

## GIS와 USLE를 이용한 아산만 유입 유사량 추정 Estimation of Sediment Yield to Asan Bay Using the USLE and GIS

김 상 민\* / 박 승 우\*\* / 강 문 성\*\*\*

Kim, Sang Min / Park, Seung Woo / Kang, Moon Seong

### Abstract

Geographic Information System (GIS) combined with Universal Soil Loss Equation (USLE) was used to estimate the soil erosion of Asan Bay experiment watershed in Korea. Spatial data for each USLE factors were obtained from the Landsat-5 TM remote sensing images and 1/25,000 scale digital contour maps. Sediment yield to Asan Bay was estimated by the sediment delivery ratio and trap efficiency. The estimated sediment yield was compared with observed on the Asan and Sapgyo estuary sub-watershed within Asan Bay experimental watershed for the period from 1981 to 2000. The calculated total annual sediment yields from Asan and Sapgyo estuary sub-watershed to Asan Bay were 5,665tonnes/yr and 6,766tonnes/yr, respectively. The measured sediment yields were 12,937tonnes/yr and 12,395tonnes/yr, respectively on an average.

**Keyword** : USLE, GIS, Asan Bay, soil erosion, sediment-delivery ratio, trap efficiency

### 요 지

본 연구는 아산만으로 유입되는 유사량을 추정하기 위하여 Landsat-5 TM 위성영상과 NGIS 수치자료를 이용하여 대상구역의 기본도와 USLE 주제도를 구축하고 범용토양유실공식(USLE)을 이용하여 아산만 구역의 토양유실량을 추정하였다. 유사운송비와 포착률을 이용하여 아산만으로 유입되는 유사량을 추정하였으며, 이를 농업기반공사의 배수갑문 관리자료와 환경부의 담수호 부유물 측정자료로부터 구한 실측 유사량과 비교하였다. USLE와 유사운송비, 포착률을 이용해 추정된 값과 실측 유입유사량을 비교한 결과, 아산호의 경우 연평균 추정치는 5,665tonnes/yr, 실측치는 12,937tonnes/yr, 삽교호의 경우 추정치는 6,765tonnes/yr, 실측치는 12,395tonnes/yr 으로 나타났다.

**핵심용어** : USLE, GIS, 아산만, 토양유실, 유사운송비, 포착률

\* 서울대학교 대학원 농공학과 박사수료  
Doctoral Candidate, Dept. of Agricultural Engineering, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea  
(E-mail : smkim97@plaza1.snu.ac.kr)

\*\* 서울대학교 농공학과 교수  
Professor, Dept. of Agricultural Engineering, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

\*\*\* 미국 Auburn 대학교 박사후과정  
Post Doctoral Research Associate, Biosystems Engineering Department, 200 Tom E. Corley Building,  
Auburn University, Auburn, AL, USA

## 1. 서론

방조제의 건설 후 내측에 조성된 담수호의 잉여수나 홍수량 등은 배수갑문을 통하여 외해로 방류된다. 이때, 담수호의 부유물은 방류수와 함께 흘러나가게 되며, 외해와 담수의 혼합과정을 거쳐 운송되거나 침전된 부유물은 방조제 외측의 퇴적변화에 기여하게 된다.

배수갑문으로부터 방류되는 부유물량을 추정하는 방법에는 배수갑문 방류량과 그때의 부유물 농도를 측정하여 계산하는 방법, 배수갑문 방류량을 추정하고 유량-유사량 관계에 의해 계산하는 방법, 유역유사량과 유사 운송비로부터 담수호로 유입되는 유사량을 구하고, 포착률에 의한 침전량으로부터 배제되는 유사량을 추정하는 방법 등이 있다.

상류에서 발생하는 토양유실을 추정하는 방법으로는 범용토양유실공식(Universal Soil Loss Equation, USLE)을 이용한 방법이 많이 이용되고 있으며, USLE의 인자를 보다 쉽게 추출하기 위해 원격탐사기법과 지리정보시스템이 이용되고 있다. 위성영상과 지리정보시스템의 이용은 정보의 최신성이나 분류의 자동화 및 결과의 수치화 등의 측면에서의 이점을 가지고 있으며, 시간과 비용면에서 뿐만 아니라 광대한 면적을 차지하는

유역의 토지이용 분류 및 지상인자 추출에 효과적이라고 하였다. 현재 국내에서는 국가 기본도를 수치지도로 작성하고 있으며, 이를 기반으로 하여 비교적 적은 비용으로 각 분야에서 GIS(Geographic Information System) 자료를 구축하고, 이를 이용한 공간 분석에 응용하고 있다. 따라서, 지리정보시스템의 기본이 될 국가 기본도의 수치지도가 완전히 작성되고 이 자료의 활용이 활발해지면 향후 GIS의 응용은 보다 더욱 활발해질 것으로 전망된다(정규장, 1998).

본 연구에서는 지리정보시스템(GIS)을 이용하여 USLE 인자를 추출하고, 이로부터 USLE 식을 이용하여 상류유역에서 발생하는 토양유실량을 추정하고, 유사 운송비와 포착률을 적용하여 아산만과 천수만으로 유입되는 유사량을 추정한 후, 배수갑문 조작자료와 부유물 농도자료로부터 구한 실측자료와 비교하여 유사량 추정 방법을 정립하고 그 결과를 고찰하도록 한다.

## 2. 연구방법

### 2.1 대상유역

본 연구의 조사 대상지부로 방조제 체절이 완료된 후 20년 이상 경과하고, 담수호 관리사무소에서 배수갑문 관련 자료를 구득할 수 있으며, 담수호 배후유역크기가

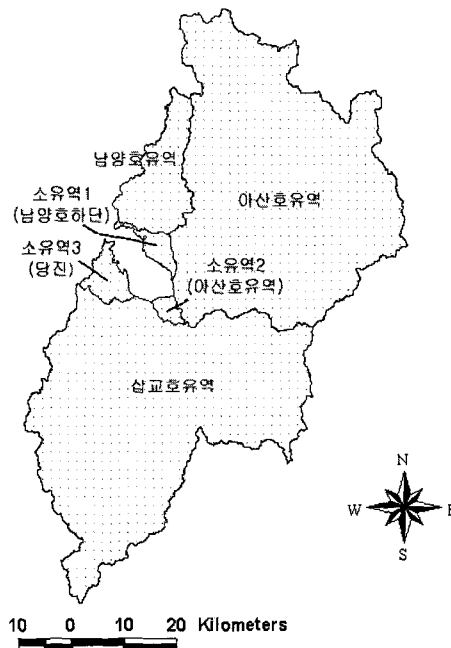


그림 1. 아산만 유역 개요

중규모 이상이 되는 아산만 지구를 선정하였다. 아산만에 위치한 하구 담수호는 아산호, 삼교호, 남양호 등이며, 각각 1973년부터 1979년 사이에 방조제 체질이 완료되었다. 그림 1은 대상유역인 아산만의 소유역 구분을 보여주고 있으며, 아산호 유역, 삼교호 유역과 소유역 1, 2, 3으로 구분하였다.

## 2.2 범용토양유실공식(USLE)

토양유실량을 추정하기 위한 범용토양유실공식(USLE)는 다음과 같이 정의된다.

$$A = RKLSCP \quad (1)$$

여기서, A = 연평균 토양유실량 (tonnes/ha), R = 강우침식능인자(107J/ha·mm/hr), K = 토양침식성인자 (tonnes/ha/R), L = 경사장인자, S = 경사도인자, C = 작물경작인자, 그리고 P = 침식조절관행인자이다.

우리나라의 지역별 강우침식능인자(R)은 정필균 등(1983)이 전국 주요축후소(51개소)의 강우를 분석하여 얻은 R값을 이용하였으며, 아산만 유역의 경우 평균 600 10<sup>7</sup>J/ha·mm/hr을 적용하였다.

토양침식인자 K는 토양이 강우에 의한 침식에 대해 저항하는 능력을 나타내는 척도로서, 토양입자 및 분포, 구조, 공극 및 공극크기, 유기물 함량 등에 관계된다. Wischmeier 등(1971)은 토양에서의 미사와 큰미사의 구성비가 70% 이하의 경우 K값을 정의하였으며, 이를 Foster (1981) 등은 이를 SI 단위로 환산하여 다음 식과 같이 정의하였다.

$$1000K = 2.8 \times 10^{-4} M^{1.14} (12 - a) + 4.3(b - 2) + 3.3(c - 3) \quad (2)$$

여기서, M = (실트와 극세사의 백분율) × (100-점토의 백분율), a = 유기물 함량(%), b = 토양구조(1~4), c = 투수도등급(1~6)을 나타낸다.

아산만의 토양침식성인자(K)는 1/25,000 정밀토양도도엽별로 토지이용에 따른 토양통을 분류하고, 토양통별 토양특성을 식 (3)에 적용하여 토양침식성인자를 산정하였다.

경사장과 경사도가 토양유실에 미치는 영향을 나타내는 인자는 각각 L과 S이며, 이들은 각각을 구분하지 않고 흔히 지형인자(topographic factor) LS로 나타내고 있다. USLE의 계 인자는 표준포를 기준으로 하며, 지형인자는 다음의 식 (3)으로부터 계산된다(Wischmeier 등, 1978).

$$LS = \left( \frac{x}{22.13} \right)^m (0.065 + 0.045s + 0.0065s^2) \quad (3)$$

여기서, x = 경사장(m), s = 지면경사도(%), m = 지면경사에 따라 변하는 무차원지수이다. 지면경사에 다른 m값은 다음의 표 1과 같다.

경사장은 지표월류가 시작되는 지점으로부터 경사도가 감소하여 퇴적이 발생하는 지점 혹은 지표월류가 집중되어 충분히 발달된 수로 형태의 흐름으로 되는 지점까지의 거리로 산정한다.

표 1. 지면경사에 따른 무차원지수 m 값

지면 경사 (s)	s<1%	1%≤s<3%	3%≤s<5%	5%≤s
m	0.2	0.3	0.4	0.5

표 2. 토지이용에 따른 경사장

토지이용	논	밭	산림	초지	나지	주거지/도로	기타
경사장(m)	70	50	10	15	100	100	100

표 3. 아산만의 작물경작인자(C)

토지이용	논	밭	산림	초지	나지	주거지/도로	기타
작물경작인자	0.03	0.03	0.001	0.01	0.1	0.01	0

표 4. 아산만의 토지이용별 침식조절관행인자(P)

지면경사도 (%)	2-7	8-12	13-18	19-24
논	0.10	0.12	0.16	0.18
밭	0.50	0.60	0.80	0.90
초지	0.50	0.60	0.80	0.90

본 연구에서는 수치표고모델(DEM)을 이용하여 경사도를 추출하였으며, 경사장은 표 2의 값을 이용하였다. RUSLE의 사용자 지침서(Foster 등, 2002)에 의하면 자연상태에서 경사장의 길이가 400ft를 넘는 경우가 많지 않다고 제시하고 있으며, 경사장은 지표유희가 시작되는 지점으로부터 경사도가 감소하여 퇴적이 발생하는 지점 혹은 지표유희가 집중되어 충분히 발달된 수로 형태의 흐름으로 되는 지점까지의 거리로 한다고 정의되어 있다. 따라서 경사장 길이의 최대값을 100m로 하였으며, 논, 밭, 산림, 초지 등은 경사장의 정의, 격자의 크기와 우리나라 농경지의 특성 등을 고려하여 10~70m의 값을 적용하였다.

작물경작인자(C)는 강우·토양·지형조건이 동일한 경우에 특정한 작물이나 피복조건에서 발생한 토양유실량과 표준포의 상태에서 휴경과 경운조건에서 발생한 토양유실량의 비로 결정된다. 작물경작인자는 경사지의 피복상태·윤작조건·수확량의 수준·제비기간·경운방법·작물잔재상태·강우분포 등의 복합적인 영향을 표시한다. 작물경작인자는 USDA (Wischmeier 등, 1978)에서 제시한 값을 이용하여 토지이용에 따른 적절한 작물경작인자를 선택하였으며, 표 3에서 보는 바와 같이 논과 밭의 경우 0.03, 산림 0.001, 초지 0.01, 나지 0.1, 주거지/도로의 경우 0.01의 값을 적용하였다.

침식조절관행인자(P)는 특정한 침식조절관행인자에 의한 토양유실량과 표준포에서 적용한 상하경방법에 따른 유실량의 비이다. 침식조절관행에는 등고선경작(contouring), 등고선대상재배(contour strip cropping), 테라스공법(terracing) 등이 포함된다. 침식조절관행인자(P)는 Wischmeier(1972)가 제시한 값을 이용하여 토지이용에 따른 인자를 적용하였다. 논, 밭의 침식조절관행인자(P)는 테라스 경작 조건을 이용하였으며, 밭과 초지의 경우 등고선 경작조건을 적용하였다. 다음의 표 4는 아산만 상류유역에 대한 침식조절관행인자(P)를 정리한 결과를 보여주고 있으며 논, 밭, 초지의

경우 지면경사도에 따라 표 4의 범위의 값을 적용하였으며, 산림, 나지, 주거지/도로, 기타 등의 P값은 1을 적용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 대상유역의 GIS 자료구축

범용토양유실공식(USLE)를 이용하여 토양유실량을 추정하기 위하여 대상유역의 GIS 자료를 구축하였다. 지형자료의 구축은 대상유역의 수치등고 자료를 구득하여 불규칙삼각망(TIN) 자료를 생성하고 이로부터 수치표고모델(DEM)을 생성하였다(그림 2). 구축된 수치표고모델로부터 지형경사도(그림 3), 경사방향도 등을 생성하였다.

GIS 자료의 격자크기는 Maidment(1996)가 제시한 적용유역의 범위에 따른 격자의 크기를 참조하였으며, 본 연구에서는 유역의 크기와 격자의 수를 고려하여 아산만의 격자크기를 180m로 결정하였다.

대상유역의 토지이용을 분류하기 위해 Landsat-5 TM 위성영상을 이용하였으며 인공신경망 기법을 적용하여 토지이용을 분류하였다. 토지이용분류에 이용된 위성영상 자료는 1986년, 1992년, 2000년 영상으로 아산호, 삼교호, 남양호의 방조제 체질이 완료된 후부터 최근까지의 영상을 8년 간격으로 분석하였다. 표 5는 위성영상으로부터 추출된 아산만 유역의 2000년 토지이용 현황을 보여주고 있다. 토지이용은 논, 밭, 산림, 초지, 나지, 주거지/도로, 물 등으로 구분하였으며, 아산만 유역의 경우 전체 유역면적은 3,650km<sup>2</sup>이며 논 945km<sup>2</sup>, 밭 397.4km<sup>2</sup>, 산림 1,512km<sup>2</sup> 등의 분포를 보였다.

구축된 지형자료와 위성영상 자료로부터 USLE의 각 인자별 주제도를 구축하였다. 그림 4와 그림 5는 아산만 유역을 대상으로 구축된 USLE LS 인자도와 USLE C 인자도를 보여주고 있다.

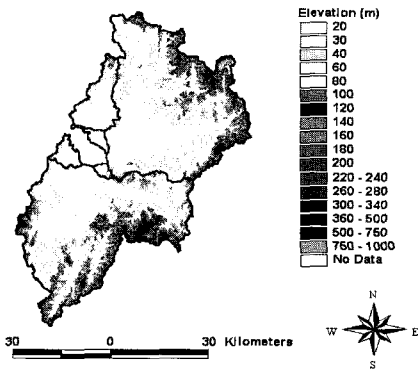


그림 2. 아산만 유역의 지표고도모델

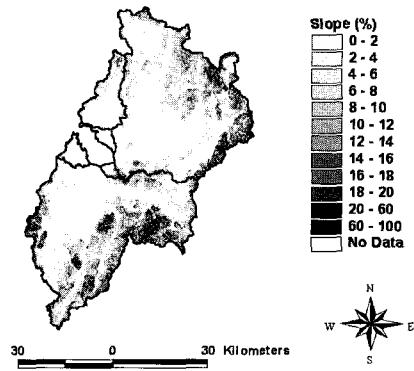


그림 3. 아산만 유역의 지형경사도

표 5. 아산만 유역 토지이용 현황 (2000년)

소유역	토지이용별 면적(km <sup>2</sup> )								
	논	밭	산림	초지	나지	주거지/도로	물	기타	합계
아산호 유역	439.3	207.3	651.6	65.9	55.9	224.2	49.7	0.0	1,693.9
삼교호 유역	411.4	159.7	735.0	34.7	65.4	189.8	43.5	0.0	1,639.5
남양호 유역	57.3	19.4	90.8	0.0	2.7	25.6	10.0	1.5	207.3
소유역1	12.3	2.5	9.4	0.0	1.7	8.4	0.1	0.3	34.7
소유역2	5.9	1.2	6.7	0.0	1.5	3.5	0.2	0.1	19.1
소유역3	18.7	7.2	18.8	0.0	2.1	6.8	0.6	1.2	55.4
전체	944.8	397.4	1,512.3	100.6	129.2	458.4	104.1	3.1	3,650.0

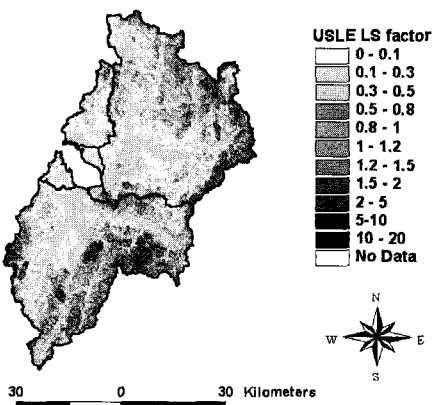


그림 4. 아산만 유역의 USLE LS 인자

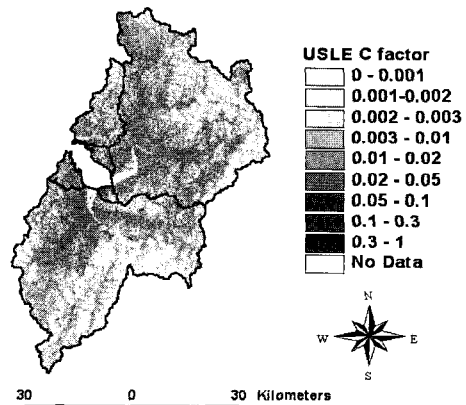


그림 5. 아산만 유역의 USLE C 인자 (1986)

### 3.2 USLE에 의한 토양유실량 추정

GIS를 이용해 추출된 입력자료로부터 USLE (Universal Soil Loss Equation)를 이용하여 아산만유역을 대상으로 토양유실량을 추정하였다. 토양유실량은 토지의 이용상태에 따라 변화하며, 본 연구에서는 1986년, 1992년, 2000년의 3개년을 대상으로 분석된 토지이용자료를 이용하여 토양유실량을 추정하였다. 그림 6~그림 8은 1986년, 1992년, 2000년 토지이용을 기준으로 산정한 단위면적당 토양유실량을 보여주고 있다. 아산만 유역에서 발생한 토양유실량은 1986년, 1992년, 2000년 토지이용을 기준으로 각각 338,262 tonnes/yr,

424,458tonnes/yr, 480,256tonnes/yr로 시간의 흐름에 따라 토양유실량이 증가하는 추세를 보였다.

토양유실량은 토지이용에 따라 편차를 보이며 토지이용의 변화에 따른 토양유실량의 변화를 정량적으로 분석하기 위해 토지이용별로 단위면적당 평균 토양유실량을 비교하였다(표 6). 표 6에서 보는 바와 같이 단위면적당 평균 토양유실량은 논 0.14~0.50tonnes/ha/yr, 밭 0.50~3.91tonnes/ha/yr, 산림 0.02~0.28tonnes/ha/yr, 초지 1.03~5.40tonnes/ha/yr, 나지 3.13~22.76tonnes/ha/yr, 주거지/도로 0.35~1.72tonnes/ha/yr의 범위를 보이고 있다.

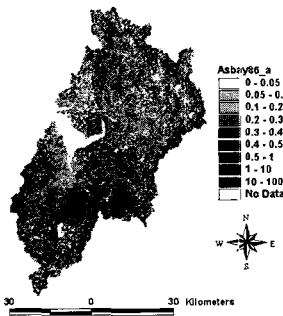


그림 6. 아산만 유역의 토양유실량 (1986)

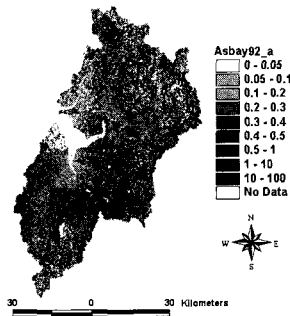


그림 7. 아산만 유역의 토양유실량 (1992)

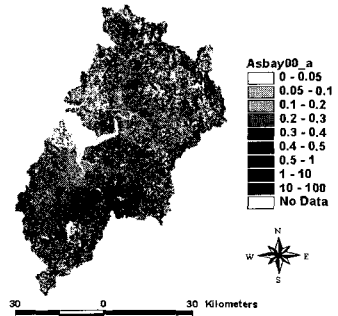


그림 8. 아산만 유역의 토양유실량 (2000)

표 6. 토지이용별 단위면적당 평균 토양유실량

소유역	년도	단위면적당 평균 토양유실량 (tonnes/ha/yr)					
		논	밭	산림	초지	나지	주거지/도로
아산호 유역	1986	0.39	3.11	0.12	2.80	9.14	0.69
	1992	0.35	3.20	0.12	1.03	12.11	1.06
	2000	0.41	2.88	0.12	2.11	15.73	1.51
삼교호 유역	1986	0.50	2.71	0.27	5.40	8.22	1.29
	1992	0.37	3.38	0.27	3.83	17.07	1.64
	2000	0.36	2.73	0.28	2.75	19.82	1.35
남양호 유역	1986	0.25	1.11	0.06		4.10	1.14
	1992	0.22	1.53	0.06		6.32	1.03
	2000	0.28	1.35	0.06		10.81	0.78
소유역1	1986	0.14	0.54	0.02		3.13	0.43
	1992	0.14	0.58	0.02		4.97	0.43
	2000	0.15	0.67	0.02		3.89	0.35
소유역2	1986	0.38	1.55	0.11		3.65	1.07
	1992	0.28	3.91	0.09		18.51	0.68
	2000	0.29	3.70	0.11		5.92	1.72
소유역3	1986	0.14	0.59	0.04		3.57	0.41
	1992	0.14	0.58	0.03		4.47	0.47
	2000	0.14	0.51	0.03		3.40	0.46

표 7. 토지이용별 단위면적당 토양유실량 비교

토지이용	단위면적당 평균 토양유실량 (tonnes/ha/yr)			
	Dunne 등(1978)	구본경(1988)	김상옥(1995)	본 연구
논	4.2~5.01	2.28	0.5~5.0	0.14~0.72
밭	2.78	10.06	3.0~10.0	0.50~6.29
산림	0.036~0.16	4.22	0.1~2.0	0.02~0.29

토양유실은 강우나 토양 등 지역에 따라 서로 다른 특성을 보이므로 단위면적당 토양유실량을 단순 비교하기는 어려우나 개략적인 추정치의 범위를 비교함으로써 토지이용에 따른 토양유실량의 경향을 분석하기 위해 본 연구에서 추정된 토지이용에 따른 토양유실량을 기존의 연구결과와 비교하였다. USLE를 이용하여 토지이용별 단위면적당 토양유실량을 연구한 사례로 국내에는 구본경(1988)이 임악호 유역을 대상으로, 김상옥(1995)이 경안천 유역을 대상으로 토양유실량을 추정한 바 있으며, 외국의 경우 Dunne 등(1978)이 토지이용별 토양유실량을 정리한 바 있다.

표 7은 과거연구결과와 본 연구의 결과를 비교한 것으로 대체로 밭에서의 유실량이 논과 산림에서의 유실량에 비해 크게 나타나고 있으며, 본 연구의 결과는 과거 연구결과와 유사한 경향을 보이고 있다.

### 3.3 아산만 유입유사량 추정

유역으로부터 담수호로 유입되는 유사량(sediment

yield)을 추정하는 방법에는 여러 가지가 있으나, 본 연구에서는 유역에서 발생하는 총유실량(gross erosion)을 추정하고 총유실량 중 실제로 해당지점까지 운송되어 유입되는 유사량의 비, 즉 유사운송비(sediment delivery ratio, SDR)를 이용하는 총유실량-유사운송비법을 이용하였다. 유역면적-유사운송비 곡선(Roehl, 1962)으로부터 유역면적에 따른 담수호별 유사운송비를 추정하였으며, 담수호별로 각각 아산호 10%, 삼교호 10%, 남양호 15%로 추정하였다.

담수호로 유입되는 유사량의 일부는 담수호에 퇴적되며 일부는 배수갑문의 개폐시 바다로 방류된다. 이처럼 담수호로 유입된 유사량 중 담수호에 퇴적되는 비율을 포착률이라고 하며, 실측자료가 없을 경우 포착률 곡선(Brune, 1953)으로부터 추정할 수 있다. 포착률은 담수호의 용량과 유입량의 비로부터 얻어지며, 아산호의 경우 70%, 삼교호 68%, 남양호 86%로 추정되었다.

상류에서 발생한 토양유실량과 총유실량-유사운송비법을 이용해 담수호로 유입되는 유사량을 계산하고, 담

표 8. 아산만 유입유사량

항목	연도	아산호 유역	삼교호 유역	남양호 유역	소유역1, 2, 3	합계
토양유실량 (tonnes/yr)	1986	158,091	167,948	8,358	3,696	575,968
	1992	187,196	222,211	10,386	4,424	722,685
	2000	221,244	244,149	9,485	5,189	817,832
	평균	321,710	360,197	16,030	7,558	705,495
유사운송비(%)		10	10	15	18	-
담수호 유입유사량 (tonnes/yr)	1986	15,809	16,795	1,254	-	33,858
	1992	18,720	22,221	1,558	-	42,499
	2000	22,124	24,415	1,423	-	47,962
	평균	18,884	21,144	1,411	-	41,439
포착률(%)		70	68	86	-	-
외해(아산만) 유입유사량 (tonnes/yr)	1986	4,743	5,374	176	665	10,958
	1992	5,616	7,111	218	796	13,741
	2000	6,637	7,813	199	934	15,583
	평균	5,665	6,766	198	799	13,427

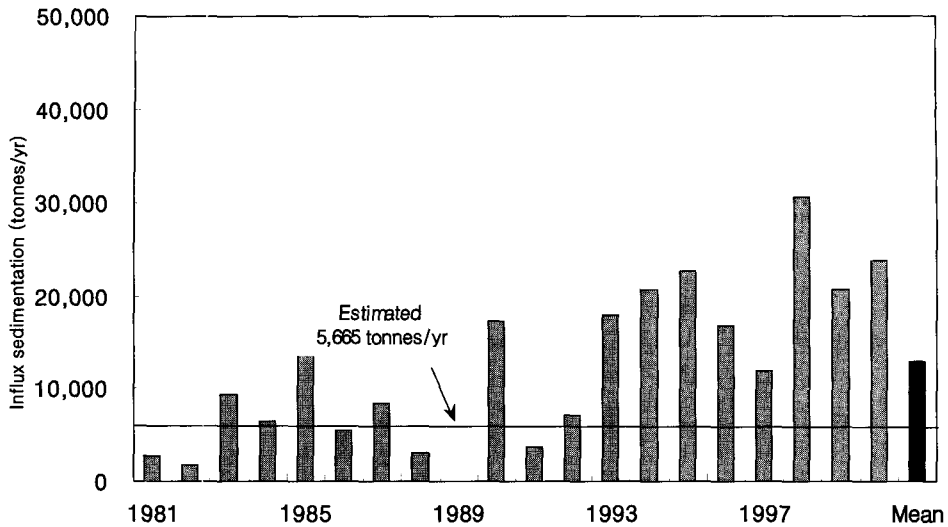


그림 10. 아산만 유입 유사량(아산호)

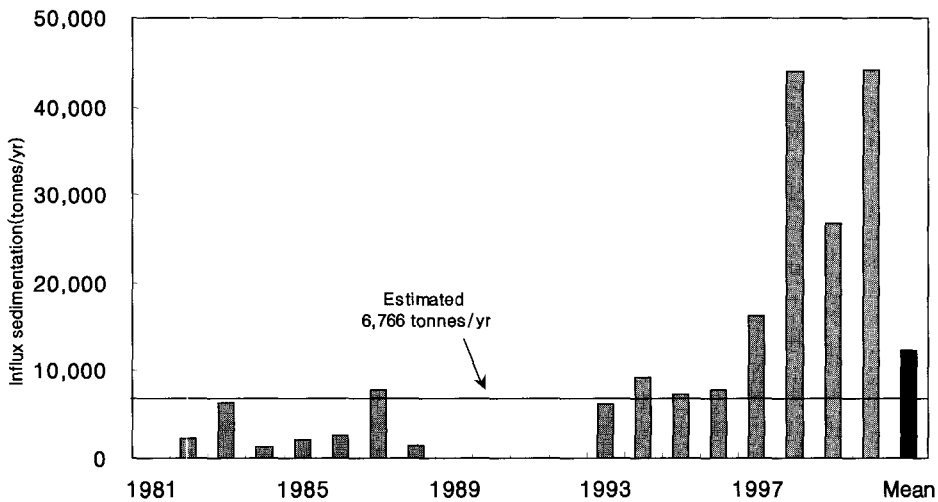


그림 11. 아산만 유입 유사량(삽교호)

수호로 유입된 유사량은 다시 포착률을 적용해 담수호에 퇴적되는 유사량과 외해(아산만)로 유입되는 유사량을 계산하였다 (표 8). 아산만으로 유입되는 유사량은 1986년, 1992년, 2000년 각각 10,958tonnes/yr, 13,741tonnes/yr, 15,583tonnes/yr으로 추정되었다.

본 연구에서 이용된 총유실량-유사운송비법과 포착률을 이용해 추정한 아산만 유입 유사량을 실측 자료와 비교하였다. 농업기반공사의 담수호 배수갑문 관리자료

와 환경부의 담수호 부유물 측정자료를 이용하여 아산만으로 유입되는 유사량을 산정하였으며, 15년 이상의 비교적 장기간 자료를 보유하고 있는 아산호와 삽교호를 대상으로 추정치와 실측치를 비교하였다. 그림 10, 그림 11은 아산호와 삽교호에 대한 결과를 보여주고 있다. 아산호의 경우 아산만으로 유입되는 유사량의 추정치는 연평균 5,665tonnes/yr, 실측치는 12,937tonnes/yr, 삽교호의 경우 아산만으로 유입되는 유사량의 추정



치는 연평균 6,766tonnes/yr, 실측치는 12,395 tonnes/yr로 나타났다.

#### 4. 결 론

아산만으로 유입되는 유사량을 추정하기 위하여 Landsat-5 TM 위성영상과 NGIS 수치지도를 이용하여 기본도와 USLE 주제도를 구축하였고, 범용토양유실공식(USLE)를 이용하여 상류유역에서의 토양유실량을 추정하고, 유사운송비와 포착률을 이용하여 아산만으로 유입되는 유사량을 추정하였으며, 이를 농업기반공사의 배수갑문 관리자료와 환경부의 담수호 부유물 농도 자료로부터 구한 실측자료와 비교하였다. 본 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

- ① 아산만에는 아산호, 삼교호, 남양호 등의 담수호가 1973년부터 1979년 사이에 방조제 체결이 완료되어 현재까지 운영되고 있으며, 아산만의 전체 유역면적은 3,650km<sup>2</sup>으로 본 연구에서는 아산호 유역, 삼교호 유역, 남양호 유역, 소유역 1, 2, 3으로 구분하였다.
- ② 본 연구에서는 아산만 유역의 토양유실량을 추정하기 위해 범용토양유실공식(USLE)을 이용하였으며, 각 인자별로 토지이용 등에 따라 적용된 값을 정리하였다.
- ③ 아산만 유역의 토지이용 분류를 위해 1986년, 1992년, 2000년 Landsat-5 TM 위성영상자료를 이용하였으며, 2000년의 경우 논 25.9%, 밭 10.9%, 산림 41.4%의 분포를 보였다.
- ④ NGIS 수치자료를 이용하여 대상유역의 지형자료를 구축하고, 이를 토지이용 자료와 합성하여 USLE 인자별 주제도를 구축하였다.
- ⑤ USLE를 이용하여 아산만 유역에서의 토양유실량을 산정한 결과 1986년 338,262tonnes/yr, 1992년 424,458tonnes/yr, 2000년 480,256 tonnes/yr으로 토양유실량이 점차 증가하였다. 또한, 산정된 토양유실량과 유사운송비, 포착률을 이용해 아산만으로 유입되는 유사량을 추정한 결과, 1986년 10,958tonnes/yr, 1992년 13,741 tonnes/yr, 2000년 15,583tonnes/yr으로 추정되었다.
- ⑥ USLE와 유사운송비, 포착률을 이용해 추정된 아산만 유입유사량과 농업기반공사의 배수갑문 관리자료와 환경부의 부유물 측정자료로부터 얻어진 실측 아산만 유입유사량을 비교한 결과, 아산

호의 경우 연평균 추정치는 5,665tonnes/yr, 실측치는 12,937tonnes/yr, 삼교호의 경우 추정치는 6,766tonnes/yr, 실측치는 12,395tonnes/yr으로 나타났다.

#### 참 고 문 헌

- 구본경 (1988). 유역내 토지이용상태가 수질에 미치는 영향에 관한 연구. 석사학위논문, 서울대학교, pp. 14-28.
- 김상욱 (1995). 토지이용변화에 따른 경안천 유역 토양 유실에 관한 연구. 석사학위논문, 서울대학교, pp. 53-62.
- 김진택 (1995). 농업 비점원 오염모형을위한 지리자원정보시스템 호환모형의 개발 및 적용, 서울대학교 박사학위논문, pp. 55-58.
- 정규장, 조효섭 (1998). "수자원 실무분야에서의 국내 GIS활용 사례." 한국수자원학회지, 제31권, 제1호, pp. 70-78.
- 정필권, 고문환, 임정남, 윤기대, 최대웅 (1983). "토양유실량 예측을 위한 강우인자의 분석." 한국토양비료학회지, 제16권, 제2호, pp. 112-118.
- 최진규, 구자용, 손재권 (1998). "토양유실량예측공식 USLE 적용과 단위변환", 한국토양비료학회지, 제31권, 제3호, pp. 301-308.
- Brune, G. M. (1953). "Trap Efficiency of Reservoirs." *Transactions of the American Geophysical Union*, Vol. 34, No. 3, pp. 407-418.
- Dunne, T. and L. B. Leopold (1978). *Water in Environmental Planning*. W. H. Freeman, pp. 506-543.
- Foster, G. R., D. K. McCool, K. G. Renard, and W. C. Moldenhauer (1981). "Conversion of the Universal Soil Loss Equation to SI Metric Units.", *Journal of Soil and Water Conservation*, Vol, 36, pp. 355-359.
- Foster G. R. and et al. 2002. USER'S GUIDE Revised Universal Soil Loss Equation Version 2 (RUSLE2). USDA-ARS, Washington D. C..
- Maidment, D. R. (1996). "GIS and Hydrologic Modeling - an Assessment of Progress." *In : Proceedings of the Third International Conference in Integrating GIS and Environmental Modeling*, CD-ROM. National Center for

- Geographical Information and Analysis, Santa Barbara, CA.
- Roehl, J. W. (1962). "Sediment Source Areas, Delivery Ratios and Influencing Morphological Factors." Publ. No. 59, Internat. Assoc. Hydrol. Sci., pp. 202-213.
- Wischmeier, W. H., C. B. Johnson, and B. V. Cross (1971). "A Soil Erodibility Nomograph for Farmland and Construction Sites", Journal of Soil and Water Conservation, Vol. 26, No. 5, pp. 189-193.
- Wischmeier, W. H. (1972). "Upslope Erosion Analysis" *Environmental Impact on Rivers*, Edited by Shen, H. W., Water Resources Publications, Littleton, Colorado.
- Wischmeier, W. H., and D. D. Smith (1978). "Predicting Rainfall Erosion Losses - A Guide to Conservation Planning" USDA Agriculture Handbook 537.
- (논문번호:03-52/접수:2003.06.05/심사완료:2003.11.24)