

수질-P14

금강하구역에서 영양염의 거동에 대한 조석의 영향

김종구*, 강 훈

군산대학교 토목환경공학부

1. 서 론

하구는 해양과 육지의 접경지로서 육상의 영향을 직접 받고 있을 뿐만 아니라 육상의 영향정도에 따라 서로 다른 해양 환경의 특성을 나타내게 되는 곳이다.

금강하구는 담수와 해수가 만나 물질 혼합이 지속적으로 이루어지는 수질의 변화가 큰 해역이다. 이러한 금강 하구해역은 1994년 9월 금강하구둑 폐쇄 이전에는 담수 방류량에 비해 조석의 영향이 우세한 완전혼합형 하구에 속하였으나(Chung and Bhang, 1994), 갑문 폐쇄 후에는 하구해역과 금강 상류가 완전 차단되는 부분혼합형 또는 염분쇄기형으로 물리 특성이 변화하였다(최 등, 1995).

금강하구는 다량의 유입 담수와 조석에 의한 유동에너지가 크기 때문에 오염물질의 유입에도 불구하고 해양생물상의 변동은 크지 않았으나, 1994년 금강하구둑의 폐쇄와 인위적인 갑문 조작에 따라 금강으로부터 유입되는 담수의 간헐적 유입에 따른 유동에너지의 감소로 인하여 수괴 투명도 등의 물리적 변화와 함께 물질 순환형태의 변화가 나타나기 시작하였다. 담수 유입량의 간헐적 변화는 하구내 기존 생태계의 변화를 가져와 투명도의 증가와 함께 조류 생산력의 변화는 물론이고, 해역의 화학·생물학적 환경특성을 크게 변화시켰다.

수문조작 후 하구에서의 환경변화는 담수유입 차단에 따른 부유토사 유입의 감소, 투명도의 증가와 영양염류의 보존성 증가, 염분농도의 계절적 변화, 계절적 오염물질 유입 변화, 강우 특성에 따른 비주기적 담수유출의 변화와 조석에너지 변화에 따른 물질체류시간의 변화 등이나 이에 대한 연구가 부족한 실정이다.

하구 조수의 큰 변화성의 중요한 양상은 물의 물리화학적 특성 위에 조석 주기의 짧은 시간 효과와 관계가 있다. 대조와 소조 때의 조수 변화는 수주의 몇몇 중요한 매개 변수의 큰 변화를 결정한다. 이를테면 염분, 영양물질 그리고 미립자 물질이다. 이와 같은 변화의 범위는 조수 상태 또는 진폭(넓이)에 따라 의미 심장하게 변화 할 수 있다. 더욱이 문제는 다른 환경이 변수에 의해 대단히 복잡하게 될지도 모른다는 것이다.

그것들의 가변적인 양의 변화를 결정하는 방법으로 연속관측이 필요하다. 연속관측은 하구역의 단기 가변성에 대한 일일변화를 다른 상황의 대등한 실시간 정보로 짧은 거리 하에 조수 주기의 효과에 관한 영향을 이해할 수 있다.

따라서 본 연구는 금강하구의 3지점에서 24시간 동안 시간대별로 연속관측을 실시하여 조수의 변화 및 하구둑 수문 조작에 따른 수질변동 특성을 파악하고, 하류로 유출되

는 과정에서 갯벌의 작용에 의한 오염물질의 변동 특성을 조사하며, 수질인자 간의 상관분석을 통하여 오염물질간의 관계를 규명하고, 부영양화 정도를 평가하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 지역개괄

한반도 서해 중서부에 위치하고 있으며 전라북도와 충청남도 사이를 통과하여 군산항으로 유출되는 유로 연장 421Km의 큰 하천이다. 또한 그 유역 면적이 $9,886 \text{ Km}^2$ 에 이르고, 유역내의 경지면적도 약 257×10^3 정도나 된다. 그리고 연간 하천배수량은 약 64 억톤에 달하며 중부 지방의 농·공업용수와 주변 도시의 상수원으로서 중요한 하천이다 (산업기지개발공사, 1979).

금강하구인 군산항에서의 평균조차는 대조시 약 5.7m로 갈수기에는 하구로부터 약 60Km의 상류지역가지도 해수의 유입이 있는 전형적인 감조하천이나, 조석주기에 따른 금강하구역으로의 해수침입을 막고 보다 많은 수자원을 개발하기 위해 군산에서 장항에 이르는 총길이 1,841m의 하구둑이 건설됐으며, 남측도류제 건설로 인하여 금강하구는 길이 약 21Km의 하천형 감조수역으로 바뀌게 되었다.

2.2. 시료 채취

금강하구에서의 수질거동에 미치는 조석의 영향 및 수문조작의 영향을 조사하기 위하여 2001년 7월 6일 16시~7월 7일 16시까지 24시간 동안 하구둑과 군산 내·외항의 3개 지점(그림 1)에서 수면하 50cm의 표층수를 1시간 간격으로 채수하였다.

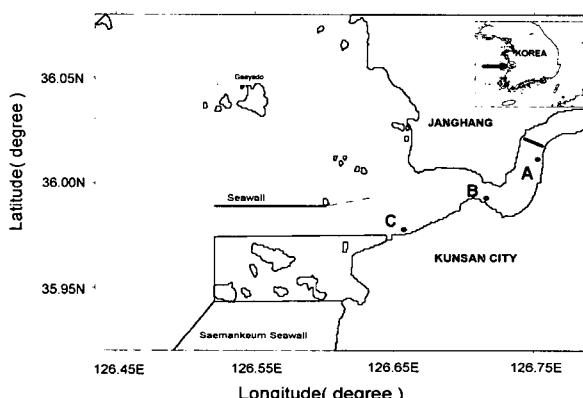


Fig. 1. map of sampling station.

2.3. 수질분석

채취된 시료는 곧바로 실험실로 운반하여 실험을 행하였으며, 실험방법은 해양환경공정시험법(1998) 및 그에 준하는 시험법으로 행하였다.

분석 항목은 일반항목으로 수온, 염분, 용존산소(DO), 수소이온농도(pH), 화학적 산소요구량(COD), 총부유성고형물(TSS), 휘발성부유물(VSS)을 측정하였고, 영양염류로는 암모니아성질소($\text{NH}_4^+ - \text{N}$), 아질산성질소($\text{NO}_2^- - \text{N}$), 질산성질소($\text{NO}_3^- - \text{N}$), 총질소(T-N), 총인

(T-P), 인산인염(PO_4^{3-} -P), 규산염(SiO_2 -Si)을 측정하였고, 생산력으로 클로로필a (Chlorophyll-a)를 측정하였다.

2.4. 인자간의 상관관계분석

상관관계분석(correlation analysis)은 변수들간의 관련성을 분석하기 위해서 사용된다. 즉 하나의 변수가 다른 변수와 어느 정도 밀접한 관련성을 갖고 변화하는지를 알아보기 위해 사용된다. 상관관계분석을 통해서 우리는 두 변수간의 관련성 정도와 관련 방향을 알 수 있다.

본 조사자료를 이용하여 인자간의 상관성 분석을 위하여 SPSSwin 7.5를 사용하여 상관분석을 실시하였다.

3. 결 론

금강하구둑 및 내항 그리고 외항의 세 지점에서 시간에 따른 조석 차에 대한 수질 변화 특성을 2001년 6월 16시부터 7일 16까지 1시간 간격으로 채취하여 측정한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 하구의 경우 지역적 특색으로 많은 환경적인 영향을 받는다. 특히 담수와 육상에서의 오염물의 영향을 받는데, 담수의 유입은 염분의 농도를 낮게 하며, 화학적 산소요구량, 영양염류, 부유물질 농도를 변화 시켰다. 이는 담수의 방류후의 농도 변화로 알 수 있었으며, 금강하구로부터 많은 오염부하의 영향을 크게 받고 있음을 알 수 있다.

2) 염분과의 상관관계에서 DIN은 St. A 지점과 St. B 지점은 상관계수(r)이 각각 -0.956과 -0.791로 좋은 역의 상관성을 나타냈으며, 반면 St. C 지점은 -0.126으로 낮은 역의 상관관계를 가졌다. 영양염 중 DIN은 담수유입에 따른 상관성이 높았으나 DIP는 상관성이 낮은 것으로 나타났다. 그리고 용존 무기 질소와 규산염의 경우도 좋은 정의 상관관계를 나타냈다.

3) 20시의 측정결과 값의 수치가 다른 값에 비해 상당히 큰 차이를 보이는 것은 오염물질의 일시적인 유입에 의한 영향으로 볼 수 있다. 20시의 경우 저녁시간대의 생활하수에 의한 오염물질의 대량 유입으로 사료된다.

4) 금강 하구역에서의 N/P, Si/N, Si/P의 비는 조석주기와 담수의 유입으로 인해 불균형을 이루고 있다. N/P와 Si/P를 보면 St. A에서는 둘 다 비슷한 값을 나타내는 반면 St. B와 St. C에서는 N/P가 Si/P보다 거의 2배정도 높은 값을 나타냄을 알 수 있다. 이것은 Si보다 N이 상대적으로 많이 증가했음을 시사한다. 이것은 경포천에서의 오염물의 유입과 저질에서의 용출에 기인한다. 또한, N/P와 Si/P에서는 P가 제한기질로 작용하는데 모두 높은 값을 나타내는 것은 P에 비해 N과 Si가 많음을 알 수 있다.

참고문헌

Okaichi, T., 1985, The Cause of red-tide in neritic water, Japan Fisheries res. Convers. Ass., 58~75.

Jong-Gu Kim, Sun-Jae You and Jung-No Kwon, 1988, Variations of Water Quality after Construction of Keum River Estuary Barrage.

Jong-Gu Kim, Sun-Jae You and Jung-No Kwon, 1998, Variations of water quality after construction of Keum river estuary barrage, Journal of the Korean Fisheries Society VOL. 31, NO. 5 September

김종구, 권정노, 유선재, 1998, 금강하구둑 수문 폐쇄 후의 수질변화, 한국수산학회지, 31(5), 685~695.

이용혁, 양재삼, 1997, 금강하구역에서 영양염류, 엽록소, 부유물질과 염분 변화에 대한 500일간의 연속관측, 「The Sea」 The Journal of Korean Society of Oceanography, 2(1), 1~7.

권정노, 1999, 夏季 錦江河口海域의 水質特性, 군산대학교 해양산업공학과,