

새만금유역 수질현황 및 개선대책



윤 춘 경
건국대학교 환경과학과

1. 서 론

새만금사업에서 가장 치열한 논쟁대상이 대상이 되고 있는 한 부분이 새만금호 수질문제이다. 이는 1996년 시화호의 수질오염이 사회문제화 된 이후 국민들의 관심이 증대하면서 새만금호가 제2의 시화호가 되지 않을까하는 우려가 있었으며, 만약 새만금호 수질에 대하여 안심할 수 없다면 새만금호가 주변지역과 조성될 토지의 주요 용수원이기 때문에 새만금사업 추진 자체가 어렵게 될 수 있기 때문이다. 이 글에서는 새만금호 수질에 영향을 미치는 새만금유역의 오염부하량을 검토한 후에, 이를 저감시키기 위한 정부의 수질개선대책 추진현황 소개, 새만금유역내 수질 변화 조사, 그리고 다른 담수호 수질 등과 비교 검토하면서 새만금호의 수질문제에 대한 전반적인 이해를 돕고자 한다.



그림 1 새만금 유역구분도

2. 새만금유역 오염부하량

2001년도 새만금사업에 대한 정부조치계획을 확정된 후에 새만금유역의 오염현황변화를 파악하기 위하여 1998년과 2002년도 사이에 주요 오염원 및 오염부하량 변화를 비교분석하고자 한다.

가. 오염원 현황

1) 인구 현황

새만금유역은 그림 1과 같이 크게 동진강유역, 만경강유역, 그리고 서해안유역으로 구분된다. 표 1에 살펴보면 만경강유역이 가장 인구가 많고 동진강유역과 서해안유역 순인데 인구변화가 거의 없이 약 130만여명이 유역내 거주하고 있다.

표 1 유역별 인구현황 및 변화

(단위: 명)

유역	1998년	2002년
합계	1,348,438	1,338,711
만경강유역	1,008,846	954,299
동진강유역	242,500	240,745
서해안유역	97,091	143,667

2) 축산 현황

새만금유역 축산현황은 표 2와 같다. 사육두수는 매년 축산환경에 따라 변동이 있는데 1998년과 2002년을 비교해보면, 젓소와 한우는 동진강유역에서 사육두수가 증가하였으며, 돼지와 가

표 2 새만금 유역별 가축사육두수 현황 및 변화

(단위: 두)

유역	구분	1998	2002
합계	한우	110,768	71,280
	젓소	24,074	21,517
	돼지	554,013	791,492
	가금	9,771,178	11,234,405
만경강유역	한우	27,683	24,282
	젓소	4,766	5,938
	돼지	323,324	405,993
	가금	3,680,990	6,554,798
동진강유역	한우	65,847	36,541
	젓소	15,950	13,314
	돼지	175,166	344,552
	가금	4,366,790	3,076,893
서해안유역	한우	17,238	10,457
	젓소	3,358	2,265
	돼지	55,524	40,947
	가금	1,723,399	1,602,714

금은 만경강유역에서 사육두수가 증가하였다. 유역 전체적으로 살펴보면 젓소 및 한우는 1998년도에 비해 2002년 사육두수가 감소하였으나, 돼지와 가금은 1998년도에 비해 증가한 것으로 나타났다.

3) 토지이용 현황

새만금유역은 산지와 농경지가 85%정도 차지하여 전반적으로 전형적인 농촌유역으로 분류할 수 있으며, 표 3에서 나타나듯이 전체적으로 큰 변동이 없는 것으로 나타났다.

나. 배출부하량 현황

새만금유역의 배출부하량이 표 4에 요약되어 있는데, 총배출 부하량이 감소하는 추세이다. 만경강유역은 1998년과 비교하여 2002년도 오염배출부하량이 전체적으로 감소하였는데, 이는 생

활계와 축산계에서 감소하였고 특별히 산업계에서 현저한 감소가 주요한 원인으로 판단된다. 반면에 동진강유역의 경우 BOD 부하는 1998년도와 비교해 볼 때 거의 유사하였으며 T-N부하량은 다소 감소하는 경향을 나타내었으나, T-P의 경우 부하량이 증가하였는데, 이유는 축산계 및 양식장에서의 부하량 증가가 주요 원인으로 나타났다. 산업계에서 감소한 이유는 1998년의 처리형태와 비교하여 대부분의 산업체가 위탁 처리하거나 개별처리 후 혹은 원폐수를 하수종말처리시설에 유입처리하기 때문에 산업체로부터의 직접방류량이 현저히 줄어들었기 때문으로 판단된다. 양식장 부하량은 만경강 유역에서는 매우 낮았고 1998년 부하량과 비교하였을 때 2002년에 감소하였는데, 동진강 유역에서는 양식장 부하량이 상당히 높았다. 이 기간에 신설된 환경기초시설로는 동진강유역의 김제시 하수종말처리장과 정읍시하수종말처리장 등이 있으며, 만경강유역에는 김제축산폐수처리장과 완주군분뇨축산폐수처리장, 그리고 삼례하수종말처리장 등이 있다. 이들에 의해 동진강유역 생활계부하량 삭감은 BOD 3.258 kg/day, T-N 262.1 kg/day, T-P 27.5 kg/day이며, 만경강유역에서는 BOD 396.8 kg/day, T-N 77.8 kg/day, T-P 6.1 kg/day 정도로 생활계오염부하량 저감에 기여한 것으로 나타났다. 만경강유역에 신설된 축산폐수시설에 의한 부하량 삭감은 BOD 5,279.2 kg/day, T-N 1,106.4 kg/day, 그리고 T-P 96.9 kg/day 정도이다.

3. 새만금 수질보전대책

새만금 환경보전대책에 따라 2001년 이후 새만금 상류유역 수질개선을 위한 관련 부처 (환경부, 농림부, 전북도)의 노력으로 하수처리장 건설, 고도처리시설 설치, 하수관거 정비, 축산분뇨관리 등 환경기초시설의 확충과 함께 우리나라에서는 최초로 신규 하수처리시설, 하수처리장 운영관리 등에 대한 민간투자사업의 유치를 완료하여 2004년 8월 현재 착공하였다. 이와 같은 환경기초시설의 설치 및 운영관리체제의 혁신과 함께 산업오염

표 3 새만금 유역별 토지이용현황 및 변화

(단위: ha)

유역	1998년						2002년					
	전	답	임야	대지	기타	합계	전	답	임야	대지	기타	합계
합계 (%)	29,627 (10.1)	91,790 (31.2)	121,955 (41.7)	9,893 (3.4)	39,785 (13.6)	292,429 (100.0)	30,312 (9.8)	90,851 (29.4)	126,546 (40.9)	10,651 (3.4)	51,002 (16.5)	309,362 (100.0)
만경강유역	13,342	34,777	70,247	5,500	17,955	141,821	13,000	33,495	68,656	5,877	19,616	140,646
동진강유역	12,540	35,072	38,955	2,970	13,927	103,463	13,393	36,927	44,382	3,331	16,092	114,125
서해안유역	3,745	21,320	12,753	1,424	7,904	47,145	3,919	20,430	13,505	1,443	15,294	54,591

표 4 새만금 유역별 총배출부하량

(단위: kg/day)

유역	오염원	1998			2002		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
합계	생활계	39,847	14,236	1,596	36,124	14,865	1,421
	축산계	19,314	11,774	1,531	18,510	12,368	1,495
	산업계	5,916	2,325	194	996	670	108
	양식장	11,314	2,201	607	16,745	3,248	891
	온천	16	59	1	16	59	1
	토지이용	11,688	13,034	999	13,869	14,124	1,088
	매립장	81	8	1	0	0	0
	소계	88,175	43,638	4,929	72,391	31,210	3,916
만경강유역	생활계	25,627	10,134	1,093	24,279	10,987	978
	축산계	8,142	4,940	742	5,679	3,983	499
	산업계	3,338	1,851	153	679	330	28
	양식장	1,097	214	59	135	26	7
	온천	14	58	1	14	58	1
	토지이용	5,667	5,893	445	6,876	5,954	466
	매립장	81	8	1	0	0	0
	소계	43,966	23,098	2,495	30,787	15,384	1,512
동진강유역	생활계	10,147	3,120	373	8,200	2,965	333
	축산계	9,568	5,873	671	11,691	7,631	909
	산업계	2,316	421	38	241	307	79
	양식장	6,070	1,180	325	11,846	2,300	632
	온천	0	0	0	0	0	0
	토지이용	4,053	4,854	365	4,637	5,447	408
	매립장	0	0	0	0	0	0
	소계	32,154	15,446	1,771	31,977	13,203	1,953
서해안유역	생활계	4,073	982	131	3,645	913	110
	축산계	1,605	961	117	1,141	755	87
	산업계	263	54	4	76	33	2
	양식장	4,146	807	223	4,764	922	252
	온천	1	1	0	1	1	0
	토지이용	1,968	2,288	189	2,356	2,723	214
	매립장	0	0	0	0	0	0
	소계	12,055	5,093	664	9,627	2,624	451

수관리, 화학비료 사용량 저감과 친환경농업 시행 등 비점오염 관리, 생태하천건설 등 다각적인 노력을 해오고 있어, 수년 내 본격적인 수질개선효과를 기대할 수 있는 여건이 마련되었다. 여기에서는 새만금 상류유역 수질개선과 관련한 새만금 환경대책의 당초계획과 추진상황, 추가적인 조치계획 등의 내용을 소개하여 새만금 수질문제에 대한 이해를 돕고자 한다.

가. 당초계획 및 추진현황

1) 2001. 5. 25 정부조치계획 (당초 계획)

2001년 5월 새만금 정부조치계획에 따른 새만금호 상류 수질 개선대책의 개요는 표 5와 같으며, 총사업비 11,859억원을 투자하여 하수 및 축산 분뇨처리시설 등을 추진하도록 하였다. 상류수질대책의 주요 내용은 농림부, 환경부, 전라북도 등 관계부처에서 축산분뇨처리시설, 하수처리시설, 하수고도처리시설 등을 신규 또는 증설하고, 하수관거 정비를 실시하는 내용으로 구

표 5 새만금 상류유역 수질보전대책

구 분	사 업 내 용	공 사 기 간	사업비 (억원)	비 고
상류유역대책 <농림부+환경부+전라북도>		2001~2011	11,859	만경/동진
○농림부			553	
- 축산분뇨처리시설 등	분뇨처리 315, 퇴비사 622개소	2001~2011	553	
- 농경시비량 감축	감축목표 30%	2001~2011		
○환경부·전북도			11,306	
- 하수처리시설	23개소 (213천톤/일)	2001~2005	3,410	
- 하수고도처리시설	6개소 (전주·익산·김제등)	2001~2011	433	
- 하수관거정비	전주, 익산등 2,820km	2001~2011	7,463	
전주권그린벨트녹지보전	-	-	-	

성되어 있다.

2) 2003년말 현재까지 추진사항

가) 하수처리시설

하수처리시설 23개소에 3,410억원 투자계획으로 2003년까지 1,955억원으로 총 사업비의 57% 확보하였으며, 전주와 부안 하수(고도)처리시설은 당초 계획한 공사를 차질없이 추진하고 있다.

- 전주 하수(고도)처리시설 100,000 m³/일 (정재 공정 60%)
- 부안 하수(고도)처리시설 8,000 m³/일 (시험가동 중)
- 정읍 시산하수처리시설 1,500 m³/일 (정읍하수처리시설 연계관로 실시계획 중)

나) 하수고도처리시설

하수고도처리시설 6개소에 433억원 투자계획으로 2005년까지 2개소의 2011년까지 4개소 완료계획으로 총 사업비의 86%를 확보하여 정상추진 중이며, 4개소(익산, 정읍, 김제, 삼례) 하수고도처리시설은 민간 제안사업으로 추진중이다.

- 전주 100,000 m³/일과 부안 8,000 m³/일은 하수처리시설 병행하여 설치공사
- 전주의 기존하수처리시설 303,000 m³/일의 고도처리시설 설치

다) 하수관거 확충정비

하수관거 확충정비는 2011년까지 연차적으로 2,820 km에 7,463억원 투자계획으로 2003까지 1,245억원(16%)을 확보 표 6과 같이 지속적으로 확충하고 있다.

라) 민간투자사업

민간투자사업은 2004년 8월말 현재 4시·2군 18개소 하수처리시설의 협상 완료하여 착공하였으며, 환경기초시설의 일관 설치 및 운영의 계기가 마련되어 자치단체의 재정부담 완화와 수질 개선 등 가시적인 효과가 기대된다. 민간투자사업에 따른 민간사

표 6 하수관거 확충 정비사업 추진실적

구분	계		2001년		2002년		2003년	
	사업량 (km)	사업비 (억원)	사업량 (km)	사업비 (억원)	사업량 (km)	사업비 (억원)	사업량 (km)	사업비 (억원)
5시 5군	473	1,245	166	378	154	495	153 (85.3)	372

업시행자에 의한 환경기초시설 운영은 방류수질 기준 이하의 보증 수질을 만족하도록 시행되는 것이 일반적인 추세로 환경기초 시설 운영의 전문화, 효율화 등의 효과가 기대된다. 그밖에도 환경기초시설 운영의 전문화, 효율화 등의 효과, 그리고 환경기초 시설 운영관리의 내실화 등 부수적인 효과 등으로 결국 새만금 유역 수질개선에 크게 기여할 것으로 예상된다.

마) 화학비료 시비량 감축 실적

당초 목표는 농경지의 화학비료 사용량을 30% 감축함으로써 비점오염 저감을 도모하도록 하였는데, 2003년말 현재 전북도 화학비료 사용량은 2000년말 기준 47%로 이미 53%저감하여 목표를 초과 달성하였다(표 7). 화학비료 사용량 감소의 원인은 농자재 정부보조금의 감축으로 불필요한 농자재 구입이 줄게 되었고, 친환경 농업에 대한 농민 의식의 변화, 그리고 관계기관 등의 적극적인 시비량 저감홍보 노력의 결과 등의 복합적인 것으로 보인다. 따라서 앞으로 화학비료 사용량은 현재보다 감소할 것으로 추정된다.

표 7 전라북도 연도별 화학비료 사용량

구 분	2000년	2001년	2002년	2003년
사용량(톤)	250,081	244,823	126,351	118,575
% (2000년 기준)	100%	97%	50%	47%

바) 축산분뇨 처리 실적

1998년~2002년 동안 축산분뇨 처리율은 87%에서 97.2%로 크게 개선되었으며, 표 8과 같이 축산농가의 호당 사육규모가 급격히 증가하면서 전업농가 (법규제대상농가) 비율이 높아지고 이들 농가는 모두 축산폐수처리시설을 갖추고 사육함에 따라 축사폐수 처리율이 증가하였고, 특히 2002년말 현재 법적 규제대상 농가의 축산폐수 99.9% 처리율을 나타내고 있다.

표 8 전북도 축산농가 및 호당 사육두수

구분	1998년 (A)	2002년 (B)	비율 (B/A)	비고
축산농가수	소	34,434	17,814	51.7%
	돼지	4,036	2,959	73.3%
호당사육두수	소	8	11	137%
	돼지	203	381	187%

나. 당초계획에 추가하여 추진하는 시책

1) 당초계획을 보완하여 추진하는 시책

하수처리장은 당초 23개소이었으나 1개소 (완주 이서하수처리장)를 추가하여 24개소로 증가하였으며, 하수고도처리시설은 6개소에서 18개소 (군산 5, 익산 2, 정읍 2, 김제 5, 완주 3, 부안 1개소)를 추가하여 총 24개소로 증가하였다. 축산분뇨처리대책에서는 당초처리율 목표94%를 98%로 상향조정하여 추진중이며, 축산업등록제를 2003년 12월부터 실시중이고, 축산분뇨 비료화사업으로 액비화시설 195개소와 축분비료유통센터 8개소를 설치하여 운영중이다. 또한 농경지 시비량도 전술한 바와 같이 감축목표 30%를 이미 초과달성하여 목표율을 61%로 상향조정하여 추진중이다. 이를 위하여 친환경농업지구 육성지원, 친환경마을조성, 친환경농업직불제, 미생물농업시험지구, 환경농업시험단지 지원육성 등 다각적으로 노력 중이다.

2) 당초계획에는 없는 신규 시책

농어촌 지역의 수질오염을 초기단계에서 예방하기 위한 자연마을 단위 마을하수도 시설을 국가시책으로 추진하고 있다. 이미 117개 마을에 설치하였으며 1,079개 마을로 확대할 계획이다. 이로 인하여 초기단계 오염물질 처리로 주민 공중보건·위생 향상 및 공공수역 수질 보전에 기여할 것으로 기대하고 있다. 오염하천 정화 사업은 하천 바닥에 깔린 오니를 준설하고 수생식물등을 식재하여 수질정화하는 국가시책인데, 새만금유역 5개 시군 8개 하천에 1999~2005동안 30,700백만원을 투자하여 하상정비, 퇴적오니준설, 자연형 호안시설 등 45.8 km를 정비중이

다. 수질오염이 상대적으로 많은 만경강에는 생태하천 가꾸기 사업을 추진하여 어도, 여울, 습지 등을 조성하여 하천의 생태를 복원하여 수질을 개선하고자 노력하고 있다. 또한, 전라북도시책으로 『강 살리기 운동』을 추진하여 민간단체와 지역주민이 자발적 참여하여 전북 4대강 및 새만금 유역 수질개선을 위하여 노력중이다. 이외에도 수질관련 환경법규를 강화하고 수질감시체계를 강화를 위하여 환경감시대를 신설하였고, 하천감시요원을 증원하였으며, 민간환경단체의 민간감시도 활성화하고 있다.

이상에서와 같이 새만금 상류유역 수질보전대책은 당초 계획에 비추어 상당히 보완 발전되고 목표대비 차질 없이 정상추진되고 있다. 본격적인 수질보전대책의 효과는 환경기초시설 신, 증설이 완료되는 2~3년 후가 될 것이며, 그 밖의 소프트웨어적 수질보전을 위한 노력들도 제대로 이루어질 경우, 새만금 상류유역 오염배출량은 크게 저감되고, 이에 따라 수질도 괄목할 만한 수준으로 개선될 것으로 예상된다.

4. 새만금유역 수질 현황

2001년 5월 새만금환경대책 중 수질보전대책은 그 동안 착실히 정상추진되어 유역내 오염물질 배출량 감소와 만경수계 수질개선 등의 실질적인 효과를 보이고 있다. 특히 2004년 8월 전북도의 환경기초시설 민간자본유치계획이 최종 계약 완료되었으므로 앞으로 이 사업이 본격적으로 진행되면 수년 내에 많은 수질 개선이 이루어질 것으로 예상된다. 여기에서는 유역내 수질변화를 검토하여 향후 보다 효율적인 수질개선대책 수립에 도움을 주고자 한다.

가. 만경강과 동진강 수질 변화

지난 3~4년 동안 새만금호 상류지역에서의 환경기초시설 신 증설이 추진 중이고 아직 본격적으로 설치되어 가동이 이루어지는 못하였으나, 만경강의 수질은 그림 2와 같이 최근 상당히 개선되고 있는 것으로 나타났다. 이는 환경기초시설에 대한 투자가 새만금 상류 수역의 하천 수질개선에 기여하겠지만, 그 외에도 다른 요인들에 의한 수질개선부분도 충분히 파악하여 수질개선대책에 반영되어야 한다는 의미로 이해할 수 있다. 1999년과 비교하여 2002년과 2003년 만경강의 월평균 수질은 BOD, 총질소(T-N), 총인(T-P) 농도가 모두 절반 정도로 감소되었다. 이처럼 만경강의 수질이 크게 개선된 데에는 그동안 환경기초시설의 보강 이외에도 용담댐 물공급으로 인한 하천 유지수량의 증대, 농업 부문에서의 비료와 농약 사용 감소, 공단지역과 하수처리장에서의 수질관리 강화 등 여러 가지 요소들이 함께 작용하였

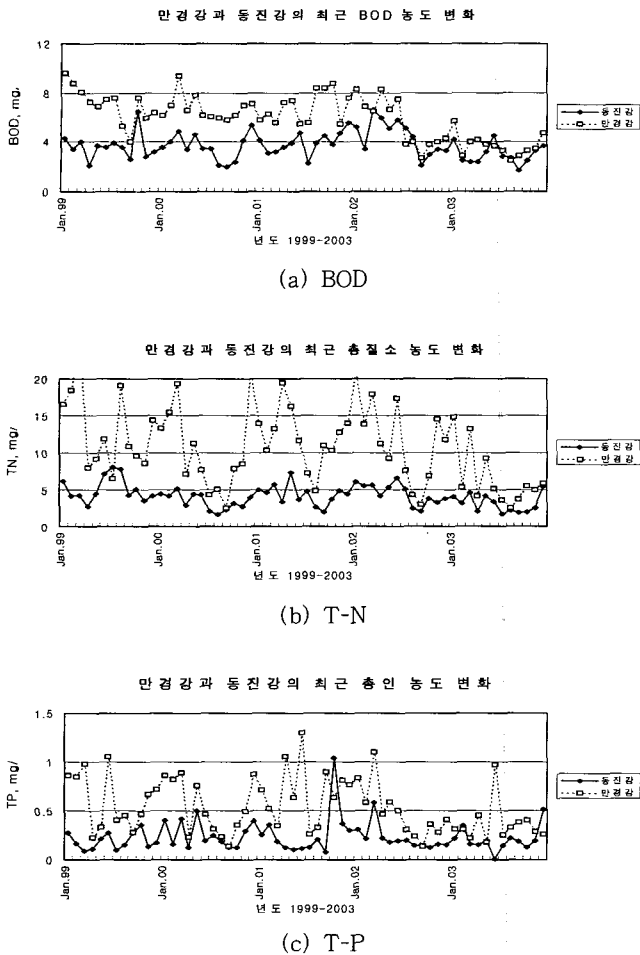


그림 2 만경강과 동진강의 수질 농도 변화

다고 판단된다.

2003년 환경부는 전주 지역의 그린벨트 해제를 빌미로 새만금 호 수질 악화의 가능성을 제기했고 이런 지적은 시민환경단체들이 새만금사업 중지를 주장하는 새로운 이유를 제공하기도 하였다. 그러나 지난 몇 년 동안 전북지역 인구변화는 미세하지만 감

소추세이며, 이동 형태도 유역내 타시도로부터 인구가동으로써 팽창일로에 있는 경기도내 용인, 분당, 수지 지구 등의 경우와는 다르다. 이런 상황에서 전주시의 그린벨트를 해제하고 그 대부분 지역을 다시 녹지지구로 묶는다고 해도 새만금호 수질에 미치는 영향은 거의 없을 것으로 예상된다. 더욱이 새로 조성되는 신도시로 인근 비도시 지역의 인구가 집중 거주할 때 하폐수의 효율적인 관리가 보다 용이해져서 하천과 호수의 수질오염 개선에 긍정적인 영향을 미치는 사례가 나타나기도 한다.

나. 만경강 수질과 용담댐 방류

용담댐은 준공 후 2002년 하반기부터 만경강 상류의 대야댐 직하류로 발전용수를 유하시켜 만경강 하천유지용수로 공급되고 있다. 2003년 방류량은 204.5백만 m^3 로써 만경강수계 연유출량의 24.4%에 달하여 하천유량증가에 상당한 역할을 하고 있다. 용담댐방류수 평균수질은 BOD 1.6 mg/L, T-N 1.58 mg/L, T-P 0.03 mg/L 정도로써 만경강 본류보다 현저히 양호하여 만경강 중하류부 수질개선에 기여하고 있는 것으로 나타났다 (그림 3과 4).

다. 전주하수종말처리장이 만경강 수질에 미치는 영향

지난 10년간 전주천지점과 만경강 본류 최하류 수질측정지점인 김제지점의 수질항목 사이의 관계는 그림 5와 같으며, 이들은 유의확률 0.01이내에서 유의성이 있는 상관관계를 나타냈다. 전주하수처리장 유입전(전주천5지점)과 유입후(전주천6지점) 수질분석 결과에 의하면 하류인 전주천6지점의 수질변화가 그 상류의 전주천5지점의 수질에 영향을 별로 받지 않으며, 오히려 그 사이에 위치한 전주하수처리장 방류수에 의한 오염부하량에 많은 영향을 받는 것으로 나타났다.

전주하수처리장의 방류량은 전주천 전체유량의 약 70%, 그리

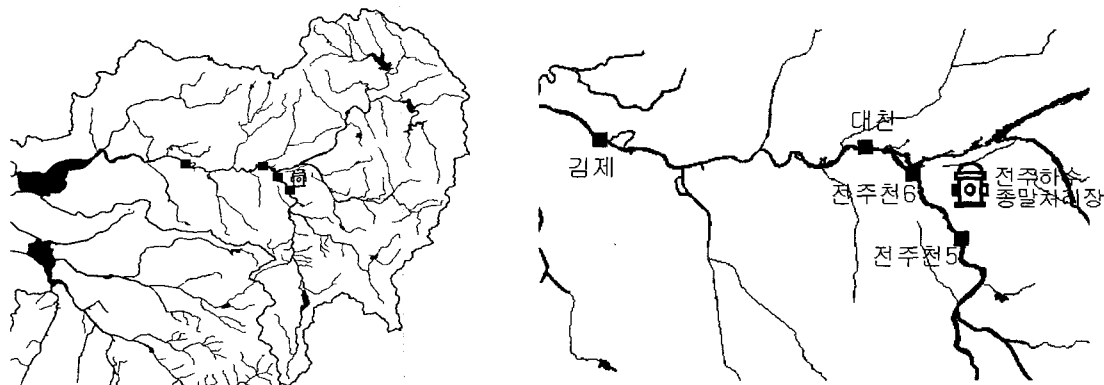


그림 3 만경강유역 수질측정지점 및 전주하수처리장 위치도

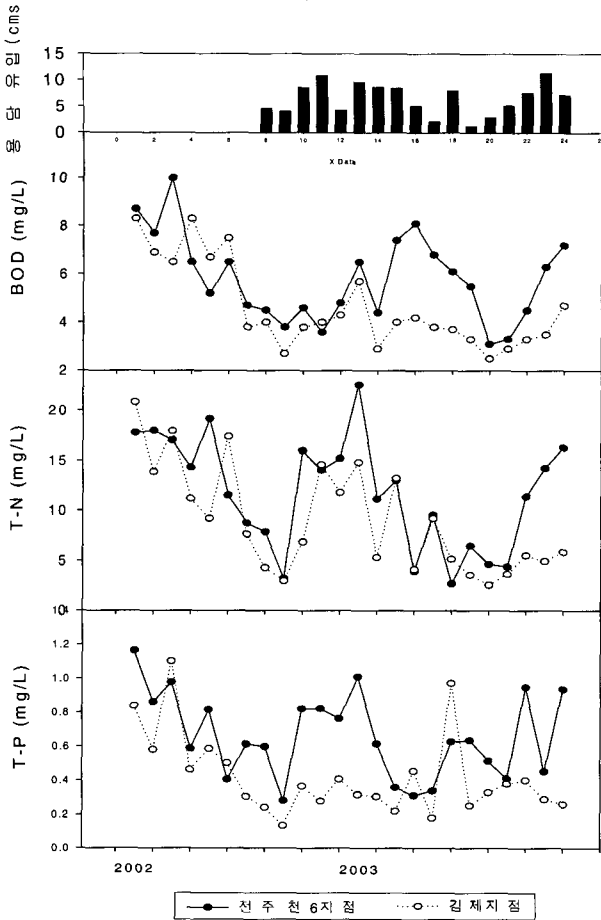


그림 4 용담댐유입량과 만경강 하류 전주천 및 김제 지점 수질변화

고 대천지점의 약 60%로 하천유량의 매우 많은 부분을 차지한다. 그림 6에 의하면 전주하수처리장 하류에 위치한 전주천6지점의 수질은 전주하수처리장 방류수질에 직접적으로 영향을 받고, 이 영향은 만경강 최하류부인 김제지점의 수질에도 상당한 영향을 미치게 되므로, 만경강 수질개선을 위해서는 전주하수처

리장의 처리효율제고가 필수적임을 알 수 있다.

수질이 상대적으로 나쁜 만경강의 수질개선에는 전주천의 수질개선과 용담댐으로부터의 지속적인 방류량 유지가 중요한 요소일 것으로 판단된다. 전주하수처리장은 2004년도 하반기에 고도처리시설의 시험가동을 거쳐서 2005년도부터 본격적으로 운영되어 가시적인 전주천 수질개선이 예상된다.

5. 하구담수호 새만금호의 수질

새만금사업에서 갯벌 논쟁과 함께 가장 치열한 논쟁의 대상이 되고 있는 한 부분이 새만금호 수질문제이다. 새만금호가 아직 존재하지 않는 상태에서 새만금호 문제를 검토하기 위해서는 아무래도 국내 하구담수호 중에서 새만금호와 유사한 호수를 선택해서 그곳에서 과연 어떤 일이 벌어졌는지 먼저 살펴보는 것이 좋겠다. 왜냐하면 과거 이런 하구담수호에서 벌어졌던 일이 앞으로 새만금호에서도 재발될 가능성이 높은바, 기존 하구담수호를 탄산지석으로 삼아서 새만금호 수질문제를 보다 객관적으로 검토해야 하기 때문이다.

가. 시화호 사태

이런 사항들을 염두에 두고 시화호 사태를 분석해 보면 유익할 것이다. 시화호는 방조제 길이가 12.7킬로미터에 달하고, 호수 면적 6,100 ha에 최대 3억4천만 톤의 물을 담을 수 있는 거대한 인공호수다. 새만금호의 방조제 길이가 33.2킬로미터이고 저수량이 5억3천만 톤에 이르므로 규모면에서는 새만금호나 시화호는 유사한 저수지로 분류할 수 있다 (표 9).

시화호의 경험을 살펴보는 것은 새만금호 수질문제를 이해하는 데 큰 도움이 될 것이다. 시화호는 수도권 인구밀집지역에 위치하는 대형 저수지로서 의미가 있는데, 주변에 인천·수원·안양 등의 도시가 인접하고, 주변에 바로 반월공단과 시흥시, 화성

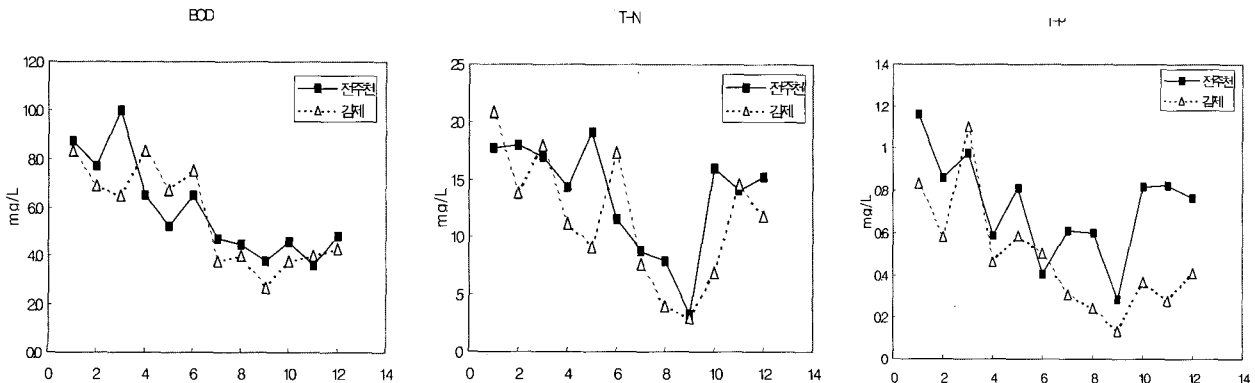


그림 5 2002년 전주천과 김제지점 월별 수질변화 비교

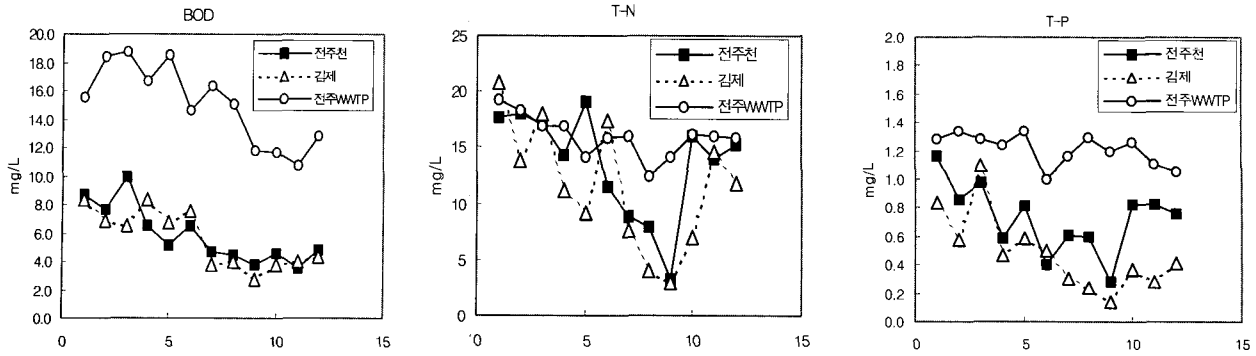


그림 6 2002년 전주하수처리장 방류수, 전주천6지점, 김제지점 월별 수질변화

표 9 시화호와 새만금호의 비교

구 분	시 화 호	새만금호
위 치	경기 화성	전북 부안
공사기간	1987~1994	1991~2013
매립면적(ha)	17,300	40,100
간척지 면적(ha)	11,421	28,300
유역면적(km ²)	476.5	3,319.0
총저수량(106m ³)	342.3	535.4
유효저수량(106m ³)	191.5	354.7
담수호 면적(ha)	6,100	11,800

군 및 안산시가 붙어 있다. 시화지구 간척사업은 한국수자원공사가 1987년 6월부터 사업을 진행해 1994년 1월에 물막이공사를 완료했다. 당초 계획에 따르면 시화 지구에는 농경지와 공업단지, 그리고 용수를 공급할 깨끗한 담수호가 조성될 예정이었다. 그러나 환경기초시설이 미처 갖추어지지 않은 상태에서 1994년 1월 방조제 물막이공사가 완료되자 반월공단과 안산시의 폐수가 바로 시화호로 쏟아져 들어오기 시작했고, 시화호는 삽시간에 '죽은 호수'로 변해 버렸다.

시화호의 수질은 1996년 6월에 BOD가 거의 20 mg/L까지 치솟을 정도로 악화되었는데, 이것은 안양천이나 증량천이 연중 최악의 수질을 나타낼 때나 볼 수 있는 수질이다. 호수 면적만 해도 6,000 ha나 되는 거대한 호수가 이런 수질을 나타낼 정도면 거의 최악의 사태에 이르렀다고 볼 수 있다. 사정이 이렇게 되자 환경단체 등이 나서서 정부를 비난하는 성명을 잇달아 발표하였다. 당황한 정부는 학자들을 동원해서 시화호 수질오염에 대한 본격적인 조사에 나섰고, 이후 수질개선 대책을 두고 몇 년 동안 환경단체들과 정부 사이에 지리한 공방전이 펼쳐졌다. 1997년 1월 정부는 시화호의 담수화 계획을 완전 백지화하였고, 이후 해수호로 관리하고 있다. 시화호의 실패는 쓰라린 경험이다. 수자원이 부족한 나라에서 1조원이 넘는 공사비를 들여서 어렵게 수

도관에 초대형 호수를 건설했는데 수질 악화로 포기할 수밖에 없었으니, 정부나 실제 공사를 담당했던 수자원공사는 물론 수도권 모든 주민들에게 참으로 안타까운 일이다. 이러한 분위기에서 시민환경단체들은 새만금호가 시화호의 재판이 될 것이라는 주장을 펼치고 있는데, 일반 대중은 물론 호수 수질문제에 밝지 않은 대다수 환경문제 전문가들조차도 적지 않게 공감하는 듯하다.

새만금호도 그렇지만 시화호도 위용을 자랑하는 거대호수이다. 호수 표면적이 6,000 헥타르라면 그 규모는 여의도 면적의 거의 14.5배에 이른다. 시화호는 갯벌 끝부분에 방조제를 쌓아서 만든 호수이기 때문에 가장 깊은 곳이라고 해봐도 수심이 10미터 정도에 불과하고 전체적인 형상은 거대한 접시에 가득 물이 담긴 모양을 상상하면 된다. 수질전문가의 입장에서 본다면 시화호는 설계 자체에 결정적인 두 가지 문제점을 가지고 있는데, 그것은 호수 상류로부터 유입되는 하천수의 양이 호수 규모에 비해서 지나치게 적다는 점과 호수 물을 바다로 빼내는 배수갑문이 호수의 한 귀퉁이에 위치하고 있다는 점이다. 유입 하천수의 양이 적다는 것은 일단 호수 수질이 악화되었을 때 오염된 호수물을 희석시켜 더 이상 수질이 오염되지 않도록 할 가능성이 낮다는 것을 의미한다. 또 배수갑문이 한구석에 위치하면 오염된 호수물을 바다로 원활히 배제할 수 없기 때문에 호수 자체의 수질 정화 기능이 크게 약화된다.

이렇게 설계 자체의 문제점을 고스란히 안은 채 시화호가 준공되기에 이르렀는데, 설상가상으로 시화호 바로 인근에 위치하는 반월공단에서 쏟아지는 막대한 양의 오염물질을 정화처리하는 폐수처리장도 미처 준공되지 않은 상황이었다. 그리고 시화호 사태의 결정적인 주범이라고 할 수 있는 간척지 호수의 담수화 과정이 바로 문제를 촉발시키는 기폭제가 되었다. 간척지 조성을 위해서 방조제를 막으면 그 안쪽 갯벌은 바닷물이 그대로 차있는 상태다. 따라서 모든 간척지 호수는 처음에는 해수호로서 출발하는데, 호수 상류의 하천으로부터 민물이 공급되면서 조금씩 바닷

물이 민물로 바뀌는 과정을 거치게 된다. 썰물 시기에 맞추어 갑문을 개방해 바닷물을 조금씩 빼내면서 그 빠져나간 만큼 하천의 민물로 채우는 것이다. 이런 호수 담수화에 걸리는 기간은 간척지 호수마다 크게 다른데 상류로부터 얼마나 많은 하천수가 공급되는가에 따라서 달라진다. 우리나라는 여름 한철 장마 기간 동안 하천수가 갑자기 불어나기 때문에 이때에는 담수화가 빠르게 진행되지만 그렇지 않은 경우에는 담수화의 속도가 상당히 느리다.

그런데 원래 바닷물에 잠겨 있던 지역이 민물지역으로 바뀌는 과정에서 많은 생태환경 변화가 일어난다. 바닷물 속 어류, 조개류, 갑각류, 연체동물 등은 물론 동식물성 플랑크톤과 수초들, 철새들에 이르기까지 모든 생물들의 조성에 일대 전환이 일어난다. 유영능력이 있는 일부 어류들은 갑문이 열렸을 때 바다로 탈출하겠지만 이동 속도가 느리거나 아예 이동이 불가능한 대다수 생물들은 대부분 그 자리에서 죽고 그 빈 자리를 담수성 생물들이 자라게 된다. 원래 바닷물이 자유롭게 유통하던 곳, 그래서 반월공단과 안산시에서 쏟아지던 오폐수들도 바닷물에 쉽게 희석되어 아직은 수질오염문제가 부각되지 않던 그곳이 갑자기 방조제로 막혀버렸다. 물의 이동은 폐쇄되었고 그럼에도 불구하고 오폐수 유입량은 그대로 유지되었다. 그러자 반월공단에 가까운 쪽부터 수질오염이 심화되기 시작한다. 한편 시화호 상류로부터 유입되는 하천수는 갈수기를 맞아서 그 양이 극도로 줄었음에도 불구하고 하천수의 유입지점부터 해양성 동식물들이 죽어버리는 사태가 발생하고, 이 현상은 점차 호수 중앙으로 파급된다. 더구나 호수 속에서 죽은 생물들이 부패하면서 수질악화를 더욱 부추긴다.

이런 오폐수의 지속적인 유입과 해양성 생물들의 갑작스런 사멸이 동시에 진행되면서 시화호의 수질은 날이 갈수록 악화된다. 결국 호수의 자정능력을 넘어서는 지경에까지 이르게 되었다. 자정능력이란 호수가 스스로 오염물질을 분해해서 수질을 개선할 수 있는 능력을 말하는데, 수질오염의 심화로 이런 자정능력이 손상되면 호수는 스스로 오염을 가속화시켜 극도의 수질악화 현상을 보이게 된다.

설상가상으로 호수에 유입된 민물이 호수 표면을 뒤덮어서 호수 윗물과 아랫물을 완전히 구별 짓는 뚜렷한 성층구조가 형성된다. 원래 바닷물은 민물에 비해서 비중이 크기 때문에 호수로 유입되는 민물은 바닷물과 바로 섞이는 것이 아니라 자연스럽게 호수 표층으로 모이게 된다. 이렇게 되자 호수 밑바닥에 가라앉은 죽은 생물체들이 부패하면서 호수 아래층의 바닷물은 산소고갈 사태에 이르고, 그 결과 수질 악화는 더욱 심화된다. 바로 이와 같은 일이 시화호 담수화 초기에 일어났으며, 그렇게 해서 그 거

대한 시화호는 견잡을 수 없는 극도의 수질오염 사태에 빠졌던 것이다.

그런데 국내 그 많은 다른 하구담수호에서는 발생하지 않았는데 왜 시화호에서만 이런 불행한 사태가 벌어졌을까? 여기에 대한 해석은 이렇다. 다른 하구담수호 역시도 바닷물이 민물로 바뀌는 과정에서 시화호처럼 해양생물들이 한꺼번에 사멸하는 일이 발생하는 것은 마찬가지다. 하지만 다른 담수호들의 경우에는 시화호보다 상류에서 유입되는 하천수의 양이 상대적으로 많아서 죽은 생물들의 부패로 수질이 크게 악화되기 전에 그 물을 바다로 밀어낼 수 있었다. 다시 말해서, 상류 하천으로부터 공급되는 하천수의 희석효과가 커서 더 이상의 수질 악화를 막을 수 있었던 것이다. 여기에 더해, 호수 규모가 시화호보다 훨씬 작아서 호수 윗물과 아랫물의 혼합도 비교적 용이하였다.

나. 새만금호는 제2의 시화호?

호수 담수화 과정에서 벌어지는 일어지는 일은 간척지 호수라면 모두 한번씩 거치는 과정이므로 새만금호도 담수화 초기에 마찬가지 일을 겪을 것이다. 그렇다고 담수화 초기에 나타날 수질오염의 심각성이 과연 시화호처럼 최악의 상황까지 이를 것인가 하는 점을 판단하기 위해서는 먼저 시화호와 새만금호의 차이를 면밀히 검토해 볼 필요가 있다. 시화호와 새만금호는 모두 대규모 간척지 호수라는 것이 가장 유사한 부분이지만 담수화 초기에 발생할 수 있는 일시적 수질오염 심화현상을 설명하는 데 필요한 두 호수의 유사점은 이것 뿐이다. 두 호수 간 여러 가지 다양한 차이점들이 담수화 초기 수질변화에 영향을 미칠 것으로 예상되는데, 두 호수의 차이점들이 표 10에 요약되어 있다. 새만금호는

표 10 시화호와 새만금호의 특성 비교

조 건	시화호	새만금호	비 교 분 석
호수면적 대비 유역면적	7.8 (=476.5/61)	28.1 (=3319/118)	시화호는 유입하천 수량이 너무 작아서 일단 수질오염이 진행되면 개선하기가 극히 곤란.
호수 형태	가지가 있는 타원형	하천형	시화호는 호수내 물의 정체가 심화되는 구조이며 배수갑문이 방조계 끝부분에 위치해서 정체를 더욱 심화시킴.
오염원 분포	호수 연변에 반월공단 위치	넓은 유역에 고루 분포	시화호는 오염원에서 배출된 오염물질이 하천에서 자연정화될 수 있는 시간 없이 바로 호수로 배출

시화호보다 상류로부터 유입되는 하천수의 양이 호수규모를 고려할 때 훨씬 풍부하다. 또 호수 형태도 시화호가 비교적 타원형인데 반해서 새만금호는 길다란 나뭇가지형이다. 이런 새만금호의 형태는 시화호 때보다 초기 수질오염문제를 완화시키는 데 기여할 것으로 예상된다. 왜냐하면 만약 해양생물들의 동시 사멸로 최악의 수질오염 사태가 발생할 경우 만경강과 동진강이라는 두 하천에서 공급되는 풍부한 유입수가 호숫물을 신속하게 희석시킬 것이며, 호수 형태가 상대적으로 가늘고 길기 때문에 잘만 관리하면 호수 상류로부터 하류로 호수 담수화 과정을 점진적으로 추진하여 해양생물의 사멸을 서서히 유도할 가능성도 있기 때문이다.

호수에 유입되는 오염물질의 양도 새만금호와 시화호는 크게 차이가 나는데 전체적으로 보아서는 새만금호에 유입되는 오염물질의 양이 시화호에 유입되는 양의 약 60퍼센트 정도가 되는 것으로 파악된다. 새만금호는 시화호가 가졌던 불리한 조건들이 상당히 완화된 호수라고 할 수 있다. 호수의 구조 자체도 시화호와 달라서 수질오염에 그리 취약하지 않으며, 만경강과 동진강의 풍부한 유량이 최악의 수질사태 발생 시 상당한 희석효과를 발휘할 것으로 기대되며, 또 무엇보다도 긍정적인 것은 새만금호 인근에는 시화호 주변에 늘어서 있는 반월공단이나 안산시와 같은 불행한 사태가 발생할 가능성은 거의 없다고 해도 좋다. 결론적으로 새만금호는 시화호와 여러 가지 측면에서 다른 특성을 가지고 있으므로 새만금호 수질이 시화호와 같은 사태를 겪을 것이라는 주장은 설득력이 부족하다.

다. 새만금호와 영산호

국내에 30여개의 하구담수호가 조성되어 사용 중인데, 새만금호를 다른 담수호와 비교할 때 그 중에서 유역의 규모, 유역내

염원의 밀도 및 분포, 유입하천의 특성, 호수의 위치 등에서 영산호유역과 가장 유사한 것으로 나타났다(표 11). 다만 새만금호의 호수의 형태와 규모가 영산호보다 수심이 얇고 길며, 호수 저수량은 2배 정도 규모가 크다. 이 같은 새만금호의 하천형태학적 측면을 고려할 때, 호수수질에 미치는 여러 오염원 관련사항, 호수관련 지표 등에서 만약 새만금호 유역의 오염부하량이 현재 상태의 수준으로 그대로 유지될 경우에도, 새만금호의 수질은 현재의 영산호 수질과 유사할 것으로 분석되었다. 영산호 평균수질은 농업용수 이용 및 호수 수질관리에 문제가 없으며, COD 5.7 mg/l, T-P 0.101 mg/l로서 수질기준 4등급을 거의 만족하고 있다. 영산호는 새만금과 달리 수질개선대책이 본격적으로 이루어지고 있는 양한 상태에서 이 정도의 수질을 나타내는데, 국가적인 수질개선 노력을 기울이고 있는 새만금호는 현재의 영산호 수질보다 좋을 가능성이 높다.

6. 맺음말

1999년 민관공동조사단 발족 이후 새만금호 수질문제가 이 사업의 지속여부를 결정짓는 가장 중요한 요소로 부각되면서 다양한 주장들이 제기되고 있다. 새만금호는 아직 존재하지 않으며 앞으로 10년여 후에 완성될 상상속의 하구담수호이다. 새만금호의 수질은 이 기간동안 우리가 얼마나 성실하게 수질개선 노력을 기울이느냐에 달려있다. 남은 기간동안 새만금호 수질개선에 힘껏 노력한다면 완공시점에 현재 운영중인 어떤 하구담수호보다도 양호한 수질을 경험할 수 있을 것이며, 형식적인 노력으로 시간만 보내면 실질적인 수질개선이 이루어지지 못하여 수질문제를 겪을 수도 있다. 다행스러운 사실은 대부분의 선진국에서 호수의 수질오염문제를 해결하였다는 점이다. 유럽이나 미국과 일본 등에서는 1960년대와 1970년대에 많은 호수들이 수질문제

표 11 영산호와 새만금호의 특성 비교

환경조건	영 산 호	새만금호	비 교 분 석
축조시기	1982년	2010년	· 영산호가 호수면적에 비해 유역면적이 더 크기 때문에 수질 오염에 더 취약 · 새만금호의 축조시기가 영산호보다 약 30년 뒤가 되기 때문에 수질관리 준비기간이 있음.
호수면적 (ha)	3,460	11,800	
유역면적 (km ²)	3,470	3,319	· 새만금호의 길이가 길어 증상류부 부영양화 발생가능성 높음 · 새만금호의 저수량이 더 많아 유입수의 수질이 일정수준 이하로 유지될 경우 수질이 더 좋을 수 있음
유역면적/호수면적	100.3	28.1	
호수형태	곡선하천형	직강하천형	
총저수량 (10 ⁶ m ³)	253.2	535.4	
평균수심 (m)	7.3	4.5	· 비점오염규모가 새만금호가 더 크므로 부영양화 발생가능성이 다소 높음
제염시설	없음	설치	
오염원규모	한우:11,300 두 논: 79,693 ha	한우:146,500 두 논: 124,475 ha	

로 어려움을 겪자 본격적인 개선노력을 기울여 1980년대부터는 호수 수질이 가시적으로 개선되어 1990년대에 와서는 호수수질 문제가 더 이상 심각한 사회문제화 되지 않았다. 이러한 선진국들의 사례를 보면서 선진국으로 진입하고 있는 우리나라에서도 수질관련 전문가들이 합심하여 노력한다면 새만금호가 완공되는 시점에 성공적인 수질개선사례로 자랑스럽게 여길 수 있을 것으로 판단된다.

앞에서 시화호 사태의 원인을 살펴보고 시화호와 새만금의 차이점을 살펴보면 새만금호는 시화호 사태와 같은 수질문제가 발생할 가능성이 낮으며, 오히려 영산호 수질 이상으로 양호할 수 있다고 설명하였다. 일부 시민단체들의 비관적인 수질예측은 근거가 부족하며, 오히려 최근에 수질이 상대적으로 열악한 만경강 수질이 상당히 좋아지면서 새만금호의 수질개선 가능성을

확인할 수 있다. 만경강 수계 밖에 위치한 양호한 수질의 용담댐 물이 발전용수로 만경강 상류에 다량 유입되는 상황은 수질관리에 유리한 조건이며, 하수처리기술의 발달과 유역내 환경기초시설의 점차적인 확충 및 하수관거정비로 하폐수처리가 원활하게 이루어지고, 환경농업 확대와 강살리기운동 노력 등은 모두 새만금호의 수질관리에 청신호를 주고 있다. 이러한 노력이 앞으로 10년 정도 지속되면 새만금호의 수질은 충분히 관리할 수 있는 수준으로 확보될 수 있다고 생각한다. 이러한 상황에서 우리는 협력하여 새만금호를 우리나라 호수수질관리의 대표적인 성공사례가 될 수 있도록 힘을 합하여야 하겠으며, 비관적이거나 냉소적인 자세뿐만 아니라 수질개선 노력에 안일하거나 소홀히 하는 일이 없도록 주어진 역할에 최선을 다해야 할 것이다.