

지상강우 관측치에 의한 TRMM/PR 관측치의 보정 및
SCS 유출해석 : 용담댐 유역을 대상으로
Adjustment of TRMM/PR Data by Ground Observed Rainfall Data and SCS
Runoff Estimation : Yongdam-Dam Watershed

장철희* / 권형중** / 고덕구*** / 김성준****

Jang, Cheol Hee / Kwon, Hyung Joong / Koh, Deok Ku / Kim, Seong Joon

Abstract

The purpose of this study is to evaluate hydrological applicability of spatially observed rainfall distribution data by the TRMM/PR (Tropical Rainfall Measuring Mission /Precipitation Radar). For this study, firstly, TRMM/PR data (Y) of the Yongdam-Dam Watershed (930.38km²) was extracted and secondly, TRMM/PR data and the rainfall data (X) by AWS (Automatic Weather Station) were compared by executing a correlation analysis. As a result, the regression equations were deduced as two parts (under 60mm/day : $Y=18.55X-0.53$, over 60mm/day : $Y=3.11X+51.16$). SCS runoff analysis was conducted using 7 rainfall events in 1999 for Yongdam-Dam watershed and the Cheon-Cheon subwatershed for the revised TRMM/PR data. TRMM/PR data showed relative errors ranging from 19.6% to 45.6%, and from 11.3% to 38.9% for Cheon-Cheon subwatershed and Yongdam-Dam watershed, respectively. AWS data showed relative errors ranging from 0.5% to 12.8%, and from -1.6% to -10.3%, for Cheon-Cheon subwatershed and Yongdam-Dam watershed, respectively. Further researches are necessary to evaluate the relationship between TRMM/PR data and AWS data for practical hydrological applications.

Keyword : TRMM/PR, AWS, correlation analysis, regression equation, SCS

요 지

본 연구의 목적은 TRMM/PR (Tropical Rainfall Measuring Mission/Precipitation Radar)에 의하여 관

-
- * 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 연구원
Water Resources & Environmental Research Division, Korea Institute of Construction Technology, Ilsan 411 712, Korea
 - ** 건국대학교 지역건설환경공학과 박사과정
Doctoral Student, Dept. of Rural Engrg., Konkuk Univ., Seoul 143 701, Korea
 - *** 한국수자원공사 수자원연구소 수자원정보화팀 책임연구원
Water Resources Research Team, Water Resources Research Institute, Daejeon 305 390, Korea
 - **** 건국대학교 지역건설환경공학과 부교수
Associate Professor, Dept. of Rural Engrg., Konkuk Univ., Seoul 143 701, Korea
(E-mail : kimsj@konkuk.ac.kr)

측된 공간강우분포의 수문학적 적용성을 평가하는데 있다. 이를 위하여 우선 용담댐 유역(930.38km)을 대상으로 한 TRMM/PR자료(Y)를 추출한 후, AWS (Automatic Weather Station)에 의하여 관측된 지상강우자료(X)를 공간내삽하여 작성한 분포도와 상관분석을 실시하여 TRMM/PR 자료를 보정하는 관계식을 도출하였다(under 60mm/day : $Y = 18.55X - 0.53$, over 60mm/day : $Y = 3.11X + 51.16$). 용담댐유역 전체와 천천수위관측소 지점의 유역을 대상으로 1999년 여름의 총 7개 강우사상에 대한 SCS 직접유출량을 산정하여 봄으로써 보정된 TRMM/PR 자료의 활용방법을 검토하였다. 그 결과 실측 유출량에 대한 상대오차는 용담댐유역 전체를 대상으로 한 경우, 보정된 TRMM/PR이 11.3%~38.9%, AWS 관측치가 -1.6%~-10.3%로 나타났으며, 천천 수위관측소를 대상으로 한 경우, 보정된 TRMM/PR이 19.6%~45.6%, AWS 관측치가 0.5%~10.3%로 나타났다. 본 연구에서는 1999년도 6월~9월(총 80여 개)의 TRMM/PR 자료를 대상으로 보정식을 도출하였으나, 향후 보다 다양하고도 많은 TRMM/PR 자료를 이용하여 관계식을 보완하는 연구가 필요하다고 판단된다.

핵심용어 : TRMM/PR, AWS, 상관분석, 보정식, SCS

1. 서 론

강수관측은 수 백년동안 주로 지상 관측에 의해 이루어졌지만 지상관측은 지점별로 관측하기 때문에 자료가 공간적으로 균일하지 않으며 육지에 한정되어 있는 단점이 있다(Ohsaki, 1999). 또한 지점별 자료는 강수구름의 발달과정이나 연직 구조 등에 대한 정보를 제공하지 않기 때문에 집중호우를 동반하는 강수구름에 대한 특성 분석 등에는 부족한 점이 많다. 이러한 측면에서 기상위성자료는 일정한 시간 간격을 가지며 공간적으로 균일한 고해상도 관측자료를 지속적으로 제공하기 때문에 호우나 태풍 등의 기상현상 감시 및 분석에 매우 효과적이라 할 수 있다. 특히 1997년 11월에 발사된 TRMM 위성은 강수관측 레이더를 탑재하고 있기 때문에 강수구름의 특성분석에 매우 유용하다(장세진 등, 2000).

TRMM 위성은 350km 상공에서 약 96분 주기로 지구기상을 관측하는 극궤도 위성으로서 5개의 주요 강수관측 기구로 이루어져 있는데, 그 중에서 PR (Precipitation Radar)은 세계 최초로 위성에 탑재된 능동형 강수레이더로서 육지와 해양에서의 강수관측을 주요 목적으로 한다(Kozu, 1998). TRMM관측자료는 GVP(Global Validation Program)에 의해 전 세계 10개 지점에 걸쳐 자료의 유효성이 검증되었으며 DAAC/GSFC(Data Active Archive Center/Goddard Space Flight Center)에서 사용자들에게 자료를 제공하고 있다(Ciach, 1997). 현재까지 TRMM관측 위성자료는 강수 유무, 강수 형태, 강수입자의 분포, 강수량 관측, 강수의 에러 분석 및 전지구 기후변화 등 다양한 연구에 이용되고 있다(Lebel and Amani, 1998; Tokay, 1998).

Oki(1997)는 경계 값 방법(threshold method)으로 레이더-AMeDAS 강수량에 대한 TRMM 표본을 위한 연구에서 약 17km의 공간 간격으로 일본열도 전역에 분포하는 1300지점의 자동기상관측 시스템(AMeDAS; Automatic Meteorological Data Acquisition System)에서 생산되는 1시간과 10분 평균 강수량 자료를 이용하였고, Makihara(1996)는 레이더 관측 강수량의 비교를 위해 AMeDAS자료를 사용하였다. 또한 Steiner(1995)는 레이더 관측 자료를 이용한 구름의 삼차원 구조 분석을 위해 호주기상청에서 운영되는 22개 지점의 관측자료를 이용하였다. 그러나 현재까지 우리나라에서 TRMM 관측 자료를 이용한 연구는 활성화되어 있지 않은 상태이다.

지금까지 수문·수자원분야에서의 원격탐사기법은 지구자원관측위성에서 얻어진 정보를 이용하여 유역특성 혹은 수문과정의 물리적 해명에 간접적으로 이용되어 왔으나, 본 연구에서는 직접적으로 강우를 관측한 TRMM/PR 관측자료와 AWS 지상관측치와의 상관관계를 분석하여 지상관측치보다 과소하게 측정되는 TRMM/PR 자료를 보정하고, 보정된 자료와 지상관측 자료를 이용하여 대상 유역에 유출해석을 함으로써 실제 유역에의 적용성을 평가하고자 하였다.

2. TRMM/PR 개요

PR(강수레이더)은 최초로 위성에 탑재된 강수관측 레이더로서 주파수는 13.8GHz, 분해능은 연직 250m, 수평 4.3km이다. PR(강수레이더)은 미세한 강수의 관측도 가능하며 강수의 분포, 강수형태, 강수구름의 두께 등에 대한 정보를 제공한다. 특히 주목할 만한 것은 지표에서 약 20km까지의 강수구름의 3차원 수직구조 정

보를 제공하기 때문에 강수구름의 특성파악에 매우 유용하다. PR자료는 수신전력 값(원시자료)으로부터 Radar 반사인자(level 1), 강수량 자료(level 2), 통계 자료(level 3)까지가 있다(박경원 등, 1999). 또한, 강우입자를 산란체로서 주야, 육지 및 해상을 불문하고 관측이 가능하며, 지상 레이더와 달리 장소에 의한 분해능의 차이가 거의 없다는 것도 큰 장점이다.

TRMM 위성의 주기는 91min/orbit 이고, 전체 관측지역을 관측하기 위하여 16orbits가 필요하므로 TRMM 위성은 일단위의 강우자료를 제공한다.

3. TRMM/PR 자료와 AWS 자료와의 상관분석

남한 지역 전역에 분포하는 AWS는 약 18km 간격으로 400여 곳에 위치하지만, TRMM 위성이 지나가는 영역인 33.0°N~36.2°N 내에는 약 225개 정도가 포함된다. 본 연구에서는 TRMM 궤도 내에 있는 용담댐 유역을 대상으로 TRMM/PR 강우의 분포와 지상관측 AWS 자료와의 비교를 통해 강우특성을 조사하였다.

용담댐 유역은 전라북도(완주, 진안, 무주, 장수군),

경상남도(거창, 함양군), 충청남도(금산군)에 걸쳐있는 금강권역의 유역이다(그림 1). 8개의 소유역을 포함하는 본 유역은 그 면적은 930.38km²이고, 70.3%의 산림과 11.2%의 논 등의 전형적인 농촌 유역의 토지이용 형태를 보이고 있다.

본 유역의 표고분포는 193~1588m의 범위에서 분포되어 있으며, 용담댐 전체유역에 대한 평균표고와 경사는 각각 503m, 14.3°이고, 천천관측소를 유역출구로 하는 소유역에 대한 평균표고와 경사는 각각 557m, 13.8°이다.

통상적으로 레이더 관측 강우강도는 면적 평균값이고, 지상관측 자료는 지점별 자료이기 때문에 서로를 비교하기는 어렵지만, 지상관측자료는 강우를 직접 관측하고 레이더가 갖고 있는 강수입자의 분포에 따른 오차를 포함하지 않기 때문에 Ground Truth 값으로 간주하여 레이더 자료의 검증/보정 자료로 활용하고 있다(Ciach, 1997; Ohsaki, 1999; Oki, 1997).

본 연구에서 사용한 TRMM/PR 자료는 DAAC/GSFC에서 제공하는 level 2 자료 중 2A23과 2A25 자료이다. 2A23자료는 밝은 띠(Bright Band)의 고도와 강도, 비 구름대의 높이, 강수 형태에 대한 정보를

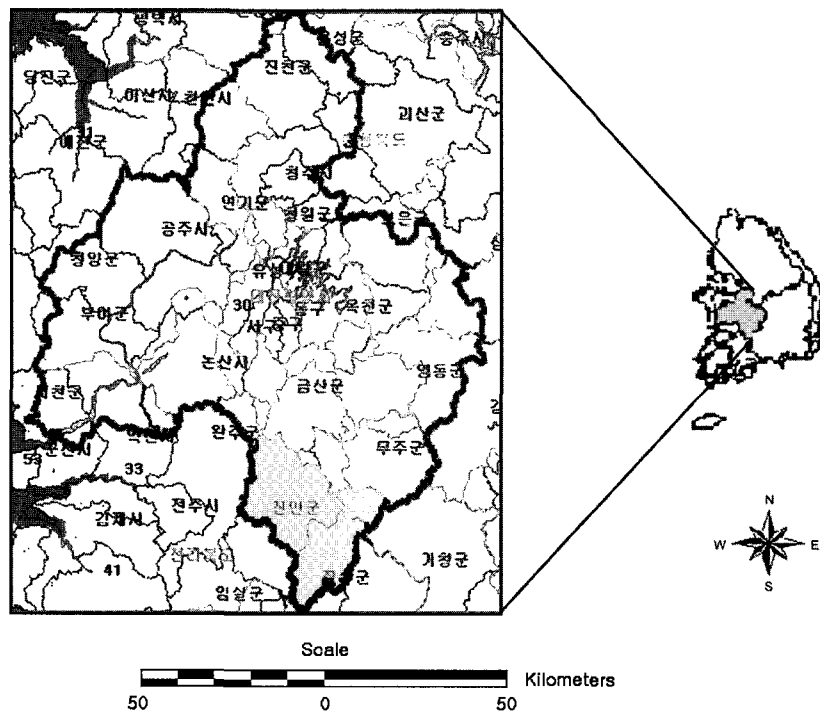


그림 1. 용담댐 유역

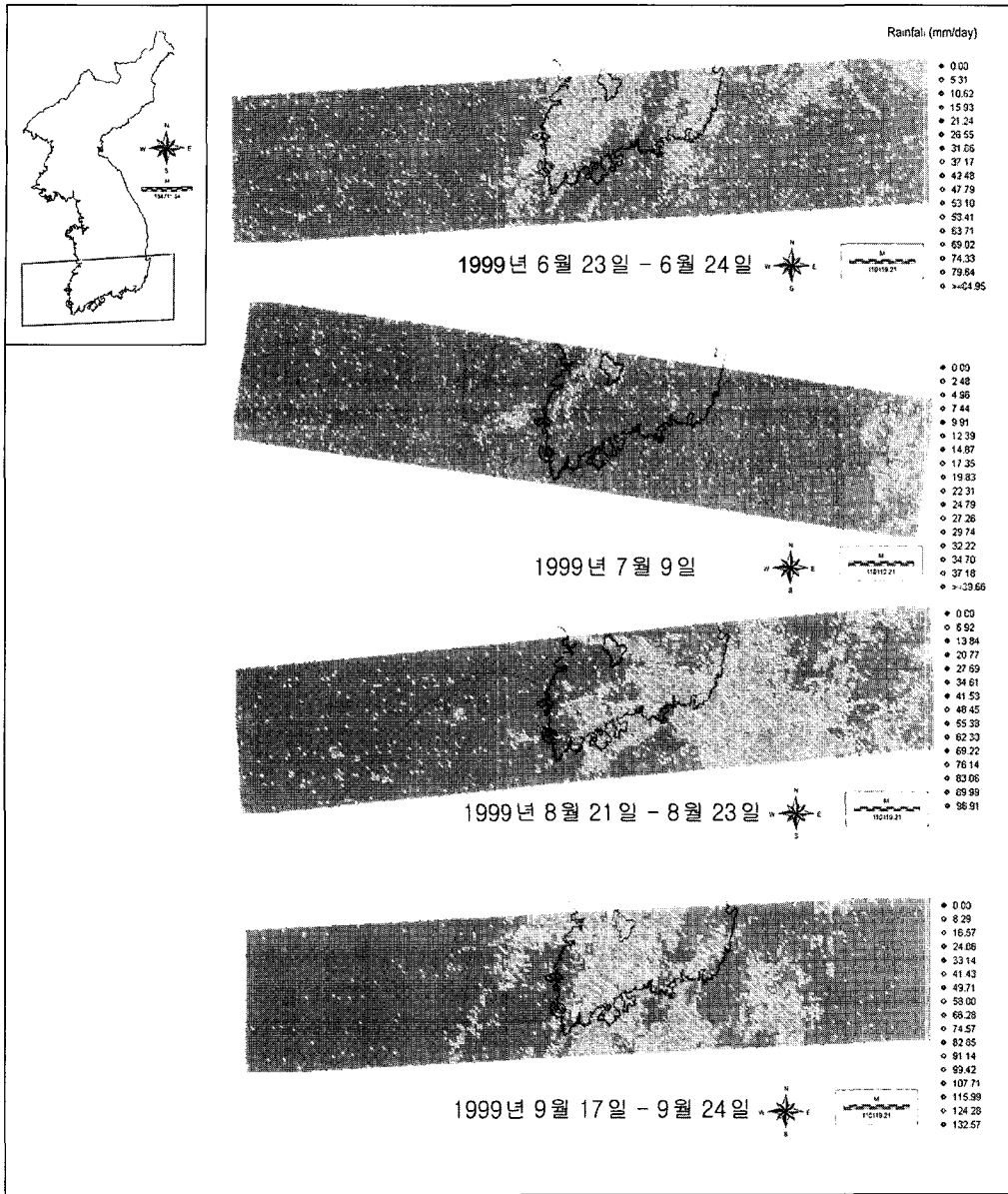


그림 2. TRMM/PR Data(NSR: Near Surface Rainrate)

제공하며, 2A25는 수직/수평 강우강도 분포와 지표부근에서의 레이더 반사도(Z; Reflectivity)를 나타낸다(박혜숙 등, 2000).

1999년 여름의 AWS 자료와 상관분석이 가능한 4개의 TRMM/PR(NSR: Near Surface Rainrate)자료(1999년 6월23일~6월24일, 7월9일, 8월21일~8월23일, 9월17일~9월24일)를 채택하였으며, 이는 그림 2와 같다.

대상구역의 AWS자료는 총 8개의 우량관측소의 일(day) 강우자료를 이용하였다. 표 1은 용담댐 구역의 8개 강우관측소의 위치를 나타낸 것이며, 그림 3은 강우관측소별 티센망도이다.

TRMM/PR 벡터 자료(NSR)는 공간해상도가 4.3km이므로 상관분석 수행 시에 원시자료에 대한 오차를 피하기 위해 공간내삽 과정에서 격자크기를 4.3km로 하였으며, 대상지역인 용담댐 구역으로 재분

표 1. 용담댐 유역의 강우관측소 위치

관측소	Lat/Long.(deg.)		UTM-52N(m)	
	위도	경도	X	Y
무주	35.8864	127.6658	379417.0716	3972443.4934
주천	35.9740	127.4215	357694.4049	3981819.1022
부귀	35.8600	127.4033	355859.2621	3969750.2357
상전	35.8031	127.4861	363263.1451	3963353.7486
안천	35.8699	127.5467	368647.7873	3970872.4264
계북2	35.8075	127.6294	376051.6703	3963578.1867
장계	35.7150	127.6008	373471.5293	3953478.4703
천천2	35.6817	127.5136	365506.7460	3949663.0218

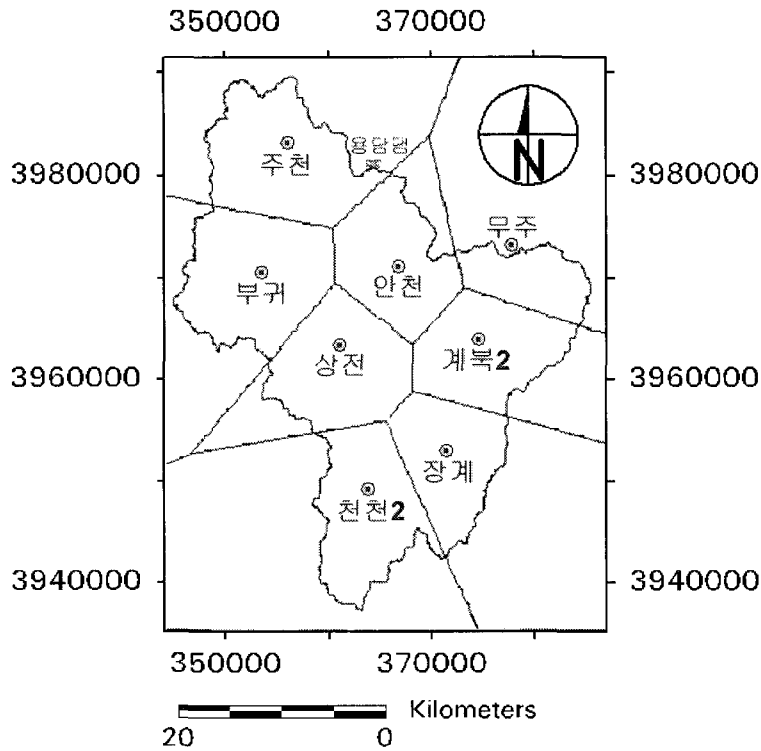
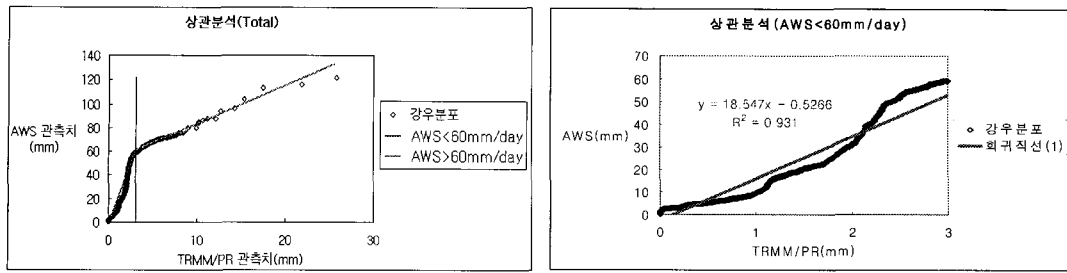


그림 3. 용담댐 유역 티센망도

류한 후 ASCII 형태로 변환하여 분석을 위한 기본자료로 준비하였다. 또한 AWS 자료는 TRMM/PR 자료와 동일한 시기의 강우관측소 자료를 이용하여 벡터의 형태로 가공한 후 공간내삽을 수행하고, ASCII로 변환하여 준비하였다. 1999년 4개의 TRMM/PR 관측치와 동일 시기의 AWS 관측치를 공간내삽을 통해 비교한 결과, TRMM/PR 강우는 모두 그림 4(a)와 같이 AWS 지상관측에 비해 전반적으로 과소 측정되는 경

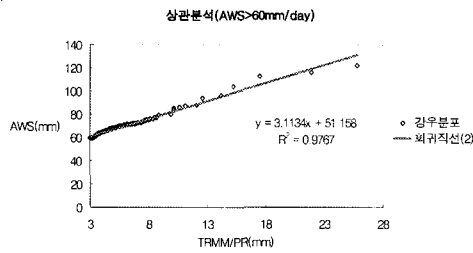
향을 보였다. 이러한 특성은 비구름대의 형태나 강수 유형에 따라 그 양에 다소 차이가 있지만, Oki(1999)도 일본의 지상관측강우자료(AMeDAS)와 TRMM/PR에서 관측된 강우를 비교한 결과 TRMM/PR이 지상관측치에 비해 적게 추정함을 밝힌 바 있다.

본 연구에서는 이와 같이 지상관측치보다 과소하게 측정되는 TRMM/PR 자료를 보정하기 위하여 상관분석을 수행하였으며, 그 결과 AWS에서 관측된 강우가



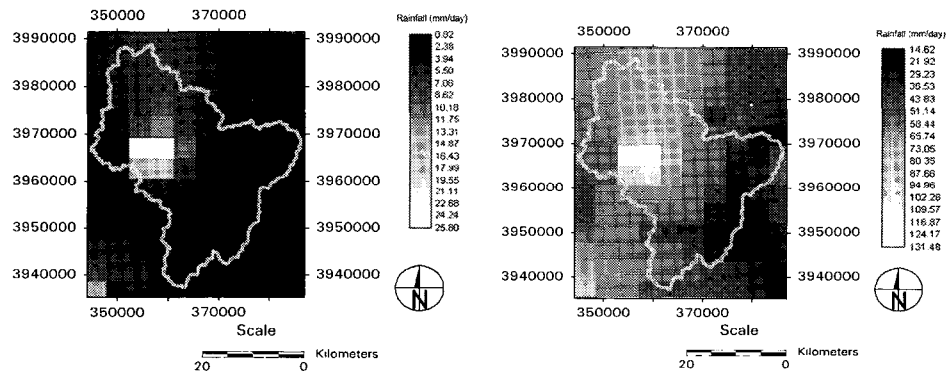
(a) Total

(b) AWS < 60mm/day



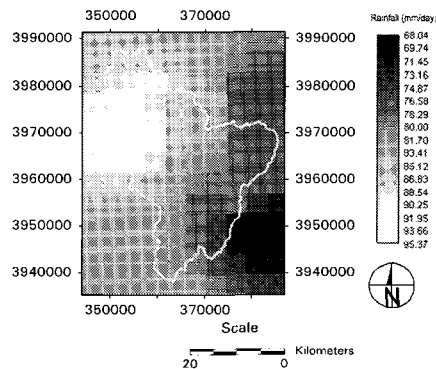
(c) AWS > 60mm/day

그림 4. AWS 자료와 TRMM 자료간의 상관분석 결과



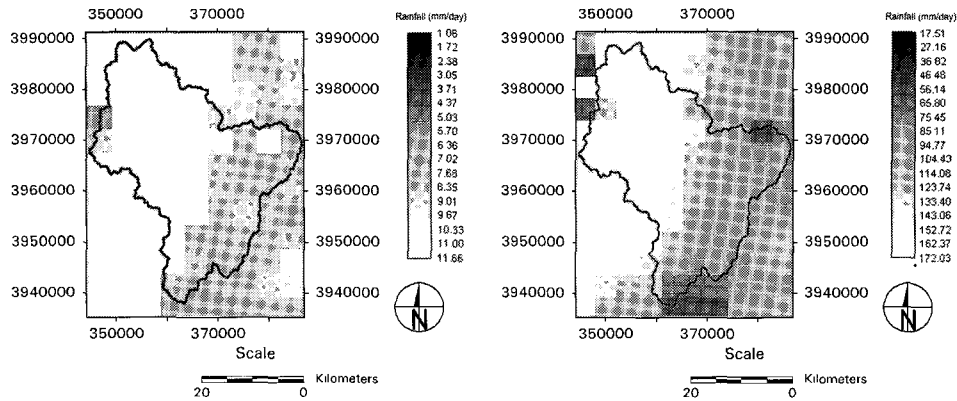
(a) TRMM 보정 전

(b) TRMM 보정 후



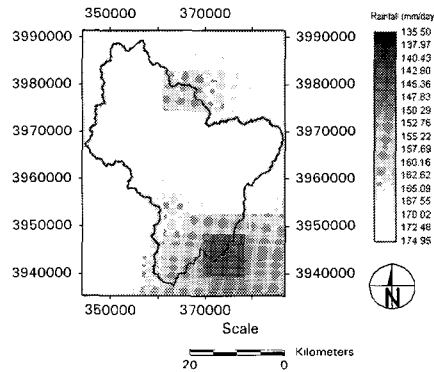
(c) AWS

그림 5. TRMM/PR의 보정(1999년 6.23~6.24)



(a) TRMM 보정 전

(b) TRMM 보정 후



(c) AWS

그림 6. TRMM/PR의 보정(1999년 9.17~9.24)

60mm/day를 기준으로 상관성이 높은 두 개의 구간을 분리해 낼 수 있었으며, AWS 관측강우가 60mm/day 이상인 지점이 많을 경우 0.98, 60mm/day 이하의 경우는 0.93의 상관관계를 보였다. 이와 같은 결과로부터 구해진 회귀관계는 그림 4와 같다.

추정된 회귀식을 이용하여 과소평가 된 TRMM/PR 자료를 보정한 결과, 천천 수위관측소를 출구로 한 경우에는 TRMM/PR 관측치가 AWS 관측치에 평균 22.4mm/day(1999년 6월23일~24일 : 40.0mm/day, 7월9일 : 14.4mm/day, 8월21일~23일 : 12.9mm/day, 9월17일~24일 : 22.2mm/day), 용담댐을 출구로 한 전체유역의 경우는 평균 20.6mm/day(1999년 6월 21일~24일 : 17.9mm/day, 7월1일~4일 : -17.3mm/day, 9월17일~24일 : 61.4mm/day) 이내의 차이를 보이며 보정되었다. 용담댐 전체유역에 대한 7월 1일~4일의 경우는 보정된 TRMM/PR이 AWS 보다 강우가

높게 나타났는데, 그 이유는 AWS 강우가 다른 날에 비해 상당히 적은데서 기인한 결과라고 사료된다. 그림 5와 6은 1999년 6월 23일~6월 24일, 9월 17일~24일의 TRMM/PR 자료에 대한 보정결과와 AWS 자료의 공간내삽 분포도를 비교하여 보여주고 있다.

5. 수문학적 적용성 평가

본 연구에서는 TRMM/PR 데이터의 수문학적인 적용성을 검증하기 위하여 SCS 유출량 산정법을 이용하여 유출량을 분석하였다. 먼저 SCS 수문학적인 토양군을 획득하기 위하여 농촌진흥청의 1:50,000 개략토양도를 재분류하여 수문학적인 토양군을 결정하였다. SCS 토양의 종류는 유출율, 투수성, 배수성 등에 따라 A, B, C, D 형으로 분류되고 그 결과는 그림 7과 같다.

대상유역(용담댐유역) 내의 수문학적 토양군의 분포는 그림 7과 같이 대부분이 A, D 토양군 이었으며, C

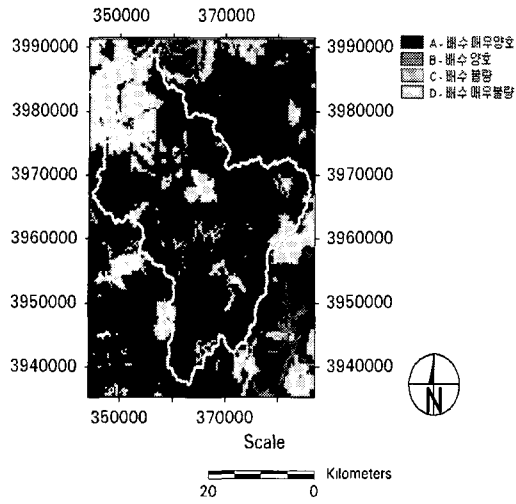


그림 7. 용담댐 지역의 수문학적 토양군

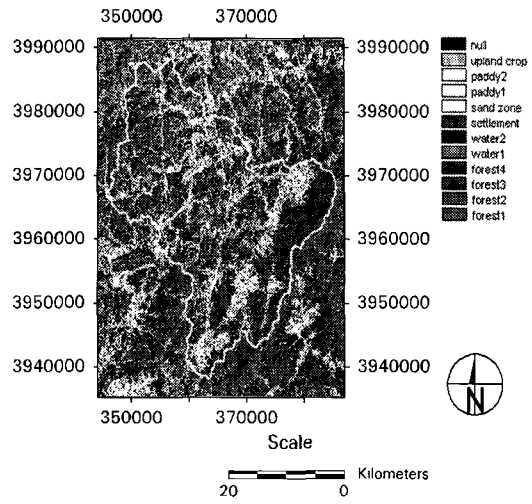


그림 8. 토지피복분류 결과

표 2. 통계자료와 분류결과와의 비교

Class	Classification result		Statistic data	
	Area(km ²)	%	Area(km ²)	%
Paddy	10.9	11.2	10.7	11.1
Upland crops	6.6	6.8	7.0	7.1
Forest	68.2	70.3	74.1	75.9
Water	0.1	0.1	1.6	1.6
Settlements	2.2	2.2	1.6	1.6
Total area	96.9	100	97.6	100

표 3. Error Matrix

	u	p2	sz	se	w2	f4	Row total	User's Accuracy(%)
upland crops	3	0	0	0	0	4	7	42.9
paddy	0	13	2	2	3	0	20	65
sand zones	0	2	12	1	3	0	16	75
settlements	0	0	0	7	0	0	7	100
water	0	0	0	0	9	0	9	100
forest	0	0	0	0	1	43	44	97.7
Column total	3	15	14	10	16	47	105	
Producer's Accuracy(%)	100	86.7	85.7	70	56.3	91.5		

Overall Accuracy : 82.88% from 105 observations

표 4. 용담댐 유역에 적용한 CN

AMC	Soil Group	Upland Crops	Paddy	Sand zone	Settlement	Water	Forest
I	A	53	60	59	37	100	36
	B	64	60	72	53	100	57
	C	75	60	80	64	100	72
	D	80	60	85	72	100	80
II	A	72	78	77	57	100	56
	B	81	78	86	72	100	75
	C	88	78	91	81	100	86
	D	91	78	94	86	100	91
III	A	86	90	89	75	100	75
	B	92	90	94	86	100	88
	C	95	90	97	92	100	94
	D	97	90	98	94	100	97

토양군은 없는 것으로 나타났다. 전체 대상유역의 토양군 분포는 A 토양군이 80.3%, B 토양군은 0.1%, D 토양군이 19.6%로 나타났다.

또한, 토지피복도를 작성하기 위하여 1994년 4월 5일의 LANDSAT-5 TM과 KOMPSAT EOC-1 영상을 이용하여 감독분류를 실시하였다. 11개의 분류 항목으로서 최대우도분류에 의하여 영상을 분류하였으며, 토지피복분류 자료의 검증은 Error Matrix 작성으로 자료의 정확성을 판단하는 방법과 일정한 지역을 선택한 후, 당해 연도의 통계연보와 비교 분석하는 두 가지 방법을 사용함으로써 자료의 신뢰성 및 활용 가능 여부

를 판단하고자 한다. 통계연보와의 비교 분석을 위하여 분류항목이 다양하게 밀집되어 있는 안성면 지역을 선택하여 그 지역을 masking 한 후, 안성면의 면적 및 각 항목별 면적을 산출하여 그 지역 해당연도(1994년)의 통계연보와 비교 분석하였다. 토지피복분류 결과는 그림 8과 같고, 표 2-3은 분류된 영상의 정확도를 검증한 것이다. 수문학적인 토양군과 영상에서 분류한 토지피복도에 의한 유출곡선번호를 추정하기 위하여 표 4와 같은 SCS-CN 값을 적용하였다.

전체유역의 CN 분포를 추출한 결과 평균 CN은 66.2, 천천관측소를 유역출구로 하는 소유역의 평균

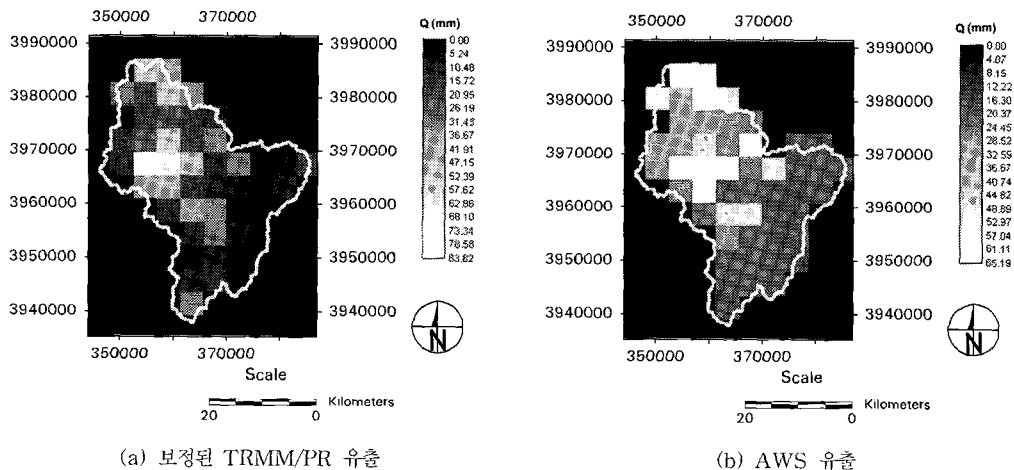
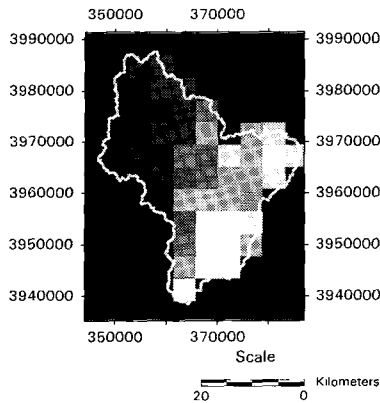
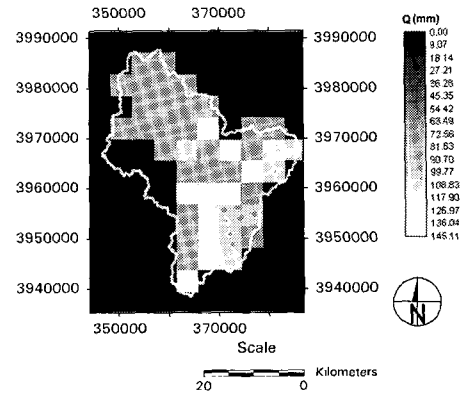


그림 9. 1999년 6월 21일 ~ 6월 24일 유출결과(용담댐 전체)

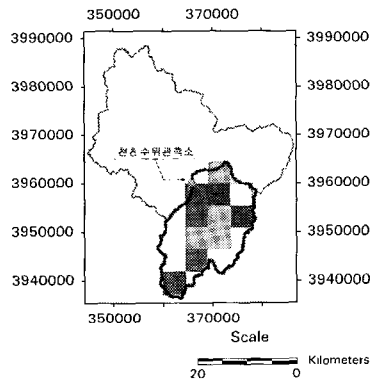


(a) 보정된 TRMM/PR 유출

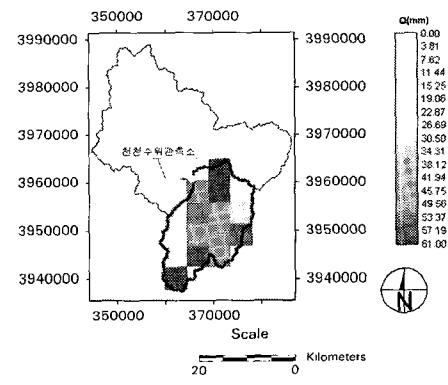


(b) AWS 유출

그림 10. 1999년 9월 17일 ~ 9월 24일 유출결과(용담댐 전체)

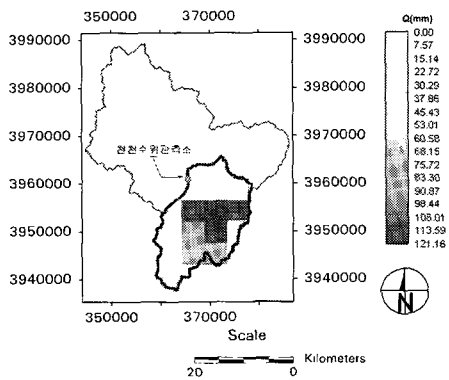


(a) 보정된 TRMM/PR 유출

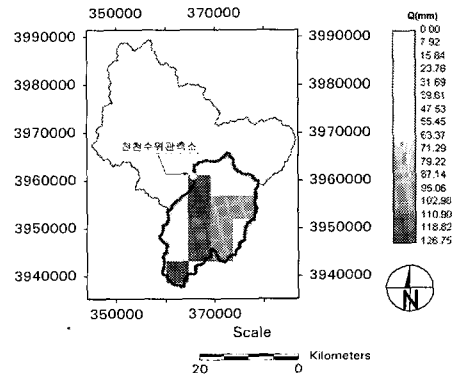


(b) AWS 유출

그림 11. 1999년 6월 23일 ~ 6월 24일 유출결과(천천소유역)



(a) 보정된 TRMM/PR 유출



(b) AWS 유출

그림 12. 1999년 9월 17일 ~ 9월 24일 유출결과(천천소유역)

CN은 65.8로 나타났다.

유출분석은 가배수로 방류량 자료가 있는 용담댐 전체유역과 유량관측소 자료를 보유하고 있는 천천소유역을 대상으로 실시하였다.

유출량을 비교하기 위한 실측 직접유출량은 유효유출이 강우가 개시한 후 1 시간 후부터 유출이 된다고 가정하고, 한 강우사상을 반영하는 직접유출은 유출이 증가하는 시점부터 다음 강우사상에 의해 유출량이 증가하기 전까지를 직접유출량으로서 계산하여 산정하였다.

그림 9-12는 각 사상별로 용담댐을 출구로 한 전체유역과 천천수위관측소를 출구로 한 천천소유역의 유출

분석에 따른 보정된 TRMM/PR과 AWS의 유출분석 결과이며, 표 5-6은 선정된 강우사상에 대한 유출결과와의 비교이다.

용담댐을 출구로 한 전체유역에 대한 1999년 6월~9월의 강우사상은 모두 11개였으며, 강우량은 0~90.1mm의 범위를 보였다. 강우사상 중 직접유출이 관측된 1999년 6월21일~6월24일, 7월1일~7월 4일, 9월 17일~9월24일의 3개의 강우사상을 대상으로 실측유출량을 계산하였으며 유출량을 산정 한 결과, 보정된 TRMM/PR 관측치의 유출율은 11.3%~38.9%, AWS 관측치의 유출율은 -1.6%~-10.3% 정도의 상대오차를 보였다.

표 5. TRMM/PR 보정 유출과 AWS 관측 유출 결과의 비교(용담댐 전체)

Storm Event	AMC	Average Rainfall(mm)		Run-off Discharge(mm)			Run-off Ratio(%)			상대오차(%)	
		TRMM/PR 보정	AWS 관측	SCS-CN Method		수위 관측소	SCS-CN Method		수위 관측소	TRMM/P R 보정	AWS 관측
				TRMM/PR 보정	AWS 관측		TRMM/PR 보정	AWS 관측			
6/21/99~6/24/99	III	62.0	79.9	25.6	38.0	37.4	41.2	47.6	46.8	31.6	-1.6
7/1/99~7/4/99	II	43.3	60.6	12.7	21.9	20.8	29.3	36.1	34.3	38.9	-5.3
9/17/99~9/24/99	III	128.3	155.1	79.5	98.8	89.6	62.0	63.7	69.8	11.3	-10.3
Average	—	77.9	98.5	39.3	52.9	49.3	44.2	49.1	50.3	27.3	-5.7

표 6. TRMM/PR 보정 유출과 AWS 관측 유출 결과의 비교(천천 관측소 출구)

Storm Event	AMC	Average Rainfall(mm)		Run-off Discharge(mm)			Run-off Ratio(%)			상대오차(%)	
		TRMM/PR 보정	AWS 관측	SCS-CN Method		천천 수위 관측소	SCS-CN Method		천천 수위 관측소	TRMM/P R 보정	AWS 관측
				TRMM/PR 보정	AWS 관측		TRMM/PR 보정	AWS 관측			
6/23/99~6/24/99	III	57.8	79.1	25.0	40.7	40.9	43.2	51.4	51.7	38.9	0.5
7/9/99	II	12.5	23.4	3.7	6.1	6.8	29.6	26.2	29.1	45.6	10.3
8/21/99~8/23/99	II	15.3	20.7	6.3	7.8	8.6	41.1	38.5	41.5	26.7	12.8
9/17/99~9/24/99	III	126.9	149.1	82.2	101.5	102.3	64.8	68.1	68.6	19.6	0.8
Average	—	53.1	68.1	29.3	39.0	39.7	44.7	46.1	47.7	32.7	6.1

천천관측소를 출구로 하여 4개의 강우사상에 대해 유출을 비교·분석한 결과 보정된 TRMM/PR 관측치의 유출율은 19.6%~45.6%, AWS 관측치의 유출율은 0.5%~12.8% 정도의 상대오차를 보였다(표 6).

6. 결 론

본 연구에서는 TRMM/PR에 의한 관측치와 1999년 여름철 강수일(6월~9월)에 대한 AWS 관측치를 비교하여 상관분석을 수행하고, 또한 상관분석을 통해 구해진 회귀관계로부터 TRMM/PR 자료를 보정한 후, SCS 유효우량 산정방법을 통해 실제유역에 유출분석을 수행함으로써 TRMM/PR 자료의 적용성을 평가하였다. 1999년 6, 7, 8, 9월의 AWS자료와 TRMM/PR자료, 이 두 자료의 일별, 월별 변화를 비교한 결과 TRMM/PR은 지상 AWS 관측치에 비해 강우강도를 과소 추정하는 경향을 보였다. 따라서 위와 같이 지상 관측치(AWS)보다 과소하게 측정되는 TRMM/PR 자료를 보정하기 위하여 상관분석을 수행하였으며, 그 결과 AWS에서 관측된 강우가 60mm/day를 기준으로 상관성이 높은 두 개의 구간을 분리해 낼 수 있었으며, AWS 관측강우가 60mm/day 이상인 지점이 많을 경우 0.98, 60mm/day 이하의 경우는 0.93의 상관관계를 보였다.

TRMM/PR 관측치가 AWS 관측치의 상관분석에서 추정된 회귀식을 이용하여 과소평가 된 TRMM/PR 자료를 보정하였다. 그 결과, 용담댐을 출구로 한 전체 유역의 경우는 20.6mm/day, 천천 수위관측소를 출구로 한 경우에는 TRMM/PR 관측치가 AWS 관측치에 평균 15.0mm/day 이내의 차이를 보이며 보정되었음을 확인할 수 있었다.

회귀식으로 보정된 TRMM/PR자료의 적용성을 평가하기 위해, 1999년 6월23일~6월24일, 7월9일, 8월21일~8월23일, 9월17일~9월24일 4개의 강우사상에 대한 천천소유역의 유출분석을 실시한 결과, 보정된 TRMM/PR의 경우는 19.6%~45.6%, AWS 관측치의 경우는 0.5%~10.3%의 상대오차가 나타났으며, 1999년 6월 21일~6월 24일, 7월 1일~7월 4일, 9월 17일~9월 24일의 3개의 강우사상에 대한 용담댐을 출구로 한 전체유역에 대한 유출분석 결과는 보정된 TRMM/PR의 경우는 11.3%~38.9%, AWS 관측치의 경우는 -1.6%~-10.3%로 나타났다. 이렇게 TRMM/PR에서 관측된 강우가 일별, 월별 변화를 갖는 것은 시기별로 각기 다른 구름의 형태에 기인한 결과라고 사료

된다.

향후 TRMM/PR 자료의 정확성을 평가하기 위해서는 TRMM/PR과 지상 AWS와의 공간적 불일치, 관측 메커니즘의 차이 등을 고려해야 하기 때문에 앞으로 많은 사례분석이 있어야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

TRMM/PR자료를 제공해 주시고, 자료치리에 도움을 주신 기상청 기상연구소의 서애숙 실장님과 충남대학교 농공학과 노재경 교수님, 그리고 안동대학교 토목환경공학과 신사철 교수님께 진심으로 감사사를 드립니다.

참 고 문 헌

- 박경원, 김영섭, 강성철, 정효상(1999). "TRMM/PR 자료에 의한 한반도 지역의 강수량 추정과 검증에 관한 연구" 한국지리정보학회 춘계학술발표회
- 박혜숙, 노유정, 정효상(2000). "TRMM(PR) 위성자료에 의한 강우강도 특성" 대한원격탐사 학회지, 제 16권, 제1호, pp. 55-64.
- 장세진, 박혜숙, 서애숙(2000). "TRMM/PR에서 산출된 '98, '99년 한반도 여름철 강우강도의 지상 검증" 한국기상학회 봄철학술발표회
- Ciach G. J., W. F. Krajewski, E. N. Anagnostou, M. L. Bacck, J. A. Smith, J. R. McCollum and A. Kruger.(1997). "Radar Rainfall Estimation for Ground Validation Studies of the Tropical Rainfall Measuring Mission", J. Appl. Meteor., Vol. 36, pp. 735-747.
- Lebel T. and A. Amani.(1998). "Rainfall Estimation in the Sahel: What is the Ground Truth?." J. Appl. Meteor., Vol. 38, No. 5, pp. 555-568.
- Makihara Y.(1996). "A Method for Improving Radar Estimates of Precipitation by Comparing Data from Radars and Raingauges." J. Meteor. Soc. Japan., Vol. 74, No. 4, pp. 59-480.
- Kozu T., J. Shiue and J. Simps (1998). "The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Sensor Package", J. Atmos Oceanic Technol., Vol. 15, pp. 809-817.
- Oki R., A. Sumi and D. A. Short (1997). TRMM Sampling of Radar-AMeDAS Rainfall Using the Threshold Method, J. Appl. Meteor., Vol. 36, pp. 1480-1492.

- Ohsaki Y., K. Nakamura and T. Takeda (1999). "Simulation-Based Error Analysis on the Comparison between Rainfall Rates Measured by a Spaceborne Radar and by Ground-Based Instruments." J. Meteor. Soc. Japan., Vol. 77, No. 3, pp. 673-686.
- Steiner M., R. A. Houze Jr., and S. E. Yuter.(1995). "Climatological Characterization of Three-Dimensional Storm Structure from Operational Radar and Rain Guage Data." J. Appl. Meteor., Vol. 34, pp. 1978-2007.
- Tokay A., D. A. Short, C. R. Williams, W. L. Ecklund and K. S. Gage.(1998). "Tropical Rainfall Associated with Convective and Stratiform clouds : Intercomparison of Disdrometer and Profiler Measurements." J. Appl. Meteor., Vol. 38, No. 3, pp.302-320.
- (논문번호:02-46/접수:2002.07.29/심사완료:2003.07.02)