

# 서남부지역 수자원의 효율적 이용방안

## A Practical Research for More Efficient Utilization of Water Resources in the South-Western Part of Korea

김 현 영 / 서 영 제\* / 최 용 선 / 문 종 원  
Kim, Hyun-young Suh, Young-jea Choi, Yong-sun Moon, Jong-won

---

### Abstract

The south-western part of Korea is situated in an unbalance of water supply and demand relating to the Keum, Mankyung, Dongjin and Youngsan River and their estuary reservoirs. For example, the Keum River estuary reservoir is discharging the larger amount of yearly runoff into the sea due to the small storage capacity, while Saemankeum estuary reservoir which is under construction, has the smaller runoff amount comparing with its storage capacity. And the downstream area of the Youngsan River, such as Youngkwang, Youngam are deficient in water due to larger demand and smaller supply.

In order to solve the above unbalanced water supply and demand and also to improve the water use efficiency, the Hierarchical Operation Model for Multi-reservoir System(HOMMS) has been developed and applied to analyze the multi-reservoir operation assuming that the above reservoirs were linked each other.

The result of this study shows that 2,148MCM of annual additional water requirement for agricultural and rural water demands are required in this region at 2011 of target year, and these demands can be resolved by diverting and reusing 1,913MCM of the released water from the estuary reservoirs into the sea.

**Key words** : Drought severe region, Estuary reservoir, Water requirements, Water balance, Multi-reservoir operation, Link canal

### 1. 서론

우리나라 서남부지역은 행정구역상 전라남·북도와 경상남도의 하동군 일부를 포함하고 있으며, 주요 하천으로는 금강, 만경·동진강, 영산강 및 섬진강 등이 있고, 만경·동진강 하구 부근에는 김제평야, 영산강 하류부에는 나주평야가 있어 전국 경지면적 평균비율 19.6 %보다 10 %를 웃돌고 있으며(농림부, 1997), 이는 농업이 이 지역의 매우 주요한 산업임을 한눈에 알 수 있다.

그러나 이들 지역은 수자원의 수급이 불균형을 이루고 있다. 예를 들어 '94~'95년의 연속된 가뭄시 농업용수는 물론 먹는 물 공급에까지 막대한 지장을 초래한 반면 중부지방의 댐이나 하구 담수호에서는 다량의 수자원을 바다로 방류한 바 있다. 이에 대한 대책으로서 농어촌진흥공사는 세계 물의 날을 맞아 1995년 3월 개최한 「동북아의 물 2000년」 심포지움에서 “항구적 가뭄대책 방향”이라는 주제 발표 중 “4대강 연결 광역수자원 이용방안”을 제시하였다(김현영, 1995). 이후 1996년 1월 농어촌진흥공사에서는 “4대강 수계통합 기획단”이 설치되어 5대강 수계연결을 위한 기초적인 도상검토와 함께 1997년 12월까지 약 1년 6개월 동안 예비타당성조사를 시행하였다.

본 논문에서는 우리나라 서남부지역의 수문학적 용수수급 특성을 살펴보고 금강, 만경강, 동진강, 영산강, 섬진강 등 관련수계의 수리시설물과 하구담수호를 중심으로 향후 추가 용수수요량을 추정하고, 이들을 연계운영할 경우 용수공급가능량을 판단하였다.

## 2. 서남부지역의 용수수급 특성

우리나라 서남부 지역의 용수수급 특성은 용수수요는 급격히 증가하는데 비하여 수자원은 금강과 섬진강에 편중되어 있으면서 댐개발 적지가 없다는 것이다.

이러한 특성을 감안하여 농어촌진흥공사에서는 이 지역의 물문제를 해결하기 위해 영산강유역 5단계 개발 장기계획을 수립하여 추진하여 오고 있다. 영산강 I 단계 개발을 통해 유역 상류지역에 장성, 담양, 나주, 광주 등 4개댐 저수량 265백만 $m^3$ 을 개발하여 1차적으로 상류지역의 물문제를 해결하였다. 이어서 영산강 II 단계 개발로 253백만 $m^3$ 의 하구 담수호를 조성하므로서 중하류 지역의 물문제는 물론 연해적으로 겪던 홍수피해도 방지하였다. 영산강 III 단계 개발은 영암호와 금호호를 조성하여 새로이 조성된 간척지의 용수공급과 기존의 농경지 및 인근 도시에 생·공업 용수를 공급하기에 이르렀다(농어촌진흥공사, 1997). 이제 남은 것은 무안, 신안 지역의 IV 단계와 고창, 영광지역의 V 단계 개발이 남아 있으나 이들 지역의 개발은 영산강 수계에서 제외된 지역이기 때문에 용수의 확보 없이는 개발이 불가능하다.

서남부지역 용수수급의 또다른 특징은 용수수요도 급증하는 지역이지만 일부지역은 가뭄우심 지역이면서 가뭄피해 상습지역인 점이다. 우리나라를 시·군별 과우일수, 최저 저수율, 수리담울 등의 가뭄우심 정도에 따라 5등급으로 나눈 가뭄우심도(김현영, 1996)에 의하면 우리나라 1급 가뭄우심지역인 낙동강 중류의 의성, 군위외에 영산강 유역에서는 목포, 신안 지역이 1급 가뭄우심 지역에 속하고 있다.

Table 1. Hydrological characteristics of the existing estuary reservoirs in south-western part of Korea

(unit :  $10^6 m^3$ )

Reservoir	Basin area (km <sup>2</sup> )	Irrigation area (ha)	Annual inflow (A)	Annual water requir. (B)	Annual release water (C)	Total storage (D)	Effective storage (E)	Requir. storage (F)	A/D	C/A (%)	Surplus (E)-(F)
Keum-gang	9,828	43,632	4,707.0	595.9	4,025.0	132.1	111.9	47.1	35.6	86	64.8
Saeman-keum	3,319	22,550	1,536.6	223.6	1,313.0	535.4	354.7	91.5	2.9	85	263.2
Young-san	3,417	18,139	1,985.4	261.8	1,723.7	253.2	92.5	24.0	7.8	87	68.5
Young-am	335	9,720	221.9	71.1	150.8	243.7	138.5	46.5	0.9	68	92.0
Keumho	184	5,330	114.9	39.0	75.9	132.4	74.7	26.1	1.5	66	48.6
Haenam	181.3	2,367	117.7	20.6	97.0	19.2	12.3	7.5	6.1	82	4.8

이들 지역은 상기와 같은 용수수요 측면에서 불리하기도 하지만 공급측면에서는 유리한 조건은 갖추고 있으면서 효과적으로 개발이 이루어지지 못해 가까운 물을 바다로 버리고 있는

실정이다. 금강호에서는 연평균 40억 $m^3$ 이 바다로 버려지고 있으며, 현재 2002년을 완공목표로 공사중에 있는 새만금 담수호는 무려 5억 $m^3$ 의 저수용량을 가지고 있어 이들의 효율적인 활용 여부가 우리나라 서남부지역의 개발 여부를 결정짓는 중요한 열쇠가 된다고 할 수 있다.

이들 담수호들의 수문학적인 특성을 살펴보면 Table 1에서 보는 바와 같이 금강호의 경우 연평균 유입량과 총저수용량과의 비율이 거의 36배에 해당되며 새만금호의 경우는 2.9배 밖에 되지 않아 유입량과 저수량의 관리측면에서 상대적임을 알 수 있다. 또한 영산호, 영암호 및 금호호의 경우도 필요저수량에 비하여 유효저수량은 여유가 있으나 유입량에 대한 총저수량 비율이 매우 적어 이미 영산호에서 영암, 금호호로 연결수로를 축조하여 수자원의 이용효율을 높이고 있는 실정이다.

연평균 유입량의 경우 금강호가 4,707백만 $m^3$ 으로 가장 많고 그 다음이 영산호로 1,985백만 $m^3$ 이다. 그리고 여유수량은 개별 담수호의 유효저수량에서 필요저수량을 뺀 값으로 나타낼 경우 새만금호가 263.2백만 $m^3$ 으로 가장 큰 것으로 나타났으나, 연평균 유입량과 총저수량과의 비율이 매우 낮아 수질 및 제염관리에 어려움이 있을 것으로 예상되며, 이를 해결하기 위하여 타 수계에서의 유입이 필수적임을 알 수 있다.

### 3. 담수호 연계운영 방안

우리나라 서남부지역 담수호의 연계운영은 전체 5개지구로 나누어 계획하였다. 그중 금만지구는 금강호와 현재 공사중에 있는 새만금호의 저수량을 이용하는 방안이다. 금강호와 새만금호를 연결하는 주목적은 금강호의 여유수량을 유입량에 비하여 저수용량이 큰 새만금호에 저류하였다가 영산강유역으로 도수하기 위한 것이다.

만영지구에서는 우선 새만금호에서 1단 양수환(총 양정 85m) 22 $m^3/s$ 의 물을 영산강 V단계 관개구역에 1차 관개를 하고, 2단계로 영산강의 상류인 황룡강까지 2단 양수(총양정 68m)하여 15 $m^3/s$ 의 물을 공급하는 계획이다. 총 수로연장은 57.7km이며 방류된 물은 영산강 하구에 위치한 영산호를 통하여 영산강 III, IV단계 사업지구에 공급된다.

영산강IV지구는 영산호와 무안, 지도 및 현경호를 연결하는 계획으로서 영무수로(영산호 - 무안호)와 무현수로(무안호 - 현경호)로 구성되어 있다. 영무수로는 7.9km이며 무현수로는 8.7km이다. 영산강IV단계 개발은 수자원의 확보가 관건이며, 이 수자원은 하구 담수호의 저수량을 이용할 수 밖에 없으므로 담수호화에 필요한 제염용수의 공급이 필수적이라 하겠다. 결국 이 지구의 개발은 금강호와 새만금호가 중요한 수원이 됨을 알 수 있다.

해강지구는 해남과 강진군 일대의 가뭄상습지의 가뭄을 해소하기 위하여 계획된 지구이다. 이 지역의 수원은 아무래도 영산호가 될 수 밖에 없으며, 연결수로의 노선은 기원공된 영암호 및 금호호의 연락수로를 이용하여 해남호까지 연결하면 금강 및 새만금의 잉여수자원을 서해안 말단까지 공급할 수 있게 된다. 해강지구는 현재 시공된 영산호-영암호의 영영수로와 영금수로(영암호 - 금호호)는 총 연장 9.2km의 개수로가 설치되어 있다. 금해 연결수로는 금호호와 해남호를 연결하는 신규 수로로서 4.3km이다.

섬남지구는 우리나라 5대강의 하나인 섬진강의 풍부한 수자원을 이용하여 낙동강의 지류인 남강상류의 용수수요를 해결함과 동시에 영산강상류의 부족수량을 보충할 수 있다. 영산강으로 도수하기 위한 취수계획 지점은 순창이며, 남강으로의 취수지점은 하동군의 악양지점이다. 이 지구는 2개의 연결수로로 구성되며 순창수로(섬진강 순창 - 영산강 상류 담양) 12.7km와 섬남수로(섬진강 하동 - 하동군 청암) 13.7km를 합해 26.4km이다.

## 4. 물수지

앞에서와 같이 담수호를 연결하여 연계운영의 효과를 분석하기 위해서는 연계전후의 물수지를 계산하고 물부족 여부를 판단하여야 한다. 연계운영전의 물수지는 현재 담수호 공급계획에 의한 것과 장래 추가 용수수요가 발생했을 경우로 구분할 수 있으며, 현 공급계획에 의한 것은 단독운영 계획으로서 시설물 규모가 최적상태로 준공되어 있으므로 생략하고 후자의 경우만을 분석하였다.

### 4.1 물수지 모형

물수지 분석을 위해서는 2개의 모형이 필요하다. 그 중 하나는 각 저수지별로 단독운영을 위해 이용된 旬(10일)단위 물수지 모형(Reservoir Operation Study : ROS)이며, 또다른 하나는 다중(多重)저수지의 계층적 연계운영 모형(Hierarchical Operation Model for Multi-Reservoir System : HOMMS)이다. 다중저수지의 연계운영 모형으로서는 HEC-5 (COE, 1989)가 있으나 유입량과 필요수량을 모의발생할 수 없고, 특히 논 관개 용수량을 고려할 수 없으며, 이들 자료들은 입력자료로 처리해야 하는 불편이 있고, 물수지의 계산간격을 일별로 처리하기 어려우며, 연결수로의 개념이 없어 통수량이 제한조건이 될 경우 수리계산이 불가능하다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여 개발된 것이 HOMMS모형이다. HOMMS모형의 입력자료로서 일별 유입량과 필요수량 및 부족수량이 필요한데 이는 ROS모형을 다중저수지가 연계되지 않은 상태에서 개별적으로 단독 운영하여 얻게되므로 HOMMS모형을 운영하기 전에 ROS모형이 먼저 운영되어야 한다.

HOMMS의 운영율은 계산 당일 각 저수지의 유입량과 필요수량으로부터 물수지를 계산하여 부족수량이 발생하는 저수지의 부족량을 상위 저수지에서 여유가 있으면 연결수로를 통하여 하위 저수지로 공급하는 것이다. 이때 상위 저수지의 수위는 자체 저수지의 용수부족을 방지하기 위하여 공급제한수위 이상이어야 하고 연결수로의 도수량은 최대 통수량 범위내에 있어야 한다.

하위 저수지가 2개 이상인 경우, 동시에 상위 저수지에서 공급하여야 한다면 이의 배분율은 부족수량의 비율에 따라 배분하게 된다. 만약 하위 저수지에 부족수량을 공급하였을 때 공급수량이 현재 저수량에 더하여 만수위 이하가 되면 별 문제 없이 받을 수 있지만 만수위를 초과하게 된다면 만수위까지의 용량만 상위 저수지에서 공급받게 된다. 이후 다음 일(日)의 유입량과 필요수량으로부터 물수지를 계산하고 연계운영한 저수량으로 공급가능량을 판단하게 된다. 그리고 계산과정에서 필요저수량이 계산 대상저수지의 유효저수량과 비교하여 적거나 같으면 작업을 종료하고 틀리면 갈아질 때까지 인위적으로 시산하여 최적 공급제한수위와 필요저수량 등을 결정하도록 하였다.

### 4.2 유입량

ROS모형에 사용되는 저수지의 유입량은 금강호, 영산호 및 섬진강 악양지점에 대하여는 금강 수계의 공주, 영산강 수계의 나주, 섬진강 수계의 송정수위관측소에서 각각 실측한 20개년(1975~1994) 수위-유량관측 자료를 이용하여 일별 유출량을 구한 후 관측지점과 담수호별, 또는 물수지 지점별 유역면적비에 의하여 유입량을 산정하였다. 이들 3개 지점의 20개년 월별

평균 유출량은 Table 2에서 보는 바와 같다. 그 결과 지점별 연간 유출량은 공주지점 4,617백만<sup>3</sup>m, 나주지점 1,430백만<sup>3</sup>m, 송정지점 2,847백만<sup>3</sup>m인 것으로 각각 분석되었다. 기타 담수호, 저수지 및 조절지에 대한 유입량은 가지야마(擬山)의 월 수수량 공식을 사용하여 추정하였다.

Table 2. Monthly river runoff at key stations(Gongju, Naju, Songjeong)

(unit : 10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>)

Month/ Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Gongju	147.4	151.5	203.3	257.5	277.5	394.8	998.5	925.7	692.2	249.4	162.7	156.3	4,616.8
Naju	42.6	48.8	56.9	81.4	79.4	179.1	342.7	275.8	177.7	62.3	43.6	39.8	1,430.1
Songjeong	63.3	77.6	90.7	172.6	174.0	318.5	621.7	609.4	443.1	137.8	71.0	66.9	2,846.6

### 4.3 필요수량

#### 4.3.1 농업용수

서남부지역의 주요 농업용수 수요처는 영산강 IV·V단계 개발지구와 해남, 강진 일대의 가뭄상습 피해지역이다. 이들 지역중 천수답지역은 신규 관개개선 지구로, 내한능력 10년 빈도 미만의 지역은 보충용수 공급으로 구분하여 수요량을 추정하였다. 간척지 개발지구는 신규용수와 담수호 제염을 위한 용수가 필요하다. 또 이들 지역이 대부분 평야지대이고 동절기 평균기온이 높은 점을 감안하여 직파재배 및 이모작과 전 관개 용수도 고려하여 수요량을 추정하였다. 한편 농어촌 마을 또는 읍면 소재지 부근에 있는 농업용 저수지의 수질이 양호한 점을 고려하여 이를 생활 및 공업용수로 전환하고 기존의 관개구역에는 수계연결에 의해 용수를 공급하도록 용수대체를 계획하였다.

이와 같이 담수호와 조절지를 중심으로 장래 추가 관개면적을 결정하고, 여기에 단위용수량을 곱하면 농업용수 필요수량이 계산된다. 따라서 추가 농업용수 수요량은 총 632백만<sup>3</sup>m이 필요한 것으로 추정되었다.

#### 4.3.2 농어촌 생·공업용수

농어촌지역의 생활, 공업용수 수요량 추정은 각 시군의 계획과 수자원공사의 2011년 시군별 수요량을 기초로 추정하였다. 여기에 기설 공급량을 감하고 또한 가까운 장래에 시군과 광역상수도에서 공급할 계획이 수립된 것도 감한 다음 나머지를 수계연결에 의해 공급할 수량으로 간주하였다.

수계연결에 의해 추가로 공급해야 할 생·공업용수량은 연간 280백만<sup>3</sup>m으로 추정되었다.

#### 4.3.3 제염용수

서남부지역에는 대단위간척사업으로 조성된 담수호가 많아 원활한 농업용수 공급을 위하여 담수호의 제염용수가 필수적인 요소이다. 따라서 금회 수계연결에 의한 용수공급시 제염을 위한 제염용수의 공급량을 5개 담수호 중 4개 담수호에 대해서 제염분석을 통해 결정하였다.

각 담수호별 제염분석 결과 새만금호, 영암호, 금호호, 무안·지도호, 현경호 등에서 연간 각각 405.6, 129.8, 76.4, 404.9, 192.6NICM이 필요한 것으로 나타났으며, 추가 제염용수 총 수요량은 1,209.3백만m<sup>3</sup>/년으로 나타났다.

#### 4.3.4 기타용수

기타 용수에는 영산호의 하천유지용수 7.9백만m<sup>3</sup>/년, 영암호의 수산용수 13.1백만m<sup>3</sup>/년, 정석지의 영산강상류 하천유지용수 5.7백만m<sup>3</sup>/년 등 총 26.7백만m<sup>3</sup>/년이 추가로 필요할 것으로 판단하였다.

### 4.4 연계운영 물수지

단독물수지 결과에 나타난 각 저수지별 부족수량을 여유수량이 있는 금강호와 영산호를 이용하여 물부족이 발생한 개별저수지와 상호 연계하므로써 용수공급에 대한 불균형을 해소할 수 있는지를 판단하였다.

상기 조건으로 서남부지역 저수지를 연계운영한 결과 Table 3에서 보는 바와 같이 모든 저수지에서 물부족이 해소되었다. 그 결과 담수호간 연계운영시 연결수로를 통한 연간 도수량은 금강호에서 406백만m<sup>3</sup>, 영산호에서 538백만m<sup>3</sup>으로 나타났으며, 전체적으로 연간 1,845백만m<sup>3</sup>의 수자원이 이동되는 것으로 나타났다. 또 수계연결을 통하여 각 저수지별, 용도별로 공급되는 필요수량은 기존의 용수공급량을 합하여 연간 총 5,085백만m<sup>3</sup>으로 나타났다.

단지 영산호의 최저수위(사수위)가 계획흡입수위인 (-)4.35m보다 다소 떨어진 (-)4.47m로 나타났으나 수위차가 0.12m로 미소하여 물부족으로 보기는 어렵다. 또한 만영지구의 신태조절지는 현재 저수량이 6.3백만m<sup>3</sup>에 불과하나 유효저수량이 27백만m<sup>3</sup>이 된 것은 영산강V단계 개발예정지역 내에 산재한 소규모 농업용저수지의 내용적이 21백만m<sup>3</sup>으로 확장보강될 것으로 예상하여 물수지를 행하였기 때문이다.

그리고 섬남지구는 연계운영시 연결수로를 통하여 섬진강본류 순창지점에서 정석지로 연간 53백만m<sup>3</sup>을 도수하고, 약양지점에서 하동댐으로 15백만m<sup>3</sup>을 도수하여 담양군, 나주시와 하동군의 농업용수 및 기타 필요수량을 공급하므로써 이들 지역의 물부족을 해소할 수 있을 것으로 판단되었다.

Table 3. The results of multi-reservoirs operation for the south-western part of Korea

Project	Reservoir	Effect. storage (ha · m)	Inflow (ha · m yr)	Water requirement (ha · m yr)	Max. water transfer by link canal (ha · m day)	Amount of water by link canal (ha · m yr)	Required storage (ha · m)	Water shortage (ha · m yr)
Keum-man	Keum-gang	11,187	470,487	100,162	172.8	40,569	11,160	-
	Saeman-keum	35,472	194,221	132,094	190.1	26,789	33,891	-
Man-young	Sinlim	2,728	28,099	27,812	129.6	17,889	2,683	-
	Kosu · Chuam	2,332	19,443	19,088	86.4	12,929	2,308	-
Hae-kang	Young-san	9,248	211,460	91,674	345.6	13,068	9,545	(-)297
	Young-am	13,847	35,263	23,933	259.2	7,873	9,231	-
	Keumho	7,466	19,361	12,897	95.0	5,288	5,319	-
	Haenam	1,234	17,056	9,153	-	-	1,095	-
Young-san-gang IV	Young-san	9,248	211,460	91,674	345.6	40,756	9,545	(-)297
	Muan · Jido	23,871	63,484	56,189	259.2	19,294	12,615	-
	Hyun-kyung	13,038	31,863	28,491	-	-	7,823	-
Sum-nam	Sumjin River				43.2	5,320		-
	Jeongsuk	310	5,724	3,386	-	-	262	-
	Sumjin River				8.6	1,540		-
	Hadong	3,115	6,594	3,631	-	-	2,857	-
Total		123,848	1,103,055	508,510	1,589.7	191,315	98,789	

## 5. 결론

우리나라 서남부지역의 용수수급특성을 분석하고 개별 수리시설의 용수공급능력을 검토한 다음 이들을 연계운영한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- ① 금강호와 새만금호의 유입량과 저수량을 분석한 결과 상호보완적인 관계가 있음을 알 수 있었다.
- ② 목표년도 2011년을 기준하여 하구담수호를 중심으로 추가 용수수요량을 추정한 결과 농업, 생·공업, 제염, 기타 용수에서 각각 632, 280, 1,209, 27MCM으로서 합계 2,148MCM이 필요한 것으로 나타났다.
- ③ 우리나라 서남부지역의 하구담수호를 목표년도 2011년의 추가 용수수요량을 감안하여 단독운영한 결과 금강호와 영산호를 제외한 모든 담수호에서 물부족이 발생하였다.
- ④ 하구담수호를 연계운영하기 위하여 계층적 다중저수지 연계운영 모형인 HOMMS모형을

개발하여 적용한 결과 단독 운영시 발생한 물부족을 해소하여 연간 총 1,913MCM의 추가 용수공급이 가능하였다.

⑤ 따라서 단독 운영모형인 ROS모형과 연계운영모형인 HOMMS모형을 조합하면 실제 일별 저수지의 운영을 잘 반영할 수 있을 것으로 판단된다.

### 참 고 문 헌

- 건설교통부 (1996). 수자원장기종합계획.
- 건설교통부, 한국건설기술연구원 (1994). 수위-유량관계곡선자료집.
- 김현영 (1995). “향구적 가뭄대책 방향.” 동북아의 물 2000년 심포지움, 농어촌진흥공사.
- 김현영 (1996). “농어촌용수 수급구조재편 방안.” 아시아물 2000년 심포지움, 한국관개배수위원회/농어촌진흥공사.
- 농어촌진흥공사 (1996). 금강(II)지구 수문조사 보고서, 농림부.
- 농어촌진흥공사 (1996). 농업생산기반종합정비계획, 농림부.
- 농어촌진흥공사 (1996). 영농방식 변화에 따른 필요수량 변화 연구, 농림부.
- 농어촌진흥공사 (1997). 농업생산기반정비사업 통계연보, 농림부.
- 농업진흥공사 (1988). 새만금지구 기본조사 보고서, 농림수산부.
- 농어촌진흥공사 (1997). 5대강수계연결 중동부지구 예비타당성조사 보고서.
- 농어촌진흥공사 (1997). 영산강유역 농업종합개발사업 관련자료.
- 섬진강홍수통제소 (1995). 송정지점 수위-유량자료, 건설교통부.
- 한국수자원공사 (1992). 전국하천조사서.
- 한국수자원공사 (1992). 21세기를 바라보는 수자원 전망(부록).
- US Army Corps of Engineers (1989). *HEC-5 simulation of flood control and conservation systems.*