

매수갑문 방류시점 및 방류량에 따른 담수호의 수질변화

Water Quality Behavior by the Sluice Gate Operation of Freshwater Lake

김 선 주* · 김 성 준* · 김 필 식** · 이 창 형***

Kim, Sun Joo · Kim, Seong Joon · Kim, Phil Shik · Lee, Chang Hyeong

Abstract

Boryeong Seadike located at southwestern seashore of Korean peninsula completed in 1997. Sluice gate operation can be an important factor to maintain lake water quality and reduce retaining time of pollutants within lake. The lake water quality simulation model, WASP5 was adopted and tested to find out proper gate operation timing and discharge amount.

From the simulation of sluice gate operation, the results showed that the later the time of discharge for loosing 1 day successively to 6 days, the better the quality of water. Discharge amount showed relatively minor changes of water quality. This means that pollutants flowed into lake from watershed do not have enough time to mix up with deep water when the gate opened at early time. About 3 days delay of discharge caused the dilution effect to stabilize the lake water quality in case of Boryeong freshwater lake.

Keywords : Freshwater lake, Water quality model, Sea dike sluice, WASP5

I. 서 론

전 세계적으로 환경문제에 대한 관심이 높아지고 있는 가운데 우리 나라에서도 환경을 보전해야 한다는 국민적인 공감대가 형성되었으나, 경제논리

우선 정책에 따른 환경정책의 부재, 일관성 없는 환경정책, 전통적인 식문화와 축산폐수 문제 등이 개선되지 않아 환경문제가 점점 악화되고 있다.

특히 우리나라 서해안에서 시행되고 있는 간척사업은 지리적 특성으로 인해 유역에서 발생하는 모든 오염물질이 조성된 담수호로 집중되므로 수질이 악화되기 쉬운 조건을 가지고 있으나 경제적 관점을 우선으로 한 사업진행으로 이에 대한 충분한 대책을 수립하지 못하였고, 개발과정에서 발생되고 있는 다양한 환경문제, 특히 수질오염으로 인하여 이제는 국민적인 관심사가 되었다.

* 건국대학교 생명환경과학대학

** 건국대학교 대학원

*** 환경관리공단

* Corresponding author. Tel.: +82-2-450-3753

fax: +82-2-444-0223

E-mail address: sunjoo@konkuk.ac.kr

본 연구의 대상지역에 시행된 '홍보지구 농업종합개발사업'은 홍성군 서부면, 보령시 천북면 및 오천면 일대에 발달한 간석지와 배후지 8,100 ha를 효율적으로 개발하기 위해 홍성방조제 2조 1,856 m 와 보령방조제 1조 1,082 m 를 막아 수자원을 확보하고 농경지를 확대하는 지역종합개발사업이다. 보령 방조제 공사는 1991년 10월 28일에 착공하여 1997년 10월 24일 최종물막이가 완료되었으며, 조성된 담수호의 저류수가 배수갑문을 통해서 천수만으로 유출되거나 배수갑문의 조작으로 천수만의 해수가 담수호를 출입하고 있다. 이는 보령호의 담수화가 아직 시행되고 있지 않다는 것을 의미하며, 건설 예정인 광천읍의 하수처리장을 포함하여 향후 호소의 수질을 안정적으로 유지할 수 있는 대책이 완성될 때까지 담수화는 시행될 수 없는 상태이다.

본 연구에서는 여러 호소수질모형 중 U. S. EPA에서 개발된 WASP5 모형을 선정하여 보령담수호에 적용하였다. 모형의 입력자료 구성을 위해 실측 기상자료와, SWMM 모의를 통해 산정된 유량, 부하량 자료를 이용하였으며, 모형의 신뢰도 향상을 위해 모의결과와 실제 수질측정값을 비교하는 과정을 거쳤다.

이상과 같이 구성한 모형을 이용하여 강우 발생 후 방류까지의 경과일수를 변화시킨 조건과, 동일한 경과일수에서 방류량을 조정한 조건을 가정하여 모의를 실시하였으며, 모의 결과를 토대로 강우시 배수갑문 운용에 따른 담수호의 수질변화를 추정할 수 있도록 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상 지역의 개요

본 연구의 대상지역인 홍보지구는 우리 나라 중서부 북위 36° 21' ~ 36° 24', 동경 126° 28' ~ 126° 42' 사이에 위치하고 있으며, 행정구역상으

로 충청남도 보령시와 홍성군에 걸쳐있다.

본 지구에는 홍보지구 농업종합개발사업의 실시로 천수만과 서산만 입구에 홍성방조제와 보령방조제가 건설되어 1999년에 완공되었다. 하지만 건설 예정인 광천읍의 하수처리장을 포함하여 향후 호소의 수질을 안정적으로 유지할 수 있는 대책이 완성될 때까지 담수화는 시행될 수 없는 상태이다. 방조제 완공과 함께 조성된 담수호와 방조제, 배수갑문의 제원은 Table 1에 나타내었다.

2. WASP5 모형의 기본이론

WASP(Water Quality Analysis System Pro-

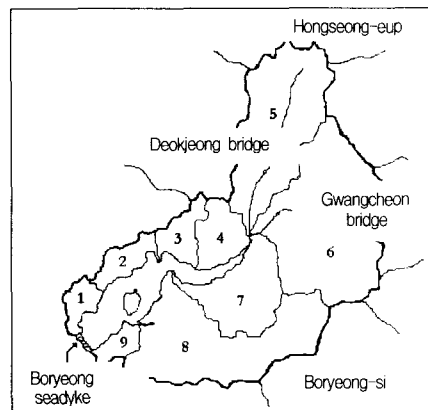
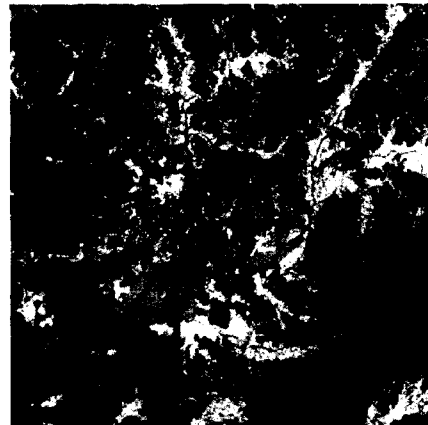


Fig. 1 Location of Boryeong freshwater lake

Table 1 Properties of Boryeong freshwater lake

Facilities	Division	Unit	Specification	Remarks
lake	basin area	ha	14,180	
	irrigation area	"	4,722	
	flood stage	m	(+)2.97	frequency 200yr
	normal water level	"	(+)1.00	
	dead storage	"	(-)5.00	
	total storage	ha-m	1,933	
	requirement storage	ha-m	1,551	
	effective storage	"	1,730	
	sediment volume	"	382	
	water resource	10,000m ³ /year	3,505	
seadyke	length	m	1,082	
	average height	"	12.1	
	maximum height	"	20.7	
	elevation	"	(+)7.80	
sluice gate	flood volume	m ³ /s	1,805	
	size (B×H)	m	10×11.8	
	number of gate	number	5	
	sill	m	(-)5.00	
others	full water area	ha	582	after reclamation
	reclamation area	"	1,134	
	desalting period	year	5	Minami Eq.

gram) 모형은 Di Toro 등에 의해서 1983년 처음으로 개발된 후 수차례의 개정, 보완을 거쳐 보강된 프로그램으로, 자연현상과 인간의 활동으로 발생하는 다양한 오염물질에 대한 수질을 예측 및 해석할 수 있을 뿐만 아니라, 수체와 수체 밑에 있는 저생 생물군의 활동에 대한 영향을 고려할 수 있는 모형이다. 또한, 수계에 대해 요소별(element)로 구획(segment) 분할이 가능한 박스형 모형으로서, 각 요소를 하나의 박스로 간주하는 요소분할모형이다. 이 모형은 시간에 따른 변화를 고려할 수 있으므로, 연중 변화는 물론 짧은 시간 간격의 수질변화의 분석이 가능하며, 필요에 따라 1, 2, 3차원 분석이 가능하다.

WASP 모형은 크게 두 부분으로 수체의 유동을 모의하는 DYNHYD 모형과 수질을 모의하는 WASP 모형으로 나누어진다. DYNHYD 모형은 수리학적

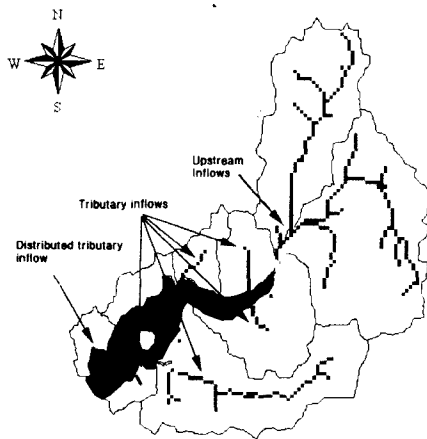
계산을 한 후 중간결과를 저장하여 WASP 모형의 입력자료를 제공한다. 즉, DYNHYD와 WASP은 직접적으로 연계되어 있지 않으므로, 다른 적절한 모형을 사용하여 수리학적 계산을 한 후, 그 결과를 WASP의 입력자료로 사용할 수 있다. WASP 모형은 다시 식물성 플랑크톤의 영양소가 되는 질소, 인 등 영양염류와 BOD, DO 등 보편적인 수질 오염을 분석하는 EUTRO 모형과 유기화합물, 중금속, 퇴적물 등에 의한 독성오염을 분석하는 TOXI 모형으로 구성되어 있다. 생태학적 수질모형인 EUTRO 모형은 좁은 의미의 WASP 모형이라고 할 수 있으며, 6종류의 복잡도(complexity level)에 따라 모의할 수 있는데, 복잡도 4 이상에서는 최대 8개 수질항목(DO, BOD, phytoplankton, NH₃-N, NO₃-N, Organic-N, PO₄-P, Organic-P)의 모의가 가능하다.

3. 모형의 적용 및 보정

가. 보령담수호의 구획화

본 연구에서는 보령담수호의 수체를 호소의 지형, 수심, 수질분포특성 등을 고려하여 수질특성이 유사한 공간적 간격으로 구분하였다.

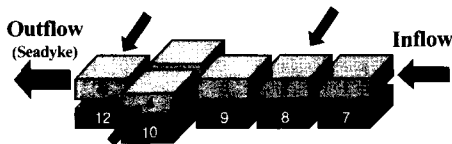
수체의 분할은 Fig. 2에 나타난 바와 같이 호소 유입부로부터 방조제까지 6개 구간을 상층과 하층으로 총 12개의 Segment로 구분하였다.



a. Watershed and stream



b. Define the boundary



c. Apply WASP5

Fig. 2 Graphical representation

나. 입력자료의 구성

(1) 교환계수 및 체적

수체간의 이송은 수평층간의 확산과 수직확산으로 나누어지는데, 본 연구에서는 6개 표수층간의 수평확산과 각 표수층과 저면상층간의 수직확산을 고려하였다. 단면적과 특성길이는 농업기반공사에서 제공한 수심분포도와 현장조사를 통하여 산정하였다 (Table 2).

Table 2 Area and specific length

	Transportation	Area(m ²)	Specific length(m)
horizontal	① → ②	2,861	2,300
	② → ③	2,898	1,440
	③ → ④	3,900	1,750
	③ → ⑤	3,900	1,750
	④ → ⑥	5,900	1,800
	⑤ → ⑥	5,900	2,000
vertical	① ↔ ⑦	1,113,300	1.96
	② ↔ ⑧	1,514,500	3.43
	③ ↔ ⑨	2,736,300	2.44
	④ ↔ ⑩	1,943,300	3.69
	⑤ ↔ ⑪	1,697,200	5.89
	⑥ ↔ ⑫	2,079,400	7.05

(2) 흐름

보령담수호의 유역은 Fig. 1과 같이 9개의 소유역으로 구성되어 있으며, 호내 유입은 4개 방향을, 유출은 배수갑문을 통한 유출만을 고려하였다. 유역내의 매시간 강우자료를 SWMM 모형에 입력하여 유출량을 산정하였으며, 산정된 유출량을 DYNHYD5 모형의 유량자료로 이용하여 WASP5의 흐름자료를 생성하였다.

DYNHYD5 모형의 적용을 위해서 호내와 유입·유출부를 11개의 Junction으로 구분하였으며, 일정 유량 자료(Constant inflow) 대신 변동유량 자료(Variable inflow)를 입력하여 모의기간 동안의 유입과 유출을 입력하였다.

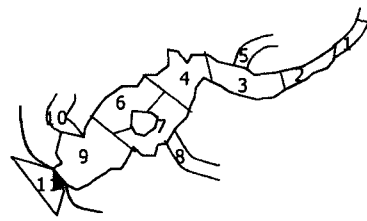
DYNHYD5 모형의 모의를 통해 생성된 *.HYD 파일은 WASP5 모형에 입력되기 위한 평균 동수 역학적 변수들을 포함하며, 이러한 변수들에는 각 Junction의 체적, 유량, 수심, 유속과 같은 기본 망과 유입량 정보들이 포함된다. *.HYD 파일을 WASP5 모형의 입력자료로 사용하기 위해서는 Hydrodynamic Network와 WASP5 Network 간에 지형적인 연결이 이루어져야 하는데, 이 과정은 DYNHYD5 모형의 입력그룹에 WASP5 모형의 Segment와 DYNHYD5 모형의 Junction의 연결을 규정하는 Mapping data를 입력함으로써 수행된다. Fig. 3은 Mapping 과정을 도식화한 것이다. 이때, Fig. 3-a의 Junction 9와 Junction 11 사이의 흐름은 배수갑문을 통한 흐름이며, 이 흐름을 조절함으로써 배수갑문에서의 유출입을 모의할 수 있다.

다. 모형의 보정

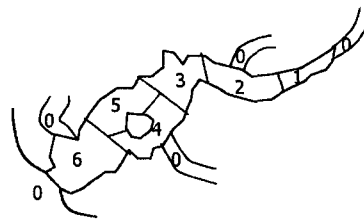
모형의 보정을 위해 1999년 6월과 7월에 실측한 담수호내 수질자료를 이용하였다. 배수갑문 모의조작과 관련된 Segment 6과, 오염부하가 집중적으로 유입되는 Segment 2를 보정 대상지점으로 선정하였으며, 보정을 통해 모의 발생된 수질항목들의 결과값을 실측 수질농도와 비교하여 RMS, 상대오차(RE)에 대해서 Table 3에 나타내었다. 한편, 보정 후의 모의치와 실측치를 비교하여 Fig. 4에 나타내었는데, 실측치에 비하여 모의치가 약간 높거나 비슷한 경향을 보이고 있다.

Table 3 RMS and RE related to calibration

Division	Water quality items	Observation (mg/L)	Calibration (mg/L)	RMS	RE (%)
Segment 2 (upper stream)	BOD	3.33	3.367	0.037	1.11
	T-N	6.97	6.725	0.245	3.51
	T-P	0.15	0.136	0.014	9.33
Segment 6 (seadyke)	BOD	3.06	2.650	0.410	13.40
	T-N	3.50	3.200	0.300	8.57
	T-P	0.13	0.115	0.015	11.38



a. Hydrodynamic network



b. WASP5 network

Network mapping	
Hydrodynamic volume elements	WASP5 segments
1	0
2	1
3	2
4	3
5	0
6	5
7	4
8	0
9	6
10	0
11	0

Fig. 3 Link DYNHYD5 and WASP5

라. 배수갑문 조작 모의를 위한 기본사항

본 연구에서는 강우시 담수호에서 배수갑문의 조작이 호내의 수질에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위해 보령담수호의 제원 및 유역자료와 1999년 6월의 실제 강우자료를 이용하여 방류시점과 방류량을 변화시킨 모의를 수행하였으며, 모의를 위한 기본적인 사항은 다음과 같다.

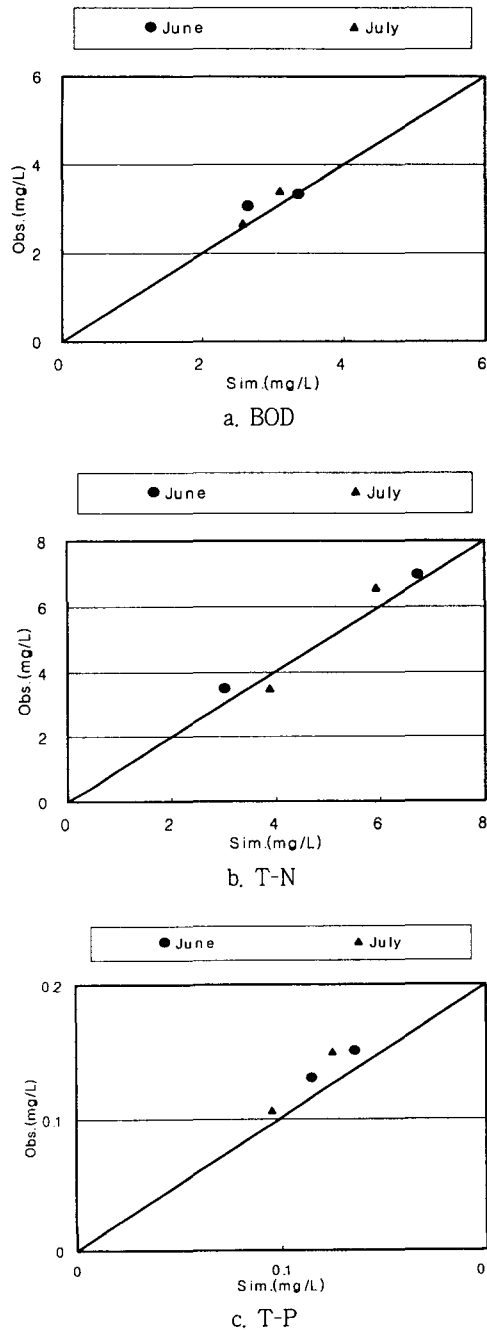


Fig. 4 Comparison between observation and simulation values

① 배수갑문 조작 모의를 위해 1999년 6월 24일과 25일 양일간에 걸친 실제 강우를 이용하였으

Table 4 Estimated daily maximum discharge amount

Altitude (m)	Early storage (ha-m)	Dairy maximum discharge amount (ha-m)	Level after discharge (m)	Estimated day for discharge
-5.0	273.40 DWL	0.00	-5.0	0 day
-4.0	402.19	0.00	-4.0	0 day
-3.0	519.57	0.00	-3.0	0 day
-2.0	734.10	139.92	-2.7	1 day
-1.0	1052.67	499.41	-2.8	3 day
0.0	1485.71	874.75	-2.6	4 day
1.0	2046.78	1371.13	-2.3	7 day
1.5	2410.62 FWL	1761.32	-2.4	8 day

*Reference: The slice gode operation investigation for water quality improvement in Boryeong freshwater lake

며, 모의기간동안 다른 강우는 발생하지 않는 것으로 하였다.

② 6월 24일과 25일 양일간 발생한 강우의 총량은 118.5 mm이며 SWMM 모의를 통해 산정된 유출량의 총합은 약 660 ha-m로 유역면적을 고려할 때 유출율은 0.4 정도이다.

③ 호소 내·외부에서 수체의 인위적인 혼합은 없으며, 수질의 변화는 강우로 인한 유입과 배수갑문 조작에 의한 유출에 영향을 받는 것으로 가정하였다.

④ 강우로 인한 유입이 있기 전, 담수호의 내수위는 1999년 6월의 평균 배제수위인 -1.0 m를 기준으로 하였으며 배수갑문 개방시 내외의 수위차는 1 m 이상인 것으로 가정하였다.

⑤ '④'의 조건을 토대로 추정한 1일 최대 방류량은 Table 4와 같으며 본 모의에서는 400 ha-m로 가정하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 방류시점 변화에 따른 수질모의

가. 모의조건

배수갑문 조작 모의를 위해 1999년 6월 24일,

Table 5 Discharge condition for simulation by different discharge start time

Day	Inflow (ha-m)	Discharge condition (ha-m)					
		㉑	㉒	㉓	㉔	㉕	㉖
6/23		0	0	0	0	0	0
6/24	648	400	0	0	0	0	0
6/25	12	260	400	0	0	0	0
6/26		0	260	400	0	0	0
6/27		0	0	260	400	0	0
6/28		0	0	0	260	400	0
6/29		0	0	0	0	260	0
6/30		0	0	0	0	0	400
7/1		0	0	0	0	0	260
7/2		0	0	0	0	0	0
7/3		0	0	0	0	0	0

25일 양일간의 강우를 선정하여 유역에 적용시킨 결과 총 660 ha-m의 유출이 발생하였다. 모의에서는 유입된 유량을 전부 바다로 방류하는 것으로 하고, 방류를 시작하는 시간을 달리하여 가장 적절한 방류시점을 선정할 수 있도록 하였다.

Table 5는 각각의 모의조건을 나타낸 것이다.

나. 모의 결과 및 고찰

동일한 방류량에 대해 방류시점을 다르게 하여 모의한 결과를 나타낸 것이 Table 6과 Fig. 5이다.

모의를 통해 나타난 결과의 비교를 위해 상류부의 Segment 2와 하류부의 Segment 6을 선정하였다. 최상류의 Segment 1은 유입량에 따른 수질의 편차가 너무 크게 나타나므로 비교대상에서 제외하였다.

모의결과 수질의 대체적인 경향은 상류부와 하류부가 완전히 구분되었다. 상류부는 오염물질의 유입과 함께 오염농도가 급격히 증가하다가 시간이 지나면서 점차 수질이 안정되어 가는데 비해, 하류부는 강우초기부터 오염물질 농도가 증가하기 시작하여 점차 완만해지는 양상을 보이고 있다. 이는

Table 6 Result of simulation

Condition	Segment	Items	Water quality (mg/L)		
			0 day	2nd days	22th days
㉑	2	BOD	1.97	4.52	4.36
		T-N	1.61	2.76	2.05
		T-P	0.073	0.189	0.136
	6	BOD	2.24	2.32	3.62
		T-N	1.45	1.56	1.84
		T-P	0.100	0.102	0.120
㉒	2	BOD	2.01	4.77	4.49
		T-N	1.64	2.89	2.11
		T-P	0.075	0.233	0.155
	6	BOD	2.25	2.32	3.71
		T-N	1.45	1.57	1.88
		T-P	0.101	0.104	0.133
㉓	2	BOD	2.01	2.95	3.28
		T-N	1.64	2.00	1.72
		T-P	0.075	0.157	0.122
	6	BOD	2.25	2.22	2.81
		T-N	1.45	1.51	1.03
		T-P	0.101	0.100	0.111
㉔	2	BOD	2.01	2.62	2.89
		T-N	1.64	1.83	1.64
		T-P	0.075	0.124	0.108
	6	BOD	2.25	2.18	2.57
		T-N	1.45	1.49	1.58
		T-P	0.101	0.098	0.102
㉕	2	BOD	2.01	2.62	2.89
		T-N	1.46	1.83	1.64
		T-P	0.075	0.124	0.108
	6	BOD	2.25	2.18	2.57
		T-N	1.45	1.49	1.59
		T-P	0.101	0.098	0.102
㉖	2	BOD	2.01	2.62	2.89
		T-N	1.64	1.83	1.64
		T-P	0.075	0.124	0.108
	6	BOD	2.25	2.18	2.57
		T-N	1.45	1.49	1.58
		T-P	0.101	0.098	0.102

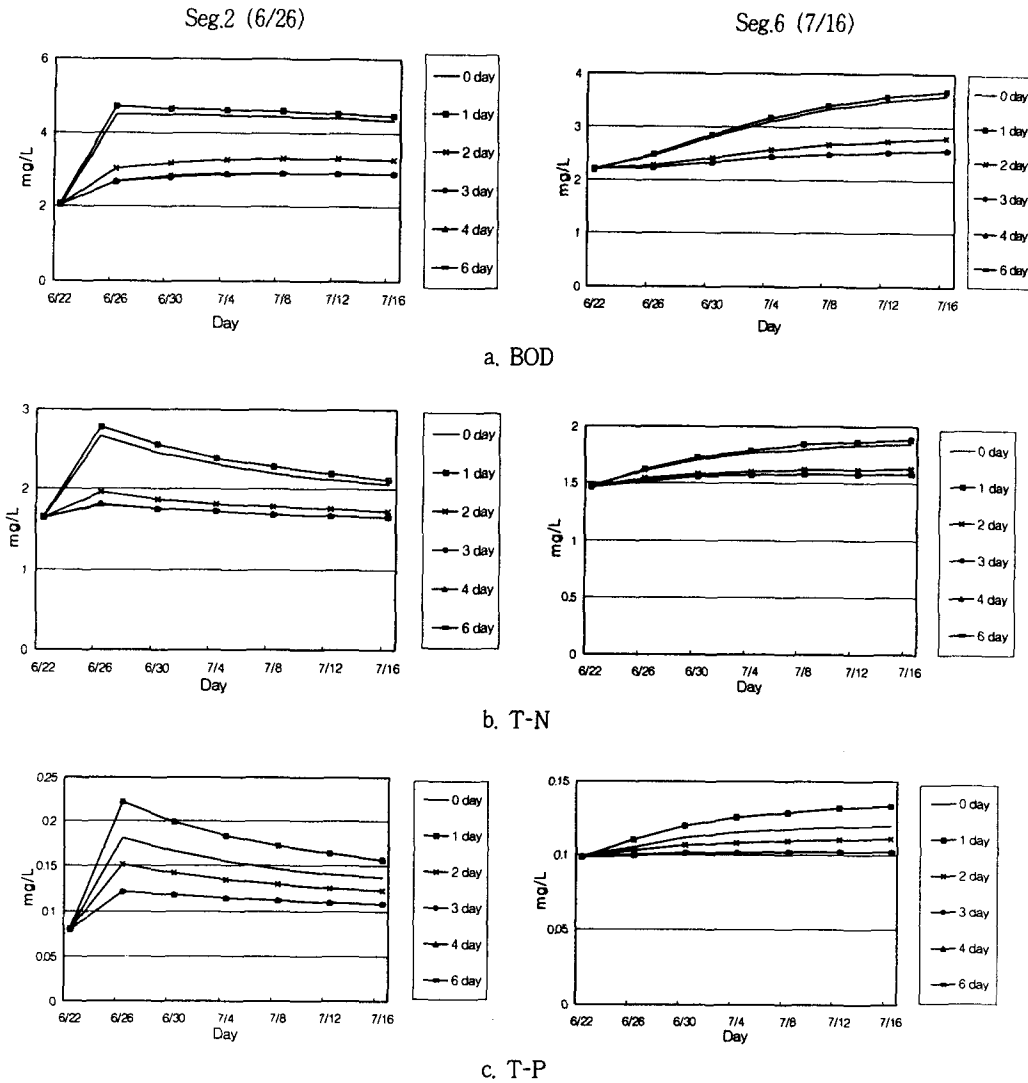


Fig. 5 Result of simulation

오염부하의 상당량이 본류를 통해 상류로부터 유입되므로 상류부는 강우 초기부터 직접적인 영향을 받는데 비하여, 하류부는 상류로부터 흘러온 유량과 오염부하가 호소내부를 지나면서 계속적으로 희석되어 초기의 농도증가는 크지 않으나, 결국 유역 내의 모든 오염부하가 집중되기 때문에 농도가 감소하지 않고 적게나마 계속 증가하는 것으로 판단된다.

Fig. 5는 방류시점에 따른 담수호의 수질분포를 나타낸 것으로 좌측 그림은 강우시작 후 2일이 경과한 시점인 6월 26일의 Segment 2의 농도분포이며, 우측그림은 강우시작 후 22일 경과한 7월 16일의 Segment 6의 농도분포를 나타낸 것이다. 6월 26일과 7월 16일은 각 조건별 농도분포의 편차가 최대가 되는 시점이며, Segment 2에서는 6월 26일 이후에 농도차이가 점차 줄어들었고

Segment 6에서는 점차 증가하여 7월 16일 최대의 편차를 나타내었다.

방류시점 변화에 대한 비교 결과 대체로 방류시기가 늦을수록 담수호 수질이 양호해 지는 것으로 나타났다. 이는 강우초기에 배수갑문을 개방할 경우 담수호내의 초기 저류량이 방류되면서, 오염도가 높은 유량이 유입되어 결국 초기 저류량과 유입되는 유량이 치환되는 효과를 가져오기 때문인 것으로 판단된다. 반면, 강우시작 후 2일이 지나면서부터는 방류로 인한 오염농도의 증가가 눈에 띄게 감소하는데, 이는 담수호내로 유입된 오염부하가 호내의 초기 저류량과 희석되어 방류시에 같이 배출되기 때문이라고 생각된다. 특히, 3일을 경과한 시점부터는 방류로 인한 오염농도의 증가가 일정한 수준에서 머물고 있어 강우발생부터 3일이 경과하면 유입된 오염부하가 호내에 충분히 반영되는 것으로 판단할 수 있다.

이와 같은 모의 결과를 토대로 상당한 양의 오염부하를 유발하는 강우가 있을 경우 담수호가 받는 영향을 최소화 하기 위해서는 강우발생시간부터 최소 1일에서 2일간은 방류를 하지 않는 것이 좋으며, 2일이 지난 이후에 방류를 시작할 때 담수호 수질관리에 유리하다는 결론을 얻을 수 있다.

2. 방류량 변화에 따른 수질모의

가. 모의조건

1절의 모의결과, 강우발생 후 최소 2일이 경과한 후에 방류하는 것이 호내 수질관리에 유리하다는 결론을 얻었으나, 유입량 전체를 방류한다는 가정을 전체로 하였기 때문에 방류량과 호내 수질과의 관계는 유추할 수 없었다. 2절의 모의에서는 강우 발생 3일 후부터 방류를 시작하는 것으로 고정시키고 200 ha-m, 400 ha-m, 660 ha-m, 800 ha-m, 1000 ha-m, 1200 ha-m를 방류하는 조건을 가정하여 방류량과 담수호내 수질과의 관계를 추정해 보았다. 강우초기부터 방류하는 조건은 방

Table 7 Discharge condition for simulation by different discharge amount

Day	Inflow (ha-m)	Discharge condition (ha-m)						
		㉠	㉡	㉢	㉣	㉤	㉥	㉦
6/23		0	0	0	0	0	0	0
6/24	648	0	0	0	0	0	0	0
6/25	12	0	0	0	0	0	0	0
6/26		0	0	0	0	0	0	0
6/27		0	200	400	400	400	400	400
6/28		0	0	0	260	400	400	400
6/29		0	0	0	0	0	200	400
6/30		0	0	0	0	0	0	0

류량을 증가시키는 것이 방류시점을 앞당기는 것과 같은 효과를 나타내는 것으로 모의되었으므로 조건에서 생략하였다.

Table 7은 각각의 모의조건을 나타낸 것이다.

나. 모의결과 및 고찰

결과값의 비교를 위해 강우개시 후 2일이 경과한 시점인 6월 26일의 Segment 2의 모의값과, 강우개시 후 22일째 되는 7월 16일의 Segment 6의 모의값을 이용하였다. 6월 26일과 7월 16일은 각 조건에 대한 결과값의 편차가 최대가 되는 시점이다. Fig. 6은 동일한 방류시점에 대해 방류량을 다르게 하여 모의한 결과를 비교한 것이다.

방류시점을 고정시킨 상태에서 방류량을 조절하여 모의한 결과 대체적으로 방류량 차이에 따른 농도변화는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. BOD나 T-P에 있어서 방류량의 증가에 따라 오염농도의 미세한 증가가 관찰되기도 하나 농도값의 절대적인 크기를 생각할 때 의미 있는 변화는 아니라고 판단된다. 이러한 결과는 강우개시 3일 후부터의 방류는 그 양과 관계없이 담수호내의 수질에 미치는 영향이 거의 일정하다는 추정을 가능하게 하며, 이는 강우개시 3일 후에는 담수호내로 유입된 오염물질이 호소전체에 충분히 희석되어 호소내 각 지점이 안정적

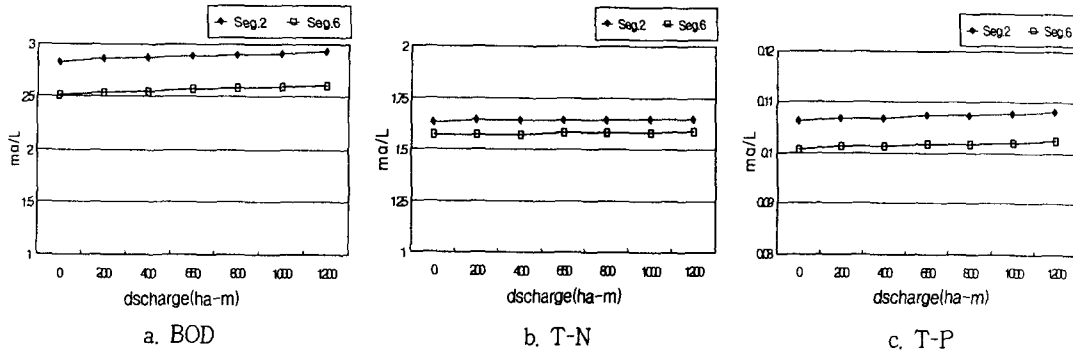


Fig. 6 Comparison simulation result

인 수질상태를 유지하기 때문인 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구에서는 1997년 최종물막이 공사가 완료되어 조성된 하구담수호인 보령호를 연구대상으로 선정하여 WASP5 모형을 적용하였으며, 매개변수 보정을 실시하여 모형의 신뢰도를 향상시켰다. 배수갑문 조작 모의를 위해 1999년 6월 24일, 25일 양일간의 강우를 이용하였으며, 일정한 방류량 조건에서 방류시점을 다르게 한 모의와, 동일 방류시점에서 방류량을 변화시킨 모의를 실시하여, 강우시 배수갑문 운용에 의한 담수호의 수질변화를 연구하였다.

단기간에 118.5 mm의 강우를 적용시켜 담수호내의 수질을 모의한 결과 담수호의 상류부는 강우로 인한 유입과 함께 오염농도가 급격히 증가하다가 시간이 지나면서 점차 수질이 안정되어 가는데 비해, 하류부는 강우초기부터 오염물질 농도가 서서히 증가하는 양상을 나타내었다. 이는 유입량과 오염부하의 상당량이 본류를 통해 상류로부터 유입되므로 상류부는 강우 초기부터 직접적인 영향을 받는데 비하여, 하류부는 상류로부터 흘러온 유량과 오염부하가 호소내부를 지나면서 계속적으로 희석되어 초기의 농도증가는 크지 않으나, 결국 유역내의 모든 오염부하가 집중되기 때문에 농도가 감

소하지 않는 것으로 해석된다.

방류시점 변화에 대한 비교 결과 대체로 방류시점이 늦을수록 담수호의 수질이 양호해 지는 것으로 나타났다. 이는 강우초기에 배수갑문을 개방할 경우 담수호내의 초기 저류량이 방류되면서, 오염도가 높은 유량이 유입되어 결국 초기 저류량과 유입되는 유량이 치환되는 효과를 가져오기 때문인 것으로 판단된다. 반면, 강우시작 후 2일이 지나면 서부터는 방류로 인한 오염농도의 증가가 상당부분 감소하는데, 이는 담수호내로 유입된 오염부하가 호내의 초기 저류량과 희석되어 방류시에 같이 배출되기 때문이라고 생각된다.

방류량을 조절하여 모의한 결과 대체로 방류량 차이에 따른 농도변화는 미미한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 강우개시 3일 후부터의 방류는 그 양과 관계없이 담수호내의 수질에 미치는 영향이 거의 일정하다는 추정을 가능하게 하며, 이는 강우개시 3일 후에는 담수호내로 유입된 오염물질이 호소전체에 충분히 희석되어 호소내 각 지점이 안정적인 수질상태를 유지하기 때문인 것으로 생각된다.

강우시 배수갑문을 개방하는 여러가지 조건들이 담수호의 수질에 미치는 영향에 대해 검토해 보았다. 그러나 담수호의 수질은 지형조건이나 기상조건, 그리고 유역의 상황에 따라 다양한 특성을 나타내게 된다. 따라서 진정한 의미에서의 담수호의 수질관리는 배수갑문의 효율적인 관리는 물론

유역에 대한 종합적인 관리가 뒷받침되어야 하며, 이를 위해서는 유역과 담수호의 여러 수질인자에 대해 보다 많은 연구가 필요할 것이라 생각된다.

References

1. Kim, Sun Joo, Kim, Seong Joon, Choi, Jin Kyu, 1999-2001, Development of Water Quality Management System for Freshwater Lake in Reclaimed Land, Final Report, Ministry of Agriculture and Forestry
2. Kim, Sun Joo, Lee, Suk Ho, and Lee, Chang Hyeong, 2001, Characteristics of Water Quality Behaviour in Boryeong Freshwater Lake, Proceedings of the 2001 Annual Conference, *The Korean Society of Agricultural Engineers*, pp.412~416
3. Kim, Seong Joon, 1996, GIS application for rural water quality management, *The J. of GIS Assoc. of Korea*, 4(2), pp.147-157
4. Ministry of Agriculture and Forestry, 1997, Guidebook of Agricultural Water Management
5. Rural Development Corporation, 1994-2000, Integrated Agricultural Development Project in Hong-bo Area
6. Jeon Ji Hong, 2000, A Comparative Study on the Estimation of Nonpoint Source Pollution loading from Watershed Using SWMM and Rating Curve Method, MSc Thesis, Konkuk University, pp.18-25
7. Choi, Jin Kyu, 2001, Estimation of Runoff Pollutant Loadings in Boryeong Reservoir Watershed, Proceedings of the 2001 Annual Conference, *The Korean Society of Agricultural Engineers*, pp.30-33
8. Ambrose, R. B, 1988, WASP5 User's Manual, and Programmer's Guide. U.S EPA.
9. APHA, 1995, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 19th Edition, American Public Health Association. pp.4-65~4-114, 5-2~15.
10. Huber, W. C. and Kickinson, R. E. (1988). Storm Water Management Model Users Manual, Version 4, EPA/600/3-88/00a, U.S. Environmental Protection Agency, Athens, GA. pp.1-569
11. U. S. EPA, 1988, Storm Water Management Model, version 4: user's manual, pp.96-104