

무방류시스템 도입에 따른 환경규제효율화 방안

Reformation of Environmental Regulation through introduction of the
Zero Liquid Discharge System

최 지 용

한국환경정책·평가연구원

Jiyong Choi

Korea Environment Institute

Abstract

It is difficult to examine the causal relation of pollution damages because the time gap between pollution cause and effect is large and new pollutants are continuously being produced. Their many environmental effects are not promptly studied. As both the study of causal relation about pollution and the pollutant treatment are becoming highly advanced by the development of science and environmental technology, both the economy and balance on environmental regulation may be discussed. It is reasonable to decide environmental policy in consideration of close relation between both the generation and resolution of environmental problems and of technological developments because environmental problems are related to complicated social problems and scientific technologies.

First item in policy decision about environmental control and management is preferentially to consider the way of prevention. It is necessary to prevent pollution by regulating the installment of environmental pollution facility into the environmentally sensitive areas, like water supply source and to regulate land utilization as a method to achieve pollution prevention. Second is a consideration of environmental technology development. <It is required to newly consider whether the case of perfectly treating pollutants as environmental technology improve, may be deleted in the economic regulation list or not.> This is a solution which can accomplish the development of environmental technology and the reinforcement of economic competition. Third is the coexistence of environment and economy. It is necessary to consider economy in connection with environmental problems and environment in economic problem. Then, we can enjoy a healthy life as well as economic affluence. Fourth is the enlargement of environmental management means. Environmental management means must be diversified because environmental cause and effect are varied.

For Improving the land use regulation system, it is necessary to consider both land use regulation status and pollutant toxicity with the development of environmental technology. Land use must be approached by classifying land to 3 levels; water source protection zone and water front zone, special zone 1 and 2, rancus and other zones. Land regulation policy to prevent any accident in water source protection zone, waterfront zone, and special zone must be continuously upgraded. However, economical consideration in other zones is required by the development of environmental technology.

주제어 : 환경규제, 토지이용규제, 환경기술발전, 무방류시스템, 상수원보호, 예방대책

I. 서론

환경문제는 산업혁명이라는 기술발전과 더불어 시작된 대량 소비시대로 접어들면서 심화되었으며, 더욱이 오늘날의 환경문제는 환경문제 그 자체로서 그치는 것이 아니라 정치·경제·사회 등 제반요인과 결합되면서 복잡한 양상으로 전개되고 있다. 최근 기술발전에 따라 환경문제의 해결가능성이 높아짐과 동시에 또 한편으로 신규화학물질의 개발 및 분석기술의 발달로 인류 및 생태환경의 위해성이 새롭게 규명되고 있다. 따라서 신규화학물질의 지속적인 개발과 사용으로 인해 이들 물질에 대한 즉각적인 환경영향을 규명하여 대처할 수 없는 현실에서 볼 때, 상수원 등 민감지역에서의 예방대책이 매우 중요하다. 반면 환경기술의 발달로 오염물질의 완벽한 관리가 가능한 경우는 이들 물질을 취급하는 업종에 한해 정상적인 경제활동에 장애를 주는 규제행위는 완화해 줄 필요도 있다. 이제는 국내에서도 토지이용규제를 통한 예방대책과 환경기술의 발전을 고려하여 현 환경규제정책을 고찰하고, 환경기술 발달을 고려한 토지이용규제 개선방안을 모색할 시점에 있다. 또한 환경규제의 실효성을 보완하기 위한 새로운 수단으로 대두되고 있는 환경관리협약과 같은 새로운 제도의 적용방안 등도 검토할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 환경기술발전에 따른 토지이용규제 문제를 상호 연계 분석하여 환경기술발전에 따른 환경규제제도의 발전방안을 제시하고, 팔당유역의 무방류시스템 도입에 따른 규제효율화 방안을 사례로 분석·제시하고자 한다.

II. 현행 환경규제시스템의 특성과 문제점

현 환경규제시스템은 분류방법에 따라 사전적 규제와 사후적 규제, 직접 규제와 간접 규제, 명령지시적 규제와 시장유인적 규제 등으로 분류가 가능하고 이들은 서로 간의 조합을 통해 더욱 다양하게 분류할 수 있다(전병성, 2003). 본 장에서는 환경규제로서 가장 일반적으로 활용되고 있는 사전적 규제와 사후적 규제를 검토코자 한다. 사전적 규제란 오염물질의 발생을 근원적으로 차단하기 위한 규제로서 대표적으로 토지이용규제가 있다. 사후적 규제는 오염물질이 배출되고 난 후 환경관리 목표를 달성하기 위해 행해지는 규제로서 배출허용기준 설정, 배출시설설치에 대한 신고 및 허가, 오염행위 감시감독 등이 포함된다.

1. 사전적 규제시스템

사전적 규제시스템의 예로서 토지이용규제를 대표적으로 고찰하고자 한다. 본래 토지이용

규제는 토지를 경제적·효율적으로 이용·관리하기 위한 수단이었지만 공장 등 오염원의 입지제한은 일정지역을 환경오염으로부터 보호할 수 있는 정책수단이 될 수 있다는 측면에서 중요한 의미를 가진다.

1) 토지이용규제의 법적 근거

헌법에서 모든 국민의 재산권은 보장되며 그 내용과 한계는 법률로 정하도록 하고 있다. 또한 헌법에서 재산권의 행사는 공공복리에 적합하게 이루어지도록 규정하고 있는데, 이는 재산권의 악용이나 남용으로 인한 사회공동체의 균열과 파괴를 방지하고 실질적인 사회정의의 실현하려는 의도이다. 이와 같이 헌법은 기본권으로서의 토지재산권은 보장하되 사회정의의 위해서는 규제할 수 있다고 본다. 환경보전을 위한 토지재산권의 제한근거는 헌법에 명시된 국민의 환경권과 국가의 환경보호의무인데, 특히 자연자원이나 물, 공기 등의 환경은 공공재로서의 성격이 강하고 공공복리를 위해서는 필수불가결한 것이므로 환경보전을 위한 토지재산권의 제한은 헌법에 근거해 타당할 수 있다. 다만 환경보전을 위한 토지이용규제라 하더라도 그것이 기본권제한의 한계를 넘지 않는 범위 내에서 이루어져야 할 것이다.

2) 상수원 수질관리를 위한 토지이용규제 실태

일반적으로 상수원 수질보호를 위해서는 오염원의 입지를 금지하여 오염의 발생을 근원적으로 억제하는 토지이용규제정책과 발생된 오염물 처리를 위한 기초시설을 확충하는 두 가지 정책을 동시에 추진하고 있다. 상수원관리를 위한 토지이용규제 현황은 다음과 같다.

〈표 1〉 전국의 상수원관리지역 현황

	상수원보호구역	수 변 구 역	특별대책지역	배출시설허가제한 지역
법률근거	수 도 법	4대강법	환경정책기본법	수질환경보전법
관리수단	수질오염에 유해한 행위, 건축물, 죽목의 벌채, 토지형질변경	토지이용 및 시설설치 제한	토지이용 및 시설설치 제한	산업폐수시설설치 허가제한
지정권자	시도지사(위임)	환경부장관	환경부장관	환경부장관

2. 사후적 규제시스템

환경정책기본법은 “정부는 국민의 건강을 보호하고 쾌적한 환경을 유지하기 위하여 환경 기준을 설정하여야 하며 환경여건의 변화에 따라 그 적정성이 유지되도록 하여야 한다”고 규정하고 있다. 환경기준은 그 존재 목적에 비추어 볼 때, 환경침해방지를 위한 기준과 환경오염예방을 위한 기준으로 나눌 수 있다. 환경침해방지 기준은 이미 인식된 또는 예상된 환경침해 유발요소에 대한 보다 구체적인 규율을 위한 것이고, 환경오염예방 기준은 환경상 발생할 수 있는 위험에 대하여 사회적으로 수인될 수 있는 한계점 및 환경질의 목표치를 제시함으로써 환경오염을 예방하는 의의를 가진다. 국가 및 지방자치단체는 환경에 관련되는 법령의 제정과 행정계획의 수립 및 사업의 집행을 통해 환경기준 유지의 목적을 달성하고자 한다.

1) 배출허용기준 및 방지시설의 설치

생산활동을 하기 위한 오염물질배출은 어느 정도 허용하지 않을 수가 없으므로, 경제활동의 보장과 환경보전이라는 두 가지 목적을 조화시키기 위한 방안이 필요한데, 대표적인 방안으로 배출허용기준을 들 수 있다. 배출허용기준의 설정방식은 농도규제방식과 총량규제방식이 있으며 우리나라의 경우 4대강법의 통과로 총량규제가 점차 확대 정착되어 가고 있다. 수질환경보전법은 수질오염물질의 배출을 일반적으로 금지사항으로 하면서 일정한 기준을 갖추어 허가를 받거나 신고를 한 후 시설을 가동하도록 요구하고 있다. 동시에 환경오염사태에 신속히 대응하고 집행에 필요한 자료를 확보하기 위하여 배출원 등에 대하여 일정한 신고의무와 기록유지의무를 부과하고 있다.

2) 감시와 감독

정부는 배출원의 각종 오염배출행위에 대하여 조사하고 여러 가지 오염방지시설의 적정설치 및 적정 가동여부를 확인하는 감시업무를 수행하고 있다. 환경규제의 준수여부에 대한 감시활동은 규제의 실효성을 확보하는 중요한 수단이 된다. 즉 피수법자에게 규제내용을 주지시켜 이를 준수토록 촉구하고, 환경오염을 유발할 우려가 있는 업체를 미리 파악하여 환경상 위험요인을 해소할 수 있도록 하며, 환경법규 위반으로 획득할 수 있는 부당이득을 봉쇄하며, 환경오염에 취약한 부문의 집중적인 관리를 가능케 한다.

3. 환경규제의 문제점

오염처리시설 설치 위주의 명령지시적 규제의 문제점으로는 사후규제 위주, 개별매체별 규제, 감시감독의 한계 등이 있다. 사후규제방식은 비용/효과적인 면에서 비효율적이고, 법규 미준수자에 대한 적발과 처벌은 막대한 행정비용을 수반하며, 적발을 하더라도 이미 오염행위가 발생한 후이기 때문에 환경오염피해는 그대로 남는다는 단점이 있다. 또한 개별매체별 접근방법은 산업별 특성을 고려한 통합적 환경관리를 어렵게 만들뿐 아니라, 광범위하고 과학기술이 관련되며 경제정책 등 다른 정책과의 연관성이 있는 환경문제의 특징을 고려할 때, 규제가 필요한 모든 분야에 대한 환경기준과 배출허용기준을 일일이 설정하고 처벌한다는 것은 현실적으로 불가능하다. 감시·감독의 한계로서는 해마다 늘어나는 배출시설을 빈틈없이 모두 조사하고 감시·감독한다는 것도 불가능하다. 따라서 이같은 오염처리시설 위주의 명령지시적 환경규제의 문제점을 해결하기 위해서는 사전예방적 규제체도의 확대 및 경제·사회현실에 적합한 환경기준과 배출기준의 설정이 필요하다.

한편 토지이용규제의 문제점으로는 기존의 토지이용제도는 개발에 중점을 두었으며, 지속 가능한 환경의 보전이라든가 국토의 체계적 관리의 측면에서는 미흡하였다. 또 다른 문제점으로 토지이용규제는 민감지역을 관리하는 차원에서 큰 효과가 있으나, 오염물질의 광역성·확산성에의 대응에는 한계가 있었다. 이 밖에도 토지이용규제를 위한 법적인 근거가 존재함에도 불구하고 현실적인 토지이용규제는 지역주민과 지방자치단체, 정부간 사유재산권의 침해를 둘러싼 갈등이 제기되고 있다.

Ⅲ. 환경규제시스템의 변화와 실효성 제고수단

상수원의 수질보전대책은 상류지역과 수도사업을 운영하는 하류지역 등 관계자와의 이해가 대립하지 않을 수 없는 측면이 있으므로 국가는 상수원의 안정성을 보장함과 동시에 지역의 특성을 고려한 정책결정을 하여야 한다. 따라서 상수원보호를 위해 시행하고 있는 토지이용규제로 인해 과도한 경제적인 손해가 발생할 경우 이를 기술발전의 추이에 맞추어 조정할 수 있는지를 검토하여야 한다. 즉, 처리기술의 발달로 문제가 되는 오염물질의 위해성 관리방안이 확고히 검증되는 경우와 과도한 토지이용규제로 인한 경제적 손실이 발생하는 경우, 기업과 정부는 협약을 통해 특별 관리할 수 있는 여지도 고려할 필요가 있다. 본 장에서는 규제시스템의 합리적 선택 및 실효성 제고를 위해 환경기술발전과 환경규제시스템 변화, 환경규제시스템 선정 원칙, 규제시스템의 실효성 제고방안 등에 대해 고찰하고자 한다.

1. 환경기술발전과 규제시스템 변화

기술발전과 환경규제는 상호 유기적인 관계에 있다. 즉, 환경악화로 인류의 건강이 위협받을 경우 환경규제가 강화되며, 환경규제의 강화는 경제주체로 하여금 규제준수를 위한 비용투입 혹은 적정 기술개발의 수요를 창출하게 한다. 환경규제와 기술과의 관계는 환경오염에 의한 외부비용의 관점에서 살펴볼 수 있는데 이는 환경규제가 기업의 환경투자와 정의 관계에 있고, 환경기술수요를 창출하는 요인으로 작용함을 전제로 한다. 환경기술과 환경오염, 더 나아가 환경기술과 환경규제는 서로 밀접한 연관을 맺고 있다. 규제기준이 기업들로 하여금 적절한 환경투자를 유발하고 ‘환경투자 = 환경기술수요’라는 등식을 가정할 때 외부비용에 대한 적절한 규제를 통해 환경기술의 개발을 유도할 수 있으며, 이를 통해 외부비용의 관점에서 환경기술개발과 환경규제의 균형이 어떻게 이루어지는지 설명이 가능하다. 그러나 규제와 기술혁신 간의 관계는 일반적인 과정이 아니고, 이처럼 규제가 혁신을 자극할 수도 있으나 오히려 혁신을 저해할 수도 있다. 기술진보는 선택의 자유가 보장된 상황에서 가능하다. 특정기술을 부과하려는 규제압력이 크면 클수록 기술혁신에 대한 지향은 작아지고 따라서 공정기준은 산업계로 하여금 반드시 가장 효율적이지 않은 전통기술로의 전환을 촉구할 수 있다. 반면, 성과기준은 효율적인 해결책 심지어는 생산공정의 완전한 점검을 추구하도록 할 수 있다. 이에 따라 산업·환경정책 방향도 환경과 경제의 상호 연계성이 강조되고 있으며, 정책적 통합을 통한 ‘win-win 전략’의 필요성이 제기되고 있다. 특히, 환경산업의 저변확대를 통한 환경기술개발 기반을 확립하기 위해서는 환경정책과 경제·산업정책의 통합적 접근이 필수적이다.

〈표 2〉 환경기술개발 패러다임의 변천

구 분	제1세대 환경기술	제2세대 환경기술	제3세대 환경기술
패러다임	· 효율적인 오염물질 처리 및 주요 오염원 관리	· 사전오염예방(오염물질 배출 최소화 및 재활용)	· 환경친화사회 구축 · 수용체 중심의 통합환경관리
환경인식	· 성장위주의 경제정책으로 오염 불가피	· 오염예방 · 환경구매자 등장	· 지구환경 및 자연환경보전
기술개발 목표	· 환경규제 대응(환경문제 현안 중심)	· 규제대응 및 자원절약(환경 경쟁력 강화)	· 수용체 중심의 통합환경관리 (생태계 보전 등 자연과 공존)
기술개발 특징	· 오염물질 사후처리기술	· 청정생산기술	· 환경보전, 환경복원 및 재생
기술적 특성	· 배출된 오염물질 제거	· 오염물질 배출억제	· 생태·인체영향 기반 · 융합기술
기술수요국	· 산업화, 도시화 진행국	· 선발개도국, 선진국	· 선진국

자료 : 재경부 외, 「환경기술개발종합계획(2003~2007)」, 2002.11.

2. 환경규제 및 관리의 기본원칙

환경규제 및 관리는 사전배려의 원칙, 지속가능성의 원칙, 원인자 책임의 원칙, 참여와 협동의 원칙에 기초하여야 한다. 사전배려의 원칙으로는 환경에 영향을 미치는 행위의 주체들이 행위의 결정과정에 있어 최대한 환경영향을 사전에 고려하도록 함으로써 환경을 보호하여야 한다는 원칙이다. 지속가능성의 원칙은 개발과 보전을 세대 간의 형평성에 부합하도록 해야 한다는 원칙으로서 지속가능성의 원칙은 이제 전 세계적으로 환경과 개발의 조화, 환경과 경제의 조화를 위한 새로운 패러다임으로 자리를 잡고 있다. 원인자 책임의 원칙은 자기의 영향권 내에 있는 자의 행위 또는 물건의 상태로 인하여 환경오염발생의 원인을 제공한 자는 그 환경오염의 방지·제거 또는 손실보상에 관하여 책임을 져야 한다는 것을 의미한다. 참여와 협동의 원칙은 환경보전 목적을 달성하기 위하여 모든 경제주체가 참여하고 협동하여야 한다는 것을 의미한다. 따라서 새로운 환경규제의 도입이나 기존제도의 개선은 위와 같은 4가지 원칙에 바탕을 두어야 하며, 본 논문에서도 이 원칙에 따라 고려하였다.

3. 환경규제시스템의 실효성 제고수단

환경규제수단의 선택 기준으로 효과성, 능률성, 공평성, 실현가능성, 오염예방, 기술발전 등의 수준을 고려하여야 한다. 효과성은 환경규제의 정책목표 달성도를 의미하는데 정책수단이 어느 정도의 목표를 달성하느냐를 기준으로 하여 정책수단의 잘잘못을 평가하는 기준이다. 능률성은 투입에 대한 산출의 비율로서 환경규제에 있어서 능률성은 규제수단을 선택하는데 중요한 기준이다. 다른 규제수단과 마찬가지로 환경규제정책에서도 능률성을 평가하기 위해 비용편익분석 수단을 많이 활용하고 있다. 환경규제에 있어서 공평성이란 환경보전의 혜택과 이를 위한 비용부담이 지역간, 집단간, 계층 간에 공평하게 배분되는가의 문제를 말한다. 실현가능성 측면에서 환경규제는 우선 사회에서 수용가능하고 감당할 수 있는 수준에서 이루어져야 하며, 실현성이 없는 환경기준이나 배출허용기준을 설정할 경우 이는 달성할 수 없으므로 조정되어야 한다. 오염예방은 각종 규제방법의 선정시 사전오염 예방 방안을 우선적으로 고려해야 함을 의미한다. 마지막으로 기술발전은 생산기술의 발전에 따라 신규오염물질의 배출이 증가하는 한편 오염물질의 처리기술 및 사전예방기술, 청정기술 등도 동시에 발전하게 되어 오염물질을 기술적으로 관리할 수 있음을 의미하며 환경규제 수단은 이러한 긍정적인 측면 역시 고려해야 한다. 환경규제 실효성 제고를 위한 수단으로 환경관리협약제도의 도입을 고려해 볼 수 있다. 환경관리협약의 성공요건은 다음과 같다.

■ 적절한 협약프로그램의 개발 및 상호협약

환경관리협약은 그 자체로서보다는 강제적 규제수단, 경제적인 지원제도, 지역사회의 참여 등 다른 정책수단과 적절히 연계될 때 효과를 발휘할 수 있다.

■ 산업별 환경영향 분석

주요 산업부문별 환경영향을 보면, 환경부하량이 많은 것은 섬유산업, 철강금속산업, 석유화학정제산업, 비철금속산업, 전자산업이며, 이러한 산업들의 생산공정을 분석하여 평가하고 개선하여 오염물질이 적게 배출되고 궁극적으로는 무방류체계(Zero Discharge System)를 구축하도록 하여야 할 것이다.

■ 이행상황에 대한 감시 및 위반에 대한 제재강화

환경관리협약은 협약서의 내용이 제대로 이행되고 있는지 연도별로 추진실태를 조사하여 그 결과를 평가하고 미진할 경우 보완하도록 하여야 한다.

■ 환경의식의 제고와 환경정보의 공개

기업과 행정기관의 환경관련정보가 소상히 공개됨으로써 국민의 환경감시기능이 강화되고 결과적으로 자율적이고 적극적인 환경관리를 유도할 수 있을 것이다.

규제제도의 유연성 제고도 실효성 제고를 위해 필요하다. 환경 보호를 위한 토지이용규제도 경제성과 효율성을 고려하여 결정하고 있는 추세가 확장되고 있는데 토지이용이 제한되는 경우라도 지방정부와 자율적인 협약을 통해 수질관리계획을 수립하고 이를 합리적이라고 판단하는 경우 예외를 인정하고 있다. 따라서 우리나라도 경직적인 규제제도에서 국민의 경제와 건강을 고려한 상호 합의를 통해 규제제도의 유연성을 고려해 볼 수 있으며, 이 경우 규제는 지자체, 사업자, 주민의 합의를 통해 이루어야 할 것이다.

IV. 환경기술 발전을 고려한 토지이용규제 개선방안

- 팔당유역을 대상으로 -

환경기술을 고려한 토지이용규제제도의 개선방안을 모색하기 위해 사례지역으로 팔당지역을 선정하였다. 팔당지역은 상수원보호를 위해 다양한 토지규제가 적용되고 있을 뿐 아니라 수도권에 근접하여 토지이용에 대한 잠재력이 크기 때문에 환경과 경제의 상생, 또는 환경기술과 토지이용 간의 조화가 어느 지역보다 중요한 지역이다. 따라서 본 절에서는 팔당을 사례지역으로 하여 환경보호 목적의 토지이용규제 실태와 배출규제를 살펴 본 후 규제효율화 방안을 제시함으로써 환경기술수준의 발전을 반영한 토지규제제도의 개선방안을 모색하고자 한다.

1. 환경보호를 위한 토지구제 실태

팔당호는 수도권 주민의 유일한 식수원으로서 팔당 상수원에 의존하는 인구만도 2천만이나 된다. 따라서 정부는 팔당(경기도 7군 43읍·면) 영향권역에 대해 배출시설설치 허가제한을 위한 대상지역을 1990년 4월에 고시하였고, 7월에는 팔당 상수원 수질보전특별대책지역으로 지정하였다. 그리고 1999년에는 특정수질유해물질 배출시설설치제한지역을 확대 지정하였다. 또한 팔당호유역은 지정학적으로 수도권이 인접해 있어 개발잠재력이 큰 지역이다. 이 지역의 연평균 인구증가율('90~'97)은 4%로 전국평균치인 1.2%를 훨씬 상회하고 있으며, 인구증가와 함께 아파트 수도 7년 동안 12.8배로 증가하고 있고, 숙박업소와 음식점 수도 3.5배 정도 늘어났다. 팔당호 수질보전을 위해 이중, 삼중의 특별한 규제가 이루어지고 있음에도 불구하고 이렇게 개발속도와 양이 큰 것은 이 지역의 개발잠재력이 크다는 것을 반증하고 있다. 따라서, 이 지역 내에서의 개발과 관련된 제도의 변경은 팔당 상수원의 수질에 직접적인 영향을 미칠 수 있다. 팔당의 중요성을 반영해 본 지역에는 다양한 토지구제제도가 시행중이며 토지이용규제의 정도는 상수원에 가장 가까운 상수원보호구역이 가장 엄격하고 그 다음이 수변구역, 특별대책지역 1권역, 2권역, 특정수질유해물질 배출시설설치제한지역의 순서이다. 각 규제지역별 행위제한 비교는 다음과 같다.

〈표 3〉 상수원관리를 위한 규제지역의 행위제한 비교

구 분	상수원 보호구역	수변구역		특별대책 I 권역	특별대책 II 권역	특정수질 유해물질 배출제한 지역
		특별 대책 권역 (1km)	특별 대책 권역외 (500m)			
폐수 배출시설	설치금지	설치 금지	설치 금지	500㎡/일 이상 시설 설치금지(미만 시설 BOD 30ppm)	용량규제 없이 하수종말처리시설로 유입 또는 BOD 30ppm 이하 처리 시 설치가능	관련법 규정 준수시 제한 없음
특정 유해물질 배출시설	설치금지	설치 금지	설치 금지	설치금지	설치금지	설치금지
축산폐수 배출시설	설치금지	설치 금지	설치 금지	허가대상시설의 신규입지 불허, 신고대상(우사 450㎡, 돈사 500㎡ 미만) 입지가능	용량규제 없이 허가대상시설은 BOD, SS 50ppm, 신고대상은 BOD, SS 350ppm 이하 처리시설 설치가능	관련법 규정 준수시 제한 없음

(계속)

구 분	상수원 보호구역	수변구역		특별대책 I 권역	특별대책 II 권역	특정수질 유해물질 배출제한 지역
		특별 대책 권역 (1km)	특별 대책 권역외 (500m)			
오수배출 시설 중 숙박업, 식품접객업	설치금지	설치 금지	설치 금지	건축연면적 400㎡ 이상 시설 설치금지. 단, 하수종말처리시설로 유입시 설치가능	면적규제 없이 하수종말처리시설로 유입 또는 BOD 20ppm 이하 처리시 설치가능	관련법 규정 준수시 제한 없음
오수배출 시설 중 목욕장업	설치금지	설치 금지	설치 금지	건축연면적 800㎡ 이상 시설 설치금지. 단, 하수종말처리시설로 유입시 설치가능	면적규제 없이 하수종말처리시설로 유입 또는 BOD 20ppm 이하 처리시 설치가능. 또한, 숙박업과 겸업가능	관련법 규정 준수시 제한 없음
위 5가지 시설의 오수 배출시설	설치금지, 거주인에 한하여 농가 주택 및 부속건축물 100㎡이하 제외	건축 연면적 800㎡ 이상 금지	면적 규제 없음	건축연면적 800㎡이상 시설 설치금지. 단, 하수종말처리시설로 유입 또는 공공복리시설로서 BOD 20ppm 이하 처리시 설치가능	면적규제 없이 하수종말처리시설로 유입 또는 BOD 20ppm 이하 처리시 설치가능	관련법 규정 준수시 제한 없음

주 : 환경정책기본법상 규제 제한 없음

자료 : 수도법 제5조, 시행령 제8, 9조 및 상수원관리규칙 제11~14조, 환경정책기본법 제22조 및 시행령 제5조의 팔당·대청호 상수원 수질보전 특별종합대책, 한강법 제5조, 수질환경보전법시행규칙 별표 5

2. 오염물질 배출규제 실태

팔당상수원지역은 상수원에 미치는 중요성에 따라 다양한 오염물질 배출규제 시스템을 적용하고 있다. 이는 앞에서 검토한 토지이용규제와 연계되어 있으며 앞의 <표 3>에서 제시하는 바와 같다. 이와 같이 상수원에 미치는 영향에 따라 배출규제 수단을 달리하는 것은 합리적인 규제시스템이라 하겠다. 그러나 일부 상수원에서 상당히 격리된 특정수질유해물질 배출시설제한지역의 경우 오염물질 배출시설 자체에 대한 근본적인 입지규제로 경제활동에 장애를 주는 경우도 있다. 따라서 본 절에서는 이 지역에서 사례 오염물질(구리)에 대해 환경에 의 위해도, 처리가능성, 기술발전 수준 등을 고려해 환경규제의 개선방안을 고찰하고자 한다.

1) 구리 및 구리화합물의 특성 및 규제실태

구리는 적색을 띤 금속으로 폐수에 함유된 구리화합물은 pH 7 이하일 때에는 거의 대부분

자유구리이온(Cu^{2+})의 형태로 존재하나, pH 8 이상일 때에는 Cu_2O , CuO , $Cu(OH)_2$ 등의 비용해성의 구리산화물의 형태로 존재한다. 구리 자체에 의한 만성독성은 알려진 바가 거의 없는 반면에 구리화합물은 인체에 대한 유해성을 띠는 것으로 알려져 있다. 급성중독으로는 대량의 구리염을 내복하면 근육, 치아가 청록색으로 착색되고 금속미, 구토, 위통, 출혈성위염, 수양변 증상을 보이고 후에 혈변, 근강직, 맥박미약, 호흡곤란, 혈압강하 등의 증상을 보여 대개는 2-3시간 내에 사망에 이르게 된다. 만성중독으로는 비점막의 출혈, 부식, 비충격천공, 만성위염, 피부궤양, 간경변, 혈색증 등을 초래한다. 또한 구리는 생태계에 민감한 영향을 끼치는데 총 구리농도가 5-10ppb인 경우, 해조류의 성장이 저해되고, 어류와 양서류 중 민감한 종은 태아기형효과를 유발하는 것으로 보고되고 있다(USGS, 1997). 국내의 경우 특정수질유해물질 17종 중 중금속의 경우 해당 중금속과 그 화합물을 하나로 규제하고 있다.

〈표 4〉 우리나라 환경법상의 구리 규제 현황

관련법	규제형태	관리수준 및 농도
환경정책기본법	수질환경기준 중 해역	- 0.02mg/L 이하
대기환경보전법	특정대기유해물질로 구리와 구리화합물 포함	- 입자상 물질의 경우 배출허용기준은 구리제련시설의 경우 20mg/Sm ³ 이하, 기타시설은 10mg/Sm ³ 이하
유해화학물질관리법	유독물	- 무기구리염류(뇌동, 뇌산제외)
폐기물관리법	분진, 광재, 폐사, 소각잔재물, 안정화 또는 고형화 처리물, 오니에 함유된 유해물질 등으로 구리 또는 구리화합물 포함	- 3mg/L 이상(용출액)
수질환경보전법	특정수질유해물질로 구리와 구리화합물 포함	- 청정지역 0.5mg/L 이하 - 가, 나지역 모두 3mg/L 이하
토양환경보전법	토양오염우려기준과 토양오염대책기준	- 토양오염우려기준 : 농경지 50mg/kg, 공장, 산업지역 200mg/kg, - 토양오염대책기준 : 농경지 125mg/kg, 공장, 산업지역 500mg/kg.
수도법, 먹는물관리법	심미적영향물질	- 수돗물, 먹는샘물 및 먹는물공동시설의 기준은 모두 1mg/L 이하 - 세계보건기구(WHO) 잠정권고치 : 2mg/L, 미국 : 1mg/L, 일본 : 1mg/L, 영국 : 3mg/L, 호주 : 2mg/L, 캐나다 : 1mg/L, 프랑스 : 1mg/L, 독일 : 3mg/L

외국의 구리규제 실태는 미국의 경우 상의 형태에 따라 액체상 구리는 Clean Water Act(CWA)에 의해 규제하고, 입자상 구리는 폐수에 의해 흘러 나오는 경우라면 CWA에 따

라 규제되나 슬러지 형태로 매립지에서 최종처리될 경우에는 Resource Conservation & Recovery Act(RCRA)에 의해 관리하고 있다. 처리 경로에 따라 직접 배출되는 경우는 National Pollutant Discharge Elimination System(NPDES)에 의해 규제되고 공공폐수처리 시설시스템으로 이송하여 처리 후 간접배출되는 경우에는 National Pretreatment Program for Indirect Dischargers에 의거 폐수처리시설에 따라 수립된 지역 허용한계치(Local limits)에 따라야 한다. 일반적으로 폐수처리시스템으로 구리의 유입이 증가하면 여러 가지 문제가 발생할 수 있다. 폐수처리의 생물학적 처리시스템에 역효과를 주거나, 폐수처리 슬러지의 구리함량이 높아져 환경에 악영향을 끼치게 된다.

독일의 경우는 중금속이 반응하여 나타날 수 있는 복합물(compounds)별로 중요도를 분류하고 있다. 즉, 수계에 들어가도 무해한 화학물질(Substances non-hazardous to waters)과 수계에 들어가면 유해한 화학물질(Substances hazardous to waters)로 구분하고 있다. 무해한 물질은 물 속에서 고상으로 존재하거나 물 및 공기 중의 산소와 반응성이 없는 물질(chromium(III) oxide, iron, iron(II) oxide, iron(II, III) oxide, iron(III) hydroxide, iron(III) oxide, copper phthalocyanin, zinc 등)이고, 유해한 물질은 유해성에 따라 3등급(WGK 1 : low hazard to waters, WGK 2 : hazard to waters, WGK 3 : severe hazard to waters)으로 구분하고 있다(Umwelt Bundes Amt, 2001).

〈표 5〉 우리나라와 독일의 중금속 수질오염물질의 구분 비교(예 : 구리)

우리나라의 구분	독일에서의 구분 ¹⁾	
	구리복합물	WGK
구리 및 그 화합물	Copper arsenite	3
	Copper acetoarsenite	3
	Cupferron	3
	Cuprous chloride	2
	Copper chloride	2
	Cupric nitrate, n-hydrate	2
	Cupric oxide	1

자료 1) : www.umweltbundesamt.de/wgk.htm

우리나라의 중금속 규제 기준은 12개의 중금속을 수질오염물질로 지정하였고, 그 중 7개 물질을 ‘특정수질유해물질’로 지정하여, 다른 물질보다는 엄격히 관리하고 있다. 예를 들어, 구리는 ‘수질유해물질’, ‘특정수질유해물질’과 ‘배출허용기준’에는 포함되어 있으나, ‘수질환경

기준'에는 포함되어 있지 않다.

구리를 포함하여 '특정수질유해물질'로 분류된 중금속류는 그 외의 중금속 물질보다 유해도가 높으나, 동일한 중금속에 속하는 화합물이라고 하더라도 물질별로 유해도는 크게 차이가 나서 무해한 수준에서 아주 유해한 수준까지 다양하다. 따라서 '특정수질유해물질'과 같이, 입지 및 배출관리가 엄격해지는 물질에 대해서는 포괄적인 접근방법보다는 배출되는 물질을 정확히 분석하여, 유해도에 따라 개별 물질별로 관리하는 것이 합리적이라고 판단된다. 구리 자체는 독성이 낮은 물질로 알려져 있기 때문에 일반적으로 '구리 및 그 화합물'을 유해물질 목록에 포함시키는 것은 불합리한 측면이 있고, 유해한 것으로 분류되는 구리화합물들만을 선별적으로 관리하는 것이 타당하다.

3. 환경기술의 발전

환경기술은 대체로 배출된 오염물질의 처리를 중심으로 하는 사후처리기술의 제1세대, 오염을 적게 배출할 수 있는 생산공정을 중심으로 하는 청정생산기술의 제2세대 그리고 Zero-emission, 완전 재활용 및 생태계 복원 등을 내용으로 하는 무공해 및 환경복원기술의 제3세대 기술로 구분된다. 우리나라의 경우 제1세대 기술인 사후처리기술의 경우에만 선진국의 중·고급 수준에 올라 있고, 제2세대, 제3세대 기술인 청정기술 및 환경 복원기술의 경우는 선진국에 비해 낙후되어 있는 것으로 평가되고 있다. 정부는 차세대 핵심환경기술개발사업 10개년 계획을 통하여 이처럼 선진국에 비해 상당히 낙후된 환경기술을 오는 2010년까지 80%에서 90% 수준으로 끌어올리겠다는 계획을 세워놓고 있다(환경부, 2002). 따라서 본 절에서는 대표적인 제3세대 기술로서 오염물질 처리에 있어 완벽한 무방류 시스템의 도입을 고려해 검토하고자 한다.

1) 무방류시스템(Zero Liquid Discharge (ZLD))의 개요

무방류라 함은 액상의 오염물질을 규정된 계 밖으로 방류하지 않는 것을 의미하는 것으로서 관심의 대상이 되는 액상의 오염물질이 저장과정, 생산공정, 폐수처리공정, 폐기물 처리 등의 전체 단계에서 해당 수계에 영향을 미치는 현상까지도 방지하는 것으로 정의될 수 있다. 무방류시스템은 폐수 방류구가 없어 주변 수계에 미치는 영향이 없고, 처리수를 전량 재이용함으로써 용수 사용량을 절감할 수 있어 물 부족 환경에도 대응할 수 있는 환경친화형 차세대 시스템이라 할 수 있다(Dalan, J.A., 2000).

〈표 6〉 오염물질의 배출수준에 따른 무방류 시스템 구분

오염물질배출수준	점 오염원		비점오염원
	특정대상물질	일반하폐수	
대상폐수만 처리	선택적 부분무방류		무방류 시스템에서 고려되지 않음
모든 발생폐수 처리	엄격한 무방류		
모든환경으로 배출방지	선택적 완전무방류		
	이상적 완전무방류		

자료 : 박희경, 2003

2) 국내외 무방류시스템의 도입사례 조사

국내에서는 현대 자동차 아산공장, 현대 파워텍 서산공장에서 무방류시스템을 도입하고 있으며, 그 외 현대 우주항공 서산공장은 현대 MOBIS에서 Aquatech 사의 무방류 설비를 2002년에 도입하여 시공하였으며 현재 시운전중에 있다. 무방류시스템 도입배경은 공업용수 공급가의 점진적 인상, 방류수 총량규제로 인한 배출 부과금의 증가에 따른 생산원가의 상승 때문이고 지역적으로는 배출수역인 안산호와 삼교호의 수질악화로 인한 하류지역 양식업의 피해에 따른 환경 민원에 대처하기 위해서이다. 이미 미국과 일본에서는 수자원 부족지역과 환경문제 해결을 위해 다양한 무방류시스템이 적용되고 있으며 기술적으로 안정성을 확보하고 있다.

3) 무방류시스템의 구성 및 시설

무방류는 물의 재이용이라는 전제가 포함되어 있기도 하지만 결론적으로는 한 방울의 폐수도 배출되지 않아야 한다는 것이기 때문에 무방류의 성공 여부는 시스템에서의 최종 시설인 증발농축 건조시설에 대한 기술이 결정짓는다고 해도 과언이 아니다. 무방류 시스템의 장점은 처리수의 재활용인데 수질에 따라 직접 제조 공정에 사용하여 환경친화형 생산공정으로 전환/용수 공급의 탄력성을 확보할 수 있다. 또한 오염물질을 재활용하기 때문에 오염물질 배출 저감 및 재활용을 촉진하여 순환형 사회를 구축할 수 있는 토대가 된다. 단점으로는 초기 설비비와 운영비가 다른 시스템에 비하여 매우 높은 편이라, 특정 고부가가치 제품을 생산하는 산업에 제한적으로 사용이 가능하고 막 분리 공정은 분리막에 의하여 배제되는 물질이 분리막 표면에 축적되는 농도 분극화 현상(concentration polarization), 또는 분리막의 기공을 막게 되는 막오염 현상(fouling)이 불가피하게 동반되므로 막의 분리성능을 저하시키는

등 기술적인 문제가 발생할 수 있다.

<표 7> 처리 설비별 적용목적 및 중요 고려사항

구 분	설비적용목적	중요고려항목
전처리 설비	<ol style="list-style-type: none"> 1. 유입 폐수의 균등화 2. 유기물 및 부유불순물 제거로 후단 탈염 설비 장애 요인 제거 3. 고도설비 적용으로 안정적인 탈염 설비 운전 유지 	<ol style="list-style-type: none"> 1. BOD, COD, T-N,SS 제거 2. 침전 분리로 고형물 농도 저감 3. 여과, 흡착등 미세입자 및 잔존 유기물을 완벽하게 제거
재이용설비 (탈염설비)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 탈염률 및 회수율 증대로 후단 증발 농축설비 부하 저감 2. 안정적인 증발 농축 설비운전을 위한 기술 적용 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 탈염률이 클수록 재이용수 수질 증대. 2. 회수율이 클수록 후단 증발 농축 설비 부하 저감
무방류설비 (증발, 건조)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 잔존 용존 물질의 고형 또는 결정화 2. 잔여 수분의 증발 및 회수 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 증기식 증발기(1단/2단) 선택 2. 증기식과 기계식 선택 3. 재질 선택 4. 탈수 설비 선택

자료 : 김낙주, 2003

4. 팔당유역에 대한 환경규제 개선방안

팔당유역에 대한 환경규제 개선에 관한 정책결정에 있어 무엇보다도 장기적인 측면에서의 지속가능성을 고려해야 하는데 환경은 우리만의 것이 아니라 우리 후손들의 것이기도 하며 일정수준의 경제력이 없이는 환경 역시 지켜질 수 없는 것이기 때문이다. 따라서 팔당과 같이 중요한 상수원과 관련한 의사결정은 기본적으로 지속가능성에 바탕을 두어야 한다. 지속가능성에 영향을 미치는 것으로 최근 들어 사회적 자본의 개념도 중요하게 대두되고 있다. James Coleman은 사회적 자본은 다른 형태의 자본 즉 재정적 자본이나 물적 자본, 인적 자본 등과 함께 생산활동을 촉진시키는 요소로 작용하는 것으로 개념정의를 하고 있다. 개별기업의 지속가능한 운영을 위해서는 적절한 자본금이 유지되어야 하듯이, 지역사회의 지속가능성이 유지되기 위해서는 사회적 자본의 확보가 필수적이다. 이처럼 지속가능성이 확보되는 조건에 대한 최근의 경향은 단지 물적 자본, 자연 자본의 지속가능한 수준 유지만이 아니라 사회적 자본 역시 마찬가지로 지속가능성의 필수요소에 포함시키는 것이다(조승헌, 2003). 따라서 상수원 지역에 대한 규제제도 변화 역시 지속가능성의 차원에서 검토하기 위해서는 사회적 자본의 개념을 필수 요소로 고려해야 한다. 팔당유역의 토지이용규제제도를 포함하는 상수원관리대책은 상하류 주민의 약속으로 형성된 대책임과 동시에 우리 사회가 마련한

하나의 큰 사회적 자본이므로, 이러한 사회적 자본을 희생시키고 그 대가로 물적자본을 증가시키는 일은 단기적으로 생산성의 향상을 가져올 수는 있으나 장기적으로 보았을 때 사회적 자본의 감소가 서서히 진행되어 결과적으로 지역사회의 전반적인 생산성 감소를 초래할 수 있다. 따라서 우리 사회의 지속가능한 발전을 위해서 의사결정시 이러한 사회적자본에 대한 훼손이 발생하지 않도록 환경규제 개선시 고려하여야 한다.

이를 위한 팔당지역은 오염물질 위해도와 지역성을 고려한 규제의 개선이 필요하며, 이러한 규제의 변화는 사회의 지속가능성을 해치지 않도록 충분한 안전장치에 바탕을 두어야 한다. 즉 유해성이 큰 물질이나 상수원에 가장 민감한 지역은 엄격한 관리를 하도록 하고, 반면에 유해성이 덜하고 상수원에 끼치는 위해도가 적은 지역은 환경과 경제가 조화를 이루도록 관리하도록 하여야 한다. 따라서 엄격한 관리가 요구되는 상수원보호구역, 수변구역, 특별대책지역은 기존의 토지이용을 엄격히 적용해 전량 무방류로 하는 경우에도 오염원의 입지를 금하고, 특별대책지역 외 특별수질오염물질 배출제한지역은 유해성 3등급에 한해서만 무방류로 할 경우 입지를 허용하는 방안 등의 검토가 가능하다. 또한 현재의 '구리 및 그 화합물'과 같이 구리 전체를 한 항목으로 규제할 것이 아니라 화합물의 위해도¹⁾에 따라 차등 관리하는 방안을 마련해야 한다.

〈표 8〉 유해성과 토지이용규제정도별 규제방안

구 분		토 지 이 용 규 제				
		수변구역	상수원 보호구역	특별대책지역		특정수질유해물질 설치제한지역
				I 권역	II 권역	
유해성 정도	유해성 1등급	불허	불허	불허	불허	불허
	유해성 2등급	불허	불허	불허	불허	불허
	유해성 3등급	불허	불허	불허	불허	무방류시 허용

1) 구리의 위해도를 상중하로 구분할 경우 다음과 같이 구분할 수 있을 것임 상(copper arsenite, copper acetoarsenite, cupferron); 중(cuprous chloride, copper chloride, cupric nitrate; 하(cupric oxide).

V. 결론 및 정책제언

과학 및 환경기술의 발달로 환경오염에 대한 인과관계 규명과 오염물질의 처리가 고도화됨에 따라 환경규제에 대한 경제성 문제도 대두되고 있다. 그러나 상수원과 민감한 지역에서의 토지이용규제 등과 같은 사전예방정책은 어느 정책수단보다도 먹는 물의 안전을 보장하는 가장 확실한 정책이다. 과도한 규제에 의해 경제에 불필요한 장애로 작용하고 이러한 문제가 기술적으로 충분히 보완이 가능하다면 환경과 경제의 상생을 위한 정책도 고려가 가능하다고 본다. 그러나 상수원과 같은 민감한 지역에서의 이러한 환경과 경제의 상생정책의 도입은 환경에 우선권을 두어야 하고 기술적, 행정적, 사회적 측면에서의 타당성이 다음과 같이 사전에 완비되어야 한다.

기술적 측면에서는 점오염원과 비점오염원, 정상운영과 비정상운영 등을 전부 고려하여야 한다. 점오염원 즉, 처리시스템을 통한 특정수질유해물질의 가능성은 정상적인 운영 조건하에서는 문제가 없다고 본다. 그러나 비정상적인 운영에 의한 특정수질유해물질 배출의 가능성에 대해서도 충분히 대비를 하여 안정성을 보장받아야 한다. 따라서 사고 등 비정상적인 운영에 대비하여 저류조 및 예비라인 설치, 모니터링 방안, 비정상운영시 처벌 및 조치사항 등의 조건의 완비가 필요하다. 그리고 특정폐수만 무방류로 할 경우 일반 폐수에 의한 상수원 수질 저하의 가능성이 있다. 따라서 일반 폐수도 완전 무방류로 처리하여 팔당 상수원의 수질개선에 실질적인 도움이 되도록 하여야 하고 이렇게 함으로써 앞에서 언급한 사회적 측면에서의 국민의 이해가 가능할 것이다. 점오염원뿐만 아니라 사회경제활동의 증가, 공장 운영을 위한 차량 증가로 인하여 자동차의 배출가스, 기름, 타이어마모성분 등에 의한 비점오염원 대책의 수립시행과 공장 부지 인근의 인구 증가에 따른 오염부하량 증가에 대한 오염저감 대책 수립과 시행이 있어야 한다.

행정관리적 측면에서는 법규의 정비, 무분별한 업체의 난립 가능성 대책, 물관리종합대책과의 연계성 확립 등이 필요하다. 기존의 환경협약제도를 활용(사업자-도지사 간 협약, 환경부, 산자부 보증)하고 수질보전법에 완전무방류로 배출협약시 허용조건을 명시하여야 한다. 그리고 엄격한 시설기준뿐만 아니라 사고대처, 비정상운영, 감시감독 등 원칙을 준수할 수 있도록 제도적인 정비가 선행되어야 한다. 최악의 경우 무방류 시스템의 가동이 중지되더라도 먹는물 수질기준 보장제시와 기존의 물관리 종합대책의 효과 저하에 지장을 초래하지 않음을 객관적으로 제시하여야 한다.

사회적 측면에서 볼 때, 한강유역의 지역사회는 오랜 기간에 걸친 광범위한 논의 끝에 한강 수질의 유지를 위한 한강대책에 합의하였다. 이러한 합의에 이르기까지 많은 논란과 복잡한 합의과정이 존재했음은 두말 할 나위도 없는 것이다. 이러한 산고 끝에 지역사회의

사회적 자본이라고 부를 수 있는 '4대강 대책'이 마련되었다. 그 결과 이 지역주민은 생활과 사업 등 여러 가지 측면에서 제약을 받게 되었지만, 수도권 2천만 주민의 식수원을 보호하기 위해서 이를 받아들이고 있다. 따라서 정부에서는 정책결정에 있어서 공동으로 마련한 사회적 자본의 손상이 가지 않도록 의사결정을 하여야 할 것이다. 위에서 제시한 입지 및 위해성을 고려한 차등관리는 경제적, 환경적으로 볼 때 국가적 차원에서 바람직하다고 판단되더라도 국민을 합리적으로 이해시키지 못한 경우 도입은 불가하다고 보며, 이를 국민에게 정확히 인식시키는 것은 정부와 기업의 몫이라 하겠다.

그러나 토지이용규제지역에 대한 무방류시스템의 도입에 근거한 입지의 허용은 사회적 자본의 감소 우려는 피할 수 없다. 무방류시스템을 건설하고 이를 운영하는 데 있어서 문제가 발생하여 주변수계에 피해가 발생하였다면 지역사회의 불신과 박탈감은 증대되고 그에 따라 사회적 자본은 감소하게 될 것이다. 그러나 무방류시스템이라는 환경친화적인 신기술이 무조건적인 불신으로 사장되는 것은 또 자연 자본 측면의 지속가능성에서 결코 바람직하다고 볼 수는 없을 것이다. 따라서 지속가능성의 확보 방안(사회적 자본 및 자연 자본을 모두 고려)으로 우선 특정한 기업을 위한 예외조항을 통한 특혜가 아니라 원칙적인 입장에서 '무방류시스템'이라는 환경친화적 기술을 국가적인 차원에서 적용하기 위한 조치가 필요하다. 또한 사회적인 신뢰를 구축하기 위해 시스템의 안전한 기술 및 운영을 보장하는 강력한 제재조치를 명문화하는 등 무방류시스템에 대한 확신을 제공하여야 한다. 무방류시스템과 같은 환경친화적 신기술의 적용에 대한 적절한 기준을 정립하여 자연 자본이나 사회적 자본 모두에 위협을 주지 않는 범위에서 융통성 있게 도입하는 것이 바람직하다.

참고문헌

- 재경부 외. 2002. 「환경기술개발종합계획(2003~2007)」.
- 환경부. 2003. 「팔당호 오염원 현황」.
- 환경부. 2002. 「차세대 핵심환경기술개발 10개년 종합계획」.
- 김낙주. 2003. 「무방류시스템 개요와 설치사례(미발간 자료)」.
- 전병성. 2003. 「환경법상 규제의 실효성 확보에 관한 연구」. 건국대학교 대학원 박사학위 논문.
- 조승헌. 2003. 「팔당지역의 규제개선 논의 동향(미발간 자료)」.
- Dalan, J.A., 2000. 9 Things To Know About Zero Liquid Discharge, *Chemical engineering progress*, v.96 no.11, pp.71-92.
- Maag B, Boning D, Voelker B. 2000. *Assessing the Environmental Impact of Copper CMP*. Semiconductor International, 10/1/2000.
- Roseland M., 2000, "Sustainable community development: integrating environmental, economic, and social objectives", *Progress in Planning* 54, pp. 73-132.
- USGS. 1997. Copper Hazards to Fish, Wildlife and Invertebrates: A Synoptic Review, *Biological Science Report*. USGS/BRD/BRS-1997-0002.
- Umwelt Bundes Amt, 2001. *Water Resources Management In Germany, Part I, Fundamentals*, p.16.
- www.umweltbundesamt.de/wgk.htm.