

砂防ダムからの鉄とマンガンの溶出と沈着

山形大学農学部生物環境学科 正会員 大久保 博
山形大学農学部生物環境学科 学生会員 ○坂本 珠美
東日本旅客鉄道株式会社 非会員 矢口 敏幸
山形大学農学部生物環境学科 正会員 前川 勝朗
国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所 法人会員 近岡 信一

1. はじめに

砂防ダム堆積土層内には流域からの有機物が堆積し嫌氣的分解が起こっている。嫌氣的分解に伴い、砂防ダム下流へ還元された Fe^{2+} や Mn^{2+} が溶出する。下流に溶出した Mn^{2+} と Fe^{2+} は酸素の豊富な渓流水に触れ酸化され、石や岩石に沈着する。Feは「赤い河床」、Mnは「黒い河床」を形成し、これらは河川景観の変化をもたらす。以上の作業仮説の検証のために、FeおよびMnの河床への沈着量・堆積土層内間隙水中での濃度、河川水中での濃度を測定した。また、室内実験によりMn溶出の温度依存性および有機物依存性について確認した。

2. 調査概要

調査対象は赤川水系梵字川支流早田川で、流域面積は 40.52km^2 、流路長は 15.51km 、標高は $991\sim 260\text{m}$ である。砂防ダムは3基あり、第1砂防ダムと第3砂防ダムは満砂、第2砂防ダムは未満砂状態である (Fig.1)。調査区間は岩魚沢と道行沢の合流部 (第3砂防上流) から梵字川合流部までの約 8km 区間とした。また、堆積土層内の水質調査は第1砂防ダム、第2砂防ダム堆積土層でのボーリング孔内で採水した。

砂防ダム下流河床でのMn・Feの沈着量を把握するために、砂防ダム上下流の河床にある石の中で最も赤黒い石 (以後川石) を13地点で1つずつ採取した。またこれらの採取した川石は本来あった地点が不明なため、付近の淵の水面下にある岩盤の表面からサンプル (以後岩盤) を第3砂防上流を除く12地点で採取した。沈着量はEPMAにより測定し、その強度から存在割合 (質量百分率; Wt%) を求めた。また光学顕微鏡により表面の沈着物の厚さを測り定量した。FeおよびMnの分析は、分光光度計により Mn^{2+} 濃度はホルムアルドキシム法、T-Fe濃度はフェナントロリン法により測定した。



Fig.1 調査地概要

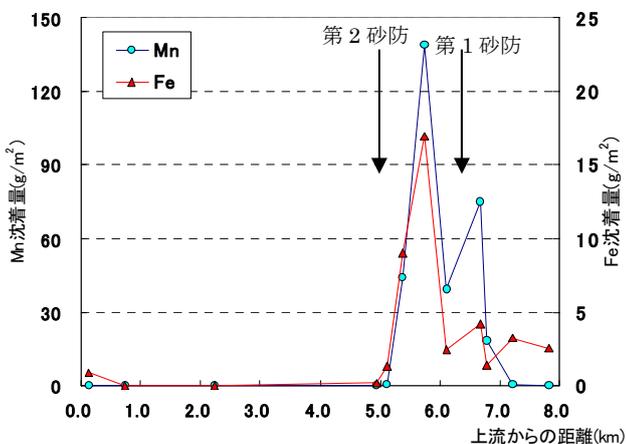


Fig.2 FeとMnの沈着量

3. 調査結果と考察

Fig.2は岩盤におけるFeとMnの沈着量を示したものである。横軸は上流の第3砂防からの距離である。第2砂防ダムより下流で顕著に見られ、下流にいくにつれて減少していく傾向にある (Fig.2)。また、濃度と沈着量との間には関係が見られない (Fig.3)。これは、沈着量は長い間の履歴を表すのに対して、砂防ダム上下間での Mn^{2+} 、T-Feの濃度は今年度の限られた期間の濃度であることが相関が見られない理由であろう。さて、Mnの下流での最大沈着量は 138g/m^2 であるから、H6年の竣工

時から沈着が始まったと仮定すると沈積速度は $34\text{mg/m}^2/\text{day}$ となる。これは藤永ら (2005) の湖沼における値 $20\sim 40\text{mg/m}^2/\text{d}$ と同程度である。

Fig.4 は、堆積土層内の Fe と Mn の鉛直分布である。第 2 砂防ダムの濃度は第 1 砂防ダムに比べ 10^2 オーダ倍となり高い値である。また、第 1 砂防堆積土層の Mn^{2+} 濃度は、表層部では非常に高く、第 2 砂防では、7m 付近の濃度が高くなっていた。この要因は、上層下層の水温の違い、有機物の量などの違いではないかと考えられる。

4. 室内実験の概要

材料は第 2 砂防堆積土層内土砂を用いた。表層からは落葉落枝を採取した。容器に土砂 100g、落葉落枝 10g に蒸留水を加えて 250ml にしたサンプル (葉あり: $4 \times 3 = 12$ 本) を恒温水槽水温を 15°C , 20°C , 25°C , 30°C の 4 種類に設定し 5 日, 10 日, 15 日後に測定した。対照区は土砂のみを用いた (葉なし: 12 本)。測定項目は Mn^{2+} ・ Fe^{2+} 濃度, 有機物量とし, 有機物量は強熱減量により測定を行なった。

5. 実験結果と考察

Fig.5 は実験結果である。両グラフともに 15°C のケースを除くと日数の経過とともに Mn 濃度は上昇している。また、「葉あり」の場合には温度依存性を示していると思われる。Fig.6 は実験区 (葉あり) から対象区 (葉なし) を差し引いた濃度を表している。 15°C のケースを除くと、すべて負の値を示している。「葉なし」のほうにはもともと土中にある有機物が含まれている。「葉あり」には表層の分解の進んでいない葉を加えているから、有機物量は多い。しかし結果は「葉あり」Mn の濃度は低くなっている。これは、今後の課題であるが、分解初期の可溶性有機物がなんらかのかたちで酸化に関わっていることや有機酸による pH の低下による Mn の溶出の抑制などが考えられる。有機物の分解の程度によって溶出の仕方は異なると言えよう。

参考文献

- 1) 大園享司 訳：森林生態系の落葉分解と腐食形成，シュプリンガー・フェアラーク東京株式会社，pp.60~64,205~210(2004)
- 2) 藤永太一：海と湖の化学，京都大学学術出版社，pp.312~318(2005)

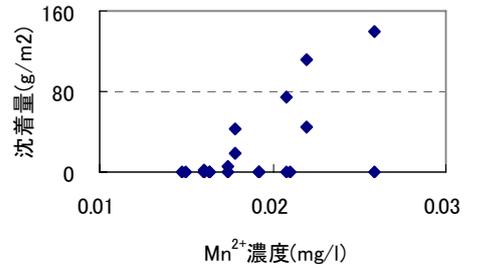


Fig.3 Mn^{2+} 濃度と沈着量の関係

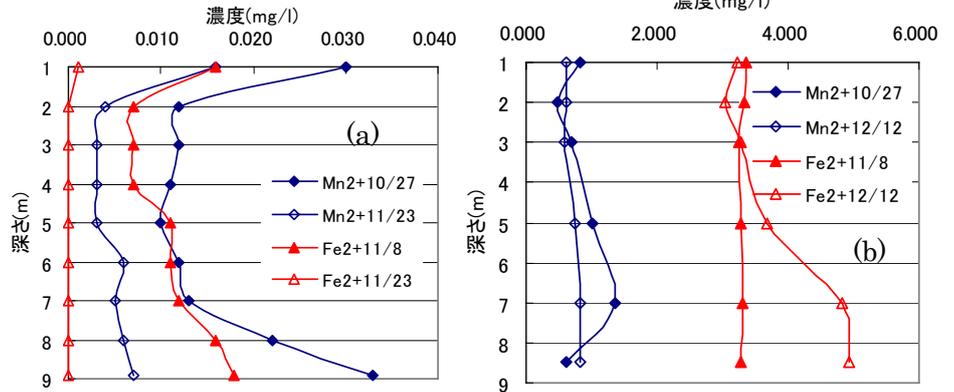


Fig.4 間隙水の Mn^{2+} 濃度・ Fe^{2+} 濃度の鉛直分布

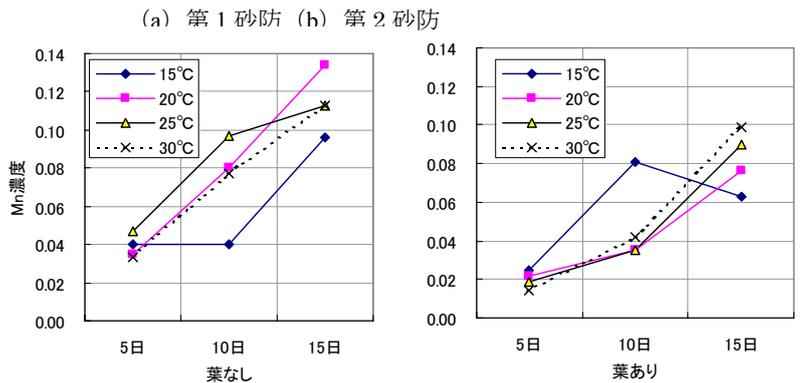


Fig.5 実験結果 (Mn)

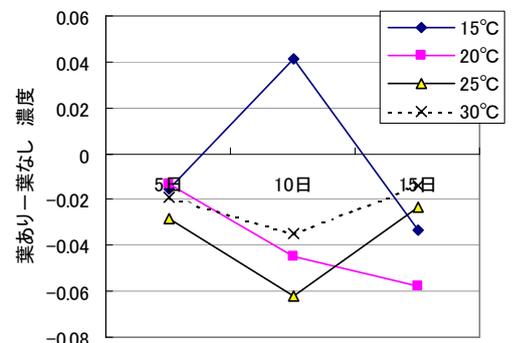


Fig.6 差し引き濃度 (Mn)