

# 농경지 토양침식 위험지역 분석

## Analysis of Soil Erosion Hazard Zone by Cropland

김 경 탁\* / 김 주 훈\*\*

Kim, Kyung-Tak / Kim, Joo-Hun

---

### :: Abstract ::

Soil erosion is influenced from a variety of factors such as rainfall distribution, soil type, land use, etc. This paper is aimed at analyzing the soil erosion hazard zone in cropland. RUSLE was used for an analysis of soil erosion amount, and for the spatial data of basin, soil erosion amount was calculated by extracting the respect topography space related factors of RUSLE using DEM, Landuse, Soil map as base map. This paper is targeting at the watershed of Gyeongan stream in Gyeonggi-do. The result of an analysis of soil erosion amount showed that soil erosion occurred in the order of crop field(1210) planting area, orchard(1220), non-adjusted paddy fields(1120), and adjusted paddy fields(1110), and also the average soil erosion in these planting areas has the most amount in crop field planting area. As a result of analysis on soil erosion hazard zone of farm land by classifying it into 5 classes using the result of that result of analysis on the amount of soil erosion, in case of Class 5 in which the hazard of soil erosion is the highest, approximately 72.5ha that corresponds to 2.4% of the total farm land was decided as erosion hazard zone. For this erosion hazard zone, it was analyzed that dry field crop planting area was 72.4ha and orchard was 0.1ha, and Class 5 hazard zone did not appear in other farming areas. Also, it showed that Class II(1 ~ 50ton/ha/yr) area had the most ratio of the entire farm land, i.e., 70.2%, regardless of land use state. According to the result of analysis on soil erosion hazard zone of farm land by classifying it into 5 classes, the Class V has the highest soil erosion hazard, approximately 72.5ha that corresponds to 2.4% of the total farm land was estimated as an erosion hazard zone. This erosion hazard shows 72.4ha in dry field crop planting area, 0.1ha in an orchard, but the highest hazard zone, the Class V was not shown in other farming areas. Also, it showed that Class II area had the most ratio of the entire farm land, i.e., 70.2%, regardless of land use state.

**Keywords:** RUSLE, Landuse, Soil erosion hazard zone

---

\* 정회원·한국건설기술연구원 수자원연구부·공학박사·e-mail: ktkim1@kict.re.kr

\*\* 정회원·한국건설기술연구원 수자원연구부·공학박사·e-mail: jh-kim@kict.re.kr

## :: 요 지 ::

토양침식은 강우분포, 토양, 토지이용과 같은 많은 요인들에 의해 영향을 받는다. 이런 요인들은 시간과 공간에 의해 여러 가지 형태로 나타난다. 본 연구에서는 유역에서의 토양침식 위험지역을 평가하는 것을 목적으로 하고 있으며, 토양침식량 계산은 RUSLE를 이용하였고, RUSLE의 지형 및 공간정보 관련 인자들은 DEM, 토양도, 토지이용도를 이용하여 추출하였고 유역에서 발생하는 토양침식량을 산정하였다. 연구대상유역으로는 한강수계 제1지류인 경안천 유역의 농경지로 하였으며, 토양침식량 분석결과 보통, 특수작물(1210) 재배지역, 과수원(1220), 미경지정리답(1120), 경지정리답(1110)의 순으로 가장 큰 토양침식이 발생하고 있으며, 이 재배지역의 평균 토양침식량 또한 보통, 특수작물 재배지역에서 가장 크게 나타났다. 이 토양침식량 분석결과를 이용하여 농경지의 토양침식 위험지역을 5개 등급으로 구분하여 분석한 결과 토양침식의 위험성이 가장 크다고 판단되는 5등급의 경우 전체 농경지의 2.4%에 해당하는 72.5ha정도가 침식위험지역으로 판단하였다. 이 침식위험지역은 밭작물재배지역이 72.4ha이고 과수원이 0.1ha로 분석되었으며, 기타의 농경지역에서는 5등급의 위험지역은 나타나지 않았다. 또한 토지이용 상황에 관계없이 2등급(1~50ton/ha/yr) 지역이 전체 농경지의 70.2%로 가장 많은 비율로 나타났다.

**핵심용어:** 수정범용토양침식 공식, 토지이용도, 침식위험지역

---

## 1. 서론

토양침식은 세계 도처의 자연자원 관리자들이 이 직면하는 가장 중요한 문제점 중의 하나이다. 유역내의 토사들이 하천이나 저수지, 댐 등에 퇴적됨에 따라 수로의 통수능(通水能)이 저하되고 홍수범람을 비롯한 저수용량의 감소에 영향을 미치고 있다. 또한, 농경지에서 발생하는 토사는 인이나 질소와 같은 각종 오염물질 등이 흡착되어 강이나 하천, 저수지 등으로 유입되면서 수질오염의 직·간접적인 원인으로 작용하고 있다.

이러한 토양침식은 과거에는 그 중요성을 인식하지 못하였으나, 점차 환경에 대한 관심이 고조되면서 토양보전에 대한 대책 및 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 유역규모에서의 각종 환경압력요인으로 야기되고 있는 수환경의 악화를 해결하기 위한 대안으로 우리나라

주요 4대강 중심으로 오염총량관리제, 수변구역의 지정 등과 같은 유역관리정책이 적극적으로 추진되고 있는 시점에서, 수환경에 부정적 영향을 미치는 토양침식을 사전에 예측하고, 이에 따른 환경영향을 최소화하기 위한 연구의 필요성이 제기되고 있다.

토양침식은 지질학적 침식과 사람이나 동물의 활동에 따른 침식으로 크게 구분할 수 있다. 지질학적 침식은 대다수의 식물들이 성장하기도 좋고, 적절한 균형을 유지할 수 있는 토양침식뿐만 아니라 토양의 형성과정까지 포함한다. 인간에 의한 경작활동과 동물이나 자연적인 사건에 의한 식생의 제거는 침식을 가속시켜 토양의 생산성을 떨어뜨린다(김경하 등, 2003).

홍수와 침식은 강우분포, 토양, 토지이용과 같은 많은 요인들에 의해 영향을 받는다. 이런 요인들은 시간과 공간에 의해 여러 가지 형태로

나타나며, 유역에서의 토양침식의 위험성을 예측하기 위한 방법으로 GIS 기법이 이용되고 있다.

GIS는 침식의 위험도나 침식량을 공간적으로 평가하여 제공할 수 있으며, 많은 연구자들은 토양침식 평가에서 DEM의 효용성을 입증하고 있다(Burrough, 1986; Moore 등, 1992, 1993). GIS는 USLE나 USLE를 수정하여 토양침식량 계산에 이용하였으며(Jetten 등, 1988), Bork와 Hensel(1988)은 좀 더 광범위한 유역의 토양침식량을 평가하는데 GIS USLE 접근법을 이용하였다.

토양침식 위험도 평가에 관한 연구에서 Gupta(2001)는 유역의 토양침식에 대하여 200ton/ha·yr인 지역을 심각한 지역(severe), 101~200ton/ha·yr을 위험지역(high), 51~100ton/ha·yr지역을 보통지역(moderate), 그리고 1~50ton/ha·yr을 미소침식지역(slight erosion)으로 토양침식량을 4등급으로 분류하여 토양침식 위험지역을 평가하였으며, Morgan(1995)은 토양침식 추정치 10ton/ha·yr를 농업전문가가 관심을 가져야 될 적정 수준이라고 주장한 바 있다.

국내의 토양침식 위험지역 분석 연구에서 김주훈 등(2003)은 RUSLE 모형을 이용하여 지면경사 20도 이상이고 토사발생량이 300ton/ha·yr이상인 지역을 침식위험지역으로 평가한 바 있으며, 박경훈(2003)은 토양침식의 위험도에 따른 분류등급을 4등급으로 분류하여 토양침식의 분류등급별 분포특성을 분석한 바 있다. 또한 김주훈 등(2004)은 토양침식 위험지역을 빈도별 R 인자에 따른 위험지역 범위를 연구한 바 있다.

토양침식은 유역의 공간적 특성과 수문학적 특성에 의해 좌우되며 아직까지는 토양침식 분류등급에 대한 정확한 기준이 마련되어 있지

않고 국내외 몇몇 연구자들에 의해 침식위험지역을 해석하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 DEM 자료와 정밀토양도, 토지이용도 등의 수치공간자료를 이용하여 RUSLE의 지형 및 공간정보 관련 인자를 추출하여 유역내 토지이용 중 농경지 지역에서 발생하는 토양침식량을 산정한 후 토양침식량을 5등급으로 구분하여 침식발생 위험지역에 대한 평가를 실시하는 것을 목적으로 하였다.

## 2. 토양침식량 분석 이론

USLE 모형은 농업지역의 토양침식량을 산정하기 위하여 Wischmeier와 Smith(1965)가 강우에 의한 토립자의 이탈 및 운송에 의한 개념을 기초로 하여 처음 제안하였고, 1978년에 수정식을 제안하였다. 이 공식은 Wischmeier 등(1971)에 의해 건설 현장에 확대 적용되었다. USDA(1996)는 개발목장이나 삼림과 같은 실험 지점 이외의 토양조건에 대한 토양침식량 산정을 위해 기후인자의 수정, 계절적 변화에 대한 토양의 침식성 인자 개발, 사면의 길이 및 경사에 대한 수정과 피복식생인자를 산정하는 새로운 계산과정의 개발 등을 추가한 수정범용토양손실공식(RUSLE ; Revised Universal Soil Loss Equation)을 발표하였다.

RUSLE는 USLE의 방정식 구조를 그대로 사용하고 있지만 토양 침식의 형태가 변화되면서 각 인자들의 관계도 갱신되고 있다. 이 모형은 모의 강우와 실제 유출 자료 및 침식이론으로부터 파생된 경험식이며, 광범위한 지역까지 적용될 수 있게 되었다.

USLE 및 RUSLE 식은 다음과 같다.

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

여기서  $A$ 는 강우-유출 침식성 인자( $R$ )의 해당기간 중 단위면적에서 침식되는 토양침식량( $\text{ton/ha-yr}$ ),  $R$ 은 강우-유출 침식성 인자( $\text{rainfall-runoff erosivity factor}$ ),  $K$ 는 토양침식성 인자( $\text{soil erodibility factor}$ ),  $LS$ 는 지면특성 인자( $\text{slope-length and steepness factor}$ ),  $L$ 은 침식 경사면의 길이,  $S$ 는 침식 경사면의 경사,  $C$ 는 식생피복 인자( $\text{cover management factor}$ )이며,  $P$ 는 토양보존 인자( $\text{support practice factor}$ )이다.

### 3. 연구대상 구역

#### 3.1 연구대상지역

본 연구는 최근 도시의 난개발로 사회 문제가 되고 있는 경기도 용인시 지역이 포함되는 경안천 유역을 대상으로 하였다(그림 1). 경안천 유역은 급속한 도시화의 진행뿐만 아니라 수도권 내 대표적인 상수원수를 공급하는 팔당호의 한 지류로서 하천수의 수질오염 관리에 있어서도 중요한 유역으로 국가하천 구간이 수변구역으로 지정된 곳이다. 경안천은 팔당호의 지류로 용인시 호동에서 발원하여 북류하며 용인시 김량장동에서 용인시내를 관통하는 경안천 유역은 유역면적  $558.2\text{km}^2$  중 유로연장  $49.5\text{km}$ 이다. 이 경안천 유역내 토지이용 중에서 농경지( $168.5\text{km}^2$ ,  $30.4\%$ )에 대한 토사발생량 및 토사발생 위험지역을 분석하였다.

토양침식량 분석은 RUSLE 모형을 이용하였으며 분석절차는 그림 2에서 보는바와 같다. GIS자료는 DEM, 토지이용현황도, 정밀토양도 등 3개의 기본공간정보를 활용하여 RUSLE의 공간정보 관련 인자를 생성하였다.

토양침식성 인자는 정밀토양도의 토양속성을 이용하여 생성하였고, 지면특성인자는 DEM을 이용하였다. 그리고 식생피복인자는 토지이용현황도를 이용하였고, 토양보존인자는 토지이용현황도에서 농경지의 경작상태와 DEM자료로부터 생성되는 경사도를 이용하여 생성하였다. 이렇게 생성된 4개의 공간정보와 강우량자료를 이용하여 강우-유출 침식성인자를 계산하여 유역의 토양침식량을 분석하였다. 분석된 토양침식량에 대하여 침식량에 따라 5등급으로 구분하여 이 중에서 토양침식이 가장 많이 발생하는 5등급을 침식위험지역으로 판단하였다.

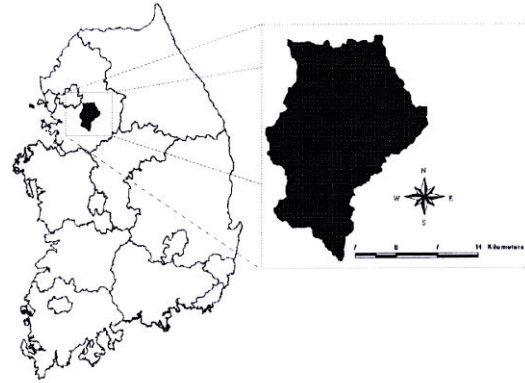


그림 1. 연구대상구역

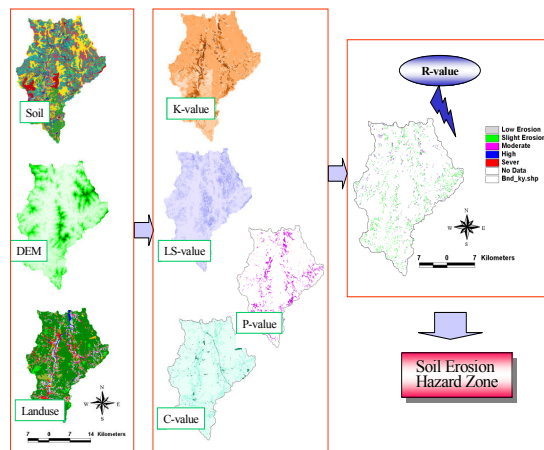


그림 2. 토양침식 위험지역 분석 절차

### 3.2 분석자료

경안천 유역에 대한 공간자료는 1/25,000수치지도를 이용하여 작성한 DEM과 농업과학기술원의 정밀토양도(1/25,000) 자료, 그리고 국토지리정보원의 토지이용현황도를 기본공간자료로 이용하였고, 이들자료를 30m×30m 격자의 래스터 자료로 변환하였다.

이들 기본 공간자료를 이용하여 RUSLE의 각 인자에 대한 공간주제도를 작성하였다. 즉, DEM자료를 이용하여 지면의 경사길이 및 경사도에 관계되는 LS 인자를, 정밀토양도를 이용하여 토양의 침식성에 대한 K 인자를, 그리고 지면의 식생피복, 토양보존에 관계되는 인자인 C와 P는 건설교통부의 토지이용현황도를 이용하여 주제도를 작성하였다. 유역의 토양침식은 여러 가지 요인에 의해서 발생하는데 특히 C와 P값을 지정하는데 있어서 일반적으로 건설교통부의 토지이용현황도와 환경부의 토지피복도를 기본자료로 이용하게 되는데 환경부의 토지피복도는 피복분류 체계가 세분화되어 있지 못하여 본 연구에서는 토지이용현황도를 이용하였다.

### 3.3 지형관련 인자

#### 3.3.1 토양침식성 인자( $K$ )

연구 대상유역인 경안천 유역에 대한 토양침식성 인자는 1/25,000의 농업과학기술원의 정밀토양도를 이용하여 1차년도에 구축한 자료이다. 이 정밀토양도를 이용하여 토양의 침식에 대한 저항력을 나타내는 지표인 토양침

식성인자를 Erickson 방법에 의해 총 66개의 토양통(표 1)에 따라 구분하여 그림 3과 같이 생성하였다.

#### 3.3.2 지면특성 인자( $LS$ )

지면특성인자( $LS$ )는 기본공간자료 중 하나인 DEM자료를 입력자료로 하여 Remotel(2001)에 의해서 개발된 ArcInfo의 AML(Arc Macro Language) 프로그램을 이용하여 자동추출하였다. 경사길이(L)와 경사도(S)를 이용하여 생성된 LS 분포도는 그림 4와 같다.

#### 3.3.3 식생피복인자

식생피복인자는 건설교통부/한국건설기술연구원에서 구축한 토지이용현황도를 이용하였다. 각각의 토지이용형태별 C값은 국내외 관련문헌(김주훈, 2003; 박경훈, 2003; USDA, 1996)을 토대로 하여 경지 및 미경지정리답에 대해서는 0.30, 밭작물 재배지역은 0.24, 과수원은 0.3을 지정하여 식생피복인자 분포도를 그림 5와 같이 산정하였다(표 2).

#### 3.3.4 토양보존인자( $P$ )

토양보존인자( $P$ )는 농경지의 경작형태에 따른 토양침식의 영향을 평가하는 것으로 우리나라는 밭과, 과수원은 주로 등고선 경작, 경지정리 답은 계단식의 테라스 경작, 미경지정리답은 등고선 대상경작으로 형태를 갖는다(박경훈, 2003). 이러한 분류기준과 경사분포에 따라 표 3의 값을 이용하여 토양보존인자

분포도를 그림 6과 같이 산정하였다.

표 1. 토양통

번호	토양통	토양명	K 값	토양부호	번호	토양통	토양명	K 값	토양부호
1	가천	사양토	0.39	Gq	36	옥천	자갈이 있는 양토	0.45	OsE2, OsF2
2	강서	세사양토	0.66	Gt	37	외산	양토	0.32	YjB
3	고천	사양토	0.32	Gz	38	용지	자갈이 있는 양토	0.55	UpB
4	고평	미사질사양토	0.59	GpB	39	우평	양토	0.59	WoB, WoC
5	금천	사양토	0.53	GM	40	월곡	미사질양토	0.39	EgB, EgC, EoB, EoC
6	낙동	양질세사토	0.54	Nd	41	은곡	사양토	0.46	Ic
7	남계	사양토	0.24	Ng	42	이천	사양토, 양토	0.50	Ih
8	남평	미사질양토	0.73	Np	43	이현	미사질양토	0.79	Jd
9	뇌곡	사양토	0.37	NkB	44	중동	미사질양토	0.66	JoB, JoC, JoD
10	대곡	양토	0.49	DkB	45	지곡	세사양토	0.22	JiB, JiC
11	대흥	자갈이 있는 양토	0.55	DzC	46	지산	자갈이 있는 사양토	0.44	CfB
12	덕산	바위가 있는 사양토	0.16	DpE2, DpF2	47	창곡	양토	0.41	CaE2, CaF2, CaF3, CmE3,
13	덕평	미사질양토	0.55	Dy	48	청산	자갈이 있는 사양토	0.22	CmF2
14	도천	사양토	0.75	DN	49	청원	자갈이 있는 양토	0.37	CvF2
15	매곡	사양토	0.28	MoB, MoC, MoD	50	추계	양토, 미사질양토	0.33	Ce, Cw
16	백산	사양토, 양토	0.41	BeB, BiB	51	칠곡	사양토	0.38	Cq
17	부곡	양토	0.58	BqB	52	도계	양토	0.40	CGC
18	부용	미사질양토	0.57	Bg	53	평택	양질조사토, 사양토	0.71	TgB, ToB
19	사촌	사양토, 양토	0.34	ScB, ScC, ScD, SfB, SfD	54	포곡	미사질양토	0.55	Pt
20	삼각	사양토	0.46	SgD2, SgD3, SgE2, SgE3, SmE2, SmE3, SmF2, SmF3	55	풍천	양토	0.11	PgC
21	상주	사양토	0.24	SAB, SAC, SuB, SuC	56	함창	자갈이 있는 양토	0.61	PuB, PxB, PzB
22	석천	양토	0.55	SE	57	화동	미사질양토	0.44	Ha, Hh
23	석도	동근 바위가 있는 양토	0.16	SbD, SsC, SsD	58	화봉	미사질양토	0.44	HjB
24	송산	자갈이 있는 사양토	0.24	SNE2, SRE2	59	화수	사양토	0.48	Hf
25	송정	양토	0.21	SoC2, SoD3	60	황룡	사양토	0.47	HT
26	수북	사양토	0.16	SpB	61	회곡	자갈이 있는 사양토	0.40	Hr
27	수암	자갈이 있는 사양토	0.29	SqC, SqD, SqE	62	하천범	사양토		HEB, HEC
28	신답	사양토	0.17	Sn	63	람지	(자갈)		RC
29	신흥	양토	0.61	Sh	64	하천범			RCS
30	아산	자갈이 있는 양토	0.40	AsC2, AsD2, AsE2	65	람지			RS
31	안흥	자갈이 있는 양토	0.65	AnC, AnD, ArB, ArC, ArD	66	람지	(자갈-모래)		RL
32	연곡	사양토	0.57	YcB, YcC, YgB, YgC					W
33	예산	사양토	0.51	YaC2, YaC3, YaD2, YaD3, YaE2, YaE3, YdB, YeB, YeC		하천범			
34	예천	양토	0.50	OnC2, OnD2, OnD3, OnE2,		람지	(모래)		
35	오산	사양토, 양토	0.20	OnE3, Oc, OcB		양석지			
						저수지			

표 2. 토지이용형태별 C 값(박경훈, 2003)

Landuse type		C-value
Level I	Level II	
Forest	Coniferous	0.004
	Broad-leaf	0.009
	Mixed	0.007
Agriculture	Field	0.240
	Paddy	0.300
	Orchard	0.200
Grass	Park cemetery pasture	0.050
Urban	Low density	0.002
	High density	0.001
	Industrial area	0.000
	Road/railroad	0.000
Barren	Mining, playground	1.000
Water	Stream, dam	0.000
Other		0.000

표 3. 토양보전대책 인자 P 값(박경훈, 2003)

지면경사도(%)	P 값	경작상태
0.0 ~ 7.0	0.10	Terrace systems
	0.27	Contour strip cropping
	0.55	Coutour tillage
7.0 ~ 11.3	0.12	Terrace systems
	0.30	Contour strip cropping
	0.60	Coutour tillage
11.3 ~ 17.6	0.16	Terrace systems
	0.40	Contour strip cropping
	0.80	Coutour tillage
17.6 ~ 26.8	0.18	Terrace systems
	0.45	Contour strip cropping
	0.90	Coutour tillage
26.8 <	0.20	Terrace systems
	0.50	Contour strip cropping
	1.00	Coutour tillage

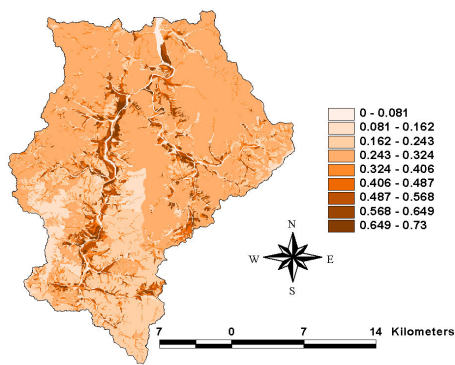


그림 3. K-factor

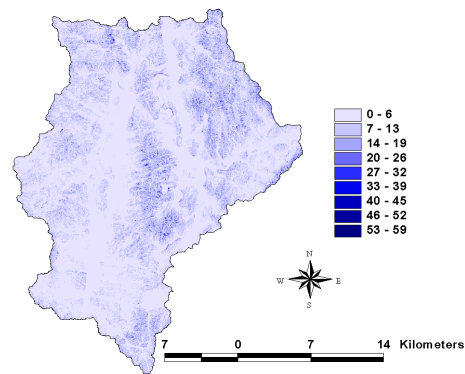


그림 4. LS-factor

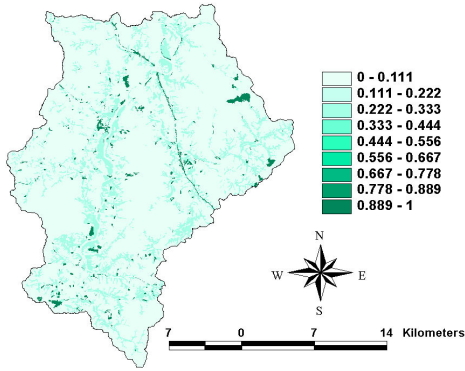


그림 5. C-factor

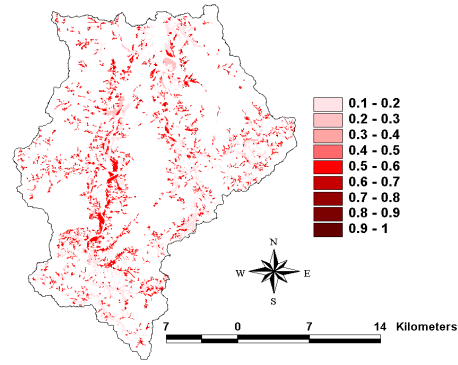


그림 6. P-factor

#### 4. 침식 위험지역 분석

##### 4.1 토양침식량 산정

강우-유출 침식성 인자( $R$ )는 강우사상(Storm event)별 빗방울에 의한 타격에너지와 강우의 운동에너지(Kinetic) 그리고 최대강우강도(Maximum 30-minute rainfall intensity)에 의해 결정되는 인자이다. 강우-유출 침식성 인자를 산출하는 방법은 여러 방법이 있으나, 신계중(1999)의 연구에서 인용한 Toxopeus의 식(2)를 이용하여 산정하였다.

$$R = 3.85 + 0.35 \times P \quad (2)$$

여기서,  $R$ 은 강우-유출 침식성인자이고,  $P$ 는 연평균 강우량(mm/yr)이다.

토양침식성인자, 지면특성인자, 식생피복인자, 토양 보존인자는 GIS를 이용 구축된 기본 공간자료로부터 각 지형 및 식생관련 인자를 추출하여 유역의 토양침식량을 산정하였고, 산정된 결과는 표 4와 같다. 유역내 농경지의 침식량 분석결과 경안천 유역의 전체 면적 중에서 농경지가 차지하는 비율은 15.6%정도인 80.9km<sup>2</sup>이다. 이 중에서 토양침식이 발생하는

면적은 37.3%인 30.2km<sup>2</sup>에서 발생하는 것으로 분석되었다.

농경지의 토지이용은 보통·특수작물(1210), 경지정리답(1110), 미경지정리답(1120), 그리고 과수원, 기타(1220)의 순이었으나, 토양 침식이 많이 발생하는 지역은 과수원(1220), 보통·특수작물(1210), 경지정리답(1110) 그리고 미경지정리답(1120)의 순서로 나타났다. 특히 보통·특수작물을 재배하는 지역은 전체 농경지 면적의 50.3%정도를 차지하고 있어 이 곳에서의 토양침식 방지 대책을 수립하는 것이 중요하다고 판단된다.

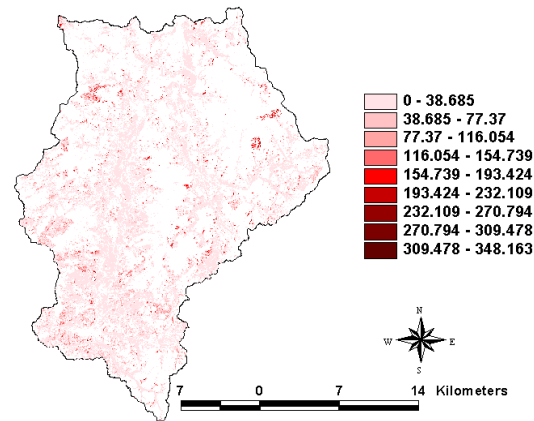


그림 7. 토양침식량 분포도

##### 4.2 침식위험지역 분석

토사발생은 지면경사와 같은 지형학적 특성



과 더불어 토지이용상태와 농경지의 관리 상태 등이 밀접한 관계가 있다. 경안천 유역 농경지 중에서 토양침식 위험지역을 Gupta (2001)가 제시한 4가지 분류 등급을 참고하고 토양침식이 1ton/ha·yr이하인 지역을 class I로 추가하였고, 미소침식위험지역을

class II, 그리고 심각한 토양침식 지역을 class V로 구분하여 토지이용형태별 토양침식 분류를 표 5와 같이 나타내었다. 침식발생 위험지역으로 판단되는 class V의 경우 경지정리답 및 미경지정리답에서는 발생하지 않았고, 전체 침식 발생 지역 중에서 약 9.6%정도

표 4. 토지이용형태별 토양침식량

토양침식량 \ 토지이용	경지정리답 (1110)	미경지정리답 (1120)	보통 특수작물 (1210)	과수원기타 (1220)
min(t/ha/yr)	0.001	0.004	0.005	0.4
max(t/ha/yr)	117.56	163.28	836.01	283.03
mean(t/ha/yr)	2.63	1.21	30.22	40.08
total area(km <sup>2</sup> )	36.35	3.86	40.67	0.48
erosion area(km <sup>2</sup> )	9.56	0.19	20.20	0.31
erosion area(%)	26.30	5.04	49.66	64.74

표 5. 토지이용형태별 토양침식 위험 등급 분류 (unit : km<sup>2</sup>(%))

분류 \ 토지이용	경지정리답 (1110)	미경지정리답 (1120)	보통·특수작물 (1210)	과수원·기타 (1220)	총면적(km <sup>2</sup> )
Class I (1t/ha·yr이하)	0.076(0.8)	0.001(0.4)	0.084(0.4)	0.006(2.0)	0.17(0.6)
Class II (1 ~ 50t/ha·yr)	9.393(98.2)	0.182(93.7)	11.611(57.5)	0.052(16.7)	21.24(70.2)
Class III (50 ~ 100t/ha·yr)	0.087(0.9)	0.010(5.0)	5.045(25.0)	0.095(30.5)	5.24(17.3)
Class IV (100 ~ 200t/ha·yr)	0.005(0)	0.002(0.9)	2.735(13.5)	0.158(50.5)	2.90(9.6)
Class V (200t/ha·yr이상)	0.000(0)	0.000(0)	0.724(3.6)	0.001(0.3)	0.73(2.4)
총면적(km <sup>2</sup> )	9.561(100)	0.194(100)	20.198(100)	0.312(100)	30.27(100)

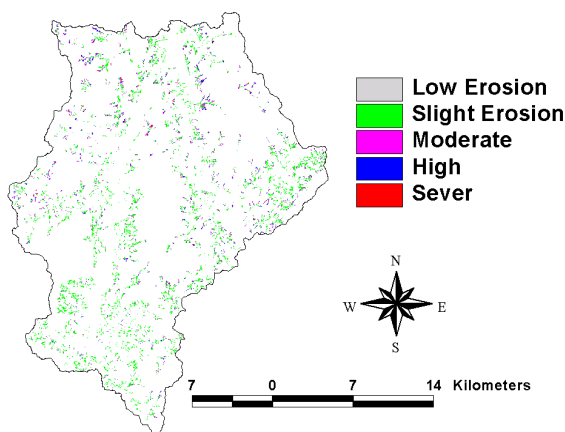


그림 8. 토양침식 위험지역 분포도

가 침식위험지역으로 평가되었다. 대부분의 침식이 발생하는 지역은 분류등급 II (1 ~ 50ton/ha·yr)가 가장 넓은 면적을 차지하는 것으로 나타났다.

### 5. 결론

토양침식은 강우분포, 토양, 토지이용과 같은 많은 요인들에 의해 영향을 받는다. 이런 요인들은 시간과 공간에 의해 여러 가지 형태

로 나타난다. 본 연구에서는 유역에서의 토양 침식 위험 지역을 평가하는 것을 목적으로 하고 있으며, 이를 위하여 RUSLE의 지형 및 공간정보 관련 인자를 GIS기법에 의해 추출하고 유역에서 발생하는 토양침식량을 산정하였다. 그리고 이 토양침식량을 바탕으로 침식 발생 위험지역을 평가하였다.

연구대상유역으로는 한강수계 제1지류인 경안천 유역의 농경지로 하였으며, 토양침식량 분석결과 보통, 특수작물(1210) 재배지역, 과수원(1220), 미경지정리답(1120), 경지정리답(1110)의 순으로 가장 큰 토양침식이 발생하고 있으며, 이 재배지역의 평균 토양침식량 또한 보통, 특수작물 재배지역에서 가장 크게 나타났다.

이 토양침식량 분석결과를 이용하여 농경지의 토양침식 위험지역을 5개 등급으로 구분하여 분석한 결과 토양침식의 위험성이 가장 크다고 판단되는 5등급의 경우 전체 농경지의 2.4%에 해당하는 72.5ha정도가 침식위험 지역으로 판단하였다. 이 침식위험지역은 밭작물재배지역이 72.4ha이고 과수원이 0.1ha로 분석되었으며, 기타의 농경지역에서는 5등급의 위험지역은 나타나지 않았다. 또한 토지 이용 상황에 관계없이 2등급(1~50ton/ha/yr) 지역이 전체 농경지의 70.2%로 가장 많은 비율로 나타났다.

본 연구에서 산정한 토양침식량은 실제 토양 침식량에 대하여 실측된 자료와 비교하지 못하여 분석결과와 정확성을 언급하기는 곤란한 점이 있다. 그러나 토양 침식의 물리적 타당성에 따라 침식위험지역을 분석함으로써 유역 수자원 관리에 있어서 토양 유출 억제시설 등을 설치하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

한편, 우리나라의 경우 유역에서 발생된 토사가 하천으로 유입하는 연구는 아직 미흡한 편이며, 발생토사가 하천에 미치는 영향 등에 대한 추가 연구가 계속되어야 할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 공공기술연구회의 일반연구사업(사업명 : 위성자료 공공활용 연구 - 위성영상을 이용한 하천정보생산 및 활용에 관한 연구)의 연구비 지원과 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호: 1-2-2)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

- 과학기술부(2004). 시공간자료 활용기술개발 538쪽
- 김경하, 김재수, 김종섭, 마호섭, 박인보, 박재현, 이현호, 장인수, 정용호, 최형태(2003). 최신수문학, 동화기술 478쪽.
- 김주훈, 김경탁, 연규방(2003). GIS를 이용한 유역의 침식위험지역 분석. 한국지리정보학회지. 6(2):22-32
- 김주훈, 오덕근(2004). 빈도별 R인자에 의한 토양침식 위험지역 분석. 한국지리정보학회지, 7(2):47-56
- 농촌진흥청/농업기술연구소(1992). 토양조사 자료13-한국토양총설. 725쪽
- 박경훈(2003). GIS 및 RUSLE기법을 활용한 금호강 유역의 토양침식위험도 평가. 한국지리정보학회지. 6(4):24-36.
- 신계중(1999). 지형공간정보체계를 이용한

- 유역의 토양유실분석. 강원대학교 대학원 박사학위논문 114쪽.
- Bork, H. R. and Hensel, H.(1988). Computer aided Construction of Soil Erosion and Deposition Maps. *Geologisches Jahrbuch*, H.104, S.357-371.
- Burrough, P.A.(1986). Principles of geographical information systems for land resources assessment. *Mono-graphs on Soil and Resources Survey No 12*. Oxford, UK, Clarendon. 193pp.
- Gupta, H. S.(2001). Terrain Evaluation for Eco-Restoration using Remote Sensing and GIS. <http://agile.lsegi.unl.pt/conference/Brno2001/RemoteSensing.pdf>. pp424-434.
- Jetten, V., Henkens, E. J., De Jong, S. M.(1988). The Universal Soil Loss Equation. Version 1.0, release 1.0, distributed. Department of Physical Geography, Utrecht University, The Netherlands.
- Moore, I.D., Gessler, P.E., Nielsen, G.A. and Peterson, G.A.(1992). Terrain analysis for soil-specific crop management. *Soil Specific Crop Management : A Workshop on Research and Development Issues*. Minnesota Extension Service, University of Minnesota(Agriculture), Minneapolis. 23pp.
- Moore, I.D., Turner, A.K., Wilson, J.P., Jenson, S.K. and Band, L.E.(1993). GIS and land-surface-subsurface process modelling, in Goodchild, M.F., Parks, B.O. and Steyaert, L.T. (eds), *Environmental modelling with GIS*. pp. 213-230.
- Morgan, R. P. C.(1995). *Soil erosion and conservation*. Longman Group Ltd. ISBN 0-582-24492-7. 198pp.
- Remortel, V. R., M. Hamilton and R. Hickey(2001). Estimating the LS factor for RUSLE through iterative slope length processing of DEM elevatin data. *Cartography* 30(1): 27-35.
- USDA(1996). *Predicting soil erosion by water : A Guide to conservation planning with the RUSLE*, Agriculture Handbook No. 703. 384pp.
- Wischmeier, W. H. and D.D. Smith (1965). *Predicting rainfall erosion losses from cropland East of the Rocky Mountains*. U.S. Dep. Agric., Agricultural Research Service. *Agricultural Handbook*. No. 537. 63pp.
- Wischmeier, W. H., Johnson, C. B. and Cross B. V.(1971). A soil erodibility nomograph for farm and conservation sites. *Journal of Soil and Water Conservation*, 26(5):189~193
- Wischmeier, W. H. and D.D. Smith (1978). *Predicting rainfall erosion losses*. USDA Agr. Hanbook No. 282. 47pp.