

가스미가우라(霞ヶ浦)호와 새만금호의 비교

장 정 렬

(wgjang@ekr.or.kr)

한국농어촌공사 농어촌연구원 책임연구원

■ 서 론

가스미가우라(霞ヶ浦)호는 일본 제2의 호소로서 일본열도의 중앙 이바라키(茨城)현의 남부에 위치해 있으며, 일본의 도쿄(東京)부근 수도권에서 중요한 수자원이며 또한 풍부한 생물자원의 보고이기도 하다. 가스미가우라가 위치하는 히타치(日立)와 카시마(鹿嶋) 지방은 예로부터 토호구(東北)지방에서 에도(현재의 도쿄)와 교토(京都)로 상경할 때 지나가는 동쪽 현관에 해당하는 중요한 지역이었으며, 쌀, 곡류 등을 운반하던 중요한 해상교통로의

거점이기도 하였다. 이바라키현의 현청이 있는 미토시(水戸市)는 도쿄에서 약 100km 북동쪽에 위치해 있으며 이바라키현은 도쿄를 포함 일본의 수도권인 도쿄메트로폴리탄에 농·축·수산물을 공급하는 대표적인 농축수산업이 발달된 지역이면서 또한 히타치시 등과 같이 전기, 정밀기계, 원자력 등이 발달한 공업지역이기도 하며, 많은 국책연구원이 밀집해 있는 쓰쿠바시(茨波市)와 같은 연구학원도시도 있어 일본의 농업 및 과학기술분야를 선도하는 지역이기도 하다.

이바라키현은 가스미가우라호와 토네가와(利根川) 등을 포함하여 수자원이 풍부한 지역 중의 하나이다. 하지만, 가스미가우라호의 유역에는 약 100만명이 거주하고 있으며 생활하수, 산업하수와 농업배수 등 각종 오염물질이 56개의 크고 작은 하천으로부터 유입되고 또한 가스미가우라호의 평균수심이 4m로서 낮기 때문에 외부환경에 민감하게 반응하여 쉽게 오염될 수 있는 호소의 특징을 가지고 있다. 일례로 과거 다이쇼시대(1910~20년대)에는 가스미가우라 호의 투명도가 연평균 1.65m이던 것이

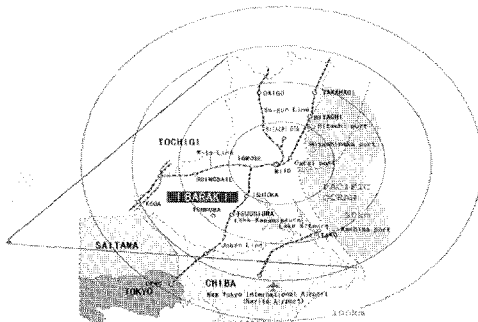


그림 1. 가스미가우라호의 위치도

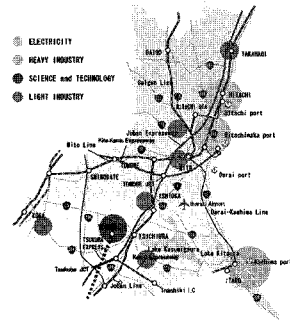
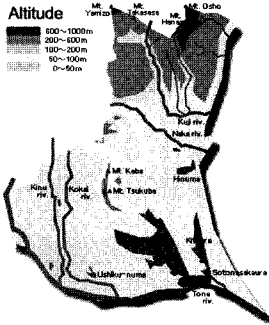


그림 2. 이바라키현의 지형특성과 산업의 분포

1965년 1.45m, 1972년 1.0m, 1979년 0.6m, 1988년에는 0.4m로 크게 저하되었다. 이의 원인은 2차대전 이후 이바라키현의 각종 산업발달과 이에 따른 인구 증가로 인한 오염물질의 다량유입에 의한 수질 오염 때문이다. 따라서 이러한 지형 및 사회경제적 여건에 따라 가스미가우라호에 대하여 많은 수질보전대책들이 추진되어 왔다. 여기서는 가스미가우라호의 유역 및 호소의 특성과 수질현황 그리고 최근 제5기 가스미가우라호 수질보전대책에 대해서 소개하고자 한다.

■ 본 론

▶ 이바라키현

이바라키현은 일본열도의 중앙부에 위치해 있지만

태평양에 인접해 있기 때문에 동일본형에 기후에 속해 겨울에는 “쓰쿠바오로시(筑波嵐)”로 불리는 북서 계절풍이 강하고 맑은 날이 계속되어 강우량이 적은 편이지만, 여름에는 남동 계절풍의 영향을 크게 받아 강수량이 많은 것이 특징이다. 연평균기온은 13.3℃, 연평균 강수량은 1,439mm로서 일본 전체 연평균 강수량 1,800mm 보다는 다소 적은 편이다. 지형은 그림 1과 같이 북부지역만 산지이고 나머지 대부분은 해발평균고도가 0.6m 내외의 평탄한 지형이다. 총면적은 6,095km²로 일본에서 24번째이며 이 중에서 주거가능면적 비율이 약 64%(3,913km²)이며 농경지 면적은 약 29%인 1,772km²이다. 이바라키현의 주요하천으로는 토네가와(利根川), 키누가와(鬼怒川), 나타가와(那珂川), 쿠지가와(久慈川), 코카이가와(小貝川) 등이 있다. 1947년 200만명이던 이바라키현의 인구는 1966년 이후 계속 증가하여

표 1. 이바라키현과 전라북도의 주요통계자료 비교

구 분	단 위	이바라키	전라북도
면 적	km ²	6,096	8,061
인 구	천명	2,970('07)	1,855('09)
인구밀도	인/km ²	491	211
농지면적	km ²	1,772	2,056
하수도보급률	%	69.6('06)	74.7('07)
총생산액	십억달러	93.6('05)	26.7('08)
일인당소득	달러	24,256('05)	11,435('08)

2009년 현재, 약 297만 명에 달하여 일본에서 11위의 인구규모이다. 농업생산액은 일본에서 4위, 수산물출하량은 3위를 자랑하고 있다. 농업생산액 중에서는 채소, 과일, 화훼 등 도시근교 시설재배가 48%를 차지하며 돼지고기 등 축산품이 24%, 쌀이 22% 그리고 기타 6%를 차지하고 있다.

표 1에서와 같이 가스미가우라호가 위치한 일본의 이바라키현과 새만금호가 있는 우리나라 전라북도를 비교해 보면, 면적은 이바라키현이 6,096km²로서 전라북도 면적의 3/4정도이나 인구가 약 2,970천명으로서 전라북도의 1,703천명 보다 1.7배 정도 많아서 인구밀도가 전라북도에 비해 약 2.3배 정도 높은 편이다. 이바라키현의 농지면적은 전체면적의 29%, 전라북도는 26%, 하수도보급률은 69.6%와 74.7%로서 이바라키현과 전라북도가 거의 유사한 수준을 보이고 있으나, 지역내 총생산액과 1인당소득은 이바라키현이 전라북도에 비하여 2~3배 가량 높다.

▶ 가스미가우라(霞ヶ浦)호

일본의 가스미가우라호는 수도 도쿄로부터 약 60km, 이바라키현의 남동부에 위치한 일본에서 비와코(琵琶湖) 다음으로 두번째로 넓은 호수면적을 지닌 담수호이다. 가스미가우라호는 그림 3과 같이 니시우라(西湖)와 기타우라(北湖)로 구분되어 있으나 이들을 다 포함하여 가스미가우라로 부른다. 유역의 북쪽에는 히누마(湟沼) 호가 있고 남쪽에는 토네가와(利根川) 강이 흐른다. 북서쪽에는 야미조산지의 남단에 위치한 높이 877m 쓰쿠바(筑波)산이 자리 잡고 있다. 북서부 유역경계를 이루는 쓰쿠바산지 주변을 제외하고는 유역의 대부분은 평탄한 지형을 이루고 있어 예로부터 농경지와 마을이 발달하였다. 가스미가우라호의 유역은 이바라키현, 치바현(千葉縣), 토치기현(栃木縣)을 포함한 3개현의 44개 시·정·촌에 걸쳐있으며 호소를 포함한 그

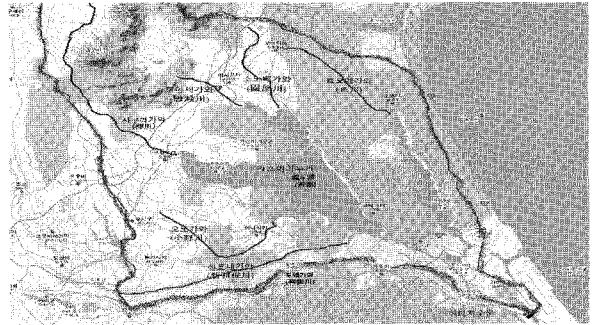
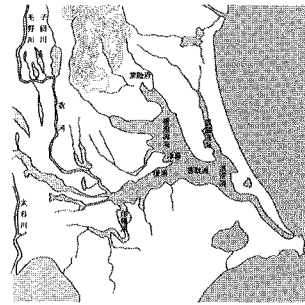


그림 3. 가스미가우라호의 유역도

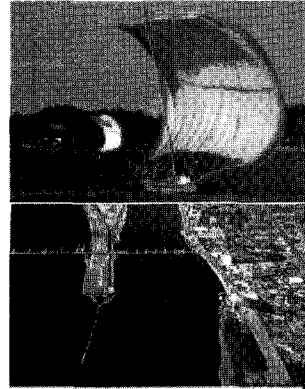
유역면적은 2,157km²로서 이바라키현 면적의 약 35%에 해당하는 면적이다. 유역의 토지이용은 산림이 약 40%, 택지가 14%, 논 21%, 밭이 16% 등으로 구성되어 있으며 도시화로 인한 택지의 비율이 지속적으로 증가하는 경향을 보이고 있다.

호의 평균수심은 약 4m, 최대수심은 약 7m이며, 연간 하천유입량은 약 14억m³, 저수량은 약 8.5억m³를 자랑한다. 유입하천으로는 사쿠라가와(櫻川), 고이세가와(戀瀬川), 도모에가와(園部川), 오노가와(色川), 아마노가와(小野川) 등을 포함하여 56개의 크고 작은 하천이 있다. 과거 가스미가우라호 유역은 논과 밭의 농경지와 연근논, 양돈, 잉어양식 등이 대표적인 산업이었지만, 1950년대 후반부터 시작된 고도 경제성장에 발맞춰 지금은 카시마(鹿嶋) 임해공업지대나 쓰쿠바(筑波) 연구학원도시 건설 등으로 인한 도시화가 급속히 진행되고 있다. 가스미가우라호의 수자원이용 현황('09년 현재)을 살펴보면 최대취수량을 기준으로 연간 30억m³이 이용되고 있으며 이 중에서 82%가 농업용수로 이용되고 있고 13%가 공업용수, 4%가 상수원수로 이용되는 등 가스미가우라 호의 풍족한 수자원을 바탕으로 주변지역의 각종 산업경제 발전에 크게 기여하는 다목적 고도수리시설로 이용되고 있다.

가스미가우라는 고대부터 여러가지로 모양이 변화를 거듭해 온 호수이기도 하다. 약 6000년전 가스미가우라는 현재의 토네가와 하류부, 인바누마(印旛沼),



약 1000년전의 가스미가우라호



현재의 히타치토네가와와 수문

그림 4. 가스미가우라호 주변의 간척지 개발연혁과 과거 및 현재의 가스미가우라 모습

데가누마(手賀沼) 등과 하나로 되어있었지만, 그 후 토네가와에서 옮겨진 토사의 퇴적과 해류의 영향으로 서서히 바다로부터 떨어져 나와 오늘과 같은 호수가 형성되었다. 원래는 포구라는 이름에서 알 수 있듯이 파다와 인접한 후미진 곳이었으나 사주와 하천의 퇴적물에 의해 출구가 닫힌 석호로 되었다. 이 때문에 시기와 장소에 따라 염분의 농도가 다르고 염분이 혼재한 기수호의 특징을 가지고 있었다. 특히 1950년대에서 1960년대에는 하류하천 준설의 영향으로 해수가 밀려들어와 기수화가 진행된 시기였다. 당시 가스미가우라 호의 인식 때문에 기수호라는 이미지가 강하게 남아있다.

특히 가스미가우라의 연안 지역은 홍수나 해수의 소상에 의한 염해로 농작물 등에 큰 피해를 받아왔으며, 산업의 발달에 따라 수도권의 물 수요마저 증대되어 1963년 치수와 염해방지를 목적으로 준공한

히타치가와(常陸川) 수문의 영향으로 담수화가 진행되었고 현재는 거의 담수호라고 불러도 상관이 없을 정도로 변해있다. 또한 1968년 3월부터 치수·수리 양쪽 모두의 목적을 가진 가스미가우라 개발사업이 진행되었다. 이를테면 히타치토네가와(常陸利根川)의 개수, 호안제방 건설, 히타치수문 개축공사, 유입하천 보강공사 등을 통해 호수의 수위를 조절해 홍수를 막을 수 있었다. 하지만 이러한 가스미가우라 개발사업에 의해 호수 주변의 오염 등 제반여건이 현저하게 변화하자 환경보전과 수질보전을 목적으로 가스미가우라 수원지역 정비사업을 추진하였다. 그림 4는 가스미가우라호 주변의 간척지 개발의 역사와 호수의 수질이 양호하였던 1950년대의 가스미가우라호 주변의 호수욕장의 모습과 홍수와 염해방지를 위해 건설한 현재의 히타치토네가와 수문 등을 보여주고 있다.

▶ 가스미가우라호와 새만금호의 비교

지금껏 새만금호의 벤치마킹 사례로서 일본의 비와호(琵琶湖)가 자주 소개되었다. 호수의 모양이 비파를 닮았다 하여 이름이 붙여진 비와호는 일본에서 가장 큰 자연담수호로서 시가(滋賀)현에 소재하고 있다(그림 5). 호의 남북 길이가 약 64km, 가장 넓은 폭의 거리는 22.8km, 가장 짧은 폭의 거리는 1.35km이며, 호수면적은 무려 670km²에 저수량은 275억m³에 이른다. 이는 서울시 전체 면적이 605km²인 것을 감안하면 비와호의 크기가 엄청나다는 것을 짐작할 수 있다. 시가현 전체 면적의 6분의 1을 차지하고 있는 비와호는 바이칼호와 카스피해와 함께 세계 3대 고대호(古代湖) 중의 하나로서 약 400만 년 전에 형성됐다. 지각 변동으로 움푹 들어간 저지대에 자리잡은 이 호수는 주위를 둘러싼 산에서 흘러 내리는 크고 작은 30여개가 넘는 하천에 의해 채워진다. 시가현과 교토시(京都市), 오사카시(大阪市), 효고(兵庫)현을 포함하는 긴끼(近畿)지방 1,400만명의 중요한 식수원이며 오사카시와 고베시(神戸市)의 한신(阪神)지역을 중심으로 한 일본 제2의 공업지역인 한신공업지대(阪神工業地帶)의 발전을 촉진하는 공업용수를 제공하는 등 일본 최대의 젖줄이다.

비와호의 수자원이용 현황은 그림 6에서와 같이 비와호에서 직접 취수하는 양은 연간 약 10억m³으로서

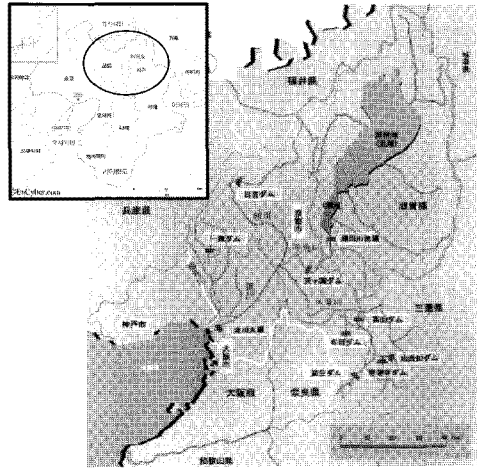
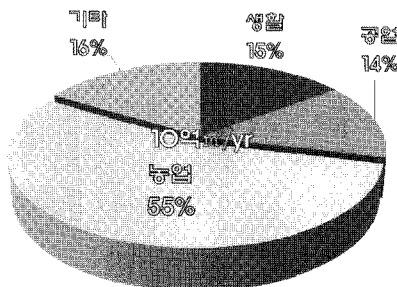


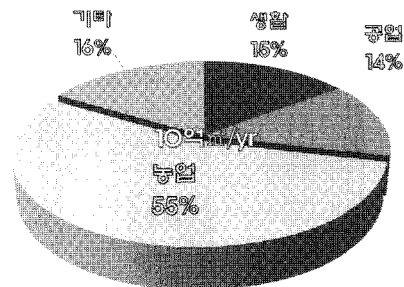
그림 5. 비와호 위치도 및 유역도

이 중에서 약 55%가 농업용수로 이용되고 있으며, 생활용수, 공업용수, 기타용수가 각각 15%를 이용하고 있어 농업용수로 가장 많이 이용되고 있다. 한편 비와호와 요도가와(淀川) 수계를 통틀어서는 연간 154억톤이 이용되고 있으며 이중에서 60%가 발전용수로 이용되고 하천유지용수 13%, 생활용수 13%, 농업용수 8%, 공업용수 4%의 순으로 이용되고 있다. 수질은 복호가 COD(화학적산소요구량) 2~3mg/L, T-P는 0.008~0.01mg/L로서 깨끗한 수준을 보이고 있다.

표 2는 새만금호와 가스미가우라 및 비와호의 유역특성과 호소제원을 서로 비교하여 본 것이다. 먼저 유역의 특성을 살펴보면, 유역면적에 있어서는



비와호에서 직접 취수되는 수자원 이용량



비와호에서 직접 취수되는 수자원 이용량

그림 6. 비와호와 요도가와 수계의 수자원이용량

표 2. 가스미가우라호, 비와호 및 새만금호의 유역특성 및 호소제원 비교

구 분		단 위	새만금호	가스미가우라호	비와호
유역 특성	유역면적	km ²	3,319	1,937	3,174
	유역인구	천명	1,379('07)	970('07)	1,264('07)
	인구밀도	인/km ²	415	500	398
	농지면적	km ²	1,274*(유역의 38%)	798(유역의 41%)	538(유역의 17%)
	하수도보급률	%	55.8('07)	58.5('07)	83.5('07)
	오염부하량(총인)	ton/일	5.23	0.64	0.86
호소 제원	호수면적	km ²	118	220	674
	유역배율	배	28.1	8.8	4.7
	평균수심	m	4	4	41
	최대수심	m	45	7	103
	총저수량	억m ³	6.8	8.5	275
	연평균유입량	억m ³ /연	24	14	54
	체류시간	개월	3.4	7.2	118

*내부개발 농지면적 87km² 포함

새만금호와 비와호가 비슷하고 가스미가우라호는 새만금호의 0.6배 정도이다. 유역내 인구는 새만금호가 1,379천명으로 가장 많지만 유역면적이 가스미가우라호에 비해 넓기 때문에 인구밀도는 가스미가우라호가 세 호수 중에서 가장 높은 500인/km²을 보이고 있다. 유역면적 대비 농경지의 비율은 새만금호와 가스미가우라호가 약 40%내외로서 유사한 분포를 보이지만, 비와호는 그 비율이 17%로 낮고 유역의 대부분이 산지로 이루어져 있다. 하수도 보급률은 비와호 유역이 가장 높은 83.5%를 보이지만, 가스미가우라호와 새만금호는 58.5%와 55.8%로서 유사하다. 이상과 같이 세 호소의 유역의 전반적인 물리적 특성은 가스미가우라호가 새만금호와 서로 유사한 것으로 보여 진다.

호소의 제원을 비교해보면, 비와호는 자연호로서 표 2에서 보는 바와 같이 유역면적은 새만금호와 비슷하지만 호수면적이 674km²로서 새만금호 118km²의

6배에 달하고 평균수심이 41m로서 새만금호의 평균수심 4m와는 10배의 차이가 난다. 연평균 유입량은 54억m³에 이르지만 내용적은 275억m³으로 새만금호의 6.8억m³과 비교하면 99배에 해당되어 이러한 엄청난 수체의 규모로 인해 많은 유입량에도 불구하고 체류시간이 118개월로서 새만금호의 3.4개월에 비하여 34배나 길다. 따라서 비와호는 유역의 물리적 특성이 새만금호와와는 전혀 다른 것을 쉽게 알 수 있고 이러한 특성에 따라 호소의 수질 오염 기작과 오염유형도 새만금호와와는 차이가 날 수 있다.

반면, 가스미가우라호는 표 2에서와 같이 새만금호와 유역여건이나 호소제원 등 여러가지 측면에서 유사한 점이 많다. 앞에서 가스미가우라호의 인구밀도, 유역면적 대비 농지비율, 하수도보급률은 거의 유사함을 알 수 있었다. 호소의 물리적 특성을 살펴보면, 수면적은 가스미가우라호가 220km²로서

새만금호의 118km²에 비하여 약 2배정도로 넓고, 저수량은 각각 8.5억m³과 6.8억m³으로서 가스미가우라호가 약 1.3배 많지만, 평균수심은 두 호수 모두 4m 정도로서 수면적이 넓고 수심이 아주 얇은 특성을 보여 외부환경 변화에 민감하여 수질이 쉽게 변화될 수 있는 호소의 특성을 나타낸다고 볼 수 있다. 호수면적에 대한 유역면적의 비 즉, 유역배율은 가스미가우라호는 약 8배, 새만금호는 28배이며, 체류시간은 가스미가우라호가 7.2개월, 새만금호는 3.4개월로서 수질관리 측면에서는 유역배율이 높고 체류시간이 짧은 새만금호가 유리한 조건을 가졌다고 볼 수 있다.

또한 그림 7에서 보듯이 유역의 토지이용상태는 가스미가우라호와 비와호는 호 주변에 도시 등 대지가 많이 분포된 반면, 새만금호는 호에서 전주, 익산 등 도시가 다소 떨어져 있는 점 또한 호소 수질관리에서는 유리하다. 하지만 호소수질기준항목 중에서 호소의 부영양화 등 수질관리에 있어서 중요한 지표항목인 총인(Total Phosphorous, TP)의 배출부하량을 보면, 가스미가우라호는 0.64t/일, 비와호는 0.86t/일로서 서로 비슷한 값을 보이지만, 새만금호는 4.06t/일로서 이들 두 호수에 비하여 약 5~6배정도로 높은 값을 보이고 있다. 따라서 오염부하량으로 보았을 경우에는 새만금호가 수질관리에 여건에서는 이들 두 호소에 비하여 불리한 입장

으로 볼 수 있으며 새만금호의 유역내에서 적절한 오염물질 관리가 이루어지 않고 있음을 알 수 있다.

▶ 가스미가우라호의 수질 및 수질보전대책

가스미가우라호는 호수면적에 비해 수심이 얇고 체류시간이 7.2개월 정도로 길어 정체수역이다. 이러한 자연조건 때문에 부영양화 등 수질오염이 비교적 쉬운 호수로 알려진 게 사실이며 옛부터 수질오염의 징조를 볼 수 있었다. 특히 일본의 고도 경제성장 시기에 발맞춰 호소의 수질은 현저히 악화되기 시작하였다. 그림 8에서와 같이 1960년대 후반 COD 5mg/l에서 70년대 초반에는 7mg/l를 초과하기 시작하였고 결국 1979년(昭和54년)에는 식물플랑크톤의 일종인 아오코의 대량발생으로 인한 심각한 녹조현상이 일어나 가스미가우라호의 COD가 11.3mg/l까지 이르게되는 최악의 수질오염현상이 발생되기에 이르렀다. 이러한 COD의 증가 경향은 그 당시의 유역인구, 공업출하액, 축산사육두수 등 일련의 오염원의 증가와 일치하고 있었다. 이후 정부의 노력으로 수질보전 대책이 진행되어 1980년대 후반에는 COD가 7mg/l 초반 수준까지 개선되기도 했지만 이후 다시 수질이 악화되어 경향을 나타내어 2008년에는 COD가 8.8mg/l까지 상승하는 등 장기적인 수질오염은 계속되고 있는 실정이다.

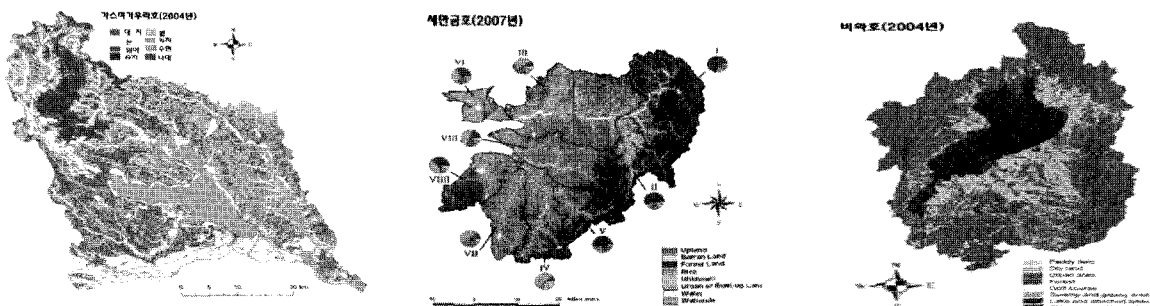


그림 7. 가스미가우라, 새만금 및 비와호 유역의 토지이용 비교

가스미가우라호의 오염원은 그림 9에서와 같이 총 인의 일일배출부하량은 0.64t/일이며 이 중에서 51.8%가 생활하수에서 기인함을 알 수 있고 농지와 시가지등 토지계 비점오염원이 25.8%를 차지하고 있다. 반면 총인에 대한 새만금호의 일일배출부하량은 5.23t/일로서 가스미가우라호에 비해 8배 가량 많고, 이 중에서 축산계가 44.7%를 차지하여 가장

큰 오염원이고 다음이 농지와 택지 등의 비점오염원이 27.5%를 차지하고 있다. 따라서 가스미가우라호와 새만금호의 오염원의 특성이 다르다고 볼 수 있으며, 새만금호 수질관리를 위해서는 축산계 오염원에 대한 철저한 관리대책이 최우선적으로 수립되어야 함을 알 수 있다. 또 한 이와 더불어 농촌 지역의 생활하수처리 등 점오염원에 대한 관리대책과

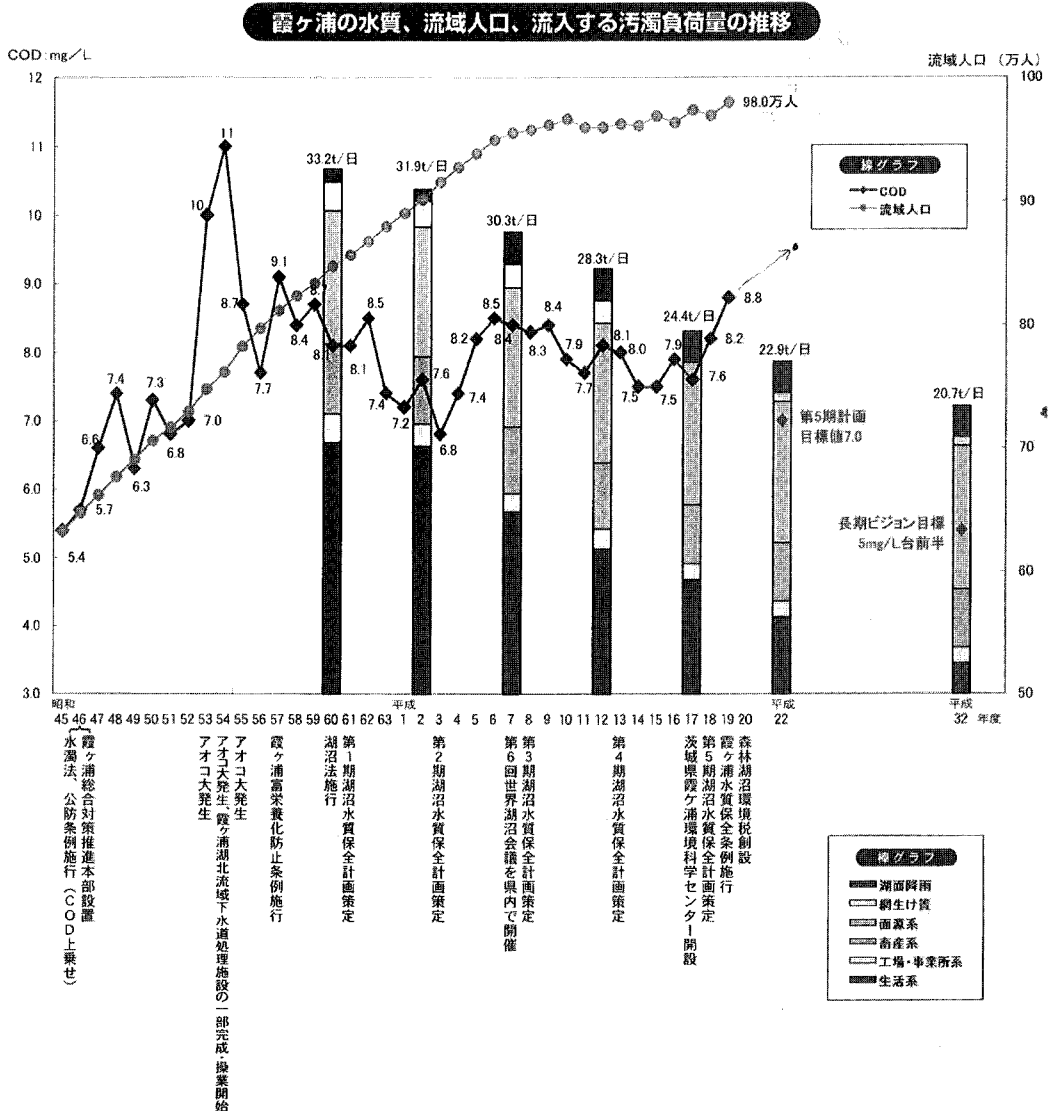


그림 8. 가스미가우라호의 수질, 유역인구 및 오염부하량의 변화 추이

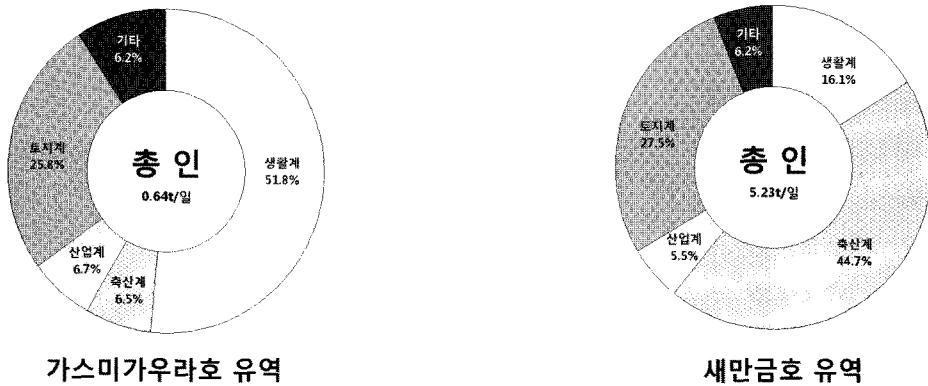


그림 9. 가스미가우라호와 새만금호 유역의 총인 배출부하량 비교(2007년)

토지계에서 비롯되는 비점오염원에 대한 대책도 병행되어야 명품새만금을 위한 깨끗한 새만금호의 수질을 확보 할 수 있을 것으로 보인다.

가스미가우라호의 수질개선과 보전을 위해서 지금까지 꾸준히 관련된 법의 정비와 함께 수질보전 대책이 이루어져 오고 있다. 1960년대 후반부터 가스미가우라호의 수질악화 현상이 시작됨에 따라 1971년(昭和 46년)에 “가스미가우라종합대책추진본부”가 설치되었고 이와 함께 오수법과 공해방지조례가 시행되었다. 이후 1979년(昭和 25년)에 가스미가우라호에 대규모의 녹조현상이 발생되어 COD가 11.3mg/L에 달하는 등 수질오염이 극한에 이르게 되자, 1982년(昭和 57년)에 “가수미가우라 부영양화방지조례”가 제정됨으로서 본격적인 수질보전대책을 추진할 수 있는 계기가 마련되었고 1985년(昭和 60년)에 호소법이 시행되고 이듬해

1986년(昭和 61년)에는 “제1기 가스미가우라수질보전계획”이 수립 시행되었다. 이 후 이 계획은 매 5년마다 수정·보완 되어 추진되고 있으며 현재는 제5기 계획(2006~2010)이 마무리되어 성과평가 단계에 있다. 특히, 1995년(平成 7년) 가스미가우라호가 위치한 이바라키현에서 개최된 “제6회 세계호소회의”를 계기로 가스미가우라호의 수질을 포함한 생태계의 중요성에 대한 인식이 전 일본으로 확산되었고 이를 뒷받침 하기 위해 2005년(平成 17년)에는 가스미가우라환경과학센터가 설립되어 가스미가우라호와 관련된 모든 조사와 연구는 물론 시민 참여 등의 모든 활동이 이 센터를 중심으로 이루어지고 있다.

2006년에 시작된 “제5기 호소수질보전대책”에서는 2020년도의 가스미가우라호 수질을 1950년 이전 수준인 COD 5mg/L 전반대, 총인 0.08mg/L, 투명도를

표 3. 제5기 수질보전대책에 의한 가스미가우라호의 목표수질

항 목	현 재 (2005)	목 표 (2010년)	
		대책시행	대책미시행
COD	7.6	7.0	8.2
총질소(TN)	1.1	0.88	1.1
총 인(TP)	0.10	0.092	0.11

1m 수준으로 개선시키는 것을 장기목표로 설정하고 2010년의 달성 목표수질은 표 3과 같이 COD 7.0mg/ℓ로 설정하고 있다. 오염배출부하량은 2005년(平成 17년)기준 COD는 24.4t/일에서 2020년(平成 32년)에는 20.7t/일로서 17%를, 총인은 0.64t/일에서 0.47t/일로서 29%를 삭감하는 계획을 수립하였다.

이를 위한 가스미가우라호 수질보전대책의 주요내용은 표 4와 같이 유역하수도정비 등 생활하수대책, 공장·사업장대책, 축산대책, 농지 및 시가지 대책 등을 포함하는 유역의 종합적인 수질보전대책과 더불어 하천관리자가 실시하고 있는 가스미가우라 호소의 퇴적물준설, 식생정화시설 설치 등 호내

표 4. 가스미가우라호의 제5기 수질보전대책(2006~2010)의 주요내용

대책의 내용	계획량 (2005년 대비 2020년)
■ 생활하수대책	
· 하수도정비	▶ 보급률 53.5% → 58.5%
· 농업집락배수시설 정비	▶ 정비지구 54지구 → 63지구
· 고도처리형 정화조 정비	▶ 정비개수 905개 → 5,800개
· 정화조 법정검사률 향상	▶ 검사률 12.7% → 50%
■ 공장·사업장 대책	
· 배출기준 강화	▶ 배출수 수질기준이 적용되는 배출량 기준 강화 - 소규모사업장(1일배출량 20㎥미만)의 배수규제 강화
■ 축산대책	
· 가축분뇨 퇴비화시설 정비	▶ 581개소 → 621개소
· 부하경감 시설의 정비	▶ 109개소 → 129개소
· 특수비료 생산판매업자	▶ 303건 → 500건
■ 농지 및 시가지 대책	
· 에코파머(친환경농장) 인정	▶ 3,628명 → 5,000명
· 화학비료 투입량 감축(질소)	▶ 4,720t/년 → 4,000t/년
· 퇴비전식기 도입	▶ 3,720개 → 4,520대
· 유출수대책지구 중점대책	▶ 산오가와(山王川)유역(석감시), 전천
■ 기타	
	▶ 수산물소비확대, 외래어 회수 및 유용 활용 ▶ 산림의 보전, 다자연형하천가꾸기, 수생식물대 등 조성을 통한 자연정화기능 회복 ▶ 하천직접정화시설 정비, 저니용출대책, 정화용수도입 등 유입 하천대책, 호내대책 추진 ▶ 가스미가우라 환경과학센터를 거점으로 하는 조사연구 추진 ▶ 주민, 사업자, 단체, 행정기관이 참여하는 거버넌스 구축

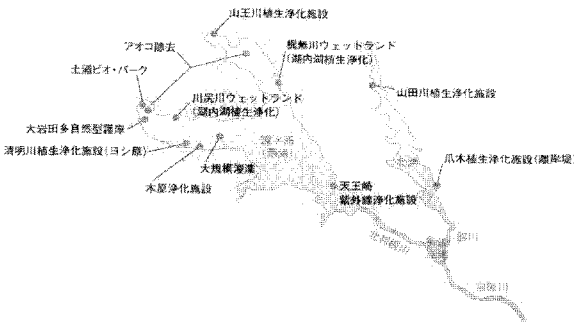


그림 10. 가스미가우라호 호내 수질보전대책 실시 위치도

대책 및 유입하천 오염대책, 정화용수 도입을 위한 가스미가우라 도수사업 등 3가지의 방향으로 진행되고 있다. 또한 수질감시시스템으로 가스미가우라서호 4개 지점을 비롯해 기타우라(北胡)의 3개 지점, 히타치 토네가와 3개 지점 등 모두 10개 지점에 설치하여 COD 등 9개 항목에 걸쳐 상시 수질 감시를 실시하고 있다.

표 4의 대책을 상세히 살펴보면, 유역하수도정비 등의 생활하수대책을 추진하여 하수도 보급률을 53.5%에서 58.5%로 향상시키고 정화조 법정검사 비율을 12.7%에서 50%로 대폭 강화하는 내용을 담고 있다. 산업계대책으로서는 배출수 수질기준이 적용되지 않는 20㎡/일 미만의 소규모소업장에도 배출수 수질기준을 적용하도록 강화하였고, 축산계 대책으로는 가축분뇨 퇴비화시설 정비를 581개소에서 621개소로 확대하고 특수비료 생산판매업을 303건에서 500건으로 확대하는 계획이 포함되어 있다. 농지 및 시가지 등의 비점오염원대책으로는 친환경농장인정, 화학비료사용량 15%감축, 유출수중점대책지구로서 산오가와(山王川) 유역과 무다가와(鉾田川) 유역을 지정관리 하는 등 유역종합 수질보전 대책을 진행하고 있다.

현재 추진되고 있는 가스미가우라호의 유입하천 및 호내 대책시설의 위치는 그림 10과 같으며 그 내용을 살펴보면 다음과 같다. ▲퇴적물 준설대책

= 가스미가우라호에서 퇴적물로부터 용출되는 질소와 인의 양은 호수로 유입되는 전체 부하량의 40% 이상을 차지하고 있는 실정이다. 그래서 호수 수질정화대책의 일환으로 1975년부터 퇴적물 준설을 실시하고 있고 1992년부터는 대규모로 준설사업을 시작하여 가스미가우라 전체 퇴적물(40백만㎡)의 약 1/5인 8백만㎡를 준설하였다. 준설오니는 저지대의 논에 이용이 되어 침수피해를 감소시킨다. 또한 준설오니에는 과거 식물의 종자가 섞여 있어 가스미가우라의 과거식물 등의 연구에 귀중한 자료가 되고 있다. ▲식생(갈대)을 이용한 유입하천의 정화대책 = 대부분의 강은 수생식물, 미생물, 자갈, 모래 등을 거치면서 흐르게 되어 질소, 인 등이 수생식물의 영양분이나 흡착 등으로 제거가 된다. 가스미가우라에서는 이와 같은 자연정화기능을 증대시키기 위해 호수 유입부에 식생정화시설을 설치하여 호수로 유입되는 오염물질을 저감시키고 있다. ▲다자연형호안조성 = 다자연형호안은 친수공간의 조성을 위한 호안정비의 새로운 방법으로 호수법면을 자연에 가깝게 하고(예를 들면 경사를 길게 하는 등의) 갈대와 버드나무 등을 식재하고 파랑대비용 거석을 설치하는 방법을 말하여 이러한 곳은 어류의 서식지 및 산란지로 이용된다. ▲자연식생보호시설 = 수생식물(가스미가우라의 경우에는 갈대 등)은 수질을 정화시킨다. 그러나, 수질오염, 호안정비, 강한 파도 등으로 이러한 식생들이 해마다 줄어들고 있다. 따라서 소파공(消波工)을 설치하여 수생식물을 보호한다. ▲기하라(木原) 정화시설(저류시설) = 기하라 정화시설은 기존의 양식장 부지를 이용한 정화시설로서 정화지(淨化池)와 3개의 실험지(實驗池)로 구성되어 있다. 정화시설의 목적은 가스미가우라로 유입되는 오염물질을 저감하는 것이지만, 물고기의 서식지 및 환경학습장으로도 이용된다. 3개 실험지의 수위를 다르게 운영하여 수위변화에 따른 침수식물(沈水植物)의 생육상태를

조사하고 있다. ▲가와지리가와(川屈川) 호내호(湖内湖) 식생정화시설 = 가스미가우라호의 유입하천 하구에 침전지와 수생식생대를 조성하여 초기우수의 오염부하량과 평상시 오염부하량을 감소시키는 시설이다. 동시에 소멸된 조류 및 어류의 서식지를 복원시켜 주는 역할도 한다. ▲조류(藻類)제거 = 가스미가우라호의 부영양화로 인하여 매년 여름 대량의 조류가 번식하며 조류가 사멸하여 분해되면서 악취와 주변 환경을 심각하게 오염시킨다. 또한 조류는 바닥으로 침전되어 또 다른 부영양화의 원인이 된다. 이러한 조류를 제거하기 위하여 특별히 제작된 선박이 이용되고 있다. ▲자외선을 이용한 호소수 정화 = 자외선은 조류와 박테리아의 DNA를 파괴하며, 자외선 수질정화시설은 특정 지역을 수질정화에 이용된다. 또한 자외선 수질정화시설에는 오존을 이용하여 악취를 제거하고 여과를 통해 탁도를 제거한다. 天王崎(茨生町)의 호수욕장을 이 시설을 이용하여 회복시켰다.

■ 결 론

이상에서 일본 제2의 호소인 가스미가우라호에 대하여 호소를 둘러싼 주변지역의 사회경제적 특성을 포함한 유역의 물리적특성, 오염원현황, 토지이용현황, 호소의 제원으로서 수면적, 평균수심, 체류시간, 유입량 등에 대하여 살펴보고 우리나라 새만금호와 그 특성을 비교하여 보았다. 전반적인 사항을 고려할 때 비와호 보다는 가스미가우라호가 새만금호 및 그 유역특성과 유사한 조건을 가진 것으로 보여진다. 따라서 새만금호의 장래 수질변화의 전망과 수질보전대책 수립 및 그 효과의 개략적 예측평가를 위해서 가스미가우라호와 그 유역에서 진행된 “제5기 호소수질보전대책”을 포함하여 호소수질보전을 위한 관련 법령의 정비 등 그 동안 진행되어온 일련의 과정을 벤치마킹하여야 할 필요성이 있다.

참고문헌

1. 농어촌연구원, 2009. 12. 새만금오염부하량산정모텔구축연구.
2. 전북민생일자리본부, 2010. 12. 월간 전북 경제동향 및 지표.
3. 茨城縣・木柵縣・天葉縣, 2007, 霞ヶ浦に係る湖沼水質保全計劃(第5期).
5. 茨城縣 環境對策課, 2007, 泳げる霞ヶ浦 めっさして.
6. 茨城縣(_____), 霞ヶ浦 早わかりMAP.
7. <http://ko.wikipedia.org/wiki>.
8. <http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/seikan/kokuko/jpn/invitation/englishih20.pdf>.
9. <http://www.kasumigaura.pref.ibaraki.jp/05lakeOutline/0501-01.htm>.
10. <http://www.kasumigaura.net/asaza/kr/korean.pdf>.
11. <http://www.lberi.jp/root/jp/bkjhindex.htm>.
12. IBARAKI PREFECTURE, (_____), LAKE KASUMIGAUR.