

환경개선용수의 비용부담 방안 연구

The Study on Defrayment Scheme for Environmental Water

권형준*

Hyoung Joon Koun

요 지

환경개선용수의 비용 부담방법과 부담주체를 결정하는 것은 환경개선용수의 효율적 이용과 관리의 핵심적인 요소이다. 환경개선용수의 비용부담 방법은 공공부담, 수익자부담 및 원인자부담이 있다. 그런데, 비용부담 방법은 환경개선용수의 공급에 대한 댓가를 어떠한 형태로 지불받을 것인가? 환경개선용수의 수익자는 누구인가? 그리고 환경개선용수를 어떤 시각에서 바라 볼 것인지에 따라 달라지게 된다. 즉, 환경개선용수가 순수한 공공재로서 당연히 국가가 제공하여야 하는 기본 서비스인지 아니면 일반 재화나 서비스와 같이 수익자 부담원칙에 의거 수요자가 부담해야 하는지, 또는 공공재와 사적재의 양면성을 고려해 공공부담과 수익자부담을 같이 고려하는 형태가 바람직한지에 대한 검토를 필요로 한다. 아울러, 환경개선용수의 수익자를 설정하는 문제에 있어서는 수요자가 특정한 목적을 위해 물을 사용하는 특정 사업자인지, 아니면 공익적인 측면에서 불특정 다수를 대상하여 환경개선용수를 수요하는 수요자인지에 따라 수익자가 달라지기 때문에 이에 대한 구분도 필요하다.

환경개선용수의 부담방법을 정할 때 수원(水源)을 기준으로 판단하여야 한다. 환경개선용수의 수원으로는 다목적댐, 하수처리장, 빗물, 농업용 저수지, 지하수 및 기타 하천수로 구분할 수 있다. 아울러 비용부담 범위가 물에 대한 부담에 한정하는지 아니면 환경개선용수를 수익지까지 공급하기 위한 공급시설에 대한 부담인지도 명확히 할 필요가 있다. 환경개선용수는 생활·공업용수 등과 같이 하천수를 특정 용도에 사용하는 것이기 때문에 특정 이용자가 국가에 하천수 사용허가를 얻어 이용하는 것으로 수익자가 비용을 부담하는 것을 원칙으로 하는 것이 가장 바람직하다. 왜냐하면 환경개선용수의 확보가 하천관리청의 의무가 되는 경우에는 하천의 물이 공유재산화 됨으로써 나타나는 ‘공유재산의 비극’(Tragedy of the Commons)을 초래하기 때문이다. 다만, 비용부담의 정도에 있어서는 다른 요인이 고려될 필요가 있다. 원칙적으로 하천의 자연적 기능을 유지하는데 필요한 유량은 하천관리청의 의무이므로 공공부담으로 하고 인위적 기능을 유지하는데 필요한 유량은 수익자 또는 원인자부담이 바람직하다. 이러한 기본 원칙에 따르면, 환경개선용수는 수익자부담 또는 원인자부담이 주(主)원칙이고 공공부담은 부(副)원칙이다. 본 연구는 환경개선용수의 확보 및 공급에 따른 비용부담 원칙에 대한 기준을 제시한다.

핵심용어 : 환경개선용수, 비용부담, 수익자부담, 공공부담, 기금, 사용료

1. 서 론

하천과 관련한 환경개선은 하천유량을 증가시키는 것과 오염원을 제거하는 것으로 구분되는데, 물을 이용한 환경개선방안은 부족한 유량문제를 해소하는 것이다. 환경개선용수 공급에 따른 일반적인 편익으로는 생태환경 복원, 열섬(heat island) 완화, 친수공간 창출, 주변지역 발전, 무형의 유증가치 또는 유산가치(Bequest Value) 증가 등이 있다. 서울 청계천의 경우 환경개선용수가 공급된 이후 생태계 개체수가 증가하고, 물이 흐르는 청계천 일대의 기온이 인근 도심지역보다 낮아 열섬

* 정회원 · 한국수자원공사 수자원정책·경제연구소장 · E-mail : hjkoun@empas.com

현상을 완화시키며, 인기 있는 관광지의 하나가 되면서 인근 상권이 활성화 되는 등 환경개선용수로 인한 가구당 년간 지불의사액이 103천원에 달하는 등 막대한 편익을 향유하고 있다(이영성, 2003). 서울 성북천의 경우는 환경개선용수의 공급으로 용존산소의 증가 및 BOD 감소 등의 수질 개선 효과와 함께 생태환경 복원 측면에서 긍정적인 효과를 나타내고 있으며, B/C는 2.5 ~ 4.3으로 사업 효과가 매우 높은 것으로 나타나고 있다(서울시정개발연구원, 2004). 그러나, 이러한 편익이 발생되기 위해서는 환경개선용수를 확보하고 공급에 따른 비용이 불가피하게 발생하게 되는데 비용을 누가 부담하느냐를 결정하는 것은 환경개선용수와 관련된 핵심 요소이다. 즉, 환경유량을 결정하는데 가장 제한적인 요소는 비용의 문제와 누가 그 비용을 지불하는가 이다(Dyson 외, 2003). 환경개선용수의 비용부담은 공공부담, 수익자부담 및 원인자 부담이 있다(白川直樹, 2001).

2. 비용부담 원칙

2.1 수익자부담

수익자부담은 당해 사업으로부터 특별한 이익을 받는 사람에 대하여 그 수익의 한도안에서 사업 경비의 일부 또는 전부를 부담하는 것으로, 즉, 환경개선용수의 공급으로 인해 혜택을 입는 자가 부담하는 것이다. 일반적으로 생공용수를 사용하는 사용자가 그에 대한 댓가를 지불하는 것이 이에 해당한다. 수익자부담금은 일반적으로 수익의 전부 또는 수익의 한도내, 소요 투자비의 일정 비율, 사용량에 비례하여 부과하고 있다. 일반적으로, 수익의 범위내에서 수익자부담금을 산정하는 경우 수익을 산정한 다음 그 수익에 일정 비율을 적용하고 있으나, 협행 법체계상 통일된 부과 기준은 없으며 다양한 부과기준이 적용되고 있다¹⁾.

2.2 원인자부담

원인자부담은 특정한 사업의 시행을 필요하게 한 원인을 제공한 자에 대하여 그 사업비용의 전부 또는 일부를 부담시키는 것으로 예를 들어, 어떤 하천에 특정 원인자의 행위로 인해 기름 유출 등 수질오염사고가 발생하여 하천수를 회복할 목적으로 환경개선용수를 공급하는 경우 수질오염사고를 야기한 원인자에게 환경개선용수의 공급비용을 부담시키는 것이다. 협행 환경개선비용부담법(제10조)에 의하면 수질오염물질을 배출하는 경우 ‘용수사용량×단위당 부과금액×오염유발계수×지역계수’에 의거 부담하도록 하고 있다. 환경개선비용부담법은 유통소비과정에서 오염물질을 배출하는 자동차나 오염배출 시설물에 적용하고 있지만, 만일, 공공하수도관리청이 하수처리장을 부적절하게 운영하여 미 처리된 다량의 하·오수가 하천에 유입되어 이를 회복하기 위하여 다량의 환경개선용수가 필요하다면 환경개선용수 공급에 소요되는 비용을 부담할 근거를 갖게 된다.

2.3 공공부담

공공부담은 일반적으로 수익의 여부와 관계없이 제공되는 서비스에 대한 비용을 공공재의 제공이라는 측면에서 접근하여 국가, 지방자치단체 또는 공적용수배분기관 등에 의해 부담하는 것을 의미한다. 그러나, 최근에는 공공부담의 필요성을 강조하는 측면에서 공공부문 역시 수익의 주체로 인식하는 경향이 있다. 예를 들어, 환경개선의 직접적 효과는 직접적인 수익자이지만 국가 같

1) 지방자치법 제129조), 석유사업법 제18조, 관광진흥법 제29조, 탐법 시행령 제24조, 먹는물관리법 제23조, 농수산물유통 및 가격안정에관한법률 제16조 및 개발이익환수에관한법률 제13조 등

은 공공부문도 장래의 환경개선을 위한 재원 절감이나 환경개선으로 인한 국가적인 이미지 제고 등도 수익의 형태로 볼 수 있기 때문에 일정부분 공적 부담의 필요성이 제기된다. 공공부담의 취약점은 비효율적인 물 관리를 유발하게 되는데, 이는 환경개선용수 사용에 따른 편익 발생에 대한 비용부담을 수익자에서 공공부문으로 이전함으로써 추가적인 환경개선용수의 사용을 도모하게 되어 불필요한 추가 용수수요를 야기하고 이로 인해 새로운 수자원 시설의 건설이 필요하게 된다.

2.4 기존의 비용부담 사례

환경개선용수에 대한 부담방법을 논의할 때 우선 환경개선용수의 수원(水源)을 기준으로 판단하여야 한다. 일반적으로 환경개선용수의 수원은 다목적댐, 하수처리장, 빗물, 농업용저수지, 지하수 및 기타 하천으로 구분할 수 있다. 현행 법 체계상 빗물이나 지하수를 제외하고는 이들 수원으로부터 공급되는 물에 대한 사용료를 부과할 수 있다. 다만, 사용료를 부과하는 범위가 물에 대한 부과인지 아니면 도수로를 포함한 공급시설에 대한 댓가인지는 명확치 않으며, 물의 사용용도에 대한 구분도 명확치 않다.

표1 : 환경개선용수 수원별 소요비용 부과 가능 여부

구분	수원					
	다목적댐	하수처리장	빗물	농업용저수지	지하수	기타 하천수
소요 비용 부과가능 여부	부과 가능	부과 가능	-	부과 가능 (목적외 용수)	-	부과 가능
관련 법	댐법	하수도법	-	농어촌정비법	지하수법	하천법

환경개선용수에 대한 비용부담의 대상이 되는 것은 물값과 시설비로 이원화하여 구분할 수 있다. 환경개선용수 사용에 따른 물값 징수와 관련해서는 아직까지는 큰 쟁점없이 진행되고 있다. 그 이유는 환경개선용수의 수원을 다목적댐의 물을 이용하고 있으나 다목적댐 물 중 농업용수나 수요자의 기득수리권 물량 내에서 사용하기 때문이며, 서울 청계천이나 구리 장자천 등은 다목적댐의 생공용수를 사용하고 있으나 관련 제도가 완비될 때까지 한시적으로 무료로 공급되고 있다.

표2 : 환경개선용수 사용사례별 비용부담

국가	지자체 명	도수(導水) 설비		물값	비고
		시설설치	운영		
한국	서울 청계천	지자체	지자체	무료(한시적)	하천유지용수 기능 농업용수 이용
	구리 장자천	지자체	지자체	무료(한시적)	
	대구 금호강	국가	국가	무료	
	청주 무심천	농촌공	농촌공	무료	
	부산 온천천	지자체	지자체	기득수리권	
	대전 대전천	지자체	지자체	기득수리권	
일본	埼玉縣	국가 50%, 지자체 50%	지자체	무료	국가하천 芝川 이용
	名古屋 2개소	지자체	지자체	유료	공업용수 이용
	宮城縣	지자체	지자체	유료	잉여 공업용수 이용

예를 들어 일본의 사이타마현(埼玉縣)에서는 국가하천(芝川)의 물을 무료로 환경개선용수로 사용하고 있으나 도수로 건설비용은 국가와 지자체가 50%씩 부담하고 있다²⁾. 나고야성(名古屋城)과 나가노시마 녹지(中ノ島綠地)에 공업용수를 환경개선용수로 사용하고 있으나³⁾, 비용부담의 어려움을 겪기도 한다(松葉秀樹, 2003). 미야기현(宮城縣)의 경우 釜房댐의 잉여 공업용수를 사용하기 위한 도수로 건설사업을 시행하고 있다. 우리나라의 경우 청계천이나 기타 하천복원에 따른 환경개선용수를 사용하는 경우에 있어서 환경개선용수를 도수하기 위한 도수관 건설은 수익자부담으로 하고 있으나 금호강의 경우에는 국가가 도수관 건설과 유지관리비까지 부담하는 경우도 있다. 결과적으로 물값은 무료로 제공되고 있으며 시설비는 수익자가 부담하고 있어, 수익자부담과 공공부담을 혼합한 형태로 운영되고 있다.

3. 비용 부담 방안 및 비용부담시 고려사항

3.1 비용 부담방안

하천유지용수는 하천관리자에 의한 비용부담이 마땅하다. 원칙적으로 하천의 자연적 기능을 유지하는데 필요한 유량은 하천관리청의 의무이므로 하천관리청이 부담하며 인위적 기능을 유지하는데 필요한 유량은 수익자 또는 원인자의 부담으로 한다(한국수자원공사, 1995). 이러한 기본 원칙에 따르면, 환경개선용수는 인위적인 기능을 유지하는데 필요한 유량이니만큼 수익자 또는 원인자부담이 당연하다. 왜냐하면, 환경개선용수의 확보가 하천관리청의 의무가 되는 경우 하천의 물이 공유재산화 됨으로써 나타나는 ‘공유재산의 비극’(Tragedy of the Commons)을 초래하게 된다(이상돈, 2006). 결과적으로 하천에 기본적으로 필요한 하천유지용수를 넘어서 기능에 대해서는 수익자가 부담하는 것이 일반적인 사례이다. 그러나, 환경개선용수는 외부경제(external economies)를 가져오기 때문에 외부효과의 내재화 측면에서 공공부문의 참여가 정당화 된다. 환경개선용수에 대한 공공부담을 포함하는 경우 새로운 문제가 발생한다. 즉, 공공부담이라 하더라도 하천에 따라 국가 및 지자체가 부담할 수 있어⁴⁾ 지자체의 경우 지방하천에 대해서 수익자인 동시에 공공부담자가 될 수 있다는 점이다.

국가 전체적인 차원에서 환경개선용수를 사용하는 경우에는 국가에서 부담하는 것이 당연하다. 예를 들어, 올림픽 같은 국가적인 행사를 위해서 하천이나 특정한 지역에 환경개선용수를 공급하는 경우 소요되는 비용을 국가가 부담할 수 있다. 문제는 특정 지자체에서 환경개선용수를 공적인 목적으로 수요하는 경우 어떻게 수익자를 특정할 수 있는가 하는 점이다. 예를 들어 청계천의 경우 환경개선용수의 혜택을 입는 사람들은 청계천을 방문하는 사람들 또는 청계천 인근에 살면서 혜택을 입는 사람들 또는 장래에 청계천을 방문할 계획을 가지고 있는 사람들, 그리고 청계천이 복원되었다는 사실만으로도 혜택을 느끼는 사람들 등으로 귀결될 것이다.

환경개선용수에 대한 공공부담의 경우 공공부담 주체가 누구인가의 문제는 공공부담의 원칙이 수익여부와 관계가 없으며 공익적 측면이 강하다는 점을 전제로 하기 때문에 수익자가 개인인 경우에는 국가, 지자체, 공공배분기관 등이 공공부담의 주체가 되며, 수익자가 지자체인 경우에는 국가 또는 공공배분기관이 공공부담의 주체가 된다. 부담주체가 누구인가 하는 것도 중요하지만 더욱 중요한 것은 비용의 어느 정도까지를 부담하느냐이다.

2) 埼玉縣 環境部 河川砂防課 寸田 인터뷰 내용 (2007.1.11)

3) 나고야성(名古屋城)은 m^3 당 25.5엔(1종)에 년간 1,544천 m^3 를 사용하고 있으며, 나가노시마 녹지(中ノ島綠地)는 m^3 당 45.9 엔(특별계약)으로 월 1.8천 m^3 을 사용 년 100만엔을 지불한다. (재단법인 名古屋市 center, 小野田 郡, 2007.3.22)

4) 법적으로 국가하천은 국가, 지방하천은 지자체가 하천관리청이므로 하천에 따라 부담자가 달라질 수 있다.

공공부담의 경우에도 부담방법을 어떻게 정해야 하는지도 문제가 된다. 즉, 국가의 일반재정에서 부담을 하는 것이 바람직한지, 아니면 특정 목적으로 조성된 기금 등의 재원으로 부담을 하는지에 따라 물 관리의 효율성이 달라질 것이다. 미국의 경우 환경개선용수에 소요되는 비용을 기금으로 부담하는 사례가 일반적이다⁵⁾. 우리나라의 경우 환경개선용수와 관련된 기금으로 5대강 수계기금⁶⁾이 있는데, 낙동강, 금강 및 영산강·섬진강 수계법에는 강수량의 부족, 조류 발생등으로 상수원의 수질이 악화되거나 악화될 우려가 있는 경우 댐 방류량 증대, 수원의 준설, 조류 제거 및 상수원 주변 및 수면의 청소 등을 위한 비용을 수계기금에서 집행할 수 있도록 하고 있다⁷⁾. 이와 유사한 사례로 한강수계 상수원인 다목적댐에 유입된 부유쓰레기의 청소에 소요되는 비용 일체를 수계기금으로 집행도록 수계위원회에서 의결한 바 있다⁸⁾.

3.2 비용 부담시 고려사항

환경개선용수의 비용부담시 고려해야 할 사항은 첫째, 환경개선용수의 사용으로 인해 타 수리권자의 권리를 침해하는가의 여부이다. 즉, 환경개선용수의 사용으로 인해 감수구간(減水區間)이 발생하면서 타 수리권자에게 어느 정도의 영향을 미치는가 하는 점이다. 예를 들어 환경개선용수로 사용하기 위해 저수지에서 물을 취수하는 경우에는 생공용수나 농업용수 사용자에게 영향을 미칠 수 있으며 또한 발전순실이 발생하여 발전사업자에게 영향을 미치게 된다. 즉, 환경개선용수의 취수지점에 따라 비용부담을 차등할 수 있는 근거가 된다. 둘째, 환경개선용수의 사용목적에 따른 고려사항이다. 예를 들어 국가적인 행사기간중 친수공간의 확대 및 하천에 풍부한 공급함으로써 국가적 이미지 제고 등을 목적으로 하는 경우에는 비용부담주체를 공공부담차원에서 정할 수 있다. 그러나, 국가적인 행사가 아닌 특정 지역의 행사인 경우에는 수익자부담차원을 기초로 한 비용부담방안이 고려할 수 있으며, 특정 원인자의 행위로 인해 환경개선용수를 사용해야 하는 경우에는 원인자부담 비용부담의 원칙으로 정해지게 될 것이다. 셋째, 환경개선용수의 사용 조건에 따른 비용부담 수준의 결정이다. 환경개선용수는 일반적으로 사용에 따른 많은 제약을 수반하게 된다. 그 이유는 환경개선용수가 타 용도의 물 사용과 Trade-off 관계에 있으며, 생공용수나 농업용수, 하천유지용수보다 사용의 우선순위에 있지 않기 때문이다. 따라서, 환경개선용수의 사용의 편의성에 따른 비용부담 수준의 차등이 불가피하다. 넷째, 환경개선용수의 수원(水源)에 따른 비용부담 방안의 차등이다. 다목적댐, 하수처리장, 빗물, 농업용 저수지, 지하수 등 환경개선용수의 수원에 따라 물 사용 조건이 달라지기 때문에 비용부담시 차등이 발생하게 된다. 즉, 수원별로 다양한 관리주체가 연계되어 있어 비용부담을 정할 때는 수원에 대한 고려가 있어야 한다.

4. 결 론

환경개선용수는 하천의 본연의 기능을 벗어나는 인위적인 기능을 위해 사용하는 물로써 환경개선용수의 사용으로 인해 수익을 얻는 자가 부담하는 것이 당연하다. 다만, 환경개선용수가 공익을

5) 미국 Oregon주의 경우 환경개선용수를 확보하기 위한 재원은 주정부 지원금, 기부금 및 National Fish and Wildlife Foundation의 지원금 및 Bonneville Power Administration의 기금으로 구성되어 있다. 또한, California주의 경우 환경개선용수 계정(Environmental Water Account)을 운용하고 있는데 주정부가 80%, 연방정부가 20%씩 분담하여 조성하고 있다.

6) 5대강 수계기금은 '한강수계상수원수질개선및주민지원등에관한법률', '금강수계, 영산강·섬진강수계 및 낙동강수계물관리 및주민지원등에관한법률'에 근거하고 있으며, 수계내 수자원과 오염원을 적정하게 관리하면서 주민지원사업을 효율적으로 추진하고자 한강은 1999. 8., 금강, 영산강·섬진강 및 낙동강은 2002. 7부터 부과하고 있다. 징수금액은 2005년 5,874억원이며 수계기금의 재원은 물이용부담금, 매수토지 수익 등, 국가이외의 자의 출연금 등, 일시 차입금, 자금운용 수입금 등이나, 물이용부담금이 전체 기금의 대부분을 차지하고 있어 수계기금을 물이용부담금으로 동일시 하고 있다.

7) 한강수계법은 동일한 내용에 대하여 개선명령을 하도록 하고 있으며 비용집행에 대해서는 명시하지 않고 있다(한강수계법 제28조)

8) 소양강, 충주, 횡성댐의 부유쓰레기 처리비용으로 56억원의 한강수계기금 집행이 의결되어 집행되었음(2006. 9).

위한 사용을 전제하고 있기 때문에 수익자 부담과 별개로 일정부분의 공공부담이 이루어질 수 있다. 수익자 비용부담은 수익과 비례하여 부담하는 것이 바람직하고 공공부담의 형태는 수익의 정도와 반드시 비례할 필요는 없다. 기존의 사례에서도 도수로 건설비의 전액 또는 50%를 부담하거나 또는 물값에 대하여는 기득수리권이나 농업용수 사용 등 무상으로 사용하고 있는 실정이다. 다만, 환경개선용수가 생·공용수를 이용한다든지 또는 발전부분에 손실을 가져오는 경우에는 물값부담이 당연하다. 또한, 환경개선용수의 주요 수원인 하수처리수의 환경개선용수 사용에 대하여 행정법령에서 요금을 받을 수 있도록 규정하고 있다⁹⁾. 결과적으로 기득수리권이나 농업용수 이외에는 물값에 의한 부담이 적절한 형태이며 이 경우 사용량을 기준으로 부담하게 된다.

환경개선용수는 물의 인위적 사용이라는 측면과 함께 자연의 건강성을 회복하는 공익성 측면도 같이 포함하고 있어 수익자부담이나 공공부담을 일률적으로 적용하기에는 무리가 있다. 또한, 특정 원인자에 의해 환경개선용수의 수요가 필요한 경우도 있기 때문에 환경개선용수의 수요의 원인에 대한 분석이 필요하다. 다만, 환경개선용수의 원초적 수요가 인위적인 환경개선을 목적으로 하고 있는 만큼 수익자부담 또는 원인자부담이 주(主)원칙이고 공공부담은 부(副)원칙이다. 공공부담시 일반회계에 의한 재원보다는 기금 등에 의한 부담방안이 적절하다. 왜냐하면, 기금은 일반조세에 비해 수익자부담원칙에 좀 더 부합하고, 안정적인 재원조달과 목적사업과 긴밀히 연계되어 있기 때문이다. 그러나, ‘환경개선용수’를 기금이나 국고 또는 지방비에만 의존하는 것은 물 사용의 낭비와 물 관리의 비효율을 수반할 수 있으므로 사용량에 의한 사용료 부과가 병행 사용되는 것이 바람직하다. 환경개선용수는 다양한 수원에서 제공될 수 있기 때문에 각 수원의 특성을 고려한 비용부담방안을 마련하여야 한다. 다만, 환경개선용수의 가장 일반적인 수원(水源)으로서 하천수나 땅의 물을 사용하는 경우 요금 수준은 원가의 문제이기도 하지만 재화의 성격에 대한 고려사항도 매우 중요하기 때문에 환경개선용수의 적정 요금수준으로 생·공용수요금의 50%가 제시되고 있다(권형준, 2005). 다만, 이 경우에도 환경개선용수의 취수지점에 따라 감수구간(減水區間)이 달라지기 때문에 감수구간을 고려한 요금의 책정이 병행되어야 한다.

참 고 문 헌

1. 권형준 (2005). 물의 또 다른 쓰임새 : 환경개선용수, 환경개선용수 이용에 대한 정책 심포지엄 자료집, 서울 : 국회 환경경제연구회
2. 권형준 (2006). 환경개선용수와 수리권, 2006 춘천물포럼 발표자료
3. 김운수 (2006). 청계천 복원사업과 도심재생, 2006 경남물포럼 발표자료
4. 서울시정개발연구원 (2004), 성북천 복원사업의 효과평가 연구
5. 이상돈 (2006). 친환경하천관리에 관한 법적 쟁점, 자연친화적 하천관리를 위한 연찬회 발표자료, 한국하천협회
6. 이영성 (2003). 청계천 복원사업의 경제적 타당성에 관한 소고, 대한지방행정공제회, 도시문제
7. 한국수자원공사 (1995). 하천유지유량 결정방법의 개발 및 적용, 대전 : 한국 수자원공사
8. 白川直樹 (2001). 環警用水の意義とその定量化に關する研究, 박사학위논문, 일본 동경대학교
9. 松葉秀樹 (2003). 名古屋市における水環境・水循環の再生手法に關する研究, 名古屋市
10. Dyson, M., Bergkamp, G. and Scanlon, J (2003). Flow : The Essentials of Environmental Flows, Gland, Switzerland and Cambridge : IUCN

9) 하수도법 제21조(공공하수처리시설 처리수의 재이용)