

USLE を用いた流域における土砂流出管理の可能性

○パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 寄崎 高弘
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 山崎 一弘
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 岡村 武志
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 池田 幸資
 北海道開発局網走開発建設部 高田 利幸

1. はじめに

近年、都市化、農場整備、河川整備等の土地利用の変化に起因する土砂の濁りが河川や海域に生息する生物影響を及ぼす事例が増えている。これまでの水質対策は、汚濁の発生源が特定されており、そこから流出する汚濁負荷量を算出する方法がとられてきた。しかし、土砂流出に起因する濁りについては、発生源である樹林地、畑地、水田等が広く分布しているため、位置を特定しにくい。また、海域への土砂流入を考える際には、河川の上流から下流までの流域全体からの発生量を把握するため、広域の情報を扱う必要がある。そこで、本研究においては、北海道北東部に位置する常呂川を対象に、米国農務省で土壤保全基準評価に採用されている USLE (Universal Soil Loss Equation) を用いて土砂流出量を算出し、適切な流域の土砂管理を考える上での合意形成のツールとしての可能性について検討した。

2. 方法

2. 1 調査対象

調査対象である常呂川は、1市2町（北見市、訓子府町、置戸町）を流域に含む、流域面積 1,930km²、流路延長 120.0km の一級河川である。その源流は、置戸町南西部境、石狩山地の三国山 1,514m 東麓より発し、北東を流れて常上で支流を集め、常元を流れて勝山で仁居常呂川、中里でオンネアンズ川を集水し、置戸町を貫流して、北見盆地に流入する。その後、訓子府町で南部山地の山谷を集水して、北見市の北東を流れ無加川及び訓子府川等の支流を合流しながら、端野で北に進路を変え、北見市北部山地より発した仁頃川を集め、常呂平野を貫流してオホーツク海に注いでいる。

2. 2 土砂流出量の算定モデル

土壌の侵食量は、降雨、斜面長、傾斜、土質、植生、保全対策などの多くの組み合わせにより決定される。現在、土壌表面侵食量を推定する方法には、経験式、理論式等多岐にわたる。本研究においては、植生を含めた複数の要因に対応するモデルで米国農務省で土壤保全基準評価に採用されている土砂流亡予測式である USLE を用いて土砂流出量の算定を行った。また、流域全体の USLE の計算には、地理情報システム (GIS) を用いた。

USLE 式 $A=R \times K \times L \times S \times C \times P$

A:単位面積当たり流亡土量 (t/ha), R:降雨係数 (t・m²/ha・h), K:土壌係数 (h/m²), L:斜面長係数, S:傾斜係数, C:作物管理係数, P:保全係数を表す。

2. 3 USLE の係数設定

USLE は、わが国の農地でも適用されているが、急傾斜等、農地以外の土地被覆・管理状態にある流域全体の適用には、土地利用毎に野外試験を実施して各係数を把握する必要がある。しかし、当該地域では、このような試験は実施されていない。そこで、本研究においては、次のとおり係数設定を行った。

1) 降雨係数 (R)

降雨係数 R の算定は、常呂川流域内に位置する降雨観測所（常呂・北見・仁頃山・境野・留辺蘂・北見中山の 6 観測所）の実測値から計算した（細山田, 1984）。

表 1 降雨係数

年度	境野	常呂	仁頃山	北見	北見中山	留辺蘂
H3	13.43	27.45	6.45	19.11	25.59	18.62
H4	98.70	62.47	116.01	109.96	58.32	84.59
H5	32.22	36.13	14.73	35.13	19.43	28.14
H6	52.82	50.74	44.82	34.21	47.67	105.99
H7	67.67	33.31	40.78	33.75	38.47	37.19
H8	15.66	19.26	14.60	12.80	27.13	16.08
H9	43.82	11.61	7.18	29.05	39.38	118.71
H10	130.64	71.26	115.21	151.07	139.79	86.56
H11	58.72	18.22	15.34	32.05	27.87	31.11
H12	24.39	49.13	36.35	48.92	49.98	44.91
H13	86.20	58.77	89.42	91.95	163.10	50.11
H14	38.01	23.78	48.46	41.25	94.55	62.56
H15	70.94	39.71	47.01	44.46	82.42	74.57
H16	49.49	24.85	18.39	64.12	24.73	42.29
H17	97.14	21.76	52.28	21.89	114.09	83.70

キーワード：流域スケール、GIS、土砂流出、USLE

発表者連絡先：札幌市北区北 7 条西 1-2-6 TEL 011-700-5227

2) 土壌係数(K)

土壌の浸食能の係数で、土壌の透水性、降雨及び流出による剥離・輸送に抵抗する性質など、それぞれの特性が組み合わされた土壌の浸食に対する反応性の尺度である。しかし、常呂川流域における土壌係数の設定は無いため、ここでは、北海道北雨地区の値 0.31 を採用した（農林水産省,2002）。

3) 地形係数(LS)

地形係数は、次式で算定することができる。また、本研究においては、国土数値情報 50m 標高メッシュ値を用いて、計算を行った。

$$LS = (L/20.0)^{0.5} (68.19 \sin^2 \theta + 4.75 \sin \theta + 0.068)$$

ここに、L: 斜面長(m)、 θ : 勾配 (度)

4) 作物係数(C)

作物係数 C は、休閑地（裸地状態のほ場）の流亡土量と、それに対応する特定の条件の下で作付されているほ場からの流亡土量の割合を示すものである。本研究においては、国土数値情報土地利用メッシュの区分に基づき、田 0.3、畑 0.4、森林 0.01、荒地 0.3、市街地 0、幹線交通用地 0、ゴルフ場 0.02、その他用地 0 とした（農水省,1992;北原,2002）。

5) 保全係数(P)

保全係数は、畝立て方向、等高線栽培などによって土壌流亡を抑制しようとする保全的管理の効果を示す係数である。本研究においては、田 0.1、畑 0.4、森林 0.1、荒地 0.4、市街地 0.1、幹線交通用地 0、ゴルフ場 0.3、その他用地 0.1 とした（農水省,1992;北原,1992）。

3. 結果

USLE により流域の土砂流出ポテンシャルの分布を計算し、平成 3 年から平成 17 年までの年間土砂流出量を算定した（図 1、図 2）。

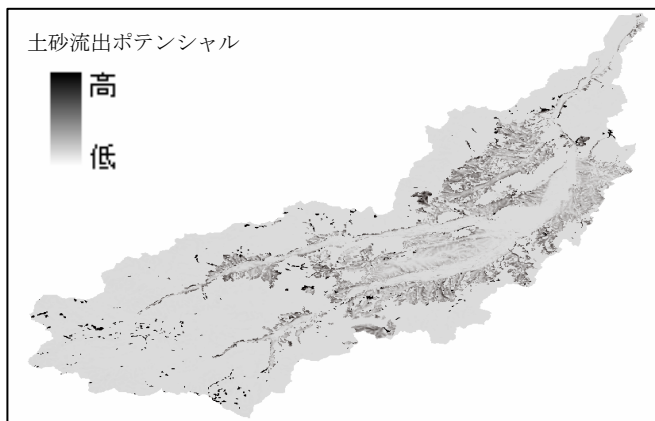


図 1 常呂川流域の土砂流出ポテンシャル

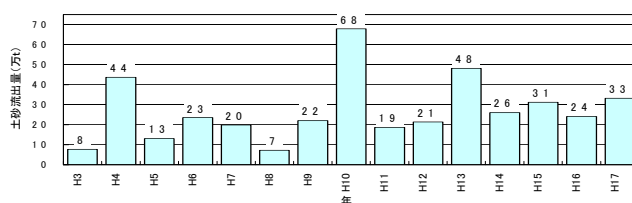


図 2 流出土砂量の算定

その結果、平成 10 年が 68 万 t と最も高く、次いで平成 13 年の 48 万 t、平成 4 年の 44 万 t となっている。

4. 考察

過去 15 年間に於いて、USLE による土砂流出量が高い結果となった平成 10 年は 9 月に台風 5 号による土砂流出、平成 13 年は 9 月の台風 15 号による土砂流出、平成 4 年は 9 月の台風 17 号による土砂流出が生じており、台風の大雨時に大量の土砂流出が生じている。平成 13 年の台風 5 号の出水時には、河口部のホタテガイが大量に斃死する被害が生じており、土砂流出に起因するものとされている。また、経年的に土砂流出は、増加傾向にある。これは、流域の農地面積増加等の土地利用変化に起因するものと推察される。

このように USLE を用いることにより、流域の土砂流出量を経年的に算出することが出来るが、定量的な土砂流出量モニタリングや継続的な水質調査が実施されていないため、算出土砂量と実際の土砂量との検証が行えていない。また、今回の検討は、流域全体を網羅している既存資料を用いたため、植林地における林道、河川敷の畑等の土地利用を考慮できていない等の課題が残る。しかし、流域スケールにおける土砂管理を考える上で、本研究で用いたような既存の資料を活用し、GIS を用いて簡易に土砂流出量を算出する手法は、土砂流出抑制に係る対策の実施場所、工法等の選定について、流域住民の合意形成を含む政策の意思決定に有効なツールとして活用できるものとする。

参考文献

- 1) 北原 曜 (2002) ,植生表面侵食防止機能.砂防学会誌 54:92-101
- 2) 農林水産省 (2002) ,土地改良事業計画指針
- 3) 細山田 健三 (1984) ,侵食流亡土量の予測に関する USLE の適用について (I) ,農業土木学会誌 52:315-321