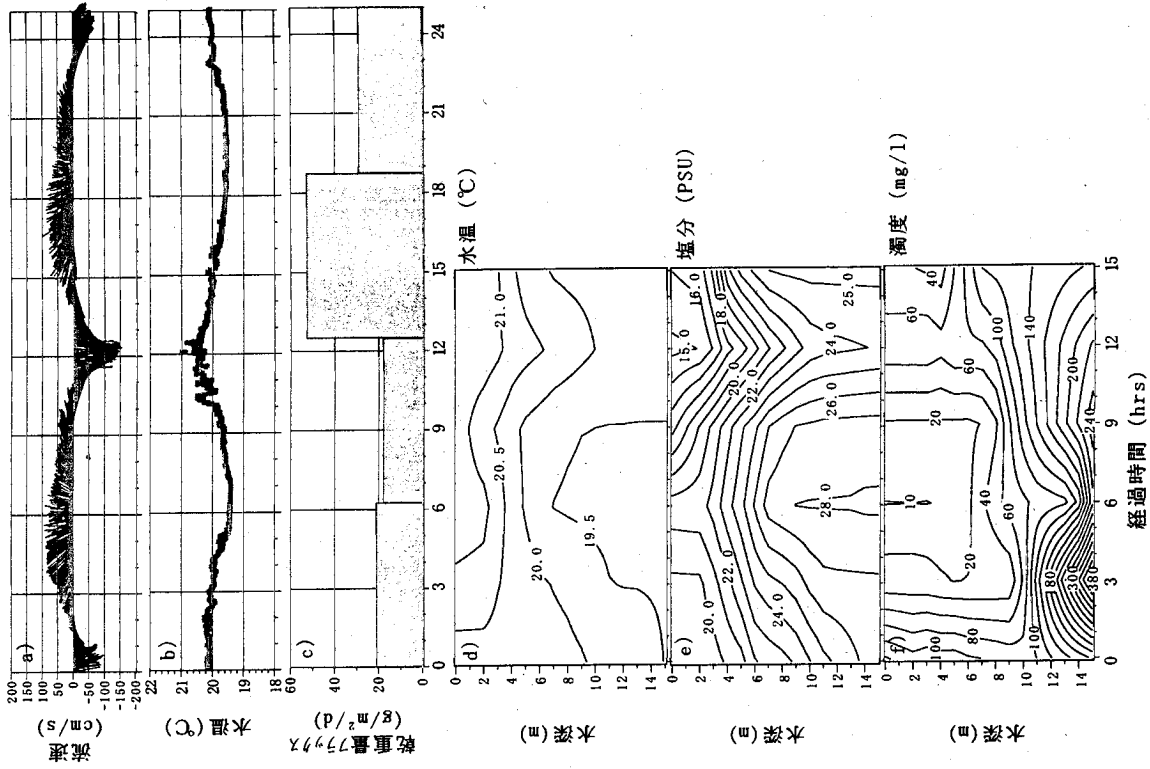


図7. 測点B2におけるa) 流向・流速, b) 水温, c) 沈降粒子フラックス及びd) 水温・e) 塩分・f) 濁度の鉛直分布の経時変化
 測点B2 (水深15m) において, セディメントトラップ, 流速計, 水温計は, 5~9m深に設置された.