

セシウム-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) を用いた広域にわたる湿原堆積土砂量の推定

北海道大学大学院農学研究科 JSPS 特別研究員	水垣 滋
応用地質 (株)	住友慶三
(財) 北海道河川防災研究センター	新庄 興
国土交通省 北海道開発局 釧路開発建設部	平井康幸
北海道大学大学院農学研究科	中村太士

## 1. 研究目的

過去 100 年程度の流域地表攪乱により、土壌流亡、水質汚濁や河床低下、海岸侵食といった国土保全上の問題と同時に、森や水辺空間の減少に対し自然環境保全への世論が高まっている。このような背景から山地から海域まで流域一貫した土砂管理システムの構築が求められており、長期的な細粒土砂動態の把握が急務となっている。ダム堆砂データや樹木年代学的手法は上流域の堆積履歴解析に有効であったが、近年、放射性同位体 ( $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ ) を用いた解析手法が流域末端部の細粒堆積物に有効であるとして注目を浴びている。

湿原植生の激変および湿原面積の減少が指摘されている釧路湿原では、1960 年代の大規模な土地利用改変以降の土砂・栄養塩流入が問題となっている。自然再生推進法の施行をうけて組織された「釧路湿原自然再生協議会」土砂流入小委員会では、1980 年当時の湿原環境の復元を目標とし、久著呂川流域を対象に湿原への流入土砂量軽減策を検討している。既存研究では、排水路造成・流路直線化による急勾配化と河床低下・上昇現象のカズムや土砂堆積速度の変化が報告されてきたが (Nakamura et al., 2004; Mizugaki et al., accepted)、土地利用改変後の累積的な堆積土砂量については未だ明らかでない。本研究の目的は、長期的な湿原への土砂流入・堆積量を把握するため、湿原内の広域にわたり氾らん堆積量を推定することである。久著呂川の湿原流入部約 4 km<sup>2</sup> を対象とし、1963 年の表土指標となるセシウム-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) を用い、地形測量及び土壌断面観察に基づいた土砂堆積量の推定を試みた。

## 2. 研究方法

2.1  $^{137}\text{Cs}$  法

$^{137}\text{Cs}$  は 1950~60 年代前半の大気核実験により生成され地表に降下し、土壌微細粒子に特異吸着している。降下量のピークは 1963 年に観測され、堆積土層の  $^{137}\text{Cs}$  濃度深度分布を解析することにより、1963 年表土の判別と近 40 年間における土砂流出履歴を推測できる。

## 2.2 調査地及び野外調査

調査対象流域とした久著呂川流域の中・下流域では、1950 年代後半より農耕草地開発により湿地が農地に転換され、それに伴い 1966 年から 1980 年にかけて約 10km 延長の明渠排水路が造成された。排水路末端部より下流は天然記念物及び国立公園の指定を受けており、開発はされていない。調査地は久著呂川明渠排水路の湿原流入部から下流網状流路の発達範囲までとし、全 17 測線、98 地点を調査地点として設けた。測線は排水路延長方向に垂直に設置し、それらの間隔は 200~300 m とした。土壌調査地点は、測線上の流路から両岸または片岸方向に約 200~500 m まで 100 m 間隔に設置した。各測線では GPS 測量により地表面の微地形を把握し、土壌調査地点では検土杖またはオガーによる土壌コア試料の採取と土壌断面の観察を行った。また、 $^{137}\text{Cs}$  分析のために、3 測線の右岸流路沿い及び流路から両岸へ 100 m 地点 (計 9 地点) において、コアサンプリングにより深さ約 70~200 cm まで 2.5 cm ずつ土壌試料を採取した。

## 2.3 分析・解析方法

採取した土砂試料を風乾後 2mm メッシュの篩に通しプラスチック容器に密封し、 $^{137}\text{Cs}$  測定試料とした。堆積土砂の  $^{137}\text{Cs}$  濃度は、北海道大学アイトプ総合センターの  $\gamma$ 線スペクトロメータにより  $\gamma$ 線を 80000 秒間検出することにより測定した。また、堆積土砂の粒度分析及び有機物含有率測定も行った。

### 3. 結果

#### 3.1 土砂堆積範囲の推定

湿原内の地表植生は主にヨシ・カガなどの草本や未分解有機物（泥炭）により被覆されており、出水時に湿原内で溢水氾らんが生じた場合の粗度は高くなるため、流速は激減し濁度成分は泥炭上に沈降堆積するものと思われる。そこで、各測線上の調査地点において土壌断面観察を行い、最表層が泥炭で構成されているか否かを確認し、近年の氾らん堆積域を確定することとした。

明渠排水路近傍では主に自然堤防上に土砂が堆積しており、排水路末端部に近くなるにつれて右岸側に堆積域の広がり確認できた。排水路末端部より下流 600 m までは、流路より両岸へ約 300 m まで土砂が堆積していることを確認できた。一方、排水路末端部より下流 900~1500 m では設定した調査地点の表層に泥炭層を確認できなかったことから、さらに流路から離れた地点にまで土砂が堆積していることが示唆された。さらに、2100~2500 m では流路から 200 m 以内に堆積しており、急激に氾らん堆積域が減少していることがわかった。

#### 3.2 堆積土砂の物理特性

各調査地点の有機物含有率および粒度分析結果から、全般的に以下のような特徴が見られた。土層断面観察によって泥炭層と判別された土壌の有機物含有率は 30~50% 以上と極めて高かった。一方、泥炭層上の堆積土砂と判別された層では有機物含有率が 10~20% 未満と低く、平均粒径は比較的大きい。自然堤防上における平均粒径の深度分布には泥炭層上に 0.1 mm 以上を示す土層が数枚検出されたことから、数度の出水イベントによる堆積をうけたことが示唆された（図-1）。

#### 3.3 $^{137}\text{Cs}$ 濃度深度分布と平均堆積速度

ほとんどの地点において  $^{137}\text{Cs}$  濃度深度分布に明瞭な  $^{137}\text{Cs}$  ピーク層が深部に認められ、泥炭層と堆積土砂との境界面付近に位置していた（図-1）。 $^{137}\text{Cs}$  ピーク層を 1963 年表土とすると、泥炭層上の堆積物はおおむね 1963 年以降のものを見なすことができる。ちなみに年平均堆積速度は 3.1~29 mm/year の範囲で算出され、左岸より右岸で堆積厚が大きいことが明らかとなった。

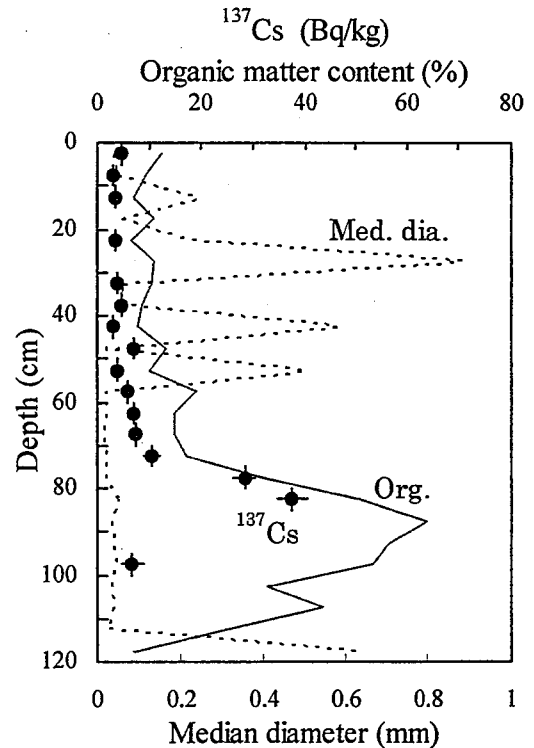


図-1 土壌物理特性と  $^{137}\text{Cs}$  の深度分布

### 4. 考察

泥炭上の堆積物を 1963 年以降のものとして 1963 年の表土面を決定し、泥炭・土砂境界面の勾配と現地表面勾配を基準に全測線について 1963 年以降の堆積面積を算出した。各調査地点の地層ごとに測定した含水比、土粒子密度及び強熱減量から土砂成分の混入比を算出し、1963 年以降の堆積面積にかけて、平均断面法により調査地全体の 1963 年以降の実質堆積土砂量を推定した。さらに堆積土砂の粒径を 0.075 mm を基準に粗粒土砂と細粒土砂とに区分し堆積量を推定した。その結果、湿原流入部における 1963 年以降の年平均堆積量は、粗粒土砂が 400 m<sup>3</sup> (1060 t)、細粒土砂が 2800 m<sup>3</sup> (7420 t) と推定された。この値は、久著呂川下流部の明渠排水路における定点水文観測により推定された湿原への浮遊砂流入量と同オーダーで、かつ数値的にもほぼ一致することから、調査地の範囲内にほとんどの土砂が氾らん堆積していると推察される。また土砂堆積量が右岸側に多いことは、衛星画像解析から推定した 1983 年以降の濁水氾濫域の分布 (Kameyama et al., 2001) とほぼ一致しており、近年の出水イベントによる氾らん堆積が右岸側に偏っているといえる。詳細な地質・地形調査及び土壌物理特性試験に加えて  $^{137}\text{Cs}$  を用いることで、長期的な土砂堆積量を広範囲に精度良く推定できることが明らかとなった。

【引用文献】 Kameyama et al. (2001) Remote Sensing of Environment 77: 1-9., Mizugaki et al. (accepted) CATENA., Nakamura et al. (2004) CATENA 55: 213-229.