

# 부산-김해 강우조건이 낙동강 유역 하구둑 실방류량에 미치는 영향

윤한삼\* · 윤창호\*\* · 유창일\*\* · 박정현\*\*\*

\* 부경대학교 해양산업개발연구소, \*\* 부경대학교 해양공학과, \*\*\* 부경대학교 해양산업공학(협)

## Effects of Busan-Gimhae Precipitation Conditions on the Real Barrage Discharge in the Nakdong River Basin

Han-Sam Yoon\* · Chang-Ho Yoon\*\* · Chang-Ill Yoo\*\* · Jung-Hyun Park\*\*\*

\* Research Center for Ocean Industrial Development(RCOID), Pukyong National University, Busan, 608-737, Korea

\*\* Department of Ocean Engineering, Pukyong National University, Busan, 608-737, Korea

\*\*\* Interdisciplinary Program of Ocean Industrial Engineering, Pukyong National University, Busan, 608-737, Korea

**요약** : 본 연구는 낙동강 하구역 하천 방류 특성을 해석함에 있어 보다 정도 높은 기상 자료를 선정할 목적으로 1996년부터 2008년까지(13년간) 얻어진 하구둑 실방류량의 특성을 분석하고 부산과 김해간의 기상자료(강우량 등)를 사용하여 그 차이를 계산하였다. Tank model 을 사용하여 추산된 하천유량은 실제 하구둑 방류량과 비교하였고, 하구환경에 영향을 미치는 기상인자와 방류량간의 상관관계를 살펴보았다. 결과적으로 총 13년동안의 낙동강 하구둑으로부터 총방류량은  $272,653.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{month}$ 으로 산출되었다. 방류량이 가장 많은 달은 7월이  $73,212.9 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{month}$ (26.9%)으로 가장 많고 8월이 22.0%, 9월이 18.9%의 순이었다. 최종적으로 낙동강 하구역의 유입하천유량을 산정함에 있어 부산 기상자료를 사용할 경우 실제 김해지역의 결과보다 하천유출량이 과대평가될 수 있음을 알 수 있었다.

**핵심용어** : 낙동강 유역, 하구둑, 방류량, 기상요소, 상관성

**Abstract** : To obtain more accurate meteorological data for analyzing the river discharge characteristics at the Nakdong River Estuary, we investigated the characteristics of the release barrage discharge observed during the 13-year period from 1996 to 2008 and calculated the differences using meteorological data for the Busan and Gimhae weather stations. The river discharge estimated using a tank model was compared to the real river barrage discharge. We discussed the correlation between the discharge and the meteorological factors that affected the estuary water environment. This study found that total annual discharge from the Nakdong river basin for the 13 years was  $272,653.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{month}$ . The largest monthly mean release discharge occurred in July at  $73,212.9 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{month}$  (26.9% for the year), followed by August and September in that order with 22.0% and 18.9%, respectively.

**Key Words** : Nakdong river basin, Estuary barrage, Release barrage discharge, Meteorological factor, Correlation

### 1. 서론

낙동강 하구역은 우리나라 대표적인 하구역이며, 1987년 완공된 하구둑은 낙동강 하류 지역에 미기후, 수문, 지형, 생태 등 자연 환경 조건과 인구, 산업, 공공시설, 교통 등 사회 경제적 변화를 가져왔다. 낙동강 하구역 해수유동의 주요인은 하구둑 건설 이전에는 조석이었으나, 하구둑 건설 이후 해수 유입이 억제되어 조류에 의한 영향보다 하구둑 수문조절에 의한 담수 영향이 보다 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다(김 등, 1999; 장 등, 2006; 윤 등, 2007).

하구역의 환경변화를 조래하는 영향요소로는 일반적으로 주

변 지역의 기후, 강우, 하천유량, 유입토사 등 육역으로부터의 영향뿐만 아니라, 해양파랑 및 조석작용, 하구의 지형적 특징, 하구내부 수심조건, 주변연안 개발여건 등이며 이 요소들이 하구역내 토사 이동 및 퇴적작용에 미치는 영향은 다양하고 복잡하다(윤 등, 2007).

하구둑 방류량 자료를 바탕으로 낙동강 유역에서의 유출특성을 평가한 연구는 주로 수문학적 관점에서 연구되어온 것이 사실이다. 이에 해양환경변화 예측 모형의 기초자료가 되는 수문자료나 유입오염부하량에 대한 자료는 빈약할 뿐만 아니라, 대체로 월별/계절별 관측치를 대표값으로 이용하거나 관측자료를 임의 보정 후 입력자료로 사용하고 있는 실정이다. 하지만 이와 같은 간헐적인 입력자료들은 중·장기적인 수량변동이나 계절적인 변동성을 반영하기에는 어려움이 따르고, 강우시 하

\* 대표저자 : 종신회원, yoonhans@pknu.ac.kr, 051-629-7375

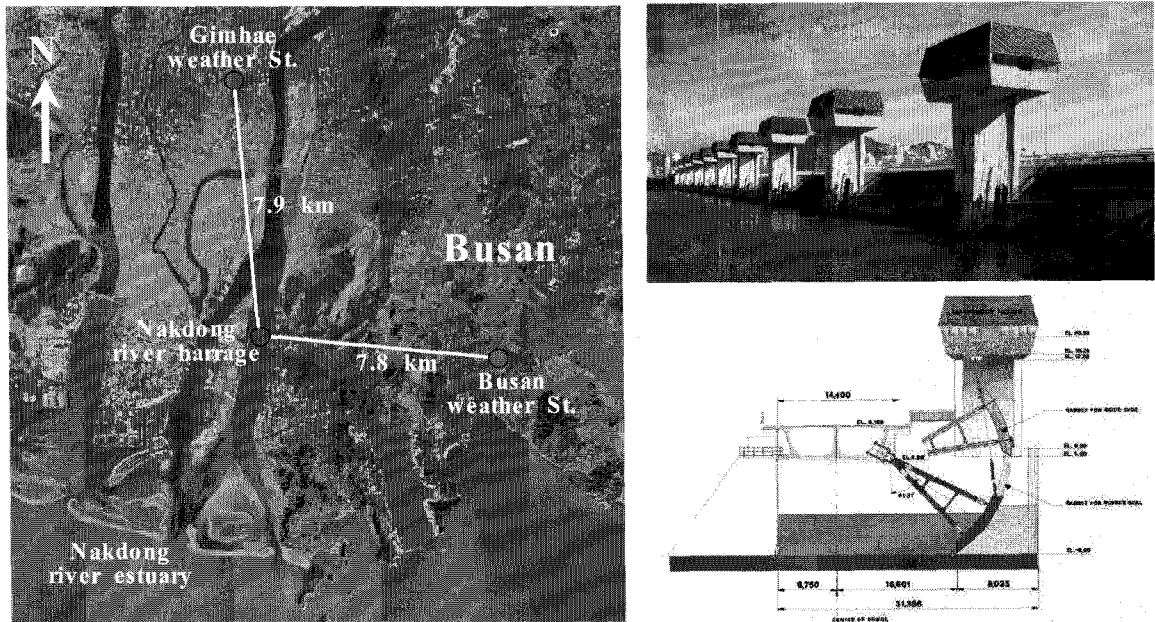


Fig. 1. Location of and distance between the Gimhae and Busan weather stations and a background photograph and side view of the main gate of the Nakdong River barrage.

천유량 및 오염부하량의 시간변동 특성을 파악하기 위한 자료로 사용되기에는 한계가 따른다(박 등, 2008; 윤 등, 2003).

특히 Fig. 1에서와 같이 낙동강 하구역은 인공구조물인 하구둑의 수문조절에 의해서 하구둑 내부에 도달하는 하천유량을 산정하는 경우에만 한정되며 하구둑 외부의 해역환경에 영향을 미치는 하천 방류량에 적용함에 있어서는 많은 차이를 보이는 것이 사실이다. 또한 박 등(2008)이 하천유량을 산정하기 위해 사용한 입력자료는 실제 낙동강 유역내부에 포함되지도 않으면서 낙동강 하천수에 실제 영향을 미치지 못하는 부산기상관측소의 자료를 편의상(강우량 및 증발량 등의 기상자료가 풍부하기 때문) 사용하여 온 것이 사실이다. 이는 하구둑과 가장 인접한 김해 기상관측소(김해공항)에서 일반공개되는 기상자료에는 증발량 자료가 포함되지 않는 등, 실제 하천유량 산정을 위한 기초자료가 부족하기 때문으로 생각된다.

이러한 측면에서 낙동강 하구역내로 유입되는 하천유량을 정확히 산정하기 위해서는 유역에서 발생하는 하천유량을 보다 정확하게 산정하는 하천유출모형의 개발과 아울러 하구둑 수문조절에 의해 제어되는 상황을 고려하여 하구둑 실방류량과의 상관성을 평가할 필요성이 있다. 아울러 낙동강 하구 하천유량에 대해 기존 부산기상관측소 자료를 사용한 결과에 대한 신뢰도 및 김해기상관측소 자료와의 오차 정도를 비교 분석하는 것은 향후 하구역내로 유입되는 하천유량을 정확히 산출하기 위한 측면에서 매우 중요하다.

이에 본 연구는 낙동강 하구둑 방류 특성 분석시 정도 높은 기상 자료를 선정할 목적으로 부산과 김해간의 기상자료(강우량 등)와 낙동강 하구둑 방류량을 비교하고자 하였다. 두 지역 기상관측소의 강우량/증발량을 입력자료로 Tank model을 이용해 하천유량을 산출하고 이를 하구둑 실제 방류량 자료와 비교하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 기상자료와 하구둑 실방류량

부산기상관측소와 김해기상관측소와의 일별 기상자료를 수집하여 각각에 대해서 평균 기온, 습도, 강수량, 평균풍속 및 풍향, 운량별로 개별 특성을 살펴보고 두 지점간의 상호관련성을 비교 검토하였다.

Fig. 1은 낙동강 하구둑을 중심으로 김해 기상관측소와 부산 기상관측소의 거리와 위치를 나타낸 것이다. 김해기상관측소와 하구둑 사이에는 김해평야가 위치하여 하구둑과 약 7.9km, 부산기상관측소는 하구둑과 약 7.8km 이격거리를 가지므로 거리 상으로는 거의 비슷하다. 하지만 김해기상관측소의 경우는 낙동강 하구둑과 부산기상관측소 사이에 위치한 구덕산과 같은 지형지물의 영향을 거의 받지 않을 것으로 판단된다.

또한 낙동강 하구둑 방류량 자료는 2006년부터 2008년까지 한국수자원공사의 일별 하구둑 수문기상 관측자료를 수집하여 하구둑 방류량의 변동 특성 중 하나인 일일최대방류량을 산출하였다. 기존 박 등(2008)의 연구결과로서 1996년부터 2006년까지의 11년간의 총 방류량을 정리한 결과에서 본 연구는 2007년과 2008년을 포함해서 제시하고자 한다.

상술한 바와 같이 수집된 기상자료를 사용하여 기존 윤 등(2003)과 박 등(2008)에 의해 적용된 바 있는 Tank model을 이용하여 낙동강 유역면적에 대한 하천유량을 산출하였다. 여기서 Tank model에서 요구되는 총 18개의 매개변수에 대해서는 한국수자원공사(1989)의 자료를 사용하였다.

Tank model에 입력자료로 사용되어지는 강우량과 증발량의 자료는 부산기상관측소의 경우는 두 자료가 모두 계측되어 수집할 수 있었으나 김해기상관측소의 경우는 증발량 자료가 부재한

실정이다. 따라서 김해기상관측소의 증발량 자료는 부산기상관측소의 증발량 자료를 그대로 사용하는 것으로 고려하였다.

### 2.2 유역유출모형(Tank model)의 구축

본 연구에서 사용되어진 Tank model은 이수계획시 필요한 일 단위 장기유출량을 추정하는데 최근 많이 사용되는 모형으로, 대부분의 다른 유출 모형이 복잡한 구조와 매개변수를 보정하는데 있어 많은 실측자료를 필요로 하는데 반해, Tank model은 일별 유출량을 추정하는데 있어 구조의 단순성과 적은 양의 입력 자료가 요구된다는 점에서 좋은 모형으로 평가받고 있다(윤 등, 2003).

Tank model에 입력되는 기본 입력 자료는 주로 유역의 수문요소인 일강우량과 증발산량이며, 지형요소인 유역면적, 유로연장, 유로 중심장 및 유로경사 등으로 구성된다. 그리고 모형의 매개변수는 tank의 저류고, 유출계수 및 침투계수 등으로 구성된다. 이들 매개변수는 정밀 유량관측 점에서 강우량, 증발량 및 기타 수문자료들을 이용하여 추정한다. Tank model의 일별 하천유출량은 다음 식(1)의 기본방정식으로 구하고, 식 (2)에 의해 해석내로의 최종 담수유입량을 산정하였다.

$$Q(m^3/sec) = (Q_0 + \sum_{i=1}^n Q_i) \times \text{유역면적}(km^2) / 86.4 \quad (1)$$

$$Q_d(m^3/day) = Q \times f \times \alpha \quad (2)$$

여기서,  $Q$  : 하천유출량,  $Q_0, Q_i$  : 표층 및 i단(1단: 표층유출, 2단: 중간유출, 3단: 준기저유출, 4단: 기저유출)의 유출량,  $Q_d$  : 담수유입량,  $f$  : 유달율(=0.8 적용),  $\alpha$ 는 하구둑의 수문조절에 의한 감쇠율(=1.0 적용)을 나타낸다. 본 연구에 사용되어진 Tank model의 상세 내용은 윤 등(2003)을 참고하기 바란다.

## 3. 연구결과 및 고찰

### 3.1 하구둑 실방류량

박 등(2008)은 낙동강 하구둑으로부터의 11년간(1996년부터 2006년까지) 방류량 자료를 사용하여 월별 및 일별 평균방류량을 산정한 결과를 제시하였는데, 본 연구는 2007년 및 2008년의 자료를 포함하여 총 13년간의 월별 및 일별 평균방류량을 각각 Table 1과 Table 2와 같이 산출하였다.

Table 1의 월별 총방류량을 살펴보면 2008년까지 총 13년의 총 방류량은  $272,653.3 \times 10^6 m^3/month$ 이며 가장 많이 방류된 연도는 2003년으로  $56,292.3 \times 10^6 m^3/month$ 이다. 7월이 26.9%의  $73,212.9 \times 10^6 m^3/month$ 로 가장 많고 8월이 22.0%, 9월이 18.9%의 순이었다. 이를 그림으로 나타내면 Fig. 2와 같이 나타낼 수 있다. 또한 Table 2은 일별 평균방류량을 정리한 결과로서 연중 일별 평균방류량은  $53.61 \times 10^6 m^3/day$ 이며 가장 많이 방류된 연도는 2003년으로  $153.4 \times 10^6 m^3/day$ 이다. 8월이 23.1%의  $148.8 \times 10^6 m^3/day$ 으로 가장 많고 7월이 21.8%, 9월이 20.6%의 순이었다.

Table 1. Total yearly and monthly barrage discharge from the Nakdong River barrage for 1996 to 2008

	Yearly · monthly total release discharge( $\times 10^6 m^3/month$ )													Total	%
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008		
JAN	86.7	100.8	480.4	169.1	295.1	232.4	413.4	294.7	355.9	394.8	265.4	168.1	282.7	3539.5	1.3
FEB	54.7	30.7	377.0	154.9	220.5	279.7	178.7	480.6	375.0	364.4	249.0	139.0	186.0	3090.2	1.1
MAR	456.2	149.3	561.6	771.7	194.2	757.9	265.9	957.5	487.7	649.3	204.1	494.9	253.2	6203.5	2.3
APR	282.8	284.1	2019.5	1365.0	273.3	132.5	864.1	3587.7	666.8	783.2	634.9	386.5	458.3	11738.7	4.3
MAY	441.0	1186.1	1496.7	1162.4	173.2	106.1	2172.1	6048.5	1288.1	534.2	1452.7	309.3	317.5	16687.9	6.1
JUN	2707.2	1000.4	1908.0	682.4	545.5	2118.6	537.0	6506.6	4723.1	682.4	1260.7	523.8	644.6	23840.3	8.7
JUL	1990.7	4662.6	3557.6	2322.7	2925.7	2358.5	2022.2	17925.9	7150.3	5003.5	18601.6	2990.4	1701.2	73212.9	26.9
AUG	275.6	1978.7	9232.5	4171.7	4396.8	897.2	7602.1	8060.2	7991.1	5419.9	2608.4	5688.3	1660.9	59983.4	22.0
SEP	306.1	302.8	962.2	6921.0	6438.8	492.4	6610.1	10672.1	3137.5	1401.7	907.7	13064.3	361.7	51578.4	18.9
OCT	137.7	171.5	4606.1	2023.1	854.1	594.5	889.8	806.4	803.8	555.2	239.6	774.6	280.8	12737.2	4.7
NOV	183.9	335.9	460.7	780.3	783.0	304.2	399.2	477.2	569.1	327.1	176.0	310.1	108.8	5215.5	1.9
DEC	135.3	1156.6	388.8	369.4	499.3	208.2	422.7	475.8	505.1	226.4	208.1	166.7	63.4	4825.8	1.8
Total	7,057.9	11,359.5	26,051.1	20,893.7	17,599.5	8,482.2	22,377.3	56,292.3	28,053.5	16,342.1	26,808.2	25,016	6,319.1	272,653.3	100

Table 2. Daily average discharge from the Nakdong River barrage for 1996 to 2008

	Daily average release discharge( $\times 10^6 m^3/day$ )													Av.	%
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008		
JAN	2.8	3.3	15.5	5.5	9.5	7.5	13.3	9.5	11.5	12.7	8.6	5.4	9.1	8.8	1.4
FEB	1.9	1.1	13.5	5.5	7.6	10.0	6.4	17.2	12.9	13.0	8.9	5.0	6.6	8.4	1.3
MAR	14.3	4.8	18.1	24.9	6.3	24.4	8.6	30.9	15.7	20.9	6.6	16.0	8.2	15.4	2.4
APR	9.4	9.5	67.3	45.5	9.1	4.4	28.8	119.6	22.2	26.1	21.2	12.9	15.3	30.1	4.7
MAY	14.2	38.3	48.3	37.5	5.6	3.4	70.1	195.1	41.6	17.2	46.9	10.0	10.2	41.4	6.4
JUN	90.2	33.3	63.6	22.7	18.2	70.6	17.9	216.9	157.4	22.7	42.0	17.5	21.5	61.1	9.5
JUL	64.2	150.4	114.8	74.9	94.4	76.1	65.2	578.3	230.7	161.4	60.1	96.5	54.9	140.1	21.8
AUG	8.9	64.1	297.8	134.6	141.2	28.9	245.2	260.1	257.8	174.8	84.1	183.5	53.6	148.8	23.1
SEP	10.2	10.1	32.1	230.7	214.6	16.4	220.3	355.7	104.6	46.7	30.3	435.5	12.1	132.2	20.6
OCT	4.4	5.5	148.6	65.3	27.6	19.2	28.7	26.0	25.9	17.9	7.7	25.0	9.1	31.6	4.9
NOV	6.1	11.2	15.4	26.0	26.1	10.1	13.3	15.9	19.0	10.9	5.9	10.3	3.6	13.4	2.1
DEC	4.4	37.3	12.5	12.3	16.1	6.7	13.6	15.3	16.3	7.3	6.7	5.4	2.0	12.0	1.9
Av.	19.3	30.7	70.6	57.1	48.0	23.1	61.0	153.4	76.3	44.3	27.4	68.6	17.2	53.61	100.0

Table 3. Monthly precipitation at Busan and Gimhae

Month	Gimhae			Busan		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Jan.	19.8	2.2	40.1	24.4	4.6	33.2
Feb.	31.0	74.5	15.1	36.3	115.0	19.1
Mar.	23.6	93.9	70.9	24.7	75.5	73.7
Apr.	115.3	43.7	85.5	166.3	65.5	80.5
May	228.9	95.6	212.9	257.6	116.6	191.3
Jun.	137.5	80.9	260.0	175.4	94.5	186.5
Jul.	492.4	237.7	164.1	591.7	301.5	63.9
Aug.	99.7	119.8	238.5	68.0	128.1	368.5
Sep.	129.5	242.8	26.5	132.8	210.2	22.2
Oct.	18.4	93.6	39.1	13.1	119.0	52.2
Nov.	17.4	0.0	28.8	30.5	0.0	22.0
Dec.	9.8	41.4	6.9	7.5	46.0	9.5
Sum.	1,323.3	1,126.1	1,188.4	1,528.3	1,276.5	1,122.6

이상의 결과를 요약하면 낙동강 하구둑을 통해 방류되는 하천유량은 월별 총량으로는 7월이 가장 많고 일별 평균량으로 나타내면 8월이 가장 높게 나타났다. 이는 강우가 많은 7-8월에 집중되어 있음을 나타낸다.

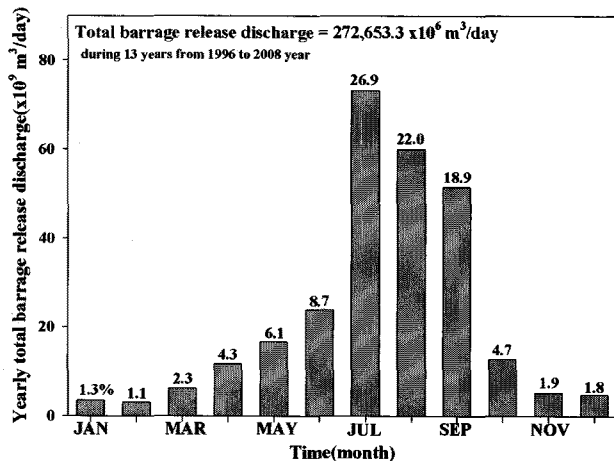


Fig. 2. Monthly distribution of the total river discharge from the Nakdong River barrage for 13 years (1996 - 2008).

### 3.2 부산-김해의 기상자료 비교

2006년부터 2008년까지의 부산과 김해의 기상 자료 중 강수량, 기온, 상대습도, 평균운량, 풍속, 풍향의 월별특성을 분석하기 위하여 각 연도별로 부산의 기상자료 값에서 김해의 기상자료 값을 뺀 편차(Δ)를 Fig. 3~Fig. 4와 같이 나타내었다.

Fig. 3(A)에서 하천유출량에 직접적인 요인인 강수량은 계절적 차이는 있지만 대체적으로 부산이 많은 경향을 보이거나 평균값은 0에 가깝다. 또한 Fig. 3(B)의 평균 운량은 부산 지역이 김해지역보다 약 1%정도 높게 나타남으로써 상대적으로 구름의 발생 가능성이 높다는 것을 보여주고 있다. Fig. 3(C)의 평균 상대습도의 경우 부산 지역이 김해보다 약 10%정도 낮게 나타나는 것을 알 수 있으며, 계절적으로는 하계에는 부산이 높고 동계에는 김해가 높은 특징을 나타낸다.

Fig. 4(A)에서 평균 기온의 경우 동계에는 부산이 약 4도이상 높고 하계에는 김해가 약 2도 정도 높은 경향을 나타내고 있

다. 평균치는 부산이 약 0.5도 정도 높은 값을 나타낸다. 이와 같은 결과는 해양과 접한 부산의 지리적 특성상 해양성 기후의 영향을 받아서 생긴 것으로 생각된다. Fig. 4(B)의 평균 풍속의 경우에서 살펴보면 2006년 춘계의 경우 김해지역의 풍속이 크고 하계의 경우 부산이 크게 나타남으로써 외해와 접한 특징을 반영한다고 생각되며, 평균치는 0보다 작아서 김해가 평균 풍속

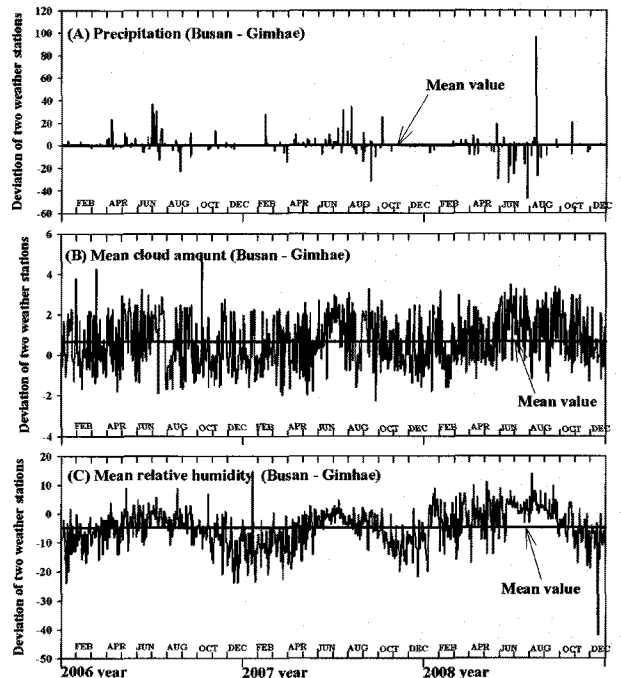


Fig. 3. Time series of the deviation of precipitation, mean cloud amount and mean relative humidity at the Busan and Gimhae weather stations.

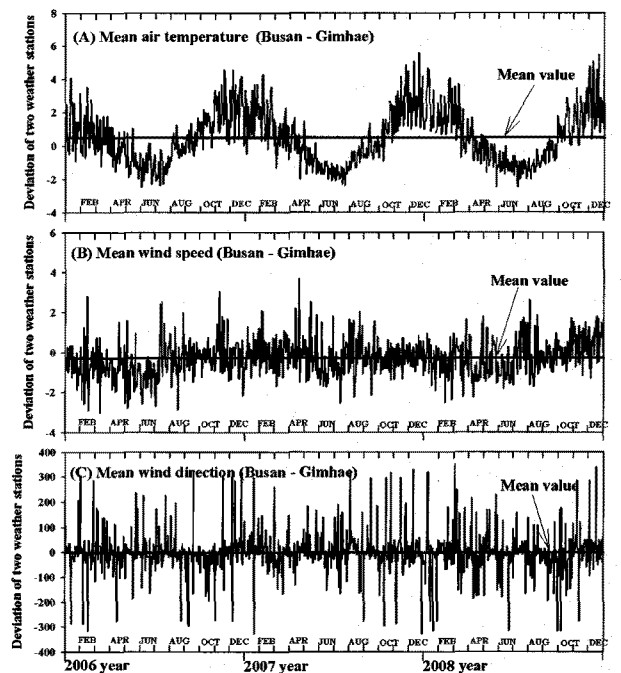


Fig. 4. Time series of the deviation of the mean air temperature, mean wind speed and direction at the Busan and Gimhae weather stations.

이 다소 강함을 나타낸다. 또한 Fig. 4(C)의 풍향의 경우 크기는 약 200도, 작기는 약 100도의 풍향 차이를 나타내고 있음을 알 수 있다. 평균치는 0에 가까워서 풍향에서 계절적 차이는 나타나지 않는 것으로 생각된다.

이상의 결과를 요약하면 부산지역은 해양과 접한 지리적 특성상 해양성 기후의 영향을 받아서 동계에는 따뜻하고 하계에 내륙인 김해보다 기온이 떨어지고, 해양으로부터의 수증기의 유입에 의해 부산지역이 김해지역보다 상대습도도 높고 구름의 발생량도 많다고 생각할 수 있다. 따라서 강우 및 증발량의 기상조건에 기인하는 하천유출량에는 부산지역의 기상자료를 사용할 경우 김해지역의 경우에 비해 다소 과대평가될 가능성이 있다고 생각할 수 있다.

### 3.3 Tank model을 이용한 하천유량 산정결과

낙동강 하구둑의 방류 특성 분석시 정도 높은 기상 자료의 선정을 목적으로 부산-김해 두 기상관측소간의 강수량 및 증발

량 기상자료를 이용하여 Tank model을 구동하고 일별 하천유량을 산정하였다. 일별 하천유량 산정을 위한 모의발생기간은 2006년부터 2008년의 3년간으로 하였으며, 부산 자료는 부산의 일별 강수량 및 증발산량 자료를 이용한 반면에, 김해 자료는 전술한 바와 같이 증발산량 자료가 없기 때문에 김해의 일별 강수량과 부산의 증발산량을 이용해 모의 발생시험을 수행하였다. Table 3은 김해 및 부산의 일별 강수량을 각 월별로 합산한 양을 나타낸 것이다. Tank 모델에 입력되는 강수량 자료는 일별 강수량을 사용하였다.

Tank model을 구동하고 일별 하천유량을 산정한 결과로서 Fig. 5는 부산기상자료를 바탕으로 낙동강 하구둑 실방류량과의 비교를, Fig. 6은 김해기상자료를 사용한 결과를 나타내고 있다. 결과적으로 2006년 하계의 홍수시 극치값을 재현함에 있어서는 김해기상자료를 사용한 하천유량 산정결과가 더욱 일치하며 부산의 경우는 상대적으로 과대평가되는 경향을 나타내고 있다. 아울러 2007년 및 2008년 경우에도 비록 차이를 보이나

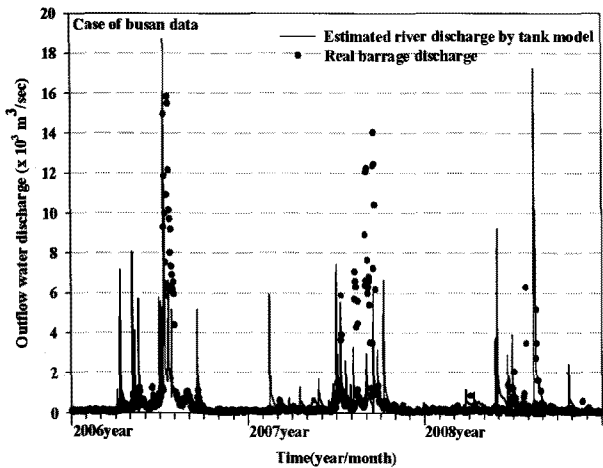


Fig. 5. Comparison between the real barrage and river discharge estimated using a tank model with the precipitation for Busan.

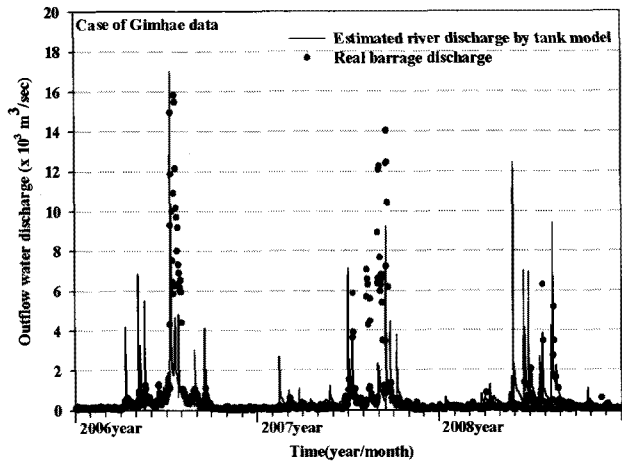


Fig. 6. Comparison between the real barrage and the river discharge estimated using a tank model with the precipitation for Gimhae.

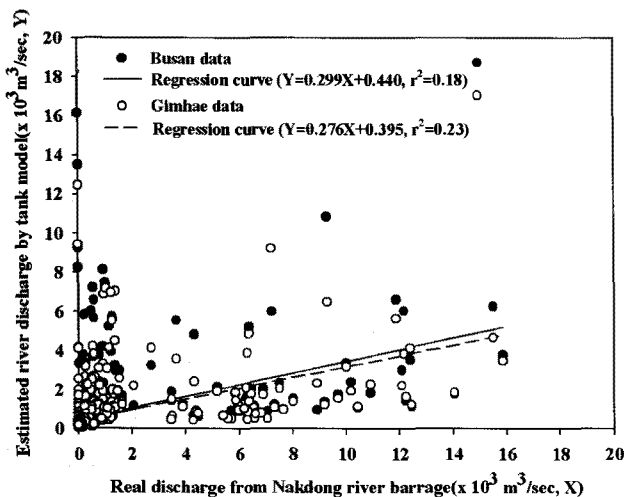


Fig. 7. Correlation between the real barrage and the river discharge estimated using a tank model for the Nakdong River Basin.

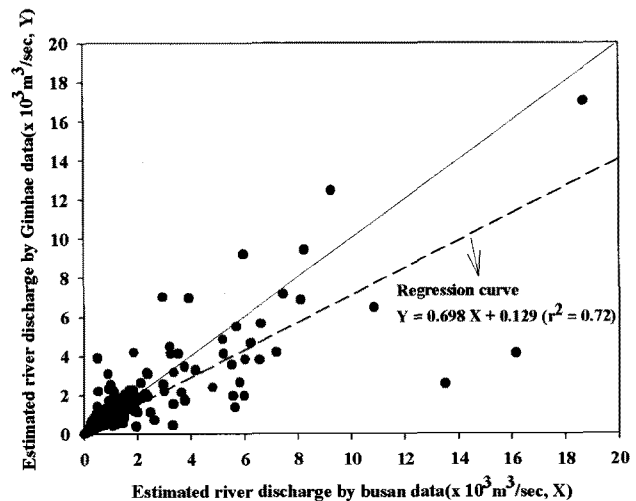


Fig. 8. Correlation between the estimated river discharge using the tank model with data for Busan and Gimhae.

상대적으로 김해의 경우가 더욱 일치도가 높음을 알 수 있다.

Fig. 7은 위와 같은 Tank model을 통해 산정된 하천유량과 낙동강 하구둑 실방류량과의 상관관계를 살펴보기 위해 가로축에는 하구둑 실방류량을, 세로축에는 Tank model을 통해 산정된 하천유량을 부산과 김해에 대해서 각각 나타내었다. 결과적으로 실방류량과 산정 하천유량은 전체적으로 그 일치정도가 매우 떨어지는 경향을 보이고 있으나 상술한 바와는 달리 부산과 김해의 두 경우에 대해서 회귀곡선을 그려보면 부산의 경우가 실방류량에 미세하지만 더 일치하는 결과를 나타내었다.

Fig. 8은 Tank model을 통해 산정된 부산과 김해의 하천유량을 서로 상관분석해 본 결과이다. 그 결과를 살펴보면 상대적으로 부산의 기상자료를 사용한 경우가 김해의 경우보다 크게 나타나는 것을 알 수 있다.

이상의 결과를 요약하면 낙동강 하구둑 방류 특성 분석시 정도 높은 기상 자료를 선정하고자 할 경우, 부산과 김해의 기상자료를 사용함에 있어서 일정 정도의 차이가 있음을 알 수 있다. 즉, 모델을 통해 산정된 하천유량의 값은 하구둑 실방류량과 비교해 볼 때 정성적으로 Peak에 해당하는 값은 김해의 경우가 좋으나 평균적으로 산정한 결과로서는 부산의 경우가 보다 유의한 결과임을 알 수 있다.

한편 본 연구에서 사용되어진 모델 계수 값  $f$  : 유달율(=0.8 적용),  $\alpha$ 는 하구둑의 수문조절에 의한 감쇠율(=1.0 적용)에 따라서 상술한 값들이 큰 차이를 나타낼 것으로 생각할 수 있다. 이 부분에 대해서는 차후 검토가 필요할 것으로 생각된다.

#### 4. 결론 및 요약

본 연구는 낙동강 하구둑 방류 특성 분석시 정도 높은 기상 자료를 선정할 목적으로 부산과 김해간의 기상자료(강우량 등)와 낙동강 방류량을 상관 비교하였다. Tank model을 통해 부산 및 김해의 강우량/증발량 자료를 바탕으로 하천유출량을 산출하고 낙동강 하구둑의 실제 방류량 자료와 비교하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 1996부터 2008년까지 총 13년동안의 낙동강 하구둑으로부터 총방류량은  $272,653.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{month}$ 이며, 가장 많이 방류된 연도는 2003년으로  $56,292.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{month}$ 이다. 7월이 26.9%의  $73,212.9 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{month}$ 으로 가장 많고 8월이 22.0%, 9월이 18.9%의 순이었다.

2) 부산지역은 해양과 접한 지리적 특성상 해양성 기후의 영향을 받아서 동계에는 따뜻하고 하계에 내륙인 김해보다 기온이 떨어지고, 해양으로부터의 수증기의 유입에 의해 부산지역이 김해지역보다 상대습도도 높고 구름의 발생량도 많이 발생하였다.

3) 낙동강 하구둑 방류 특성 분석시 정도 높은 기상 자료를 선정하고자 할 경우, 부산과 김해의 기상자료를 사용하여 산출한 하천유출량에는 일정 정도의 차이가 있음을 알 수 있다. 즉, 모델을 통해 산정된 하천유량의 값은 하구둑 실방류량과 비교해 볼 때 정성적으로 Peak에 해당하는 값은 김해의 경우가 좋

으나 평균적으로 산정한 결과로서는 부산의 경우가 보다 유의한 결과임을 알 수 있다.

이상의 결과를 요약하면 부산 강수량과 평균 운량이 김해 지역보다 크게 나타났으며, 마찬가지로 부산 강수량을 사용한 추정 하천유출량이 김해 강수량을 사용한 추정하천유출량보다 다소 컸다. 이는 낙동강 하구역의 유입하천유량을 산정함에 있어 부산 기상자료를 사용할 경우 실제 김해지역의 결과보다 하천유출량이 과대평가될 수 있음을 의미한다.

#### 후 기

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.2009-0089335). 연구비 지원에 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 김기철, 양한섭, 김차겸, 문창호, 장성태(1999), 수문개폐에 따른 낙동강 하구둑 하류부의 해양물리환경변화, 한국해양환경공학회지, 제2권, 제2호, pp. 49-59.
- [2] 박순, 윤한삼, 이인철, 김현태(2008), 낙동강 하구역 해양물리환경에 미치는 영향인자-하구둑 방류량과 기상인자, 해양환경안전학회지, 제14권, 제2호, pp. 111-117.
- [3] 윤한삼, 유창일, 강윤구, 류청로(2007), 낙동강 하구역 삼각주 발달에 관한 문헌 고찰 연구, 한국해양공학회지, 제21권, 제2호, pp. 22-34.
- [4] 윤한삼, 이인철, 류청로(2003), 영일만 유입오염부하량과 수질의 시·공간적 변동특성(I) -하천유량과 유입오염부하량의 계절변동, 한국해양공학회지, 제17권, 제4호, pp. 23-30.
- [5] 장성태, 김기철(2006), 낙동강 하구에서의 해양 환경 변화, 한국해양학회지 바다, 제11권, 제1호, pp. 11-20.
- [6] 한국수자원공사(1989), 낙동강수계 다목적댐 연계운영방안 연구(1차) 보고서, p. 225.

원고접수일 : 2010년 04월 23일

원고수정일 : 2010년 05월 24일

게재확정일 : 2010년 06월 24일