

오염지역 퇴적물의 자연적 지화학 기준치 설정을 위한 기초연구

오창환¹ · 서민호¹ · 신성천² · 이명우³ · 정성석⁴

1. 서론

최근에 인간의 산업활동에 따른 토양 환경오염문제가 심각한 사회문제로 대두되고있어, 이에 대한 연구와 관리가 필요한 실정이다. 하지만 토양 환경오염이 발생하였을 경우 대책을 세우기 위해서는 그 원인이 인간의 활동에 의한 것인지 아니면 자연발생적인 것인지를 확인하는 것이 필수적이다. 최근 한국자원연구소에서는 자연 발생적 토양성분인 자연적 지화학 기준치 조사를 수행하였다. 수행시 모든 토양을 조사할 수 없는 관계로 특정지역의 토양의 평균치를 대표할 것으로 생각되는 퇴적물을 채취·분석하였다. 특히 오염이 경미할 것으로 생각되는 1차 수계에서 퇴적물을 채취하였다. 하지만 과제 수행시 농사 활동등 인간 활동에 의해 이미 오염된 지역의 경우에는 자연적 지화학 기준치 설정이 불가능하여 제외되었다. 본 연구에서는 오염되지 않은 지역에서 자료를 이용한 오염지역의 자연적 지화학 기준치 설정 방법 개발의 기초작업으로 관기지역 청산화강암을 대상으로 GIS와 USLE(Universal Soil Loss Equation)를 접목시켜 암석종류이외에 퇴적물 성분에 영향을 미치는 영향요소를 산출하였다.

2. 연구 방법

관기 지역에 대한 퇴적물 시료 채취와 분석은 1997년 한국 자원연구소에서 환경지화학도 작성을 위해 실시되었다. 가능한 인간 활동에 의한 오염을 배제하기 위하여 비 오염 지역중 1차수계를 대상으로 시료 채취지점을 선정하였다. 채취된 시료내의 Pb, As, Zn, Cd등의 함량은 ICP, NAA, XRF를 이용하여 분석했다.

퇴적물 성분의 영향을 미치는 요소를 산출하기 위하여 GIS TOOL 인 ARCVIEW가 이용되었고 기초 자료로 관기지역의 DEM, 지질도, 임상도, 토양도, 시료채취지점, 화학 분석치, 강우자료가 사용되었다. DEM자료를 통하여 경사도(Slope), 경사방향(Aspect), 하천수계를 결정하고 결정된 하천수계를 이용하여 각 시료 채취지점으로 퇴적물을 공급시키는 집수구역(Watreshed)을 생성하였다. 집수구역중 단일 압중으로 이루어진 지역 특히 본 연구에서는 청산화강암으로 이루어진 지역을 선정하였다. 경사도와 경사방향을 이용하여 경사거리인자 (Length of Slope Factor; Ls)를 결정하고, 임상도의 속성 중 영급을 기준으로 선정지역의 식생 피복인자 (Ground coverage Factor; C-Factor)를 구하였다. 또한 각 집수구역의 토양 침식성인자(K-factor)를 결정하기 위하여 토양도 자료와 미농무성의 토양분류 기준을 기초로 대상 지역을 사토(Sand: S), 미사질양토(Silt Loam: SL), 미질식양토(Sandy Clay Loam: SCL), 식양토(Clay Loam: CL)로 분류하였다. 연구지역의 강우인자는 평균강우량을 이용하여 결정하였다. 이러한 공간자료와 속성자료를 미국 환경청에서 개발한 USLE공식에 적용하여 청산화강암으로 이루어져 있는 집수구역내 각각의 토양으로부터의 유실량을 산출해 냈다. ($Si = R * K * Ls * C * P$; Si=토양유실량, R=강우인자, K=토양침식성인자, Ls=경사거리인자, C=식생피복인자, P=토양보존인자)

4. 결과 및 토의

청산화강암으로 이루어진 13개 집수구역에서 퇴적물 성분에 영향을 미칠수 있는 영향요소인 집수구역의 강우인자, 경사거리인자, 토양침식인자, 식생피복인자, 토양보존인자, 각 토양 면적 토양유실량은 표1과 같다. 앞으로 수행될 연구는 첫째, 13개 집수구역에서 결정된 퇴적물 성분에 대한 영향요소와 각 집수구역에서 분석된 성분간의 관계식을 통계학 처리방법을 통하여 설정한다. 둘째, 관기지역의 각 암석종류에 대하여 동일한 방법을 이용 각 암석별 영향요소와 퇴적물 성분간의 관계식을 결정한다. 마지막으로 이미 오염된 지역에서 DEM, 지질도, 임상도, 토양도, 강우자료와 각 암석으로부터 설정된 관계식을 이용하여 그 지역의 자연적 지화학 기준치를 설정한다.

주요어: 자연적 지화학 기준치, GIS, USLE

1. 전북대학교 지구환경과학과 2. 한국자원연구소 3. 전북대학교 조경학과 4. 전북대학교 통계학과

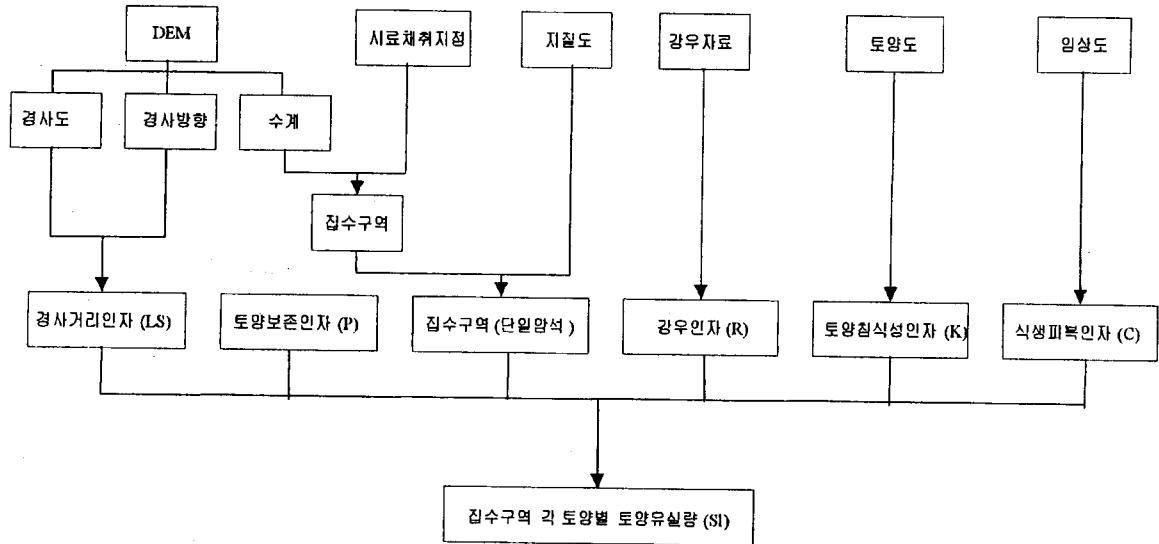


그림1. 토양성분 영향 요소와 토양유실량 계산 시스템

속성자료: 경사거리인자, 토양보존인자, 강우자료, 토양침식성인자, 식생피복인자,

공간자료: DEM, 경사방향·경사도, 시료채취지점, 지질도, 집수구역, 토양도, 임상도

표1. 각 집수구역 토양별 토양성분 영향요소와 토양 유실량

ID 단위	암석	Ave_경사각 %	Ave_R mm	Ave_K	Ave_LS	Ave_C	Ave_P	Ave_SL ton/ha/hr	Count	AREA m ²	Sum_SL ton/ha/hr
39	pgr	8.095	600	0.42	2.882	0.025	0.45	0.873	4	40000	3.49
39	pgr	3.753	600	0.24	1.011	0.037	0.42	0.223	20	200000	4.45
39	pgr	12.633	600	0.25	6.492	0.03	0.552	1.568	42	420000	65.860
39	pgr	8.742	600	0.42	3.545	0.041	0.518	1.742	38	380000	66.196
42	pgr	1.195	600	0.24	0.378	0.035	0.5	0.15	6	60000	0.901
42	pgr	19.621	600	0.25	15.047	0.029	0.624	3.943	87	870000	343.041
42	pgr	19.672	600	0.42	12.782	0.026	0.645	5.621	22	220000	123.660
43	pgr	4.648	600	0.24	1.82	0.05	0.492	0.536	50	500000	26.81
43	pgr	15.875	600	0.25	10.096	0.036	0.592	3.023	235	235000	710.428
44	pgr	20.206	600	0.42	13.078	0.025	0.656	5.707	9	90000	51.36
44	pgr	13.263	600	0.24	7.298	0.034	0.563	1.804	123	123000	221.855
44	pgr	19.013	600	0.25	12.571	0.025	0.635	3.198	26	260000	83.143
45	pgr	10.06	600	0.25	4.03	0.035	0.5	0.904	3	30000	2.711
45	pgr	6.588	600	0.42	2.061	0.026	0.44	0.629	25	250000	15.733
45	pgr	6.71	600	0.24	2.045	0.025	0.45	0.342	2	20000	0.684
46	pgr	6.943	600	0.25	2.217	0.039	0.455	0.556	11	110000	6.12
48	pgr	9.306	600	0.42	3.462	0.029	0.49	1.381	21	210000	29.005
48	pgr	8.483	600	0.24	3.063	0.036	0.489	0.82	35	350000	28.714
50	pgr	16.305	600	0.03	7.32	0.025	0.6	0.198	2	20000	0.395
50	pgr	9.946	600	0.24	3.824	0.034	0.513	0.969	38	380000	36.814
50	pgr	14.177	600	0.03	6.802	0.028	0.586	0.21	71	710000	14.8958
54	pgr	11.07	600	0.24	4.529	0.037	0.532	1.311	127	127000	166.547
54	pgr	15.165	600	0.03	7.904	0.028	0.609	0.24	11	110000	2.6356
54	pgr	15.408	600	0.24	7.894	0.025	0.604	1.807	25	250000	45.175
55	pgr	16.186	600	0.25	9.458	0.025	0.6	2.362	5	50000	11.809
55	pgr	11.559	600	0.24	5.242	0.031	0.541	1.218	91	910000	110.883
57	pgr	6.946	600	0.24	2.383	0.034	0.453	0.513	80	800000	41.048
57	pgr	3.582	600	0.03	0.913	0.035	0.4	0.036	6	60000	0.2166
58	pgr	3.181	600	0.42	0.807	0.035	0.433	0.466	9	90000	4.194
62	pgr	12.947	600	0.25	6.128	0.035	0.55	1.675	66	660000	110.530

※ID=시료채취번호, pgr=청산화강암, Ave.=평균, Count=각 토양별 셀수(셀의 크기= 100*100m)