

우리나라의 물환경

2



물은 인간을 포함한 모든 생명체에게 꼭 필요한 요소이다. 그러나 사람들이 이용할 수 있는 물의 양은 매우 제한되어 있고, 그마저도 지역별로 차이가 나며, 무분별한 개발로 인해 오염이 심해지고 있다. 그동안 국민소득과 생활수준의 향상과 더불어 경제활동의 증대에 따라 우리나라의 수자원에 대한 수요량은 급속히 증가하였다. 물은 인간의 생명과 생활에 필수적이면서도 공급이 한정되어 있기 때문에 물의 사용과 수질에 대한 지속적인 관리가 필요하다.

수질 오염은 크게 생활폐수, 산업폐수, 축산폐수에 의한 오염으로 구분된다. 우리나라의 하천과 호소는 인구와 산업이 집중되어 있는 대도시 주변에서 수질이 악화되고 있는데, 지역적으로 분산되어 있는 산업폐수와 축산폐수의 관리에 어려움이 있다. 정부는 이러한 점오염원뿐만 아니라 대기오염, 도로오염, 농약살포에 따라 발생하는 비점오염원에 대한 관리도 강화하고 있다.

수질오염은 우리가 먹는 수돗물의 안전성을 저해하고 생태계를 교란시킨다. 1991년 낙동강 폐놀오염사고, 1993년 토지규제완화에 따라 음식점, 숙박업소, 심지어 아파트까지 난개발이 일어나면서 발생한 수도권 주민의 식수원인 팔당호의 오염악화, 1994년 낙동강 유기용제 사고에서 드러난 것처럼 생활, 산업, 축산폐수는 심각한 수질오염을 일으켜 우리가 먹는 수돗물의 안전을 위협한다. 바다로 방류된 생활하수는 해안에서 발생하는 적조를 발생시킴으로써 양식업에 큰 피해를 입힌다. 한번 오염된 수질은 회복하기까지 많은 시간이 걸리기 때문에 사전에 수질오염을 방지할 수 있는 대책이 매우 중요하다.

일련의 수질오염사건을 거치면서 우리나라의 수질정책은 큰 전환을 맞이하게 된다. 「수질관리개선대책」('94), 「4대강 물관리 종합대책」('98~) 등 적극적인 수질정책이 실시되었고, 수질개선 노력의 효과로 1997년 이후 우리나라 수질은 전반적으로 개선되었다. 현재 우리나라의 수질 정책은 2006년의 「물환경관리기본계획」 수립을 기점으로 문제해결 위주의 정책에서 적극적인 생태계 관리 정책으로 전환되고 있다.

01

수질오염은 왜 발생하는가

수질오염은 크게 일상생활에서 발생하는 생활하수, 상품의 제조와 서비스를 제공하기 위해 발생시키는 산업폐수, 축산업에서 발생하는 축산폐수가 강이나 바다로 흘러들어가면서 발생한다. 우리나라에서 발생하는 생활하수는 하루 1,563만 3천 톤에 이르는데, 하수도보급률은 2003년 말 기준으로 78.7%까지 확대되었다.

폐수발생량, 방류량, 배출량

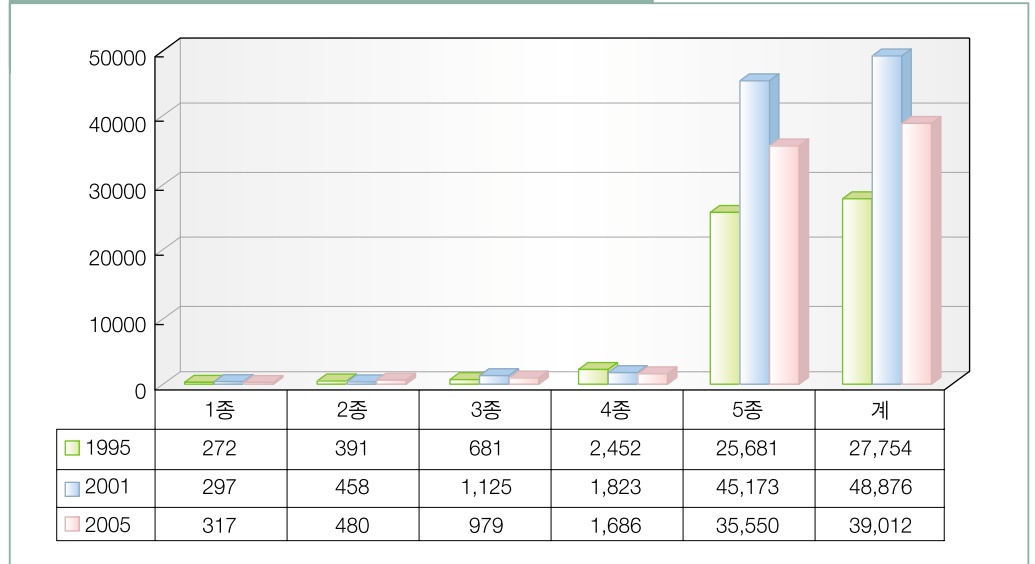
폐수 발생량은 폐수배출시설에서 발생하는 모든 폐수량을 말하며, 폐수 방류량은 폐수 발생량 중 재이용되는 폐수를 제외하고 실제로 공공수역으로 배출되는 양을 말한다. 폐수 배출량은 폐수 발생량과 같은 말이다.

산업폐수시설의 증가: 소규모 사업장이 많아 관리가 어려움

우리나라에는 산업폐수를 배출하는 시설이 얼마나 있을까. 「수질환경보전법」에서는 산업 활동의 생산 공정 및 폐수배출특성을 조사하여 관리가 필요한 시설을 폐수배출시설로 지정하고 있으며 1일 폐수 배출량을 기준으로 1~5종으로 구분하여 관리하고 있다. 폐수배출사업장수는 매년 증가추세였으나, 1997년 외환위기 등 국내 경제여건 악화로 인한 일부 영세사업장의 폐업 등으로 사업장 수가 다소 감소하였고, 2001년부터는 경기회복에 따라 잠시 증가하다가, 2005년 소규모 폐수배출사업장을 중심으로 다시 감소하고 있다.

산업폐수를 배출하는 사업장은 대규모보다 소규모 사업장이 월등히 많아 관리의 어려움이 크다.

〈 그림 2-1 〉 연도별 산업폐수배출 사업장 현황 (단위: 개소)



주) 1종은 2,000m³/일 이상, 2종은 700~2,000m³/일, 3종은 200~700m³/일, 4종은 50~200m³/일, 5종은 50m³/일 미만으로 규모에 따라 법적 규제 기준이 다르다. 자료: 환경부, 「환경통계연감」, 2006 (p478).

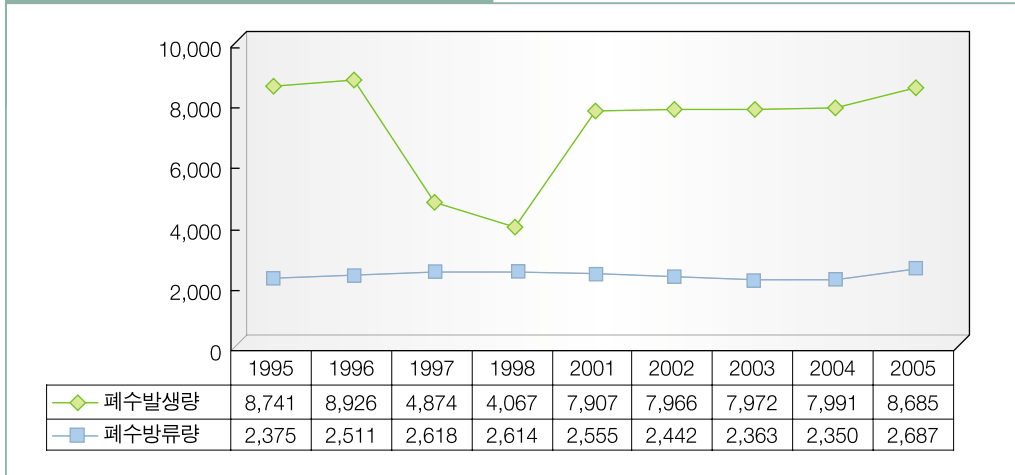
한강에 집중된 폐수배출사업장, 폐수방류량은 낙동강이 많아

2005년 3만 9천여 개소의 폐수배출 사업장에서 발생한 폐수는 하루 평균 8,682 m³이며, 발생한 폐수 중 방류된 폐수는 31%로 상당히 많은 양의 폐수가 방류되고 있음을 알 수 있다. 폐수 발생량은 1997년 외환위기 전후로 일시적으로 감소하였으나 그 후 다시 증가하여 1995년 수준을 유지하고 있다.

한강, 낙동강, 금강, 영산강 수계와 동해, 서해, 남해연안 등 지역별로 나누어 볼 때 폐수배출업소의 분포가 일정지역에 특정업종의 배출업소가 편중되어 있음을 알 수 있다. 한강의 폐수 배출 사업장수는 12,369개소로 2위인 낙동강(6,144 개소)보다 월등히 높으며, 가장 적은 영산강(1,601 개소)의 약 7.7배에 달한다. 그러나 한강의 산업폐수 방류량은 타 지역에 비해 그다지 높지 않게 나타나고 있어 한강수계는 다른 지역에 비해 비교적 잘 관리되고 있음을 알 수 있다.

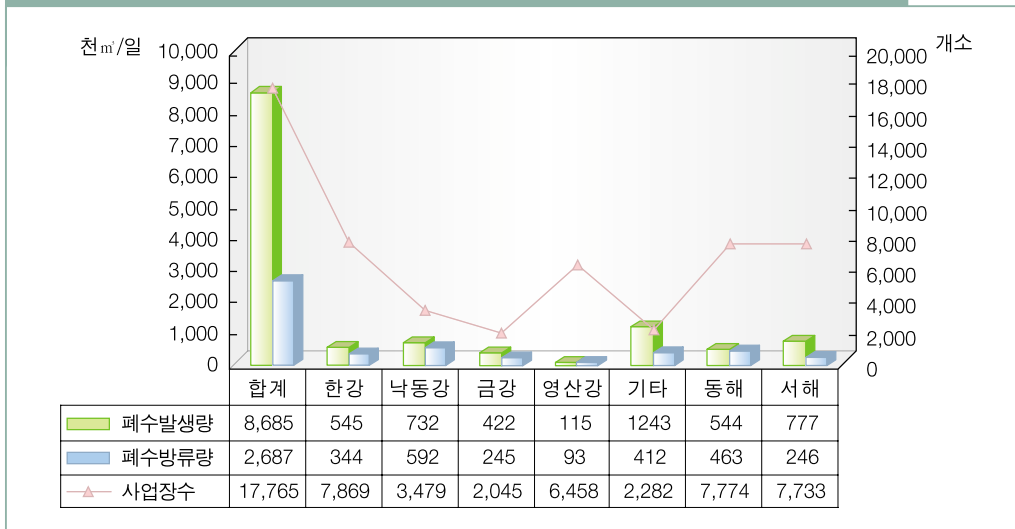
낙동강의 경우 2배 이상의 사업체수가 입지하고 있는 한강보다 폐수방류량이 많고, 또 비슷한 사업체수를 보이고 있는 남해보다 방류량이 많아 적극적인 관리가 필요하다. 남해로 방류되는 폐수 발생량은 1995년 이후 급증하여 2005년 현재 하루 평균 4,307천m³로 타 지역을 월등히 뛰어넘고 있다. 서해로 방류되는 폐수는 서서히 증

< 그림 2-2 > 산업폐수방류량 (단위: 천 m³/일)



자료: 환경부, 「환경통계연감」, 2006 (p.117-120).
 주: 2000년 산업별(업종별) 폐수발생량 및 방류량 통계자료는 전산망오류로 인하여 누락되었음.

< 그림 2-3 > 수계별 사업장수 및 폐수발생량·방류량 (2005년) (단위: 개소, 천 m³/일)



자료: 환경부, 「환경통계연감」, 2006 (p.124).

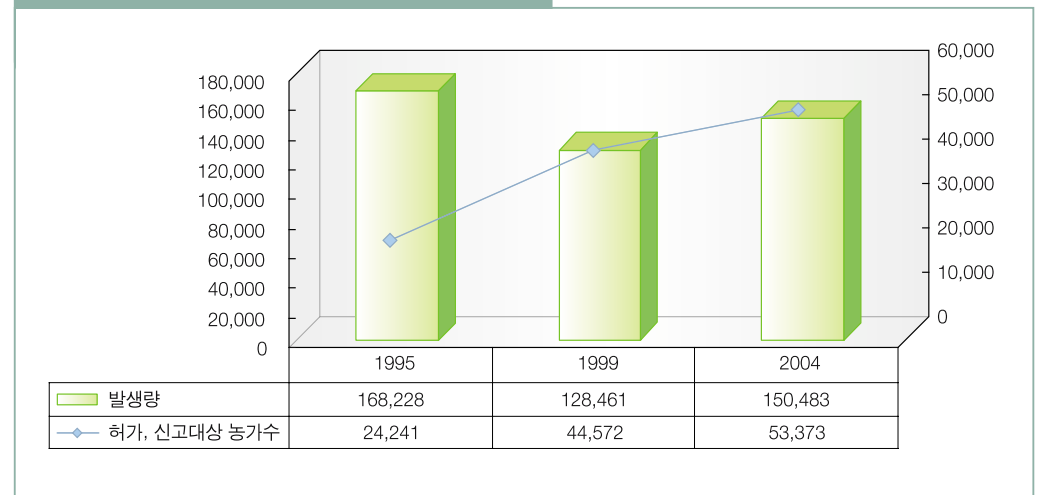
가하고 있는 추세이다.

한편 영산강과 금강은 사업체수가 많지 않기 때문에 방류량도 적다. 그런데 동해의 경우 사업체수는 적으면서도 방류량은 하루 평균 471,000 m³로 낙동강(527,000 m³/일)에 이어 두 번째로 많아 적극적인 관리가 시급하다.

관리되지 않은 축산폐수는 하천·호수의 부영양화 원인

인구와 국민소득의 증가와 더불어 육류 및 유제품에 대한 소비가 증가하면서 돼지를 중심으로 가축의 사육두수도 크게 증가하였다. 가축 사육두수가 증가하면서 축산폐수의 발생량은 1999년에 대폭 감소한 후 다시 증가추세를 나타내고 있는데, 이는 축산환경의 변화에 따른 물사용량의 감소에 기인한 것이다. 2004년도 축산폐수발생량은 하루 평균 150,483m³이다. 한편 축산농가 중 대규모와 중규모에 해당되는 허가·신고대상 농가 수는 지난 10년간 2배 이상 증가하고 있는데, 이는 축산업이 대규모화되고 있음을 보여준다.

< 그림 2-4 > 연도별 축산폐수 발생량 (단위: m³/일)



자료: 환경부, 「환경통계연감」, 2006 (p.130).
 ※ 환경부 고시 제199-109호('99. 7. 8) "사육두수 및 가축별 배출원단위" 개정에 따른 배출원 단위 감소로 '99년부터 발생량 대폭 감소

사육규모별로 축산폐수 발생현황을 살펴보면, 허가대상 농가인 대규모 사육농가가 50.2%, 신고대상 농가인 중간규모의 사육농가가 38.6%를 차지하여 대규모 축산농가에서 축산폐수의 대부분이 발생하고 있음을 보여준다. 신고미만 축산농가(젓소, 소, 돼지 한정)의 가축 분뇨발생량은 전체 축산농가의 11.3%인 하루 평균 17,000 톤으로 상대적으로 적지만, 지역적으로 분산되어 있기 때문에 축산폐수의 관리가 쉽지 않은 상황이다. 축산폐수는 다른 분야의 폐수보다 오염부하가 크기 때문에, 관리되지 않은 축산폐수가 하천수질 악화 및 호수의 부영양화의 중요한 원인이 되고 있다.

〈 표 2-1 〉 가축별 축산폐수 발생 비율 (단위 : %)

	소·말	젓소	돼지	합계
허가대상	22.8%	25.6%	65.2%	50.2%
신고대상	41.3%	61.0%	30.5%	38.6%
신고미만	35.9%	13.4%	4.4%	11.3%
계	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

자료: 환경부, 「환경백서」, 2006.

지역별 축산폐수 발생량은 경기도(19.9%), 충남(19.2%), 경남(10.0%), 경북(9.2%) 순으로 나타나고 있으며, 특히 경기도는 축산농가의 규모가 상당히 대규모화되어 있으며 축산폐수 발생량도 가장 높게 나타난다.

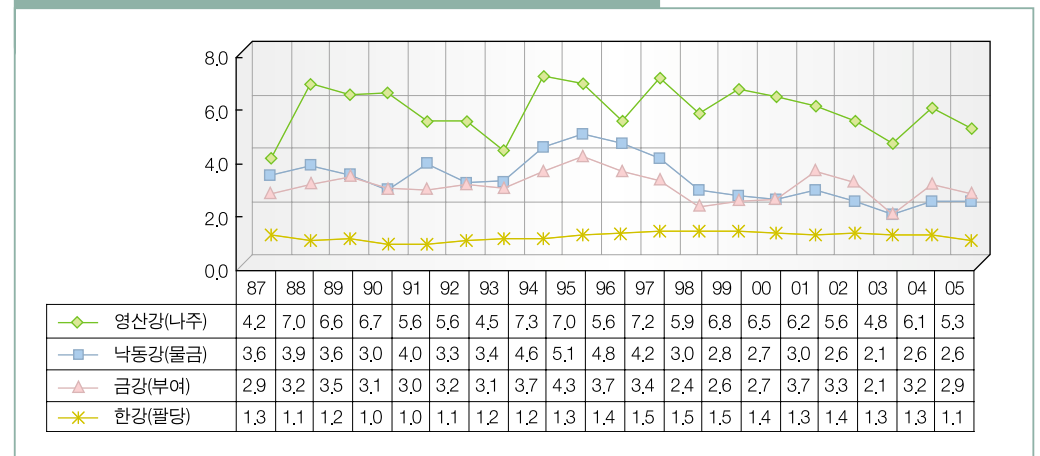
02

우리나라 수질 오염은 어느 정도인가

4대 주요 강 수질 변화: 1997년 이후 전반적으로 개선, 대도시 주변 수질 악화

〈 그림 2-5 〉에서 보듯이 1997년 이후에 전반적으로 수질이 개선되고 있는데, 이는 그동안의 환경기초시설 확충, 4대강 특별대책 수립 및 특별법 제정·시행 등 수질개선 노력의 효과가 나타난 것으로 판단된다. 특히 낙동강의 수질은 1997년 이후 크게 개선되었다.

〈 그림 2-5 〉 연도별 수질오염도 추이 (BOD기준, 단위: mg/L)



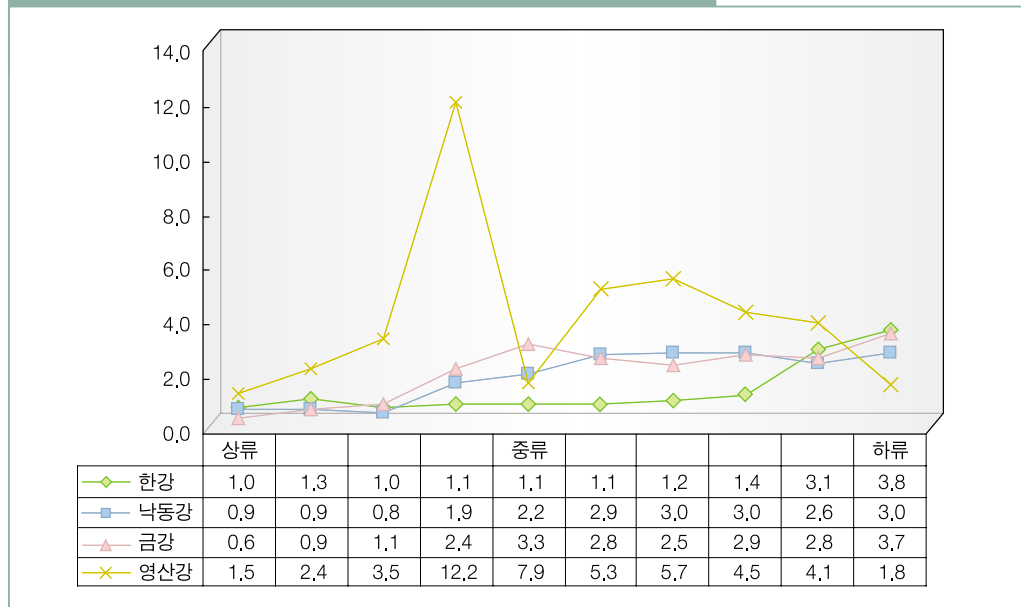
자료: 환경부, 「환경백서」, 2006 (p. 479).

상·하류 간 수질은 어떻게 다를까. 식수원이 되고 있는 4대강과 주요 하천의 중·상류지역에 인구와 산업이 집중되어 있는 것이 물 관리를 어렵게 만들고 있다. 한강의 경우 잠실수중보 하류의 서울시 구간부터 Ⅲ급수로 떨어지며, 영산강은 광주를 통과하면서 수질이 크게 악화되고 있다. 낙동강은 대구를 경유하면서 Ⅲ급수로 악화되며 금강의 경우에도 대전을 경유하면서 수질이 크게 나빠지고 있다.

〈 표2-2 〉 수계별 상하류간 수질변화 패턴 지점명

한강	송천2	영월2	충주댐	강천	강상	팔당	암사	잠실	노량진	김포
낙동강	봉화	안동1	상주3	구미	달성	고령	창녕	남지	물금	구포
금강	무주남대천	옥천	대청	청원	연기	공주1	공주2	부여1	부여2	강경
영산강	담양	우치	광주1	광주2	광산	나주	영산포	함평	무안1	무안2

〈 그림 2-6 〉 상하류간 수질패턴 변화 (BOD) (2005년) (단위: mg/l)



자료: 환경부, 「환경백서」, 2006 (p. 480).

1995년 이후 상하류의 수질의 변화를 생물학적 산소요구량(BOD)을 기준으로 수질오염정도를 파악해 볼 수 있다. 한강 수계의 경우, 상류와 중류는 BOD 수치가 낮아 비교적 안정된 양질의 수질을 유지하고 있는 반면 하류에 해당되는 노량진과 가양의 수질은 상대적으로 열악하다. 한강수질은 1997년 4대강 대책 이후 개선되는 듯 하였으나 2001년을 전후하여 다소 악화된 상태이다.

* 생물화학적 산소요구량 BOD (Biochemical Oxygen Demand)

물의 오염정도를 나타내는 지표로 물속에 들어 있는 유기오염 물질을 미생물이 분해하는데 필요한 산소의 양을 말한다. 물이 많이 오염될수록 유기물이 많으므로 그만큼 미생물이 이를 분해하는데 필요한 산소량도 증가한다. BOD가 높을수록 오염이 심한 물이다.

낙동강수계의 경우는 상류인 안동은 BOD 수치가 낮게 나타나 양질의 수질을 유지하고 있음을 알 수 있다. 그러나 대구시를 지나 급격히 악화되는데, 중·하류의 수질은 1995년 이후 개선되고 있으나, 한강수계와 마찬가지로 2001년 전후로 다시 나빠지고 있다.

금강수계의 경우 상류인 옥천과 대청은 양질의 수질을 계속 유지하고 있지만, 대전시를 지나면서 수질이 다시 나빠진다. 금강 역시 한강, 낙동강과 마찬가지로 1995년 이후 중하류의 수질은 다소 개선되었으나 2001년 전후로 다시 악화되었다.

영산강 수계는 상류인 담양과 우치에서 양질의 수질을 유지하고 있으며, 하류지점인 무안에서 비교적 좋은 수질을 나타내고 있다. 반면 광주, 나주 등 도시를 지나는 중류에서는 수질이 크게 떨어진다. 영산강 수계는 다른 수계와 달리 1997년 이후 개선되는 조짐을 보이고 않고 있다.

호소 수질: 하류로 갈수록, 대도시와 가까울수록 악화

우리나라에는 18,797개의 호소가 있으며 이들 대부분은 댐 등을 건설하여 조성된 인공호소로서 농업용 저수지로 활용되고 있다. 호소는 대부분 폐쇄되어 있기 때문에 하천에 비해 자체정화 능력이 떨어지며 영양염류의 축적이 쉽게 일어나 일단 오염이 되면 부영양화 등 2차 오염이 일어날 위험이 크다는 특성을 지니고 있다. 따라서 호소의 수질을 개선하기 위해서는 부영양화를 방지하는 것이 중요하다.

* 화학적 산소요구량 (COD)

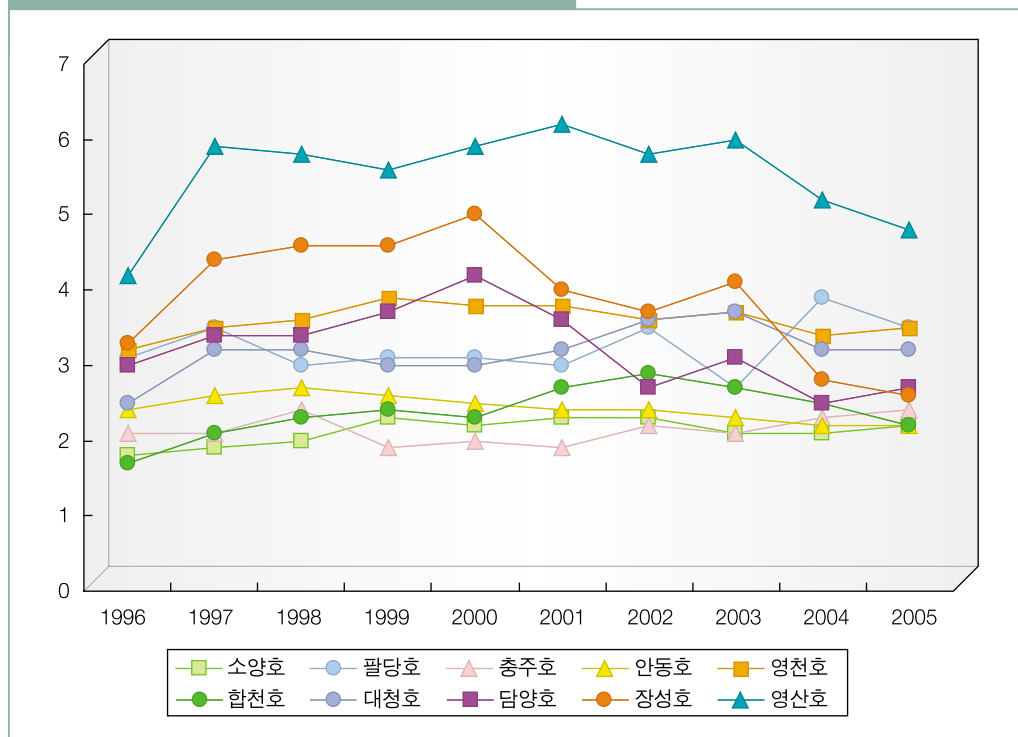
물의 오염정도를 나타내는 지표로 BOD와 함께 널리 사용된다. BOD는 유기물의 산소소비량인 반면, COD는 유기물과 일부 무기물의 산소소비량을 나타낸다. 즉 물속의 유기물과 아질산염, 제1철염, 황화물 등 오염물질을 산화분해시켜 정화하는데 소비되는 산소량을 일컫는 것으로 BOD와 마찬가지로 COD도 클수록 하천의 오염이 심하다. BOD가 측정하지 못하는 무기물의 일부도 COD에서는 포함되므로 COD가 BOD보다 높게 나타난다. 특히 공장폐수는 무기물을 많이 함유하고 있으므로, BOD보다는 COD 측정이 적합하다.

호소의 수질을 나타내는 지표로는 일반적으로 화학적 산소요구량(COD)이 주로 사용된다. 우리나라에서는 현재 40개 주요 호소에 대해 수질적용 등급과 목표수질 달성기간을 설정하여 관리하고 있으며 2007년부터는 새로운 수질등급체계를 적용

한다. 우리나라 호소의 수질은 대부분 II~III급수 수준이다.

수계별로 호소수질의 오염정도를 보면, 한강 수계는 팔당호의 COD가 가장 높고 소양호와 충주호는 가장 낮은 COD 수치를 나타낸다. 이는 팔당댐의 수질이 상대적으로 좋지 않으며 소양호와 충주호의 수질이 가장 좋음을 보여주는 것이다. 낙동강 수계는 COD 수치가 중류에 속하는 영천호에서 가장 높게 나타나고 있어, 상·하류에 비해 중류에 위치한 호소수질이 낮음을 보여준다. 금강수계에서 대청호의 수질은 2000년대 들어서 크게 악화되었으나 현재는 다소 개선되고 있다. 영산강 수계의 경우, 2000년을 기점으로 수질이 개선되고 있는데 특히 상류와 중류에 속하는 담양호와 장성호의 수질이 많이 개선되었다.

< 그림 2-7 > 호소의 화학적 산소요구량 COD (mg/l)



자료: 환경부, 「환경통계연감」, 2006 (p274-303).

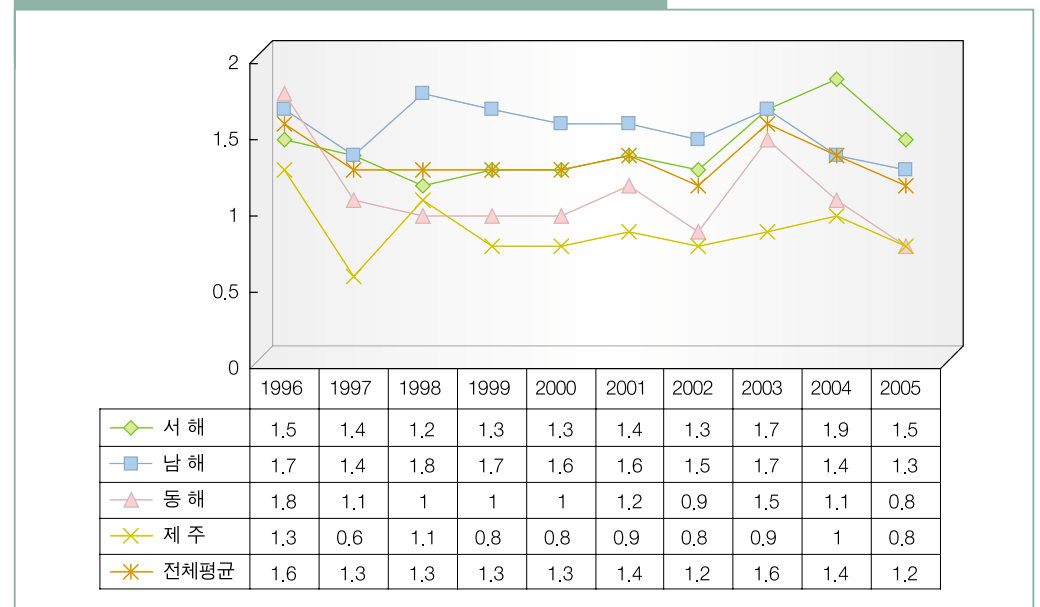
연안 수질 환경: 제주도는 양호, 남해안·서해안은 오염도 높아져

해양에서도 대표적 오염지표로서 화학적 산소요구량 즉, COD를 사용하고 있다. 연안오염 현황을 COD를 중심으로 살펴보자.

COD는 해수 내에 존재하는 유기물을 산화제 등을 사용하여 화학적 산화를 시킬 때 요구되는 산소의 양으로 오염의 정도를 간접적으로 표현하기 때문에 부하량을 종합적 분석하거나, 비교할 때 용이하다는 장점을 가지고 있다.

연안의 평균 수질상태를 지역별로 살펴보면, 제주도 연안이 가장 양호한데, 이는 해류의 흐름이 원활하여 오염물질의 정체가 일어나지 않고, 제주도의 인구분포와 산업구조상 다른 해역과 비교할 때 기본적으로 오염물질 방류량이 많지 않기 때문이다. 이에 비해 남해 연안은 공업단지 및 대도시의 발달과 양식어장의 밀집으로 인해 다른 해역에 비해 오염도가 높다. 그러나 최근들어 2003년 이후에는 서해의 오염도가 여타 해역에 비해 높아지는 추세다.

< 그림 2-8 > 연도별 연안오염도 변화추이(COD) (단위 : mg/L)



자료: 환경부, 「환경통계연감」, 2006 (p316-325).

주요 연안의 해양수질오염을 좀 더 구체적으로 살펴보면, 남해안의 부산연안·마산만·진해만·통영연안, 동해안의 온산·울산연안, 서해안의 군산·아산·인천연안 등에서 COD가 높게 나타나 오염이 심함을 알 수 있다.

한편 영양염류의 공급 및 이동, 빛의 투과율 등과 관련된 부유물질은 서해에서 매우 높게 나타나고 있다. 그러나 이를 단순히 오염의 심화라고 단정 지을 수는 없다. 왜냐하면 서해는 갯벌 등 지형·지질학적 특성이 다른 지역과 다르며, 하나의 해양환경요소와 전반적인 오염현상을 연결하여 결론을 내리기에는 해양환경에 영향을 미치는 요인들이 복잡하게 관련을 맺고 있기 때문이다. 그럼에도 불구하고 서해의 경우 2000년 이후 COD 수치가 크게 높아지고 있다는 점에서 점차 수질오염이 심화되고 있음은 분명하다.

적조발생 현황: 적조의 위험은 여전

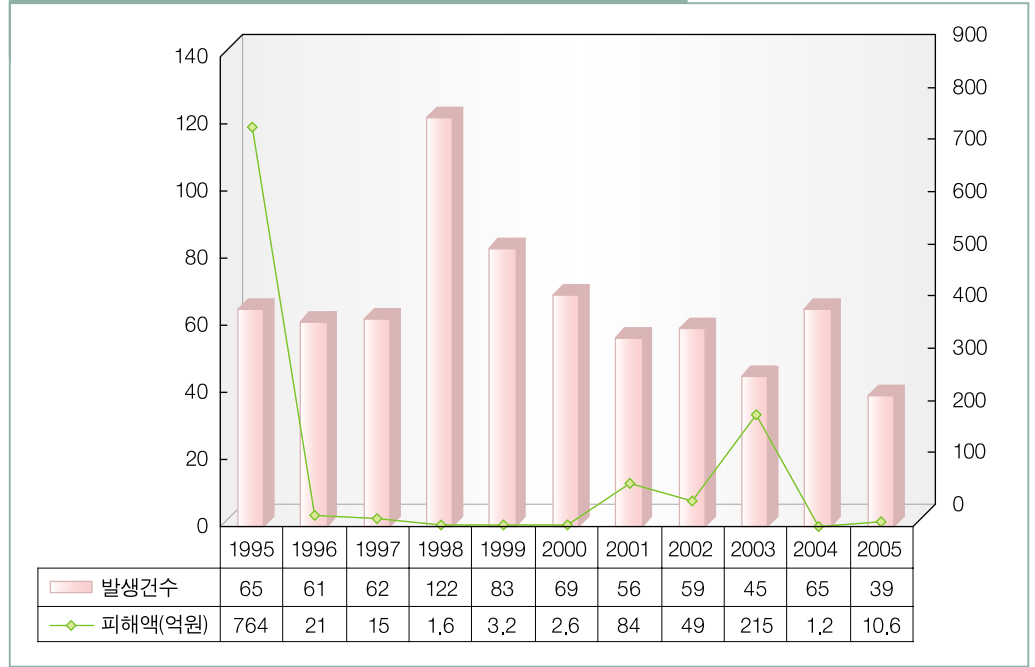
적조는 생활하수, 산업폐수, 양식장 먹이 등 오염물질에 의한 바닷물의 부영양화로 말미암아 붉은 색을 띠는 식물 플랑크톤이 비정상적으로 증식하여 바닷물이 붉게 보이는 현상을 말한다. 대량 번식된 식물 플랑크톤이 아가미에 부착함으로써 질식사하거나 야간의 산소 소모로 인한 산소부족으로 그 지역의 어패류가 대량 폐사할 수 있다.

* 부영양화

부영양화는 호수, 연안해역, 하천 등의 정체된 수역에 오염된 유기물질(질소나 인)이 과도하게 유입되어 발생하는 수질의 악화현상을 의미한다. 수중에 무기영양물질이 다량 공급되면 이를 먹고 사는 미생물과 수중 잡초가 왕성하게 되며, 먹이연쇄에 따라 2차생물도 증가하는데 이들이 죽어서 호수나 하천의 밑바닥에 퇴적되는 유기물의 양도 많아진다. 유기물이 많아짐에 따라 용존산소가 다량 소비되는데, 이와 같은 현상이 반복되면, 결국 호수나 하천에 용존산소가 부족해져 산소를 이용하는 모든 수중 생물이 죽게 되며, 이를 정화할 산소가 없기 때문에 물은 검고 악취가 나게 된다.

적조발생의 주요 원인물질로 지적되고 있는 질소와 인 등 영양염류의 오염도는 최근 증가 추세에 있다. 지난 10년간 1998년에 적조 발생 건수가 가장 많았으며, 2004년도에 상대적으로 많았다. 적조 피해액수는 1995년이 가장 컸으며, 2003년도도 비교적 많은 피해가 발생되었다.

〈그림 2-9〉 연도별 적조발생건수 및 피해액 (단위: 건수, 억원)



자료: 환경부, 『환경백서』, 2006 (p534).

03

수질을 개선하기 위한 국민과 정부의 대응

수질 정책: 문제해결을 위한 정책에서 생태계 관리 정책으로

1989년 초 수돗물 수질오염이 사회문제화 되면서 전국 단위의 수질보전대책인 「맑은물 공급종합대책」이 시작되었다. 이 대책으로 1989년부터 1996년까지 2조 1,600억 원이 투자되어 하수처리장 등이 건설되었고, 1990년 7월 팔당호, 대청호 지역이 「수질보전특별대책지역」으로 지정되었다. 또한 1991년 폐놀오염사고 및 낙동강, 영산강 수질악화를 계기로 「맑은물 공급종합대책」이 전면 수정(93.7)되었으며, 1994년 초 낙동강 유기용제 사고를 계기로 1996년부터 2005년까지 약 27조원을 투입하는 「수질관리개선대책」(94.1, 총리실)이 수립되었다.

1990년대 후반 들어서도 시화호문제, 새만금호문제, 4대강 식수원 오염문제 등 환경현안은 끊이지 않았고, 수도권 식수원인 팔당호를 비롯하여 4대강의 수질은 개선될 기미를 보이지 않았다. 이에 1998년부터 2002년까지 5년 동안 총 420여회의 각종 토론회 및 공청회 등을 거쳐 우리나라 환경정책사에 큰 획을 긋는 4대강 물관리 종합대책이 완성되었다. 1998년 11월에 「한강수계 상수원 수질관리 특별종합대책」을 시작으로 1999년 12월 「낙동강수계 물관리종합대책」, 2000년 10월에는 금강 및 영산강 수계에 대한 대책이 수립되었다. 또한 이 대책을 법적으로 뒷받침하기 위해 1999년 8월 「한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」이, 2002년 7월에는 나머지 3대강에 대한 특별법이 각각 제정·시행되었다.

4대강 물관리종합대책에 따라 수계별로 수질오염총량관리제가 단계적으로 시행되었으며(부산광역시 '04.12, 대구광역시 '05.3), 2006년 1월까지 4대강 수계에 총 1,130.58km²의 수변구역이 지정되었고, 수변구역 등 상수원관리지역의 사유지에 대하여 협의매수를 통한 녹지조성 등 수질개선사업이 추진되었다. 4대강 물관리종합대책은 그간의 수질관리대책에 대한 철저한 자기반성을 통해 상·하류 공영(win-win)정신을 바탕으로 수립되었다. 이는 지속가능한 유역공동체 건설을 궁극적인 목표로 하여 발원지에서 하구까지 맑은 물이 흐르는 하천을 목표로 하였으며 그 달성

을 위해 오염총량제, 수변구역제도, 물이용부담금제, 상수원지역 지원 및 토지매수제 등 강력하고 선진화된 물관리 정책을 도입하였다. 특히 물이용부담금제는 물자원의 절약과 효율적 배분을 위하여 '사용자부담원칙'에 따라 물사용량에 비례하여 부담금을 부과하는 것으로, 여기에서 얻은 재원으로 4대강 수계별로 수계관리기금이 설치되어 상수원 보호를 위해 쓰이고 있다.

그러나 그간 추진해 온 "4대강 물관리 종합대책" 등은 생태적으로 건강하고 유해물질로부터 안전한 물 환경 조성을 원하는 국민들의 변화된 욕구를 충분히 반영하지 못하고 있는 한계가 있어 이를 보완할 필요성이 제기되어 왔다. 이에 따라 정부는 2005년 11월 오염물질 관리 위주의 물환경 정책에서 탈피하여 "생태적으로 건강한 하천과 유해물질로부터 안전한 물환경 조성"을 목표로 향후 10년간(2006~2015)의 정책방향을 담은 물환경관리 기본계획(안)을 수립하여 진행시키고 있다.

〈 표 2-3 〉 우리나라 수질 정책

정책	일시	내용
맑은 물 공급 종합대책	1989년 9월	- 수돗물 수질오염이 사회문제화 되면서 수립. - 수질보전특별대책지역 지정(팔당호, 대청호)
맑은 물 공급종합대책 수정	1993년 7월	- 낙동강 폐놀오염사고를 계기로 수정(1991)
수질관리개선대책	1994년 1월	- 낙동강 유기용제 사고를 계기로 수립(1994) - 1996 ~ 2005년 동안 약 27조원 투입 계획
4대강 물 관리종합대책	1998년 ~	- 시화호문제, 새만금 문제, 4대강 식수원 오염문제 등 - 한강수계 상수원 수질관리 특별종합대책(1998. 11) - 낙동강수계 물관리 종합대책(1999. 12) - 금강 및 영산강 수계 대책(2000. 10) - 특별법 제정·시행(한강 1999, 낙동강·금강·영산강 2002)
생태적으로 건강한 하천과 유해물질로부터 안전한 물 환경 조성 대책	2006년 ~	- 4대강 물 관리 종합대책의 보완 필요성 - 오염물질 관리 위주의 물 관리 정책에서 생태적 건강성을 추구하는 관리대책으로 전환 도모.

낙동강 페놀 오염사건

낙동강 페놀 오염사건은 1991년 3월 14일 구미에 있는 두산전자의 페놀원액 저장 탱크에서 페놀수지 생산라인으로 통하는 파이프가 파열되어 30톤의 페놀원액이 옥계천을 거쳐 대구 상수원인 다시취수장으로 흘러들어서 수돗물을 오염시킨 사건이다. 페놀원액의 유출을 발견하지 못한 취수장 측에서는 수돗물에서 악취가 난다는 대구 시민들의 신고를 받은 후 원인을 규명하지도 않은 채 페놀 소독에 사용해서는 안 되는 염소를 다량 투입, 사태를 악화시켰다. 이후 페놀은 낙동강을 타고 흘러 밀양과 함안, 칠서 수원지 등에서도 잇따라 검출되어 부산, 마산을 포함한 영남 전 지역이 페놀 파동에 휩쓸리게 되었다.

이 사고로 인해 유례없는 문책인사가 뒤따랐고, 국회에서는 진상 조사위원회가 열렸으며, 두산 제품 불매운동이 확산되기도 하였다. 두산전자는 조업정지 처분을 받았으나, 페놀 사고가 단순한 과실일 뿐 고의성이 없었다는 이유로 20일 만에 조업 재개가 허용되었다. 그러나 4월 22일 페놀탱크 송출 파이프의 이음새 부분이 파열되어 또다시 페놀원액 2톤이 낙동강에 유입되는 2차 사고가 일어남으로써 사태가 악화되어 국민들의 항의 시위가 확대되었다. 마침내 두산그룹 회장이 물러나고, 환경처 장관이 인책, 경질되는 결과까지 초래하였다.

사건의 처리대책으로 낙동강물관리종합대책의 일환인 낙동강 수계전역에 오염총량관리제도를 단계적으로 도입하였고, 유해물질 배출시설 입지제한 강화했으며, 하수처리기준을 2배로 강화(BOD, SS 20mg/l → 10mg/l)하였다. 또한 낙동강 수계 전역에 물이용부담금제도가 도입되었다.

이후 전 국민의 물의 소중함과 환경보전에 관한 국민의 관심이 증대되어, 환경범죄의 처벌에 관한 특별조치법이 제정되었다. 공장 설립시 환경 기준이 강화되었으며, 행정구역에 따른 시도별 수질관리의 문제점을 개선하기 위해 한강, 낙동강, 금강, 영산강 등 전국 4대 강을 수계별로 관리하도록 하는 유역별 환경관리위원회를 구성하였다.

수질환경의 기준

수질환경기준은 국민의 건강 보호와 쾌적한 물 환경 조성을 위한 국가의 수질관리 목표로서 배출허용기준 설정 등 수질오염에 대한 각종 규제수단의 근거가 되고 있다. 현재 우리나라의 수질환경기준은 하천, 호소 및 지하수로 나누어 기준을 정하고 있다.

현재의 수질환경기준은 지난 1978년에 제정된 이후 28년간 운영되어 왔는데, 그간 수질관리여건이 많이 달라짐에 따라 환경부는 2007년부터 새로운 기준을 시행하고 있다.

< 표 2-4 > 2006년까지 적용된 생활환경항목 기준(하천) (단위 : mg/L)

등급	이용목적별 적용 대상	수소이온 농도 (pH)	생물화학적 산소요구량 (BOD) (mg/L)	부유물질량 (SS) (mg/L)	용존산소량 (DO) (mg/L)	총대장균군수 (총대장균군수 /100mL)
I	상수원수1급 자연환경보전	6.5-8.5	1이하	25이하	7.5이상	50이하
II	상수원수2급 수상용수1급 수영용수	6.5-8.5	3이하	25이하	5이상	1,000이하
III	상수원수3급 수상용수2급 공업용수1급	6.5-8.5	6이하	25이하	5이상	5,000이하
IV	공업용수2급 농업용수	6.0-8.5	8이하	100이하	2이상	-
V	공업용수3급 생활환경보전	6.0-8.5	10이하	쓰레기 등이 떠있지 않을 것	2이상	-

자료: 환경부, 「환경백서」, 2006 (p471).

2007년부터 적용된 생활환경항목 기준(하천) (단위 : mg/L)

등급	상태 (캐릭터)	기 준					
		수소이온농도 (pH)	생물화학적 산소요구량(BOD)(mg/L)	부유물질량 (mg/L)	용존산소량 (mg/L)	대장균군수(100mL)	
				총대장균군		분원성대장균군	
매우 좋음	la	6.5-8.5	1 이하	25 이하	7.5 이상	50 이하	10 이하
좋음	lb	6.5-8.5	2 이하	25 이하	5.0 이상	500 이하	100 이하
약간 좋음	II	6.5-8.5	3 이하	25 이하	5.0 이상	1,000 이하	200 이하
보통	III	6.5-8.5	5 이하	25 이하	5.0 이상	5,000 이하	1,000 이하
약간 나쁨	IV	6.0-8.5	8 이하	100 이하	2.0 이상	-	-
나쁨	V	6.0-8.5	10 이하	쓰레기 등이 있지 아니할 것	2.0 이상	-	-
매우 나쁨	VI	-	10 초과	-	2.0 미만	-	-

주: 수질등급상태
 1) 매우 좋음: 용존산소가 풍부하고 오염물질이 없는 청정상태. 간단한 정수처리 후 생활용수로 사용 가능.
 2) 좋음: 오염물질이 거의 없는 청정상태. 여과·침전·살균 등 일반적인 정수처리 후 생활용수로 사용 가능.
 3) 약간 좋음: 약간의 오염물질은 있으나 용존산소가 많은 상태. 여과·침전·살균 등 일반적인 정수처리 후 생활용수 또는 수영용수로 사용 가능.
 4) 보통: 여과·침전·활성탄 투입, 살균 등 고도의 정수처리 후 생활용수로 이용하거나 일반적인 정수처리 후 공업용수로 사용 가능.
 5) 약간 나쁨: 고도의 정수처리 후 공업용수로 사용 가능.
 6) 나쁨: 다량의 오염물질. 특수한 정수처리 후 공업용수로 사용 가능.
 7) 매우 나쁨: 용존산소가 거의 없는 오염된 물로 물고기가 살기 어려움.

수질 등급별 서식 물고기 종류

물의 오염 정도는 그 곳에 사는 생물을 조사해 보면 알 수 있다. 물고기 중에는 적응력이 강해서 조금 더러운 물에서도 잘 견뎌내는 종류도 있지만, 대부분은 물이 오염되면 살아가지 못 한다. 물고기의 적응력이 다르기 때문에 수질 등급에 따라 서식 하는 물고기의 종류도 각기 다르다. 각 급수에 서식하는 생물과 물고기들에 대해 알아보자.

● 매우좋음~좋음 (I 급수)

- 물이 매우 맑으며, 유속은 빠른 편임.
- 바닥은 주로 바위와 자갈로 구성됨.
- 부착조류가 매우 적음.
- 옆새우, 가재, 뿔하루살이, 민하루살이, 강도래, 물날도래, 광택날도래, 띠무늬우묵날도래, 바수염날도래
- 산천어, 금강모치, 열목어, 버들치 등의 물고기 서식



가재

● 좋음~보통 (II-III급수)

- 물이 맑으며, 유속은 약간 빠르거나 보통임.
- 바닥은 주로 자갈과 모래로 구성됨.
- 부착조류가 약간 있음.
- 다슬기, 넓적거머리, 강하루살이, 동양하루살이, 등줄하루살이, 등딱지하루살이, 물삿갓벌레, 큰줄날도래 등 서식
- 쉬리, 갈겨니, 은어, 쏘가리 등의 물고기 서식



쉬리

● 보통~약간나쁨 (III-IV급수)

- 물이 약간 혼탁하며, 유속은 약간 느린 편임.
- 바닥은 주로 잔자갈과 모래로 구성됨.
- 부착조류가 녹색을 띠며 많음.
- 물달팽이, 턱거머리, 물벌레, 밀잠자리 등 서식
- 피라미, 꼬리, 모래무지, 참붕어 등의 물고기 서식



피라미

● 약간나쁨~매우나쁨 (IV-VI 급수)

- 물이 매우 혼탁하며, 유속은 느린 편임.
- 바닥은 주로 모래와 실트로 구성되며, 대체로 검은색을 띠며.
- 부착조류가 갈색 혹은 회색을 띠며 매우 많음.
- 원돌이물달팽이, 실지렁이, 붉은깔다구, 나방파리, 꽃등에 서식
- 붕어, 잉어, 미꾸라지, 메기 등 물고기 서식



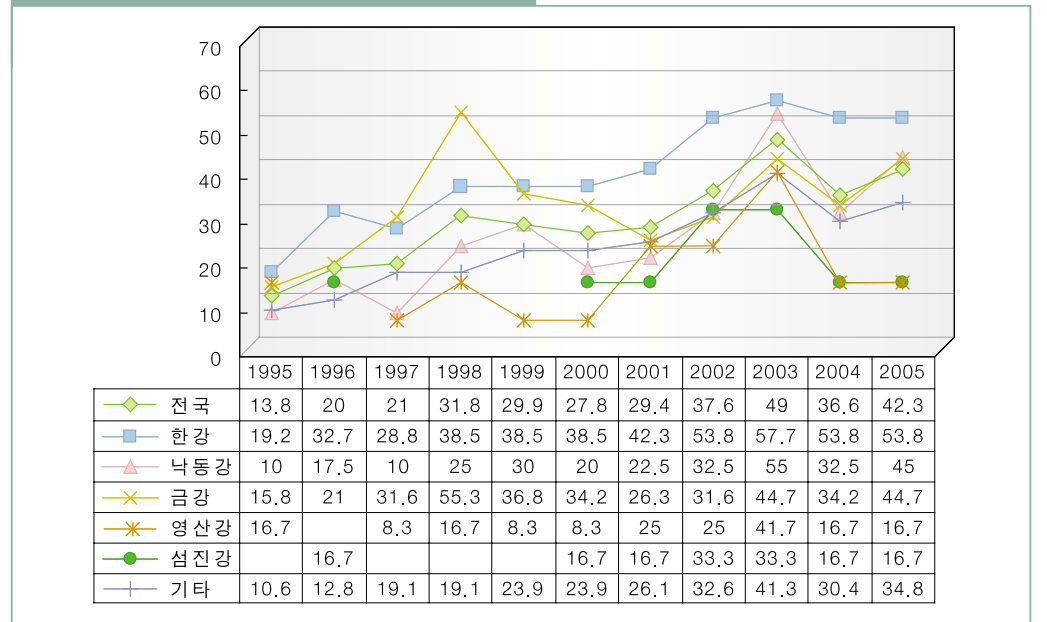
메기

수질 환경 기준 달성률 추이: 2000년 이후 전반적 향상, 아직은 미흡

전국 하천 194개 구간의 수질환경기준달성률(달성 구간 수 / 목표 설정 구간 수)은 1991년 12.8%에서 2005년 42.3%로 전반적으로 향상 되었다. 2005년도 수계별 달성률은 한강(54%), 낙동강(45%), 금강(45%), 영산강(17%), 섬진강(17%) 순이다.

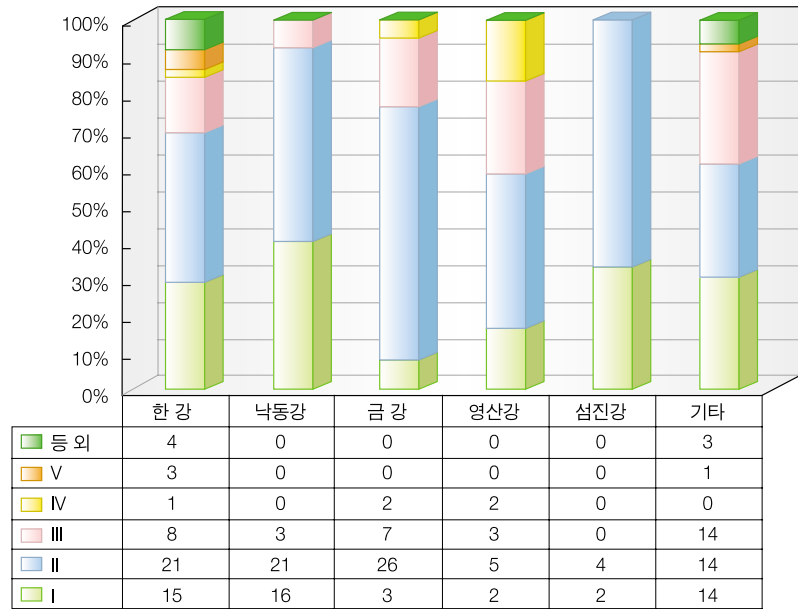
2005년도 목표수질의 등급별 달성현황은 I 등급 수역 34%, II등급 수역 49%, III등급 수역 56%, IV등급 수역 75%, V등급 수역 75% 등 이다. 2005년도에 가장 청정한 수역을 유지한 1등급 하천은 전국에 41개 구간이 있으며, 한강수계는 소양강 등 13개 구간, 낙동강수계는 황강 등 12개 구간 등에서 1등급 수질을 유지하였다. 반면 한강수계의 왕숙천, 탄천, 굴포천, 신천 및 만경강 수계의 익산천, 영산강 수계의 광주천 하류 등 일부구간에서 등급 외 수질(BOD 10mg/L 이상)을 나타내 이들 유역에 대해 중점적인 관리가 필요한 것으로 나타났다.

< 그림 2-10 > 하천의 수질환경 기준 달성률 추이



자료: 환경부, 『환경백서』, 2006 (p481).

〈 그림 2-11 〉 전국 하천의 수질등급 현황 (표 단위: 수역구간 수)

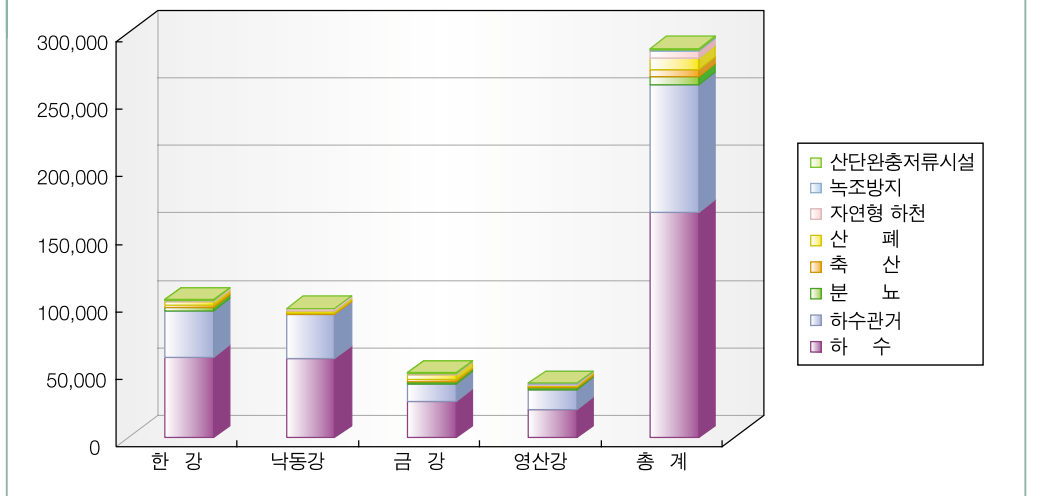


자료: 환경부, 「환경백서」, 2006 (p482).

수질대책과 오염원 관리 - 4대강 특별대책에 따른 적극적인 투자

1993년도 맑은물 공급 종합대책, 1996년 물관리 종합대책 및 4대강 특별대책에 의해 2005년까지 4대강 수계에 투자된 금액은 약 28조 7천억 원에 이른다. 이에 따라 2004년말 현재 630개의 환경기초시설(처리용량 하루 평균 2,264만 톤)이 설치되어 운영 중에 있다.

〈 그림 2-12 〉 4대강 수계별 환경기초시설 등 투자실적(1993~2005년, 단위 : 억 원)



주 : 시설수 및 용량은 2004말 현재 운영중인 시설기준임.
 자료: 환경부, 「환경백서」, 2006 (p485).

(단위 : 억원)

	총계	한강	낙동강	금강	영산강
계	286,775	101,867	96,855	47,816	40,237
하수	166,697	59,832	58,981	27,212	20,673
하수관거	94,484	34,343	32,019	12,906	15,216
분뇨	5,691	2,192	1,271	1,218	1,009
축산	4,992	1,552	1,019	1,450	971
산폐	8,949	2,300	1,724	3,872	1,053
자연형 하천	5,391	1,485	1,659	1,034	1,213
녹조방지	572	164	182	124	102
산단원충저류시설	572	164	182	124	102

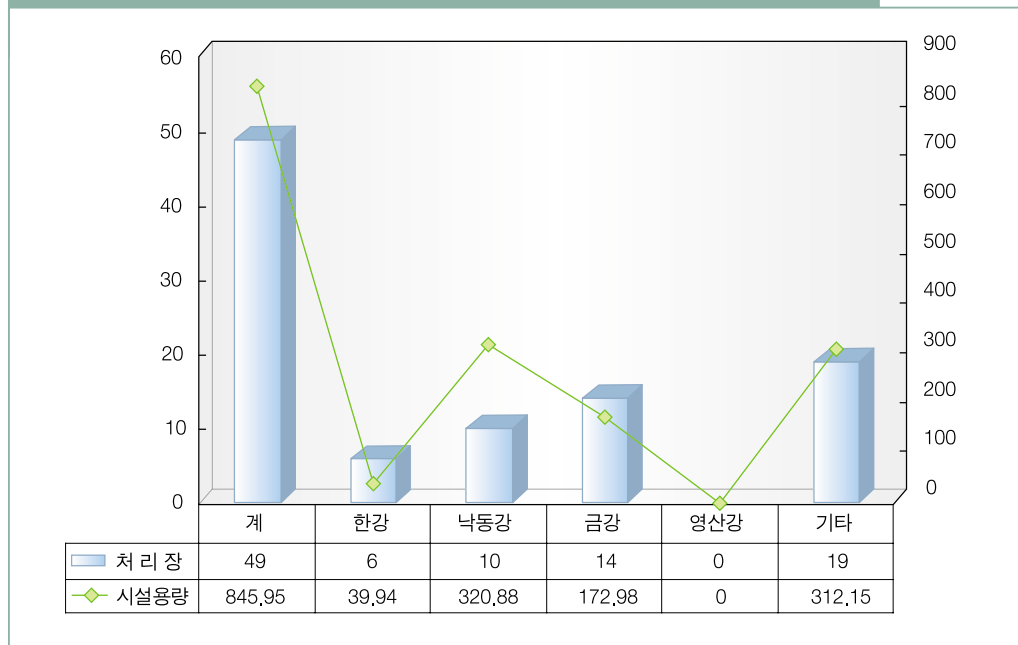
산업단지 폐수 처리 현황: 낙동강의 처리시설 용량이 가장 큼

산업단지 또는 공장밀집지역에서 배출되는 다량의 산업폐수를 처리하기 위하여 폐수종말처리시설을 설치하고 있다. 1983년부터 1991년까지는 「오염우심지역 특별대책사업」으로 전액 국고를 투자하여 여천산업단지 등에 6개 폐수처리장을 설치하였고, 이후 오염원인자부담원칙에 의하여 당 해역에 폐수를 배출하는 사업자가 비용을 부담하는 사업으로 추진해 왔다. 1997년부터는 국가경쟁력 강화를 위한 산업

단지 분양가 인하방안으로 설치비의 50%를 국고보조하고 있으나 2003년부터 지역 균형발전대책의 일환으로 국고보조율을 수도권이 아닌 지역에 한하여 100% 보조하고 있다.

2005년 말 현재 가동 중인 폐수종말처리시설은 49개소, 처리시설용량은 하루 평균 8,450만 톤이다. 산업단지 폐수종말처리시설은 금강이 14개로 가장 많지만 시설 용량은 낙동강이 가장 크다.

< 그림 2-13 > 산업단지 폐수종말처리시설 가동현황(2005년) (단위: 개소, 천 톤/일)

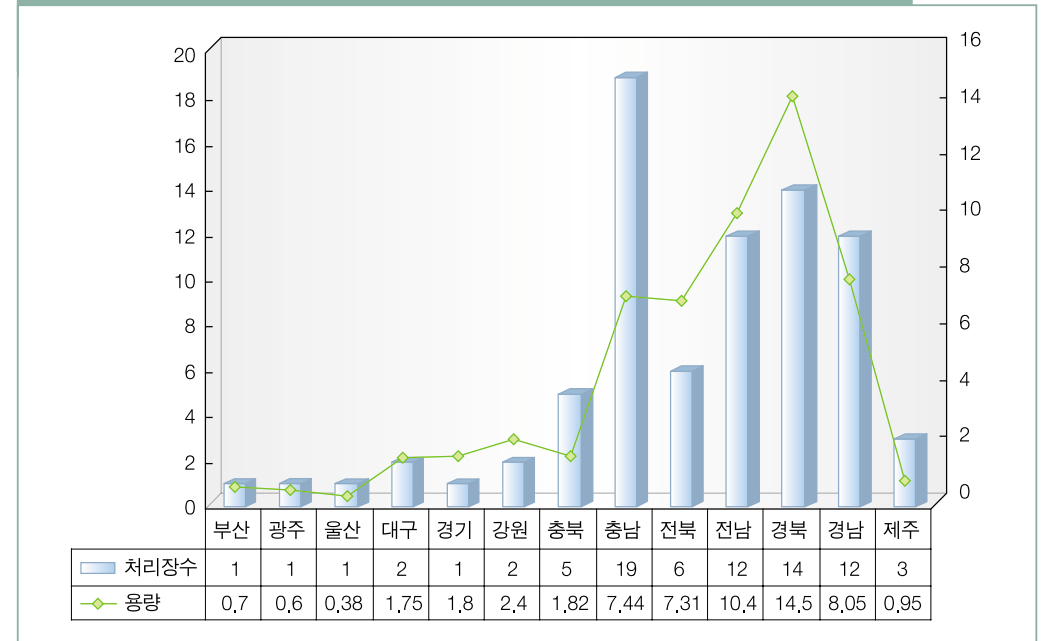


자료: 환경부, 「환경백서」, 2006 (p512).

농공단지 폐수종말처리시설: 처리용량은 경북이 많아

1988년부터 농어촌 소득증대사업의 일환으로 추진된 농공단지개발로 인해 발생되는 산업폐수를 효율적으로 처리하기 위해 폐수종말처리시설을 설치하고 있다. 이 사업은 농어촌 중소기업의 생산 활동과 투자유을 고취하기 위해 산업발달정도에 따라 일반지원·우선지원·추가지원 농어촌으로 구분하여 비용의 50~100%를 국고보조하고 있다. 농공단지 폐수종말처리시설은 충남이 19개로 가장 많고, 처리용량은 경북(14,500 톤/일)이 가장 크다.

< 그림 2-14 > 시도별 농공단지 폐수종말처리시설 현황(2005년, 단위: 개소, 천 톤/일)



자료: 환경부, 「환경백서」, 2006 (p512).

축산 폐수처리시설: 대규모 축산농가는 자체 처리시설 정비

「오수·분뇨 및 축산폐수 처리에 관한 법」에서는 소(젓소), 돼지, 말, 양, 사슴, 닭, 오리 등 7종을 규제대상으로 하고 있으며, 축산 농가는 규모를 기준으로 허가, 신고 및 신고미만으로 구분하여 허가·신고 등 규제대상시설에 대해서는 축산폐수 처리시설 설치의무 및 방류수 수질기준을 적용하여 축산농가가 자체 처리시설을 갖추어 축산폐수를 처리토록 하고 있다.

전체 허가 및 신고농가(53,278호)의 89.5%인 47,664호가 자체적으로 퇴비·액비화시설을 갖추어 비료로 활용하고 있으며, 일부 농가에서는 정화처리하거나 재활용업체 및 해양배출, 공공처리시설을 이용하여 축산폐수를 처리하고 있다.

축산폐수는 기본적으로 축산농가에서 자체 처리하는 것을 원칙으로 하되, 정부에서는 신고대상 이하 소규모 축산농가의 축산폐수 처리 부담을 덜어주기 위하여 1991년도부터 국고를 지원하여 지방자치단체별로 축산폐수공공처리시설을 설치·운영하고 있다.

공공처리시설은 정부의 4대강 물관리종합대책과 연계하여 수계별 수질보전의

〈 표 2-5 〉 축산폐수처리시설 설치현황 (단위 : 호수)

구 분	합 계	퇴비화시설	액비화시설	정화처리 시설	공공처리시설 유입처리	재활용업체 위탁처리	해양투기 등
계	53,278	44,317	3,347	1,591	2,444	1,051	528
허가대상	10,600	8,476	780	515	418	172	239
신고대상	42,678	35,841	2,567	1,076	2,026	879	289

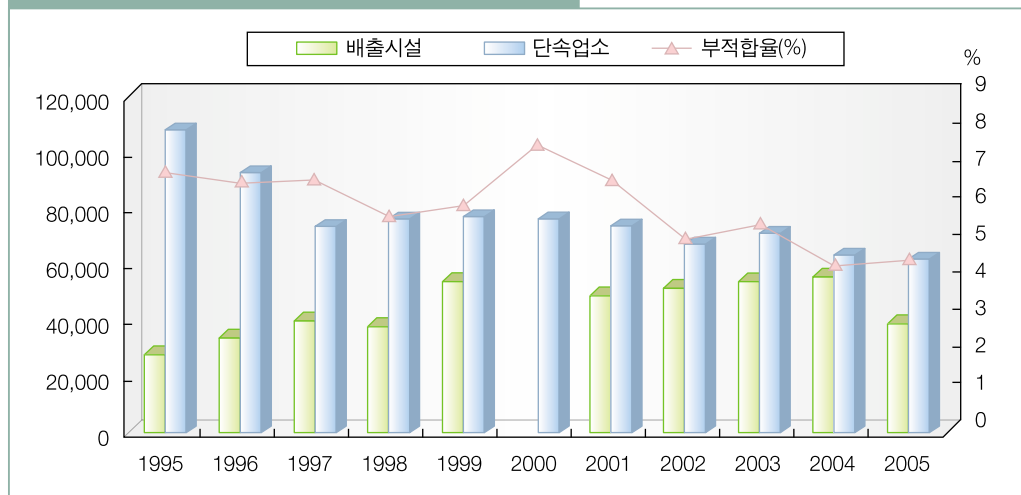
자료: 환경부, 「환경백서」, 2006 (p516).

필요성이 큰 지역을 중심으로 연차적으로 설치하고 있으며, 2005년 말 현재 여주·양평·김해 등에 49개 시설(10,165m³/일)이 설치·가동되고 있으며, 27개 시설(3,035m³/일)이 건설 중에 있다. 이러한 공공처리시설에서 처리되고 있는 축산폐수량은 전반적으로 미미한데 전북(29%), 강원(10%)에서 가장 많고, 그 외는 극히 적은 양에 그치고 있다.

폐수 배출 시설에 대한 단속 실적

수질을 보전하기 위하여서는 산업 폐수 배출시설에 대한 적절한 지도 점검과 단속이 필요하다. 폐수배출시설에 대한 지도점검 실적은 다음 〈그림 2-15〉에 나타난 바와 같다. 지난 10년 동안 배출시설의 숫자는 증가추세였으나 단속된 업소의 숫자는 감소추세를 보이고 있다.

〈 그림 2-15 〉 폐수 배출시설의 지도·점검 변화 추이



자료: 환경부, 「환경통계연감」, 2005, 2006 (p603).

연안관리: 난개발 방지를 위한 대책 수립

연안지역의 인구증가와 산업단지 및 간척·매립 등의 무계획적인 개발로 자연이 스스로 정화할 수 있는 한계를 넘어서는 난개발, 해양오염 및 부영양화로 인한 적조의 발생, 쓰레기 오염 및 악취발생 등으로 연안생태계가 파괴되고 있다.

1999년 2월 「연안관리법」이 제정되어 연안에 대한 통합적 관리를 할 수 있는 제도적 장치가 마련되었다. 2000년에는 연안의 보전·이용·개발에 관한 기본계획인 「연안통합관리계획」이 수립되었으며, 2001년에는 대규모 매립을 가급적 제한하고 환경친화적 공법을 도입하는 「공유수면매립기본계획」이 수립되었다.

〈 표 2-6 〉 정부의 주요 연안 대책

연안대책	특징	내용
연안관리계획 수립지침 (2000년)	연안지역을 5개로 구분 (절대보호지역/보호지역/활용지역/개발조정지역/개발유도지역)	보전지역들에 대한 구체적 목표치 설정 권고, 기금조성 및 관리제도 필요성
제2차 공유수면매립 기본계획 (2001~2011)	환경친화적인 연안통합관리계획으로 수립 지향	대규모 매립은 가급적 제한. 환경친화적 매립으로 정책의 기본 틀 전환.

그러나 정부 부처 간, 중앙과 지방정부간에 조정이 잘 이루어지지 않아 연안지역의 보호 및 복원이 늦어지고 있다. 예를 들면, 4개 관련법에서 23개 해양생태계 보전지역을 지정하고 있는데, 중복되는 대책들을 통합한다면(예, 해양생태보전지역, 해양자원보전지역, 해양환경보전지역 그리고 연안습지보호지역) 해안지역관리에 있어서 효율성과 일관성을 높일 수 있을 것이다.

비점오염원 관리 대책

정부에서는 또 생활하수나 산업폐수 등의 점오염원에 대한 관리에도 노력하지만 농지에 살포된 농약, 축사에서 유출물, 도로상 오염물질, 도시지역의 먼지와 쓰레기, 지표상 퇴적오염물질 등이 강우시 빗물과 함께 유출되면서 발생하는 비점오염원에 대한 관리도 강화시키고 있다. 일반적으로 점오염원은 배출지점이 명확하여 비교적 제어하기 쉽고, 처리과정에서 비용/효율이 높다. 반면, 비점오염원은 배출지점이 불특정하여 제어가 어렵고 오염원의 배출량이 강우량에 크게 좌우되어 계량적인 관리대책 수립에 많은 어려움이 있다.

〈 표 2-7 〉 점오염원과 비점오염원의 특성비교

구 분	점오염원	비점오염원
배출원	공장, 가정하수, 분뇨처리장, 가두리양식장, 축산농가 등	논, 밭, 임야, 대지, 도로, 대기중의 오염물질 등
특 징	<ul style="list-style-type: none"> - 인위적 - 배출지점이 특정 - 한 지점으로 집중적 배출 - 자연적 요인에 영향을 적게 받아 계절적인 변화 작음 - 채집 용이, 처리효율 높음 	<ul style="list-style-type: none"> - 인위적 및 자연적 - 배출지점이 불특정 - 희석, 확산되면서 넓은 지역으로 배출 - 계절에 따른 변화가 심하여 예측이 곤란함 - 채집 곤란, 강우의 영향을 받아 처리효율이 일정치 않음

그간, 비점오염원의 관리를 위하여 4대강 물관리종합대책(1998~2000)에 수변구역 지정, 수변녹지 조성, 도시지역의 저류지 건설, 하천부지에서의 농약 및 비료 사용 제한, 축산분뇨 자원화 촉진 등 비점오염원에 대한 다각도의 관리대책이 마련되어 추진되었고, 2004년부터는 ‘4대강 비점오염원관리 종합대책’이 수립되어 본격적인 관리대책이 추진되고 있다. 현재 한강은 2004년부터(25개소), 낙동강은 2005년부터(5개소), 금강·영산강수계는 2006년부터 비점오염원저감시설이 설치중에 있다. ‘4대강 비점오염원관리 종합대책’이 계획대로 추진된다면 목표 연도인 2020년에는 비점오염물질 예상발생량 381톤/일을 250톤/일(34.3%)로 줄여 4대강 수계 수질을 0.20~0.65mg/L(BOD기준)까지 개선할 수 있을 것으로 예상된다.