

## 합리적이고 친환경적인 수자원 확보 방안

한국건설기술연구원 수자원연구실

연구위원 김 승

### 1. 친환경적인 수자원 확보의 필요성

우리나라는 극심한 물부족 국가이다. 우리가 쓸 수 있는 물의 최대량은 강수량에서 증발산량을 제외한 나머지 값이다. 하천물을 사용하든지 지하수를 사용하든지 만일 이 값보다 더 많이 사용한다면 우리의 수자원은 결국 고갈될 수밖에 없다. 그래서 이 양을 ‘재생가능한 수자원’ (renewable water resources)으로 부르고 있으며 국가별 물부족을 가늠하는 지표로 사용하고 있다. 우리나라의 경우 697억 $m^3$ /년이다. 그런데 물을 쓰는 주체는 인간이므로 인구수로 나누어 보면 우리나라에서 1인당 1년간 최대한 사용할 수 있는 양은 평균 1546 $m^3$ 이다. ESCAP(아시아 태평양 경제사회이사회)이 조사한 아시아 28개국의 1인당 1년 평균은 4,143 $m^3$ 년이므로 우리나라는 아시아 평균의 37%인 셈이다. 인구가 엄청나게 많은 중국은 2,511 $m^3$ , 사막이 대부분인 것으로 알고 있는 이란은 2,152 $m^3$ , 아프가니스탄은 3,975 $m^3$ 이다. 아시아 28개국 중에서 이 값이 2,000 $m^3$ 미만인 나라는 우리나라와 싱가포르뿐이다. 그런데 싱가폴은 도시국가로서 직접적인 비교대상은 아니므로 조사된 아시아 28개국 중에서 우리나라가 사실상 물부족이 가장 심각한 국가이다.

우리나라는 물이 부족한 만큼 물의 사용강도도 매우 높다. 우리는 1년동안에 최대한 쓸 수 있는 697억 $m^3$  중에서 43%에 해당하는 301억 $m^3$ 을 사용한다. 국제연합은 이 사용률을 가지고 국가의 ‘물 스트레스’ (water stress) 정도를 구분하고 있다. 사용률이 10% 미만이면 물 스트레스는 문제가 안되며 10%~20% 수준이면 보통정도로 물의 가용여부가 일반적인 제한요소로 작용하게 된다. 20%~40% 수준이면 물 스트레스는 보통보다 높은 수준으로서 수요와 공급의 집중적인 관리가 필요하다. 이 단계에서는 인간과 수생태계 사이에 적절한 물의 배분이 필요하며, 물사용 효율을 높이기 위하여 GNP의 상당부분을 물관리에 투자되어야 한다. 40%가 넘으면 심각한 물부족 현상이 나타난다. 이 단계에서는 고갈되어 가는 지하수와 염수(鹽水)의 처리 사용에 점점 더 의존하게 된다. 따라서 수요과 공급을 관리하기 위

한 비상대책이 필요하다. 40%가 넘는 사용행태는 환경적으로 지속될 수 없으며 물 부족은 경제발전의 제한요소로 작용한다. 우리나라의 사용률은 평균 43%로서 이미 마지막 단계에 와 있다. 한강유역은 41%, 낙동강 유역은 46%, 금강유역은 52%, 영산강유역은 56%, 섬진강 유역은 25%이다. 중소유역은 사용률이 훨씬 높아서 대개는 60%를 상회한다. 특히, 형산강유역은 71%, 동진강유역은 85%로서 전국에서 가장 높다.

위에 기술한 우리나라의 사용가능량이나 사용률은 수자원분야에 대한 ‘환경적으로 건전하고 지속가능한 개발 (Environmentally Sound and Sustainable Development, ESSD)’이 절실하게 필요한 나라는 바로 한국이라는 것을 보여주고 있다.

## 2. 우리나라와 외국의 수자원확보 방안 비교

김 승 등(1996)이 항구적인 가뭄대책 수립을 위하여 국내외 가뭄사례를 조사하여 비교한 바, 최근 심한 가뭄이 자주 발생하는 경향은 국내외 비슷하며 그 원인 또한 공통적으로 적은 강수량 때문인 것으로 판단되었다.

일본은 최근 극심한 가뭄을 겪고 있는데 '77년과 '78년 그리고 '94년에 심한 가뭄을 겪었던 것으로 나타났다. 일본에서는 가뭄을 예측하고 수자원을 효율적으로 관리하기 위하여 유역별로 저수관리시스템을 구축하여 갈수시 하천을 효율적으로 운영하고 있다. 일본에서는 또한 발전용수의 긴급적 이용, 댐의 저수이용, 지하수의 이용, 해수담수화 장치의 설치, 물의 수입, 지역간/용도간 물유통과 절수, 잡용수 이용 등 대체수자원의 개발을 통한 수원의 다양화와 물관리의 효율화를 적극적으로 추진하고 있는 것으로 나타났다.

중국은 공간적인 수자원 편이가 극히 심한 국가이며, 남부 양쯔강의 풍부한 수자원을 북부 건조지역으로 이동시켜 활용함으로써 가뭄을 근본적으로 해결하기 위한 남북간 물 이동 사업에 많은 노력을 기울여왔다고 할 수 있다. 남북간 물이동 사업은 서부노선, 중부노선, 동부노선 등 3개노선으로 구성되어 있으며 현재 중부와 동부노선은 사업을 추진중이며 서부노선은 계획만 되어 있다.

미국에 대해서는 미국 전체가 아닌 극심한 가뭄을 겪었던 캘리포니아주의 사례를 조사하였다. 캘리포니아주는 최근 '76~'77과 '87~'92 동안 기록적인 가뭄을 겪었던 지역이

다. 캘리포니아주에서는 최근 20년간 가뭄을 극복하기 위하여 오수재생, 지하수함양, 해수의 담수화 등 대체수자원의 개발뿐만 아니라 물은행, 강제 물배급, 절수기기의 배포, 물낭비 순찰 등 도시절수 정책과 관개효율화를 통한 농업용수 절수를 적극적으로 추진하였다.

영국에서는 '95년에 극심한 가뭄을 겪었는데 영국에서는 이 가뭄을 극복하기 위하여 각종 '가뭄(대책)명령'이 내려졌다. 영국에서는 가뭄이 들 우려가 있는 경우에, 국립하천공사(NRA)를 중심으로 가뭄대비계획을 수립하는데, 기존 용수공급수단의 계획적 운영, 하천유량의 보장, 농업용수의 효율적 이용을 위한 협의, 스프레이 관개의 제한 및 금지, 환경보전을 위한 추가적인 가뭄명령의 적용 등과 같은 조치가 취하여질 수 있다.

국내외 가뭄기록과 대책을 조사한 결과를 비교하면, 가뭄의 지속기간 측면에서는 미국의 캘리포니아주에서는 '87~'92 동안 6개년이 지속된 사실이 있으나 우리나라에서는 '94~'95 가뭄시 2개년이 지속되어 지속기간이 상대적으로 짧았었다고 판단된다. 그러나 서울의 과거 강수기록을 조사한 바 1900년을 전후하여 근 30년이나 가뭄이 지속된 사실이 있어 장기간의 가뭄이 우리나라에서도 발생할 가능성은 충분하다고 판단된다. 가뭄 발생 측면에서 특기할 만한 사실은 국내외를 막론하고 최근 발생하고 있는 가뭄의 정도가 기록적이라는 사실이다. 우리나라의 '94~'95 가뭄, 일본의 '94 가뭄, 미국 캘리포니아주의 '87~'92 가뭄, 영국의 '95 가뭄 등 최근에 발생한 각 국의 가뭄들이 기록상 최악이었다.

가뭄대책에 있어서는 우리나라는 다른 나라와 비교하여 수자원 확보 방법이 다양하지 못하다고 할 수 있다. 우리나라의 수자원공급은 하천취수 또는 하천에 건설된 저수지에 거의 대부분을 의존하고 있으나, 다른 나라는 지하수, 중수도, 우수이용 등 다른 대체수자원 개발에도 상당한 노력을 기울이고 있다고 판단된다. 따라서 우리나라는 현재 하천일변도의 수자원 확보 정책을 대체수자원 개발을 병행하는 수자원정책으로 전환하여 가뭄에 대한 내한력을 향상시킬 필요가 있다고 판단된다. 또한, 선진국에서는 가뭄대책의 수립에 있어서 구조적인 방법뿐만 아니라 비구조적인 방법에 더 큰 비중을 두고 있으며, 저수관리시스템 적용, 미국의 물은행, 영국의 가뭄명령 등 수요관리 방법이 상당히 성공을 거두고 있다고 판단된다. 우리나라는 이러한 비구조적인 가뭄 대책에 있어서는 초보적인 단계이며 향후 중점적으로 추진해야 할 가뭄대책이라고 판단된다.

### 3. 유역간물이동 방안 조사

유역간물이동은 물이 남는 지역에서 물이 부족한 지역으로 물을 이동시킴으로써 물이 부족한 지역의 경제적인 발전을 도모하는 것이다. 이러한 물이동 방식은 시행에 앞서 경제적, 사회적, 환경적 측면에서 면밀한 분석과 평가가 이루어져야 한다. 분석과 평가 시에는 1) 수질과 수량 그리고 지표수와 지하수에 대하여 포괄적으로 검토해야 하며, 2) 용수수급정책이 과거 공급위주에서 수요위주로 전환되고 있다는 점도 고려해야 하며, 3) 기존의 비효율적인 물사용에 대하여도 면밀한 검토를 해야 하며, 4) 직접비용뿐만 아니라 간접비용도 포함하여 경제분석을 해야 하며, 5) 다른 대안을 같이 검토해야 한다. 가장 문제가 될 수 있는 것은 대중적, 사회적 수용성이다. 물이동에 대해서는 수출지역에서 상당한 반감을 가지며 정치적인 문제와도 관련되어 있다. 지역간, 국가간의 물이동에 대한 법률적인 해석은 명확하지 않으며 아직 제도적으로 구비되어 있지 않으므로 분쟁이 발생할 경우 적절한 해결방안을 찾기 어렵다. 1960년대 중반부터 선진국에서는 대규모 물이동에 대하여 환경적, 사회적 문제를 이유로 반대가 증가해 왔으며, 사회 여러 분야에서 발전의 대가로서 사회적, 환경적 희생을 더 이상 받아들이지 않기 때문에 추진이 어려운 실정이다.

국내의 유역간물이동에 대한 자연적 사회적 여건을 검토해 보면 다음과 같다. 우리나라는 계절적으로 홍수기와 갈수기에, 공간적으로는 영남 내륙의 과우지역과 남해안 지역의 다우지역간에 연평균강수량이 500mm 가까이 상당히 큰 차이가 있다. 그러나 대규모 유역간물이동을 시행하고 있는 나라들과는 다르다. 이들 나라들은 수자원이 상대적으로 여유있는 지역에서 사막과 같은 건조지역으로 물을 이동시키고 있으나 우리나라에는 그와 같이 기후학적으로 건조지역으로 분류될 만한 지역은 없다는 사실이다. 국지적인 강수량의 차이가 있기는 하지만, 전국 어디에서나 평균연강수량이 적어도 900mm이상되는 온대성기후대에 거의 같은 종류의 식물이 자라는 기상학적으로 동일한 지역이라고 판단된다. 또한, 우리나라는 전 국토의 62.5%가 산지이고 동고서저의 지형상 특징을 가지고 있으며 유럽이나 미국과 비교하여 하천이 좁고 유역경사가 급하며 유로연장이 짧다. 더욱이 홍수기에 연강수의 2/3가 집중되어 수자원을 효율적으로 이용하는 데 시간적으로 불리하다. 다시 요약하면, 우리나라의 수자원은 공간적 시간적으로 편중되어 있기는 하나 자연적 강수현상에 의한 공간적인 편중은 외국처럼 심하다고는 할 수 없다. 시간적인 편중은 외국과 비교해도 무척 심한 편이다. 더욱이 하천의 지형적인 여건이 물을 효율적으로 활용하기에는 불리하다. 이러한 이유 때문에 우리나라에서는 예로부터 수자원

의 시간적인 편중을 해소하기 위하여 수자원정책을 추진해 왔다고 할 수 있다. 최근에 제기되고 있는 유역간물이동 제안은 이러한 시간적인 편중을 해소하는 노력만 가지고는 수자원의 효율적인 활용이 어려우므로 공간적인 제약요건을 해소하는 방안도 동시에 추진하자는 것으로 해석될 수 있다.

공간적인 물이동 여건을 검토하기 위하여 유출량에 대한 용수이용율을 각 유역별로 살펴보면, 한강유역은 41%, 낙동강유역은 46%, 금강유역은 52%, 영산강유역은 56%, 섬진강유역은 25%, 안성천 유역은 56%, 기타 중소 직할하천들은 60%에서 동진강의 85%에 이른다. 이용율로만 본다면 개발할 수 있는 여지가 가장 큰 하천은 섬진강이며, 한강이나 낙동강 유역은 다른 유역에 비하여 용수이용율이 상대적으로 낮은 편이다. 현재의 유역별 연간 이용량을 유역별 인구로 나누어 1인당 연간 용수이용량을 산정해 보면, 섬진강유역이 압도적으로 가장 많고, 그 다음은 낙동강 유역으로서 2,451m<sup>3</sup>이며 한강유역은 1,167m<sup>3</sup>으로서 낙동강 유역의 48%에 해당된다. 이것은 낙동강 유역이 한강유역에 비하여 관개면적이 많아 농업용수 수요가 상대적으로 많기 때문이다. 그러나 농업용수가 차지하는 비중이 높은 안성천 유역이나 만경강 유역도 1인당 사용량은 한강 유역과 비슷하므로 낙동강 유역의 1인당 용수이용량은 다른 유역에 비하여 적다고 할 수는 없다. 다만 한강 유역은 생활용수가 전체 용수의 50% 이상을 차지하며, 용수수요가 수도권인 하류에 집중되어 있어 적어도 안성천 유역이나 만경강 유역보다는 용수공급 여건이 유리하다고 할 수 있다.

우리나라의 서남해안은 간척에 유리한 조건을 가지고 있어 오래전부터 간척사업을 추진해왔으며, 부족한 용수원을 확보하기 위하여 금강, 영산강, 삼교천 등 하구언을 축조해왔다. 최근 농어촌진흥공사는 간척사업으로 조성된 대단위 담수호 및 하천을 연결하는 방안을 제시하였다. 이 방안은 우리나라의 수계를 중동부, 중서부, 서남부의 3개권역으로 구분하여 권역내에서 하천과 담수호를 우선 연결하고 나아가서는 권역간도 연결하는 계획을 포함하고 있다. 하구언을 연결하는 계획은 상류유역의 용수수급에 대한 영향을 주지않고 수자원관리의 효율성을 높일 수 있으므로 사업의 필요성은 충분하다고 판단된다. 그러나, 인근 수계와 하구언을 연결하는 계획은 인근 유역전체에 대하여 영향을 주게되므로 국토계획차원의 신중한 검토가 필요하다고 판단된다.

인접하는 댐을 연결하는 방안도 유역간물이동 차원에서 검토할 수 있다. 우리나라에서 이러한 여건을 가진 댐은 낙동강 유역의 안동댐과 임하댐 그리고 한강수계의 화천댐과 소양강댐 그리고 평화의 댐이다. 안동댐과 임하댐을 연결하여 홍수시 임하댐의 잉여유

입량을 유하시키는 방안은 지리적 위치, 저수용량 및 저수위차를 고려하면 일단은 분석해 볼 가치는 있다고 판단된다. 그러나 두 댐의 연결방안은 과거 두차례에 걸쳐 검토되었으나 이득이 별로 없는 것으로 분석되었으며, 본 연구에서 댐이 완성된 후 그동안의 댐운영실적을 가지고 검토한 결과, 이전에 검토한 것과는 다르나 두 댐을 연결하기에는 아직도 타당성이 부족하다고 판단된다. 그러나 수자원의 가치상승과 기술의 발전 등 주변여건이 변화하고 가뭄피해 감소효과에 대한 가치산정의 변화 등으로 인해 경제성이 부여된다면 타당성이 확보될 수 있을 것으로 보인다.

한강수계의 북한강 유역에는 발전전용의 화천댐과 소양강댐이 있다. 두 댐은 인접유역에 위치하고 있으며, 단위면적당 유효저수용량이 소양강댐은 0.69백만톤/km<sup>2</sup> 화천댐은 0.17백만톤/km<sup>2</sup> 로서 차이가 매우 크다. 화천댐은 발전전용댐으로 건설되었으므로 저수용량이 적은 것은 당연하다고 할 수도 있다. 소양강댐은 1974년부터 담수를 시작한 이래 1984년과 1990년 홍수때를 제외하고는 여수로로 방류한 실적이 없으므로 저수용량은 상대적으로 여유가 있다고 할 수 있다. 따라서 화천댐의 방류수를 소양강댐으로 유입시키는 방안을 검토해 볼 수도 있다. 그런데 소양강댐의 수위는 화천댐의 수위보다 15m 이상 높으므로 화천댐의 물을 소양강댐으로 자연유하시키는 것은 어렵다. 따라서 물을 자연유하시키기 위해서는 화천댐을 증고시키는 방안을 고려해 볼 수 있다. 그러나 이것은 화천댐 홍수위와 북방한계선의 고도차가 15m밖에 안되어 홍수시 북한쪽이 수몰될 염려가 있으며 화천댐 상류인 양구지역도 수몰될 염려가 있어 타당성이 부족할 것으로 판단된다. 화천댐에서 양수를 하여 소양강댐으로 도수하는 방안은 이러한 문제점은 없을 것으로 보인다. 그러나 소양강댐의 여수로 홍수배제 능력과 북한측의 금강산댐 운영에 따른 화천댐유입량 감소 등을 고려하여 신중한 검토가 필요하다. 다만, 평화의 댐 활용문제는 신중히 검토해 볼 필요가 있다. 전병호 등(1993)에 의하면 금강산댐 건설시 200년 빈도의 홍수추적결과 화천댐의 최고수위는 EL.180m로 상시만수위 EL.181m 보다 낮아 충분한 여유고가 있으므로 화천댐의 홍수시 제한수위 EL.175m는 증고의 여지가 있으며, 기존의 평화의 댐과의 연계운영도 신중히 고려해볼 수 있다고 판단된다.

최근 국토의 균형개발을 목적으로 한강수계에서 낙동강 수계로 물을 이동시키는 방안이 여러 기관에서 제안된 바 있다. 제안된 안은 농어촌진흥공사, 환경부, 수자원공사 등에서 제안된 것인데, 어느 것도 우리나라의 수자원계획 차원에서 제안된 것은 아니다. 농어촌진흥공사는 5대강 수계통합안을 제시하면서 충주호를 취수원으로 낙동강수계로 도수하는 충경수로를 제안하였다. 환경부는 '21세기 환경비전 추진방안'에서 한강 충주댐과 낙동강 입하댐을 연결하여 형간강 및 금호강 유역에 물을 공급하는 안을 제안하였

다. 수자원공사는 두 가지 안을 제안하였는데 충주댐저수지와 낙동강 금천을 연결하는 방안과 충주댐 상류 한강본류와 낙동강 내성천을 연결하는 안을 제안하였다. 제안된 안들은 타당성이 아직 검토되지 않은 아이디어 제시 단계라고 판단되며, 현재 진행중인 타당성조사 결과가 제시된 후 면밀한 검토가 필요하다고 판단된다.

#### 4. 지하수 인공함양 방안 조사

지하수의 무리한 개발은 지반침하, 염수화, 지하사막화 등의 부작용을 유발한다. 따라서 지하수는 자연적인 함양범위내에서 개발되어야만 지속적으로 사용할 수 있다. 그러나 지역에 따라서는 자연함양의 범위를 초과하여 사용하고 있으며 지속적인 사용을 위해서는 적정량의 인공함양을 실시해야 한다. 또한 지하수는 지표수에 비하여 계절별 변동이 상대적으로 적으므로 지표수에 여유가 있을 때 지하수에 대한 인공함양을 함으로써 효율적으로 수자원을 관리할 수 있다. 이 이외에도 지하수의 염수화 방지, 지반침하 방지, 지하수에너지 이용, 폐수의 처리 등 여러 가지 목적으로 시행될 수 있다. 인공함양은 외국에서는 적극적으로 추진되고 있으며 수원으로는 지표수뿐만 아니라 우수, 재이용수 등도 이용되고 있다. 또한 지하댐을 건설하여 인공함양의 효율성을 높이는 방법도 적용할 수 있다. 우리나라의 경우 이미 지하수 고갈로 인하여 발생한 분쟁사례는 있으나 지하수 함양의 사례는 찾아보기 힘들다. 이에 대한 본격적인 연구와 실용화 방안이 강구되어야 할 것이다.

#### 5. 기타 대체수자원 개발 방안 조사

구조적인 대체수자원 개발방안은 이상 검토한 방안이외에도 주요방안으로서 우수의 활용, 해수의 담수화 그리고 인공강우 등을 들 수 있다.

우수활용의 효과는 생활용수 등 자기 수원 확보, 홍수시 치수대책으로 홍수피해경감, 우수를 지하에 침투시킴으로써 지역 물순환시스템을 재생하는 등 여러 가지로 나타난다. 일본에서는 1970년대 초반부터 도시지역을 중심으로 수세식 화장실 등에 본격적으로 활용하고 있다. 국내에서는 상수원이 사실상 없는 섬지역에서 우수를 생활용수로 활용하고 있는 실정이며 우수의 다양한 활용이 절실하다.

해수의 담수화는 중동지역을 비롯한 세계 여러 지역에서 오래 전부터 이용해왔던 대체수자원 개발방법이다. 국내에서는 경제성에 대한 불확실성과 기존 수자원개발 방법으로

도 어느 정도의 수자원공급은 가능하였기 때문에 그 필요성이 크게 부각되지는 못하였다. 그러나 최근 발생하고 있는 극심한 가뭄을 고려하여 도서 및 해안지방과 같은 지역에서 발생하고 있는 식수난을 해결하는 방안으로서 적극적으로 고려해 볼 필요가 있다고 판단된다.

인공강우는 자연상태의 구름속에 특수물질을 주입시켜 강수현상을 촉진시키는 것으로서 기술적 경제적으로 문제만 없다면 가장 확실한 대체 수자원개발 방법이라고 할 수 있다. 최근 수십개 국가에서 인공강우를 포함한 100개가 넘는 기상조절 프로젝트가 운영되고 있으며, 인공강우의 경우 미국과 중국에서는 실용화 단계에 있다. 우리나라에서는 기상연구소가 주축이 되어 1995년부터 인공강우 실험을 하고 있다.

## 6. 요약 및 결론

본 원고에서는 합리적이고 친환경적인 수자원 확보 방안을 모색하기 위하여 이에 대한 필요성을 살펴보고, 우리나라와 외국의 수자원 확보 방안을 비교하였으며, 통상적인 수자원 확보 방안이 아닌 새로운 대체 수자원 확보 방안에 대하여 조사와 분석을 하였다. 조사된 방법은 유역간 물이동 방안, 지하수 인공함양 방안과 기타 대체 수자원 개발 방안이다. 다음은 본 글에서 유도된 결론이다.

- 1) 우리나라는 극심한 물부족 국가이며 합리적이며 친환경적인 수자원 확보가 절대적으로 필요하다.
- 2) 우리나라와 외국의 수자원 확보방안을 비교한 바 국내에서는 저수지 건설이나 지하수개발 등 주로 일반적인 구조적인 방법에 의존하고 있으나, 외국에서는 구조적인 방법뿐만 아니라 저수관리시스템, 물은행, 가뭄명령 등과 같은 비구조적인 방법과 지하수인공함양, 중수도, 염수담수화 등 대체수자원개발에 많은 노력을 기울이고 있는 것으로 판단된다. 따라서 우리나라도 수자원 확보방안의 다양화가 필요하다.
- 3) 대규모 유역간물이동은 세계적으로 미국, 중국, 중동 등에서 사례를 찾아볼 수 있으나, 선진국에서는 1960년대 후반부터 사회적, 경제적 문제를 이유로 반대가 증가하고 있기 때문에 추진이 어려운 것으로 판단되었다. 국내의 유역간물이동에 대한 자연적 사회적 여건을 검토해본 바, 섬진강유역이 다른 유역에 비하여 상대적으로 여유가 있는 것으로 판단되었으며, 한강이나 낙동강 유역은 조건이 서로 크게 다르지 않은 것으로 판단되므로 신중한 판단이 필요하다.
- 4) 지하수 인공함양, 우수활용, 해수담수화, 인공강우는 외국에서 활발히 추진되고

있으나 국내에서는 실적이 미미하다. 수자원 확보의 다양화를 위하여 적극적인 추진이 필요하다.

#### 참고문헌

1. 김 승, 우효섭, 항구적 가뭄대책을 위한 수자원 확보 및 이용방안 연구, 한국건설기술연구원, 1996.
2. 전병호, 신현석, 이재철, 윤용남, 화천댐의 홍수량 및 수위에 미치는 평화댐의 영향 분석, 한국수문학회지, 제26권, 제1호, pp. 93-101, 1993.