

# 漢江水系 다목적댐 下流 日 流出 模擬模型 研究

이상호\*, 김영성\*\*

## 1. 서론

### 1.1 연구목적 및 배경

근래의 다목적댐 관리에서 점점 중요시 되는 것은 용수 공급 측면이다. 홍수 피해 低減도 여전히 중요한 기능 중의 하나이지만 급속히 늘어나는 용수 수요에 부응하여 지표수의 공급이 확장되는 것이 원활하지 못하므로 안정적인 용수 공급이 점점 위협받고 있다. 이러한 상황에서 다목적댐을 중심으로한 지표수 관리는 댐 방류 기술의 제고와 더불어, 하류지역 支流 영향의 과학적 분석을 필요로 하며 支流와 本流의 통합 模擬까지도 요구한다. 본 연구의 목적은 日 單位 강우-유출 모형과 동역학적 하도 추적 모형을 결합하여, 한강 수계 다목적댐 하류에 대한 유역 유출 체계를 확립하는 것이다. 이로부터 댐 방류시 지류의 유입을 고려한 하류 영향 예측이 가능하도록 하여, 다목적댐의 용수공급 의사결정 능력을 향상 시키고자 한다.

### 1.2 연구내용 및 범위

다목적 댐 하류의 유역 유출체계 구성을 위해서는 지류의 강우-유출 관계를 모의할 수 있는 모형과 남·북한강 본류에 대한 하도추적 모형이 필요하다.

강우-유출 연속모의 모형으로 사용한 NWS-PC(National Weather Service PC) 모형은 SAC-SMA 토양 함수상태 모의 모형의 매개변수와 추적(routing)을 위한 지형인자들이 필요하다. 토양 함수상태 매개변수들은 최적화 알고리즘을 이용하여 추정하였고, 지형특성 매개변수들은 지형도 및 수치고도 자료로부터 추출하였다.

본 연구의 대상 유역은 45개로 분할되어 있다. 1986년과 1990년에 대한 유역 유출모의 과정에서는, 모형 보정과 검증에 사용한 5개 유역의 토양 함수상태 모의 매개변수들을 인근 소유역의 강우-유출 모의에 그대로 적용하였다.

모의 기간과 모의 간격은 자료의 가용성을 기준으로 결정하였다. 가장 중요한 자료인 강우량, 수위, 潛在 蒸發散量 推定을 위한 기후자료 등은 日 單位로 관리되고 있으므로 자료 이용에서도 용이하다. 따라서 降雨-流出 連續 模擬模型의 시간 간격은 日 單位로 하였다.

눈의 融解 流出은 별도의 附屬模型과 많은 입력 자료를 요구하므로 본 연구 범위에서 제외하였으며, 流出 模擬 對象 期間은 4월부터 11월로 결정하였다.

한강수계 다목적댐 하류 유역 유출 체계 구성을 위한 하도추적 모형은 북한강 수계에 위치한 춘천, 의암, 청평, 팔당댐 등의 循次 貯水池列(cascade of reservoirs)을 고려하고 하도추적 과정의 정확성을 기하기 위하여 수리학적 모형인 DWOPER(Fread 1987)를 사용하였다.

유역 유출모형의 검증 과정에서는, 1986년과 1990년의 수문 기상자료를 이용하여 45개 소유역의 강우-유출량을 모의하였으며, 이를 지류 유입량으로 입력하고 댐 자료를 이용하여 하도추적 모형을 수행시켰다. 그 결과 남한강의 여주, 양평 지점 수위 수문곡선을 관측값과 비교하였고, 북한강의 춘천댐, 의암댐, 청평댐과 한강 본류의 팔당댐 지점 모의 유량을 댐 방류량과 비교하였다.

## 2. 한강 수계 다목적댐 하류 유출 모형의 구성

### 2.1 강우-유출 모형 선정과 NWS-PC 模型의 概要

강우-유출 모형을 선정하기 위하여 SSARR(Streamflow Synthesis and Reservoir Regulation), HSPF(Hydrological Simulation Program-FORTRAN), NWS-PC 모형 등을 비교하였으며, 모형보정의 편이성과 남·북한강 본류 하도추적 모형과의 결합성을 고려할 때 NWS-PC가 적합하였다.

NWS-PC 모형(Tabios III et al. 1986)은 크게 토양 함수 상태 계산(SAC-SMA) 모형과 흐름에 대한 追跡模型으로 구분된다.

### 2.2 潛在 蒸發散量 산정 모형

잠재 증발산량 추정에는 Penman 식(Gupta 1989)을 사용하였다. Penman식은 통상 측정되고 있는 기상 자료를 이용하므로 입력자료 소요가 많은 반면, 우리나라의 경우에 매우 현실적인 방법이

\* 부산수산대학교 토목공학과, \*\* 한국수자원공사 수자원연구소

다. 잠재증발산량 계산에 있어서 日照時間, 日照時間, 평균 기온, 일평균 풍속, 풍속계의 지상높이, 상대습도 등의 자료는 기상월보(1985~1992)에서 구할 수 있다.

### 2.3 부정류 하도추적 모형

1 차원 부정류의 하도추적 모형으로는 DWOPER를 사용하였는데, 다음은 DWOPER의 지배방정식이다.

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial(A+A_0)}{\partial t} - q = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q^2/A)}{\partial t} + gA(S_0+S_f+S_e) - qV_x + W_fB = 0 \quad (2)$$

여기서 Q는 유량, A는 단면적, q는 橫流入量, x는 하도를 따른 거리, t는 시간, g는 중력가속도, y는 수심, S<sub>0</sub>는 河床傾斜, S<sub>f</sub>는 摩擦傾斜(friction slope)項이다. A<sub>0</sub>는 유속이 매우 작은 非有效 단면적, V<sub>x</sub>는 橫流入量의 x방향 유속, W<sub>f</sub>는 바람의 영향을 고려하는 항, B는 수면폭이며 S<sub>e</sub>는 斷面의 擴大, 縮小에 따르는 損失傾斜項이다.

## 3. 한강 유역현황 및 입력자료 형성

### 3.1 대상유역의 현황

한강은 유역면적이 26,219.0 km<sup>2</sup>이고, 유로연장이 467.7 km인 대한민국 제1의 하천이다. 현재 한강 유역에는 한국수자원공사에서 관리하는 소양강 및 충주 다목적 댐이 있으며, 한국전력공사에서 관리하고 있는 발전용 댐으로서 북한강 수계내에 화천, 춘천, 의암, 청평댐이 循次 貯水池列을 이루고 있다. 또한 남한강의 지류인 달천유역에는 괴산댐이 있고, 남·북한강 합류점 직하류에는 팔당댐이 있으며, 이들도 한전에서 관리하고 있다(그림 1). 본 연구의 대상지역은 충주댐, 소양강댐, 화천댐 하류부터 남·북한강 합류점 직하류에 위치한 팔당댐까지이다.

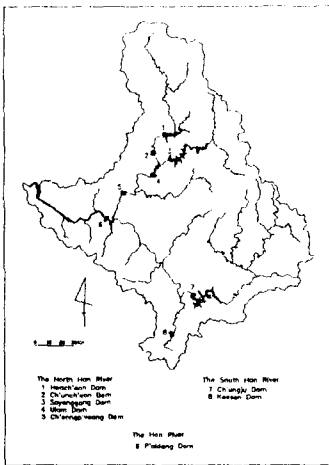


그림 1. 한강 유역도

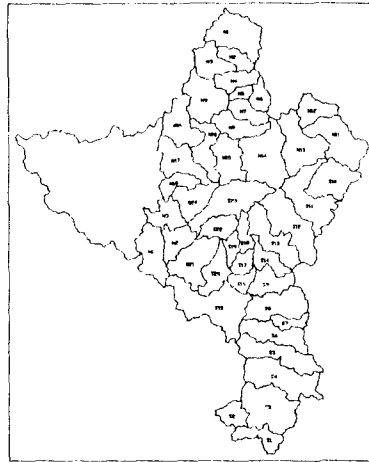


그림 2. 한강수계 다목적 댐 하류 소유역 분할도

한강수계 다목적 댐 하류의 유역 유출 체계 구성을 위한 소유역 분할은 지류에 위치한 수위관측소와 지표 흐름 평면의 형상을 고려하여 결정하였다. 즉 수위 관측소가 설치된 곳은 강우-유출 모형을 보정할 수 있으므로 소유역의 경계로서 선정하였다. 그리고 NWS-PC 모형에서 단순화하여 사용하는 유역의 형상은, 책을 펴놓은 것과 같이 가운데 하도가 있고 양쪽에 지표 흐름 평면이 있는 형태이다. 그러므로 소유역을 분할할 때 가급적이면 위와 같은 형상과 유사하도록 노력하였다.

분할된 소유역은 총 45개로 남한강유역은 24개 소유역으로(S1~S24), 북한강유역은 18개 소유역으로(N1~N18), 팔당호로 유입하는 경안천은 3개 소유역(H1~H3)으로 분할하였다(그림 2).

### 3.2 유역 유출체계 구성을 위한 소요 입력자료 형성

#### 3.2.1 유역특성인자 추출

흐름에 대한 추적모형의 기능은 유역 또는 하도 유입량을 유역 또는 소유역 출구의 유출로 추적하는 것이며, NWS-PC 모형에서는 운동과 추적법이나 단위도-Muskingum 방법의 조합법을 사용한다. 본 연구에서는, 운동과 추적법을 사용하였는데, 이를 위해서는 유역면적, 유역사면 경사 및 지표 흐름 평면의 길이, 하도경사, 하도폭 등의 지형인자들을 입력자료가 소요된다. 강우-유출 모형과 관련된 각 지형인자의 추출 과정을 개략적으로 살펴보면 다음과 같다.

### 가. 소유역 면적

소유역 분할은 1:50,000 지형도를 이용하였는데 먼저 유역경계를 지형도에 표시한 후, Auto CAD(release 12)로 digitizing하였다. 위에서 생성된 CAD file을 DXF파일로 변환한 후 ARC/INFO로서 각 소유역별 면적을 추출하였다.

### 나. 斜面 傾斜

각각의 소유역에 대하여 斜面 傾斜를 추출하는 일은 지형도에 의존하기에 매우 불편하고 시간을 소모하는 작업이다. 본 연구에서는 3"간격의 수치고도 자료와 지형정보 체계를 구비한 한국과학기술연구원 시스템공학연구소에 의뢰하여 구하였다.

### 다. 河道 傾斜

하도경사는 상류에서 매우 급하고 하류에서는 완만하다. 본 연구에서는 유역의 응답시간(response time)을 고려한 등가 경사(equivalent slope)를 이용하였다(식 3).

$$S = [ \sum L_i / \sum (L_i / S_i^{1/2}) ]^2 \quad (3)$$

위의 경사를 산정하려면 하도를 여러개의 구간으로 분할하고, 각각에 대하여 구간 하도 길이와 구간 하도 경사를 구해야 하는데 주로 지형도를 이용하여 산정하였다.

### 라. 河道 幅

운동과 추적법에서는 하도의 폭을 필요로 하는데 하나의 소유역에 대하여 대표값으로 하나의 하도폭을 요구한다. 다목적 댐 하류에서 팔당댐 사이에 위치한 지류에는 하천 총/횡단 측량이 수행되지 않은 곳이 많다. 따라서 현지에서 직접 측량하여 결정하는 것이 가장 타당할 것이다. 그런데 본 과업 기간 중에 이를 직접 측량하지는 못하였으나 '93년에 소양강댐 상류의 수리학적 홍수 추적 모형을 개발하면서 인북천, 내린천, 그 외의 여러 小支流 등 16곳에 대하여 단면 형상을 측량한 자료가 있다(GIS를 이용한 수자원 관리 및 계획에 관한 연구, 1993). 그리고 이 자료를 가지고 하천 횡단면들을 사다리꼴로 단순화한 후 하천 바닥폭과 발원지로부터의 거리 관계를 구하였다. 본 연구에서는 이를 이용하여 주하도의 체원을 구하였다.

$$BW = 1.033 \times CL + 13.864 \quad (4)$$

여기서, BW(m)는 바닥폭이며 CL(km)은 발원지로부터의 거리이다. 제형 단면의 측면 경사는 2.3을 사용하였다.

### 3.2.2 수문기상 자료

수문 관측소는 해를 거듭하면서 증설되어 왔다. 그런데 강우-유출 모형에 사용하기 위해서는 일정량 이상의 자료가 필요할 뿐만 아니라, 모든 자료가 대상 모의기간에 대하여 동시에 존재해야 한다. 이를 기준으로 자료 사용 기간을 결정하였으며, 1986년 이후만을 대상으로 하였다. 사용된 원격측정(telemetry) 우량 관측소는 총 30개이다.

소유역별 면적 평균 강우량 계산에는 Thiessen 계수를 사용하였으며 계수산정을 위한 면적 계산에는 PC ARC/INFO가 이용되었다.

강우-유출 관계를 정립하거나 유역 유출을 모의하는데 필수적으로 사용되는 자료는 하천 유출 자료이다. 하천 유출자료는 연속관측된 수위자료와 간헐적 측정에 의해 작성된 수위-유량식을 이용하였다. 우량 및 수위자료는 한국건설기술연구원의 수문데이터베이스에서 제공받아 사용하였다.

NWS-PC 모형을 이용하여 연속유출을 모의하기 위해서는 토양 상·하층부와 임시 불투수층, 영구 불투수층, 하천수 표면에서의 잠재증발산에 의한 손실을 고려하여야 한다. 잠재증발산량은 측후소의 증발량에 증발계수를 곱하여 추정하는 방법도 있으나 증발계수가 적절히 추정되어 있지 못하므로, 이론적 계산식인 Penman식을 적용하여 산정하였다.

Penman식을 이용하여 잠재 증발산량을 산정하려면 일평균기온, 지상 2 m 높이에서의 일평균 풍속, 상대습도, 일조시간, 가조시간, 관측소의 경위도 좌표가 필요하다. 이들 자료중 일 평균기온, 상대습도, 일조시간, 가조시간은 한국수자원공사 수문정보시스템(KOHIS)의 자료를 이용하였으며 평균풍속은 기상청 측후소의 관측자료를 지상 2 m에서의 평균풍속으로 환산하여 사용하였다. 또한 albedo(=γ)는 초지에 해당하는 0.25를 이용하였다. 한강 유역 및 인근 지역에는 12개의 기상 관측소가 있는데 이 중 7개 기상관측소 자료만이 사용되었다.

본 연구에서는 하도추적 모형으로 수리학적 모형인 DWOPER를 선정하였다. DWOPER는 본류 및 지류 하도에 대하여 상류단 경계조건을 필요로 하며 본류 하류단에서도 하류 경계조건을 필요로 한다. 그리고 하도 내부에 구조물이 있을 때는 내부 경계조건을 필요로 한다. 본 연구의 대상 하도는, 상류에 충주댐, 소양강댐, 화천댐이 있고 하류에 팔당댐이 있다. 따라서 상류, 하류 경계조건 설정은 위의 댐들에 대한 자료를 필요로 한다. 그리고 상,하류 경계 사이에는 또 다른 댐들이 위치하고 있으므로, 내부 경계조건 설정에 댐자료 수집이 필요하였다. 이들 댐의 수문자료 중 본 연구에서 필요한 자료는 댐 저수위, 방류량(발전사용수량+여수로방류량) 등이다.

### 3.2.3 하천 단면자료 수집

수문학적 하도추적법과 달리, 부정류 하도추적의 특징은 하천 흐름의 미지수인 수위  $h(m)$ 와 유량  $Q(m^3/s)$ 를 동시에 계산할 수 있다는 점이다. 그러나 이와 같이 하천 흐름을 정교하게 묘사하려면 방대한 하천단면 자료가 필요하다. 하천 단면 자료는 하천정비 기본계획 자료나 하상변동 조사 보고서로부터 획득하였다.

## 4. 日 單位 강우-유출 모형 적용

### 4.1 대상지류 선정 및 수위-유량식 산정

한강 유역에는, 한강 홍수통제소에서 관리하고 있는 자기 수위관측소가 26개, 원격측정 수위 관측소가 21개가 있다. '95년 현재 충주 및 소양강 다목적댐 하류에서 팔당댐 상류의 지류에 위치한 원격수위관측소는 11개가 있다. 이들 중 수위-유량 관측 기록을 보유한 관측소는 경안, 서면, 청미, 문막, 홍천, 간현 및 횡성 등 7 개소가 있으나, 문막, 서면 관측소는 잦은 하상 변동과 수위 관측 기록의 일관성 결여로 환산된 유출량을 신뢰할 수 없어서 사용하지 못하였다. 나머지 5개 수위관측소의 수위-유량식은 강우-유출 모형 보정에 앞서 다소 수정하였다(이상호 등 1995).

### 4.2 토양 함수상태 계산 모형의 매개변수 추정 및 모형검증

NWS-PC모형에서는 총 22개의 매개변수를 결정하여야 한다. 이 중 6개는 초기 상태를 나타내 주는 것으로 시산에 의하여 결정한다. 나머지 16개의 매개변수 추정은 수동추정과 자동추정을 선택적으로 사용할 수 있고, 수동추정은 유량 수문곡선을 분석하여 추정하며, 자동추정은 제야 Rosenbrok 알고리즘을 사용한다. 5개 수위관측소 상류 유역의 매개변수 추정은 자동추정 기법을 사용하였고 1987년과 1988년의 수문 기상자료를 이용하였다. 모형검증은 1986년과 1990년 자료를 이용하였다. 강우-유출 모형의 매개변수를 추정한 5개 유역 중에서 홍천 수위 관측소 상류 유역에 대한 매개변수 추정 및 모형검증시 강우-유출-잠재증발산량을 그림3, 4에 표시하였다.

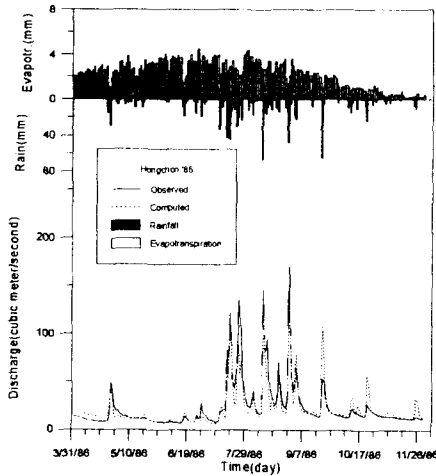


그림 3. 모형 보정 수문곡선 및 우량, 잠재 증발산량도(1986년, 홍천 수위관측소)

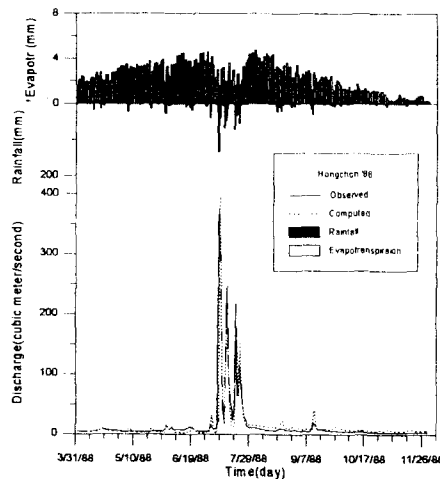


그림 4. 모형검증 수문곡선 및 우량, 잠재 증발산량도(1988년, 홍천 수위관측소)

## 5. 부정류 하도추적 체계 구성

### 5.1 입력 단면자료 작성

DWOPER 모형은 하천 단면 형상에 대한 입력자료로서 수위별 수면폭 자료를 필요로 한다. 수집된 하천 단면자료를 가지고 수위-수면폭 자료를 형성하는 과정에는 CROSS 프로그램을 사용하였다. 화천댐부터 팔당댐까지의 하천구간에 대해서는 45개의 하천 단면 입력자료를 작성하였다.

### 5.2 경계조건

#### 5.2.1 외부 경계조건

부정류 하도추적에는 상류단과 하류단에서 경계조건이 설정되어야 한다. 본 연구에서 모의하는 하도추적 구간은 남한강과 북한강, 소양강으로 선정하였으므로 각각에 대한 상류 경계조건으로서 충주댐, 화천댐, 소양강댐의 방류량을 사용하였다. 팔당댐은 대상 하천구간의 최하류에 위치하고 있으므로 팔당댐 저수위를 하류 경계조건으로 설정하였다.

### 5.2.2 내부 경계조건

DWOPER의 주요 특징중 하나는 하천 중간에 주운등을 목적으로한 lock 또는 댐이 있을 때 내부 경계조건을 사용하도록 되어있는 점이다. 남한강과 북한강에도 이러한 내부 경계조건을 필요로 하는 水工 구조물들이 있다. 북한강에는 춘천댐, 의암댐, 청평댐이 위치하고 있고, 남한강에는 충주 조정지 댐이 운영되고 있다. 내부 경계조건 입력자료로서 이들 댐의 저수위를 사용하였다.

### 5.3 하도추적 체계

한강에는 다목적 댐으로서 충주댐과 소양강댐이 있고 북한강 수계에 여러 개의 발전용 댐이 있다. 그리고 남한강의 지류인 달천에는 괴산댐이 있다. 보다 상세히 하천체계를 구성하기 위해서는 괴산댐을 하도추적 체계에 삽입하는 것이 타당할 것이다. 그러나 괴산댐은 소규모의 발전용 댐으로서 전체 유출체계 구성상 큰 비중을 차지하지 못하므로 하도추적 체계 구성에서 무시하였다.

구성된 하도추적 체계는 그림 5에 제시되어 있다. 하도추적 本流 구간은 북한강의 화천댐부터 한강의 팔당댐까지이다. 소양강과 남한강은 支流로서 本流 河道에 유입된다. 그림 5에는 각 하도 구간에 유입되는 소유역의 측방 유입구조도 표시되어 있다.

## 6. 日 單位 유역 유출 모형

### 6.1 강우-유출 모형 확대 적용

충주 및 소양강 다목적댐 하류부에 강우-유출 모형 적용을 위하여 구분한 소유역은 총 45개이다. 이 중 관측된 수위-유량 자료로부터 매개변수를 추정한 소유역은 5 개로, 이들 자료를 이용하여 지역화 분석을 하기에는 자료가 너무 적고 토양 함수상태 관련 매개변수와 유역에 대한 물리적 인자와의 관계를 규명하는 것도 어려운 일이다. 따라서 나머지 40 개 유역에 대한 강우-유출 모형 확대 적용에서, NWS-PC 모형의 토양 함수상태 관련 매개변수들은 인근 수위관측소에서 추정된 자료를 그대로 이용하였다. 한편 유역 사면 및 주하도의 조도계수는 Johanson 과 Imhoff(1984)가 제시한 값을 적용하였다.

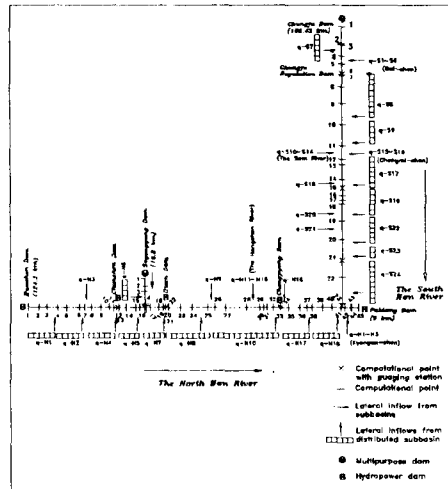


그림 5. 한강수계 다목적댐 하류 하도추적 체계

### 6.2 강우-유출 및 하도추적 통합모의

하도추적 체계와 45개 소유역의 유출량으로서 유역의 유출을 모의하였다. 전체 유출체계의 입력자료는 강우량 및 잠재 증발산량과 충주댐, 소양강댐, 화천댐의 방류량이다. 위의 세 댐 방류량과 팔당댐 저수위를 외부 경계조건으로 하고, 춘천댐, 의암댐, 청평댐, 충주 조정지 댐의 저수위 자료를 내부 경계조건으로 하여 전체 유역의 유출을 모의하였다.

사용된 자료는 1986년과 1990년의 수문 기상 자료와 댐자료이다. 춘천댐과 의암댐, 청평댐은 북한강을 따라 내려오면서 하천 중간에 있고, 팔당댐은 하류단 계산 종점으로서 한강 본류에 존재한다. 이 댐들에 대해서는 댐 방류량과 계산 유량을 비교하였다. 댐체의 직상류와 직하류에는 부정류 계산 지점이 설정되어 있는데 직하류 단면의 계산 유량값과 댐의 방류량을 비교하였다(표 1). 여주와 양평 지점은 수위관측소가 설치된 지점이므로 두 지점에 대해서는 계산 수위값과 관측 수위값을 비교하였다.

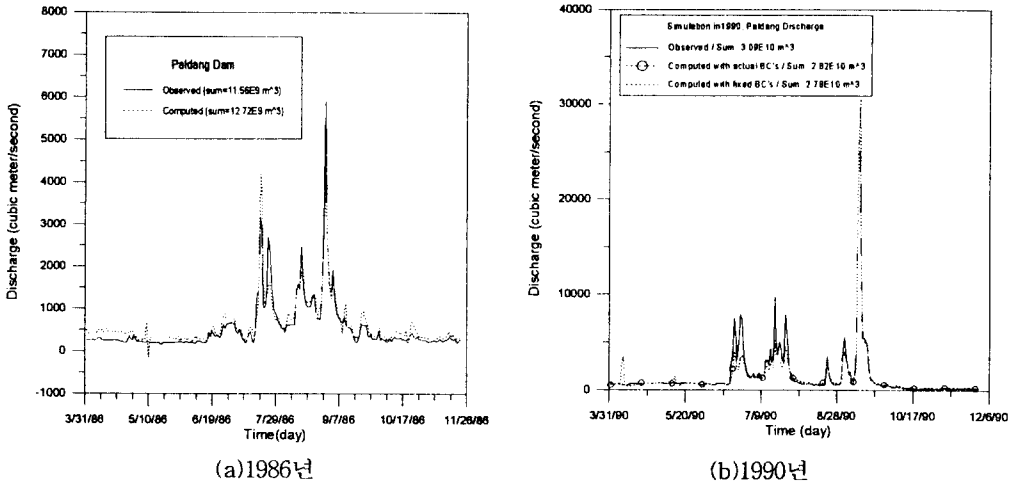
팔당댐 지점은 상류댐의 방류 영향과 소유역의 유출 모의 결과가 최종적으로 나타나는 곳이다. 1986년의 경우에 유량 수문곡선을 비교하면(그림 6 (a)) 4월부터 6월 중순까지 남한강 모의에서 비롯된 오차가 계속 전파되고 있음을 볼 수 있으나, 그 이후부터는 전반적으로 두 수문곡선의 상대적인 오차가 줄어든다. 총량으로는 10 % 이내의 차이가 발생하였다.

1990년의 경우에는, 비홍수시에 대하여 댐 방류량 값과 계산 유량값이 큰 오차를 보이지 않는다(그림 6 (b)). 한편 예측모형으로서의 사용 가능성을 타진하기 위해서 미지의 내부 경계조건을 임의로 고정시키고서 모형을 수행하였는데, 경계조건을 실제값으로 사용한 경우와 초기 계산값으로

표 1. 댐지점 방류량 및 계산유량 총량 비교(1986. 4~1986. 11)

댐이름	방류량 합( $10^9$ m <sup>3</sup> )	계산유량 합( $10^9$ m <sup>3</sup> )	오차 (%)
춘천	3.00	2.78	7.3
의암	4.24	3.94	7.1
청평	4.82	4.99	3.5
팔당	11.56	12.72	10.0

고정시킨 경우의 결과가 별다른 차이를 보이지 않는다(그림 6 (b)). 댐 방류량의 총합은  $3.09 \times 10^{10}(\text{m}^3)$ 이고, 관측 수위를 경계조건으로 계산한 유량의 총합은  $2.82 \times 10^{10}(\text{m}^3)$ 이다. 두 값의 차이는 8.7 %이다.



(a)1986년 (b)1990년  
 그림 6. 팔당댐 지점 방류량 및 계산 유량 수문곡선

7. 結論

강우-유출 모형과 동역학적 하도추적 모형을 결합하여 한강수계 다목적댐 하류의 유역 유출 체계를 수립하였다. 유역 유출 체계 구성시 소유역별 강우-유출 모형은 NWS-PC 모형을 이용하였고, 남·북한강 본류상 하도추적 모형은 부정류 수치모의 모형인 DWOPER를 이용하였다.

수위 관측 기록과 수위-유량식을 가진 5개 소유역에 대하여 강우-유출 모형을 보정하고 검증하였다. 강우-유출 연속 모의 모형의 주요 입력자료인 잠재 증발산량은 Penman식으로 계산하였다. 하도추적 체계는 북한강을 본류구간으로 하고 소양강과 남한강이 합류되는 형상으로 구성하였다. 상류 경계조건은 충주댐, 소양강댐, 화천댐의 방류량 자료이고 하류 경계조건은 팔당댐의 저수위이다. 내부 경계조건으로 춘천댐, 의암댐, 청평댐, 충주 조정지댐의 저수위 자료가 사용되었다.

강우-유출 모형의 출력을 하도추적 구간의 적절한 위치에 유입되도록 유역 유출 체계를 구성한 후, 1986년과 1990년의 수문 기상자료를 이용하여 검증하였다. 4월부터 11월까지 모형을 수행하고서 관측기록을 가진 주요지점에서 계산결과를 관측값과 비교하였다. 춘천댐, 의암댐, 청평댐, 팔당댐에서는 댐지점 계산 유량과 댐 방류량을 비교하였으며, 여주, 양평 수위관측소 지점에서는 수위 수문곡선을 비교하였다. 댐 지점의 총 방류량은 총 계산 유량값과 비교할 때, 모든 댐에서 10 % 이내의 오차를 보였다.

參考文獻

기상월보 (1985-1992). 기상청.  
 이상호, 김영성, 신용노 (1995). "한강수계 다목적 댐 하류 연속유출모형과 동역학적 하도추적 모형연구." 연구보고서, WRII-WR-95-2, 한국수자원공사, 수자원연구소.  
 GIS(지리정보 시스템)를 이용한 수자원 관리 및 계획에 관한 연구 (1993). 연구보고서, WRII-WR-93-10, 한국수자원공사, 수자원연구소 p. 105.  
 Gupta, R. S. (1989). Hydrology and hydraulic systems. Prentice Hall, New Jersey, pp. 81-84.  
 Fread, D. L. (1987). "National Weather Service operational dynamic wave model." National Weather Service, NOAA, Silver Spring, Md.  
 Johnson R.C., and Imhoff J.C. (1984). "Hydrological Simulation Program FORTRAN(HSPF): Users Manual for Release 9.0" Environmental Research Laboratory, U. S. Environmental Protection Agency, Athens, Georgia.  
 Tabios III, G., Obeysekera, J.T., and Salas, J.D. (1986). "Hydrology and Water Resource Program." Colorado State Univ., Ft. Collins, Colorado.