

PE2) 영산호의 계절별 공간적 수질 오염도 평가

손창인, 박현주, 정진화, 송명기, 나춘기, 송재준
목포대학교 환경공학과

1. 서 론

국제적으로 물 부족국가군으로 분류된 우리나라는 하구 담수호의 건설이 수자원 확보를 위한 특히, 농업용수의 확보 측면에서 매우 효과적인 방안으로 사용되어졌다. 그러나 담수화 후 유역에서 발생하는 영양염류나 유해물질의 지속적 유입과 하구언의 자연정화 유지기능 상실로 인해 오염물질의 축적으로 심각한 수질오염문제를 초래하였다. 이러한 수질오염 문제는 하구언의 구조적 문제와 환경관리제도의 부재 및 관리주체의 분산으로 인해 더욱 심각한 수준에 이르렀으며, 이로 인해 하구언의 본래 목적이었던 수자원확보와 수산자원의 보호가 역으로 수자원의 오염과 하구 및 연안생태계의 파괴로 자연환경문제 및 이에 따른 지역적 사회문제로 현재까지 해결되지 못하고 있다. 본 연구는 영산호의 수질오염상태를 측정하여 이를 바탕으로 영산호 수질에 대한 계절별 공간적 특성을 파악하고 수질오염 실태 및 오염원을 추정하여 영산호의 수질 오염도를 평가하였다.

2. 재료 및 실험 방법

2.1. 연구대상지역

본 연구지역인 영산강 하구언은 농업용수 확보를 위해 1981년 영산강 하구언 방조제가 건설된 담수호로서 건설 이전에는 해수와 담수의 교환이 활발하게 일어나는 기수지역이었으나, 방조제 건설이후 반폐쇄적인 환경의 담수호로 환경이 급변한 지역이다. 영산호는 영산강 하류의 하구언을 기점으로 상류 몽탄대교까지 약 23.5 km의 구간을 지칭하며, 총 34.6 km²의 면적과 2억 5천만 톤의 총저수용량을 확보하고 있다. 본 연구에서는 하구언을 기점으로 상류방향으로 7 km까지를 연구대상지역으로 정하였고, 하구언을 기점으로 상류방향을 X축 400 m의 간격으로 18개 라인, 강폭을 Y축 280 m 간격으로 17개 라인의 평면공간으로 분할하였다(Fig. 1.).

2.2. 현장측정 및 수질분석 방법

현장측정은 2006년 5월 31일 Fig. 1-(a)의 총 104개 지점을 자동수질측정 장비(HORIBA, U-22XD)를 이용하여, 각 지점을 수심 5 m 간격으로 pH, 용존산소량(DO, mg/l), 산화환원전위(ORP, mV), 수온(Temperature, °C), 전기전도도(Conductivity, mS/cm), 총용존고형물량(TDS, g/l), 염도(Salinity, ‰), 탁도(Turbidity, NTU)를 측정하였다.

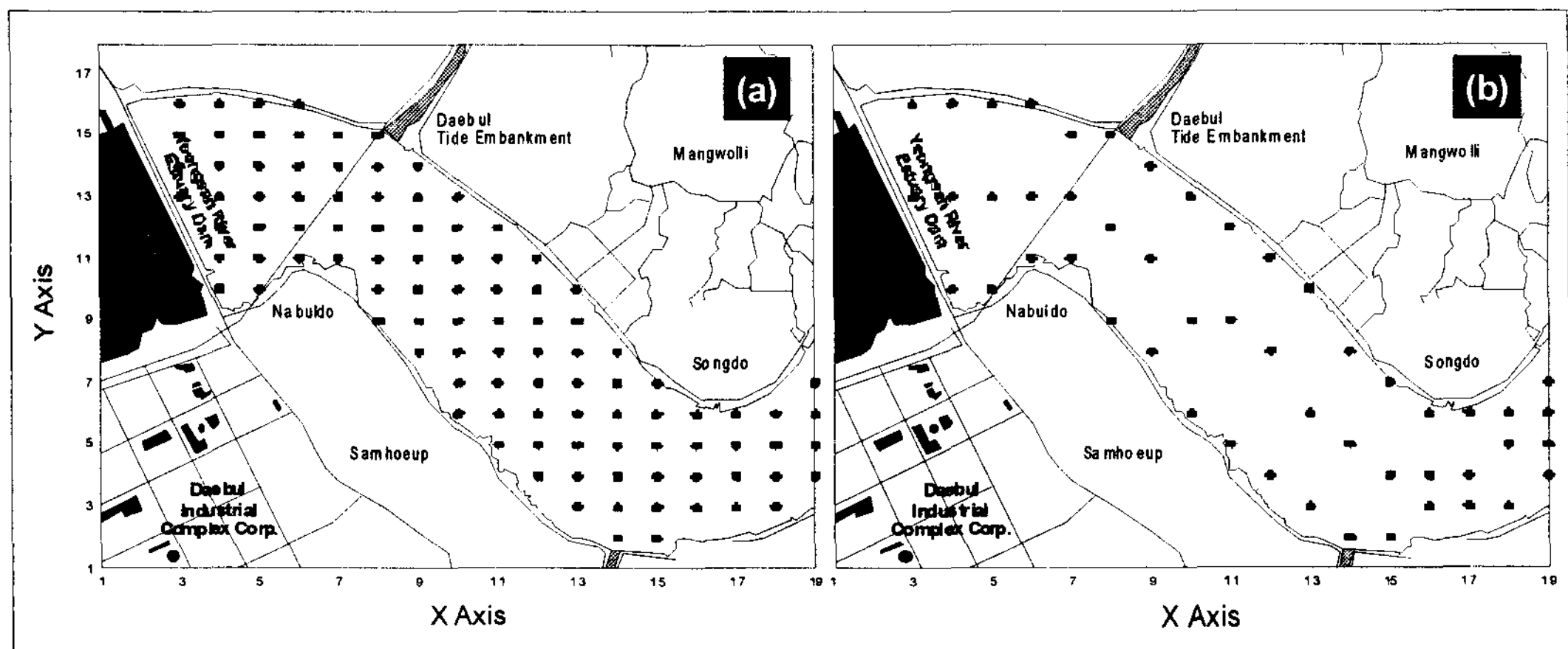


Fig. 1. (a) Field Water quality Measurement, (b) Surface Water Sampling in Young-San Reservoir.

현장측정과 더불어 영산호 표층수의 계절별 변화를 알아보기 위하여 2005년 5월 31일 1차 시료채취를 Fig. 1-(b)의 총 51개 지점, 2006년 9월 22일 2차, 2007년 2월 22일 3차 시료채취는 영산호의 최대수심지점의 8개 지점을 1ℓ의 무균 채수병에 채수하여 실험실로 운반한 후 채수된 표층수는 실험실로 운반한 후 0.45 μ m 박막여과지를 이용하여 여과하고 분석시까지 냉장 보관하였다.

시료분석은 수질오염공정시험법 및 Standard Method에 준하여 실시하였다. 호소의 수질 기준 항목인 T-N, T-P와 PO_4^{3-} , NH_4^+ , COD_{Cr} 은 각각의 전처리 과정을 통해 발색한 후 자외선-가시선 분광광도계(Shimadzu, JP/UV-1601) 이용하여 측정하였다.

NO_3^- 는 냉장 보관된 원수를 0.22 μ m Membrane Filter로 여과시킨 후 이온크로마토그래피(Waters, IC)를 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 수심별 오염농도의 공간구성

영산강의 수심에 따른 오염도를 알아보기 위하여 현장측정 104개 지점을 수심 5 m 간격으로 측정한 측정 자료를 이용하여 각 수심별 평면적 오염의 분포를 나타내었고, 이를 바탕으로 영산호 상류방향으로 최고수심이 되는 지점을 연결한 하상고를 도시하여 강의 수직단면적에 대한 용존산소량(mg/ℓ), 전기전도도(mS/cm), 산화환원전위(mV), 탁도(NTU)의 농도 분포를 Fig. 2에 나타내었다. 전기전도도와 용존산소농도의 값은 정반대의 공간분포를 나타내었으며 산화환원전위는 용존산소량이 높을수록 양의 값을 낮을수록 음의 값을 나타냈다. 특히, 하구로 갈수록 하상부근의 전기전도도가 높아지고 용존산소농도값이 낮아지는 경향을 보이는 것은 유속의 감속으로 인한 층류 형성으로 오염물질이 하상부근에 축적되어 나타나는 현상으로 사료되어진다.

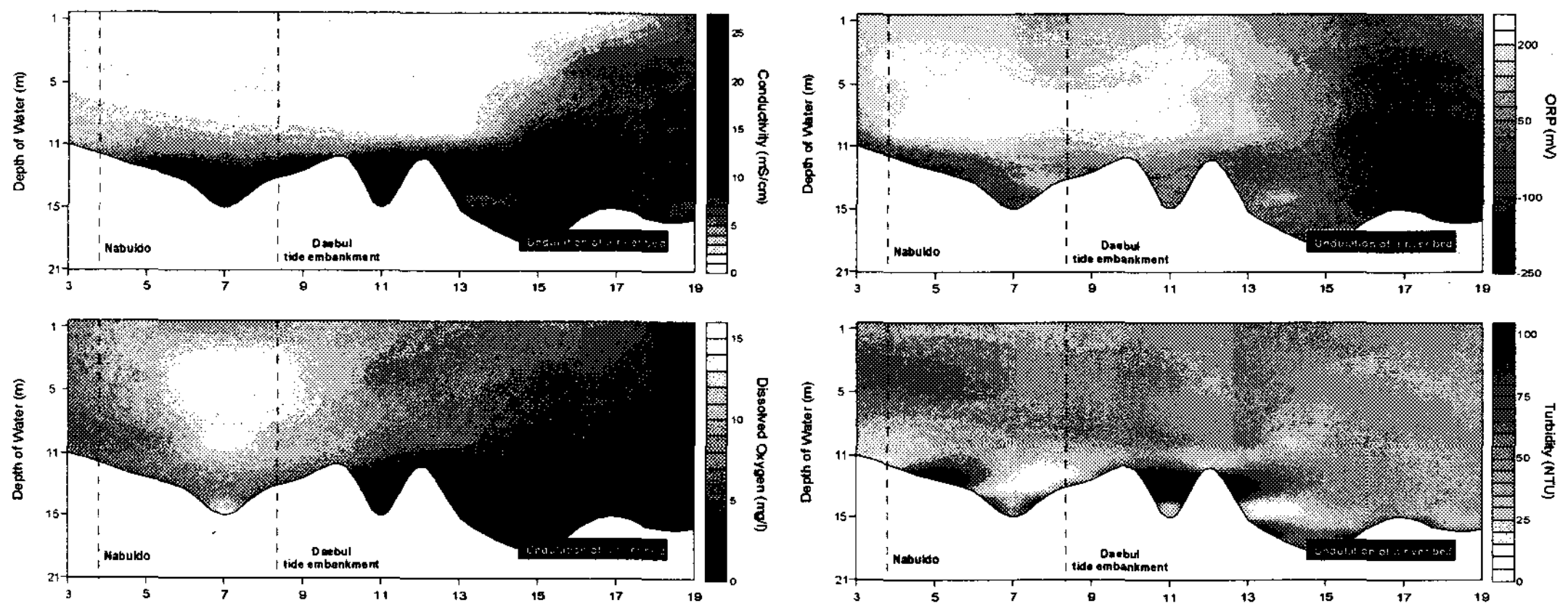


Fig. 2. Empirical Analysis of Vertical Locational Pattern of River Water Quality Standard Item(Conductivity, ORP, DO, Turbidity).

3.2. 표층수의 평면적 공간구성

수질의 지표가 되는 각 항목의 농도에 대한 공간적 분포를 살펴보면, 대불방조제와 연락수로가 합류되는 지점의 T-N, T-P, COD, NH₄, NO₃, PO₄ 값이 높은 값을 나타내었다. 이는 지류에서 발생하는 오염물질이 영산강 하구에 유입되는 오염원으로서 작용하고 있는 것으로 사료되며, 강의 유속차에 의한 침식과 퇴적의 영향으로 영산호는 방조제에 의하여 하류로 갈수록 유속이 급격히 감소되는 경향을 보여 Fig. 3에 나타난 공간적 분포를 보이는 것으로 나타났다.

3.3. 계절별 수질오염도 평가

영산호의 계절별 수질오염도의 공간적 분포를 확인하기 위하여 표층수의 각 수질분석자료의 PI(Pollutant Index)지수를 이용하였다. PI 지수의 산출은 다음 식에 따른다.

$$PI = \frac{\sum(\text{항목의 실측치} \div \text{항목의 기준})}{\text{항목의 갯수}}$$

PI지수의 항목은 부영양화의 지표가 되는 T-N, T-P와 우리나라 호소의 생활환경기준이 되는 수질등급제의 COD와 DO의 농도기준을 이용하였다. T-N, T-P, DO, COD 각 항목의 '매우 나쁜' 6등급의 수질기준 >1.5 T-N mg/l, >0.15 T-P mg/l, <2.0 DO mg/l, >10 CODmg/l 를 적용하였다. T-N과 T-P는 모든 지점에서 수질 VI등급을 초과하였고, DO 측정값은 모든 지점이 수질 Ia등급 이상으로 나타났다. 이는 대기와의 접촉면이 가장 많은 표층수를 대상으로 측정한 값으로 표층수의 용존산소농도를 오염의 지표로서 이용하는 것은 적절하지 못하였다. 따라서 DO 측정값을 PI지수를 산출하는 항목에서 제외한 표층수 수질오염지수의 공간적 분포를 계절별로 Fig. 4에 나타내었다. 시료채취 시기별 오염지수의 평균값을 살펴보면, 1차(PI 10.12) > 2차(PI 6.65) > 3차(PI 4.03) 순으로 나타나 모두 매우 심각한 오염상태를 나타내고 있었다. 특히, 1차 시료채취 기간의 PI지수가 다른 시기보다 높게 나타나 농업활동이나 turn over현상에 의한 오염의 부하가 일어난 것으로 사료된다. 본 연구에서 홍수기의 자료는 추후 연구를 통해 비교 평가할 계획이다.

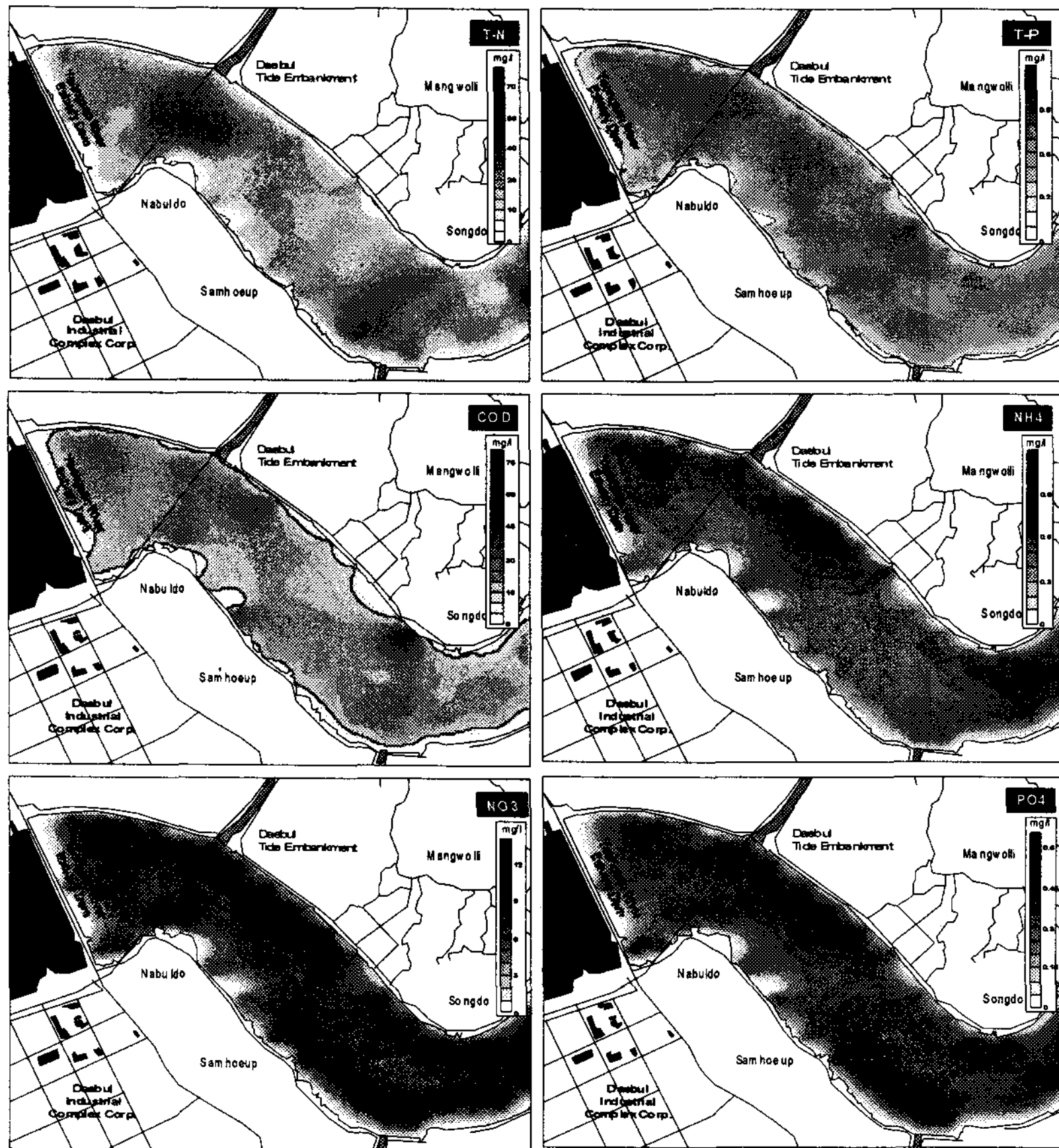


Fig. 3. Empirical Analysis of Horizontal Locational Pattern of River Water Quality Standard Item(T-N, T-P, COD) and Nutrients(NH₄, NO₃, PO₄)

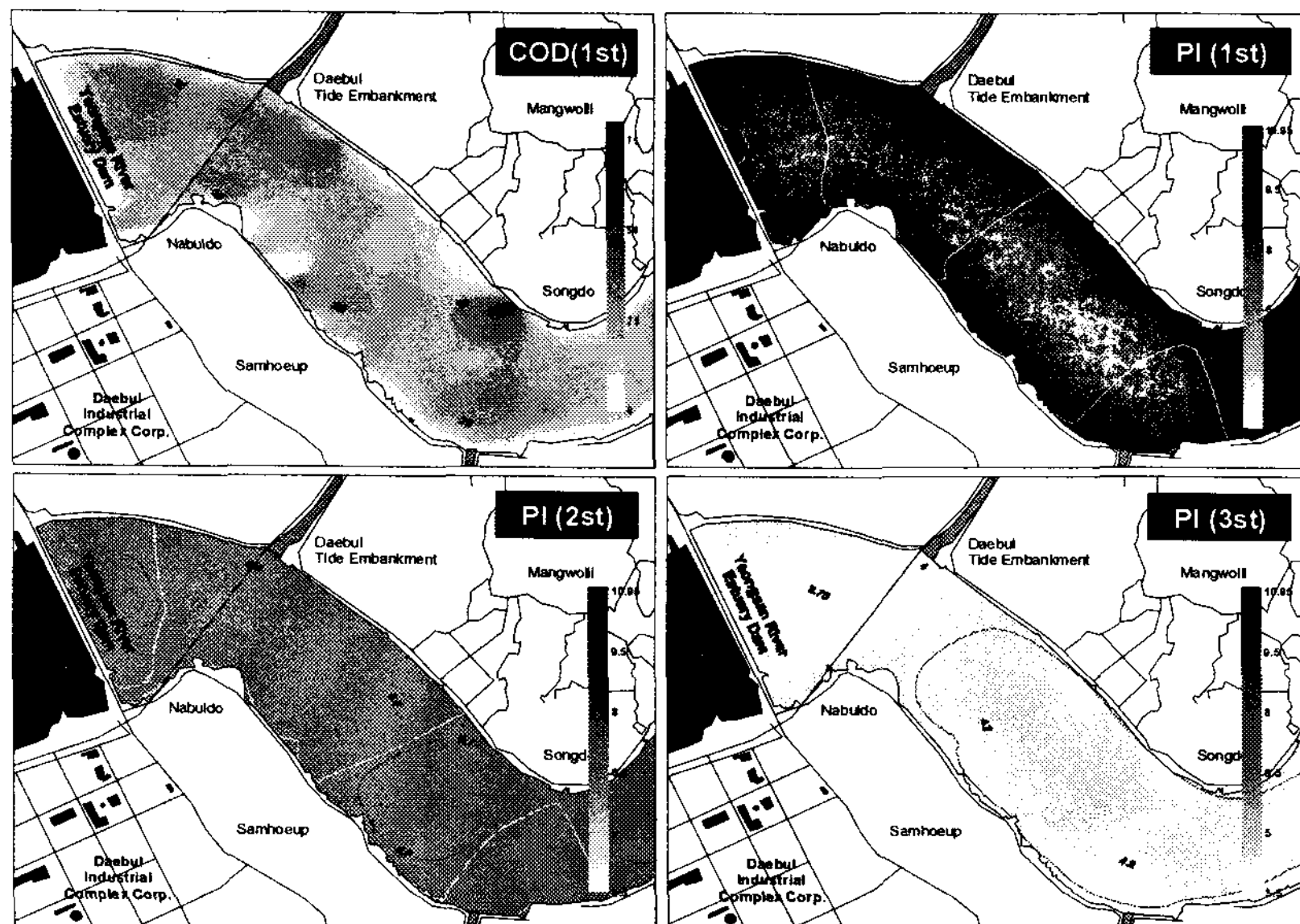


Fig. 4. Temporal Distribution of Horizontal Locational Pattern of PI in Young-San Reservoir

참 고 문 헌

- 이호범, 이중기, 신대윤, 2005, 하천 수질의 오염도평가 방법의 비교 연구, 한국환경보건학회지, 제31권 제5호, pp. 398-403.
- 환경부, 2006, 환경정책기본법 시행령 일부개정령, pp. 2-7.
- Brown, R.M, et al., 1970, A water Quality Index - Do we ware?, Water and Sewage Works, pp. 33-343
- 강선아, 안광국, 2006, 영산강 수계의 이화학적 수질에 관한 시공간적 변이 분석, 한국육수학회지, 제39권 제1호, pp. 73-84
- 양해근, 최희철, 2003, 영산강과 섬진강 유역의 하천 수질환경 평가, 대한지리학회지, 제38권 제1호, pp. 16-13
- 박해식, 박청길, 송미경, 백경훈, 신성교, 2001, 통계분석법을 이용한 낙동강 수질특성 평가, 한국물환경학회지, 제17권 제6호, pp. 693-701