

森林流域からの ^{137}Cs の流出に与える砂防堰堤の影響

○小田智基（東京大学）・大手信人（京都大学）・堀田紀文（筑波大学）・遠藤いず貴（東京大学）
・伊勢田耕平（東京大学）・田野井慶太郎（東京大学）

1, はじめに

東日本大震災により、福島原子力発電所から放出された ^{137}Cs は福島県東部の森林域に大量にもたらされた。 ^{137}Cs は半減期が 30.1 年と長く、長期間にわたって環境中に残存し影響を及ぼす可能性がある。そのため、 ^{137}Cs の森林生態系における動態や系外への流出量を把握することは重要な課題であり、これまで多くの研究がなされている。その中で、 ^{137}Cs は森林土壌内で粘土鉱物や土壌有機物に吸着されるため、主に土壌の表層に集積していると言われている。さらに、 ^{137}Cs が森林生態系外に流出する主なメカニズムには、侵食された森林土壌とともに運搬されることが知られている。

一方、土砂生産の多い山地流域では、砂防、治山堰堤が建造されていることが多く、森林から流下する土砂が堰堤によって捕捉される。そのような流域では、森林からの ^{137}Cs の流下過程において、堰堤による土砂捕捉の影響は大きいと考えられる。森林域から流出し、河川に流下する ^{137}Cs 量を正確に予測するためには、砂防堰堤における土砂の捕捉が ^{137}Cs の流下に与える効果と、堆砂地での ^{137}Cs 動態を把握することは重要である。本研究では、砂防堰堤の堆砂地においてリターや土壌中の ^{137}Cs 濃度の空間分布を把握することにより、砂防堰堤の堆砂地にどのように蓄積されているのかを検討し、 ^{137}Cs 流下に対して砂防堰堤が与える影響を明らかにすることを目的とした。

2, 方法

2. 1, 観測地

阿武隈川水系広瀬川集水域の上流に位置する福島県伊達市霊山町大字上小国三保における森林源流域を対象とした。主な植生は 50 年生のスギ人工林とコナラ、ケヤキの広葉樹林である。本流域には、未満砂の幅 20m 程度の砂防堰堤が 100m 以内に 3 基連続して設置されており、全て未満砂である。最も上流にある砂防堰堤（ダム 1）（写真 1）と上流から 3 番目の砂防堰堤（ダム 3）を研究対象とした。



写真 1 砂防堰堤（上流）の写真

2. 2, 観測・分析方法

2014 年 8 月 23 日に上流部の砂防ダム堆砂地において、9 月 23 日に下流部の砂防ダム堆砂地において、リターと土壌を採取した。砂防堰堤の堆砂地を図 1 のような格子状に、まずリター層の深さを測定し、リターをビニール袋に採取した後、リター層を取り除き、土壌を採取した。土壌採取には、ライナー採土器（大起理工業製）を用いて、表層から 30cm の円筒状の採土管に土壌を採取した。

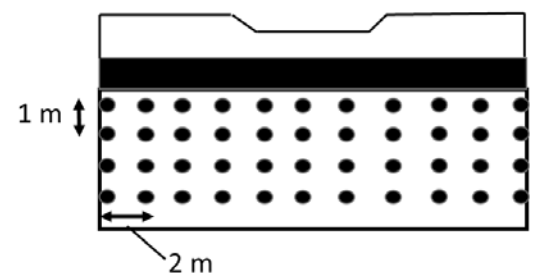


図 1 砂防堰堤におけるリター、土壌の採取地点

採取した土砂は持ち帰り、30cm の円筒を 0-3 cm, 3-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm に切り分け、それぞれを乾燥し、 ^{137}Cs 濃度を NaI(Tl) WIZARD2 Gamma Counter, PerkinElmer を用いて計測した。リターも同様に ^{137}Cs 濃度を計測した。さらに、同土壌を用いて、土壌中の有機物量の指標として、強熱減量を計測した。強熱減量は、採取した土壌サンプルを 600℃ のマッフル炉内で 4 時間加熱し、減じた重量の熱する前の重量に対する割合とした。

3. 結果

3. 1, リター中の ^{137}Cs 濃度分布

砂防堰堤内に堆積しているリター層は、ダム 1、3 でそれぞれ平均 10cm、1cm であった。リター層の平均 ^{137}Cs 濃度を図 2 に示す。砂防堰堤の堆砂地を端の斜面部と中央の堆積地に分離すると、ダム 1 では、斜面部で平均濃度が 8900 Bq/kg、堆積地で 7400 Bq/kg であり、ダム 3 では斜面部で平均濃度が 9500 Bq/kg、堆積地で 5300 Bq/kg であった。堆砂地の中央部で明らかに ^{137}Cs 濃度が低かった。

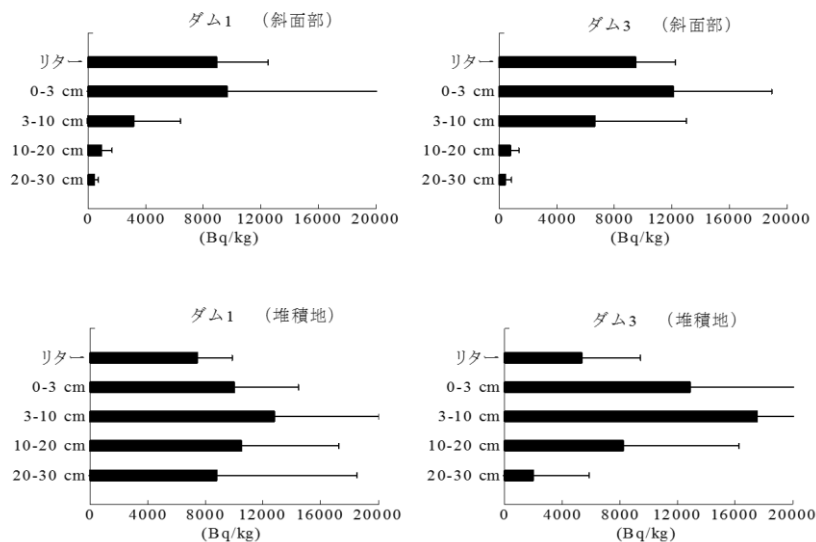


図 2 ダム 1、ダム 3 の斜面部と堆積地におけるリター層、土壌の深度方向の ^{137}Cs 濃度分布

3. 2, 堆積土砂の ^{137}Cs 濃度分布

堆積土砂の ^{137}Cs 濃度は、斜面部では 0-3cm の深さで ^{137}Cs 濃度が高く、10cm より深い層では 1000Bq/kg 以下であった。それに対して、堆積地は、ダム 1、3 とともに 3-10cm の層で 12000Bq/kg 以上と最も濃度が高く、20cm より深い層では最も低かった。上流のダム 1 では 8000Bq/kg 以上の高濃度の ^{137}Cs が見られ、深い土層に ^{137}Cs 蓄積が見られた。

4. 考察・結論

同流域の森林土壌における ^{137}Cs 濃度の鉛直方向の分布と比較すると、斜面部の ^{137}Cs 濃度鉛直分布は同様の傾向であり、濃度も同程度であった(橋本, 2015; 遠藤, 2015)。しかし、土砂やリターが堆積する堰堤堆砂地の中央部では、森林土壌と異なり、深くまで ^{137}Cs 蓄積が見られた。

そこで、土壌中 ^{137}Cs 濃度と強熱減量

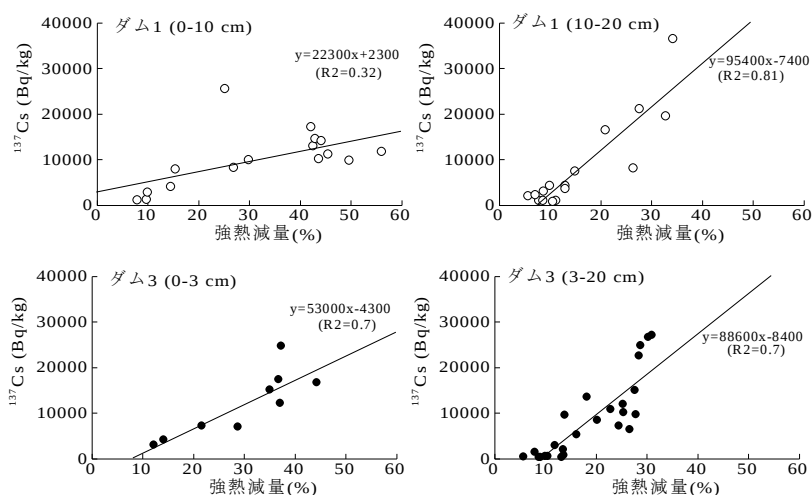


図 3 ダム 1、ダム 3 の 0-10cm、10-20cm の土壌における、強熱減量と ^{137}Cs 濃度の関係

量(図 3) の関係を調べたところ、有機物含量が高いほど、 ^{137}Cs 濃度が高いことが示された($R^2=0.6$)。これは、一般的に表層に有機物量が高く、 ^{137}Cs 濃度も表層に濃度が高いことが示されていると考えられる。さらに、表層の土壌を除いて、強熱減量と ^{137}Cs 濃度の関係を調べると(図 3)、ダム 1、ダム 3 において、それぞれ強い相関が見られた($R^2>0.8$)。この結果から、表層の堆積土壌と深層の堆積土壌で有機物量と ^{137}Cs 濃度の関係が異なることが分かった。2011 年の ^{137}Cs 降下時には、表層に ^{137}Cs が集中していたと考えられるが、その後の上流からの比較的 ^{137}Cs 濃度の低い土砂やリターの供給により、 ^{137}Cs 濃度の高い層が埋もれたと考えられる。

砂防堰堤内では、10cm より深部の ^{137}Cs 濃度は明らかに森林土壌における ^{137}Cs 濃度よりも高く、単位面積当たりの ^{137}Cs 蓄積量は砂防堰堤内において多いと言える。さらに、リターの蓄積量が上流部において下流部の堰堤や森林土壌よりも多く、リターを補足することによる ^{137}Cs 蓄積の効果は明らかであった。そのため、本研究による結果から、砂防堰堤において、土砂やリターが捕捉されることにより ^{137}Cs が蓄積され、下流への ^{137}Cs 流出がある程度抑えられていることが考えられる。