

Smart Water Grid 기술 도입을 위한 지방자치단체 물 정책 개선방향 연구*

- 인천광역시 물 시범도시 사업을 중심으로 -

변성준**, 정재광***, 최계운****, 장동우*****

인천광역시는 한강의 하구에 위치하며 수원으로 활용 가능한 하천이 없어서 먹는 물이 귀한 지역으로, 수십 킬로미터 떨어진 수원지로부터 관로를 설치하여 수돗물을 공급하고 있다. 인구 270만 명의 인천광역시는 해안도시이기 때문에 한강 본류의 상수원을 사용할 수밖에 없는 여건으로, 한강 원수의 공급을 전제로 인천광역시가 존립할 수 있다는 자연적인 여건을 가지고 있다. 본 연구에서는 물과 물 정책에 대한 국내외 추세를 분석하여 물 시범도시로 선정된 인천광역시의 물 정책에 대한 발전방향을 제언하고, Smart Water Grid 기술 도입을 위한 물 정책 방향을 모색한다. 연구의 내용으로는 물과 물 정책에 대한 중요성과 국내·외의 현황을 파악하고, 인천광역시에서 현재 시행 중인 물 정책을 분석하여 각 항목별 발전방향을 제시한다. 또한, 본 연구에서 인천광역시의 물 정책 범위로 제시한 항목은 상수도, 하수도, 하천, 해양 등으로 먹는 물과 하수, 중수도와 하수처리수의 재이용, 하천관리와 빗물관리, 해양환경과 해수담수화 및 해수온천 등 광범위한 영역에 대하여 분석하였고, 항목별로 여러 가지 발전방향을 제시하였다. 인천광역시의 물 정책 추진방향에 대하여 검토한 결과 인천광역시에서 보다 주안점을 두어야 할 부분이 물 정책 체계와 대체수자원 활용, 하천관리 등에 대한 부분이었다. 따라서 본 연구에서는 물 정책 체계의 발전을 위하여 정책의 일원화와 물 절약 정책화에 대한 부분을 강조하였다. 대체수자원 활용에 대한 단계적 발전방향을 제시하고 “물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률”이 제정됨에 따라 인천광역시에서 활용할 방안을 제시하였다. 그리고 하천관리에 대해서는 중장기 발전방향을 제시하여 관리의 선진화와 하천관리 사업소의 설치, 하천정보관리의 선진화 등에 역점을 두도록 하였다.

주제어 : Smart Water Grid, 인천, 물 관리, 물 정책, 대체수자원, 하천관리

1. 서론

* 본 연구는 국토해양부 건설기술혁신사업의 연구비지원(12기술혁신C01)에 의해 수행되었음.

** 제 1저자, (재)국제도시물정보과학연구원 선임연구원.

*** (재)국제도시물정보과학연구원 연구위원.

**** 인천대학교 건설환경공학전공 교수.

***** 교신저자, (재)국제도시물정보과학연구원 연구원.

1. 연구의 배경 및 필요성

인천광역시에는 기수역인 한강의 하구에 위치하며 지형이 낮은 관계로 배수가 원활하지 못한 지역이 있고, 서해안 특유의 높은 조석간만의 차이로 인하여 만조시에는 배수가 어려워 침수가 발생하는 지역이 많다(최계운 외, 2004). 특히 인구가 밀집되어 있는 도시지역에서는 큰 피해를 발생시키며 호우 피해를 경감하기 위한 의사결정 시스템이 대두되고 있다(이재웅, 2008).

하천수는 수질이 취약하고 염도가 높아 먹는 물로 적합하지 않고, 수원으로 활용 가능한 하천이 없어서 먹는 물이 귀한 지역으로 수원지인 팔당댐이나 잠실수중보로부터 수십 킬로미터의 관로를 설치하여 인천광역시에 수돗물을 공급하고 있다. 즉 인구 270만 명의 인천광역시는 해안도시이기 때문에 한강 본류의 상수원을 사용할 수밖에 없는 여건인 것이다. 인천시의 140여개의 도서지역 중에 연육도서를 제외하면 대부분 수돗물 공급이 이루어지지 않고 있다. 또한, 지대가 낮아 물 관련 재해에 취약한 등 물과 관련된 여러 불리함이 산재하여 있다.

2012년에 들어 인천대학교를 주관으로 하는 Smart Water Grid 연구단이 국토해양부 건설기술혁신사업의 하나로 출범하였다. Smart Water Grid는 IT기술과 첨단 수리기술이 연계된 지능형 물자원이용 순환체계로서 용도에 적절한 수질의 물을 사용할 수 있는 첨단 시스템이다. 인천의 물 관리 정책과 연계하여 보다 발전된 인천의 물 산업을 기대해 볼 수 있을 것으로 사료된다. 본 논문에서는 인천광역시에서 실행중인 물 관련 사업을 전체적으로 살펴보고, 인천시에 산재한 물 문제에 대하여 해결할 수 있는지, Smart Water Grid를 적용할 수 있는 사업에 대해 검토하고, 조율하여 물 순환 체계의 건전성을 확보함과 동시에 선진적인 물 순환 체계를 확보하여 물 시범도시 다운 물 관련 정책을 추진할 수 있도록 하고자 하였다.

2. 연구의 목적

본 연구의 최종목표는 아시아 최초로 물 시범도시로 선정된 인천광역시의 물 관련 정책에 대한 재정비를 통해 건전성을 제고하고, 정책방향을 제시하여 선진적이고 선도적인 물 관련 정책에 대하여 타 지자체 및 타국의 도시로 전파하기 위한 방향을 제시하고자 함에 있다. 위에서 기술한 바와 같이 인천광역시에는 상수원수 수급에의 어려움과 하천환경의 어려움 등 많은 물 문제가 산재하여 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 어려움을 극복하기 위한 대안을 제시하고, 이러한 노력을 대외적으로 전파하기 위한 방안을 마련하고자 한다.

II. 이론적배경

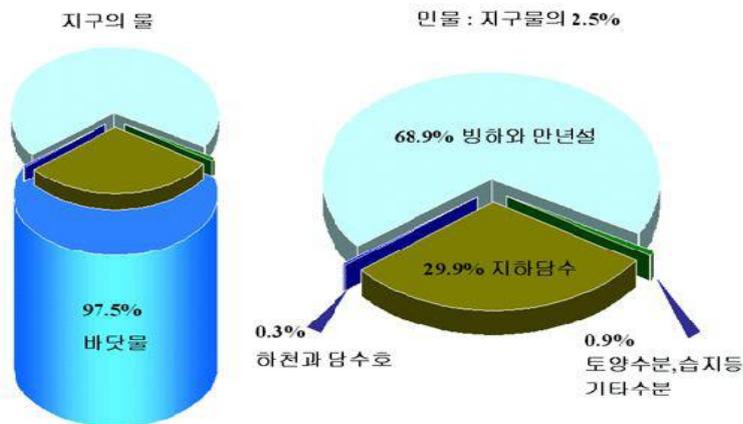
1. 물정책과 수자원

1) 물정책의 필요성

우리가 쓰는 물의 양은 계절에 따라 큰 차이가 없지만, 1년 동안에 오는 비의 약 3분의 2가 여름 한 철에 집중된다. 따라서 비가 많은 여름에는 홍수로 귀중한 인명과 재산의 피해가 잦은 반면, 겨울에는 강바닥을 드러낼 때가 많다. 또 지역에 따라 물의 양이 다르다. 어떤 지역은 물이 풍부하지만 먹을 물조차 부족한 곳도 있다. 이처럼 계절과 지역에 따라 수량의 변동이 커서는 제대로 물을 이용하기 어렵고, 한정된 물을 유용하게 사용하기 위한 물 정책의 중요성이 대두되고 있는 실정이다.

2) 수자원의 국제 추세

물은 액체의 형태로 육지의 강, 저수지, 호수와 넓은 바다를, 기체의 형태로 하늘의 빈 공간을, 고체의 형태로 극지방, 산악지대 그리고 겨울철 우리 주변을 둘러싸고 있다. 지구의 표면은 70% 정도가 물로 덮여 있다. 지구에 있는 물의 양은 13억 8천 5백만km³ 정도로 추정되고 있으며, 이 중 바닷물이 97.5%이다. 바닷물은 염분이 많아 사용할 수가 없고, 나머지 민물이 2.5%이지만 이 물을 모두 그대로 사용할 수 있는 것은 아니다. <그림 1>에서 보이듯이 그 중에서 68.9%는 남극이나 북극 지역의 빙하 또는 고산지대의 만년설 형태이고, 29.9%는 지하수로, 0.9%는 토양 및 대기 중에 존재하고 단지 담수 자원의 0.3%만이 하천이나 호수에 존재한다. 결국 우리가 쓸 수 있는 하천이나 호수에 있는 물은 지구에 있는 총 물의 양의 오직 0.0075%뿐이다. 더욱이 인구와 산업 활동이 늘어나면서 물이 오염되어 사용할 수 있는 물은 점점 줄어들고 있다(옥치상, 1999).



<그림 1> 지구의 물(옥치상, 1999)

1992년 아일랜드 더블린에서 열린 물과 환경에 관한 세계회의는 물에 대한 4가지 원칙을 발표했다. 이 원칙은 물에 대한 패러다임이 변화하고 있다는 것을 단적으로 보여준다. 흔히 더블린 4원칙으로 널리 알려진 내용은 첫째, 담수는 생명유지, 개발, 환경에 필수적이며, 그 양이 유한하고 오염에 취약한 자원이라는 것이다. 둘째, 수자원의 개발과 관리는 모든 단계에서 사용자, 계획가, 정책결자들이 함께 참여해야 한다는 물 거버넌스의 필요성에 대한 선언이다. 셋째는 여성들은 물의 공급과 관리, 보호에서 중심적인 역할을 한다는 젠더적 관점이다. 네 번째는 물은 모든 경쟁적인 이용에서 경제적 가치를 가지고 있으며, 반드시 경제재로서 인식되어야 한다는 내용이다. 이러한 네 가지 원칙은 이후 1992년 리우에서 열린 유엔환경개발회의에서 채택된 의제 21의 '제18장 담수자원의 공급과 질의보호'의 핵심 내용으로 기여하게 된다. 그래서 네 가지 원칙은 더블린-리우원칙이라고 불리게 되고, 이후 통합 수자원관리의 원칙을 설정하는 표본으로 국제사회의 폭넓은 지지를 받게 된다(고익환 등, 2002).

2. 인천광역시의 현재와 미래

인천광역시는 지리적으로 한반도의 중앙부 서해안에 위치한 항구도시로서 동북아의 관문역할을 담당하고 있다. 인천광역시의 서쪽으로는 서해에 접하며, 북쪽으로는 한강하구에 위치하고 있다. 또한 표고 50m 이하인 저지대가 인천광역시 면적의 72.5% 가량을 차지하고 대체적으로 경사가 완만한 지형을 형성하고 있다. 이러한 지리적인 특성 때문에 인천광역시에는 수원으로 활용 가능한 하천이 없기 때문에 먹는 물이 귀하고, 수십 킬로미터 떨어진 수원지로부터 물을 끌어와서 사용하고 있는 실정이다.

인천광역시는 물 관련 단점을 극복하기 위한 노력에 항상 솔선수범하여 왔다. 물 관련 환경 NGO와 지방자치정부가 협력한 인천하천살리기추진단을 통하여 국내 최초의 물 관련 활동을 진행하여 인천광역시 내의 주요 하천에 대한 복원사업을 진행 중이고, 도서지역에는 대체수자원으로 해수담수화를 시도하고 있으며, 상수시스템을 향상, 중수도 이용, 빗물 재이용 등 많은 노력을 기울이고 있다(인천광역시하천살리기추진단, 2006)

인천광역시는 시대적 패러다임과 인천의 잠재요소를 바탕으로 세계 경쟁도시가 지향하고 있는 주요 정책방향들을 고려하여 경쟁력 있는 활력도시, 저탄소 녹색도시, 창조적 문화도시, 도시재생을 통한 균형발전도시 등 4대 목표를 설정하고 이를 위한 10대 전략을 구축하였다.

III. 인천광역시 물 정책 현황

인천광역시에는 한강의 하구에 위치하여 수자원으로 활용 가능한 국가하천은 없는 실정이며, 소규

모 지방하천만 30여개 흐르고 있고, 하천은 유하거리가 10km 내의 소규모 하천이 대부분을 차지하고 있다. 강화군을 제외한 대부분이 도심지를 관류하는 하천으로 생활하수 및 폐수로 인해 오염물질이 증가하여 일부는 생태계가 파괴되고 있는 실정이다. 또한, 도시개발사업으로 인해 인천연안의 방류되는 오염물질의 농도가 점점 악화 되고 있다(최계운 외, 2007). 도시화 과정에서 홍수피해가 심해지고, 이를 해결하기 위하여 하천은 직강화 및 인공화가 이루어져 있으며, 하수차집관로 설치로 인하여 하천유입수의 차단은 건천화를 심화시켰다(김두일, 2004). 도심의 악취예방과 도로확보를 위한 빈번한 하천복개로 하천의 자정기능을 상실하였으며, 공촌천, 장수천 등을 제외하고, 대부분의 하천이 BOD 10mg/l를 상회하는 오염도를 보인다.

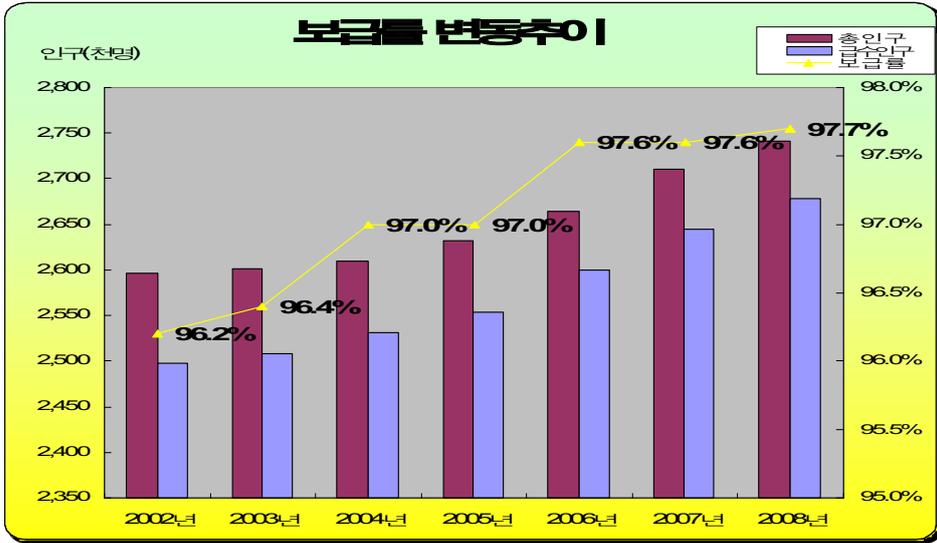
1. 인천광역시의 상수도 현황

1) 인천광역시 상수공급의 현황

인천광역시에는 소량의 지하수를 제외하고는 음용이 가능한 수원지가 없으므로 <그림 2>와 같이 수십킬로미터 외부에 있는 상수원인 팔당과 풍납으로부터 원수를 공급받아 6개의 정수시설을 통하여 정수를 공급하고 있다. 그러나 위생적인 상수보급을 위한 노력이 많이 있어 상수보급률은 97.6%에 달하며, 상수공급이 어려운 도시지역을 제외하면 상수보급률은 99.6%에 달한다(인천광역시 상수도사업본부, 2009). <그림 2>는 인천광역시의 상수도 현황이고, <그림 3>은 인천시의 상수도 보급률의 변동 추이이다.



<그림 2> 인천광역시의 상수도 현황(인천광역시 상수도사업본부, 2009)(단위: 천㎥/day)



<그림 3> 상수도 보급률 변동추이(인천광역시 상수도사업본부, 2009)

2) 인천광역시 상수공급 향상을 위한 노력

인천광역시는 세계일류 명품 수(水) 공급을 위하여 상수도 경영개선, 맛있는 명품 수도물 공급, 상수도 이미지 개선사업, 상수도 인프라 확충과 같은 4가지의 혁신전략을 세웠다.

상수도 경영개선을 위해 노후관 정비사업과 블록시스템 구축, 민간누수탐사 사업확대, 적정구경 수도계량기 정비, 송·배수관 기능분리 사업 등 경영합리화를 통한 유수율 제고사업을 추진하고 있으며, 2010년 유수율 88.5%를 목표로 하고 있다. 또한 상수도 경영목표를 지원하는 최적의 유비쿼터스형 정보시스템 구축으로 운영효율성을 극대화하고 있다. 향후 Smart Water Grid 기술을 적용하여 수도 분배의 공급력을 향상시키고, 물 분배 문제를 해결한다면 유비쿼터스 시스템과 더불어 선진 인프라를 구축할 수 있을 것으로 판단된다.

IV. 인천광역시 물정책의 추진방향

1. 인천광역시 상하수도 정책 추진방향

인천광역시에는 마실수 있는 물의 수원지가 없기 때문에 현재 대부분의 상수원수를 수십킬로미터 떨어진 팔당 및 풍납의 취수원으로부터 가져다 쓰고 있는 실정으로, 상수도 관련 경쟁력을 강화하기

위해서는 상수도 원수 확보 및 다양화를 위한 노력이나 상하수도 요금 측면에서의 최적화가 필요하다고 할 수 있다.

1) 다중수원의 확보

(1) 댐 및 하천으로부터의 취수체계 개선

인천광역시의 상수도는 광역상수원인 팔당취수장과 지방상수원인 풍납취수장으로부터 원수를 들이고 있다. 두가지 경우 모두 인천광역시 내부로부터 공급되는 원수가 아닌 관계로 사용자 일정금액의 원가를 소비하게 된다. 그러나 수자원공사에서 관리하는 광역상수원인 팔당취수장의 경우에는 단가가 매우 높기 때문에 경영체계에 개선이 필요하며, 현재 인천광역시 상수도사업본부에서는 비교적 단가가 낮은 풍납취수장의 원수 사용을 증가시키며 예산을 절감하고 있다.

(2) 인천광역시의 대체수자원 이용 현황 및 방향

① 빗물 및 중수도의 이용

인천광역시의 빗물 및 중수도 이용의 추진 방향으로는 빗물 이용, 중수도의 시설 설치가 용이하고 투자비 등 경제성이 있는 지역을 우선적으로 시행하며 재정 상태를 감안하여 가능한 적은 예산 또는 비예산으로 추진하는 방안을 검토하고 있다. 또한 단위 사업별 세부추진계획을 수립하되 사업비 등을 고려하여 단기, 중기, 장기 과제로 구분하여 추진하고 있다. 현재 추진 중인 실적으로는 각종 건설사업에 빗물·중수도·유출지하수 사용 반영에 대한 요구를 협의하였으며 그 내용은 <표 1>과 같다.

<표 1> 빗물 및 중수도 이용 실적 (2010년 5월 30일 기준)

(단위 : 개소)

도시개발	택지개발	체육시설	환경시설	도로개설	계
27	21	1	1	1	51

※ 자료 : 물과 위생 확보를 위한 도전(인천광역시, 2011)

② 인천지하철 역사 유출지하수 활용

인천 지하철 역사 건설로 인한 유출 지하수를 활용하여 각종 용수 공급처로 이용하는 계획을 추진하고 있다. 인천 발전 연구원의 ‘지하철 유출 지하수 활용방안’ 용역결과와 연계한 세부 검토와 대안 마련을 통하여 역사 주변 수요처 발굴 및 협의를 추진하고 있다. <표 2>는 역사별 유출지하수의 활용방안이다.

<표 2> 주요 역사별 유출지하수 활용방안

역사명	지하수 발생량	추진 사항
경인교대 입구역	617톤	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 경인교대 청소·세정용수 및 조경용수 사용 ▶ 작전역 복합환승센터 청소 세정용수 공급 ▶ 도로청소용수 사용 확대(기존 300톤) ▶ 계양산 실개천 조성 ▶ 역사 냉·난방시설 사용 등
부평시장 본선	413톤	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 인근건물 청소용수 공급 ▶ 도로청소용수 사용 확대(기존 96톤) 등
계산역	316톤	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 계산국민체육센터 수영장(공영) 용수 사용 ▶ 송수관 설치를 통한 하천 유지용수 활용(계산역 - 계산천 : 약 1.6km) ▶ 역사 냉·난방시설 사용 등
터미널 분수대	318톤	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 신세계백화점, 인천터미널 청소용수 공급 ▶ 역사 청소 및 세정용수 사용 ▶ 송수관 설치를 통한 하천유지용수 활용(인천터미널역 - 승기천 : 약 1km) ▶ 역사 냉·난방시설 사용 등

※ 자료: 인천광역시 지하철 유출지하수 활용방안(2009).

③ 문학경기장의 대체수자원 시설

문학경기장은 빗물, 중수도 및 지하수 자원을 사용하여 물 사용의 효율성을 높이고 있다. 빗물 및 중수도를 이용하여 조경용수 및 실개천 등 수변공간에 공급하고 있으며, 유출되는 지하수를 수변공간 및 조경용수로 사용할 뿐만 아니라, 경기장 내에 위치한 찜질방의 목욕 용수, 2013년에 준공예정인 수영장 용수, 화장실의 용수를 공급하고 있다. 유출지하수 확대 활용시설 설치, 실개천·연못·폭포 등 수변공간 조성, 찜질방 오수 재활용(조경용수 등)을 위한 중수도 시설 설치 및 야구장 빗물이용시설 등을 설치하여 보다 효율적인 물 사용을 하도록 해야 한다.

④ 기타 체육시설에서의 대체수자원 시설

삼산월드체육관의 빗물이용을 살펴보면 빗물이용시설과 중수도 시설을 연계한 조경·청소·화장실 용수사용 확대, 수영장 사용수 재활용 확대를 실시하고 있다. 또한, 송도 스포츠센터의 중수도 활용은 골프장 및 야외 조경용수 공급 및 연못 등 수변공간 공급 및 환경용수를 사용하고 있다.

이러한 사업을 효율적으로 추진하기 위해선 단위사업별 세부추진계획에 따른 현장 확인 및 사업비 검토, 예산으로 추진 가능한 사업 우선 시행, 사업비, 경제성 등을 고려한 단·중기적 구분 추진, 각종 개발사업 추진 시 물시범화사업의 지속적인 반영이 필요하다.

⑤ 도로건설 분야

인천광역시의 도로건설에 관한 추진방향으로 차도(자전거 도로포함)에는 우수를 지하로 투수하도록 유도하는 투수성 포장, 침투통, 침투측구 설치 등은 도로지지력 약화를 초래하므로 추진이 어려우나 보도와 승용차 등 중량이 가벼운 차량이 통과하는 차도 및 주차장 등에 가급적 불투수 보도포장 설치 등은 지양하고, 투수성 포장 및 보도블록을 설치하도록 방향을 잡고 있다.

인천시의 향후 추진계획으로는 보도설치 다양화를 통해 중심상업지역, 공동주택 주변, 공원주변의 보도는 주변 지역과 어울리는 잔디블럭, 점토블럭, 황토포장 등을 설치하는 것으로 계획하고 있다.

⑥ 도시개발 및 건축계획

도시개발에 대해서는 검단신도시의 경우 우수 저장 후 평시 수자원으로 전환·활용할 수 있는 우수 활용시설을 설치하고 수 생태계 창출을 위하여 실개천과 하천을 연결하는 수류순환망을 구축한다. 또한 사업지구내로 유입되는 지천과 수공간을 연계하여 지천 보전계획을 수립하고, Smart Water Grid 물 순환시스템을 지향하는 계획단지를 조성한다.

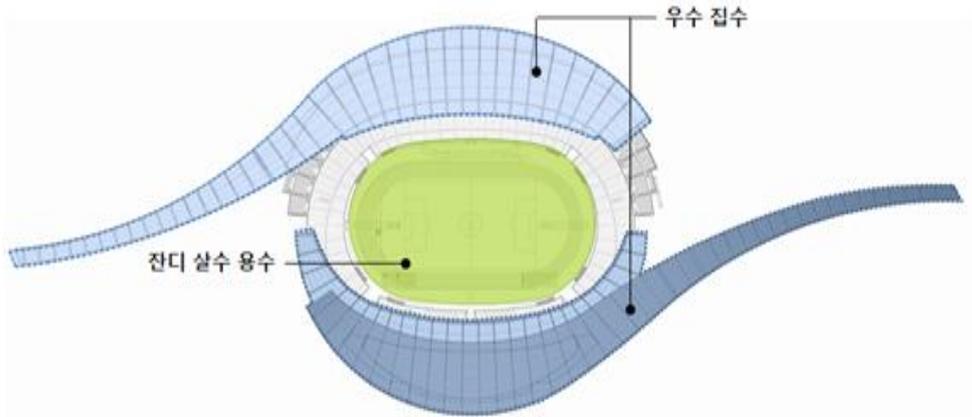
건축계획에 대해서는 단순한 수자원 확보 차원을 탈피하여 물 사용 인식을 전환하고 물 부족사태에 적극적인 대비와 환경보호에 만전을 기하여 향후 건축 심의 시 빗물이용시설(빗물저류조)의 확보를 유도하는 방향으로 추진하고 있다. 이를 위해 빗물이용시설(빗물저류조) 업무처리 방안을 포함한 친환경 건축물 설계 가이드라인 계획(안)의 수립 및 건축허가(사업) 부서(경제청, 종합건설본부, 각 군·구)에 시행 협조가 요구된다.

⑦ 아시아경기대회 경기장 조성 분야

저탄소 녹색성장을 위한 친환경 인천아시아경기대회 경기장을 조성하고 인천 시민의 삶의 질 향상과 녹색성장 아시아경기대회 이미지를 확립하며 물 시범 도시의 위상에 맞는 시설을 경기장에 설치 운영하여 물 자원을 절약하는 것을 사업의 추진 방향으로 잡고 있다.

이를 위해 빗물이용시설 사업, 중수도 사업을 적용하여 서구, 선학, 남동, 계양, 십정, 송림, 문학, 강화, 8개소 12경기장에 조경수 및 그라운드 잔디 살수와 화장실 세정용수로 사용하기 위한 시설을 약 30억원을 투자하여 설치하고 있다.

현재까지 서구 주경기장, 선학, 십정, 남동, 계양, 문학 송림경기장의 기본설계가 완료되었다. <그림 4>와 <표 3>은 서구 주경기장의 설치현황도와 설치계획현황이다.



<그림 4> 서구 주경기장의 빗물 이용시설 현황도

<표 3> 각 경기장별 빗물이용시설 설치계획현황

구 분	사업비 (천만원)	집수면적 (㎡)	저류조용량 (ton)	용 도	비고
서구 경기장	81.9	47,000	2,800	조경수 및 그라운드 잔디 살수	
선학 경기장	32.5	22,000	1,105	조경수 및 그라운드 잔디 살수	
계양 경기장	32.2	15,100	1,000	조경수	
계	277.3	144,720	8,375		

※ 자료: 물과 위생 확보를 위한 도전(인천광역시, 2011).

향후 추진계획으로는 남동·계양·선학·십정·문학·송림·서구 주경기장 실시설계 용역 준공하고, 각 경기장별 빗물이용시설 및 중수도 설치에 착수할 것이다.

⑧ 해수담수화

물 부족시대에 대비한 물관련 선진시책과 인프라를 구축하여 세계적으로 인정받는 물시범화 도시조성 기틀을 마련하고자 2009. 6. 5~2010. 5. 10까지 총 11개월 동안 인천광역시 연안지역의 해수담수화 사업에 대한 경제적, 환경적 타당성 조사를 실시하여 인천시 연안지역의 대체상수도 보급 모델을 제시하여 다양한 취수원 개발을 위한 조사와 연구기틀을 마련하고, 미래 물 환경변화에 대처할 수 있는 차세대 선진상수도 기술에 대한 자료를 구축하였다.

2) 대체수자원 활용에 대한 단계적 발전방향

앞서 대체수자원의 필요성을 살펴보고, 현재 중수도, 하수처리수 재이용, 유출지하수, 해수담수화 등 여러 대안을 활용하고 있으나, Smart Water Grid 도입을 위한 인천광역시의 더욱 효율적으로 대체수자원을 활용할 수 있는 단계적 발전방향을 나타내고자 한다.

(1) 대체수자원 활용에 대한 기본방향

부족한 수자원에 대한 대안의 필요성이 날이 커져가고 있다. 대체수자원을 위해서는 현재 추진중에 있는 여러 제도적 장치를 마련하는 것 이외에도 명확한 수요관리와 처리수에 대한 수질관리, 그리고 용도에 따라서 소비자가 원하는 또는 소비자가 믿을 수 있는 수질로 만들 수 있는, 또한 경제적으로도 효과적인 방안이 마련되어야 하며, 기술적으로 안정이 되어야 한다.

(2) 대체수자원 활용을 위한 발전방향

대체수자원의 효과적이고, 선진적인 공급 및 활용을 위해서는 효율적인 생산·공급체계를 확립하여 인천광역시 및 각 군·구 등 관련 기관의 명확한 수요관리와 연구개발을 통한 관련기술 확보가 중요하다. 또한, 선진적 기술과 첨단장비의 도입 및 전문인력이 확보되어야 할 것이다. 따라서 본 연구에서는 물 시범도시 인천광역시에서 대체수자원 활용을 위한 3단계 발전방향을 제안하고자 한다.

① 제1단계 : 대체수자원 활용을 위한 기술적·제도적 장치의 마련(2011-2012년)

현재 처리수의 재이용을 위한 “물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률”이 마련되어 있고, 2011년 6월부터 시행되게 된다. 인천광역 시도 이러한 흐름에 발맞추어 빗물, 하수처리수, 중수도 등 물의 재이용과 지하수, 해수담수화 등 대체수자원 활용을 위한 제도적인 장치를 확보하여야 한다. 또한 제도를 확실하게 이행하기 위한 기술력이 필요하기 때문에 제1단계 기간 동안 관련연구개발에 힘을 기울여야 한다. 제1단계 기간중에는 제도적, 기술적 장치와 구체적인 수요관리의 기반을 구축하고 보다 많은 수요처를 확보하여, 경제적으로도 효과적인 대체수자원 활용이 될 수 있도록 해야 한다.

② 제2단계 : 대체수자원 활용을 위한 인프라 확충 단계(2013-2016년)

제2단계는 1단계를 통하여 확보된 여러 장치들을 활용하여 수요처에 맞는 장소에 효과적으로 사용 가능한 대체수자원이 활용 가능하도록 해야 하는 단계이다. 이 단계에서는 실제로 많은 인프라가 구축되어야 하므로 충분한 예산이 확보되어야 하며, 중앙정부-인천광역시-군·구가 모두 협력하여 효과를 극대화해야 한다.

③ 제3단계 : 대체수자원의 활용 극대화 단계(2017-2020)

제3단계인 대체수자원 활용 극대화 단계에서는 선진국 수준 그 이상으로 대체수자원의 수질과 수량을 확보하고, 풍납이나 팔당의 취수원에서 끌어와서 사용하는 상수도를 실제로 대체하여 예산이 인천광역시 밖으로 나가는 것을 최소화 할 수 있어야 한다.

2. 인천광역시의 물 시범도시로서의 하천관리 중장기 발전방향

1) 하천관리의 선진화 필요성

물은 생명의 근원이며, 지구상에 존재하는 인간을 포함한 모든 생물의 생존에 없어서는 안 될 중요한 자연의 구성 요소이다. 그리고 하천은 그 중요한 물이 지속적으로 흐르는 길이다. 인천광역시에는 상수 원수로 사용할 수 있는 하천은 없으나, 30여개의 지방하천이 흐르고 있어 보다 선진적인 관리를 통하여 물 시범도시 인천광역시의 하천관리 수준을 끌어올릴 필요가 있다. 따라서 물을 효율적으로 관리할 수 있는 하천관리 대책이 요구된다.

2) 하천관리 사업소의 신설 및 개선

현재 인천광역시에는 민관협력기구인 인천하천살리기추진단을 구성하여 주요 지방하천 관리를 총괄하고 있으며, 하천별 시민네트워크가 구성되어 관리되고 있다. 또한 인천광역시에도 하천별로 조직적으로 관리하기 위한 하천관리 사업소를 신설 또는 개선하여 각 하천별 제도적, 물리적 관리방안을 제시해야 할 것이다.

첫 번째 단계로 이미 설치되어 있는 국내 하천관리 사업소 또는 동일한 기능을 가진 기관들의 활동을 분석하고, 이러한 사례를 바탕으로 앞으로 설치될 사업소의 구성 및 운영이 용이하게 이루어질 수 있도록 벤치마킹하는 것이 필요하다.

두 번째 단계로는 환경녹지국을 중심으로 인천광역시의 주요 지방하천(특히 하천살리기 활동이 비교적 활발한 굴포천, 승기천, 장수천, 공촌천의 4개 하천)에 대한 하천관리 사업소를 구성하여 하천관리를 용이하도록 하고, 세 번째 단계로 기타 지방하천에 대한 하천관리 사업소를 체계적으로 구성하여 운영토록 해야 할 것이다. 마지막 네 번째 단계는 하천관리 사업소의 운영방향을 향상시키고, 단계별 하천관리 사업소들에 대하여 굳건한 네트워크를 구성, 상호 보완할 수 있도록 하는 것이 발전의 단계가 되겠다. <그림 5>는 하천관리사업소의 단계적 설립방안이다.



<그림 5> 하천관리사업소의 설립방향

3) 인천광역시의 물시범도시로서의 하천관리 발전방향

최근 지구온난화 등의 기상이변으로 인한 물 관리의 중요성과 국제적인 관심이 증대되면서 하천관리의 중요성이 크게 드러났다. 보다 선진적이고 사용자 친화적 하천관리의 필요성이 대두되어 효율적인 하천관리를 통한 최적 활용이 필요하다. 그리고 경제발전에 따라 하천의 기능인 홍수, 가뭄, 수질, 하천생태, 레저 등에 대한 사회적 기대 수준이 상승되면서 수량, 수질 등 삶의 질 향상을 위한 하천관리의 정보제공이 필요하게 되었다. 따라서 인천광역시는 물 시범도시로 인천광역시에서 실행하는 발전적인 계획은 전 세계의 주목을 받을 수 있으므로 하천관리에 대한 부분을 단계적으로 제시할 필요가 있다.

(1) 하천관리의 선진화 기반 마련을 위한 기본방향 제시

하천관리의 선진화를 위한 기반을 마련하고, 물 정보의 정확도 향상 및 효율적인 생산·공급체계를 확립하여 인천광역시 및 각 군·구 등 관련 기관의 하천관리에 대한 기본방향을 제시해야 한다. 수문조사 선진화 5개년 계획에 따르면, 수문자료 관리 및 활용에 있어서의 양 및 질적인 문제점이 존재하고 있음을 기술하고 있다(건설교통부, 2005).

(2) 일관성 있는 하천정보 확보를 위한 하천조사 효율화 방향제시

일관성 있는 하천정보 확보를 위한 하천조사 표준화 수립, 기관별 수문·수질 등 정보의 공동 활용 체계 강화 및 고도화된 하천조사망을 운영하여 하천조사 효율화의 방향을 제시해야 한다.

(3) 미래 하천조사 기술개발 방향제시

선진형 하천의 관측기술 및 장비 개발 연구를 추진하여 하천조사의 자동화·무인화를 위해 자동 및 첨단관측장비의 보급을 확대하고, 하천자료의 정확도 향상을 위해 하천조사기기의 검정 체계를 구축

하여 미래 수문조사 기술개발 방향을 제시해야 한다.

(4) 하천관련 제도 정비 및 전문조직 설립

선진적인 하천관리를 위한 법 체제 정비 및 전문조직을 설립하고 국제적 수준의 기준을 마련하며 하천관리를 위한 안정적 재원확보를 통해 제도, 예산, 조직 등에 대한 청사진을 제시해야 한다.

V. 결론

지금까지 살펴본 바와 같이 물은 매우 소중한 자원이며, 모든 생명의 원천으로 인간생활에 없어서는 안 될 소중한 자산이라 할 수 있다. 또한 수없이 많은 자연자원 중에서 대체할 수 있는 물질이 없는 유일한 자원이기도 하다. 지구에는 무한한 양의 물이 있으며, 물은 사용하여도 다시 물이 되기 때문에 물이라는 자원이 쉽고, 흔하게 여겨지기도 하였다. 그러나 그 무한한 양의 물중에서 인간이 사용할 수 있는 양은 지극히 한정되어 있는 것이 현실이다. 인간 삶의 질 향상과 고도화된 경제발전에 의하여 물 수요는 지속적으로 늘어나지만 사용가능한 물의 양은 여전히 변함이 없다. 즉, 물이 부족해지고 있는 것이다. 물의 양은 변함이 없고, 수요가 늘어난다면 인간이 선택할 수 있는 방법은 물 사용에 대한 효율성을 증대시키는 것이고, 무조건 좋은 수질의 물이 아닌 사용 목적에 맞는 최소한의 수질을 사용한다면 사용가능한 물의 범위가 조금 거 커질 수 있다. 또한 사용가능한 물의 양 뿐만 아니라 도시홍수와 같은 재해에 대한 피해를 경감하기 위한 정책이 뒷받침 되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 이러한 사실에 대하여 연구하였으며, 물 관련 정책과 물 관리 수법에 대하여 분석하고, 발전방향을 제시하였다.

인천광역시는 전통적으로 수자원의 측면에서는 굉장히 취약한 지리적 특성을 가진 도시이다. 샘이 적고, 대형하천이 지나지도 않으며 지대가 낮아 물에 잠기기 쉽다. 또한, 지하수 또한 염해를 입기 쉽다. 하지만 이러한 악조건을 많이 극복하여 대한민국 최고수준의 선진도시가 되었다. 부족한 수자원을 기술력과 자본력으로 극복하였고, 현재에도 많은 대체수자원 확보를 위한 노력을 기울이고 있다. 이러한 노력에 대하여 인천광역시는 물 시범도시로서의 의무감을 가지고 지속적인 연구개발을 통하여 물관리를 위한 정책적, 기술적 장치를 확보하고 타의 모범이 될 수 있는 물 시범도시가 되어야 한다. 특히 Smart Water Grid와 같은 기술을 통해 수자원의 불균형을 해소하고, 홍수 피해를 저감하여야 할 것이다.

또한, 인천광역시의 하천과 수자원을 관리하는 기구에 대하여 전담을 할 수 있는 전문인력을 확보해야 한다. 여기서 포럼과 세미나를 정기적으로 개최하는 것은 이러한 전문인력의 확보와 선진기술의 도입 측면에서 매우 중요한데, 포럼과 세미나를 개최하여 인천의 선진기술을 알리고, 다른 선진도시의

기술을 벤치마킹 할 수도 있지만 무엇보다도 전문 인력 간 국제적 네트워크 확충에서 큰 효과를 거둘 수 있기 때문이다.

참고문헌

- 건설교통부. 2005. 수문조사 선진화 5개년 계획(2006-2010). 건설교통부.
- 고익환 외. 2002. 새로운 패러다임을 반영한 통합수자원계획의 국내적용방안. 한국수자원학회 학술발표회 논문집. 한국수자원학회. 81-121.
- 김두일. 2004. 도시하천에 대한 인간간섭 특성: 대전시 갑천 유역을 중심으로. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 옥치상. 1999. 수질 및 수자원 관리. 대학서림.
- 이재용. 2008. 도시하천의 홍수에 경보를 위한 의사결정지원시스템 개발. 대한토목학회논문집. 28(6b): 743-750.
- 인천광역시. 2011. 물과 위생 확보를 위한 도전. 인천광역시.
- 인천광역시 상수도사업본부. 2009. 2009년 상수도현황. 인천광역시.
- 인천광역시하천살리기추진단. 2006. 인천 하천살리기 활동 중간보고서. 인천지역환경기술개발센터.
- 인천발전연구원. 2009. 인천광역시 지하철 유출지하수 활용방안. 인천발전연구원.
- 최계운 외. 2007. MIKE 21 모형을 이용한 인천연안의 수질 확산 모의에 관한 연구. 한국수자원학회 학술발표회 논문집. 565-570.
- 최계운 외. 2004. XP-SWMM 모형을 활용한 인천교 매립지 침수 피해 경감에 대한 연구. 한국수자원학회 학술발표회 논문집. 500-505.

邊省準: 인천대학교 토목환경공학과에서 석사학위(논문: 우수유출을 고려한 해수욕장 수질 영향 분석)를 취득한 후, 박사과정을 수료하였다. 현재 (재)국제도시물정보과학연구원에서 선임연구원으로 재직 중이다. 주요논문으로는 강우발생 시 해안지역 대장균 유출에 관한 연구 외 다수의 논문이 있다(seongjune@paran.com).

鄭在廣: 인천대학교 토목환경공학과에서 박사학위를 취득한 후, (재)국제도시물정보과학연구원에서 연구위원으로 활동 중이다(kill0713@hanmail.net).

崔桂濤: 콜로라도 주립대학교에서 박사학위를 취득한 후, 인천대학교 건설환경공학과 교수로 재직 중이다(gyewoon@incheon.ac.kr).

張東宇: 인천대학교 토목환경공학과에서 석사학위를 취득한 후 (재)국제도시물정보과학연구원에서 연구원으로 활동 중이다(nightray@paran.com).

투 고 일: 2013년 03월 06일

수 정 일: 2013년 03월 19일

게재확정일: 2013년 03월 22일

A Study on the Improvements of Smart Water Grid on Water Policy Direction for Local Government

Seong Joon Byeon, Jae Kwang Jung, Gye Woon Choi, Dong Woo Jang

Incheon city is located in the Han River estuary region, which is far away from the water source. As a result, drinking water is an important issue that had to be dealt with. This can be solved by installing pipelines spanning of ten of kilometers connecting the city and the water source. In this study, a trend analysis on water and water policy for both in Korea and abroad will be conducted, where Incheon will be selected as the pilot city to determine which direction the water policy in terms of development as well as the introduction of the Smart Water Grid Technology policy will be taken. In addition, this paper also examine other aspects like the sewage, gray water as well as storm water management, marine environment and sea water desalination in different scenarios settings where several development directions will be suggested. It is noteworthy to point out that this study shows the importance roles of an over-arching policy, that encompasses all the different policies objectives, and the water conservation policy in the development of water policy framework. As for long-term development direction for river management, emphasis should be place on information management as well as the installation and management of the technologies.

Key words: Smart Water Grid, Incheon, water management, water policy, stream management