

浮遊物質移動を組み込んだ分布型水循環モデルの構築

Study to Build a Distributed Water Circulation Model Incorporating Suspended Solid etc. Movement

○名和規夫* 吉田武郎* 堀川直紀* 工藤亮治* 皆川裕樹*

NAWA Norio, YOSHIDA Takeo, HORIKAWA Naoki, KUDO Ryoji and MINAGAWA Hiroki

1. はじめに 国内においては、沖縄県における赤土流出などに代表される土地利用の変化に伴う土壌流亡が報告されている。また、降雨による浸食で強度の土壌劣化を受けた土地は全世界で約 2.2 億 ha に及んでいる。さらに、福島第 1 原発事故によって広域に拡散した放射性物質は、豪雨時に表土の粘土等に付着して浮遊物質とともに流下し、ダム、頭首工等の取水施設により水田域に配水され、放射性物質が運搬・拡散される恐れがある。このため、浮遊物質の移動を時空間的に明らかにすることが重要な課題と言える。本研究では、浮遊物質の生産と移動の基礎理論を整理し、浮遊物質移動を組み込んだ分布型水循環モデル（以下、分布型物質移動モデルと言う。）の構築、モデルに必要な表土等の物理特性の整理、ダム集水流域での浮遊物質移動の試算を試みるものである。

2. 分布型物質移動モデルの構築¹⁾ 本研究で構築を試みる分布型物質移動モデルは、分布型水循環モデルによる各時間ステップ、各メッシュでの地表流量、河道流量を基に、斜面部の浮遊物質の生産・堆積・運搬の過程、河道部の斜面部からの横流入を踏まえた巻上・堆積・運搬の過程のモデル化を図り、ダム等の集水流域における浮遊物質移動の予測を行うものである（Fig. 1）。浮遊物質は土粒子が小さいウォッシュロード(0.075mm 以下の粘土・シルト)と浮遊砂に分類され、流下する浮遊物質の中でウォッシュロードが 8～9 割を占めるため、ウォッシュロードを先行して検討を行う。

2.1 斜面部の浮遊物質生産・堆積・運搬 雨水の流出を表現するキネマティックウェーブ法による連続式(1)と運動式(2)と、浮遊物質濃度連続式(3)を連続して解き、浮遊物質の移動を追跡する。浮遊物質濃度連続式(3)の斜面部の浮遊物質生産は、地表流による表面土浸食、雨滴による表面土浸食、浮遊物質の沈降堆積の 3 生成項としている（Table 1）。

2.2 河道部の浮遊物質運搬 河道部においてもキネマティックウェーブ法による連続式(4)と運動式(5)により河道流水を追跡する。今回対象とするウォッシュロードは土粒子が小さいため沈降することなく流水と共に流下する。このため、河道内の浮遊・沈降は考慮せず、上流メッシュからのウォッシュロード濃度を引き継ぎ、メッシュ内でのその濃度は

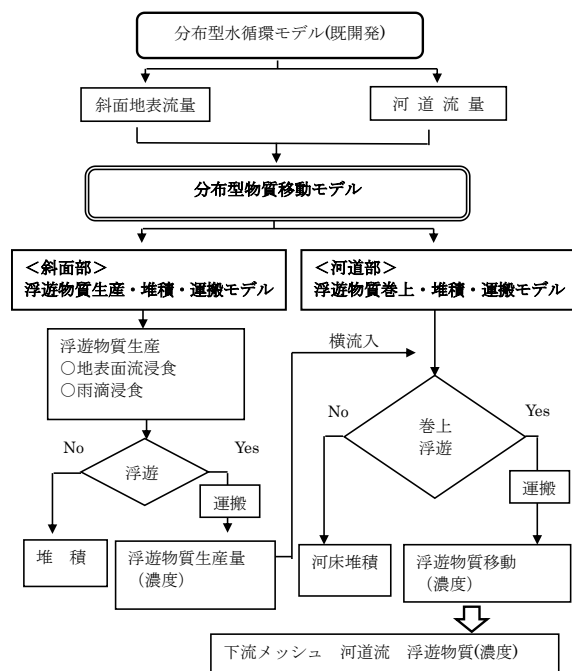


Fig. 1 分布型物質移動モデルの構築図

* 農研機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

キーワード：浮遊物質，ウォッシュロード，浮遊砂，分布型水循環モデル，分布型物質移動モデル

斜面からの横流入として、浮遊物質濃度連続式(6)により移動を追跡する (Table 1)。

3. 流域の概要と表土特性

対象流域は福島県浜通りの O ダム流域とし、ダムに流入する浮遊物質の移動予測を目的としている。O ダムの流域面積は 110km²である (Fig. 2)。

流域のほとんどで表層地質は花崗岩であり、表土は花崗岩を母体とした真砂土である。表土の物理特性を把握するために 8 ヲ所で表土採取を行った (Fig. 2)。表土の物理特性を浮遊物質濃度連続式(3)に反映させる。

4. ウォッシュロード濃度の予测试算 ダム地点においては、単位時間当たりのダム貯水変化量にダム放流量を加えてダム流入量として整理している。東日本大震災後は正確なダム流入量を観測しているとは言えない。このため、流出解析はダム地点で 2005 年 1 月から 2013 年 10 月まで時間単位の降雨量を与え連続計算を行い、モデル初期の影響を受けない 2007 年から東日本大震災前日(2011.3.10)までの観測資料により検証を行った。ダム地点の流入量を再現した結果を Fig. 3 に示す。これにより、流出に関する諸係数を確定させる。この期間に発生した洪水時(2008.8)のウォッシュロード濃度の予测试算を Fig. 4 に示す。流出量の増大に伴うウォッシュロード濃度の上昇が表現できている。なお、当時は浮遊物質濃度等の観測は行われておらず、検証ができていない。

5. まとめ 分布型物質移動モデルの構築、ウォッシュロード濃度の予测试算を試みた。今後、震災後の浮遊物質濃度等の観測データにより検証し、今回検討外とした浮遊砂を含めて、分布型物質移動モデルによる浮遊物質移動予測の向上を図って行くこととする。

参考文献 1) 名和規夫 他 (2014): 浮遊物質移動を組み込んだ分布型水循環モデルの構築, 農村工学研究所技報,

215, pp123-129

Table 1 浮遊物質移動に関する基礎式

斜面地表流の連続式、運動式	河道流の連続式、運動式
$\frac{\partial h_s}{\partial t} + \frac{\partial q_s}{\partial x} = r_e$ (1)	$\frac{\partial A_R}{\partial t} + \frac{\partial Q_R}{\partial x} = q_{side}$ (4)
$h_s = k \times q_s^p$ (2)	$A_R = k \times Q_R^p$ (5)
斜面地表流の浮遊物質濃度連続式	河道流の浮遊物質濃度連続式
$\frac{\partial(C_s(d)h_s)}{\partial t} + \frac{\partial(C_s(d)q_s)}{\partial x} = R_{E1}(d) + R_{E2}(d) - C_s(d)w_f(d)$ (3)	$\frac{\partial(C_R(d)A_R)}{\partial t} + \frac{\partial(C_R(d)Q_R)}{\partial x} = C_{SLE}(d) \times q_{side}$ (6)
h_s, q_s : 地表流の水深及び流量, r_e : 有効降雨強度 $C_s(d)$: 浮遊物濃度 $R_{E1}(d)$: 地表流による表面土浸食量 $R_{E2}(d)$: 雨滴による表面土浸食量 $C_s(d)w_f(d)$: 浮遊物質の沈降堆積量	A_R, Q_R : 河道流断面面積及び流量 q_{side} : 斜面流下端流量 $C_R(d)$: 浮遊物質濃度 $C_{SLE}(d)$: 斜面末端の浮遊物質濃度

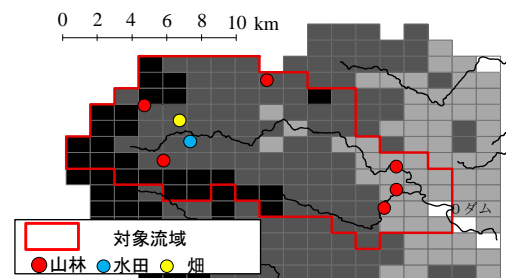


Fig. 2 対象流域と表土採取地点

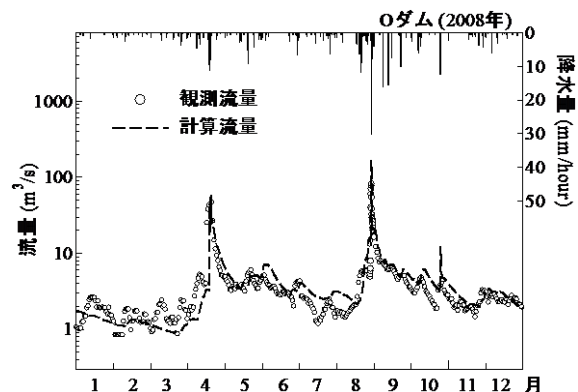


Fig. 3 対象流域の流出再現結果

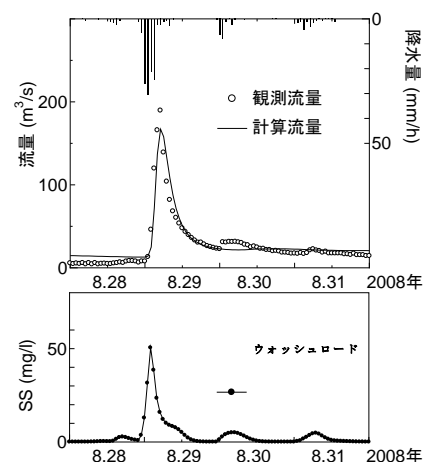


Fig. 4 ウォッシュロード濃度の予测试算