

새만금 유역의 오염부하 유출 특성

Characteristics of Pollutant Runoff from the Saemangeum Basin

엄 명 철* 이 광 야** 조 국 현*** 임 종 완****
Eom, Myung Chul · Lee, Kwang Ya · Jo, Guk Hyun · Lim, Jong Wan

Abstract

The objective of this study is to analyze the characteristics of pollutant runoff loads on rainy days compared with dry days in the Mangyeong and Dongjin watersheds of Saemangeum tidal reclaimed area.

Water samples were collected at 10 sites on the Mangyeong and Dongjin rivers. At 2 sites, stream runoffs were measured and pollutant loads were investigated.

On rainy days, the concentrations of biochemical oxygen demand(BOD), chemical oxygen demand(COD), total nitrogen(T-N) and total phosphorus(T-P) were smaller than those on dry days, in spite of the pollutant loads themselves were increased significantly in rainy days due to non-point source pollution, such as combined sewage overflows(CSOs), runoff from agricultural land use and so on.

On Mangyeong river, BOD and COD concentrations on dry days were 1.3~4.5 times higher than those on rainy days, while T-N and T-P concentrations on dry days were smaller than those on rainy days. On Dongjin river, all parameters of concentrations on dry days were higher than those on rainy days.

1. 서 론

최근 들어 유역에서의 도시화와 공업화의 급진전, 축산 및 양식업의 팽창, 영농에 따른 오염물질 배출량의 증가로 인해 유역으로부터의 오폐수 유입량 및 부하량이 급증하여 하구,

연안 등의 수질악화 위험이 높아졌으며, 특히 1996년 시화호의 수질오염이 사회적 문제로 대두되면서 하구 담수호의 수질오염 가능성에 대한 국민들의 우려가 매우 커졌다 (윤춘경, 함중화, 2000; 농업기반공사, 2002).

현재 간척사업이 진행중인 새만금 지구는 상류

*농업기반공사 농어촌연구원 (libero87@karico.co.kr)

**농업기반공사 농어촌연구원 (kylee@karico.co.kr)

***농업기반공사 농어촌연구원 (kdcjo@karico.co.kr)

****농업기반공사 농어촌연구원 (limjw@karico.co.kr)

키워드 : 새만금, 오염부하량, 수질특성, 만경강, 동진강

유입하천인 만경강 및 동진강의 수질오염으로 인하여 향후 조성될 새만금 담수호의 수질악화에 대한 우려가 높아, 현재 범정부 차원의 수질 개선 대책을 수립하여 시행 중에 있다.

새만금유역은 상류 지역의 호수에 비해 넓은 유역을 가지고 있으며, 인근 지역에 대규모의 농경지, 축산시설, 도회지, 공업단지 및 양식장이 위치하여 유기오염은 물론 부영양화에도 취

의 변화가 크다. 특히 강우 시 유역에서 배출되는 오염물질량은 농경지 배출수 및 도시지역 비점원 물질, 합류식 하수관거 월류수 등에 의해 건기에 비해 그 부하특성이 매우 다르게 나타난다. 특히 강우시에는 다량의 유출수와 함께 유역 내에 분포되어 있던 오염물질량이 대부분 수역으로 유입되게 되므로, 하류의 하천 및 호소 등의 수질에 미치는 영향은 매우 높다. 따라서

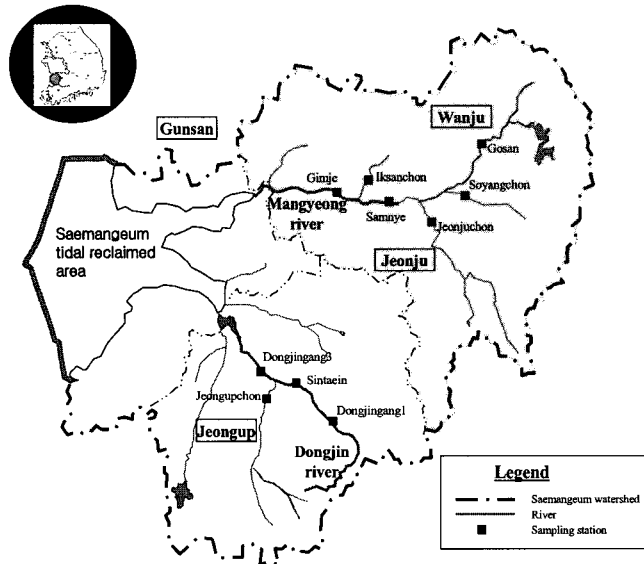


Fig. 1. Pollutant load measuring station on the Saemangeum watershed area

약한 입지적 조건을 가지고 있다. 따라서 새만금 담수호를 수질오염에 안전하게 유지하여 지속적인 용수공급원으로 활용하기 위해서는 호소의 주된 오염원이 되는 상류 유역으로부터 유입되는 오염물질에 대한 부하량 삭감이 우선되어야 한다 (농업기반공사, 2002; 엄명철, 2004).

오염물질의 배출은 오염원의 형태뿐만 아니라 개별 오염원의 발생형태 및 제거시설의 처리현황에 따라 수역으로 유입되는 물질량이 달라지며, 특히 강우의 영향에 의한 시기별 배출량

강우시의 오염물질 부하특성을 제대로 파악하여 하천 및 호소의 수질관리에 활용하는 것이 무엇보다 중요하다 (엄명철 외, 2003).

본 연구에서는 새만금 담수호의 상류하천인 만경강과 동진강 유역을 대상으로 유량과 수질 조사를 실시하고 이를 통해 평수기와 강우기의 수질특성을 비교 분석하고, 본류 구간에서의 유입부하량을 산정 하여 오염부하 특성을 분석함으로써 향후 새만금 담수호의 수질예측 및 호소 관리에 그 결과를 활용하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 대상지역

새만금유역은 전라북도의 전주시, 익산시, 군산시, 김제시 등 5개 시, 3개 군에 걸쳐 있으며, 총 622개의 동리로 구성되어 있다. 유역 하류에서 진행되고 있는 새만금 간척사업은 군산시에서 고군산군도를 거쳐 변산반도를 잇는 33km의 방조제를 건설하고 방조제 안쪽에 농경지와 담수호를 만드는 대규모 국책사업이다. 그러나 새만금 유역의 주요 하천인 만경강과 동진강의 수질오염으로 인하여, 향후 조성될 새만금 담수호의 수질악화에 대한 우려가 높아, 현재 범정부 차원의 수질개선대책을 수립하여 시행 중에 있다.

새만금유역의 전체 면적은 3,319km²이며, 만경강 수계가 1,571km², 동진강 수계가 1,004km²로서 하천법의 적용을 받는 만경·동진강 수계는 2,571km²로 전체 유역면적의 77.5%를 차지하고 있다. 만경강의 유로 연장은 57.0km이며, 상류 유로현황은 비교적 완만한 경사를 보이며, 하천폭이 200~300m, 하상구배가 1:500으로서 하상에는 굽은 자갈이 많이 분포되어 있다. 동진강의 유로연장은 43.9km이며, 유역은 방사형을 띠고 있고, 남북의 길이와 동서간의 폭이 약 44km로서 김제시, 정읍시, 부안군, 고창군 등 전라북도의 서남부를 차지하고 있다 (Fig. 1).

2. 유량 및 수질측정

호소의 수질관리를 위한 오염물질의 양을 정확하게 산정하기 위해 새만금 상류하천인 만경강과 동진강을 대상으로 수질조사와 유량조사를

동시에 실시하였다. 특히 홍수기에 강우에 의해 발생하는 비점원 오염부하량은 평수기의 오염부하에 비해 매우 다른 특성을 가지므로, 강우기와 평수기로 구분하여 수질 및 유량조사를 실시하였다.

수질조사 지점은 총 10개소로서, 만경강 수계에서는 지천인 소양천, 전주천, 익산천 등 3개소와 본류 구간인 고산, 삼례, 김제 등 총 6개소이며, 동진강은 본류 구간인 동진강1, 신태인, 동진강3과 지천인 정읍천 등 총 4개 지점이다.

수질조사 항목은 BOD, COD, T-N, T-P 등 총 4개 항목에 대해 실시하였으며, 수질분석은 현행 수질오염공정시험법에 준하여 실시하였다. 세부 항목별로는 BOD는 윙클러-아자이드화 나트륨 변법에 의한 BOD5를, COD는 산성 과망간산칼륨법, T-N은 자외선흡광도법, 그리고 T-P는 아스코르빈산 환원에 의한 흡광도법으로 실시하였다 (농업기반공사, 2002).

유량 및 수질조사 시기는 평수기는 2002년 4월에 일별로 5회, 강우기에는 하나의 강우사상에 대해 1시간 간격으로 5회 동안의 조사를 2002년 8월에 총 5개의 강우사상에 대해 실시하였다.

3. 오염부하량 산정

수질조사와 동시에 유량조사를 실시하여 하천 유량을 산정하고, 이를 통해 수질항목별, 조사지점별로 부하량을 계산하였다. 오염부하량의 계산은 실측 유량과 그 당시의 실측 수질농도를 곱하여 구하였다.

오염부하량 산정은 만경강과 동진강의 수문 대표지점인 삼례와 신태인 2개 지점에 대해 실시

하고 유량과 부하량의 상관관계를 분석하였다. 현재 두 하천의 대표 수질지점인 김제 지점과 동진강3 지점은 만경강과 동진강의 최하류부 지점으로 바닷물의 침입을 막기 위해 제수문이 설치되어 있어, 하천 유량 측정이 어려워 오염 부하량 산정에서는 제외하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 수질조사 결과

가. 평수기

평수기 수질조사는 강우가 없는 시기인 4월~5월 기간 중에 실시하였다. 그러나 평수기 조사기간 중 4월 15일과 4월 16일에 새만금 유역 전체에 걸쳐 집중적인 강우가 있어, 5회의 조사 중 1회 조사는 강우기의 수질특성을 나타내었다.

만경강 유역의 6개 지점에 대한 평수기 수질조사 결과, 집중 강우가 있었던 4월 15일과 4월 16일 조사를 제외하고는 대부분의 수질항목에서 낮은 농도 값을 나타내었다(Table 1).

고산 지점의 BOD는 0.8~1.8mg/L, 평균 1.2mg/L로서 하천수질 환경기준 I~II 급수로서 상당히 양호한 값을 보였다. COD는 2.5~7.7mg/L, T-N 2.694~3.748mg/L, T-P 0.018~0.125mg/L의 범위를 나타내었으며, 집중 강우가 있었던 4월 16일 조사에서는 COD와 T-P의 값이 상대적으로 높게 나타났다.

소양천 지점의 수질은 BOD 0.6~1.6mg/L로서 고산 지점과 마찬가지로 하천수질 환경기준 I~II 급수의 수준을 유지하는 것으로 나타났다. 4월 16일 조사를 제외하면, COD

2.8~4.0mg/L, T-P 0.022~0.035mg/L로서 매우 낮은 값을 나타내었다. 그러나 T-N은 강우시와 상관없이 4.362~7.120mg/L로서 아주 높은 농도를 나타내었다.

전주천 지점은 전주시 하수종말처리장의 방류수가 합류된 후의 하류 지점으로 평상시에도 유량이 많고 수질농도가 높게 나타나는 지점이다. 평수기의 BOD는 평균 6.7mg/L로서 하천수질기준 IV급수를 나타내었으며, COD 11.3~16.6mg/L, T-N 9.775~17.750mg/L, T-P 0.588~1.277mg/L로서 모든 수질항목에서 그 값이 높게 나타났다.

삼례 지점은 만경강 분류와 전주천이 합류하는 지점으로, BOD는 2.2~4.6mg/L로서 II~III 등급의 하천수질을 나타내었으며, T-N과 T-P는 각각 2.375~4.672mg/L, 0.043~0.574mg/L로서 강우가 없는 시기에 최고치를 나타내었다. 이는 전주천에서 지속적으로 유입되는 하수처리장의 방류수로 인해 평상시에도 유량이 많고 수질농도가 높다는 것을 반영하는 것이라 생각된다.

익산천 지점 역시 전주천 지점과 마찬가지로 상류에 위치한 환경기초시설의 방류수가 유입되는 지점으로 평상시에도 일정한 유량을 유지하며, 수질농도가 매우 높게 나타나는 지점이다. BOD는 5.5~22.5mg/L로서 하천수질 환경기준으로 등급 외의 결과를 나타내는 매우 오염된 하천이다. T-N과 T-P는 각각 9.065~73.350mg/L, 0.499~6.762mg/L로서 다른 지점에 비해 매우 높은 농도를 나타내고 있다. 이는 상류의 익산시 축산폐수처리장의 방류수의 영향 때문으로 생각된다.

만경강의 최하류부인 김제 지점은 만경제수문으로 인해 조석의 영향이 차단되어 있는 지점이다.

Table 1. Water quality concentration on dry days in the Mangyeong and Dongjin rivers

Mangyeong River						Dongjin River					
Station	Date	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Station	Date	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
Gosan	02-04-10	1.8	3.3	2.694	0.018	Dongjin -gang1	02-04-10	1.8	3.3	2.694	0.018
	02-04-16	0.8	7.7	3.212	0.125		02-04-16	0.8	7.7	3.212	0.125
	02-04-22	1.1	2.9	3.186	0.031		02-04-22	1.1	2.9	3.186	0.031
	02-04-24	1.4	2.5	3.052	0.018		02-04-25	1.2	3.9	3.620	0.028
	02-04-30	1.0	2.9	3.748	0.060		02-04-30	1.0	2.9	3.748	0.060
	Average	1.2	3.9	3.178	0.050		Average	1.2	3.9	3.178	0.050
Soyang -chon	02-04-15	1.4	4.0	4.362	0.022	Sintaein	02-04-15	1.4	4.0	4.362	0.022
	02-04-16	1.6	18.8	5.145	0.401		02-04-16	1.6	18.8	5.145	0.401
	02-04-22	0.6	2.8	6.100	0.025		02-04-22	0.6	2.8	6.100	0.025
	02-04-24	1.0	3.0	6.720	0.035		02-04-25	2.2	5.3	2.774	0.128
	02-04-30	1.0	3.6	7.120	0.031		02-04-30	1.0	3.6	7.120	0.031
	Average	1.1	6.4	5.889	0.103		Average	1.1	6.4	5.889	0.103
Jeonju -chon	02-04-15	8.6	14.8	17.750	1.277	Jeongu p-chon	02-04-15	8.6	14.8	17.750	1.277
	02-04-16	2.4	47.0	9.876	1.842		02-04-16	2.4	47.0	9.876	1.842
	02-04-22	5.4	11.3	11.430	0.938		02-04-22	5.4	11.3	11.430	0.938
	02-04-24	7.0	13.2	17.050	0.588		02-04-25	9.8	11.2	8.568	0.548
	02-04-30	10.2	16.6	9.775	0.678		02-04-30	10.2	16.6	9.775	0.678
	Average	6.7	20.6	13.176	1.065		Average	6.7	20.6	13.176	1.065
Samnye	02-04-15	4.4	7.4	2.375	0.134	Dongjin -gang3	02-04-15	4.4	7.4	2.375	0.134
	02-04-16	3.0	12.5	3.686	0.364		02-04-16	3.0	12.5	3.686	0.364
	02-04-22	2.2	4.1	4.206	0.043		02-04-22	2.2	4.1	4.206	0.043
	02-04-24	3.2	5.0	4.304	0.061		02-04-25	3.8	9.1	3.700	0.216
	02-04-30	4.6	11.8	4.672	0.574		02-04-30	4.6	11.8	4.672	0.574
	Average	3.5	8.2	3.849	0.235		Average	3.5	8.2	3.849	0.235
Iksan- chon	02-04-10	-	75.5	73.350	6.762	Gimje	02-04-15	10.2	13.6	12.180	0.496
	02-04-16	22.5	52.5	36.600	4.944		02-04-16	6.4	20.0	7.848	1.032
	02-04-22	19.5	26.2	36.580	3.218		02-04-22	5.0	9.0	8.328	0.304
	02-04-24	-	28.8	43.020	2.993		02-04-24	11.6	11.7	9.172	0.488
	02-04-30	5.5	12.6	9.065	0.499		02-04-30	7.2	12.2	11.035	0.475
	Average	15.8	39.1	39.723	3.683		Average	8.1	13.3	9.713	0.559

갈수기 동안 제수문이 닫혀 있을 때에는 일시적으로 호소와 같은 수질특성을 나타내므로 수질분석 시에는 주의가 필요하다. 평수기 동안의 수질조사 결과 BOD는 5.0~11.6mg/L로 하천 수질기준 III~등급 외의 수준을 유지하며,

COD는 9.0~20.0mg/L, T-N 7.848~12.180 mg/L, T-P 0.304~1.032mg/L로 대체적으로 높은 농도를 나타내었다.

동진강 유역 4개 지점에 대한 평수기 수질조사 결과, 동진강1은 BOD가 평균 1.6mg/L로서

Ⅱ등급의 수준을 유지하고 있었으며, 신태인 지점은 평균 3.3mg/L로서 Ⅲ등급, 동진강3 지점은 4.5mg/L로서 역시 Ⅲ등급으로 하류로 갈수록 BOD 농도가 높아지는 경향을 나타내었다. 정읍시의 생활하수 및 산업폐수의 영향을 받는 정읍천 지점은 BOD가 평균 6.9mg/L로서 Ⅳ급수의 수준으로 동진강 유역에서 가장 높은 수질 오염도를 나타내었다.

T-N 역시 BOD와 마찬가지로 지천인 정읍천 지점에서 가장 높은 값인 평균 7.917mg/L를 나타내었으며, 본류 구간은 하류로 갈수록 오염도가 높아져 동진강1의 T-N은 3.615mg/L, 신태인 4.852mg/L, 동진강3 4.403mg/L를 나타내었다. T-N은 집중 강우가 있었던 4월16일 조사시에 동진강1과 신태인 지점에서 다른 조사시기에 비해 특별히 높은 농도를 나타내었다.

T-P는 신태인 지점에서 가장 높은 0.912mg/L를 나타내었는데, 이는 4월 16일 조사시에 있었던 집중 강우로 인하여, 이때의 T-P 농도가 조사 기간 중 최대치인 3.701mg/L로서 매우 높게 나타났기 때문이다. 지천인 정읍천의 T-P는 평균 0.786mg/L로서 역시 높은 농도를 유지하고 있었다. 동진강의 상류부인 동진강1은 0.234mg/L, 하류부인 동진강3은 0.328mg/L의 값을 나타내었다.

나. 강우기

강우기 동안의 수질조사는 8월에 있었던 5개의 강우사상에 대하여 총 21회에 걸쳐 이루어졌다. 4개의 강우사상에 대해서는 거의 매 시간 별로 5회에 걸쳐 실시하였으나, 5번째 강우사상인 8월 24일 조사는 1회 조사만 실시하였다.

만경강에 대한 강우기 수질조사 역시 평수기

와 마찬가지로 본류 3개 지점, 지류 3개 지점 등 총 6개 지점에 대해 실시하였다 (Table 2).

고산 지점은 BOD는 0.2~0.5mg/L로서 하천수질기준 Ⅰ급수에 해당하는 매우 낮은 값을 유지하고 있었다. COD는 2.5~3.7mg/L, T-N 1.342~3.710mg/L, T²P 0.025~0.030mg/L로서 매우 낮은 농도를 나타내었다. 소양천 지점은 BOD가 0.4~3.7mg/L, 평균 1.5mg/L로서 하천수질기준 Ⅱ급수에 해당하는 수준이었으며, 영양물질인 T-N과 T-P는 각각 2.984~5.380mg/L, 0.045~0.093mg/L로서 상류지역 하천으로는 다소 높은 농도를 나타내었다. 전주천 지점은 BOD가 평균 4.2mg/L로서 강우기에는 수질기준 Ⅲ급수에 해당하는 매우 양호한 수준이었다. T-N과 T-P는 각각 6.659~8.737mg/L, 0.461~1.520mg/L로서 평수기와 비슷한 수준을 나타내었다.

삼례 지점의 강우기 평균 BOD는 1.6mg/L로서 수질기준 Ⅱ등급에 해당하는 양호한 수준이었으며, T-N은 3.188~4.306mg/L, T-P 0.082~0.487mg/L로서 평수기와 비슷한 농도를 나타내었다. 익산천 지점은 BOD가 평균 3.5mg/L로서 평수기에 비해 월등히 양호한 수준을 유지하고 있었으며, T-N과 T-P도 각각 3.926~22.720mg/L, 0.562~2.334mg/L로서 평수기보다는 낮은 농도를 나타내었다. 특히 강우기 동안 강수량이 없었던 8월 24일 조사를 제외하면, 강우기의 수질농도는 평수기에 비해 매우 양호한 수준을 유지하고 있었다.

만경강의 대표지점인 김제 지점의 강우기 수질은 BOD가 평균 2.4mg/L, T-N 5.941mg/L, T-P 0.523mg/L로서, 다른 조사 지점과 마찬가지로 평수기에 비해 매우 낮은 농도를 나타내었다.

Table 2. Water quality concentration on rainy days in the Mangyeong and Dongjin rivers

Mangyeong River						Dongjin River					
Station	Date	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Station	Date	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
Gosan	02-08-06	0.4	2.8	1.680	0.025	Dongjin-gang1	02-08-06	0.4	2.8	1.680	0.025
	02-08-08	0.3	2.7	3.710	0.025		02-08-08	0.3	2.7	3.710	0.025
	02-08-11	0.4	2.5	2.830	0.029		02-08-11	0.4	2.5	2.830	0.029
	02-08-13	0.2	3.3	1.797	0.030		02-08-23	0.5	3.8	2.325	0.062
	02-08-24	0.5	3.7	1.342	0.029		02-08-24	0.5	3.7	1.342	0.029
	Average	0.3	3.0	2.272	0.028		Average	0.3	3.0	2.272	0.028
Soyang-chon	02-08-06	1.6	4.6	3.062	0.052	Sintaein	02-08-06	1.6	4.6	3.062	0.052
	02-08-08	3.7	4.9	4.038	0.084		02-08-08	3.7	4.9	4.038	0.084
	02-08-11	0.4	4.3	3.426	0.076		02-08-11	0.4	4.3	3.426	0.076
	02-08-13	0.6	4.7	2.984	0.093		02-08-23	0.8	5.6	2.366	0.165
	02-08-24	1.4	3.3	5.380	0.045		02-08-24	1.4	3.3	5.380	0.045
	Average	1.5	4.4	3.778	0.070		Average	1.5	4.4	3.778	0.070
Jeonju-chon	02-08-06	8.3	13.4	8.352	0.871	Jeongu-p-chon	02-08-06	8.3	13.4	8.352	0.871
	02-08-08	5.6	9.4	8.737	0.810		02-08-08	5.6	9.4	8.737	0.810
	02-08-11	2.4	13.4	7.833	0.711		02-08-11	2.4	13.4	7.833	0.711
	02-08-13	0.6	9.6	6.659	1.520		02-08-23	1.6	7.82	4.726	0.283
	02-08-24	3.9	9.4	7.225	0.461		02-08-24	3.9	9.4	7.225	0.461
	Average	4.2	11.1	7.761	0.875		Average	4.2	11.1	7.761	0.875
Samnye	02-08-06	3.5	11.0	4.306	0.487	Dongjin-gang3	02-08-06	3.5	11.0	4.306	0.487
	02-08-08	2.5	6.0	3.188	0.253		02-08-08	2.5	6.0	3.188	0.253
	02-08-11	0.6	4.3	3.594	0.132		02-08-11	0.6	4.3	3.594	0.132
	02-08-13	0.2	4.4	3.223	0.109		02-08-23	5.4	10.9	4.957	0.438
	02-08-24	1.0	4.0	3.398	0.082		02-08-24	1.0	4.0	3.398	0.082
	Average	1.6	5.9	3.542	0.213		Average	1.6	5.9	3.542	0.213
Iksan-chon	02-08-06	2.9	12.2	4.285	0.920	Iksan-chon	02-08-06	2.9	12.2	4.285	0.920
	02-08-08	5.3	9.2	3.926	0.562		02-08-08	5.3	9.2	3.926	0.562
	02-08-11	2.9	12.6	7.470	1.104		02-08-11	2.9	12.6	7.470	1.104
	02-08-13	3.0	13.4	6.659	1.520		02-08-13	3.0	13.4	6.659	1.520
	02-08-24	-	12.2	22.720	2.334		02-08-24	-	12.2	22.720	2.334
	Average	3.5	11.9	9.012	1.288		Average	3.5	11.9	9.012	1.288
Gimje	02-08-06	0.0	17.5	10.399	0.993	Gimje	02-08-06	0.0	17.5	10.399	0.993
	02-08-08	4.2	8.0	2.561	0.377		02-08-08	4.2	8.0	2.561	0.377
	02-08-11	2.6	8.2	5.698	0.423		02-08-11	2.6	8.2	5.698	0.423
	02-08-13	1.7	8.0	5.484	0.424		02-08-13	1.7	8.0	5.484	0.424
	02-08-24	3.3	8.1	5.565	0.399		02-08-24	3.3	8.1	5.565	0.399
	Average	2.4	10.0	5.941	0.523		Average	2.4	10.0	5.941	0.523

동진강1 지점은 강우기 동안의 BOD는 0.4 ~ 1.3mg/L, 평균 0.8mg/L로서 I 등급의 수준을 유지하고 있었으며, 신태인 지점은 평균 1.1mg/L로서 수질기준 II급수이며, 정읍천4는 평균 2.2mg/L로서 역시 II급수 수준이지만, 동진강3

지점은 다소 농도가 높은 3.2mg/L로서 수질기준 III급수를 나타내었다. T-N은 지천인 정읍천 4 지점에서 가장 높은 3.457~5.805mg/L이며, 본류 구간은 동진강1이 2.066~3.025mg/L, 신태인 2.366~3.682mg/L, 동진강3 2.698

Table 3. Ratio of water quality concentration between dry and rainy days on Mangyeong river

Station	BOD			COD			T-N			T-P		
	Dry day (mg/L)	Rainy day (mg/L)	Dry / rainy	Dry day (mg/L)	Rainy day (mg/L)	Dry / rainy	Dry day (mg/L)	Rainy day (mg/L)	Dry / rainy	Dry day (mg/L)	Rainy day (mg/L)	Dry / rainy
Gosan	1.2	0.3	3.8	3.9	3.0	1.3	3.2	2.3	1.4	0.050	0.028	1.8
Soyanchon	1.1	1.5	0.7	6.4	4.4	1.5	5.9	3.8	1.6	0.103	0.070	1.5
Jeonjuchon	6.7	4.2	1.6	20.6	11.1	1.9	13.2	7.8	1.7	1.065	0.875	1.2
Samnye	3.5	1.6	2.2	8.2	5.9	1.4	3.8	3.5	1.1	0.235	0.213	1.1
Iksanchon	15.8	3.5	4.5	39.1	11.9	3.3	39.7	9.0	4.4	3.683	1.288	2.9
Gimje	8.1	2.4	3.4	13.3	10.0	1.3	9.7	5.9	1.6	0.559	0.523	1.1

Table 4. Ratio of water quality concentration between dry and rainy days on Dongjin river

Station	BOD			COD			T-N			T-P		
	Dry day (mg/L)	Rainy day (mg/L)	Dry / rainy	Dry day (mg/L)	Rainy day (mg/L)	Dry / rainy	Dry day (mg/L)	Rainy day (mg/L)	Dry / rainy	Dry day (mg/L)	Rainy day (mg/L)	Dry / rainy
Jeonjuchon	6.7	4.2	1.6	20.6	11.1	1.9	13.2	7.8	1.7	1.065	0.875	1.2
Samnye	3.5	1.6	2.2	8.2	5.9	1.4	3.8	3.5	1.1	0.235	0.213	1.1
Iksanchon	15.8	3.5	4.5	39.1	11.9	3.3	39.7	9.0	4.4	3.683	1.288	2.9
Gimje	8.1	2.4	3.4	13.3	10.0	1.3	9.7	5.9	1.6	0.559	0.523	1.1

~4.957mg/L로서 하류로 갈수록 높은 농도를 나타내었다.

T-P 역시 강우기 동안에는 정읍천4 지점의 농도가 가장 높게 나타났는데 0.231~0.432mg/L를 유지하고 있었으며, 본류 구간은 하류로 갈수록 오염도가 높게 나타났다. 동진강1의 T-P는 0.054~0.165mg/L, 신태인 지점은 0.063~0.542mg/L였으며, 최하류부인 동진강3 지점에서는 0.123~0.563mg/L을 나타내었다.

다. 평수기와 강우기의 수질비교

강우기 21회 및 평수기 5회의 수질조사 결과를 통해 평균 수질을 비교하면 BOD는 소양천 지점을 제외하고는 모두 평수기가 강우기에 비해 1.6~4.5배 높게 나타났으며, COD는 1.3~3.3배 높은 것으로 조사되었다. T-N과 T-P는 모든 조사지점에서 강우기의 농도가 평수기에 비해

낮은 것으로 조사되었으며, T-N은 평수기가 강우기에 비해 1.1~4.4배 높게 나타났으며, T-P는 1.1~2.9배 높게 나타났다 (Table 3~Table 4).

특히 익산천 지점의 강우기 수질농도가 평수기에 비해 월등히 낮은 것으로 조사되었는데 이는 상류에 위치한 익산시 축산폐수처리장의 방류수 영향 때문인 것으로 판단된다. 익산시 축산폐수처리장은 관거를 이용한 합류식으로 설계되어 있고, 폐수처리 효율이 매우 낮기 때문에, 평수기에는 고농도의 처리수가 방류되어 익산천의 수질농도가 높게 나타나지만, 강우기에는 강우 유출수와 축산폐수가 혼합되어 하천으로 방류되기 때문에 익산천의 수질농도가 낮게 나타나는 것으로 판단된다.

동진강 유역은 모든 지점에서 평수기의 농도가 강우기보다 높게 나타났는데, BOD는 1.4~3.2배, T-N 1.2~1.8배, T-P 1.0~4.5배였다. 특히 신태인 지점의 수질농도가 평수기와 강우기의 조사결과가 큰 차이를 나타내었다.

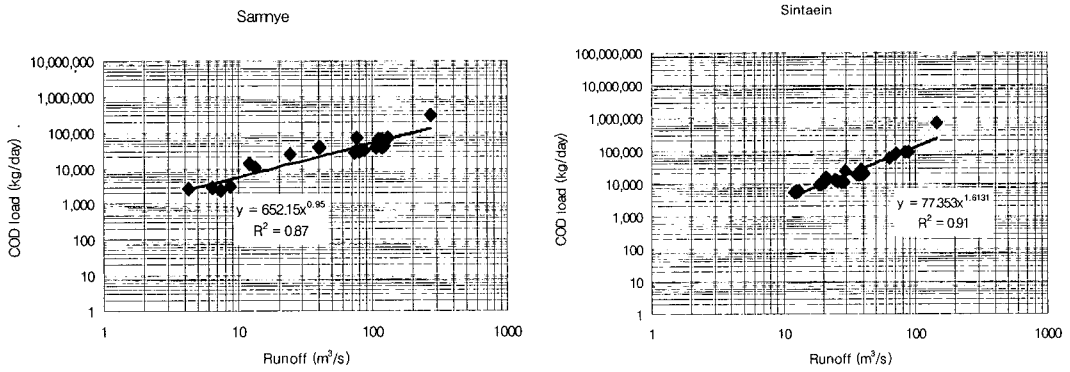


Fig. 2. Correlation diagram between runoff and COD load on Samnye and Sintaein station

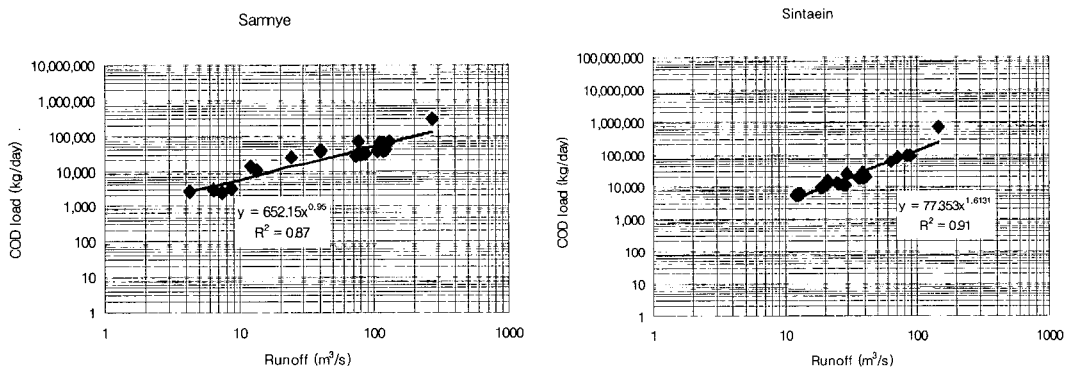


Fig. 3. Correlation diagram between runoff and T-N load on Samnye and Sintaein station

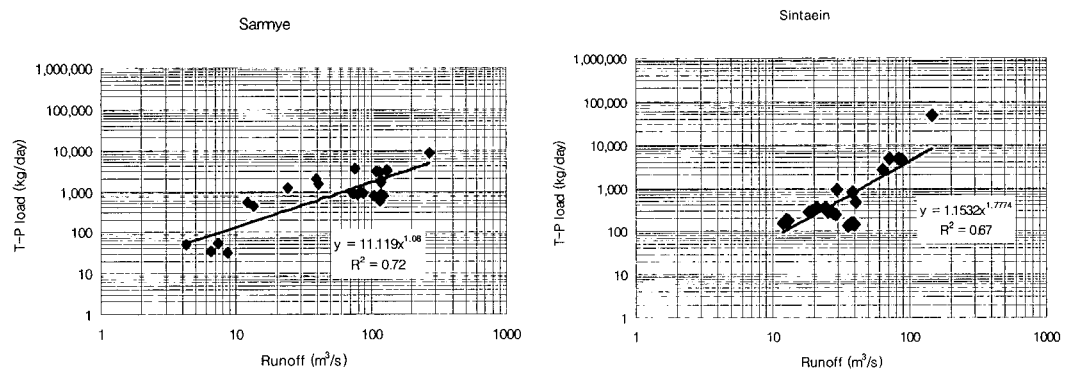


Fig. 4. Correlation diagram between runoff and T-P load on Samnye and Sintaein station

2. 오염부하량

홍수기에 강우에 의해 발생하는 비점원 오염 부하량은 평수기의 오염부하에 비해 매우 다른 부하특성을 가진다. 그러므로 홍수기에 집중적으로 발생하는 비점원 부하에 의한 하천의 수질 부하 특성을 파악하기 위해, 강우가 있는 홍수기에는 강우 사상별로 매 5회 동안 오염부하량 조사를 실시하였다.

오염부하량 산정은 평수기와 강우기에 실측 수질농도와 그 당시의 하천유량을 곱하여 산정하였으며, 유량과 부하량과의 회귀식을 도출하였다. 새만금 유역의 오염부하량 분석은 만경강과 동진강의 수문 대표지점인 삼례와 신태인 지점에 대해 COD 및 T-N, T-P 수질항목에 대해 유량-부하량 관계식을 구하였다 (Fig 2~Fig 4).

만경강의 본류인 삼례 지점에 대해 부하량 조사에 따른 수질항목별 유량-부하량 관계를 수질항목별로 지수식으로 나타내었다. 유량과 부하량 관계식의 결정계수는 COD 0.87, T-N 0.97, T-P는 0.72로서 비교적 상관성이 높은 것으로 나타났다.

동진강의 본류인 신태인 지점의 수질항목별 유량-부하량 관계식도 모두 지수함수식으로 표현되었으며, 유량과 부하량 관계식의 결정계수는 COD와 T-N은 모두 0.91로서 상관성이 높게 나타났으나, T-P는 0.67로서 다소 낮게 나타났다.

IV. 요약 및 결론

새만금 상류하천인 만경강과 동진강의 본류 및 지천 10개 지점에 대해 홍수기 및 평수기 수질 및 오염부하량 조사결과, 수질농도는 대부분의 지점에서 평수기 보다 홍수기의 농도가 낮게

나타났다. 이는 강우 초기에 나타나는 비점원 오염물질에 의한 수질악화 현상이 강우가 지속되면서 홍수량에 의해 농도가 희석되기 때문인 것으로 생각된다. 특히 점원오염물질의 배출이 많은 만경강의 익산천과 전주천, 동진강의 정읍천 지점에서는 홍수기 수질농도가 평수기 보다 훨씬 낮게 나타났다. 따라서 홍수기에는 오염물질 부하량이 평수기 보다는 높지만, 수질농도는 강우가 지속되면서 점차 낮아지는 것으로 판단된다.

만경강과 동진강의 수문 대표지점인 삼례와 신태인 지점의 유량-부하량 회귀식을 구한 결과 본 조사결과에서는 모두 지수함수식으로 나타났다. 회귀식의 결정계수는 BOD가 0.87~0.91, T-N 0.91~0.97로서 높은 값을 나타내었으며, T-P는 0.67~0.72로서 조금 낮게 나타났다. 이러한 결과는 화옹 간척지구 상류유역에서 조사된 유량-부하량 관계식과 유사한 경향을 나타내었다 (윤춘경 외, 2001). 따라서 새만금 유역의 오염부하량은 수질농도 특성과는 달리, 하천유량이 많은 강우기에 높게 나타나고, 상대적으로 유량이 적은 평수기에는 낮게 나타나는 결과를 보였다.

참고문헌

1. 농업기반공사 농어촌연구원, 2002, 새만금호 수질 관리 및 수환경개선 조사연구(III).
2. 엄명철, 2004, 하구담수호 유역의 시공간적 오염 물질 배출구조 해석, 서울대학교 박사학위논문.
3. 엄명철, 이광야, 권순국, 2003, 만경강 유역의 오염부하 유출특성에 관한 연구, 2003년도 한국농공학회 학술발표논문집, pp.607-610.
4. 윤춘경, 전지홍, 함중화, 2001, SWMM과 회귀분석법에 의한 유역의 오염부하량 산정 비교, 한국물환경학회지 17(2), pp.157-168.
5. 윤춘경, 함중화, 2000, SWMM과 WASP5 모형을 사용한 하구담수호의 수질예측, 한국환경농학회지, 19(3), pp.252-258.