

산지사면에 있어서 퇴사량에 의한 사방댐의 시공적지 예측

마호섭¹ · 정원옥^{2*}

¹경상대학교 환경산림과학부(농업생명과학연구원),

²국립공원관리공단 국립공원연구원

Suitable Site Prediction of Erosion Control Dam by Sediment

Ho-Seop Ma¹ and Won-Ok Jeong^{2*}

¹Division of Forest Science, Gyeongsang Nat'l Univ., Jinju 660-701, Korea (Insti. of Agri. Llfe Science)

²National Park Research Institute, Namwon 590-811, Korea

요약: 본 연구는 산지사면에 시공되어 있는 사방댐내의 퇴사량에 영향을 미치는 산림환경 및 하천형태학적 인자를 분석하고 수량화이론(I)을 이용하여 예방적인 측면에서 사방댐의 시공 적지를 선정하고 예측하였다. 각 인자의 category별 상대점수를 262개 사방댐의 각종 인자에 반응시켜 사방댐의 시공적지를 예측할 수 있는 판정표를 개발하였고 또한 판정표를 이용하여 시공적지를 I급지(Very suitable site), II급지(Suitable site), III급지(Poor suitable site)로 구분하였다. 따라서 각종 산지재해로부터 예방적인 차원의 사방사업인 사방댐을 건설하고자 할 때 객관적인 지표가 될 수 있는 판정표를 이용하여 시공에 따른 타당성과 시공적지를 예측함으로써 주관적 판단에 의한 불합리성과 시공 후 적지로 판정되지 못할 경우 발생하는 막대한 예산낭비를 막을 수 있고 사방댐에 의한 토사조질을 극대화함으로써 산지사면에서 발생하는 각종 재해에 대한 피해를 최소화할 수 있어 산림유역 관리에 많은 기여를 할 수 있을 것으로 사료된다.

Abstract: This study was carried out to analyze the characteristics of forest environmental and stream morphological factors by using the quantification theory (I) for prediction of the suitable dam site. The results obtained from this study were summarized as follows; The selection of suitable site for erosion control dam was estimated by normalized score of each category. And the prediction method of suitable site for erosion control dam divided into class I (Very suitable site), II (Suitable site), and III (Poor suitable site) for the convenience of use. In conclusion, if we select the suitable site for construction of erosion control dam for disaster prevention, we could save the loss of tremendous budget, avoid the poor suitable site due to subjective judgment, and it would promote the functions of erosion control dam.

Key words: Quantification theory(I), erosion control dam, prediction of the suitable dam site

서론

우리나라에 시공되고 있는 사방댐은 산림에 있는 계곡 또는 소하천을 횡단하여 폭 30~50m, 높이 4~5m로 건설되는 소규모 댐으로서 1개소당 평균 1억 7천만원의 경비가 소요되며 사방댐 1개소가 가지는 효과는 5천 m³의 토사유출 방지량과 3천m³의 저수기능을 가지고 있으며 1998년 말까지 설치되어 있는 758개소의 사방댐은 약 380만 m³의 토사유출을 방지할 수 있을 것으로 예상되며 현재 전국적으로 사방댐 설치가 필요한 곳은 총 2,683개소인데 산지사방이 마무리되는 시기인 1986년부터 시공하기 시

작하여 1999년까지 814개소를 건설하였고 나머지는 연차적으로 시공하여 2010년까지 마무리 할 계획이다(산림청, 1999). 이와 같이 막대한 자금을 투입하여 침식과 붕괴가 예상되는 불안정한 산지사면 및 산지계곡에서 하류의 토사유출에 의한 각종 재해를 예방하기 위해 설치하는 사방댐에 관한 연구는 크게 안정성에 관한 연구(陶山 등 1980; 陶山 1985; 楊根泰, 1991; 尹豪重, 1989; 尹熙彬, 1990; 趙喜勳, 1987)와 시공효과에 관한 연구(岩元, 1981; 岩元과村上, 1983; 水山 등, 1991)로 구분되어 진행되어 왔을 뿐 현재까지도 시공을 위한 적지선정 및 예측에 대한 기준을 마련하지 못하고 있고 연구도 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. 일반적으로 산지사면의 붕괴 및 임도 성토사면과 절토사면의 붕괴는 각종 인자의 상호복합적인 작용에

*Corresponding author
E-mail: wonokjung@knps.or.kr

의하여 발생하고 있으며 이러한 인자들에 의한 붕괴위험도를 평가하는 예지방법으로 판별분석 및 수량화 이론(I, II류) 등에 의하여 예측모델이 개발되었다(崔敬, 1986; 姜潤平 등, 1986; 塚本, 1991; 麻鎬燮, 1994; 정원옥, 2001; 한국지질자원연구원, 2004). 앞으로 21세기의 사방은 복구차원이 아닌 예방적인 측면에서 재해의 위험성을 예지하고 효과적인 사방댐의 적지선정 기준을 마련하여 사방댐 자체의 목적과 기능을 극대화시킬 수 있는 기술을 개발하여야 할 것이다.

따라서 본 연구는 사방댐내에 퇴적되어 있는 퇴사량에 대한 인자별 기여도를 분석하여 사방댐을 적지적소에 배치할 수 있는 예측모델을 개발함으로써 산지사면에서 발생하는 각종 재해에 대한 피해를 최소화할 수 있는 산림유역 관리에 대한 기술적 기초 자료를 제공하고자 수행하였다.

자료 및 방법

1. 조사 대상지

경상남도 및 경상북도 지역을 대상으로 1986년부터 1999년 사이에 건설되어진 사방댐을 현지조사를 통하여 비교적 양호하다고 판정되어진 262개소를 대상으로 하였다.

2. 조사방법

1) 퇴사량의 측정

각 사방댐의 설계설명서를 참조하여 건설당시 사방댐의 내용적과 실측에 의한 현재의 내용적을 조사비교하여 그 차이를 퇴사량으로 하는 내용적 면적감소법(尹龍男, 1972)을 이용하였고 측정방법은 Figure 1과 같다.

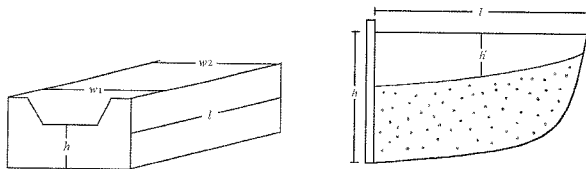


Figure 1. The measured method of sediment in erosion control dam.

$$V(m^3) = \frac{w_1 \times w_2}{2} \times h' \times l \quad (1)$$

- Note) $V(m^3)$: 내용적
 h : 댐 유효고(m)
 h' : 평균 댐 여유고(m)
 l : 저사거리(m)
 w_1 : 댐 주변 계상폭(m)
 w_2 : 댐 상류 계상폭(m)

붕괴퇴사량(m^3) = 건설 당시의 내용적 - (1)식에 의한 내용적

연평균 퇴사량(Annual mean sediment : $m^3/yr/ha$) : 총퇴사량을 댐 시공일부터 조사일까지의 경과년수(year)와 유역면적(ha)으로 나눈 퇴사량을 이용하였다.

2) 통계적 분석방법

산지사면에서 발생하는 토양침식은 각종 인자의 상호 복합적인 작용에 의해 발생하므로 본 연구에서는 18개의 산림환경인자와 13개의 하천형태인자를 조사하여 사방댐내 총퇴사량에 영향을 미치는 인자를 도출하기 위해 단순 상관 및 단계별 회귀분석을 실시하였으며, 모암, 임상, 임령, 토심, 토성, 석력함량, 하천방위, 주하천길이, 총하천수, 총하천길이, 하천차수, 일차하천수, 사면경사 등 기여도가 높은 13개의 산림환경 및 하천형태인자를 선정하였다.

상관분석 및 단계별 회귀분석을 통하여 선정되어진 13개 인자를 대상으로 수량화이론(I)을 이용하여 연평균 붕괴퇴사량에 대한 기여정도를 평가하기 위하여 편상관계수를 도출하였으며 또한 각 인자의 category별 상대점수(Normalized score)를 분석하여 사방댐 시공시 댐 자체의 목적과 효과를 극대화시킬 수 있는 사방댐의 시공적지를 선정하고 예측하였다.

결과 및 고찰

1. 연평균 퇴사량에 대한 기여도 분석

사방댐내 연평균 퇴사량에 영향을 미칠 것으로 예상되는 13개의 산림환경 및 하천형태인자를 수량화이론(I)에 의한 상대점수(Normalized score)를 분석하기 위하여 56개의 category로 구분하였다(Table 1).

상대점수(Normalized score)는 각 인자별 category의 판별계수에 해당하며 점수들의 (+)값은 연평균 퇴사량의 발생에 기여하고 (-)값은 사면안정측에 기여하게 되며 그 크기는 수치의 대소로 나타낸다. 각 인자의 category별 상대점수를 분석한 결과(Table 2), 모암은 화성암이 연평균 퇴사량의 발생에 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었으며 다음으로 변성암, 퇴적암 순으로 상대점수가 높게 나타났다(崔敬, 1999; 塚本, 1991). 임상은 활엽수림이 연평균 붕괴퇴사량의 발생에 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었고 다음이 침엽수림이었으며 혼효림은 사면안정측에 속하는 것으로 나타났으며(建設交通部, 1999) 임령은 25년생 이상이 연평균 퇴사량의 발생을 억제하는 사면안정측에 기여하는 것으로 나타났다. 토성은 사질식양토(SCL)가 연평균 퇴사량의 발생에 큰 영향을 미치고 있었고 미사질식양토(SiCL)는 사면의 안정측에 속하는 것으로 분석되었다(Wilson, 1985; 梶原 등, 1999). 석력함량은 토양내 석력이 많을수록 연평균 퇴사량에 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 석력함량이 많을수록 강우시 토양

Table 1. Classification of category for each factor.

Fac.	Category						
	1	2	3	4	5	6	7
X ₁	Sedimentary rock	Igneous rock	Metamorphic rock				
X ₂	Coniferous	Hardwood	Mixed				
X ₃	≤20	21~24	25≤				
X ₄	≤30	31~40	41~50	51≤			
X ₅	SiCL	SiL	SCL				
X ₆	≤10	11~20	21~30	31~40	41≤		
X ₇	N~E	N~W	S~E	S~W			
X ₈	≤500	501~1,000	1,001~1,500	1,501~2,500	2,501~3,500	3,501≤	
X ₉	≤5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30	31≤
X ₁₀	≤1,000	1,001~2,000	2,001~3,500	3,501~5,500	5,501~10,000	10,001≤	
X ₁₁	≤1	2	3	4≤			
X ₁₂	≤2	3~5	6~10	11~15	16≤		
X ₁₃	≤25	26~30	31≤				

Note) X₁: Parent rock, X₂: Forest type, X₃: Stand age, X₄: Soil depth, X₅: Soil texture, X₆: Gravel contents, X₇: Aspect, X₈: Length of main-stream, X₉: Number of total streams, X₁₀: Length of total streams, X₁₁: Stream order, X₁₂: Number of first streams order, X₁₃: Slope gradient

Table 2. Normalized score of each category and range.

Factors	Category	Score	Mean score	Normalized score	Range
X ₁	Parent rock	1	-0.0549	0.1767	-0.2316
		2	0.3864		0.2097
		3	0.0000		-0.1767
X ₂	Forest type	1	0.1998	0.2149	-0.0151
		2	0.2546		0.0397
		3	0.0000		-0.2149
X ₃	Stand age	1	0.3063	0.0871	0.2192
		2	0.0986		0.0115
		3	0.0000		-0.0871
X ₄	Soil depth	1	0.3049	0.3721	-0.0672
		2	0.4125		0.0404
		3	0.4027		0.0306
		4	0.0000		-0.3721
X ₅	Soil texture	1	-0.1506	-0.0584	-0.0922
		2	-0.0537		0.0047
		3	0.0000		0.0584
X ₆	Gravel contents	1	-6.2469	-5.5554	-0.6915
		2	-5.8721		-0.3167
		3	-5.2574		0.2980
		4	-4.0648		1.4906
		5	0.0000		5.5554
X ₇	Aspect	1	0.0311	0.1574	-0.1263
		2	0.2237		0.0663
		3	0.3413		0.1839
		4	0.0000		-0.1574
X ₈	Length of main stream	1	-0.4023	0.0558	-0.4581
		2	-0.2146		-0.2704
		3	0.2430		0.1872
		4	0.3970		0.3412
		5	0.2580		0.2022
		6	0.0000		-0.0558

Table 2. Continued.

Factors	Category	Score	Mean score	Normalized score	Range
X ₉	Number of total streams	1	-0.7126	-0.1710	1.7683
		2	-0.6154	-0.0738	
		3	-0.5002	0.0414	
		4	0.5913	1.1329	
		5	0.7790	1.3206	
		6	1.0557	1.5973	
		7	0.0000	0.5416	
X ₁₀	Length of total streams	1	1.4328	-0.0698	1.9782
		2	1.8144	0.3118	
		3	1.9782	0.4756	
		4	1.5333	0.0307	
		5	0.6638	-0.8388	
		6	0.0000	-1.5026	
X ₁₁	Stream order	1	-1.3790	-0.2587	1.3790
		2	-1.0620	0.0583	
		3	-1.0026	0.1177	
		4	0.0000	1.1203	
X ₁₂	Number of first streams order	1	-0.7390	-0.2383	1.0575
		2	-0.4107	0.0900	
		3	-0.1379	0.3628	
		4	0.3185	0.8192	
		5	0.0000	0.5007	
X ₁₃	Slope gradient	1	-0.2512	-0.1857	0.2595
		2	0.0083	0.0738	
		3	0.0000	0.0655	

Note) R² = 0.8646, Prob > F = 15.02 (P=0.0001)

입자사이의 긴박력과 응집력 및 수목근계에 의한 토사역 지효과가 약해져 사면에서 붕괴 및 침식이 발생할 가능성이 높은 것이 원인으로 추정되었다. 하천방위는 남~동(S~E)사면이 연평균 퇴사량의 발생에 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었고 총하천길이는 1,000m 이하에서 사면의 안정측에 속하고 있었고 1,001m 이상부터는 연평균 퇴사량의 발생에 큰 영향을 보였으나 3,501m 이상부터는 기여도가 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 붕괴지역에서 생산된 토사가 계류에 퇴적과 침식 및 하류로 이동을 반복하는 과정에서 하천길이가 길수록 사방댐 내에 도달하기 전에 계류에 퇴적되는 양이 많이 발생하기 때문인 것으로 나타나 거리와 댐내 붕괴토사량 사이에는 반비례의 관계가 성립하는 것으로 추정되었다. 하천차수는 지천 및 세천을 많이 가지는 3차수, 특히 4차수에서, 사면경사는 경사가 급할수록 연평균 퇴사량의 발생에 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었다(Carroll 등, 2000; Chaplot and Le Bissonnais, 2000).

편상관계수에 의한 각 인자의 연평균 붕괴토사량에 대한 기여도를 분석한 결과, 석력함량(X₆)이 0.8034로 가장 높게 나타났고 다음으로 총하천수(X₉; 0.3059), 총하천길이(X₁₀; 0.3022), 주하천장(X₈; 0.2550), 일차하천수(X₁₂; 0.2410), 모암(X₁; 0.2020), 하천차수(X₁₁; 0.1367), 사면경사

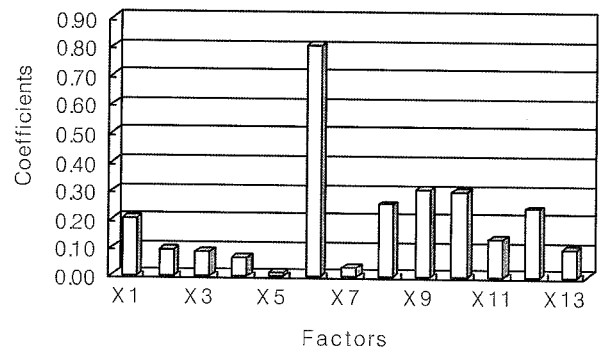


Figure 2. Partial correlation coefficients of each factor affecting to annual mean.

(X₁₃; 0.0990), 임상(X₂; 0.0938), 임령(X₃; 0.0889) 순으로 나타났다. 토심(X₄; 0.0640), 하천방위(X₇; 0.0346), 토성(X₅; 0.0100)은 편상관계수가 낮게 나타나 다른 인자에 비하여 연평균 퇴사량에 영향을 미치는 기여도가 낮은 것으로 분석되었다(Figure 2).

2. 사방댐의 적지예측

각 인자의 category별 상대점수(Table 2)를 이용하여 262개소 사방댐의 각종 인자에 반응시켜 합산한 값을 분석한 결과 그 값의 범위는 -2.5624점에서 2.7034점 사이에 분포

Table 3. Prediction score of suitable site for erosion control dam by normalized score.

Class of suitable site	Prediction score	Number of dams(%)
Very suitable site (I)	0.9481 ≤	122(46%)
Suitable site (II)	-0.8071~0.9480	70(27%)
Poor suitable site (III)	≤ -0.8072	70(27%)

하고 있으며 중앙값은 0.0705점이었다. 이 값을 근거로 하여 사방댐의 적지를 I, II, III급으로 구분하였다(Table 3).

I급지는 추정치 0.9481점 이상의 지역으로 262개 사방댐 중 122개소가 포함되어 46%의 분포를 보였고 II급지는 추정치 0.9480점에서 -0.8071점 사이로 70개소에 27%를 차지하였으며 III급지는 추정치 -0.8072점 이하의 지역으로 70개소에 27%의 분포를 나타내었다.

I, II, III급지에 속하는 각 사방댐의 산림환경 및 하천형태인자를 각 급지의 category별 출현수에 대한 각 category별 총출현수의 비(%)로 하여 각 급지에 많은 분포를 보이는 각 인자의 category를 정리한 결과(Table 4), I급지는 대체적으로 사면이 불안정한 화성암지역으로 산림환경인자가 사면침식에 대해 매우 불안정측에 속하고 있고 하천형태인자는 많은 하천과 긴 유로를 가지는 경사가 급한 산림유역으로 나타났다. II급지는 변성암지역으로 임상, 임령, 토심 등 산림환경인자는 사면침식에 대해 다소 안정되어 있으나 하천형태인자에 의하여 사면침식의 발생이 우려되는 산림유역으로 나타났다. III급지는 다른 모암에 비하여 사면이 안정되어 있는 퇴적암지역으로 25년생 이상의 침활 혼효림으로 이루어져 있고 토심, 토성 등 산림환경인자가 매우 안정측에 속하고 있으며 또한 하천형태인자에 의한 사면침식과 붕괴 발생도 미약하고 사면경사가 비교적 완만한 야산지역으

로 나타났다.

3. 사방댐의 시공적지 판정표 작성

각 인자의 category별 상대점수(Table 2)는 (+) 및 (-)의 값으로 되어 있기 때문에 이용상 불편한 점이 많다. 따라서 이들 점수 중 (-)의 수치를 (+)의 수치로 변환하여 사용하여도 상대적으로 무관함으로 각 인자의 category별 상대점수 중 최소값을 0으로 표시하고 최소값을 각 인자의 category별 상대점수에 가산하여 (+)의 값으로 변환시켜 판정표를 작성하였다(Table 5).

판정표를 이용하여 연평균 퇴사량에 영향을 미치는 각 인자의 category별 점수를 사방댐을 건설하고자 하는 주변유역의 각종 인자에 반응시켜 계산한 점수의 합계가 I급지(Very suitable site)는 5.6093점 이상이며, II급지(Suitable site)는 5.6092점에서 3.8541점 사이에 해당하며, III급지(Poor suitable site)는 3.8540점 이하의 지역으로 분석되었다. 계산 예는 $Y=0X_{1,1}+0 X_{2,3}+0 X_{3,3}+0.4027 X_{4,3}-0.0969 X_{5,2}+0 X_{6,1}+0.0311 X_{7,1}+0.1877 X_{8,2}+0 X_{9,1}+1.9782 X_{10,3}+0.3170 X_{11,2}+0.3283 X_{12,2}+0 X_{13,1} = 3.3419$ (III급지)와 같다.

따라서 사방댐을 건설하고자 하는 주변유역의 산림환경 및 하천형태학적 13개 인자를 조사하여 Table 5의 판정표를 이용하여 계산하면 사방댐의 시공적지를 예측할 수 있게 된다.

결 론

수량화이론(I)에 의한 연평균 퇴사량에 대한 각 인자별 상대점수를 분석하여 예방적인 측면에서 피해를 최소화하고 사방댐 시공시 댐 자체가 가지는 목적과 기능을 극

Table 4. General descriptions of site condition by prediction score of suitable site.

Factors		Class		
		I	II	III
X ₁	Parent rock	Igneous rock	Metamorphic rock	Sedimentary rock
X ₂	Forest type	Hardwood	Coniferous	Mixed
X ₃	Stand age	≤20year	25year≤	25year≤
X ₄	Soil depth	≤30 cm	31~40 cm	51 cm≤
X ₅	Soil texture	SCL	SiL	SiCL
X ₆	Gravel contents	41%≤	11~20%	≤10%
X ₇	Aspect	S~E	N~W	S~W
X ₈	Length of main stream	2,501~3,500m	2,501~3,500m	≤500m
X ₉	Number of total streams	21~25	16~20	≤5
X ₁₀	Length of total streams	5,501~10,000m	3,501~5,500m	≤1,000m
X ₁₁	Stream order	4≤ or 3	3	≤1
X ₁₂	Number of first streams order	16≤	11~15	≤2
X ₁₃	Slope gradient	31°≤	31°≤	≤25°

Table 5. Score table for suitable site of erosion control dam.

		Category						
		1	2	3	4	5	6	7
X ₁	Fact. Score	Sedimentary rock 0	Igneous rock 0.4413	Metamorphic rock 0.0549				
X ₂	Fact. Score	Coniferous 0.1998	Hardwood 0.2546	Mixed 0				
X ₃	Fact. Score	≤20year 0.3063	21~24 0.0986	25year≤ 0				
X ₄	Fact. Score	≤30 cm 0.3049	31~40 0.4125	41~50 0.4027	51 cm≤ 0			
X ₅	Fact. Score	SiCL 0	SiL 0.0969	SCL 0.1506				
X ₆	Fact. Score	≤10% 0	11~20 0.3748	21~30 0.9895	31~40 2.1821	41%≤ 6.2469		
X ₇	Fact. Score	N~E 0.0311	N~W 0.2237	S~E 0.3413	S~W 0			
X ₈	Fact. Score	≤500m 0	501~1,000 0.1877	1,001~1,500 0.6453	1,501~2,500 0.7993	2,501~3,500 0.6603	3,501m≤ 0.4023	
X ₉	Fact. Score	≤5 0	6~10 0.0972	11~15 0.2124	16~20 1.3039	21~25 1.4916	26~30 1.7683	31≤ 0.7126
X ₁₀	Fact. Score	≤1,000m 1.4328	1,001~2,000 1.8144	2,001~3,500 1.9782	3,501~5,500 1.5333	5,501~10,000 0.6638	10,001m≤ 0	
X ₁₁	Fact. Score	≤1 0	2 0.3170	3 0.3764	4≤ 1.3790			
X ₁₂	Fact. Score	≤2 0	3~5 0.3283	6~10 0.6011	11~15 1.0575	16≤ 0.7390		
X ₁₃	Fact. Score	≤25° 0	26~30 0.2595	31°≤ 0.2512				

대화시킬 수 있도록 각 인자의 category별 상대점수를 262 개 사방댐의 각종 인자에 반응시켜 계산한 추정치를 이용하여 사방댐의 적지를 예측하였다. 예측된 결과 I급지는 대체적으로 사면이 불안정한 화성암지역으로 지황 및 임황 등 산림환경인자는 사면침식에 대해 매우 불안정 하였고 하천형태인자도 많은 계류와 긴 유로를 가지는 경사가 급한 산림유역이 평가되었다. II급지는 변성암지역으로, 임상, 임령, 토심 등 산림환경인자는 사면침식에 대해 다소 안정적 이었으나 하천형태인자에 의하여 사면침식의 발생이 우려되는 산림유역이 평가되었다. III급지는 다른 모양에 비하여 사면이 안정되어 있는 퇴적암지역으로 25년생 이상의 침활 혼효림으로 이루어져 있고 토심, 토성 등 산림환경인자는 매우 안정적이었으며 또한 하천형태 인자에 의한 사면침식과 붕괴발생도 미약하고 사면경사가 완만한 야산지역으로 평가되었다.

사방댐을 건설하고자 할 때 시공적지를 예측 및 평가할 수 있는 판정표를 개발하였으며 판정표에 제시된 13개 인자의 category별 점수를 사방댐 건설 예정지 주변유역의

인자에 반응시켜 계산한 점수의 합계가 I급지(Very suitable site)는 5.6093점 이상이며 II급지(Suitable site)는 5.6092점에서 3.8541점 사이에 해당하며 III급지(Poor suitable site)는 3.8540점 이하의 지역으로 분석되었다.

따라서 각종 산지재해로부터 예방적인 차원의 사방사업인 사방댐을 건설하고자 할 때 객관적인 지표가 될 수 있는 판정표를 이용하여 시공에 따른 타당성과 시공적지를 예측함으로써 사방댐 자체의 기능을 극대화 시킬 수 있고 산지사면에서 발생하는 각종 재해에 대한 피해를 최소화할 수 있어 산림유역 관리에 많은 기여를 할 수 있을 것으로 판단된다.

인용문헌

1. 姜渭平, 村井宏, 大村寛, 麻鎬燮. 1986. 數量化(II)에 의한 山沙汰斜面的 危險度 判別. 韓國林學會誌 75: 32-37.
2. 建設交通部. 1999. 河川 工事計劃과 砂防計劃과 設計施工. pp. 14.
3. 麻鎬燮. 1994. 山地斜面的 崩壞危險度 豫測모델의 開發

- 및 實用化方案. 韓國林學會誌 83(2): 175-190.
4. 산림청. 1999. 산사태로 인한 수해 예방을 위한 사방담 준설작업. 보도자료 1-5.
 5. 楊根泰. 1991. 콘크리트砂防댐의 效果的인 施工方案. '91 實演砂防結果報告書 217-225.
 6. 尹龍男. 1972. 貯水池內 堆砂量의 空間的分布 豫測에 關하여. 大韓土木學會 創立20年 論文集 177-186.
 7. 尹豪重. 1989. 砂防댐의 施工構造에 關한 研究-京畿 및 忠北地域의 施工事例를 中心으로-. 서울大學校 碩士學位論文. pp. 39.
 8. 尹熙彬. 1990. 콘크리트砂防댐 龜裂防止에 對한 效果的인 施工方案. 第21回 全國砂防實務教育 및 세미나 73-90.
 9. 趙喜勳. 1987. 레미콘에 의한 사방댐의 시공효과. 第18回 全國砂防實務教育 및 세미나 185-225.
 10. 정원옥. 2001. 임도 절토 비탈면의 안정과 식생활착에 미치는 환경인자의 영향. 한국환경복원녹화기술학회지 4(2): 74-83.
 11. 崔 敬. 1986. 韓國의 山沙汰 發生要因과 豫知에 關한 研究. 江原大學校 博士學位論文.
 12. 한국지질자원연구원. 2004. 경기도 산사태 위험지 예측 진단 연구용역. pp. 183.
 13. 岩元賢. 1981. 治山ダムによる溪床の變動特性. 日林誌 63(5): 182-186.
 14. 梶原規弘, 塚本次郎, 入田愼太郎. 1999. ヒノキ人工林における下層植生のタイプと土壤侵蝕危險度との關係. 日林誌 81(1): 42-50.
 15. 水山高久, 石川芳治, 福澤誠. 1991. 流木の運動堆積機構と對策施工に關する研究. 土木研究所報告 183 : 91-134.
 16. 陶山正憲, 眞島征夫, 大谷義一. 1980. 治山ダムクラックの舉動におよぼす堤體溫度影響. 日本林學會大會 發表論文集 91: 451-452.
 17. 陶山正憲. 1985. 治山ダムクラックの分類と舉動に關する實用實驗. 林試研報 333: 1-24.
 18. 塚本良側. 1991. 森林は斜面の抑止にどれだけ役立っているか. 森林科學 3: 45-51.
 19. Carroll C., Merton L. and Burger P. 2000. Impact of vegetative cover and slope on runoff, erosion and water quality for field plots on a range of soil and spoil materials on central Queensland coal mines. Australian journal of soil research 38(2): 313-327.
 20. Chaplot V. and Le Bissonnais Y. 2000. Field measurements of interrill erosion under different slopes and plot sizes. Earth surface processes and landforms 25(2): 145-153.
 21. Wilson, D. 1985. Subjective techniques for identification and hazard assessment of unstable terrain. U.S.D.A. Forest Service Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station General Technical Report PNW-180 : Proceedings of a Workshop on Slope Stability : Problems and Solutions in Forest Management 36-42.

(2007년 3월 12일 접수; 2007년 4월 19일 채택)