강우가중치를 이용한 GIS기반 월별 토사유실량 평가

이근상[1※] · 박진혁[1] · 채효석[1] · 고덕구[1]

The Estimation of GIS-based Monthly Soil Erosion with Rainfall Weighting Value

Geun-Sang LEE[1※] · Jin-Hyeog PARK[1]
Hyo-Sok CHAE[1] · Deuk-Koo KOH[1]

요 약

임하호 유역의 지질은 점토질 및 세일층으로 구성되어 있기 때문에 강우발생시 흙탕물의 형태로 많은 토립자가 호소로 유입되므로 호소내 탁도관측자료는 유역내 토사유실을 평가하는 간접지표가 될 수 있다. 본 연구에서는 GIS 기반토사유실모델을 활용하여 연토사유실량을 평가하였으며 월별로 토사유실량을 배분하기 위해 시우량자료를 이용한 강우가중치 기법을 적용하였다. 2003년도 탁도자료를 볼때, 강우가중치에 의한 월별토사유실량 방법이 강우량자료에 의한 월별토사유실량 보다 더 효과적임을 알 수 있었다.

주요어 : 토사유실, 수정범용토사유실공식, 강우가중치, 탁도

ABSTRACT

Because the geological features of Imha basin are composed of clay and shale layer, much soil particle flows into reservoir in shape of muddy water when it rains a lot. Therefore, turbidity data can be indirect-index to estimate the soil erosion of Imha basin. This study evaluated annual soil erosion using GIS-based soil erosion model and applied rainfall weighting value method by time-series rainfall data to estimate monthly soil erosion. In view of 2003 turbidity data, monthly soil erosion with rainfall weighting value is more efficient than monthly soil erosion with rainfall data.

Keywords : Soil Erosion, RUSLE, Rainfall Weighting Value, Turbidity

서 론

우리나라는 생활 및 농업용수의 공급 그리고 홍수시 하천수위 조절 등의 목적으로 댐을 건설하여 운영하고 있다. 임하댐은 1993년 12월에 준공하여 운영되고 있으며 그동안 수질문제측면에서 큰 문제가 없었으나, 2002년도 이후 여름철 집중호우로 인한 호소내 고탁수가 발생하여

2005년 6월 15일 접수 Recieved on June 15, 2005 / 2005년 8월 24일 심사완료 Accepted on August 24, 2005
1 한국수자원공사 수자원연구원 Korea Water Resources Corporation, Korea Institute of Water and Environment
※ 연락저자 E-mail : ilovegod@kowaco.or.kr

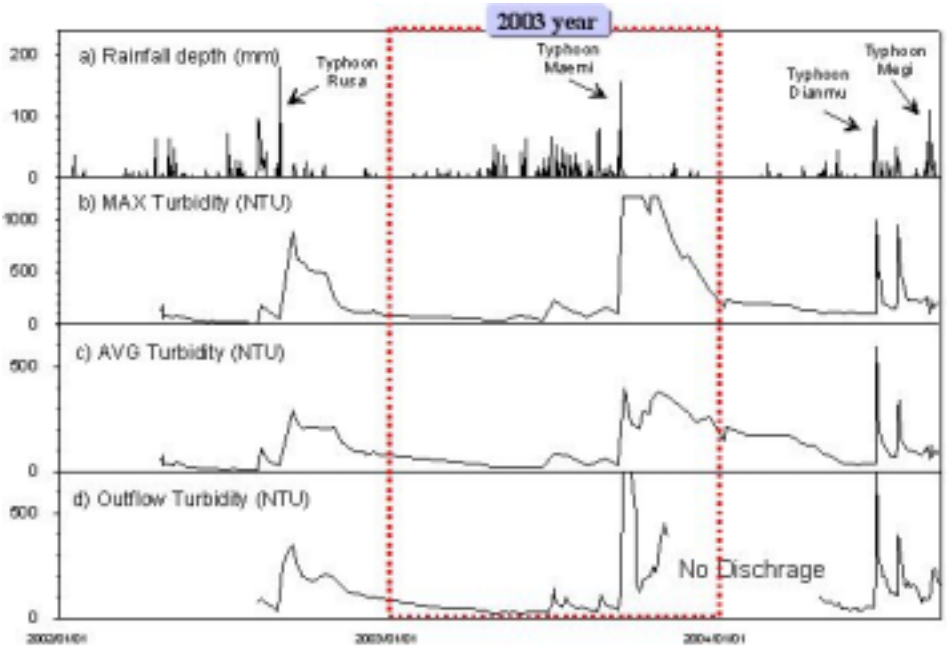

FIGURE 1. Rainfall and turbidity of Imha reservoir

댐 운영에 많은 어려움을 겪고 있다. 그림 1은 2002년 1월에서 2004년 8월까지의 강우량과 댐 축에서 관측한 최고탁도, 평균탁도 그리고 방류 탁도의 상관관계를 나타낸 것이다(한국수자원공사, 2004a).

2001년까지는 여름철 집중강우로 인한 호소내 고탁수 등의 수질오염 문제가 크게 발생하지 않았으나 2002년 태풍루사와 2003년 태풍매미에 의한 집중강우로 최고 1,221 NTU의 고탁수가 발생하였다. 임하호 탁수발생은 하류지역 주민들의 생활용수 공급을 위한 정수처리비용의 증가를 가져왔으며 특히 물에 대한 주민들의 인식이 과거에 비해 많이 나빠지는 결과를 야기하였다. 이러한 고탁수의 원인으로는 유역의 53% 이상을 구성하고 있는 도계동층의 셰일 및 점토질 토양 그리고 하천주변에 많이 분포하고 있는 농경지가 주요 원인으로 지적되고 있다. 임하호 탁수발생저감대책을 수립하기 위해 건설교통부, 환경부, 산림청 및 지자체가 하나가 되어 "임하호 유역 수질보전대책협의회"가 조직되었으며, 2005년도부터 탁수저감을 위한 유역 및 호소내 대책이 본격적으로 시행될 계획이다. 특히 농경지 및 산비탈 정비 그리고 수변구역내 토사유출방지사업의 저감효과 등을 평가하기 위해서는 강우시기별 토사유실량 평가와 같은 기초자료가 필요하다. 유역내 토사유실을 실측하기는 현실적으로 어려움이 있으며, 최근 GIS 및 위성영상자료를 활용한 경험적 토사유실평가모델 연구가 활발히 진행되고 있다.

국내에서 GIS를 이용한 유역내 토사유실을 평가한 연구로서, 김주훈 등(2003)과 박경훈(2003)은 RUSLE 모형을 활용하여 유역내의 토양침식 위험지역을 분석하였으며, 이근상 등(2003)은 비퇴사량 실측자료를 활용하여 토양침식의 정량화를 시도했으며 특히 토양도의 축척에 따른 영향성을 검토하여 제시하였다. 또한 김주훈과 오덕근(2004)은 RUSLE 모델의 다양한 강우침식인자를 계산하기 위해 다양한 강우

빈도를 고려하였으며, 이근상 등(2004)은 임하호 탁수발생에 영향을 미치는 저수지 사면의 토사유실 영향을 평가하였다.

본 연구에서는 GIS 기반 RUSLE 모델을 활용하여 계산한 2003년도 토사유실량 자료를 월별로 배분하기 위한 방법론을 모색하였다. RUSLE 모델은 장기모델로서 월별 강우량 자료만을 가지고 배분시 강우강도의 개념이 포함되어 있지 않기 때문에 그 적정성을 확보하기가 어렵게 된다. 임하호 유역의 지질학적 특성을 볼때 강우발생시 많은 토사가 흙탕물의 형태로 하천과 호소로 유입되게 되며, 따라서 호소내 탁도관측자료는 유역내 토사유실의 정도를 평가하는 간접지표가 될 수 있다. 본 연구의 목적은 월별 토사유실량을 모의하는데 있어서 기존의 장기토사유실모델이 가지고 있는 제약성을 극복하기 위해, 2003년도 태풍매미때의 강우강도값을 이용하여 강우가중치를 개발하고 이 결과를 이용하여 연별토사유실량을 월별로 배분함으로서 유역대책을 효과적으로 지원하는데 있다.

연구대상지 및 자료구축

임하호 유역은 FIGURE 2와 같이 동경 128°29′ ~ 129°18′와 북위 35°03′ ~ 37°13′에 있으며, 안동호 유역과 함께 낙동강 북쪽에 위치하고 있다. 행정구역상으로는 경북 안동시, 영양군 그리고 청송군에 걸쳐 있으며, 유역면적은 1,361㎢이고 유로연장은 반변천을 기준으로 약 98㎞이다(한국수자원공사, 2003).

월별토사유실량 평가를 위해 활용한 자료는 표 1과 같다. 국토지리정보원의 1/5,000 수치지형도로부터 구축한 DEM 자료는 지형인자 및 경작인자를 계산하는데 활용하였으며, 환경부의 토지피복도는 식생인자와 경작인자를 평가하는데 활용하였다. 농업과학기술원의 1/25,000 정밀토양도는 토양침식인자를 계산하기 위해 활용되었으며, 강우가중치 평가를 위해 한국수자원공사의 강우량 자료를 이용하였다.

FIGURE 2. Study area

TABLE 1. Database

DB	Scale Resolution	Source
Digital Map	1/5,000	National Geographic Information Institute
Landcover	5m	Ministry of Environment
Soil Map	1/25,000	National Institute of Agricultural Science and Technoloty
Rainfall		KOWACO

RUSLE 모델을 활용한 토사유실량 평가

RUSLE 모델은 기존의 농업지역에 일반적으로 적용했던 USLE 모델을 유역에 적용하기 위해 Renard 등(1991)에 의해 개발된 모델로서 다양한 실험관측을 통해 각 인자들의 식들이 개선

되고 있다. 특히 최근에는 GIS 자료와의 연계를 통해 셀단위의 분석이 가능하므로 토사유실원인 지역을 효과적으로 평가할 수 있는 장점이 있다. RUSLE 모델은 강우침식인자(R), 토양침식인자(K), 지형인자(LS), 식생피복인자(C) 그리고 경작인자(P)로 구성되어 있으며 토사유실량은 ton/ha의 단위를 갖는다.

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad (1)$$

강우침식인자는 연평균 강우의 침식능력으로서 강우의 시간적인 분포와 특성으로부터 얻어진다. 본 연구에서는 강우침식인자를 계산하기 2003년 연강우량 자료를 식 (2)와 같은 Toxopeus 식에 적용하였다.

$$R = 38.5 + 0.35 \times P_{yr} \quad (2)$$

여기서 R은 강우침식인자(J/㎡)이고, P_{yr}는 연평균 강우량(㎜/yr)이다. Toxopeus 식은 정필균 등(1983)이 제시한 우리나라 등강우침식선도를 효과적으로 반영하고 있다(이근상과 조기성, 2004).

토양침식인자는 강우발생시 지표를 구성하는 토립자의 입경분포, 토양조직, 유기물함량 그 리고 투수계수 등에 따라 변화하는 특성을 나타내는 지수로서, 본 연구에서는 농업과학기술원에서 구축한 1:25,000 정밀토양도를 Erickson(1997)의 삼각형 도표에 적용하여 계산하였다.

침식사면의 길이인자는 다중흐름 알고리즘을 구현할 수 있는 Desmet과 Govers(1996)가 제안한 식 (3)을 적용함으로서 임하호 유역에 주로 분포하고 있는 풍화암의 셰일층 및 점토질로 구성된 토사의 이송 과정을 효과적으로 모의할 수 있었다.

$$L_{ij} = \frac{(A_{ij-in} + D^2)^{m+1} - A_{ij-in}^{m+1}}{D^{m+2} \times x_{ij}^{m} \times 22.13^{m}} \quad (3)$$

L_{ij}는 격자에 대한 침식사면의 길이인자이며 A_{ij-in}는 격자에 유입되는 상류 기여면적이다. 또한 는 격자크기이고 m은 침식사면길이의 멱지수이며, x_{ij}는 흐름방향에 직교하는 등고선 길이로서 ($|\sin\alpha_{ij}| + |\cos\alpha_{ij}|$)로서 표시가 가능하다. 그리고 는 격자의 방향이다.

침식사면의 경사인자는 토양침식에 대한 사면경사의 영향을 나타내는 인자로서, 본 연구에서는 Nearing(1997)이 제안한 식 (4)를 활용하였다.

$$S = -1.5 + \frac{17}{1 + \exp(2.3 - 6.1\sin\theta)} \quad (4)$$

여기서, θ는 경사이다.

식생피복인자는 지표를 구성하는 피복상태 및 작물의 효과를 반영하는 인자로서 본 연구에서는 환경부에서 구축한 중분류 체계의 토지피복도를 효과적으로 적용할 수 있는 USGS에서 발표한 토지피복별 식생피복인자 기준을 적용하였다(박경훈, 2003).

경작인자는 경작형태와 지형경사에 의해 결정되는 인자로서, 밭지역은 Cropping 방식을 논지역은 Terrace 방식을 적용하였다(이근상 등, 2004).

표 2는 임하호 유역에 대해 RUSLE 모델을 적용하여 5m 해상도로 분석한 RUSLE 인자 및 토사유실량 결과이며 그림 3은 임하호 유역의 토사유실량 분포도이다. 계산된 토사유실량은 5m의 해상도를 갖기 때문에 임하호 전체 유역 면적인 1,361㎢ 으로의 환산이 필요하였으며, 이를 위해 ArcGIS의 ZONALSUM 함수를 적용함으로서 5,697,499 ton/yr의 토사유실량을 얻을 수 있었다. 토사유실량은 강우에 의해 토양으로부터 이탈되고 분리된 토립자까지 모두 포함된 개념으로 실제 하천으로 유입된 토사유출과는 비교된다. 따라서, 모의된 토사유실량은 하천 및 저수지에 퇴적되는 퇴사와는 많은 차이를 보이게 된다. 본 연구에서 모의된 토사유실량의 적정성을 확보하기 위해 임하호 저수지

에서 실측한 퇴사량 자료와 비교하였다. 임하댐은 1991년 준공되었으며, 1997년 GPS (Global Positioning System)과 Ech-sounding을 이용하여 저수지내 퇴사량을 실측한 결과 연평균 퇴사량이 578,000(ton/yr)로 나타났다(한국수자원공사,2004b). 유역에서 유실된 토사가 저수지로 유입되기까지의 비율을 유사전달률 (SDR; Sediment Delivery Ratio)라고 하며, 일반적으로 유역의 크기 및 강우특성에 따라 좌우된다. 임하호유역과 같이 1,000㎢ 이상인 유역에서의 유사전달률은 7% 이하이며 강우사상에 따라 다소 유동적인 것으로 알려져 있다(윤태훈,1999). 그러나, 2003년도 강우사상 및 임하호유역의 지질학적 특성이 다른 유역에 비해 매우 취약하다는 점을 고려한다면 유사전달률은 10%에 가까울 것으로 판단되며, 따라서 RUSLE 모델을 활용하여 계산한 토사유실량에 유사전달률 10%를 적용한 569,749(ton/yr)은 1997년 실측한 연평균 퇴사량 자료인 578,000(ton/yr)과 거의 일치한다. 따라서, 본 연구에서 모의한 임하호유역의 토사유실량은 적정한 것으로 판단된다.

FIGURE 3. Soil erosion map for Imha basin(ton/ha)

TABLE 2. RUSLE factors and soil erosion amount of Imha basin

	Min	Max	Mean	StD.
R	511.000	624.400	585.420	18.740
K	0.020	0.600	0.333	0.090
L	0.248	3.383	1.696	0.833
S	0.049	15.125	6.889	3.969
C	0.000	1.000	0.066	0.147
P	0.100	1.000	0.859	0.250
A(ton/ha)	0.000	10903.039	41.929	121.059

강우량에 의한 월별토사유실량 평가

토사유실지역에 대한 토사유출방지사업 계획수립 및 저감효과 평가 등을 위해서는 월별 토사유실량 평가가 필요하다. RUSLE 모델은 연별 토사유실량을 모의하는 장기모델이며, 월별 토사유실량을 모의하기 위해서는 월별 강우인자를 적용해야 한다. Toxopeus 경험식에 기반한 강우인자 평가는 강우강도의 개념이 포함되어 있지 않기 때문에 월별 강우특성을 반영한 월별 토사유실량을 정확히 모의하는 데에는 한계가 있다.

임하호유역내 8개 강우관측소에서 관측한 2003년도 시우량자료를 월별로 합산한 후 Thissen 가중치기법을 활용하여 유역내 월강우량자료를 계산하였다. 2003년도 월강우량자료를 Toxopeus 식에 적용하여 월별 강우침식인자를 평가하였으며, 이를 RUSLE 모델에 적용하여 월별 토사유실량을 표 3과 같이 계산하였다. 7월과 8월의 토사유실량은 각각 893,209 ton과 780,989 ton으로서 태풍매미가 발생한 9월의 713,894 ton보다 오히려 높게 나타났다. 이러한 결과는 월별강우량 자료만을 가지고 산정한 강우침식인자의 영향이 반영된 것이다.

TABLE 3. Monthly rainfall and monthly soil erosion of Imha reservoir using Toxopeus equation

Month	Rainfall (㎜/month)	Soil Erosion (ton/month)
1	16.3	249,972
2	27.5	272,139
3	44.3	305,389
4	179.6	573,174
5	166.4	547,049
6	158.3	531,017
7	341.3	893,209
8	284.6	780,989
9	250.7	713,894
10	11.1	239,681
11	66.5	349,327
12	12.1	241,659
Σ	1,558.7	5,697,499

2003년 태풍매미(9.11~9.13)는 31시간동안 185㎜의 강우량을 기록했으며, 이 기간중 많은 양의 토사가 유실되어 임하호내에서 최고탁도 1,221NTU를 보였다. 그림 1에서 2003년 자료만을 볼때 태풍매미 당시 평균탁도는 약 400NTU로서, 7월과 8월에 관측된 100NTU보다 높게 나타났다. 강우에 따른 토사발생의 형태는 점토, 모래 그리고 조립질 등으로 다양하지만, 임하호 유역의 53% 이상이 도계동층에 속하는 점토성 토양 및 세일층으로 구성되어 있다고 볼 때 강우시 이송된 토사의 상당부분이 흙탕물 형태로 하천 및 저수지로 유입됨을 유추할 수 있다. 따라서, 호소에서 관측한 탁도는 유역내 토사유실의 비율을 평가하는 간접지표가 될 수 있으며 TABLE 3에서 월별 강우량 자료로 배분한 월별 토사유실량 자료는 그 적정성을 확보하기가 어렵다고 판단된다. 따라서, 이를 보완하기 위한 가중치가 필요하며 본 연구에서는 시강우자료를 활용한 월별 강우가중치 산정방법을 제시하였다.

강우가중치에 의한 월별토사유실량 평가

2003년도 연강우량을 Toxopeus 경험식에 적용하여 계산한 토사유실량을 월별로 배분하기 위한 가중치를 산정하기 위해 한국수자원공사에서 관리하고 있는 시간별 강우량 자료를 이용하였다. 토사유실에 영향을 주는 기준강우강도를 설정하는 것은 매우 어렵다. Hudson(1977)은 침식을 유발하는 강우강도의 값이 대상지역 및 토양, 강우사상의 형태 그리고 선행강우 여부에 따라 달라진다고 언급하고 있다. 따라서 임하호유역에 적용가능한 기준강우강도를 기존 연구에서 제시된 값을 그대로 적용하는 것은 무리가 있다고 판단된다. 따라서, 본 연구에서는 임하호 탁수발생 관점에서 탁도발생이 가장 심각했던 2003년 태풍매미 때의 강우사상을 분석하여 기준강우강도를 설정하였다. 먼저, 토사유실량에 영향을 주는 시간당 강우강도 기준을 설정하기 위해 태풍매미 당시의 평균강우강도를 계산한 결과 6㎜/hr를 얻을 수 있었으며 이를 토사유실 가중치의 중간값으로 채택하였다. 또한 태풍매미시 최대강우강도인 28㎜/hr를 최대임계치로 하여 FIGURE 4와 같은 강우가중치곡선식을 결정하였다. 6㎜/hr 미만의 강우강도 일때는 식 (5)과 같이 초기의 강우강도에서는 가중치가 매우 적으면서 6㎜/hr에 근접하면서 급속도로 가중치가 높게 하였다. 이는 일정강우강도에서는 토사유실이 발생되지 않지만 기준강우강도인 6㎜/hr에 근접하면서 토사유실이 급속도로 진전하는 특성을 반영한 것이다. 또한 6㎜/hr 이상인 강우강도에 대해서는 식 (6)을 적용하여 강우가중치를 산정하였다. 월별 강우가중치는 식 (7)과 같이 시간당 강우강도를 식 (5) 혹은 식 (6)에 적용하여 계산한 각각의 가중치의 합을 계산한 후 시강우 발생수로 나누어 산정하였다.

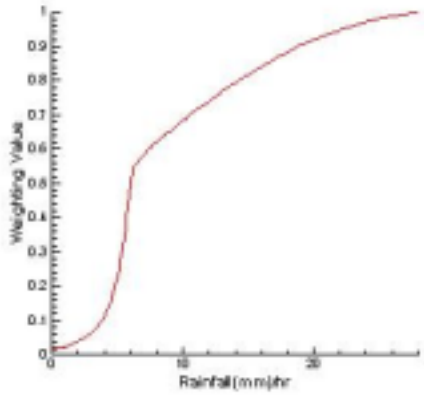

FIGURE 4. Monthly rainfall weighting value

$$y = 1.188\times10^{-3}x^4 - 8.554\times10^{-3}x^3 + 2.368\times10^{-2}x^2 - 1.024\times10^{-2}x + 1.656\times10^{-2} \quad (5)$$

$$y = 8.496\times10^{-6}x^3 - 1.219\times10^{-3}x^2 + 5.424\times10^{-2}x + 0.252 \quad (6)$$

여기서, x는 강우강도이며 y는 시강우가중치를 나타낸다.

월별 강우가중치=∑(시강우가중치)/시강우발생수 (7)

시우량 자료를 활용하여 월별 강우가중치를 수작업으로 계산하는 데에는 많은 시간이 소요되며, 본 연구에서는 이를 개선하고자 비쥬얼베이직과 C를 이용하여 프로그램을 개발하였다. 그림 5는 【年별계산】기능으로서 2003년도 시강우자료를 선택하여 분석한 화면으로서 분석결과는 테이블 형태로 강우발생수와 시강우가중치의 합 그리고 월별 강우가중치를 제공하도록 구현하였다.

2003년 연강우량 자료를 이용하여 산정한 토사유실량인 5,697,499 ton/yr을 그림 6에서 산정한 월별 강우가중치로 배분한 월별 토사유실량은 표 4와 같다. 강우가중치를 활용하여 계산된 월별토사유실량은 태풍매미가 발생한 9월이 1,388,751 ton으로 7월의 826,676 ton과 8월의 762,484 ton보다 높게 나타났다.

FIGURE 5. Monthly rainfall weighting value

TABLE 4. Monthly rainfall weighting value and monthly soil erosion of Imha reservoir

Month	Monthly Weighting Value	Soil Erosion (ton/month)
1	1	156,569
2	1.1	172,226
3	1.05	164,396
4	3.07	480663
5	3.66	573,038
6	3.87	605,918
7	5.28	826,676
8	4.87	762,484
9	8.87	1,388,751
10	1.12	175,357
11	1.3	203,539
12	1.2	187,882
Σ	36.39	5,697,499

그림 6은 월별 강우량자료와 강우가중치를 활용하여 각각 계산한 월별 토사유실량을 상호 비교한 그래프이다.

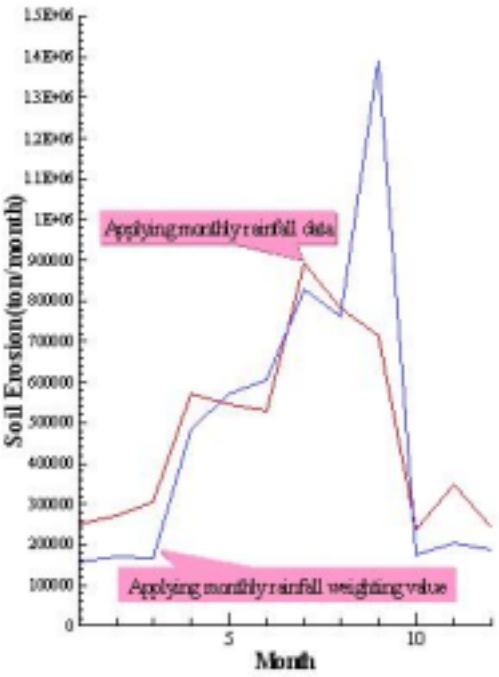

FIGURE 6. Comparison of monthly soil erosion applying each method

강우량 및 강우가중치를 활용한 월별토사유실량의 결과가 여름철인 7~9월에 큰 차이를 나타내었다. 강우량 자료를 활용하여 계산한 월별 토사유실량은 7월과 8월에 높게 평가되었으나 강우가중치를 활용할 경우에는 9월의 토사유실량이 7월과 8월에 비해 높게 평가되었다. 유역내 토사유실량을 실측하기란 현실적으로 어렵고, 일반적으로 하천내의 비유사량 및 호소내 퇴사량 자료를 이용하여 연토사유실량을 유추하게 된다. 따라서, 연토사유실량을 월별로 배분하기는 더더욱 어렵다. 임하호 유역의 지질은 도계동층의 셰일 및 점토질로 주로 구성되어 있어 임하호 내에서 관측된 탁도자료가 유역내 토사유실을 반영하는 간접지표가 될 수 있다고 생각되며, 2003년 탁도관측 자료를 볼때 강우량 자료를 이용하여 계산한 월별토사유실량보다는 강우가중치에 의한 월별토사유실량이 연토사유실량을 배분하는데 효과적임을 알 수 있었다.

본 연구에서는 임하호 유역의 지질학적 특성을 고려하여 탁수자료를 이용한 강우가중치기법의 효용성을 제시하였다. 그러나, 엄밀한 의미에서 토사유실량과 탁수와의 관계는 1:1이 될 수 없으며 따라서 본 연구에서는 강우가중치의 최적화 작업을 수행하지는 않았다. 탁수자료를 활용한 월토사유실량 평가시 강우가중치의 정량적인 평가를 위해서는 RUSLE 모델에 의한 토사유실량 산정과 더불어 임하호 유역의 지질특성을 효과적으로 반영하기 위한 지질가중치를 함께 연계하여 고려하는 과정이 필요하다. 이를 위해서는 유역 및 주요하천에 대한 지질광물시료분석 및 침전도시험을 통해 해당하천에 기여하는 상부지질도의 가중치를 부여하는 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

결 론

본 연구에서는 농경지 및 산비탈 경지정리 그리고 수변구역내 토사유실 방지사업 등의 유역대책 효율성 평가 등에 필요한 월별 토사유실량의 효과적인 평가를 위해 강우가중치를 활용하였다. GIS 기반 RUSLE 모델은 연평균토사유실량을 평가하기 위한 장기모델로서, 월별 토사유실량을 산정하기 위해 기존 강우량 자료에 의한 방법과 함께 강우가중치를 이용한 방법을 비교·분석하였다.

먼저, 1:5,000 수치지형도에서 구축한 DEM 자료 및 토양도, 토지피복도 등의 GIS 자료를 이용하여 RUSLE 모델의 인자를 계산하였다. 이때 강우인자는 2003년도 자료를 이용하여 연토사유실량을 평가하였다. 연토사유실량 자료로부터 월별토사량을 산정하기 위해, 월별 강우량 자료로부터 산정한 결과에서는 강우량이 가장 많았던 7월(341.3mm)이 893,209 ton으로 태풍매미가 발생하였던 9월(250.7mm)의 토사유실량인 713,894 ton보다 높게 나타났다. 강우발생에 따른 토사유실은 강우량보다는 강우강도에 더 큰 영향을 미치게 된다. 2003년도 임하호에서 관측

한 탁도자료를 볼때 태풍매미때의 평균탁도는 약 400NTU로서 7월과 8월의 100NTU보다 높은 탁도를 기록하였다. 강우발생에 따라 점토, 실트, 모래 및 자갈 등의 토사가 하천 및 호소로 유입되지만 임하호 유역의 지질특성이 주로 점토 및 실트질의 토양으로 구성되어 있다는 점에서 호소에서 관측된 탁도는 유역내 토사유실 평가를 위한 간접지표가 될 수 있다. 따라서 월강우량자료에 의한 토사유실량을 보완할 수 있는 새로운 방법이 요구되며, 본 연구에서는 시우량자료를 이용한 강우가중치 방법을 활용하였다. 먼저 시우량자료로부터 태풍매미때의 평균시강우강도인 6mm/hr를 기준강우강도로 한 시강우가중치곡선식을 활용하였다. 시우량에 따른 시강우가중치를 월별로 합산하여 계산하였으며 이를 시강우발생수로 나누어 월별 강우가중치를 결정하였다. 그리고 연토사유실량을 월별 강우가중치 값으로 나누어 월별 토사유실량을 평가하였다. 강우가중치에 의한 태풍매미가 발생한 9월의 월별토사유실량은 1,388,751 ton으로서 7월의 토사유실량인 826,676 ton의 1.68배로 높게 나타났다. 임하호 유역은 도계동층의 셰일 및 점토질로 주로 구성되어 있어 강우발생시 흙탕물의 형태로 하천과 호소내로 상당량의 토사가 유입된다고 볼때 임하호 내에서 관측된 탁도자료가 유역내 토사유실을 반영하는 간접지표가 될 수 있다고 생각된다. 따라서, 2003년 탁도관측 자료를 볼때 강우가중치를 활용한 월별토사유실량 방법이 강우량 자료에 의한 월별토사유실량 방법보다 연토사유실량을 산정하는데 효과적임을 알 수 있었다. 본 연구에서 제시한 강우가중치의 정량적인 제시를 위해서는 RUSLE 모델에 의한 토사유실량 산정과 더불어 지질특성을 반영하기 위한 지질가중치 부여에 관한 연구도 함께 수행되어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

김주훈, 김경탁, 연규방. 2003. GIS를 이용한 토양침식 위험지역 분석. 한국지리정보학회지 6(2):22-32.

김주훈, 오덕근. 2004. 빈도별 R인자에 의한 토양침식 위험지역 분석. 한국지리정보학회지 7(2):47-56.

박경훈. 2003. GIS 및 RUSLE 기법을 활용한 금호강 유역의 토양침식위험도 평가. 한국지리정보학회지 6(4):24-36.

윤태훈. 1999. 응용수문학(침식과 유사이송편, 505-559쪽). 청문각.

이근상, 장영률, 조기성. 2003. 토양침식량 산정에서 토양도 축척에 따른 적정 해상도 분석에 관한 연구. 한국지리정보학회지 6(3):1-10.

이근상, 박진혁, 황의호, 고덕구. 2004. GIS기반 토사유실모델을 이용한 저수지 사면의 토사유실 영향 분석. 한국지리정보학회지 7(3).108-117.

이근상, 조기성. 2004. 탁수자료를 이용한 GIS기반의 토사유실량 평가. 한국지형공간정보학회지 12(4).75-81.

한국수자원공사. 2003. 임하다목적댐 관리연보. 302쪽.

한국수자원공사. 2004a. 밀도성층화된 저수지내의 탁수배제시설 접근흐름에 관한 수치해석. KIWE-CHR-04-10. 110쪽.

한국수자원공사. 2004b. 다목적댐운영실무편람. 450쪽.

Desmet, P.J. and G. Govers. 1996. A GIS procedure for the automated calculation of the USLE LS factor on topographically complex landscape units. Journal of Soil and Water Conservation 51(5):427-433.

Erickson, A.J. 1997. Aids for estimating soil erodibility - K value class and soil loss tolerance. U.S. Department of Agriculture. Soil Conservation Service. Salt Lake City of Utah.

Hudson, N. 1977. Soil Conservation. Ithaca : Cornell University Press. 324p.

Nearing, M.A. 1997. A single, continuous function for slope steepness influence on soil loss. Journal of Soil Science Society of America 61(3):917-919.

Renard, K.G., G.R. Foster, G.A. Weesies and P.J. Porter. 1991. RUSLE : Revised Universal Soil Loss Equation. Journal of Soil and Water Conservation 46(1):30-33.