

飯館村の河川における放射性セシウムの観測とGeoWEPPによる動態評価

Field Monitoring and Evaluation using GeoWEPP of Radiocesium Movemets at River in Iitate

keywords: Radiocesium, Soil erosion, Field monitoring, GeoWEPP, Iitate village

大澤 和敏¹・片山 高嗣²・辰野 宇大²・田野井 慶太郎²・西村拓²・溝口 勝²

¹ 宇都宮大学農学部・² 東京大学大学院農学生命科学研究科

背景

現況

福島第一原子力発電所事故で大量の放射性物質が飛散 → 除染が必要

除染の課題

- 対象面積が広大
- 汚染地の多くが除染活動の行いにくい山間地
- 放射性物質がどのように移動・移行するか不明

放射性セシウムと既往の研究

- Csは粘土鉱物や有機物に捕捉され、飛散した多くが土壌表層に存在
- Csの移動の広域評価の報告は少ない(山口ら, 2013)

Csの広域的動態評価

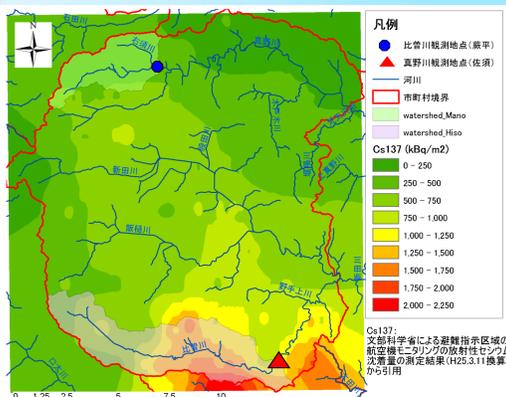
土砂の動態 ≡ Csの動態

目的

福島県飯館村の真野川、比曾川流域を対象とした

- 農林地からの¹³⁷Cs流出量を現地観測によって定量化
- 土壌侵食、土砂流出モデルであるGeoWEPPの¹³⁷Csの広域的動態評価

対象地概要:福島県飯館村



真野川

流域面積: 10.8km²
特徴: Cs沈着量が小さい
観測場所: 真野川下流部の滑地区

比曾川

流域面積: 25.6km²
特徴: 上流側は帰還困難区域の長泥地区を含む
観測場所: 比曾川下流部の蕨平

Fig.1 飯館村観測地点と¹³⁷Cs沈着量

研究方法

モニタリングの方法

モニタリング期間は2013年6月～同年12月

Cs流出量(懸濁態)の濃度測定, 定量化

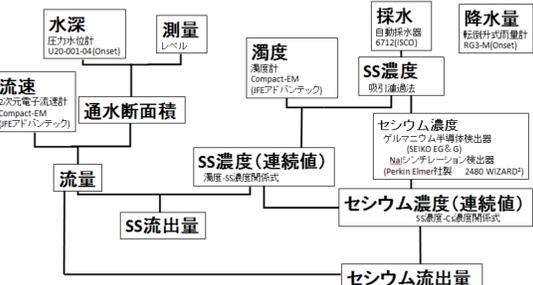


Fig.2 計測および試料分析の流れ

- 水深、流速の値を用いて、対数分布則により河川の流量を算出
- 採水した試料を吸引濾過後、SS濃度に換算し、濁度-SS濃度関係式を作成
- Ge半導体検出器、NaIシンレーション検出器により、Csの線量を測定後、SS濃度-Cs濃度関係式を作成
- Cs流出量 = 流量 × Cs濃度

溶存態のCs濃度測定

- 濾液を採水期間ごとに混合し、蒸発乾固
- Ge半導体検出器によってCsの放射線量を計測
- Cs濃度に換算

粒度別のCs含有率

- ふるいで礫、粗砂、細砂、シルトと粘土の混合に当たる懸濁物質に分離
- NaIシンレーション検出器によってCsの放射線量を計測
- Cs含有率に換算

シミュレーションの方法

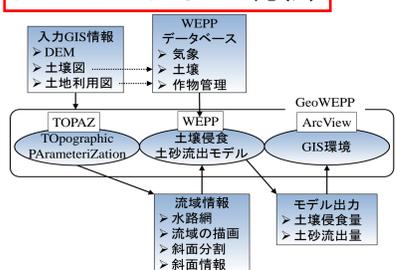


Fig.3 GeoWEPP概要

GeoWEPP概要

土壌侵食・土砂流出の広域動態評価モデル
日毎や一降雨毎の解析が可能
2013年6月から12月の降雨データは観測値

シミュレーションの流れ

- 土砂流出量算出, モデルの適合性評価
- ¹³⁷Cs流出量算出, モデルの適合性評価
Cs流出量換算式

$$C_s = Sed_y \times \frac{C_d}{BD \cdot dep}$$

C_s : Cs流出量 (Bq・m²・y⁻¹)
 Sed_y : 土砂流出量 (g・m⁻²・y⁻¹)
 C_d : Cs沈着量 (Bq・m⁻²)
 BD : 土の乾燥密度 (g・m⁻³)
 dep : Csがある土壌深さ (m)

※BD = 1 (g・cm⁻³), dep = 0.05 (m) と仮定

- 土地利用の変更による除染促進効果検証
土砂流出量増加 → Cs流出量増加
森林 → 計画的伐採 畑地・荒地 → 伐採 + 耕起

Fig.4 Cs流出量換算式イメージ

結果

モニタリングの結果

Csの輸送形態について

- 懸濁態と溶存態Cs濃度
 - 両濃度間には相関があり、比曾川のほうが高濃度
 - 溶存態濃度の懸濁態濃度に対する割合は1%~4%
 - 河川からのCs流出における溶存態の影響は小さいと考えられる

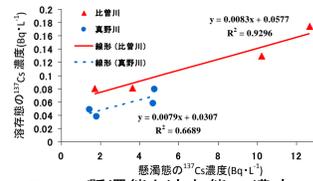


Fig.5 懸濁態と溶存態Cs濃度

SS濃度とCs濃度との関係

- 汚染の深刻な比曾川の方が多くの¹³⁷Csを含んだ
- 両河川においてほぼ線形の関係がみられた
- Csの流出に懸濁物質が大きく寄与している

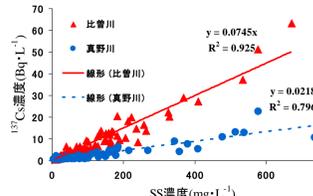


Fig.6 SS濃度と¹³⁷Cs濃度

Cs含有率について

- 比曾川では、50~100kBq/kgの範囲内
- 真野川では、10~30kBq/kgの範囲内
- ある程度以上の高SS濃度で¹³⁷Cs含有率は一定
- 極めて低いSS濃度で¹³⁷Cs含有率は高い値を示した

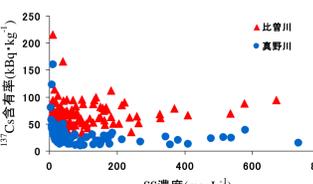


Fig.7 SS濃度と¹³⁷Cs含有率

粒度別の¹³⁷Cs含有率割合

粘土やシルト、細砂などの細流成分やCsが吸着していることが確認された

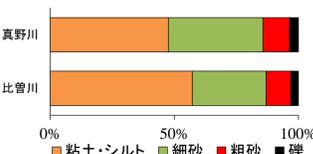


Fig.8 粒度別の¹³⁷Cs含有率割合

強熱減量と¹³⁷Cs含有率の関係

- 両河川とも正の相関が確認できるが、ばらつきが大きい
- ¹³⁷Csが有機物だけでなく、粘土等の無機物にも吸着していたためと考えられる

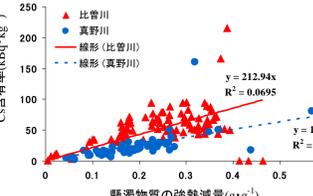


Fig.9 強熱減量と¹³⁷Cs含有率の関係

Csの輸送量について

Table 1 観測期間中の¹³⁷Cs輸送状況

	真野川	比曾川
¹³⁷ Cs流出量 (GBq)	7.3	32.7
流域面積 (m ²)	10.8	25.6
単位面積当たりの ¹³⁷ Cs流出量 (kBq・m ⁻²)	0.67	1.28
土壌への沈着量 (kBq・m ⁻²)	421	1017
¹³⁷ Cs流出率 (%)	0.16	0.13

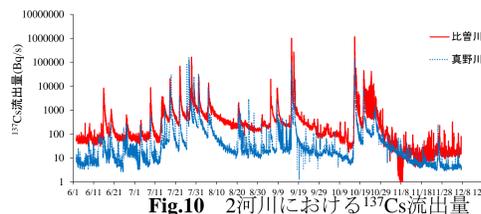


Fig.10 2河川における¹³⁷Cs流出量

シミュレーションの結果

土砂流出量の解析結果

- 真野川流域: 観測値284.0t, 計算値196.4t (2013年6~11月の総土砂流出量)
- 比曾川流域: 観測値314.5t, 計算値269.8t (2013年6~11月の総土砂流出量)

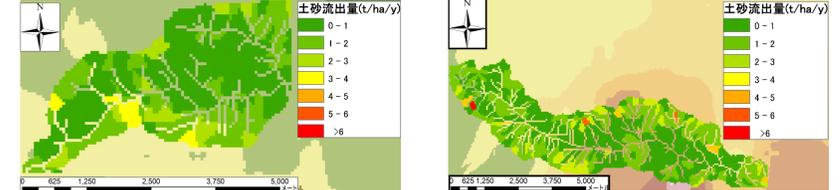


Fig.11 年間単位面積当たりの土砂流出量の分布図(左:真野川流域 右:比曾川流域)

¹³⁷Cs流出量の解析結果

- 真野川流域: 観測値(推定)0.88kBq・m⁻²・y⁻¹, 計算値0.90kBq・m⁻²・y⁻¹
- 比曾川流域: 観測値(推定)1.68kBq・m⁻²・y⁻¹, 計算値1.98kBq・m⁻²・y⁻¹

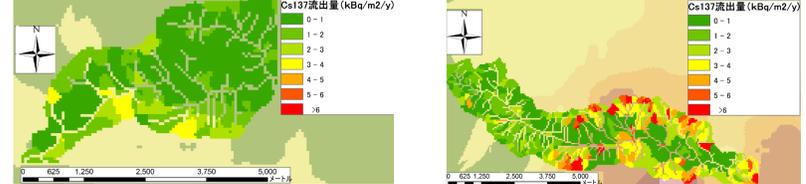


Fig.12 年間単位面積当たりの¹³⁷Cs流出量の分布図(左:真野川流域 右:比曾川流域)

Table 2 自然流去による¹³⁷Cs流出と除染年数

	¹³⁷ Cs沈着量 (kBq・m ⁻² ・y ⁻¹)	¹³⁷ Cs流出量 (kBq・m ⁻² ・y ⁻¹)	除染にかかる年数
真野川	458.3	0.9	509
比曾川	1026.5	1.98	518

除染促進案の解析

- 真野川流域: 現況0.90kBq・m⁻²・y⁻¹, 変更後582.98kBq・m⁻²・y⁻¹
- 比曾川流域: 現況1.98kBq・m⁻²・y⁻¹, 変更後1160.87kBq・m⁻²・y⁻¹

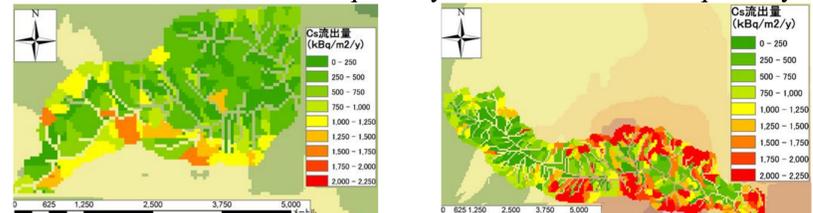


Fig.13 年間単位面積当たりの¹³⁷Cs流出量の分布図(土地利用変更後)