

D-1 陸域由来の環境負荷変動に対する東シナ海の物質循環応答に関する研究

(1) 長江河口・東シナ海陸棚域へ供給される環境負荷物質の海洋生態系を介した循環に関する研究

② 形態変化をともなう環境負荷物質の輸送に関する研究

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

岡村和磨・清本容子

〈研究協力者〉 九州大学応用力学研究所 海洋大気力学部門 海洋循環力学分野 松野 健

平成14～16年度合計予算額 22,455千円

(うち、平成16年度予算額 7,391千円)

[要旨]

長江から供給される陸起源物質の東シナ海陸棚域における輸送過程と利用形態について検討した。夏季の東シナ海陸棚域では、長江希釈水を含む中国大陸沿岸水の影響で水温・塩分の顕著な躍層が形成され、躍層上層の長江希釈水には比較的高いクロロフィルa濃度が観測された。長江希釈水中にはDINは豊富にあるがDIPは枯渇することから、豊富なDINと生体より生ずる有機態栄養塩等を利用した生産サイクルの存在が示唆された。一方、躍層下にはDIN、DIPの豊富な東シナ海大陸棚底層(冷)水があり、陸棚中央に位置する黄海底層冷水の配置の影響を受けながら、高濃度のクロロフィルa表層極大が中国大陸沿岸水と接する躍層付近に形成される。このように長江希釈水を含む中国大陸沿岸水は東シナ海陸棚域において、栄養塩、さらには植物プランクトンの輸送担体として生物生産に重要な役割を果たすとともに、それらが外洋域にも影響を及ぼすことが推察された。長江由来の土砂は夏季に河口域に堆積する。陸棚域海底付近の懸濁粒子の有機炭素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$)は、夏季に高く秋季に低いことから、秋季の陸棚域では陸起源粒子の影響が推察された。特に秋季の東シナ海外部陸棚域の海底付近では、懸濁粒子の $\delta^{13}\text{C}$ が長江由来陸起源粒子のそれに匹敵するほど低く、現場堆積物にその供給源が無いことから、秋季における長江由来陸起源粒子の陸棚上の輸送が示唆された。

[キーワード] 東シナ海、長江、水塊、粒子、安定同位体比

1. はじめに

世界有数の陸棚漁場である東シナ海の高い生産性は、長江・黄河等の河川水、陸域からのエアロゾル、黒潮及び陸棚縁辺部での湧昇等により供給される各種物質と季節によって大きく変化する複雑な海洋構造とがあいまって形成される。しかし、それら物質の陸棚上での輸送過程や海洋生物による利用の形態や寄与率については不明な点が多い。今後三峡ダム建設や地球温暖化の影響で海洋環境が変化し生産性の低下が危惧されることから、海域の物理・化学特性と生物生産性との関係を明らかにする必要がある。

2. 研究目的

長江経由の淡水や土砂は洪水期である夏季に大量に海洋へ供給され¹⁾、東シナ海へ放出される淡水、栄養塩および土砂は東シナ海海洋生態系に大きな影響を及ぼすと考えられる。特に栄養塩は植物プランクトン生産に利用されることにより無機物から有機物、溶存態から粒状態への形態変化をとめない、食物網の出発点となることから海洋生態系にとって重要な物質である。そこで本研究では、長江経由の陸起源物質の東シナ海海洋生態系への影響評価のために必要と考えられる東シナ海陸棚域における栄養塩等の輸送担体としての長江起源の低塩分水の挙動、植物プランクトンによる栄養塩の利用形態、さらには長江起源の懸濁粒子の輸送過程を解明することを目的とした。

3. 研究方法

(1) 夏季における東シナ海陸棚域の水塊構造

2002年6月20～28日 (YK0204)、2003年7月28日～8月8日 (YK0306)、2004年7月28日～8月9日 (YK0406) に、独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所調査船「陽光丸」を用いて、東シナ海陸棚中央から縁辺部にかけての海洋調査を実施した (図1 a、b、c)。本報告書では、それぞれの航海においてクロロテック (多項目水質測定装置: アレック電子社製ACL220-PDK) を用いて広域に実施した水塊鉛直観測で得られたデータから調査海域の水塊特性を把握するとともに、各層採水により得られたクロロフィル a 量、栄養塩濃度から、主に植物プランクトン分布との関連を検討した。

(2) 懸濁粒子の輸送過程

上記のYK0204、YK0306に加えて、1997年7～8月 (YK9705)、1998年9～10月 (YK9807)、1999年10～11月 (YK9907)、2001年7～8月 (YK0106) に独立行政法人水産総合研究センター (旧水産庁) 西海区水産研究所調査船「陽光丸」を、2001年8～9月 (KY0104) に水産庁調査船「開洋丸」を、2002年の9～10月 (KH023) に東京大学海洋研究所調査船「白鳳丸」をそれぞれ用いて実施した東シナ海北部陸棚における濁度分布調査によって得られた濁度分布と懸濁粒子 (SS) および表層堆積物の有機炭素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) のデータより懸濁粒子の輸送過程について検討した (図2a、b)。また、1997年10月 (CJ97)、1998年5～6月 (CJ98) に中国国家

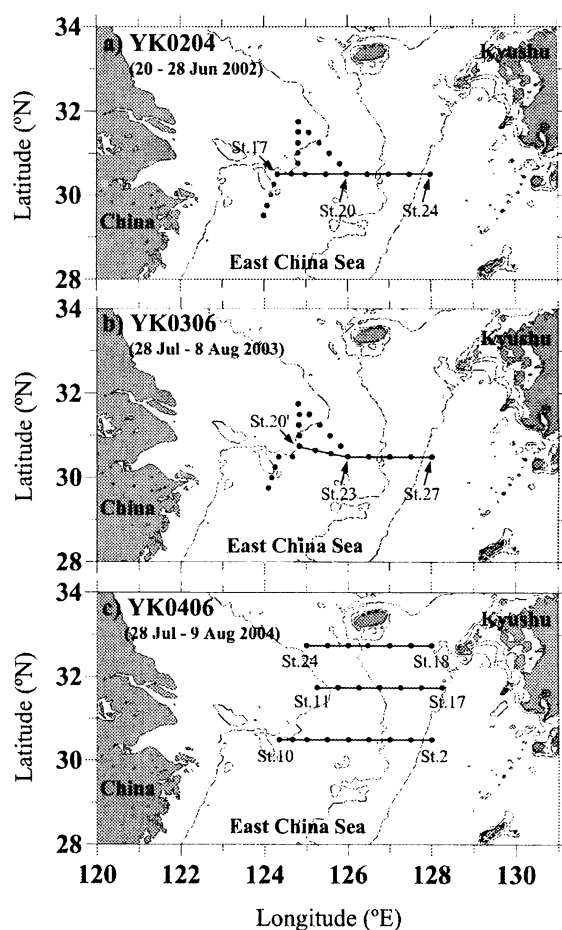


図1. 2002～2004年の夏季に実施された東シナ海における調査航海 (a)YK0204, b)YK0306, c)YK0406) の観測点・線図

海洋局調査船「海監49」を用いて主に長江河口北部沖合域において、2001年5月（CJ01）に勘407を用いて、長江河口から南部および北部沖合域において実施した同様の調査の結果もあわせて解析に用いた（図2a）。

4. 結果・考察

（1）夏季における東シナ海陸棚域の水塊構造

①YK0204

2002年6月下旬の北緯30°30′の観測線（図3）において、顕著な水温・塩分躍層が観測された。躍層上層では、測点19以西において、水温24℃以上、塩分33以下の長江起源と考えられる海水（長江希釈水²⁾）が存在した。中国大陸沿岸域より東シナ海へ放出される淡水は中国大陸沿岸水と呼ばれ、長江希釈水、北江蘇沿岸水及び浙江・福建沿岸水からなる²⁾。測点19～21には、水温24℃未満、塩分33未満の中国大陸沿岸水のうち北江蘇沿岸水起源²⁾と考えられる海水があり、その沖合には水温24℃以上、塩分34以上の黒潮起源の海水が存在した。一方、躍層下層では、測点20に水温17℃以下、塩分33.2～33.4の黄海底層冷水起源²⁾と考えられる海水が存在した。その他に夏季の躍層下には上層に比べて低水温・高塩分の東シナ海大陸底層（冷水）と呼ばれる海水が存在し、台湾暖流水（底層水）、黒潮亜表層水および対馬暖流水から構成される²⁾。このうち、陸棚南部から中部にかけては、台湾暖流水とともに黒潮分派水³⁾が加わり底層水を形成するとされる（以下この混合水を暖流系大陸底層水とする）。測点20の西側には暖流系大陸底層水、東側には黒潮亜表層水と考えられる海水が分布した。測点21～22では、測点20の上層で観測された北江蘇沿岸水起源の低塩分水の躍層下への入り込みがみられたが、これは低塩分水（低水温）が沖合の黒潮系表層水（高水温・高塩分）より密度が大きいため起きたと考えられる。

観測海域において、クロロフィルa濃度は長江希釈水が分布する海域において、表層から躍層にかけて比較的高い傾向にあった。一方、北江蘇沿

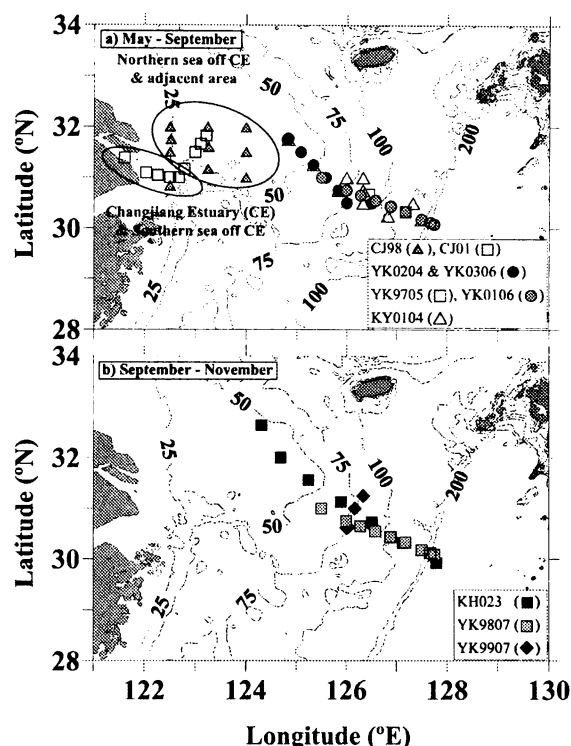


図2. 1997年から2003年における東シナ海陸棚域における調査点図。

5月～9月上旬（上段）、9月下旬～11月下旬（下段）。

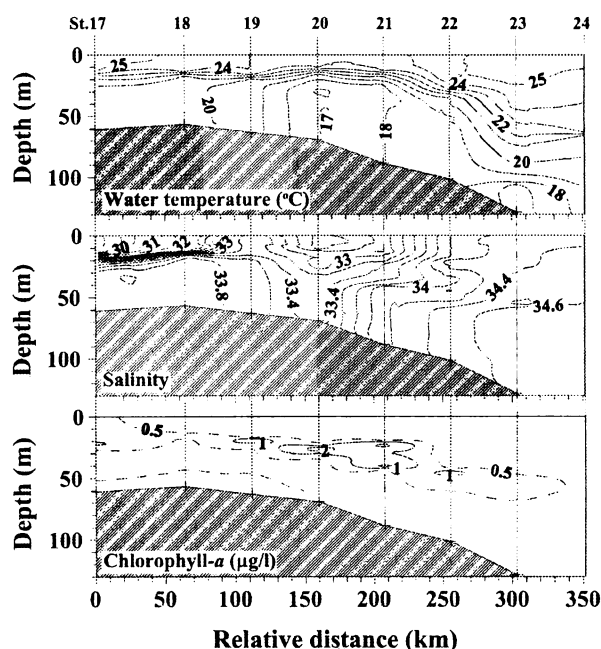


図3. 2002年夏季（YK0204）に観測された北緯30°30′線における水温（上段）・塩分（中段）・クロロフィルa（下段）の鉛直分布図

岸水起源の海水が分布する海域では、躍層付近にクロロフィル垂表層極大が形成され、しばしば長江希釈水の分布する海域よりも高濃度を示した。また、測点20以東で観測された低塩分水の躍層下への入り込みと同調して、クロロフィル a の垂表層極大の出現水深も深くなる傾向にあった。

サブサブテーマ(1)-①の結果から、長江希釈水にはDINは豊富に存在するが、DIPは枯渇している。この現象は長江起源のDIPが長江河口域において増殖した植物プランクトンによって消費されたためと考えられる³⁾。観測海域の北方で長江希釈水の影響がもっとも強かった測点では、沿岸性の珪藻、鞭毛藻およびピコプランクトン (*Synechococcus*属) が表層から躍層付近まで分布、優占していた。このようにDIPが枯渇する状況においても長江希釈水中では、表層から躍層付近にかけて植物プランクトンが分布し、クロロフィル a 濃度で0.5~数 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ を示することから、豊富なDINと生体より生ずるDOP等の有機態栄養塩を利用した生産サイクルの存在が示唆される。

一方、北江蘇沿岸水起源の海水では栄養塩は枯渇しており、北方に位置する北江蘇沿岸水の影響が強いと考えられる測点では鞭毛藻 (*Prorocentrum*属) が高濃度のクロロフィル垂表層極大を形成していた。これは底層 (暖流系陸棚底層水および黒潮垂表層水) から栄養塩が供給されたためと考えられた。同様に上層に北江蘇沿岸水起源の海水が分布する測点20でも、躍層付近に珪藻、ピコプランクトン (*Synechococcus*属、*Prochlorococcus*属) が優占していた。測点22も測点20と同様に躍層付近のみに分布し、測点20と同様の栄養塩供給の形態が示唆された。このときの優占種は円石藻とピコプランクトン (*Prochlorococcus*属) であり、外洋系の種が多くみられた。

②YK0306

2003年8月上旬の北緯30°30'の観測線 (図4) において、2002年と同様に顕著な水温・塩分躍層が観測された。躍層上層では水温は29℃以上を示し、測点21、24には塩分30以下の長江希釈水と考えられる海水が存在した。なお、測点23において、塩分は32程度と周囲に比べ高く、北江蘇沿岸水起源の海水の存在が示唆されたが、上層水温が高温のために特定できなかった。躍層下の水深100m以浅では水温は18℃以上を示し、2002年のように黄海底層冷水起源と考えられる低温水の顕著な影響はみられなかった。一方で、測点24~25には水温躍層下に水温19℃以下の鉛直的に均一な水塊が存在し、その西側には暖流系陸底層水、東側には黒潮垂表層水 (ともに塩分34以上) が分布した。水温19℃以下の海水は、躍層直下で塩分34以下を示すことから、黄海底層冷水起源の海水がその南端において他の海水と混合していたと考えられる。

クロロフィル a 濃度は上層に低塩分水が分布する海域において表層から躍層にかけて比較的高い傾向にあった。測点21、23の躍層直下ではクロロフィル a 濃度がそれぞれ20、24 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 以上の垂表層極大が観測された。

サブサブテーマ(1)-①の結果から、測点21では *Pseudonitzschia*、*Chaetoceros*属の珪藻が、測点23では

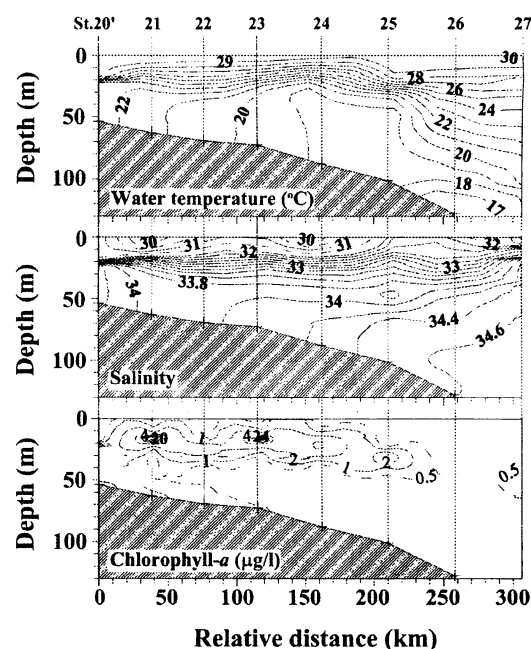


図4. 2003年夏季 (YK0306) に観測された北緯30°30'線における水温 (上段)・塩分 (中段)・クロロフィル a (下段) の鉛直分布図

*Prorocentrum*属の鞭毛藻が優占し、両測点間には植物プランクトン組成に連続性がなかった。測点21では2002年と同様に沿岸性の珪藻が優占しており、上層の低塩分水は長江希釈水起源と考えられた。一方、測点23では、2002年において上層に北江蘇沿岸水起源の低塩分水が分布していた海域に優占した*Prorocentrum*属の鞭毛藻が優占していたことから、北江蘇沿岸水起源の海水の存在が強く示唆される。また、同海域では2002年に比べ高濃度のクロロフィルa垂表層極大が観測されたが、これは黄海底層冷水が消失のために、暖流系陸棚底層水および黒潮垂表層水による下層からの栄養塩の供給が容易になったためと考えられる。

③YK0406

2004年8月上旬の北緯30°30'の観測線（図5a）において、2002、2003年と同様に顕著な水温・塩分躍層が観測された。躍層上層では測点8以外で水温は29℃以上を示し、測点5～6には塩分30以下の長江希釈水と考えられる低塩分の海水が存在した。躍層下では水温は20℃以上を示し、黄海底層冷水起源の低温水の影響は観測されず、測点8を境にその西側には暖流系陸棚底層水、東側には黒潮垂表層水が分布した。

クロロフィルa濃度は上層に低塩分水が分布する海域において表層から躍層にかけて比較的高い傾向にあった。測点5および9の躍層付近には2～3 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 以上のクロロフィルa垂表層極大が観測され、2003年と同様に躍層下からの栄養塩の供給が示唆される。サブサブテーマ(1)-①の結果から、測点8、10では*Proboscia*属の珪藻が優占していた。一方、測点4、6では鞭毛藻が優占しており、測線上での連続性はみられなかった。

北緯31°45'の陸棚上の観測線（図5b）において、測点15以西では10～30 m深に水温・塩分躍層が観測された。躍層上層では測点12～13付近で水温は29℃未満、塩分32以下の北江蘇沿岸水起源と考えられる海水が観測された。一方、測点11では水温29℃以上、塩分27以下の長江希釈水と考えられる海水が存在

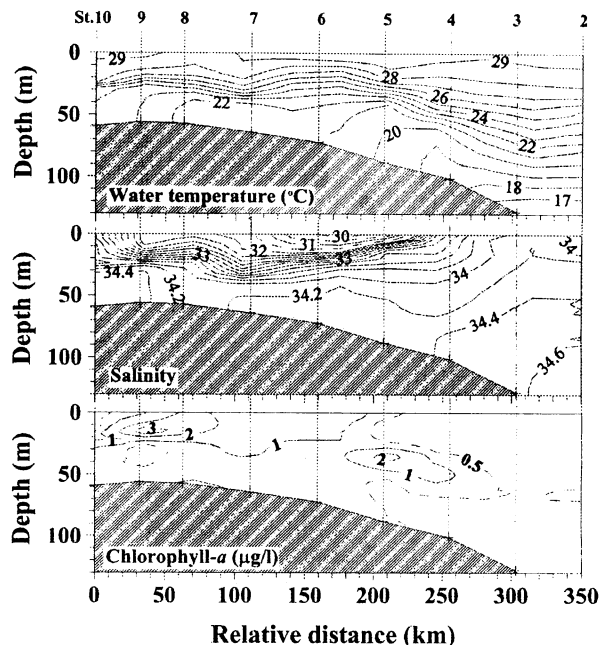


図5 a. 2004年夏季（YK0406）に観測された北緯30°30'線における水温（上段）・塩分（中段）・クロロフィルa（下段）の鉛直分布図

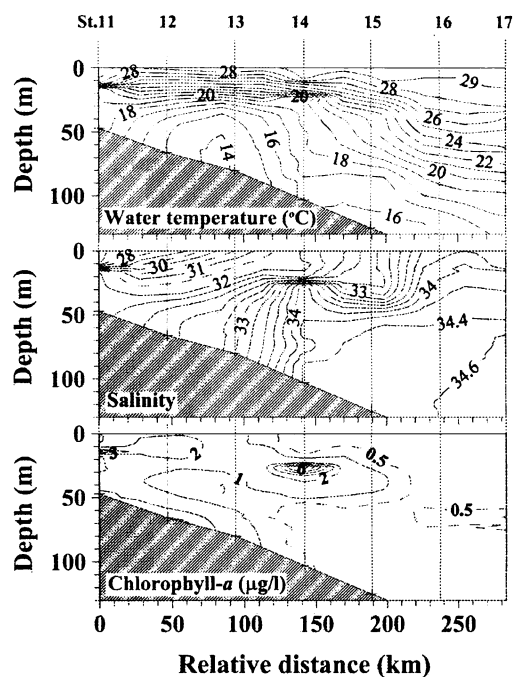


図5 b. 2004年夏季（YK0406）に観測された北緯31°45'線における水温（上段）・塩分（中段）・クロロフィルa（下段）の鉛直分布図

した。測点15では、水温躍層付近に沖に向けて北江蘇沿岸水起源の低塩分水の入り込みが観測されたが、これは2002年と同様に低塩分水の水温が黒潮域に比べて低いために生じたと考えられる。躍層下には測点13において、水温14℃以下（塩分32.4～33.0）の黄海底層冷水起源と考えられる海水があり、測点14付近で東側の黒潮亜表層水との間にフロントを形成した。

クロロフィルa濃度は上層に低塩分水が分布する海域（測点11～13）において表層から躍層にかけて比較的高い傾向にあることから、長江希釈水の影響が示唆される。一方、測点14には躍層下に $6\ \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 以上のクロロフィル亜表層極大が観測され、測点14付近で観測された北江蘇沿岸水起源の低塩分水の躍層下への入り込みと同期して、クロロフィル亜表層極大の出現水深も深くなる傾向にあった。サブサブテーマ(1)-①の結果から、測点13の上層においてナノサイズのCoccoidが優占した。総じて、測線上の測点間における種組成の関連性は高くなかった。

北緯32°45'の観測線（図5c）において、水深20～40 m深に強い塩分躍層が観測された。躍層上層では測点20～23で水温29℃未満、塩分33以下を示し、北江蘇沿岸水起源と考えられる海水が分布していた。測点24では水温29℃以上、塩分30.5以下を示すことから、長江希釈水が存在すると考えられた。本測線では低塩分水の躍層付近への入り込みが見られなかったが、これは黒潮域の表面水温が北江蘇沿岸水と同程度に低いために考えられる。躍層下では、測点22以西において水温は13℃以下（塩分は33.0～33.6）の黄海底層冷水起源と考えられる海水が観測され、測点22～23にかけて黒潮亜表層水との間にフロントを形成していた。

クロロフィルa濃度は上層に低塩分水が分布する海域において表層から躍層にかけて比較的高い傾向にあり、長江希釈水の影響が示唆される一方で、測点21以东では亜表層極大を形成した。2002年、2003年と同様に、長江希釈水（DINのみ）、暖流系陸棚底層水、黒潮亜表層水による栄養塩の供給が行われていたと考えられる。サブサブテーマ(1)-①の結果から、測点22～24においてナノサイズのCoccoidが優占した。測点22～24および測点13では、水塊構造より北江蘇沿岸水の影響が示唆されるが、ナノサイズのCoccoidを主体とした植物プランクトン組成からも水塊

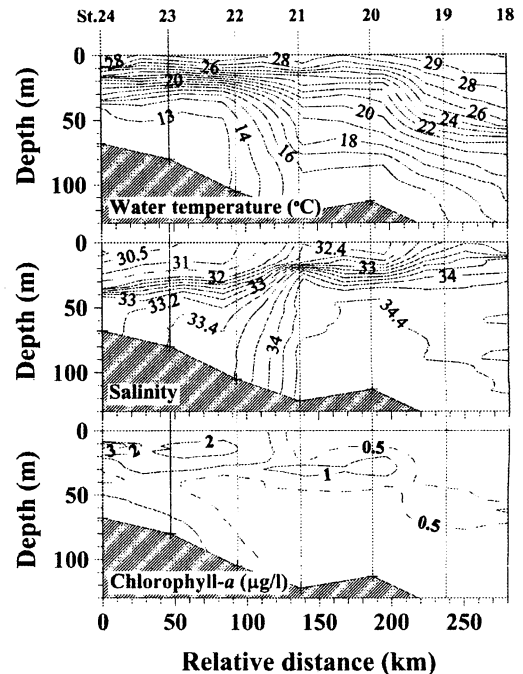


図5c. 2004年夏季（YK0406）に観測された北緯32°45'線における水温（上段）・塩分（中段）・クロロフィルa（下段）の鉛直分布図

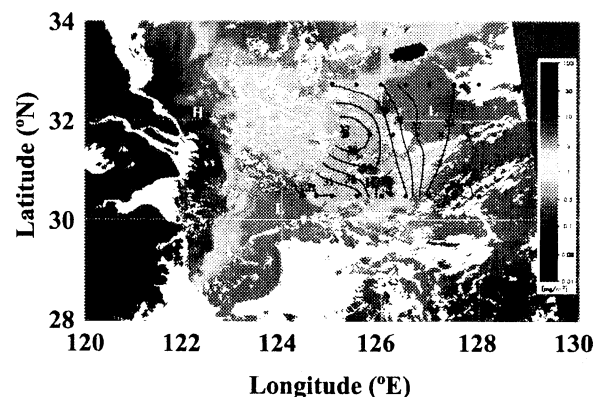


図6. 2004年8月2日のMODISによる東シナ海の海色画像と船舶観測による表層塩分の分布の比較
（海色画像はJAXAのHPより引用）

の同一性が裏付けられた。

船舶観測による表層塩分の分布と人工衛星（MODIS、2004.8.2取得）による海色分布を図6に示す。低塩分水は測点11から測点6方向へ舌状に分布する。時期は数日ずれるが測点11では4.5日間にわたる測流により、20 m深付近に東南東方向に $6.5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ の平均流を確認した。この流れによって低塩分水は東方（南寄り）へ張り出したと考えられる。海色画像から比較的高いクロロフィル a 濃度の分布も長江河口域の北方から東方（南寄り）に張り出し、低塩分水の分布とよく一致するとともに、塩分30以下の分布域では数 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 程度の濃度を示した。これは前述した長江希釈水起源のDIN等を利用した生産と、北緯 $31^{\circ}45'$ 以南では黄海底層冷水の消失による暖流系陸棚底層水および黒潮亜表層水起源の栄養塩の供給を受けた生産が行われたためと考えられる。しかし、長江希釈水中の植物プランクトン組成には顕著な連続性はみられなかった。これは栄養塩環境の変化や伸張にともなう時間経過が組成等を変化させたためと考えられる。

2004年に観測されたような舌状の低塩分水の張り出しはしばしば観測され^{4,5)}、その形成には黄海沿岸流が関与する⁶⁾。2004年の舌状の低塩分水のうち、東側の塩分32前後の海水は北江蘇沿岸水起源と考えられ黄海沿岸流の関与が推察される。また、舌状に張り出した低塩分水は外部陸棚域で北東に変針する傾向にある^{4,5)}。外部陸棚域では台湾・対馬暖流システムの東～北東の流れがあり、この流れによって低塩分水は北東に変針・輸送されると考えられている⁷⁾。しかしこの流れは基本的に舌状に張り出した低塩分水の周囲を流れるだけであり、この流れだけでは低塩分水の変針を説明できない。今回の観測から外部陸棚域において、比較的水温の低い北江蘇沿岸水は躍層付近へ入り込むことにより、低塩分水のほとんどは高温・低塩分で密度の低い長江希釈水が占めることがわかった。これにより長江希釈水は容易に表層を移動できるようになり、北東方向の流れによって輸送されるものと考えられる。なお、今回の観測では外部陸棚域において低塩分水の顕著な北東への輸送はみられなかったが、MODISの海色画像からは北緯 $31^{\circ}45'$ 以南で長江希釈水の分布域から連なる形で比較的高いクロロフィルの分布が北東方向に伸張しているのが読み取れ、外洋域へも影響を及ぼしている様子がうかがえた。低塩分水の分布パターンは長江流量によっても左右されることが考えられ、1998年の大洪水のときには明瞭な変針パターンが観測されていた⁴⁾。

以上から、長江希釈水は栄養塩および植物プランクトンの輸送担体として東シナ海の生物生産に重要な役割を果たすとともに、外洋域へも影響を及ぼしていることが推察された。

（2）懸濁粒子の輸送過程

洪水期である夏季から秋季にかけて長江は大量の陸起源粒子を土砂として東シナ海に供給し、それらのほとんどは河口南方沖合域に堆積する⁸⁾。長江河口域および河口南部沖合域における懸濁粒子の $\delta^{13}\text{C}$ はそれぞれ-28.1、-27.2～-25.4 ‰と低く（図7）、同海域の表層堆積物もそれぞれ-23.8 ‰、-23.5～-22.2 ‰と低い値を示し（図7）、長江由来の陸起源粒子の堆積が示唆された。

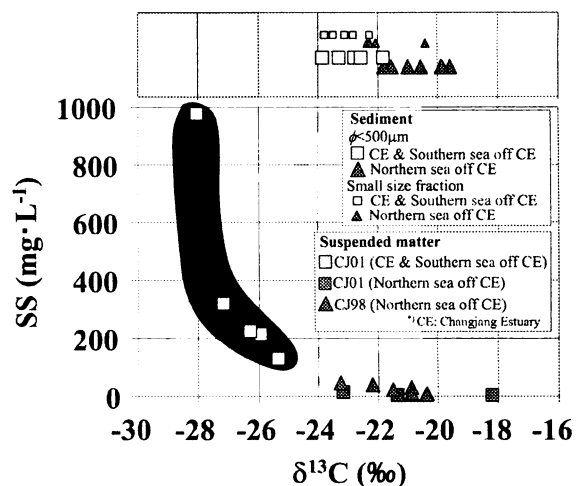


図7. 長江河口域およびその沖合域におけるSS濃度と懸濁粒子の $\delta^{13}\text{C}$ との関係
上段は表層堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ を示す。

広大な陸棚域を有する東シナ海等の海域では、河口付近に堆積した陸起源粒子は再懸濁と堆積を繰り返しながら移流によって沖合へ輸送されると考えられている⁹⁾。夏季

(YK0306) の陸棚域では、陸棚中央域の海底付近で濁度が高く、SS濃度は $30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上を示すが、外部陸棚域では $1 \sim 5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 程度と低い値を示した(図8)。陸棚中央域の表層堆積物の有機炭素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$)は、およそ $-21.0 \sim -20.0 \text{ ‰}$ の範囲であり、長江河口域に比べて $1 \sim 3 \text{ ‰}$ 高く陸起源粒子の影響はほとんどみられない(図10)。同海域の海底付近の懸濁粒子の $\delta^{13}\text{C}$ は、表層堆積物のそれとほぼ同じ値(図10)を示すことから、懸濁粒子の起源の多くは現場海域の表層堆積物からの再懸濁粒子と考えられる。

秋季(KH023)には陸棚中央から外部陸棚域にかけてSS濃度で $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上の高濁度層が存在し、外部陸棚域(KH023、YK9907)において夏季よりも高濃度であった(図9)。SS濃度

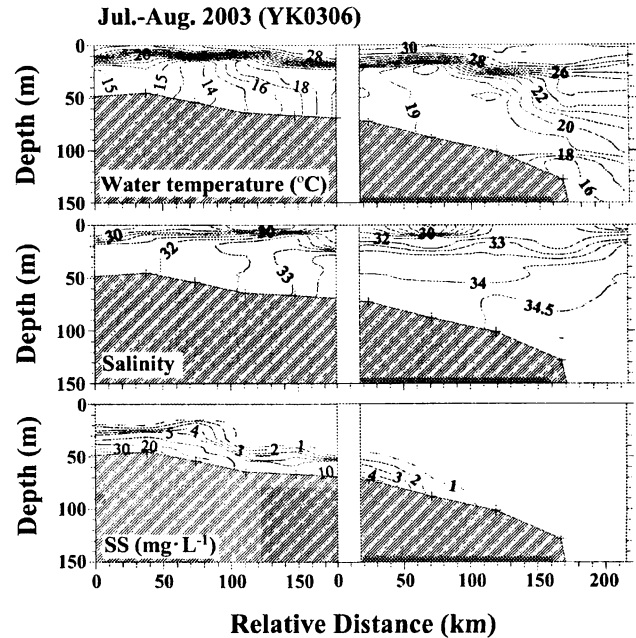


図8. 2003年夏季(YK0306)の東シナ海陸棚域における水温(上段)、塩分(中段)、SS濃度(下段)の鉛直分布。なお、途中観測中断のため、一部白抜きで示した。灰色の太線は外部陸棚域を示す。

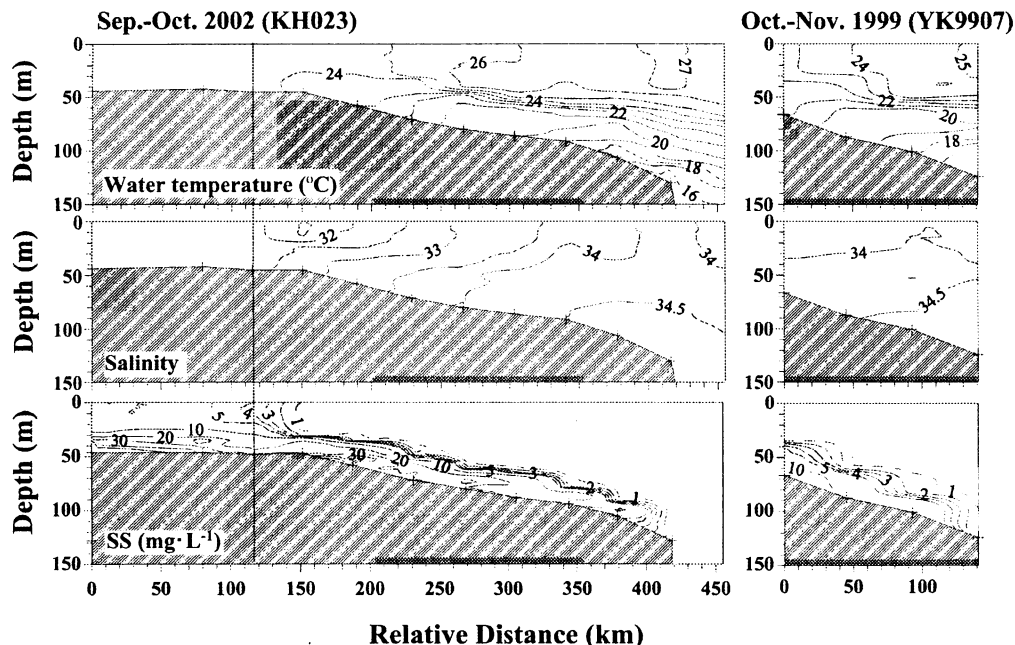


図9. 2003年秋季(KH023; 左)及び1999年秋季(YK9907; 右)の東シナ海陸棚域における水温(上段)、塩分(中段)、SS濃度(下段)の鉛直分布。灰色の太線は外部陸棚のほぼ同海域を示す。

が $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上を示す海底付近の懸濁粒子について、その $\delta^{13}\text{C}$ を比較したところ、夏季に $-20.1 \pm 1.3 \text{ ‰}$ 、秋季に $-21.5 \pm 0.6 \text{ ‰}$ と夏季に比べて秋季に低い傾向にあった($p < 0.05$, t-検定)(図10)。このことから、秋季において低い $\delta^{13}\text{C}$ を示す粒子、即ち陸起源粒子が加入したことが示唆される。

次に外部陸棚域について注目すると、秋季(YK9907)には、SS濃度は海底付近で $5 \sim 10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上を示し、SSが高濃度にもかかわらず懸濁粒子の $\delta^{13}\text{C}$ は $-22.9 \sim -21.7 \text{ ‰}$ と低い値を示した(図11)。一般に、懸濁粒子の供給源として、i) 現場堆積物からの再懸濁粒子、ii) 他海域から移流輸送された粒子とが考えられる。同海域の表層堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ は、粒径 $500 \mu\text{m}$ 以下で $-21.2 \sim -20.8 \text{ ‰}$ 、粒径 $20 \mu\text{m}$ 以下の細粒子で $-21.6 \sim -21.4 \text{ ‰}$ を示した(図11)。夏季の堆積物と比べて若干低い値を示すが、この堆積物が再懸濁したとしても観測された懸濁粒子の低い $\delta^{13}\text{C}$ 値は説明できない。よって、秋季には他海域からの低い $\delta^{13}\text{C}$ を有する粒子の加入が示唆される。

秋季(YK9907)の外部陸棚域の海底付近で観測された懸濁粒子の $\delta^{13}\text{C}$ は、長江河口域の堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ と同程度に低いことから、それらの影響が秋季に現れた可能性が示唆される。夏季に長江河口域に堆積する陸起源粒子は、秋季に吹き始める季節風による鉛直混合によって再懸濁する⁸⁾。東シナ海陸棚域では、底層付近に夏季に北～北東の流れが存在し、秋季に東～北東の流れに変化する¹⁰⁾。流れの季節変化には季節風が強く関与しており¹¹⁾、この秋季の流れの変化が、秋季における長江由来陸起源粒子の外部陸棚域への沖合輸送に重要な役割を果たしたと考えられる。

5. 本研究により得られた成果

①東シナ海陸棚中央から外部陸棚域において、長江希釈水には比較的高いクロロフィル a 濃度が

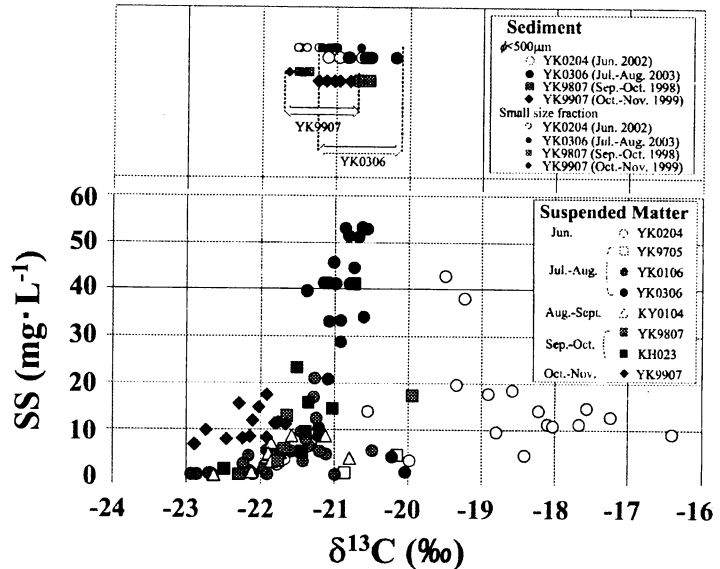


図10. 東シナ海陸棚域におけるSS濃度と懸濁粒子の $\delta^{13}\text{C}$ との関係。
上段は表層堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ を示す。

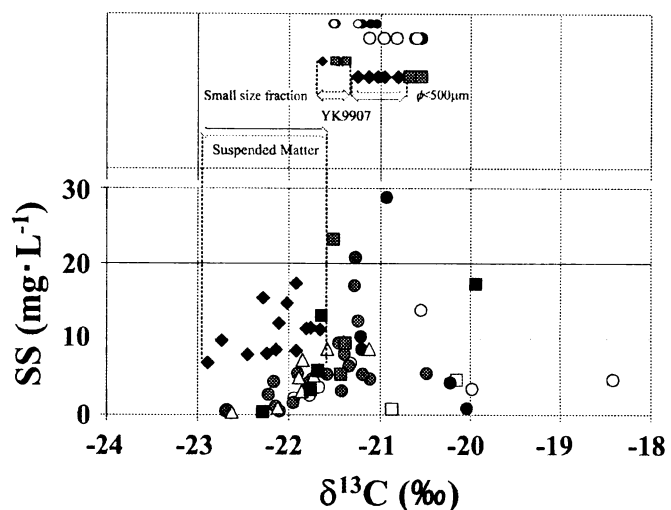


図11. 東シナ海外部陸棚域(水深約60~120m)におけるSS濃度と懸濁粒子の $\delta^{13}\text{C}$ との関係
上段は表層堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ を示す。
各記号は図10と同じ。

観測された。長江希釈水中ではDINが多く含まれるがDIPが枯渇することから、豊富なDINと生体より生じるDOP等の有機態栄養塩を利用した生産サイクルの存在が示唆される。

- ②上層の長江希釈水を含む中国大陸沿岸水と下層の東シナ海大陸棚底層（冷）水が接する海域では、下層からの豊富なDIN、DIPの供給により、高濃度のクロロフィル垂表層極大が形成される。
- ③東シナ海大陸棚底層（冷）水からの栄養塩の供給量は、黄海底層冷水の配置に影響を強く受ける。
- ④外部陸棚域において北江蘇沿岸水起源の低塩分が躍層下に入り込むのが観測された、その挙動が東シナ海陸棚域における長江希釈水の挙動に影響を与えている可能性が示唆された。
- ⑤長江希釈水は栄養塩および植物プランクトンの輸送担体として東シナ海の生物生産に重要な役割を果たすとともに、外洋域にも影響を及ぼしていると推察される。
- ⑥海底付近の懸濁粒子の有機炭素安定同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ ）は、夏季に比べて秋季に低い傾向にあり、秋季の東シナ海外部陸棚域の海底付近には、長江起源粒子の $\delta^{13}\text{C}$ に匹敵する低い値を示す懸濁粒子が観測された。現場の堆積物にその供給源が無いため、秋季において長江由来陸起源粒子の沖合輸送が示唆された。

6. 引用文献

- 1) Shen, H., C. Zhang, C. Xiao and J. Zhu: in Health of the Yellow Sea, pp.129-148.(1998)
“Change of the discharge and sediment flux to estuary in Changjiang River”
- 2) SU, Y., X.Weng: Oceanology of China Seas, 1, 3-16. (1994)
“Water masses in China Seas”
- 3) 近藤正人：西海区水産研究所研究報告, 62, 19-66.(1985)
“東シナ海・黄海漁場の海況に関する研究－I. 50m深及び底層における平均水温・塩分の分布”
- 4) Wang, B., X. Wang and R. Zhan: Estuarine Coastal and Shelf Science, 58, 127-136.(2003)
“Nutrient conditions in the Yellow Sea and the East China Sea”
- 5) China Ocean Press: Marine Atlas of Bohai Sea, Yellow Sea and East China Sea, Hydrology, 524pp.(1992)
“Salinity Distribution”
- 6) Guan, B: Oceanology of China Seas, 1, 17-26. (1994)
“Patterns and structures of the currents in Boha, Huanghai and East China Seas”
- 7) Chang, P. and A. Isobe: Journal of Geophysical Research, 108, C9, 3299.(2003)
“A numerical study on the Changjiang diluted water in the Yellow and East China Sea”
- 8) McKee, B. A., C. A. Nittrouer and D. J. DeMaster: Geology, 11, 631-633.(1983)
“Concepts of sediment deposition and accumulation applied to the continental shelf near the mouth of the Yangtze River”
- 9) Nittrouer, C. A. and L. D. Wright: Reviews of Geophysics, 32(1), 85-113.(1994)
“Transport of particles across continental shelves”
- 10) Hoshika, A., T. Tanimoto, Y. Mishima, K. Iseki and K. Okamura: Deep-Sea Research II, 50, 443-455.(2003)
“Variation of turbidity and particle transport in the bottom layer of the East China Sea”

- 11) Yanagi, T., S. Takahashi, A. Hoshika and T. Tanimoto: Journal of Oceanography, 52, 539-552.(1996)
“Seasonal variation in the transport of suspended matter in the East China Sea”

7. 国際共同研究等の状況

本研究課題は、国立環境研究所と中国華東師範大学との間で交わされた共同研究に基づき遂行された。平成14、15年度は都合により共同研究を実施できなかったが、平成16年度は華東師範大学の研究員を招聘、西海区水産研究所調査船「陽光丸」に乗船し共同調査を実施した。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

＜論文（査読あり）＞

- ① Wang, Z., Z. Chen, K. Okamura, J. Gao, K. Xu, H. Koshikawa and M. Watanabe : Geo-Marine Letters, 24, 252-258(2004)

“Anomalous current recorded at lower low water off the Changjiang River mouth, China”

＜その他誌上発表（査読なし）＞

- ① 岡村和麿、松野健、越川海、清本容子：第58回西日本海洋調査技術連絡会議議事録, 179-180 (2004)

「有機炭素安定同位体比からみた東シナ海陸棚域の懸濁粒子の分布特性」

(2) 口頭発表（学会）

- ① 横内克巳、岡村和麿、清本容子、藤原豪：2002年度日本海洋学会春季大会（2002）

「東シナ海陸棚域における基礎生産量の鉛直分布と季節変動」

- ② 岡村和麿、越川海：2002年度日本海洋学会秋季大会（2002）

「春季の長江河口域及びその沖合域における粒状物質の特性」

- ③ 横内克巳、岡村和麿、清本容子、藤原豪：2002年度日本海洋学会秋季大会（2002）

「夏季の東シナ海陸棚域における基礎生産量の垂表層極大」

- ④ 岡村和麿、越川海、横内克巳、清本容子：2003年度日本海洋学会秋季大会（2003）

「2002年夏季の東シナ海陸棚域において観測されたクロロフィル極大の特性」

- ⑤ 岡村和麿、松野健、越川海、清本容子：2004年度日本海洋学会秋季大会（2004）

「有機炭素安定同位体比からみた東シナ海陸棚域の懸濁粒子の輸送」

- ⑥ 越川海、岡村和麿、河地正伸、関口博之、越川昌美、広木幹也、徐開欽、木幡邦男、渡辺正孝：2004年度日本海洋学会秋季大会（2004）

「長江希釈水が東シナ海陸棚域の栄養塩と藻類分布に及ぼす影響」

(3) 出願特許

特になし

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

特になし

(5) マスコミ等への公表・報道等

特になし

9. 成果の政策的な寄与・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。