

## 논유출 특성을 고려한 홍수분석 시스템 개발

### Development of Flood Analysis System(FAS) Based on Runoff Characteristics of Paddy Basin

김 현 영\*, 황 철 상\*, 강 석 만\*, 이 광 야\*  
Kim, Hyun-young, Hwang, Cheol-sang, Kang, Seok-man, Lee, Kwang-ya

#### Abstract

The existing flood runoff models, Complex Hydrograph and HEC-1, have some problems which do not properly represent runoff characteristics on the Korean paddy basin and their basin slopes. In this study, FAS(Flood Analysis System) was developed in order to supplement those problems, which was built calibrating runoff curve number for paddy basin and applying basin slopes to classify 5 levels. And also the FAS can synthesize the flood hydrographs of subbasin and analyze flood routing along a stream. To verify the applicability of the FAS, the computed flood hydrographs were compared with the observed hydrographs from the four watersheds. In the small basin smaller than 10km<sup>2</sup>, the results of the FAS did not completely agree with the observed ones due to concentration time delay of paddy storage effect while in the medium and large size basin showed good agreements between the observed and computed ones. Therefore, it was concluded that the FAS could be applied for the flood analysis of Korean watershed which was characterized by paddy storage effect.

#### I. 서론

농업생산기반조성사업에서 중추적 역할을 하는 수리시설물 설계의 가장 중요한 변수는 설계홍수량이다. 설계홍수량은 첨두홍수량과 홍수 Hydrograph의 합리적인 홍수분석을

통하여 산정되는 것으로 수리시설물의 규모 결정에 가장 큰 영향을 미치게 된다. 현재 실무에서 사용되는 홍수분석 방법으로는 HEC-1과 Complex Hydrograph 방법을 들 수 있다. 이들 방법들은 미계측 유역에서 단위도

\* 농어촌진흥공사 조사설계처

키워드 : 홍수분석시스템, FAS, TC, CN, 논유출, 광역 모형, 상세모형, 일반유역 유출모형, SCS

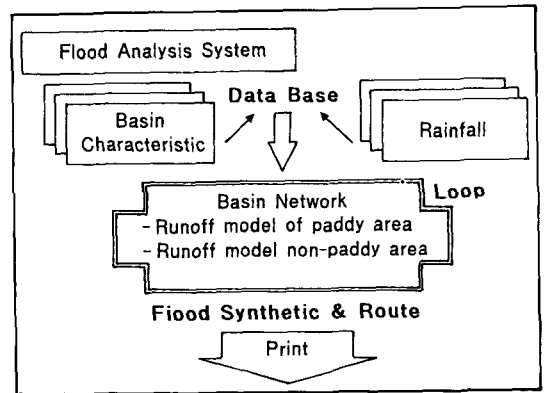
를 이용하여 홍수유출량을 산정하는데 우리나라 유역의 중요한 특징중 하나인 논 유출을 고려하지 않고 있으며, 첨두홍수량에 직접 영향을 미치는 유역의 경사도 인자를 고려할 수 없는 단점이 있다(김현영, 1990). 한편 안 등(1986)은 미계측 소하천 수계의 홍수량 산정을 위하여 Snyder, Clark, SCS법 등에 의한 합성 단위도를 유도한 바 있고, 권 등(1988)은 외국에서 개발된 모형들이 우리나라의 유출특성을 적절히 고려하지 못하므로 범용적인 적용성과 신뢰성이 적다고 지적하고 산지 소유역의 홍수유출을 산정하기 위한 모형을 개발하였다. 그러나 기존의 연구가 단일 유역을 대상으로 홍수유출량을 산정하거나 단위도를 합성하므로 수리구조물의 설계에 있어 필요한 지점의 홍수유출량을 산정하지 못하며, 논 유출 특성을 전혀 고려치 않고 있다.

따라서 한국적 지형의 특징인 논유역의 유출을 고려할 수 있고, 사용자의 적용성을 증대시키기 위해 FAS(Flood Analysis System)를 개발하였다. FAS는 입·출력자료의 DB(Data Base)를 기초로 하여 일관된 홍수분석 절차에 따라 대상유역을 논유역과 일반유역(임야나 밭, 논 등이 혼재하는 유역)으로 구분하여 홍수유출량을 산정하며, 필요에 따라서 홍수의 추적과 합성을 거쳐 정확한 홍수유출량을 산정할 수 있는 종합 홍수분석 전산시스템으로서 수리시설물의 계획과 설계 및 유지관리에 활용이 가능하다. 특히 FAS는 홍수유출량의 산정을 일관된 절차에 따라 수행함으로써 각 설계자 마다의 편차가 감소되고 설계업무의 효율성이 증대되며, 불필요한 업무가 제거되어 설계시간의 단축효과를 기대할 수 있다. 또한 입·출력자료가 DB화 됨으로써 설계관리를 쉽게 할 수 있다.

## II. 시스템의 구축

### 1. 기본 시스템의 구성

FAS는 <Fig. 1>에서 보는 바와 같이 크게 자료 DB와 수문모형으로 구성된다. 자료 DB에는 유역특성자료 DB, 강우자료 DB 및 출력자료 DB가 있으며, 수문모형은 논(Paddy)유역의 홍수유출량 모형과 일반(Non-paddy)유역의 홍수유출량 모형이 있다.

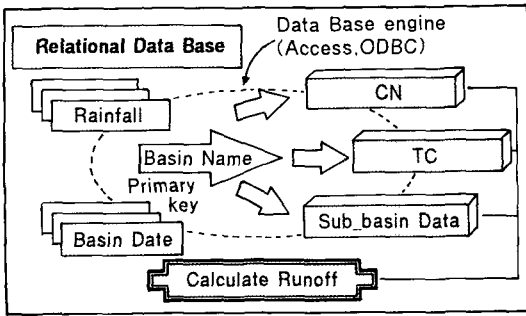


<Fig. 1> Data flow diagram(DFD) of FAS

### 2. Data Base 구축

FAS의 입·출력 자료는 모두 DB로 관리한다. 이것은 자료의 보존적 측면과 설계변경에 따른 작업 효율성의 제고 및 설계의 신뢰도 향상을 가능케 한다. DB는 관계형 DB를 사용하며 그 구조는 <Fig. 2>에서 보는 바와 같다.

FAS에서 홍수분석에 이용되는 모든 자료는 유역명과 소유역의 지점번호로서 인덱스되며, DB는 시스템 제공 Source DB와 사용자 입력 Run time DB로 나누어진다. Source DB는 기상자료(확률빈도 강우량,



<Fig. 2> Data base structure of FAS

지점별 강우분포율) 테이블과 유출곡선지수 (CN) 테이블로 구성되며, Run time DB는 소유역 특성자료, 유역 Network 테이블 및 홍수유출량 테이블로 구성된다. DB로 저장된 각 소유역 및 홍수유출량 산정결과는 출력 모듈에 의하여 텍스트와 그래프로 출력된다.

FAS의 DB는 ODBC(Open Data Base Connective)를 사용하므로 자료관리가 뛰어나며, 향후 C/S(Client/Server) 체제로의 전환이 가능하다. 그리고 <Table 1>은 DB와 서브모듈간의 관계를 보여준다.

3. 홍수유출모형의 구축

가. 논유역의 홍수유출 모형

논으로 구성된 유역의 홍수 유출은 초기

손실과 후기 유출 및 배수로에서의 저류등으로 인하여 일반유역의 유출특성과는 매우 다르다. 이러한 논유출 특성을 규명하기 위하여 여전북 진안에 순수한 논유역으로만 이루어진 곳에 시험포장을 설치하고 1994~1997년까지 3개년 동안 홍수유출량을 측정하여 상세모형과 광역모형 등 2개의 논유출 모형을 개발하였다. 상세모형은 논이 유출기구를 밝히거나 배수개선 사업시 배수로 망(Network)의 정확한 설계를 위해 논유역의 유출량을 단일필지의 논과 배수로의 유출량으로 구성하여 연속방정식에 기초한 저류방정식을 간략화시켜 작성하였다. <Table 2>는 상세모형의 입·출력 자료를 보여주는 것으로서 입력자료가 다소 많고 복잡한 단점이 있다.

한편, 광역모형은 통상적인 논유역의 홍수유출량을 산정하기 위해 SCS의 유효우량 산정을 위한 유출곡선지수 CN을 90으로 보정된 값을 적용하였다. 모형의 입·출력 자료는 강우량, 유역면적, 유달시간만 입력하면 되므로 매우 간단하게 모형을 운영할 수 있는 장점이 있다.

나. 일반유역의 홍수유출량 모형

논유역이 아닌 산지와 밭이 혼재하는 일반 유역의 홍수유출량을 산정하기 위하여 미국

<Table 1> Organization of data base

Data Base	Table	Representative field	Module	Remark
Source DB	raindata	station, De_rainfall	network	
	distrib	station, distribution	network	
	CN	option 1,2,3,4	flood runoff	CN window
Run time DB	basin	basinname, ba_condition	flood runoff	
	parts	Sub_basin	flood runoff	
	part_point	up-down	synthetic/Route	
	route	route option	synthetic/Route	
	runoff	runoff data	print	
Temp DB	temp	temp data	synthetic/Route	
	tempcn	temp CN	flood runoff	CN window
	tempic	temp TC	synthetic/Route	TC window

<Table 2> Input/Output Data of detail model for paddy runoff analysis

Classification	Item	Parameters
Input	rainfall	rainfall date, rainfall duration, time, rainfall intensity
	paddy	no. of paddy area, bottom level, shape of drain, level, width, depth, runoff coefficient, No. of drain, out-drain
	canal	no. of canal, width of canal bottom, side slope, length, slope, coefficient of roughness
Output	paddy	flood runoff, water level
	canal	flood runoff

농무성 SCS에서 개발되어 현재 국내 실무에서 널리 사용중인 삼각단위도법을 수정 보완하여 FAS의 일반유역 홍수유출량 모형으로 구축하였다. FAS에 구축된 이 모형은 당초 SCS<sup>(7), (8), (16)</sup>의 개발이론에 맞추어 유역특성에 따른 단위도를 <Table 3>과 같이 5개로 구분하고 홍수유출량의 계산시간 간격을 유달시간의 함수가 되도록 함으로써 우리나라의 유역특성이 정확히 반영될 수 있도록 하였다.

**다. 유역계획**

유역계획은 유역 Network 및 강우자료를 처리하는 두개의 Procedure로 구성된다. Network procedure는 소유역의 구분, 홍수유출량의 산정과 합성/추적지점 선정 등 소유역 구성에 따른 분석계획을 수립한다.

강우자료 Procedure는 홍수유출량 산정에 필요한 강우분포율과 설계강우량을 제공한다. 이는 기왕의 연도별 최대 강우량과 IDF곡선(건설부, 1988)으로 작성된 DB로부터 추출하여 Gumbel 방법으로 설계강우량을 빈도 분석하고, 시간적 분포는 FAUST(김현영, 1990)에서 사용된 방법으로 SCS 삼각단위도의  $T_p$ (첨두유량 발생시간)를 중심으로 시간분포를 재배치하여 수문모형의 입력자료로 이용하게 된다.

**4. 서브시스템의 알고리즘**

**가. 유출곡선지수(CN)**

LAG 방법에 의해 유달시간을 산정할 경우와 일반유역 홍수유출량 산정시 잉여강우량

<Table 3> Peak discharge and base length of unit hydrograph by hydrological condition of runoff basin

Basin characteristics	Peak discharge	Base length	Remark
Mountain area(impervious zone)	$q_p = \frac{0.258 A Q}{t_p}$	$t_b = 2.15t_p$	$q_p = m^3/s$ $A : km^2$ $Q : 1mm$ $t_b : h$
Mountain area(pervious zone)	$q_p = \frac{0.233 A Q}{t_p}$	$t_b = 2.34t_p$	
Moderate slope area	$q_p = \frac{0.208 A Q}{t_p}$	$t_b = 2.67t_p$	
Low hill area	$q_p = \frac{0.167 A Q}{t_p}$	$t_b = 3.27t_p$	
Plain & swam area	$q_p = \frac{0.125 A Q}{t_p}$	$t_b = 4.30t_p$	

을 계산하기 위하여 필요로 하는 CN값은 유역내 토양군별, 수문학적 조건별, 토지이용 종류와 방법에 대한 각각의 세부 유출곡선지수를 구하여 유역면적에 의한 가중 평균치를 사용한다. 이때 세부 유출곡선지수는 기 구축된 DB로부터 호출하여 사용한다.

#### 나. 유달시간(TC) 산정

TC는 SCS, Kripich, Rziha, Kerby, Kravan의 산정공식을 사용하며 사용자의 선택에 따라 산정공식이 호출되어 유로장과 표고를 가지고 계산하게 된다. <sup>16),17)</sup>

#### 다. 설계강우량 및 강우분포율

설계강우량 및 강우분포율은 앞서 유역계획에서 언급한 바와 같다.

#### 라. 홍수 합성/추적

유역 Network에 따라 홍수유출 모형에 의하여 산정된 홍수유출량을 필요에 따라 합성하고 추적하는 모듈이다. 산정된 홍수유출량은 모두 DB로 자동 입력되고 이 자료는 홍수 합성/추적 모듈에서 입력자료로 호출되어 사용된다. 이때 홍수유출량의 합성/추적 과정은 다음과 같이 3 가지로 구분된다.

첫째 방법은 유역 Network상의 홍수유출량 산정지점에서 소유역의 홍수가 발생시간의 차이가 없이 직접 합성되는 경우이다. 둘째 방법은 비교적 하도구간이 짧은 경우에 적용하는 경우로서 홍수가 하류로 전달될 때 하도의 홍수전과 속도만큼 지체되어 합성되는 방법이다. 셋째 방법은 상류에서 하류로 Muskingum법<sup>6),16),17)</sup>에 의해 홍수를 추적한 후 합성하는 방법이다.

#### 마. 출력

유역 Network에 따라 산정되고 합성/추적

된 홍수유출량은 유역명과 소유역명 또는 산정지점 이름을 가지고 기본자료와 홍수수문곡선 두 가지로 출력된다. 사용자는 소유역이나 산정지점을 마우스로 선택하고 스위치 보드의 상단을 두 번 클릭하면 결과시트나 홍수수문곡선을 확인할 수 있다. 또한 시스템 외부에서 홍수유출량 자료를 이용할 수 있도록 텍스트 출력기능이 있으며, 프린터 출력 및 자료의 편집은 스위치 보드의 아이콘을 선택하면 메뉴에 의해 작업을 수행할 수 있다.

### 5. 전산개발

FAS는 Windows 95가 구동되는 개인용 컴퓨터를 이용하여 시스템의 전체적인 관리와 DB제어, 유달시간 계산, 유출곡선지수 산정 및 홍수유출량의 합성과 추적 등은 Visual Basic<sup>14),15)</sup>으로 개발하고 논유역 및 일반유역의 홍수유출량 산정 수문모형은 MS Power Fortran으로 개발하였다. 그리고 DB는 ODBC와 DAO(Data Access Objects)을 병행하여 개발하였다. H/W는 RAM이 8MB, HDD가 5MB 이상 필요하다.

시스템의 홍수분석 메뉴는 다음과 같이 유역계획, 홍수유출량 산정, 홍수의 합성/추적, 출력 및 도움말 순으로 구성되며, 운영방식은 문답식과 스프레드시트를 이용하여 사용자가 작업과정을 한눈에 알아볼 수 있도록 하였다.

### Ⅲ. 적용성 검토

#### 1. 대상유역

FAS의 적용성을 검토하기 위하여 실측 홍수유출량 자료를 보유하는 경기도 안산시의 반월과 광주군의 도척 및 전라북도 정주시

동진강의 신태인과 전주시 만경강의 대천 등 4개의 유역을 대상으로 FAS에 의한 계산치와 실측치를 비교하고 또한 지금까지 사용해 오던 기존의 Complex hydrograph법에 의한 계산치도 비교 고찰하였다.

**가. 유역특성 및 수문자료**

〈Table 4〉에서 대상유역의 수문학적 특성을 정리하였다. 동 표에 의하면 유역규모는 반월이 2.72km<sup>2</sup>, 도척이 5.89km<sup>2</sup>, 신태인이 218.0km<sup>2</sup>, 대천이 809.15km<sup>2</sup>로서 일반적인 배수개선 대상유역을 고려해 보면 반월과 도척은 소규모 유역에 속하며, 신태인은 중규모 유역, 그리고 대천은 대규모 유역으로 분류할 수 있다.

대상유역의 실측 홍수유출량 자료에 대한 정보로서 반월의 경우는 1986년 7월 16일 강우량 32.1mm에 의해 발생한 홍수유출량 자료를 선정하였고, 도척은 1985년 10월 12일 강우량 113.5mm에 의한 자료를, 신태인은 1984년 9월 2일 강우량 113.7mm에 의한 자료를, 대천은 1985년 7월 7일 강우량 105.2mm에 의한 자료를 대상으로 하였다. 이때의 선행강우조건은 모두 AMC III로 조사되었다.

**나. 유역계획**

FAS의 적용성 검토를 위해 선정된 각 대상유역을 여러개의 집수단위로 논유역과 일반유역을 구분하고 이들을 하천유출 순서에 따라 유역계획을 통하여 유역망(Network)을 작성하였다. 그 결과는 〈Fig. 3〉, 〈Fig. 4〉, 〈Fig. 5〉 및 〈Fig. 6〉에서 보는 바와 같다. 〈Fig. 3〉은 반월유역의 경우로서 일반유역이 2개(1, 3번), 논유역이 2개(2, 4번), 홍수유출량 산정 지점이 2개(101, 102번)로 구성된다. 여기서 홍수유출량 산정지점 101번은 일반유역 1번과 논유역 2번의 홍수유출량이 각각 산정되어 합성되며, 합성된 홍수유출량은 다시 102번으로 추적되어 일반유역 3번과 논유역 4번의 홍수유출량이 산정되어 합성된다.

〈Fig. 4〉, 〈Fig. 5〉 및 〈Fig. 6〉은 각각 도척, 신태인, 대천의 유역망을 보여주는 것으로서 홍수유출량의 산정, 합성/추적 방법은 앞의 반월유역과 동일하다.

**2. FAS의 적용**

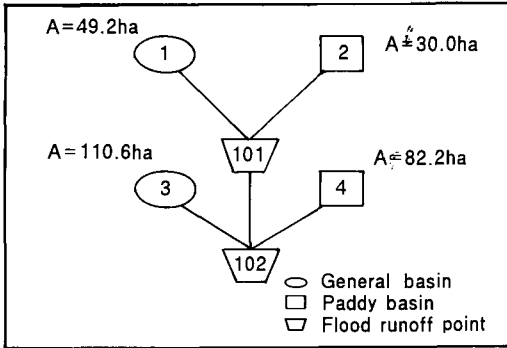
**가. 홍수유출량 산정**

선정된 4개의 대상유역에 대해 FAS를 이

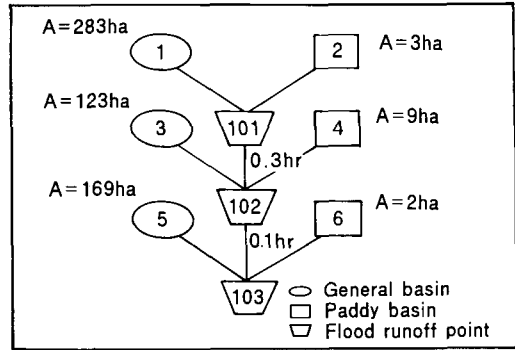
<Table 4> Hydrological characteristics of study basin

Name	Area(km <sup>2</sup> )	Length of basin(km)	Shape factor	CN III	TC(hr)	Slope of basin	Management agency
Banwol	2.72	3.8	0.19	88	1.5	Moderate	SNU
Docheok	5.89	3.8	0.45	82	0.9	Mountain	"
Sintaein	218.00	27.5	0.28	89	7.4	Low hill	RDC
Daecheon	809.15	44.6	0.42	89	16.0	Moderate	"

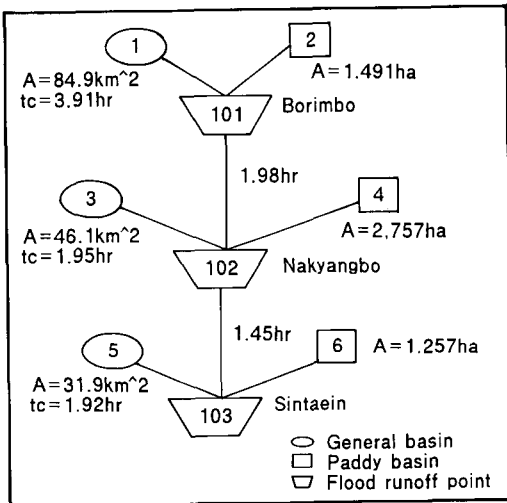
SNU : Seoul National University  
RDC : Rural Development Corporation



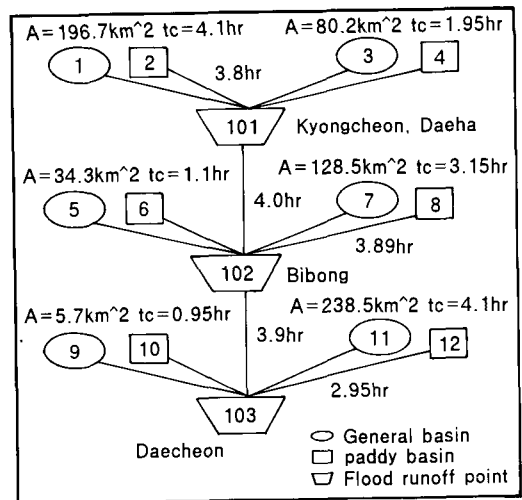
<Fig. 3> Basin network at Banwol



<Fig. 4> Basin network at Docheok



<Fig. 5> Basin network at Sintaein



<Fig. 6> Basin network at Daecheon

용하여 홍수유출량을 산정하고 실측자료와 비교하였다. 또한 지금까지 널리 사용되어 오던 Complex hydrograph 방법에 의해 산정된

홍수유출량도 동시에 비교하였다. 그 결과를 요약하면 <Table 5>에서 보는 바와 같다.

<Table 6>에 의하면 반월유역의 경우 첨두홍

<Table 5> Comparison of observed and computed flood runoff

Name	Observed Data		Computed by FAS			Computed by complex hydrograph		
	Tp(h)	Qp(m <sup>3</sup> /s)	Tp(h)	Qp(m <sup>3</sup> /s)	RE(%)	Tp(h)	Qp(m <sup>3</sup> /s)	RE(%)
Banwol	5.40	0.53	4.63	1.47	177	5.19	1.78	235
Docheok	6.10	11.77	4.59	43.72	271	4.72	44.12	275
Sintaein	15.00	377.60	15.00	387.46	2.6	10.50	461.53	22.2
Daecheon	13.00	1,168.1	16.50	1,087.3	6.9	18.10	830.88	28.8

<Table 6> Calibration result of FAS at Banwol and Docheok

Name	Calibration parameter	Tp(h)	Qp(m <sup>3</sup> /s)		Relative error(%)	Runoff ratio(%)
			Observed	FAS		
Banwol	TC 2.0, CN 70	7.20	0.529	0.634	19.8	36.1
	TC 2.0, CN 68	7.20		0.614	16.1	35.8
	TC 2.0, CN 65	7.20		0.485	8.3	33.1
Docheok	TC 4.5, CN 70	5.38	11.770	15.28	29.8	36.9
	TC 4.5, CN 65	6.58		11.26	4.3	29.3

수량은 실측치가 0.529m<sup>3</sup>/s인데 비하여 FAS와 Complex hydrograph는 각각 1.47m<sup>3</sup>/s, 1.78m<sup>3</sup>/s로 추정됨으로써 계산값이 실측값에 비해 오차는 크게 나타났다. 도척유역의 경우도 마찬가지로 실측치와의 오차는 역시 크게 나타나고 있다. 이와 같이 두 유역의 홍수유출량은 추정 모형간에는 상당히 접근하는데 비해 실측치와는 큰 차이를 보이고 있다. 이것은 두 유역이 모두 작은 규모의 소유역이기 때문에 모형에서는 강우에 의한 반응이 민감한 데 반해 실제의 유역은 그렇지 못한 경우로서 유달시간이나 유출곡선지수의 추정이 적절하지 못한 경우라고 풀이된다.

한편, 신태인과 대천유역의 경우는 침투홍수량의 실측치가 각각 377.6m<sup>3</sup>/s과 1,168.1m<sup>3</sup>/s인데 비하여 추정치는 FAS가 387.4m<sup>3</sup>/s과 1,087.3m<sup>3</sup>/s, Complex hydrograph가 461.5m<sup>3</sup>/s과 830.7m<sup>3</sup>/s로 나타남으로써 두 유역 모두 FAS가 Complex Hydrograph 보다 실측에 매우 잘 접근하고 있음을 볼 수 있다. 이것은 각 유역의 규모가 각각 218.0km<sup>2</sup>, 809.15km<sup>2</sup>의 일반적인 배수개선 대상유역에 비취볼 때 중·대규모로서 Complex hydrograph는 단일유역 개념으로 전체유역을 하나로 간주하여 홍수를 산정하는데 비하여 FAS는 전체유역을 여러개의 집수단위로 소유역을 구

분하여 합성/추적함으로써 실제 유달시간의 개념이 모형에 충분히 고려된 것으로 판단되며, 또한 논과 일반유역을 구분하고 유역경사도를 5가지로 구분하여 적용함으로써 유역의 특성을 잘 표현할 수 있었기 때문으로 풀이된다. <Fig. 7>, <Fig. 8>, <Fig. 9> 및 <Fig. 10>은 각각 반월, 도척, 신태인, 대천의 실측홍수량 Hydrograph와 모형에 의해 추정된 홍수유출량 Hydrograph를 비교 도시한 것이다.

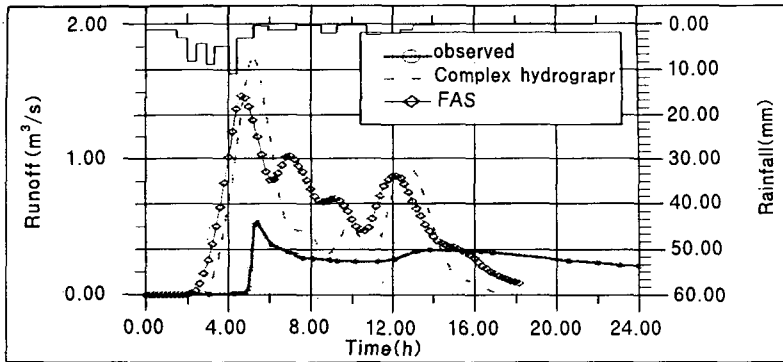
**나. 매개변수의 보정에 의한 홍수분석**

앞의 홍수유출량 산정에서 살펴본 바 유역 규모가 중·대규모인 신태인과 대천 유역의 실측 홍수유출량은 FAS에 의한 계산치와 거의 일치하였으나 소규모 유역인 반월과 도척 유역의 실측 홍수유출량은 계산치와 큰 차이를 보였다. 따라서 여기서는 반월과 도척 유역에 대하여 TC와 CN을 매개변수로 FAS의 보정을 수행하고 홍수유출량을 산정, 고찰하였다.

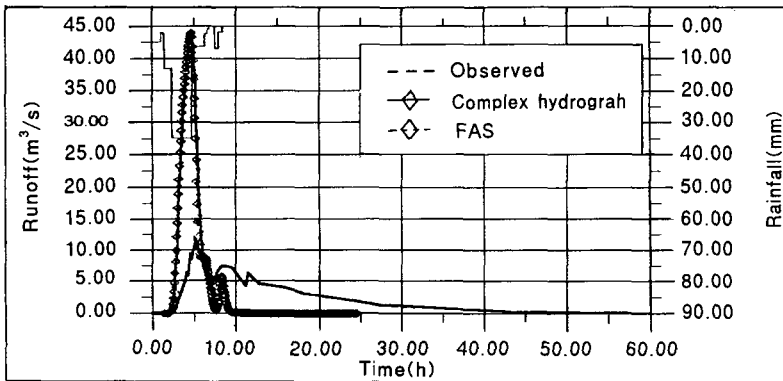
반월유역의 경우는 TC를 1.5h에서 2.0h로, CN값을 88에서 70, 68, 65로 보정하고, 도척유역의 경우는 TC를 0.9h에서 4.5h로, CN값을 82에서 70, 65로 보정하여 홍수유출량을 산정하고 실측치와 비교하였다.

그 결과 <Table 6>에서 보는 바와 같이

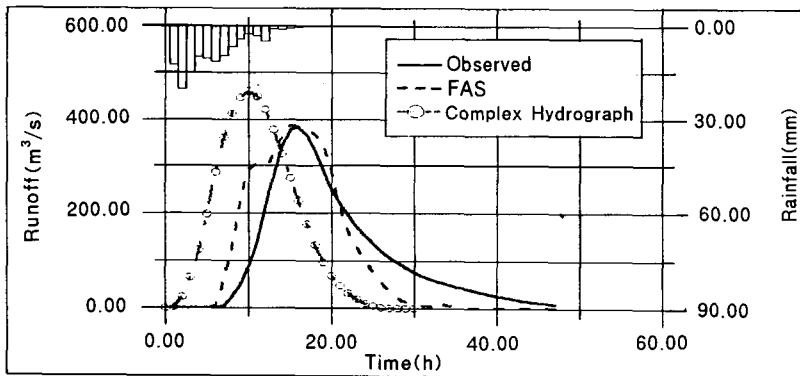




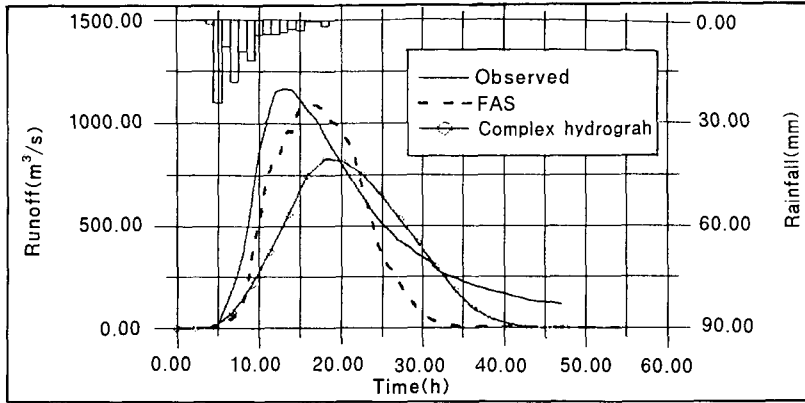
<Fig. 7> Observed and computed hydrographs at Banwol



<Fig. 8> Observed and computed hydrographs at Docheok



<Fig. 9> Observed and computed hydrographs at Sintaein

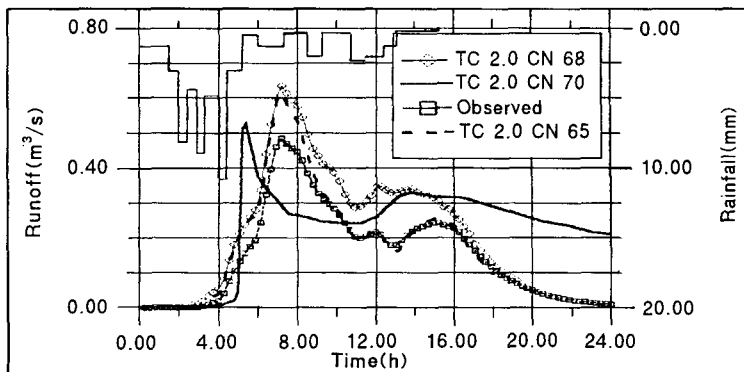


<Fig. 10> Observed and computed hydrographs at Daecheon

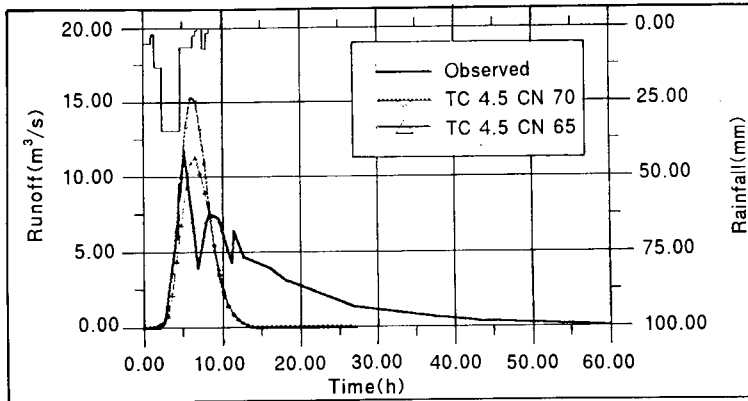
반월유역의 경우는 CN값이 65이고 TC 2.0h일때가 계산치가 실측치에 가장 접근하며, 첨두홍수량의 상대오차나 유출율의 경우도 각각 0.92와 33.1%로서 가장 접근했다 (<Fig. 11>참조). 도척유역의 경우는 CN값이 65이고 TC가 4.5h일 때가 실측치와 계산치가 가장 접근하며 첨두유출량의 상대오차도 0.96으로서 가장 적고 유출율은 29.3%를 나타냈다 (<Fig. 12>참조).

이와 같이 이들 두 유역의 홍수유출량은 TC와 CN값에 따라 상당히 달라지고 있음을

볼수 있다. 이것은 이들 유역의 규모가 작은 소유역으로서 강우량의 크기에 홍수반응이 상당히 민감하여 논, 저류와 임야 등의 차단효과가 상대적인 영향을 주었기 때문인 것으로 풀이 된다. FAS에서 소규모 유역의 홍수유출량을 산정하기 위하여 논이 차지하는 면적과 임야의 조성상태 등을 충분히 고려해야 한다. 본 연구에 있어서 논이 차지하는 비율이 30% 미만인 경우는 TC를 기존의 방법에 의해 계산한 값의 4~5배, CN은 AMC II 조건으로 적용한 것과 논, 임야의



<Fig. 11> Calibration of hydrograph at Banwol



<Fig. 12> Calibration of hydrograph at Docheok

30% 이상일 경우는 TC를 논 지체시간을 고려하여 0.5~1.5h를 더하고 CN은 AMC II 조건으로 적용한 결과 실측치에 접근된 홍수수문곡선을 얻을 수 있었다.

#### IV. 요약 및 결론

우리나라 유역의 대표적 특성인 논 유역의 홍수유출 특성을 고려한 홍수분석시스템을 개발하고 실측자료에 의해 검증하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. FAS는 논유역의 홍수유출량 산정모형과 일반유역의 홍수유출량 산정모형, 이들의 추적/합성 모형 및 입·출력자료의 DB로 구성되어 집수유역 단위의 소유역이 여러개로 구성되는 유역망(Network)에 따라 논유역과 일반유역을 구분하여 홍수유출량을 산정하고 하천에 연하여 합성·추적이 일괄처리 되도록 하였다.

2. FAS의 적용성을 검토한 결과 유역면적이 약 $10\text{km}^2$  이하의 소규모일 때는 유역내 논이 차지하는 비율에 따라 홍수유출 양상이 크게 달라지며, 실측치에 비해 첨두홍수량이 크고 기저시간이 짧게 나타나는 경향이 있었다.

3. FAS를 이용하여 소규모 유역의 홍수분석시 유역내 논이 차지하는 비율이 30% 미만일 때는 유달시간(TC)은 계산시간의 4~5배로 적용하고, 유출곡선지수(CN)는 AMC II의 조건으로 적용한 경우와 논이 차지하는 비율이 30% 이상일 때 TC는 논에서의 지체시간을 고려하여 계산치에 0.5~1.5시간을 더하고 CN은 AMC II 조건을 적용한 결과 실측치와 유사한 홍수수문곡선을 얻을 수 있었다.

4. 중·대규모 유역인 경우 본 FAS의 결과가 실측치에 잘 접근하였으므로 홍수분석에 유용하게 적용할 수 있는 것으로 판단된다.

5. FAS는 홍수유출량 산정 절차가 시스템 내에 확립되어 있어 운영조작이 쉽고 편리하며, 모든 입·출력 자료가 DB화됨으로써 홍수유출량 산정의 일관성이 유지되고 설계관리가 가능하다. 또한 FAS는 객체 지향적 프로그램 기법을 도입하고 있으므로 향후 프로그램의 보완이나 확장이 가능하다.

6. 향후 이 시스템은 배수문 조작과 배수의 영향도 고려할 수 있도록 추진되어야 할 것이다.

본 연구는 농특세 연구기금에 의해 수행된 것임

참고문헌

1. 건설부, 1988. 한국확률강우량도의 작성, 한국건설기술연구원.
2. 권순국, 고덕구, 1988. 산지 소유역의 홍수유출 예측을 위한 모의 발생 수문모형의 개발, 한국농공학회지 30(3), 58~68.
3. 김현영, 1990. FAUST에 의한 홍수분석, 농업진흥공사.
4. 박승우, 임상준, 서영제, 1997. 논유출곡선번호 연구, '96분과위원회 연구과업 보고서, 한국수자원학회 학술 및 기술위원회, 4-1~4-22.
5. 안상진, 이은한, 1986. 미계측 소하천 유역의 합성단위도 유도, 한국수문학회지, 1986. 6.
6. 이순혁, 1983. 강우-유출해석의 기초와 응용(II), 한국농공학회지, 제25권 제1호.
7. 이홍래, 이종국, 서병하, 1989. 설계홍수량 산정을 위한 합성단위유량도의 개발, 한국수자원 학회지 22(4).
8. 한국지방행정연구원, 1996. 강우에 의한 유출량 산정모형
9. French, R. H. 1985. Open channel Hydraulics, Mcgraw-Hill.
10. Hjelmfelt, A. T., 1991. Investigation of Curve Number Procedure, ASCE, J. Hydr. Eng., 117(6), 725~737.
11. Hoggan, D. H., 1989. Computer Assisted Floodplain Hydrology and Hydraulics, McGraw-Hill Book, 55.
12. Hydrologic Engineering Center, HEC-1, 1990. Flood Hydrograph Package, U.S. Army Corps of Engineers.
13. Jensen, M. E., 1983. Design and Operation of Farm Irrigation Systems, ASAE, Monograph No. 3, ASAE, 235~277.
14. Microsoft Corporation, 1995. Microsoft Visual Basic, Programmer's Guide.
15. Microsoft Corporation, 1995. Microsoft Visual Basic, Professional Features.
16. Singh, V. P., 1988. Hydrologic System(Vol I), Rainfall-Runoff Modeling, Prentice Hall.
17. Singh, V.P., 1989. Hydrologic system (Vol II), Watershed Modeling, Prentice Hall.