

黄河流量と渤海海洋環境の経年変動

林 美鶴 (神戸大学)、柳 哲雄 (九州大学)、郭 新宇 (愛媛大学)

1. 目的

これまでに、渤海で実施された過去 2 回(1982-1983 年、1992-1993 年)の観測結果⁽¹⁾から、黄河の流量が大きく異なる両時期の水収支と栄養塩収支の変化について報告した。その結果、

- ・河口循環流が弱くなり、海水交換が減少
- ・窒素濃度は上昇、リンと珪素濃度は下降し、基礎生産の律速栄養塩が窒素からリンに変化したことが明らかとなった。前者は物理的な環境で、黄河の流量減少が直接影響していると考えられる。しかし、後者の様な生化学環境の変化と黄河の流量減少を明確に関連づけるには至っていない。

そこで、2004 年 9 月と 2005 年 5 月に実施した観測結果、さらに様々な文献値を加えて、黄河流量と渤海の生化学環境の経年変動から、両者の関連を検討する。

2. 使用データ

使用したデータが観測された時期や解析範囲は以下の通りで、対象海域は図 1 の通りである。尚、図 1 は 1982 年 8 月の表層の塩分分布を示しており、黄河から低塩分が広がっている範囲を黄河河口とした。

- ・ 82-83 と 92-93 の各季節に渤海全体で観測されたデータで⁽¹⁾、このうち黄河河口を年平均した。
- ・ 59-60 と 98-99 の渤海全体の年平均値⁽²⁾。
- ・ 86, 90, 91, 94-97 について、菜州湾での観測結果の年平均値⁽³⁾。
- ・ 2000 年 8 月に黄河河口で観測された結果⁽⁴⁾。
- ・ 2004 年 9 月と 2005 年 5 月に、黄河河口で実施した観測結果を平均した。

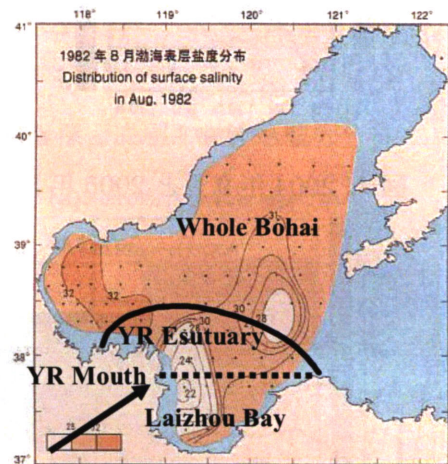


図 1 解析対象海域

3. 結果

黄河流量の経年変動を図 2 に示す。1980 年代後半から急激に流量が低下している。図 3 に、渤海の Chl.a 濃度(a)、溶存無機態窒素(DIN)濃度(b)、溶存無機態リン(DIP)濃度(c)及び溶存無機態ケイ素(DSi)濃度(d)の経年変動を示す。データが取得された観測海域が異なるため、ここでは渤海全体、黄河河口及び菜州湾で表記を変えて年平均値を示している。Chl.a 濃度は、2000 年代になり高度濃度になった。DIN 濃度は観測海域によって差があるが、全体的に上昇する傾向にある。これに対し DIP 濃度と DSi 濃度は、1900 年代以降低下する傾向にあり、この傾向は黄河流量の減少とよく一致する。また、図 4 は DIN/DIP 比(a)、DIN/DSi 比(b)及び DSi/DIP 比(c)で、DIN 濃度上昇の結果、渤海の DIN/DIP と DIN/DSi は上昇し、レッドフィールド比を越えた。これは、渤海に基礎生産が窒素制限からリン或いはケイ素制限に変化したことを意味している。DSi/DIP は若干低下傾向だが、レッドフィールド比を上回っていることから、基礎生産の律速栄養塩はリ

ンであると言える。またこの低下は、渤海での濃度低下がリンよりもケイ素の方が急激であることを示している。

4. 考察

まず、基礎生産の律速栄養塩がリンになり、DIP濃度が低下したにも関わらずChl.a濃度が上昇していることは、一件矛盾しているように思える。これについては、そもそも栄養塩よりも光環境による制限の方が強い可能性がある。無機粒子は光を散乱させるため、これが多いと底層まで光が通りやすいが、有機粒子は光を吸収するため光は底層に届きにくくなる。この様に、渤海の粒子の種類と光学特性を明らかにすることが、低次生物生産の構造を明らかにする上で重要である。

次に、黄河でのDIN・DIP濃度、及びこれらに黄河流量をかけたDIN・DIP負荷量の経年変動と、渤海の栄養塩濃度の経年変動との関係について考察する。図5にDIN濃度と負荷量(a)及びDIP濃度と負荷量(b)を示す。DSiについては2005年のデータしかないので示さなかった。黄河のDIN濃度は上昇傾向にある。一方、DIP濃度は明確な経年変動はないが、2005年は低下している。これらを負荷量で見ると、黄河流量が低下しているためDIN、DIPとも減少している。このことから、リンについては主に黄河流量低下に伴って渤海へのリン供給量が低下し、これが渤海のDIP濃度低下に寄与している事が示唆される。またケイ素も、河川経由の負荷が大きいと考えられ、リン同様に負荷量が減少していると予想できる。さらに、リンは人為的な発生と負荷があることから、黄河流量減少による負荷量の減少はリンよりもケイ素の方が影響を受けやすく、この結果、渤海での濃度低下がリンよりもケイ素の方が急激になったと考えられる。一方で、地下水班の報告では地下水からのケイ素供給量は無視できないとのことであり、地下水からの物質負荷量を定量化する必要がある。海域でのケイ素濃度低下は、ケイ素を利用せずに増殖可能な渦鞭毛藻類の優占につながる。この種には、いわゆる有害プランクトンと呼ばれる種が含まれており、人間にとっては好ましくない環境と言えることから、黄河流量減少が引き起こす環境問題の一つとなり得る。

一方、窒素は、渤海でのDIN濃度上昇を黄河との関係で説明することは出来ない。どこからどのように窒素が負荷されているのかを明らかにすることが渤海の環境を考え上で重要であり、窒素供給源の一つとして渤海沿岸の養殖池からの直接負荷が考えられる。調査の結果、渤海湾では以前は大正エビの養殖が盛んだったが、現在はトラフグと車エビの混養殖を行っており、キビナゴやイカナゴなどの生餌が投与されていた⁶⁾。この様な情報から渤海への窒素の直接負荷量を推定する必要がある。

5. まとめ

以上の通り、渤海の栄養塩環境の経年変動が黄河流量の変化に影響を受けていることが明らかとなった。また、地下水からの水・物質負荷量の定量化、渤海の光環境と基礎生産の関係解明などが、渤海の環境変動を明らかにするために重要であることが示された。

引用文献

- (1) Tang, Q. and Meng T. (1997)
- (2) S. M. Liu, J. Zhang, H. W. Gao and Z. Liu: 私信

(3) Z. Shan, Z. Zheng, H. Xing, X. Liu, X. Liu, Y. Liu : Study on Eutrophication in Laizhou Bay of Bhai, *Transaction of Oceanology and Limnology*, 2, 41-46, 2000.

(4) H. Gao, D. Wu, J. Bai, J. Shi, Z. Li, W. Jiang : Distributions of Enviromental Parameters in Laizhou Bay in Summer, 2000, *J. Ocean University of Qingdao*, 33, 2, 185-191, 2003.

(5) 中山一郎氏(中央水産研究所)：私信

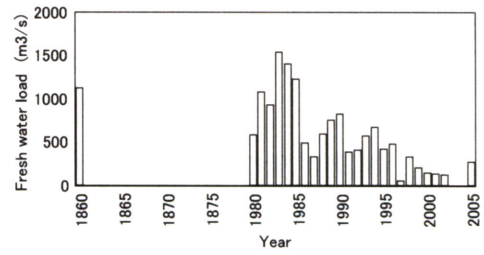
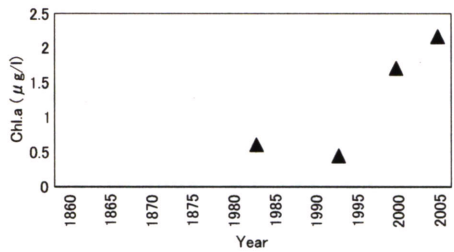
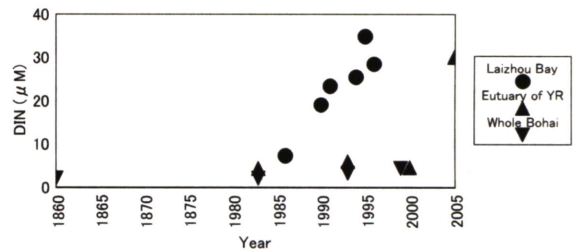


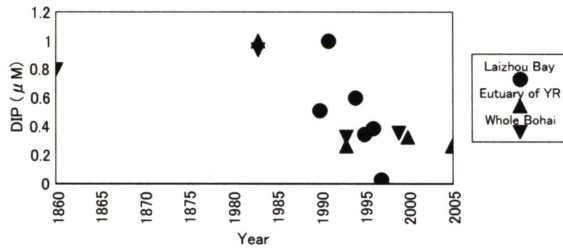
図2 黄河流量の経年変動



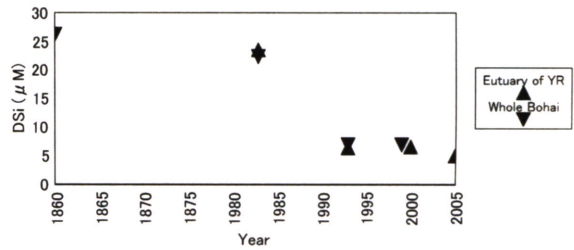
(a) Chl.a 濃度



(b) DIN 濃度

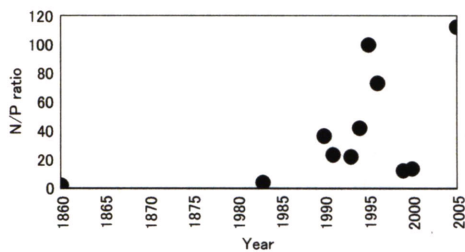


(c) DIP 濃度

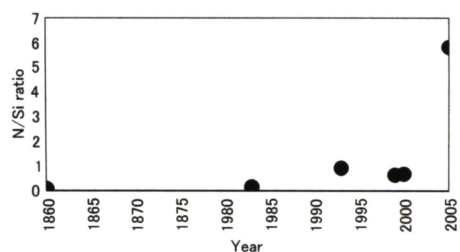


(d) DSi 濃度

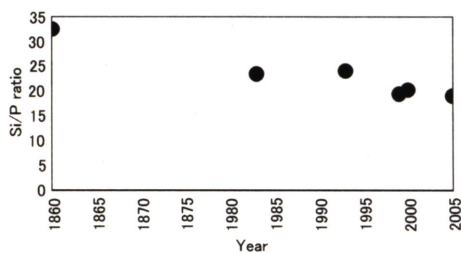
図3 渤海における Chl.a・栄養塩濃度の経年変動



(a) DIN/DIP

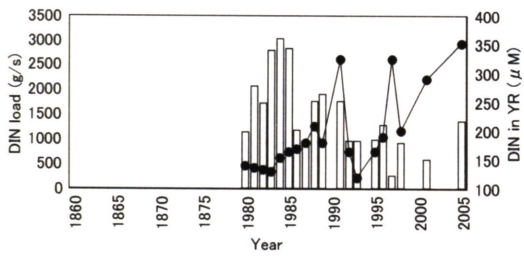


(b) DIN/DSi

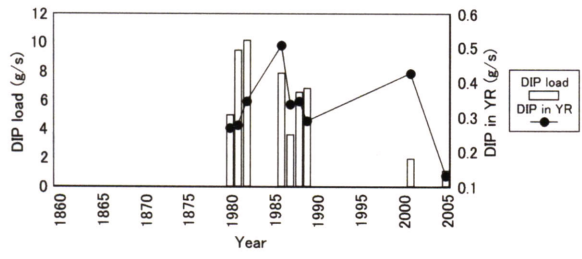


(c) DSi/DIP

図4 渤海湾における元素比の経年変動



(a) DIN



(b) DIP

図5 黄河河川水中の栄養塩濃度と渤海への負荷量の経年変動