

소하천 유역의 유출변화 특성분석 An Analysis of Runoff Characteristics at Creeks

정재욱* / 윤세이**

Jung, Jae Wook / Yoon, Sei Eui

Abstract

In this study, the maintenance problems were investigated through checking the creeks which were improved by close-to-nature river improvement technique. The characteristics of flow were measured at Changsa Creek in Suwon city. The computational results of numerical model with kinematic wave theory was evaluated through observation data about precipitation, velocity, and flow depth. Furthermore, SCS, Clark, and RRL models were compared to the actual observations. As a result, the kinematic wave theory's calculated peak time of discharge concentration occurred little earlier than the actual observation, but the tendency of hydrograph coincided with observation.

Keywords : creeks, runoff characteristics, Changsa Creek, kinematic wave model, on-siteobservation

요 지

본 연구에서는 자연형하천으로 정비된 소하천의 실태조사를 통해 정비현황의 문제점을 조사하였다. 수원천 수계에 포함된 창사천을 대상으로 현장관측을 실시하였다. 창사천에서 관측된 강우량, 유속, 수심 등의 자료를 이용하여 운동파 모형의 적용성을 평가하였으며, 실무에서 널리 사용되고 있는 SCS, Clark, RRL 모형과도 비교하였다. 운동파방정식을 창사천유역에 적용했을 때 실측치와 비교적 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

핵심용어 : 소하천, 유출특성, 창사천, 운동파모형, 현장관측

* 정회원, 행정자치부 국립방재연구소 연구관

** 정회원, 경기대학교 토목환경공학부 교수

1. 서 론

'95년 1월 5일 소하천정비법의 제정으로 소하천 정비 및 관리를 위한 제도적 기틀이 마련되었으나, 치수와 이수 기능에 환경기능을 접목한 다목적 소하천정비는 처음 시도되고 있는 사업이다. 그러나 이러한 사업을 진행하는데 있어서 자연형 하천 정비에 관한 종합적인 자료와 시공경험이 부족하여 업무를 직접 담당하고 있는 일선 지방행정 실무 공무원들은 많은 어려움을 느끼고 있는 실정이다. 최근에는 대규모 하천의 수질악화 등으로 휴식 및 문화적 공간이 대규모 하천에서 상류지역에 위치한 소하천으로 이동되는 경향도 나타났으며(윤세의, 1999), 이로 인해 소하천 부근의 도시화와 인구의 증가로 홍수피해가 빈번히 발생되었고 소하천이 도시를 관통하여 흐르는 경우나 소하천 주위에 오염원이 있을 경우에는 수질, 생태계 등의 보존 문제가 대두되기 시작하였다.

하지만 소하천 유역은 지역적 특성이 두드러지고 계절에 따른 유량변화도 심하여 치수방재에 주된 요인으로 작용하는 유출량 추정을 위한 자료는 부족한 실정이며, 하천 환경에 대한 기본 자료의 부족으로 하천의 생태계 보전보다는 하천 조경이나 하천경관을 지나치게 강조하는 경향도 나타났다. 자연형 하천 공법으로 시공되고 장기간의 모니터링이 실시된 하천이 없어서 국내에 가장 적합한 공법이 어떤 것인지를 확실히 알 수 없는 현실이어서 하천설계 실무자 및 관리자들은 어려움을 겪고 있다. 더욱이 수리학적 측면 및 치수 방재적 측면에서 조차도 자연형 하천공법의 안정성에 대한 표준화된 분석체계가 아직 없는 실정이다.

본 연구에서는 자연형 하천공법으로 시공된 수원천의 상류하천이며 소하천의 평균규모에 해당하는 창사천을 대상으로 현장관측을 실시하였다. 비교적 농경지 및 산지하천에서 적합한 것으로 알려져 있는 KINEROS 모형을 창사천 유역에 적용하였으며 관측된 시간별 수위 및 유속자료 등을 이용하여 그 결과를 비교하였다. 운동파이론(Wooding, 1965 : Woolhiser, 1975)이 적용된 KINEROS 모형은 침식 및 퇴적과 유수 이송과정을 모의하며 범토탄 손실계수에 근거한 강우침

식계수(Foster 등, 1983 : Meyer 등, 1969)와 이송계수(Foster 등, 1983) 등이 포함되어 있다. 이 결과를 기초로 방재에 적합한 장기적인 관점의 자연형 하천공법 연구와 하천설계에 필요한 기초 자료를 확보하는 것이 본 연구의 목적이다.

2. 소하천 정비실태 조사

본 연구에서는 자연형하천으로 정비된 소하천의 현지조사를 통해 정비현황의 문제점을 조사하였다. 그림 1의 우암천은 산불로 소실된 소나무를 재활용한다는 차원에서 호안을 블록식 격자형으로 구성한 사례이다. '99년 차집관로를 매설하여 하수는 종말처리장으로 직송토록 하였으며, 상류 부분은 갈대 및 기타 수풀로 구성되어 있다. 하지만 주민들은 콘크리트 공법이나 직강공사를 선호하고 있는 실정이므로 이에 따른 토지매입에 어려움이 있는 실정이다.

그림 2는 낙동강을 본류로 하는 새재천의 모습을 나타낸 것이다. 새재천은 재해예방과 인근 관광지(문경새재)를 찾는 관광객의 휴식공간을 제공하기 위해 자연형 하천을 조성한 경우로 유원지 조성을 위해 주위경관은 고려되었지만 일률적인 환경친화공법으로 치수안정상에 대한 충분한 고려가 검토되어야 할 것으로 생각된다.

'98년 수해가 비교적 컸던 충북 보은군에 위치한 주막등천(그림 3)의 피해원인은 상류에 위치한 소류지가 범람하여 하천제방이 유실된 사례이다. 상류는 급류부로서 재료구입이 용이한 석축 호안으로 시공하고, 하류는 하상경사가 완만하여 시공성이 양호한 개비언으로 시공하여 재해사전방지를 위한 하천정비를 시행하고 있다. 보은군의 경우는 국지적인 집중호우가 빈발하는 곳이기도 하다.

그림 4는 수해로부터 인가 및 농경지를 보호하고 자연환경과 조화된 덕적골천의 모습을 나타낸 것이다. 덕적골천 상류에는 소류지가 위치하고 있어 하천유지용수가 안정적으로 흐르며, 하상형태는 토사 및 조약돌로 구성된 것으로 조사되었다. 또한 관광단지(무주리조트)의 진입로 부근에 위치하고 있으며, 하천이용수는 농업용수 및 생활용수로 활용되고 있고 제방에는 개나리를 호안 사이에는 갯버들이 식재되었다. 이 경우에도 지



그림 1. 우암천 정비현황(강원도 강릉시)



그림 2. 새재천 정비현황(경북 문경시)

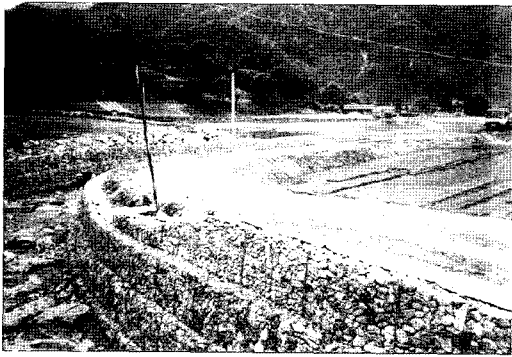


그림 3. 주막등천 정비현황(충북 보은군)

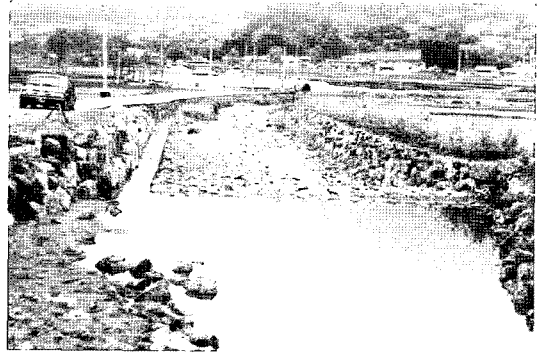


그림 4. 덕적골천 정비현황(전북 무주군)

역적 특성에 어울리는 적절한 자연형 하천정비 기준이 없어 시공상 문제점으로 제기되고 있다.

시공사례 조사와 현지조사를 통하여 소하천의 계획 홍수량의 설계빈도는 20~50년 정도이며 하상재료는 대부분 조약돌, 호박돌로 구성되었다. 소하천에 설치되어 있는 시설물로는 낙차공, 낙차보, 교량, 암거, 어도 등이었고, 제방 및 호안은 석축, 자연석, 야면석, 토공인조석, 호안블럭 쌓기 등으로 조사되었다. 특히 관광지내의 소하천은 자연석 쌓기로 하천경관을 중요시하여 시공된 경우가 많아서 치수의 안정성 검토가 요망된다.

실무에서 어려운 점은 생태계에 관한 기초적 자료가 부족하고 일선 공무원들이 이용할 수 있는 지침서나 설계자료가 극히 제약되어 있다는 점이다. 검증되지 않은 식생공법에 따른 불안감, 자연석 쌓기에는 구조물 뒷채움에 콘크리트를 사용이 불가피함에 따르는 식생조성의 어려움, 급경사지역에 치수를 고려하지 않는 정비공법 도입, 식생에 따른 홍수위 변화의 예측 불안, 자연

석을 이용한 소하천 공법 시행시 또 다른 생태계 파괴의 대비 부족 등이 현재 국내의 실무자들이 겪고 있는 문제이다. 물론 이보다 더 자세한 생태계에 관한 자료를 기본으로 하여 자연형 하천정비를 해야 하지만 위에서 언급된 예는 우리나라 실정에서 시급히 해결해야 할 과제이다.

전국에 걸친 일관된 자연형 하천의 정비보다는 지역특성에 맞는 자연형 하천정비가 필요하다. 특히, 자연석이 전무한 지역에서 굳이 자연석만을 고집한다면 경제적인 부담이 가중될 것이기 때문에 그 지역에 맞는 적절한 재료를 활용하는 지혜도 필요하다. 또한, 치수의 안정성 및 초기단계의 자연형하천 사업추진에 있어 시행착오를 우려한 실무자들의 추진력 결여도 문제점으로 제기되고 있다. 자연형 하천정비사업이 좋은 호응을 받고 있는 지역(충북 금산 등)도 있지만 대다수 주민들은 자연형 하천에 대해 불안감을 느끼고 있으며 기존의 콘크리트 석축을 선호하고 있는

실정이다.

자연형 하천공법을 적용하여 소하천 정비를 계획할 때 완벽하고 종합적인 생태계의 자료가 없다고 포기하거나 무시해서는 안되며, 현재까지 국내에서 연구된 결과를 최대한 활용하여야 할 것이다.

3. 실측 내용 및 방법

창사천은 수원천 최상류 구간으로 산지하천에 속하며 수원천 상류 좌안으로 유입하는 소리골천과 합류하고 있다. 유역면적, 경사, 하도길이 등을 구하기 위하여 1/50,000의 지형도를 참조하였으며, 예비답사를 실시하였다. 창사천유역의 기하학적 특성은 표 1과 같다.

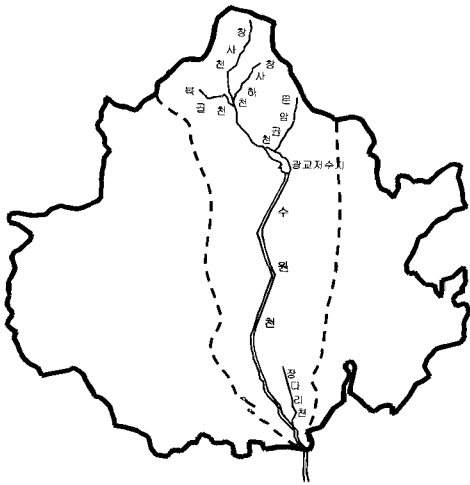


그림 5. 창사천(수원천)유역도



그림 6. 유속 및 수심측정(창사천, '99.8)

그림 5는 창사천이 포함된 수원시 유역도이며, 빗금으로 표시된 구간은 수원천에 직접적으로 영향을 주는 분수계이다. 수원천은 본류 상류(소리골천)와 연계하여 하구부는 휴식공간및 유원지, 중·상류부는 등산로로 활용되고 있다.

창사천유역의 예비답사 및 실측작업의 일자와 내용은 표 2와 같다. 창사천 유역내에는 강우량 관측소가 설치되어 있지 않으며, 유역의 남서쪽에 위치한 기상청 관측소(수원관측소)의 자료를 활용할 수 있다. 기상청 자료로 '64~'96년의 기록에 의하면 일최대치는 '72년의 313.6 mm이며, 2일 최대값은 '90년의 529.6 mm인 것으로 나타났다(수원시, '97). 유역내에 불균등하게 내리는 지점 강우는 검토 소유역의 면적우량으로 환산처리가 필요하다. 본 연구에서는 지금까지 수집된 강우자료를 참고하고, 보다 정확한 창사천유역의 강우·유출 분석을 위해 대상유역과 인접한 경기대학교내에 자기우량계를 별도로 설치하였으며, 이로부터 비

표 1. 창사천유역의 기하학적 특성

하천명	유역면적(km ²)	유로연장(km)	유역의 평균경사(%)	비고
창사천	1.69	2.07	49.6	

표 2. 관측작업 내용

일시	내용	비고
'99. 7. 1. ~ '99. 7. 5.	예비답사(관측을 위한 사전준비)	
'99. 7. 6. ~ '99. 7. 10.	하도단면 측정	
'99. 8. 29. ~ '99. 8. 30.	수심, 유속 측정	

교적 정확한 강우입력 자료를 확보할 수 있었다 (윤세의, 1999). 수위와 유속은 99. 7.31~99. 8.2, 99. 8.30 및 99. 9.20의 세 경우에 대해 실측하였으며, 본 연구에서는 그 중 '99. 8.30일의 실측자료를 사용하였다.

하천의 횡단면은 대상구역 중 상, 하류의 수리학적 안정된 지점을 선정하여 평균하폭을 측정하였다. 수위계 설치지점에서는 평균하폭과 더불어 하천의 횡단측량을 실시하였으며 수면경사의 측정을 위하여 하도가 비교적 직선이고, 유속이 급격히 변하지 않으며, 하폭이 급축소 또는 급확대되지 않는 구간을 선정하였다.

또한, 유속계에 의한 유속측정을 병행하였다. 수위 및 유속측정을 위하여 하도는 직선에 가깝고 접근이 용이한 도로상이나 또는 이에 인접해야 한다는 점을 참고하였다. 야간작업을 위한 안전 등도 고려하여 측정지점을 비교적 차량통행이 드문 창사천 구역의 광고회관 지점으로 선정하였는데, 차량을 상주시켜 놓고 관측하는데 위험이 없을 것으로 판단되었다. 먼저 현지답사시 수위표를 설치하기 위하여 교량의 높이를 측정하였으며, 교량의 폭 및 길이와 유수의 흐름상태를 관찰하였고, 인근 주민들로부터 기왕의 홍수흔적 자료를 탐문하였다. 수위가 증가함에 따른 유속 증가를 고려하여 하상으로부터 다리위에까지 연결시킬 수 있는 버팀대를 이용하였으며, 이 곳에 수치가 표시된 간이수위측정기를 부착하였고, 유속측정에는 MiniAir2 유속계와 부자가 사용되었다(정계욱, 2000).

4. 강우·유출 모형

하천 구역의 유출 및 유수량산정을 위해서는 물의 순환을 구성하고 있는 수학적 모형들이 필요하다. 강우자료와 모형의 변수들은 유출과정에 영향을 끼치는데, 시간 및 공간적인 요소들이 변하기 때문에 모형의 변수들을 규명하는 문제는 중요하다(Chow 등, 1988). 본 연구에서는 창사천 지점에서 관측된 시간별 수위 및 유속자료 등을 이용하여 모형의 적용성을 평가하였다. 적용된 수치모형은 비교적 농경지 및 산지하천에 적합한 것으로 알려져 있으며 운동과방정식으로 구성된 KINEROS 모형(kinematic Runoff and Erosion

Model)과 실무에서 널리 사용되고 있는 SCS, Clark, RRL 모형 등을사용하였다(Maidment, 1993). 특히, KINEROS 모형은 침식조건을 취하여 침식, 퇴적, 유사이송 그리고 하상변동 등과 지표면, 하도 저수지 등으로부터

유출량을 산정할 수 있으며(Smith, 1981), 현재의 유출시간 단계에서 다음 시간단계로 넘어가기 전에 적용된 침식조건(Mutchler 등, 1971 : Schultz 등, 1985)을 통하여 유수량 산정 및 하상변동이 계산가능하다. 유출량을 계산하기 위한 지배방정식은 다음과 같다(Woolhiser 등, 1990).

4.1 지표면 유출

강우율이 침투능을 초과하고 물이 표면장력 효과를 극복하고 지표면에 고일때, 본 모형에서는 Horton의 지표류 계산방법을 적용한다. 미시적 입장에서 보면 지표류는 매우 복잡한 3차원 과정이지만, 거시적 입장에서 보면 식(1)과 같이 단위면적당 저류량과 관련되는 1 차원 흐름으로 표시할 수 있다.

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q(x, t) \quad (1)$$

여기서, h는 수심, Q는 유량, t는 시간, x는 흐름방향의 거리, $q(x, t)$ 는 측방유입량이며 유량은 각 시간 및 격점에서 계산된 수심과 유속에 분할소유역의 폭을 계산하여 산정된다.

4.2 하도 유출

하도는 상류경계에서의 지표면이나 한, 두개의 하도 또는 하도의 양측면으로부터 측방유입류를 받아들인다. 측방유입류를 고려한 하도에서의 연속방정식은 식(2)와 같다.

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_c(x, t) \quad (2)$$

여기서, A는 단면적, Q는 하도유량, $q_c(x, t)$ 는 하도의 단위길이당 순 측방유입량이며, 운동학적인 가정하에서 유량(Q)은 하도단면적(A)과의 함수로 표현할 수 있다.

하도에 대한 운동과 방정식은 4점 음해법

(implicit method)을 수치적으로 사용하여 해결하는데, 식(2)의 유한 차분식은 식(3)과 같다. 미지의 면적(A_{j+1}^{i+1})은 Newton의 반복법을 이용하여 해결한다

$$A_{j+1}^{i+1} - A_{j+1}^i + A_j^{i+1} - A_j^i + \frac{2\Delta t}{\Delta x} \left\{ \theta_w \left[\frac{dQ}{dA} \right]^{i+1} (A_{j+1}^{i+1} - A_j^{i+1}) \right\} + (1 - \theta_w) \left[\frac{dQ}{dA} \right]^i (A_{j+1}^i - A_j^i) \right\} - 0.5 \Delta t (q_{c,j+1}^{i+1} + q_{c,j}^{i+1} + q_{c,j+1}^i + q_{c,j}^i) = 0 \quad (3)$$

본 연구에서 사용된 KINEROS 모형의 흐름도는 그림 7과 같다. 먼저, 유역을 본류의 상단부 소유역과 측방흐름에 기여하는 소유역으로 나누어 해석한다(Smith, 1981). 지점강우자료 및 유역의 기하특성치가 입력되면 지표면, 하도 그리고 저수지 등이 구분되고 이로부터 유출량을 산정하며 현재의 유출량 모의 시간단계에서 다음 시간단계로 넘어가기 전에 침식을 선택하여 유사량을 산정한다. 이때, 유출은 지표면 및 본류를 통하여 하류로 진행되며, 지표면 유출과 침투는 강우가 그쳐도 상당기간 잔류흐름이 하류로 지속되도록 상호 작용한다. 또한, 침식조건을 선택하여 침식, 퇴적, 유사이송 그리고 하상변동을 모의할 수 있다.

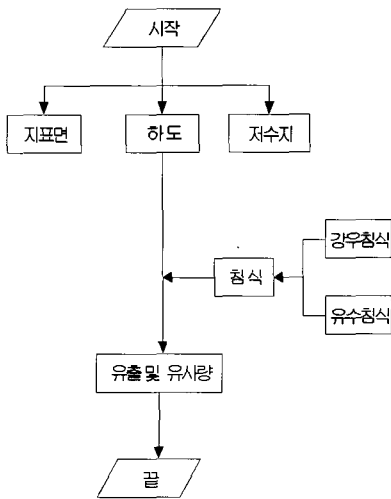


그림 7. KINEROS 모형 흐름도

그림 8은 창사천유역의 소유역분할도를 나타낸 것이다. 창사천유역의 하류단 관측점에서 유역면적은 3.30km² 이며, 지표면과 하도의 기하학적 특성을 고려하여 10개의 등도달 유역과 30개의 소유역으로 구분하였고 이때 사용된 ○는 유역을, ▽은 유로를 나타내었다.

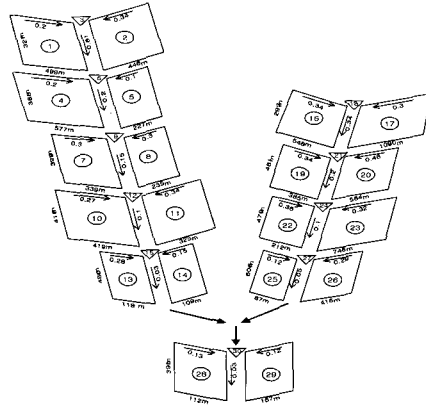


그림 8. 소유역 분할도(창사천)

5. 비교 고찰

본 연구에서는 창사천유역에서 자기우량계로부터 얻은 강우자료, 토양도, 측량된 하도단면 등을 적용하여 유출해석을 실시하고 KINEROS 모형의 적용성을 검토하였다. 또한 실무에서 비교적 널리 사용되고 있는 SCS, Clark, RRL 모형 등과도 비교하였다. 표 3은 SCS 모형에서 일반적으로 사용되고 있는 5가지의 침투유량 발생시간을 적용하여 실측치와 비교한 결과이다.

SCS 모형에서는 소유역별 지체시간을 증가시킬수록 침투유량은 작아지고 하류부의 침투유출량 도달시간은 크게 나타났는데, 계열 2, 3, 5에서는 침투유량이 비교적 유사하게 나타났으며 실측치와 비교할 때 약 1.5배정도 높게 계산되었다. 계열 4의 경우 실측치와의 침투유량은 근사하였지만 도달시간은 45분 뒤에 나타났다

Clark 모형의 경우, 시간-누가면적곡선을 작성하기 위하여 전유역을 10개 등시간간격으로 구분하였으며, 저류상수 K값은 창사천 유역의 유출수문곡선의 실측치로부터 1.0으로 접근시킬 수 있었고, CN값은 분할 소유역별로 토양도를 참조하여 구하였다. 도달시간은 관측된 유출수문곡선

표 3. 지체시간 변화에 따른 유출량 계산결과(SCS 모형)

구분	지체시간 공식	도달시간	첨두유량 (m ³ /s)
계열1	실측치	1시간 35분	0.124
계열2	$t_g = t_p - 0.5t_r$	1시간 55분	0.189
계열3	$t_g = \frac{L^{0.8}(S+1)^{0.7}}{1900Y^{0.5}}$	2시간	0.180
계열4	$t_g = 1.44A^{0.6}$	2시간 10분	0.137
계열5	$t_g = 0.54A^{0.6}$	1시간 55분	0.206

의 산정치와 경험공식(Kraven, Kirpich, Kerby, Rziha, Izzard 등)들을 비교·검토한 후, Kirpich 공식을 적용하여 등시간간격으로 분할된 소유역의 도달시간으로 산정하였다. 그 결과 (그림 9), 전체적인 경향은 비교적 유사하게 나타났지만 첨두유량은 실측치에 비해 약 20% 정도 작게 나타

났으며, 도달시간도 지체되었다.

창사천 하류부 유출수문곡선은 분할유역별 도달시간 변화에 큰 영향을 받지 않았으며, 저류상수 K값을 0.8~1.2 범위내에서 변화시켰을때, 최고 10%의 첨두유량 차이를 나타냈다. 따라서, 저류상수 K는 유출량에 큰 영향을 미치는 변수이므로, 소하천 유역에 저류상수 K값을 선정하기 위해서는 지속적인 자료확보와 그에 대한 신중한 분석이 병행되어야 할 것으로 생각된다.

표 4는 RRL모형의 계산결과를 나타낸 것이다. RRL모형은 불투수면적이 유역면적의 약 15%이상의 도시유역에 적용하도록 구성되어 있지만, 창사천 유역은 불투수면적이 작게 분포되어 있으며 CN값은 약 43정도로 나타났다. 따라서 CN값을 43으로 고정시키고 유출계수를 변화시키며 유출량을 계산하였다. 유출계수는 RRL모형에서 일반적으로 쓰이는 0.2, 0.25, 0.3의 값을 사용하였으며, 계산결과 유출계수가 0.25일때비교적 실측치에 접근시킬 수 있었다.

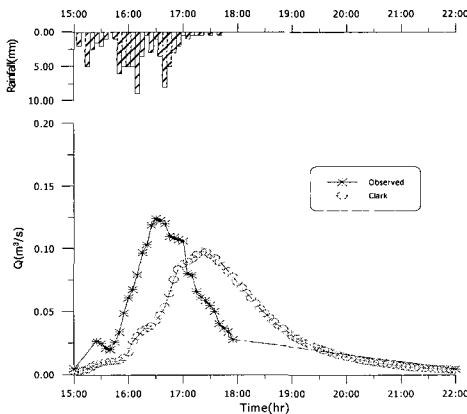


그림 10. 유출수문곡선(창사천, 99. 8. 20)

표 4. 유출계수 변화에 따른 RRL 모형비교('99. 8.30, 창사천 하류지점)

구분	실측치	CN=43		
		유출계수=0.2	유출계수=0.25	유출계수=0.3
도달시간(min)	95	125	115	115
첨두유량(m ³ /s)	0.124	0.11	0.13	0.16

표 5. 창사천유역의 유출특성 비교

구분	실측치	SCS	Clark	RRL	KINEROS
도달시간(min)	95	130	140	115	80
첨두유량(m ³ /s)	0.124	0.137	0.098	0.129	0.139

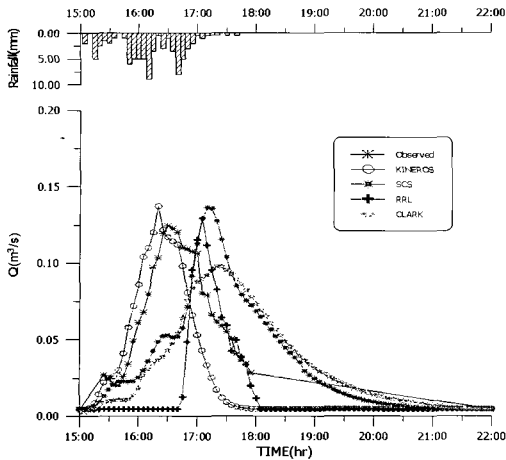


그림 10. 유출수문곡선(창사천, 99. 8. 20)

표 5는 실측치와 계산된 4개 모형의 침투유량 및 침투유량 발생시간을 나타낸 것이다. 도달시간은 KINEROS, RRL, SCS, Clark의 순으로 빠르게 나타났으며, 4개 모형중 KINEROS 모형의 결과치만 실측치보다 빠르게 나타났고 나머지는 실측치보다 지체되었다. 침투유량은 Clark의 경우, 실측치보다 작게 나타났으며, 나머지 3개모형은 실측치에 비해 크게 계산되었다. 그 크기는 KINEROS, SCS, RRL, Clark의 순서로 크게 나타났다. 결국, 도달시간에 있어서는 KINEROS 모형이, 유출용적은 SCS, 침투유량은 RRL 모형이 비교적 실측치에 접근하였다.

그림 10은 창사천유역의 실측수문곡선과 본 연구에서 적용된 모형의 계산치를 비교한 것이다. 창사천 광교회관 지점에서 99년 8월 30일 15:00에서 22:00까지 매 5~10분 간격으로 실측된 결과는 강우발생 후에 증가하던 유출량이 약간 감소한 뒤 이후 증가하다가 강우시작 95분(현지시각 : 오후 4시 35분) 후에 침투유량이 나타났다. 그리고 다시 감소하여 120분(현지시각 : 오후 5시) 구간에서 약간의 증가 추세를 보이며 이후 감수곡선을 그리고 있는데 우량주상도의 형태를 비교적 잘 재현해 주고 있다.

KINEROS 모형의 경우, 침투유출량 도달시간이 실측치에 비해 약간 빠르게 나타났으며 나머지는 실측치보다 지체되었다. RRL 모형에서는 유출계수가 커짐에 따라 침투유량은 증가하였고 도달시

간은 감소하였다. Clark 모형에 있어서 전체적인 경향은 비교적 유사하게 나타났지만 침투유량은 실측치에 비해 약 20 %정도 작게 나타났으며 도달시간도 지체되었다. SCS 모형에서 도달시간을 변화시키며 계산한 결과 소유역별 지체시간이 커질수록 침투유량은 작아지고 하류부의 침투유출량 도달시간은 증가하였다.

앞에서 언급한 각 모형들에 관한 분석 결과는 어느 정도의 오차를 포함하고 있다고 판단된다. 따라서 소유역에 가장 합리적으로 적용 가능한 모형을 제시하고 모형에 포함된 변수들에 관한 특성치를 지역에 따라 분석하여 실무자들이 사용하기 쉬운 홍수유출량 계산방법을 제시해야 한다. 이를 위해서는 전국을 대상으로 몇 개의 구역을 분할하여 소하천에 장기적이고 지속적인 수리·수문 관측 시스템의 구축과 이를 관리할 수 있는 환경이 조성되어야 한다.

6. 결 론

본 연구에서는 자연형하천으로 정비된 소하천의 실태조사를 통해 정비현황과 문제점을 조사하였으며, 창사천유역 하류단에서 수리·수문량에 대한 관측을 실시하였다. 창사천에서 관측된 강우량, 유속, 수심 등의 자료를 이용하여 운동과 모형의 적용성을 평가하였고, 실무에서 널리 사용되고 있는 SCS, Clark, RRL 모형과도 비교하였다.

창사천유역의 유출량 실측결과는 우량주상도의 형태를 비교적 잘 재현해 주었으며, KINEROS 모형의 적용성을 확인할 수 있었다. 전반적으로 도달시간은 KINEROS, RRL, SCS, Clark의 순으로 빠르게 나타났다. 침투유량은 Clark의 경우, 실측치보다 작게 나타났으며, 나머지 3개 모형은 실측치에 비해 크게 추정되었는데, 각각 KINEROS, SCS, RRL의 순서로 크게 나타났다. 도달시간에 있어서는 KINEROS 모형이, 유출용적은 SCS, 침투유량은 RRL 모형이 비교적 실측치에 접근하였다.

참 고 문 헌

1. 수원시(1997), 소하천정비 종합계획 보고서, 수원시
2. 윤세의(1999), 경기도지역 소하천의 수리수문학특성조사 및 자연형 하천공법의 국내 적용성 분

- 석, 경기대학교 산업기술연구소
3. 정재욱, 정현수, 박성민, 윤세의(2000), 소하천에서의 유출특성, 한국수자원학회 학술발표회 논문집, 한국수자원학회, pp. 233~238
 4. Chow, V. T., Maidment, D. R. and, Mays, L.W(1988)., Applied Hydrology, Mcgraw-Hill
 5. Coppin, N. J., Richards, I. G(1990)., Use of Vegetation in Civil Engineering, Butterworths
 6. Foster, G. R., Smith, R. E., Knisel, W. G., and Hakonson, T. E(1983)., Modeling the Effectiveness of On-site Sediment Controls”, Paper 83-2092, presented at the summer 1983 meeting, ASAE 10(3), pp. 330-332, 336
 7. Maidment, D. R(1993)., Handbook of Hydrology, McGraw-Hill
 8. Meyer, L. D., Wischmeier, W. H(1969)., Mathematical Simulation of the Process of Soil Erosion by Water, ASAE 12(6), pp.754-762.
 9. Mutchler, C. K., and Larson, C. L(1971)., Splash Amounts from Waterdrop Impact on a Smooth Surface, Water Resources Research 7(1), pp.195-200.
 10. Schultz, J. P., Jarret, A. R., and Hoover, J. R(1985)., Detachment and Splash of a Cohesive Soil by Rainfall, ASAE 28(6), pp.1878-1884.
 11. Smith, R. E(1981)., A Kinematic Model for Surface Mine Sediment Yield, ASAE Vol. 24, No 6, pp. 1508-1514.
 12. Woolhiser, D. A(1975)., Simulation of Unsteady Overland Flow, Water Resources Publications, Fort Collins
 13. Woolhiser, D. A., Smith, R. E., and Goodrich, D. C(1990)., A Kinematic Runoff and Erosion Model : Documentation and User Manual, U. S. Department of Agricultural Research Service, ARS-77.
 14. Wooding, R. A(1965)., A Hydraulic Model for the Catchment Stream Problem, J. of Hydrology 3(3), pp.254-267.