

낙동강 하구둑 방류수에 의한 하구역 수질의 시공간적 변화

윤한삼^{1,†} · 박 순² · 이인철² · 김헌태²

¹부경대학교 해양산업개발연구소

²부경대학교 해양공학과

Spatiotemporal Variations of Seawater Quality due to the Inflow of Discharge from Nakdong River Barrage

H. S. Yoon^{1,†}, S. Park², I. C. Lee² and H. T. Kim²

¹Research Center for Ocean Industrial Development, Pukyong National Univ., Daeyeon 3-Dong, Nam-Gu, Busan 608-737, Korea

²Department of Ocean Engineering, Pukyong National Univ., Daeyeon 3-Dong, Nam-Gu, Busan 608-737, Korea

요 약

본 연구에서는 낙동강 하구둑으로부터의 일별 하구둑 방류량을 고려한 최근 3년간의 유입오염부하량을 산정하고, 하구역내 수질의 시공간 특성을 평가하여 낙동강 하구둑 방류수의 유입오염부하량에 의한 하구역내 수질의 상호관련성을 평가해보고자 하였다. 본 연구를 통해 얻어진 주요 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다. (1) 낙동강 하구둑의 11년간 총 방류량은 $224,576.8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ 이며, 8월이 23.4%인 $52,634.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ 로 가장 많고 다음으로는 7월 23.1%, 9월 17.0% 순이었다. (2) 낙동강 하구둑으로부터의 2005년 유입오염부하량은 각각 307,591.3 COD-kg/day, 128,746.1 TN-kg/day, 107,625.8 TP-kg/day로 산정되었다. (3) 낙동강 하구 해역의 표층 수온이 저층보다 약 2.137 °C 높고, 저층 염분이 표층보다 2.209‰ 높게 나타났으며, 하구둑 방류로 인해 표층 염분이 최소 19.593‰까지 감소하였다. (4) DO, COD, TN, SS의 경우 표층이 저층보다 높은 경향을 나타낸 반면에, TP의 경우 저층이 표층보다 높게 나타났다. (5) 갈수기와 홍수기시의 표층 및 저층에서의 수괴는 담수 유입에 따른 밀도차에 의해 수괴가 분리되는 현상이 발생하고 있음을 알 수 있다.

Abstract – We estimated the pollutant loads for the last 3 years based on the daily discharge at the Nakdong River dam(barrage) and spatiotemporal characteristics of seawater quality in the Nakdong river estuary to investigate the correlation between the pollutant load inflow rate and seawater quality. The main results from this research are summarized as follows. (1) The total discharge at the Nakdong River dam for the last 11 years has been $224,576.8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$. The discharge figures show that the maximum discharge occurs in August with $52,634.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ (23.4% of the year's volume), followed by July and Sep. in that order with 23.1 and 17%, respectively. (2) The pollutant load influx from the Nakdong River dam was composed of 307,591.3 COD-kg/day, 128,746.1 TN-kg/day, and 107,625.8 TP-kg/day. (3) The surface temperature in the Nakdong River estuary was about 2.137 °C higher than that of the lower layer. The salinity of the lower layer was 2.209‰ higher than that of the ocean surface. The salinity of the ocean surface decreased by up to 19.593‰ due to the inflow of the discharge at the Nakdong River dam. (4) DO, COD, TN, and SS concentration levels tended to be higher at the ocean surface than in lower layers, whereas the reverse was true for TP. (5) The water mass at the ocean's surface and in the lower layers during the drought and flood seasons tended to be separated by the difference in densities due to the freshwater inflow.

Keywords: Nakdong River Estuary(낙동강 하구), Pollutant Loads(유입부하), Seawater Quality(해수수질), spatiotemporal characteristics(시공간특성), Correlation(상관성)

[†]Corresponding author: yoonhans@pknu.ac.kr

1. 서론

하구(Estuary)는 담수와 해수의 상호작용이 교차하는 전이지역(Transition zone)으로 변화요인이 다양하고 변화양상도 복잡하며, 생물의 구성도 매우 다양한 생태계 환경을 가진다. 특히 변화가 심한 환경요인은 염분, 수온, 영양염류 등이며, 이들의 변화는 담수의 유입, 조석의 변화, 증발 등 자연현상 뿐만 아니라 인간활동에 의해서도 크게 영향을 받는다. 이러한 하구생태계는 주변 하천에서 유입되는 영양염류와 태양 및 조석 등 에너지가 풍부하여 생산성이 가장 높은 생태계 중 하나로 연안 순생산성이 800~4000 g-dw/m²/year에 이른다(Lieth, 1975). 하지만 하구둑 건설과 같은 대규모 토목공사는 수계생태계에 큰 영향을 미치고 그중 가장 큰 특징은 간석지의 축소, 물의 교환율 감소, 염분 감소 등을 들 수 있다(권오섭, 1991; Leentvaar and Nijboer, 1986). 또한 간척 및 매립사업 등 인위적인 개발은 준평형상태로 유지되고 있는 하구역의 물리적 역학관계를 교란시키며, 그 결과로 지형변화, 수질오염 및 저질오염 등 다양한 피해를 입힌다.

Fig. 1의 낙동강 하구역은 하구둑 건설 이후 해수 유입량과 담수 유출량의 평형상태가 파괴되어 지형 및 수저질 환경이 지속적으로 변화하고 있다. 낙동강 유역의 방류 패턴은 시기별로 세가지로 구분하는데, 10-3월은 강물 유하량이 적은 갈수기(유하량이 100 m³/sec정도)이며, 4-6월은 유하량이 보통수준(유하량이 500 m³/sec), 7-9월은 유하량이 많은 홍수기(유하량이 1,200 m³/sec이상)로 구분된다(신성교 등, 2006). 현재 낙동강 하구역은 해역관리등급 기준 3등급 수질을 나타내며 이는 폐쇄적인 해안선과 낮은 수심 뿐만 아니라 하천을 통한 인구밀집 지역으로부터 배출되는 높은 오염부하에 기인한 것이다(신성교, 2003).

낙동강 하구둑과 같은 인위적인 단절로 인해 담수와 해수가 분포하는 수역에서의 유입오염부하량에 대해서는 하구둑내 수질(허우영 등, 1985; 박해식 등, 2001)과 하구둑 외해지역의 수질(신성교 등, 1998; 장주형 등, 1999)로 일반적으로 구분하여 수행된 바 있다.

장주형 등(1999)의 연구결과에 따르면 낙동강 하구 해역에 대한 오염부하원의 대부분은 낙동강과 장림하수처리장으로부터의 유출수에 기인하며, 낙동강으로부터의 부하량이 COD는 93.68%, TN은 82.15%, TP는 89.67%였으며 나머지는 장림하수처리장으로부터 기인한다고 주장하였으며, 계절적으로는 하계에는 낙동강으로부터의 오염부하량이 절대적으로 많으며 동계에는 낙동강으로부터의 방류량이 적기 때문에 장림하수처리장으로부터의 오염부하 기여율이 상대적으로 크게 나타난다고 밝혔다.

박해식 등(2001)은 낙동강 하구둑 상류 주요지점에서의 97-98년(2년간) 수질 및 유량조사 자료를 바탕으로 요인분석법을 통하여 낙동강 수질에 영향을 미치는 요인은 '오염부하 인자'가 44.0%로 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며, '물질대사 인자'가 19.2%, '수리수문 인자'가 11.8%로 나타났다. 또한 신성교 등(1998)은 하구해역의 수질은 낙동강 하천수 유입부하 요인이 39.1%, 해수유동에 의한 저질 재부유에 의한 오염이 13.7% 그리고 해역내

에서 물질대사에 의한 요인이 13.5%를 차지하여, 이들 3요인으로 전체 수질특성의 65.3%를 설명할 수 있다고 밝혔다.

이대인 등(2002)에 따르면 동계 낙동강 일평균 방류량을 고려했을 때 하구해역 내측에는 염분이 20.0이하의 저염수와 염분전선이 형성되었고 그 영향권이 하구둑 방류량에 따라 축소 또는 확장되는 것으로 예측하였으며, 동계 하구해역의 수질환경 회복을 위해서는 방류량의 증감에 따른 조절보다는 부하원의 오염물질 농도삭감이 필요하다고 주장하였다.

이와 같이 하구둑 건설후, 방류되어진 담수는 수문의 인위적인 개폐작용에 따라 방출되고 해수유입은 하구둑에 의해 제한되어 수문을 열었을 때 담수와 해수는 급격히 만나 염수쇄기의 형태로 성층화되는 양상을 보임에 따라 하구둑 수문의 개폐는 하구순환에 영향을 미치는 주된 요인 중의 하나가 되었다(김기철 등, 1999).

현재 낙동강 하구둑은 하천수량을 인위적으로 조작함으로써 자연하천에서 유하하는 상태와는 명확히 차이가 있으며 이에 따라서 하구역내로 유입되는 오염부하도 인위적이다. 물론 이와 같은 문제를 해결하고 실시간 하구둑 방류량 및 유입부하 특성을 고려한 수질모델링 연구 결과도 찾아보기 힘든 실정이다.

따라서 유입오염물질의 하구역내 거동 또는 수질변화에 대한 평가를 수행함에 있어서 이에 대한 상호관련성에 대해 비교분석한 연구는 미흡한 실정이며, 하구둑의 실시간 방류특성을 고려한 유입오염부하량 산정과 하구역내 수질의 최근 경년 변화를 명확히 평가할 필요성이 있다.

이에 본 연구에서는 낙동강 하구둑으로부터의 일별 하구둑 방류량을 바탕으로 최근 3년간의 일별 유입오염부하량을 산정하고, 하구역내 수질의 시공간적 분포 특성을 평가하여 유입오염부하량과 하구역내 수질의 변화 특성을 평가해보고자 하였다. 산정된 유입오염부하량은 낙동강 하구역의 실시간 해수유동 및 수질환경을 평가하기 위한 모델링 입력자료로 활용가능할 것이다.

2. 재료 및 방법

2.1 하구둑 방류량 및 수질자료

본 연구에서는 1996년부터 2006년까지(11년) 한국수자원공사(1996-2006)의 일별 낙동강 하구둑 수문기상 관측자료를 수집하여 하구둑 방류량의 경년 및 월별 변동 특성과 일별총방류량을 산출하였다.

Fig. 1의 하구둑 내부에 위치한 P.1지점과 하구 해역에 위치한 St.1~St.4는 수질조사 정점을 나타낸다. 일별 수질자료는 P.1지점에 대해서는 국립수산과학원(2007)의 해양수질자동측정망자료(2003년~2006년)를, St.1~St.4정점에 대해서는 국립수산과학원(2007)의 해양환경조사자료(1996년~2006년)에서 2,5,8,11월 수온, 염분, DO, COD, TN, TP, SS, Chl-*a*의 수질관측자료를 이용하였다.

2.2 수질자료 분석 방법

낙동강 하구둑으로부터 하구역으로 유출되는 유입부하량은 일

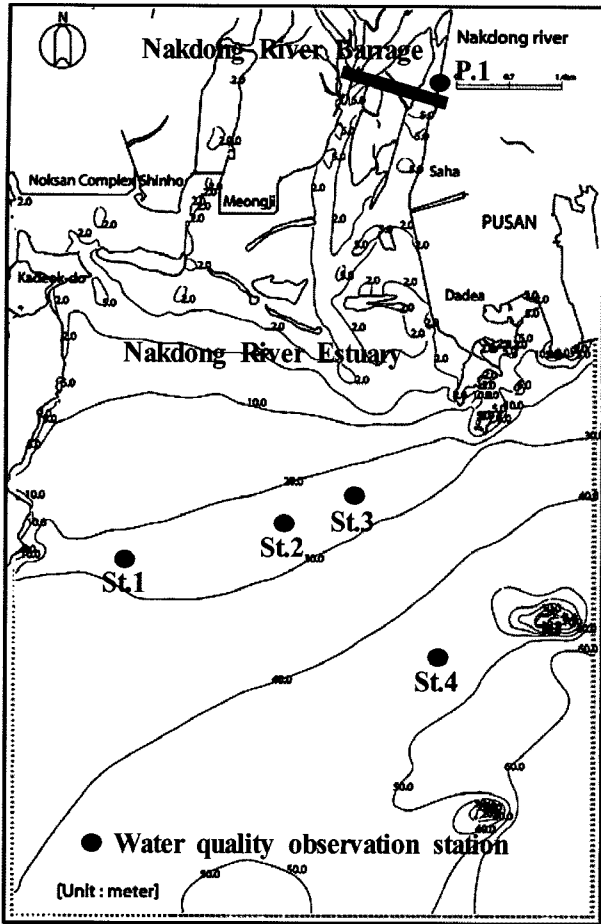


Fig. 1. Bathymetry map of the Nakdong River estuary showing the location of the demand the five water quality observation stations indicated by symbol (●).

별 하구둑 방류량에 P.1지점에서의 일별 수질자료를 곱하여 COD, TN, TP의 총 유입오염부하량을 산정하였다. 또한 하구역 수질의 시공간적 변동 특성은 St.1~St.4정점에서의 수온, 염분, DO, COD, TN, TP, SS, Chl-a의 표층 및 저층의 월별 변동 특성을 살펴보았으며, 낙동강 하구역내 정점별 수질의 공간분포를 살펴보기 위해 조사 정점에서 표층과 저층의 수온, 염분, 용존산소, COD 및 영양염(TN, TP) 농도 변화를 갈수기(2월)와 홍수기(8월)에 대해서 상호 비교하였다.

3. 연구결과 및 고찰

3.1 낙동강 하구둑 방류량의 경년변동

1996년부터 2006년까지의 낙동강 하구둑 일별 수문기상 관측 자료를 이용으로 낙동강 하구둑 방류량의 경년 변동을 시계열로 나타낸 것이 Fig. 2이다.

그림에서 살펴보면 일최대방류량이 나타나는 시기는 2003년 9월 7일로 $1,538.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ 였으며 이는 태풍 매미에 의한 영향으로 판단된다. 또한 그림에서 일최대방류량이 가장 작은 해는 2001년 6월 26일의 $446.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ 로 나타났다. 11년 동안의

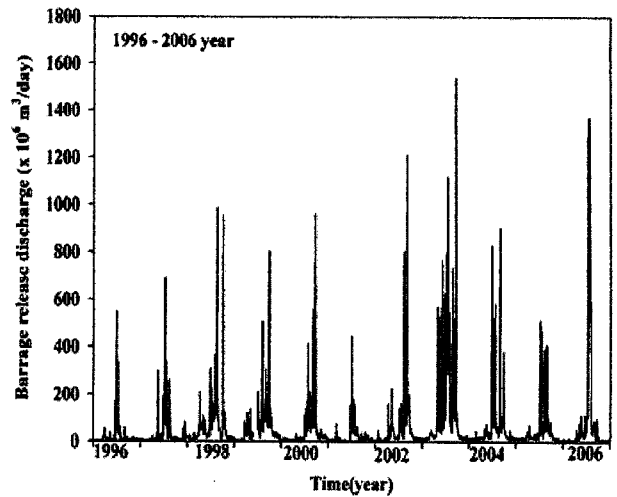


Fig. 2. Annual time series for 11 years of river discharge from the Nakdong River dam.

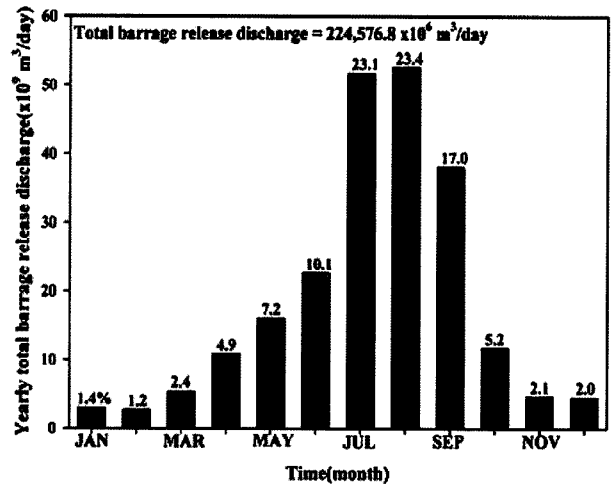


Fig. 3. Monthly distribution of total river discharge from the Nakdong River dam based on 11 years of data.

경년변화는 대체로 2000년이후 방류량이 이전시기보다 약 1.5배 많았다. 이는 최근 이슈가 되고 있는 지구온난화 현상과 무관하지 않다고 판단된다.

낙동강 하구둑 일별총방류량을 나타낸 Fig. 3 및 Table 1에서 살펴보면 11년간 총 방류량은 $224,576.8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ 이며 가장 많이 방류된 연도는 2003년으로 $56,292.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ 이고 다음으로는 2004년, 1998년 순이었다. 월별로 살펴보면 8월이 23.4%의 $52,634.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ 으로 가장 많고 다음으로는 7월이 23.1%, 9월이 17.0%의 순이었다.

3.2 낙동강 하구둑 유입오염부하량

Fig. 4는 P.1지점에서 수질조사가 이루어진 2003년부터 2006년까지 낙동강 하구둑 방류량과 유입오염부하량을 시계열로 도식화한 것이다. 그림에서 ND는 결측되어진 상황을 나타내는 것으로 하천방류량이 많은 시기를 대상으로 해석하는 것이 바람직하지만 본 연구에서는 모든 수질자료가 관측되어진 2005년을 대상기간으

Table 1. Total monthly river discharge from the Nakdong River dam, 1996-2006

	Yearly total barrage release discharge($\times 10^6$ m ³ /day)											Total	%
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006		
JAN	86.7	100.8	480.4	169.1	295.1	232.4	413.4	294.7	355.9	394.8	265.4	3,088.7	1.4
FEB	54.7	30.7	377.0	154.9	220.5	279.7	178.7	480.6	375.0	364.4	249.0	2,765.2	1.2
MAR	456.2	149.3	561.6	771.7	194.2	757.9	265.9	957.5	487.7	649.3	204.1	5,455.4	2.4
APR	282.8	284.1	2019.5	1365.0	273.3	132.5	864.1	3587.7	666.8	783.2	634.9	10,893.9	4.9
MAY	441.0	1186.1	1496.7	1162.4	173.2	106.1	2172.1	6048.5	1288.1	534.2	1452.7	16,061.1	7.2
JUN	2707.2	1000.4	1908.0	682.4	545.5	2118.6	537.0	6506.6	4723.1	682.4	1260.7	22,671.9	10.1
JUL	1990.7	4662.6	3557.6	2322.7	2925.7	2358.5	2022.2	17925.9	7150.3	5003.5	1860.2	51,779.9	23.1
AUG	275.6	1978.7	9232.5	4171.7	4396.8	897.2	7602.1	8060.2	7991.1	5419.9	2608.4	52,634.2	23.4
SEP	306.1	302.8	962.2	6921.0	6438.8	492.4	6610.1	10672.1	3137.5	1401.7	907.7	38,152.4	17.0
OCT	137.7	171.5	4606.1	2023.1	854.1	594.5	889.8	806.4	803.8	555.2	239.6	11,681.8	5.2
NOV	183.9	335.9	460.7	780.3	783.0	304.2	399.2	477.2	569.1	327.1	176.0	4,796.6	2.1
DEC	135.3	1156.6	388.8	369.4	499.3	208.2	422.7	475.8	505.1	226.4	208.1	4,595.7	2.0
Total	7,057.9	11,359.5	26,051.1	20,893.7	17,599.5	8,482.2	22,377.3	56,293.2	28,053.5	16,342.1	10,066.8	224,576.8	100

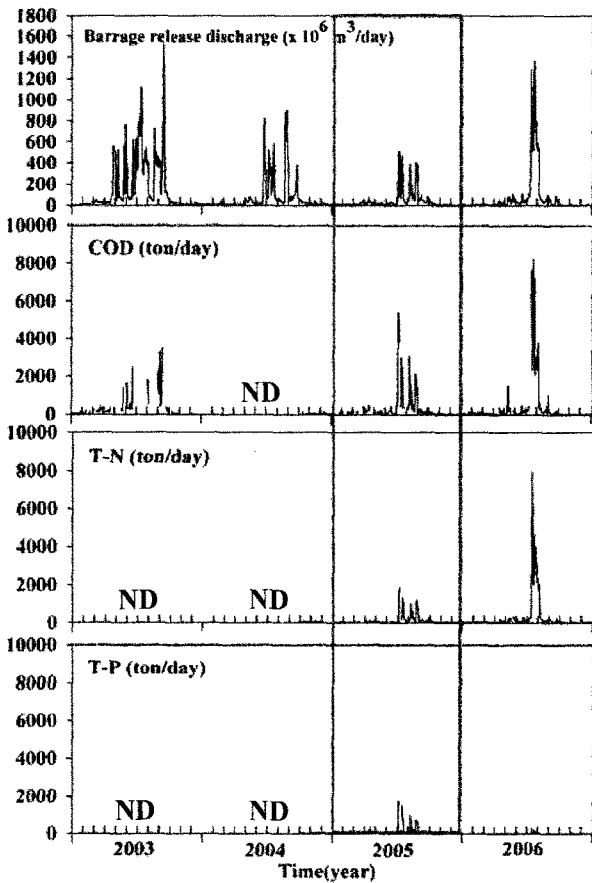


Fig. 4. Annual time series of river discharge from the dam, and each pollutant load (COD, TN, TP) at P.I, 2003-2006.

로 설정하였다.

2005년을 대상으로 유입부하량을 산정한 결과에 따르면 COD는 307,591.3 kg/day, TN은 128,746.1 kg/day, TP는 107,625.8 kg/day로 산정되었다. 이는 운영삼 등(2005)이 제시한 낙동강 본류 구포 지점에서의 총 TN 유달부하량 119,353.2 kg/day(유달율 130.8%), 총 TP 유달부하량 6,501.9 kg/day(유달율 47.5%)와 비교해 볼때

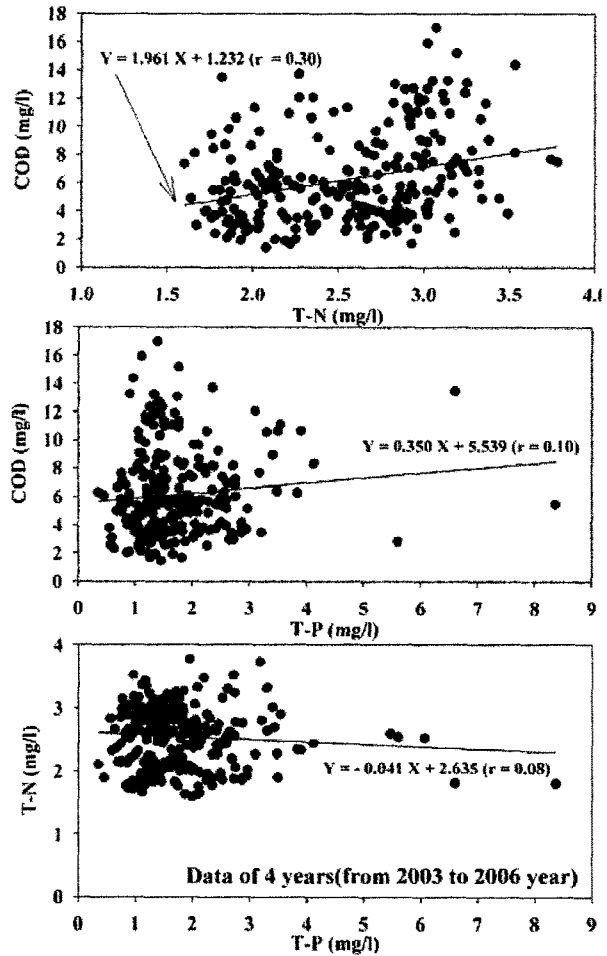


Fig. 5. Relationship of pollutant loads at P.I.

TN의 경우 약 1.08배, TP의 경우 약 16.55배로 매우 큰 차이를 나타내었다. 이는 낙동강의 경우 유속의 변화가 심하고 하류 유하함에 따라 산업폐수 및 생활하수, 유입지천 등이 복잡하게 얽혀 있고 비점오염원 영향도 크기 때문이라고 생각된다.

Fig. 5는 하구둑 방류 수질의 상호관련성 비교결과를 나타낸 것

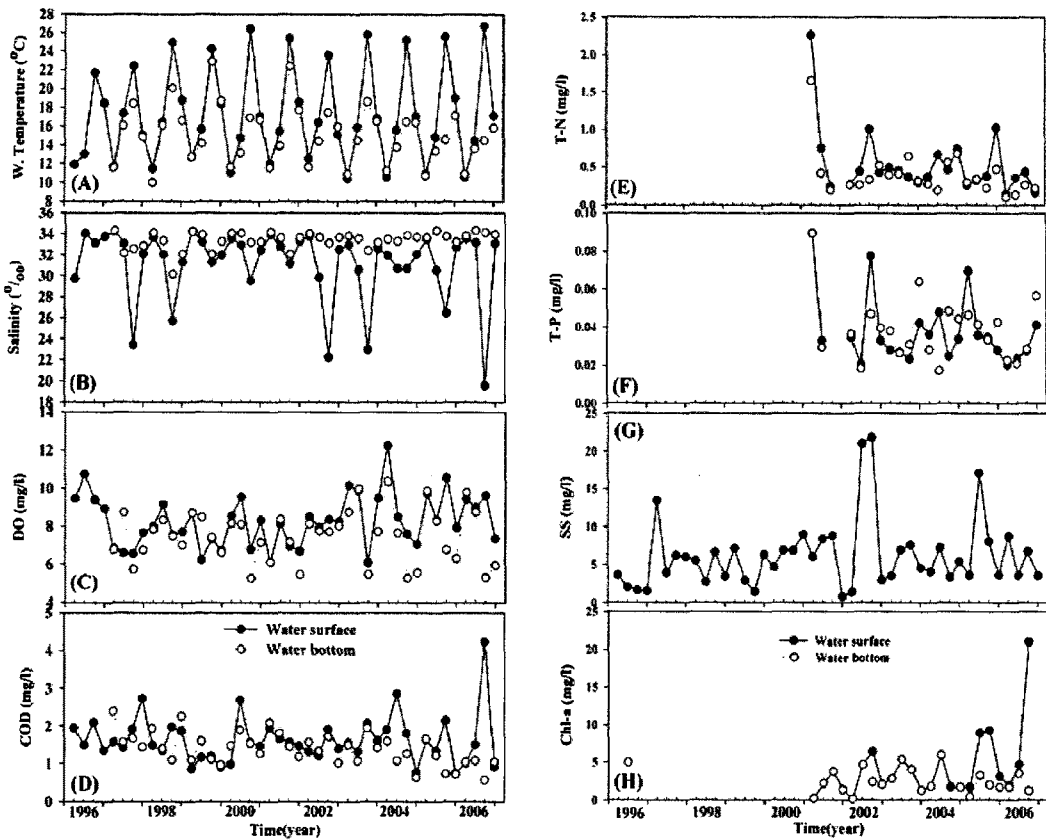


Fig. 6. Monthly variation in water quality at water quality observation stations 1-4.

Table 2. Statistics for water quality at the surface and bottom for stations 1-4 during an 11-year period

Division	W.Temp.(°C)		Salinity(‰)		DO(mg/l)		COD(mg/l)		TN(mg/l)		TP(mg/l)		SS(mg/l)		Cl-a(µg/l)
	Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Bottom	Surface	Bottom	
Max. value	26.713	22.950	34.310	34.343	12.255	10.358	4.235	2.390	2.261	1.652	0.090	0.096	21.850	20.985	5.923
Min. value	10.400	10.000	19.593	30.175	6.080	5.275	0.748	0.568	0.144	0.107	0.020	0.017	0.800	0.145	0.145
Ave. value	17.252	15.115	31.198	33.407	8.286	7.477	1.636	1.388	0.538	0.400	0.038	0.042	6.134	4.187	2.525

으로 낙동강 수계의 TN/TP 비는 6.0~0.2의 분포를 나타내었다. 허우영 등(1985)에 따르면 6월부터 9월까지의 낙동강 수질조사자료를 바탕으로 낙동강 수계의 TN/TP 비에 대해 식물플랑크톤 성장이 일차적으로 질소에 의해 좌우되는 것으로 추정하였다.

3.3 하구역 수질의 경년변동 특성

Fig. 6은 1996년~2006년의 수온, 염분, DO, COD, TN, TP, SS, Chl-a의 표층(●) 및 저층(○)의 월별 변화를 나타내고 있다. 각 그림에서 11년간의 조사정점에서의 수질별 표층 및 저층의 평균치를 살펴보면 Table 2와 같이 수온(A)의 경우 표층이 17.252 °C, 저층이 15.115 °C이며, 염분(B)의 경우 각각 31.198‰ 및 33.407‰, DO(C)는 8.286 mg/l 및 7.477 mg/l, COD(D)는 1.636 mg/l 및 1.388 mg/l, TN(E)은 0.538 mg/l 및 0.400 mg/l, TP(F)는 0.038 mg/l 및 0.042 mg/l, SS(G)는 6.134 mg/l 및 4.187 mg/l, Cl-a(H)는 2.52 mg/l로 산정되었다.

따라서 낙동강 하구의 수온은 표층이 저층보다 약 2.137 °C 높고, 염분은 저층이 표층보다 2.209‰ 높게 나타났으며 하구둑 방

류로 인해 표층의 경우 최소 19.593‰까지 감소하였다. 용존산소(DO)는 대체로 표층이 저층보다 높은 일반적인 경향을 나타내었다. 또 COD, TN, SS는 표층이 저층보다 높고 TP는 저층이 표층보다 높게 나타났다.

Redfield(1958)에 의해 제안한 TN/TP 비를 살펴보면 표층의 경우 14.16, 저층의 경우 9.52로 나타나 대상해역이 질소(TN)제한으로 나타났다. 이는 표층 및 저층이 제한영양염 기준인 16보다 모두 낮은 값을 보여 대상 해역은 일차적으로 질소(TN)의 오염부하량이 작기 때문도 하지만, 역설적으로 인(TP)의 오염부하량이 많다는 것을 나타낸다.

3.4 하구역 수질의 공간 분포

낙동강 하구역내 정점별 수질의 공간분포를 살펴보기 위해 국립수산과학원(2007)의 해양환경조사 정점에서의 표층과 저층의 수온, 염분, 용존산소, COD 및 영양염(TN, TP) 농도 변화를 갈수기(2월)과 홍수기(8월)에 대해서 나타낸 것이 Fig. 7이다.

먼저 수온의 경우, 갈수기시 모든 정점의 표저층에서는 편차가

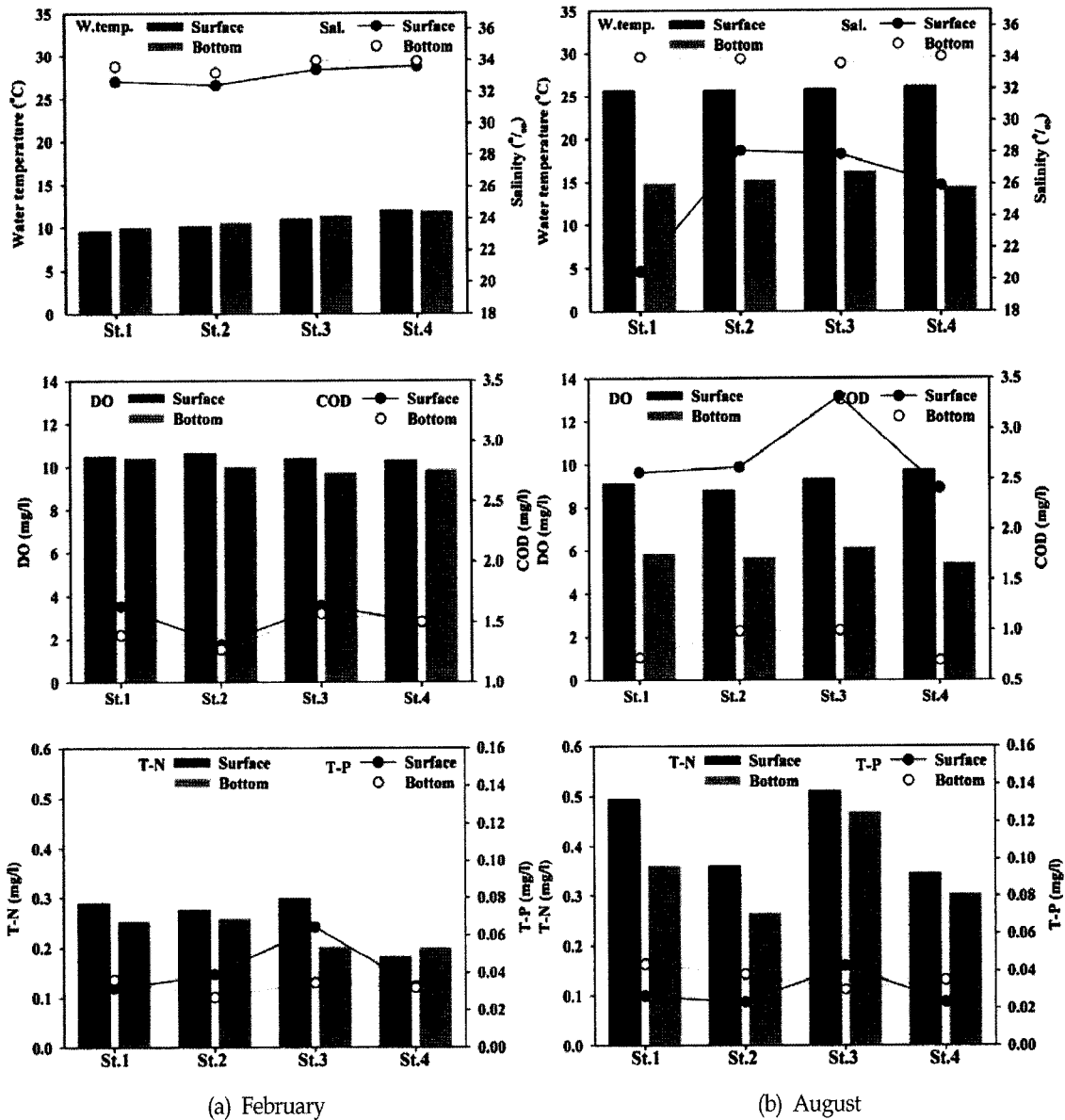


Fig. 7. Spatiotemporal distribution of pollutant loads in (a) February and (b) August for stations 1-4.

크지 않게 나타났으나 홍수기에는 표층이 저층보다 약 10 °C 이상 높게 나타났으며 St.4에서 상대적으로 다른 정점에 비해 높은 경향을 나타내었다.

또한 염분은 표층이 낮고 저층이 높았으나 갈수기와 홍수기가 다른 경향을 나타내었다. 특히 홍수기 표층의 경우 St.1에서 낮고 St.2, St.3에서 높게 나타나는데 이는 낙동강 본류 및 서낙동강 하천수의 유입 또는 하천플룸의 발생에 따른 저염분 수괴가 형성되는 것으로 생각된다. 이는 낙동강 하구둑의 인위적인 개폐로 인해 완전 혼합되지 않은 혼합수가 담수 플룸 패치 형태로 조류에 의해 이동하고 창조류시 가덕도 방향으로 편향된다는 장성태 등(2006)의 연구결과와 유사하다.

용존산소는 모든 정점에서 큰 차이를 나타내지는 않았으나 COD의 경우 갈수기에는 개략적으로 1.3~1.6 mg/l 사이에 분포하지만 홍수기에는 표층과 저층이 크게 차이 남을 알 수 있다. 특히 낙동

강 하구둑과 가장 인접한 St.3에서 가장 큰 값을 나타내었으며 외해에 인접한 St.4에서 가장 낮은 값을 나타내었다.

TN, TP는 갈수기보다 홍수기가 대체로 TN 농도가 표저층에서 모두 높게 나타났으며 저층보다는 표층에서 상대적으로 고농도임을 알 수 있다. 또한 TP의 경우 대체적으로 St.3의 표층에서 높게 나타났는데 이는 낙동강 하구둑으로부터의 하천수 영향을 직접적으로 받고 있음을 의미한다.

이상과 같이 낙동강 하구역에서의 수질의 변동특성은 하구역과 인접한 St.3에서 홍수기에 다른 3정점과는 조금의 차이를 보인데 이는 대하천인 낙동강 방류수의 담수 플룸 패치의 영향을 직접 받는 것으로 생각된다. 또한 표층과 저층에서의 수괴는 하천수의 담수 유입에 따라서 밀도차가 계절별로 크게 발생하고 있음을 알 수 있는데 이는 장성태 등(2006)과 이종섭 등(2003)의 연구결과에서도 제시된 바와 같이 계절별 하천유입량의 차이와 하천수

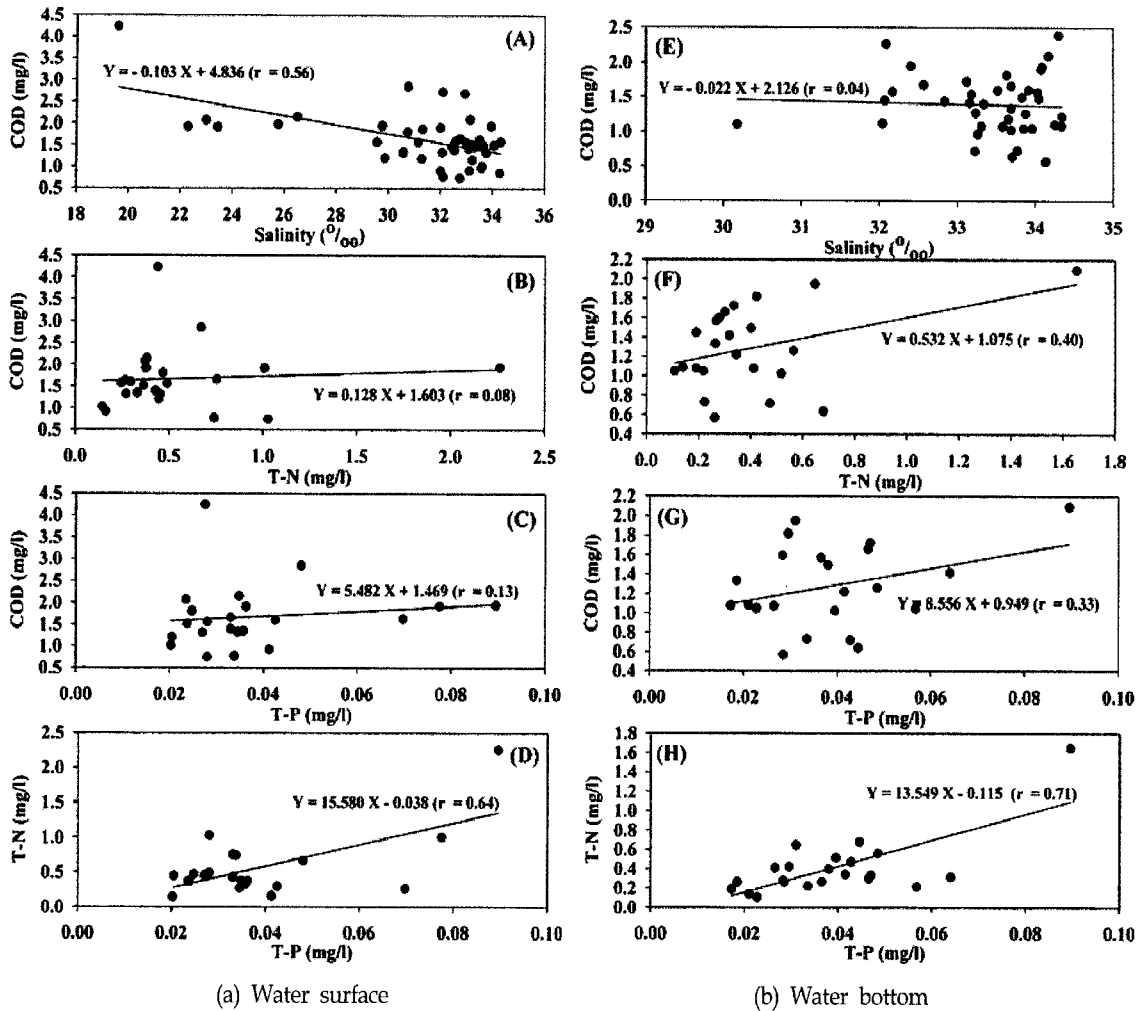


Fig. 8. Relationship of pollutant loads at the (a) water surface and (b) water bottom at stations 1-4.

의 플룸 발생에 따른 결과로 생각된다.

Fig. 8에서와 같이 표층과 저층에서의 염분, COD, TN, TP에 대해서 수질상호관련성을 살펴보기 위해서 각 수질인자별 비교 분석을 수행하였다. 염분과 COD와의 상관분석에서는 표층에서는 상관계수가 0.56으로 0.04의 저층보다는 높고, COD와 TN, TP의 상호관련성에 있어서는 대체로 양의 상관을 나타내나 상관계수(r)는 매우 낮은 수치를 나타내었다. 또한 TN과 TP의 상관계수가 표층에서는 0.64이며 저층에서는 0.71로 다른 수질인자의 상관계수보다는 높게 나타났다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 낙동강 하구둑으로부터의 일별 하구둑 방류량을 고려한 최근 3년간의 유입오염부하량을 산정하고, 하구역내 수질의 시공간 특성을 평가하여 유입오염부하량과 하구역내 수질의 상호관련성을 평가해보고자 하였다. 본 연구를 통해 얻어진 주요 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

(1) 낙동강 하구둑의 11년간 총 방류량은 $224,576.8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ 이며, 8월이 23.4%인 $52,634.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ 로 가장 많고 다음으로

는 7월 23.1%, 9월 17.0% 순이었다.

(2) 낙동강 하구둑으로부터의 2005년 유입오염부하량은 각각 307,591.3 COD-kg/day, 128,746.1 TN-kg/day, 107,625.8 TP-kg/day로 산정되었다.

(3) 낙동강 하구 해역의 표층 수온이 저층보다 약 2.137°C 높고, 저층 염분이 표층보다 2.209‰ 높게 나타났으며, 하구둑 방류로 인해 표층 염분이 최소 19.593%까지 감소하였다.

(4) DO, COD, TN, SS의 경우 표층이 저층보다 높은 경향을 나타낸 반면에, TP의 경우 저층이 표층보다 높게 나타났다.

이상에서 획득되어진 연구결과들은 낙동강 하구역의 실시간 해수유동 및 수질환경을 평가하기 위한 모델링의 하천유량 및 유입오염부하량의 입력자료로 활용가능할 것이며 이를 통해 낙동강 하구역의 담수수피의 거동 및 하구역내 오염물질의 거동특성 평가에 기여할 수 있을 것으로 평가한다.

후 기

이 논문은 2004학년도 부경대학교 기성회 학술연구비에 의하여 연구되었음

참고문헌

- [1] 국립수산과학원, 2007, <http://www.nfrdi.re.kr>.
- [2] 권오섭, 1991, “낙동강 하구연 건설에 의한 환경요인의 변화”, 한국육수학회지, 제24권, 제4호, 231-238.
- [3] 김기철, 양한섭, 김차겸, 문장호, 장성태, 1999, “수문개폐에 따른 낙동강 하구연 하류부의 해양물리환경변화”, 한국해양환경공학회지, 제2권, 제2호, 49-59.
- [4] 박해식, 박철길, 송미경, 백경훈, 신성교, 2001, “통계분석법을 이용한 낙동강 수질특성 평가”, 한국물환경학회지, 제17권, 제6호, 693-701.
- [5] 신성교, 박철길, 송교욱, 1998, “주성분 분석법을 이용한 낙동강 하구 해역의 수질 평가”, 한국환경과학회지, 제7권, 제2호, 171-176.
- [6] 신성교, 2003, “부산연안 수질환경 실태 분석 및 해양환경 관리방안 연구”, 부산발전연구원 연구보고.
- [7] 신성교, 백경훈, 홍석진, 2006, “낙동강 하구둑 건설에 따른 해역의 염분 영향분석 및 하구둑 운영 개선방안”, 부산발전연구원 보고서(2006-6), 34-36.
- [8] 윤영삼, 유재정, 김문수, 신찬기, 2005, “낙동강 본류에 대한 수질모델 입력자료 조사연구”, 한국물환경학회, 2005년도 추계학술대회 논문집, C-70-C-79.
- [9] 이대인, 박철길, 2002, “낙동강 하구해역의 동계 수질모델링”, 한국물환경학회, 제18권, 제5호, 449-460.
- [10] 이종섭, 윤은찬, 2003, “낙동강 하천플룸의 3차원 혼합거동해석”, 대한토목학회, 제23권, 제4B호, 347-358.
- [11] 장성태, 김기철, 2006, “낙동강 하구에서의 해양 환경 변화”, 한국해양학회지 바다, 제11권, 제1호, 11-20.
- [12] 장주형, 박철길, 이석모, 1999, “다변량 해석에 의한 낙동강 하구해역 수질특성의 평가”, 한국환경과학회 1999년 춘계학술대회 발표논문집, 89-90.
- [13] 한국수자원공사, 1996-2006, 낙동강 하구둑 수문기상 관측자료.
- [14] 허우영, 김병철, 황길순, 최광순, 박원규, 1985, “낙동강 수계의 인, 질소 및 Chl-*a* 농도 분포”, 한국육수학회지, 제28권, 제2호, 175-181.
- [15] Leentvaar, J. and S.M. Nijboer, 1986, “Ecological impacts of the construction of dams in an estuary”, In: Estuarine and coastal pollution; detection, research and control, 181-191.
- [16] Lieth, H., 1975, “Primary production of the major vegetation units of the world”, In: Ecological Studies. Vol.14. Primary productivity of the biosphere, 203-215.
- [17] Redfield, A.C., 1958, “The biological control of chemical factors in the environment”, Am. Sci. 46, 205-221.

2007년 11월 6일 원고접수

2008년 3월 17일 수정본 채택