

B-15

降水特性の変化が汚濁流出負荷量に及ぼす影響 ー積雪地方の山地小河川を対象にー

富山県立大学短期大学部 能登 勇二

同上 奥川 光治

同上 ○高瀬 知波

1. はじめに

最近、地球温暖化の影響が降水特性にも徐々にあらわれつつある。降水特性の変化は、河川の流出現象、さらには汚濁負荷流出現象にも変化を及ぼすと考えられている。しかし、降水特性が近年どのように変化をしてきているのか、その変化によって河川の汚濁負荷流出現象がどのように影響を受けているのかについては未知の部分も多い。本研究では、富山県内の山地小河川の調査を行い、SS(浮遊物質)の流出モデルについてタンクモデルを用い検討した。ついで、温暖化によって降水特性が変化した場合のSS流出挙動、SS流出負荷量の変動について基礎的な資料を得るための検討を行った。

2. 調査および解析方法

調査対象流域は、富山県の中央部東側に位置する白岩川の支流の柗津川流域で、流域面積は7.03 km²(観測地点は柗津)の山地小河川である。測定項目は水位、流速、濁度、SS、pH、電気伝導度、降水量である。水位、SS、pH、電気伝導度については自動測定器(YSI Model6000)により1時間間隔で測定した。流速、SSについては週に2回の観測と採水によりデータを得た。降水量は観測点近くにある林業試験場で測定された資料を用いた。さらに気象庁監修アメダス観測年報¹⁾の1976年～1998年のデータをもとに近年の降水特性の傾向を検討した。

これらのデータをもとに降水特性とSS流出機構の関係を考慮したSS流出モデルを作成し、一連の降雨毎にシミュレーションを行った。このデータの気温、降水量の値を変動させることにより、気候変動時のSS、SS流出負荷量を計算し、その結果について検討した。

2. 1 SS流出モデル

SS流出モデルは図-1のように、4段のタンクモデルに、SSタンクを付加したものである。

対象河川は山地河川であることからSSは降雨による削り取りを主とするものと考え、第1段タンクからの流出によりSS流出が発生するものとし次式で求めた。

$$SS1=Q11 \times KS1$$

(Q11: 第1段タンク上段河川流出量、KS1: 係数、
SS1: Q11による流出SS量) (1)

$$SS2=Q12 \times KS2$$

(Q12: 第1段タンク下段河川流出量、KS2: 係数、
SS2: Q12による流出SS量)

流出したSS1、SS2は流域内(河道網をふくむ)に貯留されるものとしてSSタンクを想定した。

このSSタンクから各流出成分に応じてSS流達量が次式で求められる。

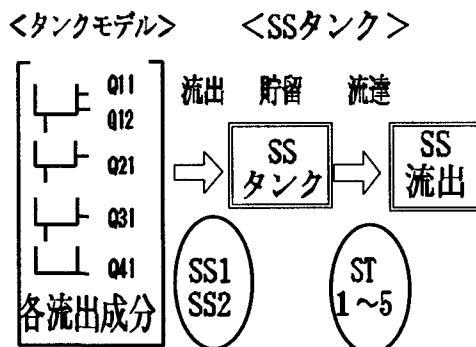
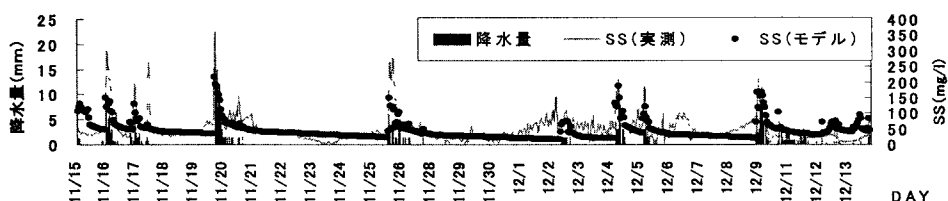


図-1 SS流出モデル



図－2 SS 流出タンクモデルによる計算結果 (11/15～12/13)

$$\begin{aligned}
 ST1 &= Q11 \times KSS1 \\
 ST2 &= Q12 \times KSS2 \quad (\text{KSS 1} \sim \text{KSS 5} : \text{連続無降雨時間数によって異なる係数} \\
 ST3 &= Q21 \times KSS3 \quad \text{調査結果等より計算した。} \\
 ST4 &= Q31 \times KSS4 \quad ST 1 \sim ST 5 : \text{観測地点に流達した SS 負荷量}) \\
 ST5 &= Q41 \times KSS5
 \end{aligned} \tag{2}$$

したがって、SS 流出負荷量、SS は次式で求められる。

$$SS \text{ 流出負荷量 } SSL = \sum STI \quad (I = 1 \sim 5) \tag{3}$$

$$SS = SSL / Q \quad (Q = Q11 + Q12 + Q21 + Q31 + Q41 : \text{河川流出量}) \tag{4}$$

このモデルにより計算した結果の 1 例を図－2 に示した。

2. 2 気候変動時を想定した降雨時のシミュレーション

SS 流出タンクのシミュレーションは一連の降雨について総降雨量別に行った。今回は、1999 年と 2000 年の降水量データを用いることができた。

これから一連の時間降雨を検討した結果、降雨は冬季を除き、図－3 のような 2 つのパターンに分けられることが分かった。

1 つは数時間にわたり山型に降水があるもので、これを降雨パターン (I) とした。一方、夏季に 1 時間から 2 時間の間に 10mm 以上の急激な降雨になるのがよく見られた。この降水パターンを降雨パターン (II) とした。

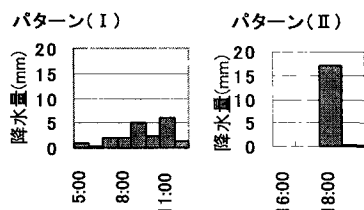
パターン (I) の総降雨量が 8.5mm、21.5mm、32mm、37mm、52.5mm、60mm、75mm、83.5mm、93mm、100mm、184.5mm、201.5mm の場合で SS、SS 流出負荷量がどのような変動をするかシミュレーションを行った。またパターン (II) の降雨についても、総降雨量 12mm、17.5mm、25.5mm、37.5mm、65.5mm の場合について、同様の検討を行った。

温暖化の条件は、気象庁の地球温暖化予測情報²⁾ などから北陸地方における温暖化予測結果を読み取り、その値を参考に、気候変動時の気温変化量 $\Delta T = 0, +1^\circ\text{C}, +2^\circ\text{C}, +3^\circ\text{C}$ 、降水量変化量 $\Delta PR = 0, +5\%, +10\%$ の組み合わせで、一連の総降雨量それぞれの場合でシミュレーションを行った。

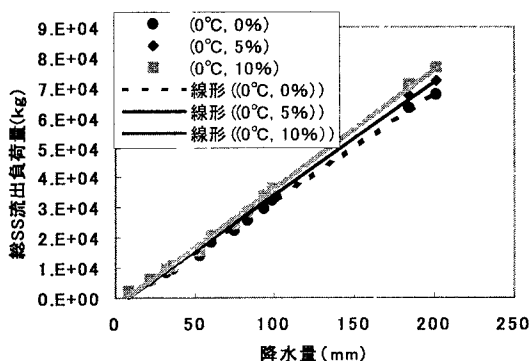
3. 結果および考察

降水パターン (I)、(II) のシミュレーション結果については、気温変化量 $\Delta T = 0\%$ 、降水量変化量 $\Delta PR = 0, +5\%, +10\%$ の場合の結果を図－4 ～図－7 に示した。降水量と総 SS 流出負荷量の関係をそれぞれ図－4、図－5 に、気温変化、降水量変化共に 0% の値を基準として、総 SS 流出負荷量を比で表したものをそれぞれ図－6、図－7 に示した。

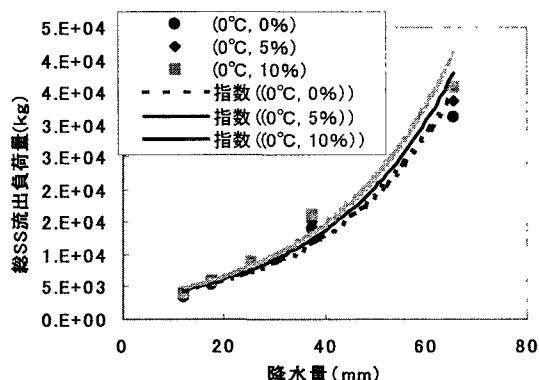
降雨パターン (I) の場合、図－4 に示すように総 SS 流出負荷量は降水量に比例的に増加した。また図



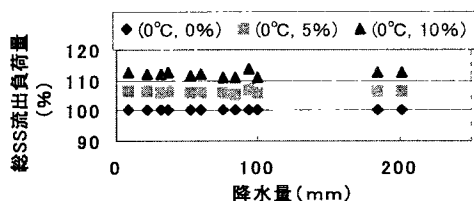
図－3 降雨パターン



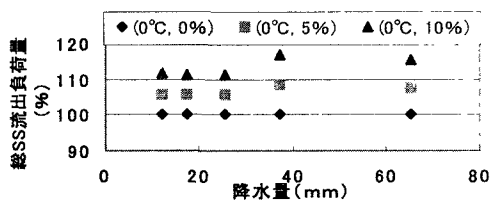
図－４ 降水量と総 SS 流出負荷量の関係
降雨パターン（Ⅰ）



図－５ 降水量と総 SS 流出負荷量の関係
降雨パターン（Ⅱ）



図－６ 降水量と総 SS 流出負荷量の関係
基準値に対する比：降雨パターン（Ⅰ）



図－７ 降水量と総 SS 流出負荷量の関係
基準値に対する比：降雨パターン（Ⅱ）

－６より、総 SS 流出負荷量は、降水量変化+5%の場合は約 6%、降水量変化+10%の場合は約 11%～14% それぞれ増加する結果が得られた。降水量変化量より約 1%～4% だけ SS 流出負荷量が大きくなった。

降雨パターン（Ⅱ）のシミュレーション結果は図－５、図－７に示した。この場合は、SS 流出負荷量は降水量に対して指数関数的に増加した。また図－７より、総 SS 流出負荷量は、降水量変化+5%の場合は約 5%～7%、降水量変化+10%の場合は約 11%～16% それぞれ増加する結果となった。降水量変化量より約 1%～6% だけ SS 流出負荷量増加量が大きくなった。

降雨パターン（Ⅰ）と（Ⅱ）の場合を比較すると、両パターンともに降水量変化量+5%よりも+10%の方が SS 流出負荷量の増加する割合が大きくなった。また図－４と図－５を比べてみると分かるように、降雨パターン（Ⅱ）の方が、総降水量が約 50mm を越えると、同じ総降水量に対する総流出 SS 負荷量が多く、短時間で急激な降雨の方が SS 流出負荷量は多くなる結果が得られた。

4. まとめ

山地小河川の調査結果より、降水特性と汚濁流出負荷量の関係を検討し次のような結果が得られた。

- （１）総 SS 流出負荷量の降水量に対する関係は、降雨パターン（Ⅰ）は比例的、（Ⅱ）は指数関数的に増加するものであった。
- （２）降雨パターン（Ⅰ）（Ⅱ）の場合ともに、降水量変化量+5%より+10%の方が総 SS 流出負荷量の増加する割合が大きかった。

5. 参考文献

- 1) (財) 気象業務支援センター：アメダス観測年報（時日別値） 1976 年～1998 年
- 2) 気象庁：地球温暖化予測情報 第 2 巻 1998 年