

殿ダム貯水池に流入する粒径別汚濁負荷量の推定に関する研究

鳥取大学工学部 正会員 細井由彦
 鳥取大学工学部 正会員 増田貴則
 鳥取大学大学院 学生会員 ○中田貴大

1. はじめに

地域の発展に伴い将来必要とされる水を安定して供給するために鳥取県鳥取市国府町に殿ダムが建設されている。そのため、ダムを建設する際には、富栄養化等を防ぐためにも、ダム貯水池にどのぐらいの汚濁物質が流入するのかを予測することが重要である。

河川等からダム貯水池に流入する年間に流入する汚濁負荷は、降雨時に流入するものが大きな割合を占めている。汚濁負荷は粒子態と溶存態に大別することができ、降雨時流入負荷量のほとんどが粒子態である。また、栄養塩類などの粒子態は浮遊物質（SS）に吸着している。そして、粒子態も大小様々な粒径のものが存在する。しかし、汚濁負荷は、粒子態と溶存態は分けずに評価されている場合が多く、粒子態は粒径の違いで沈降や浮遊するなど水域内での挙動を考えると、負荷を適切に評価するには不十分である。よって、負荷を適切に評価するには汚濁負荷を粒子態と溶存態に分け、さらに粒子態に関してはSSの粒径の大きさ別に分けて評価する必要がある。

本研究では、窒素、リン、炭素の汚濁負荷モデルを構築し、SSについては、粒径別に分けて推定した粒径別SS汚濁負荷モデルを構築し、年間のダム貯水池に流入する粒径別汚濁負荷量を推定し、検討した。

2. 研究方法

本研究では、鳥取県鳥取市国府町に建設中の殿ダム流域を流れる袋川を対象に調査を行った。上流地点の栃本地点とダム軸付近の殿地点で雨天時流出調査を行った。採水したサンプルはSSと粒度分布、窒素、リン、有機体炭素の溶存態と粒子態の測定を行った。

また、ダム貯水池への流入流量を推定するために、雨量から流量を推定するタンクモデルを用い、流入負荷

量の推定には、流量から負荷量を推定するL-Qモデルを用いた。このL-Qモデルを窒素、リン、炭素、SSの各水質項目に対して、さらに、SSについては粒径区分ごとに用意し、粒径別汚濁負荷量の推定を行った。表1にSSの粒径区分について示す。

表1のSSの粒径区分を決める時には、各粒径における沈降速度の大きさで分け、粒径区分を決定し、長期間浮遊しているような粒径の小さい粒子についても評価した。さらに、構築したモデルを用いて年間の汚濁負荷量を推定した。

3. 研究結果と考察

2003年から2005年までに合計11回の雨天時観測を行った。観測の結果、雨天時にはリンと窒素の粒子態成分が多量に流出し、溶存態は降雨の影響をほとんど受けなかった。また、粒度分布を測定した結果、 $209\mu\text{m}$ 以下の小さな粒子の流出が多く見られた。

L-Qモデルの検証の結果を図1に示す。検証には2004年8月の観測データを用いた。

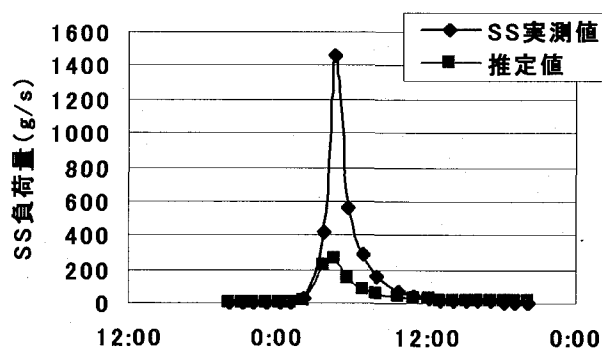


図1 栃本 SSのL-Q推定値と実測値

L-Qモデルで負荷量を推定すると、特にSSにおいては、流量が少ない降雨前の時間帯と降雨後の流量が元の流量へ減少する時間帯では、負荷量の推定値が実測値に対して過大評価をし、流量のピーク時には過小評価をする結果となった。これは、L-Q式の構築に用いたデータが雨天時データのため、晴天時のような負荷量があり大きくない時をうまく推定できず、また、負荷量ピーク時の急激な負荷量の増加をL-Q式ではうまく再現できないと考えられる。

粒径別SSモデルの検証の結果を図2に示す。図2の

表1 SSの粒径区分

粒径区分	沈降速度(cm/min)	粒径(μm)
A	1000 以上	468 ~ 700
B	100 ~ 1000	140 ~ 468
C	10 ~ 100	51.2 ~ 140
D	1 ~ 10	15.3 ~ 51.2
E	0.1 ~ 1	4.58 ~ 15.3
F	0.01 ~ 0.1	1.68 ~ 4.58
G	0.001 ~ 0.01	0.50 ~ 1.68
H	~ 0.001	~ 0.50

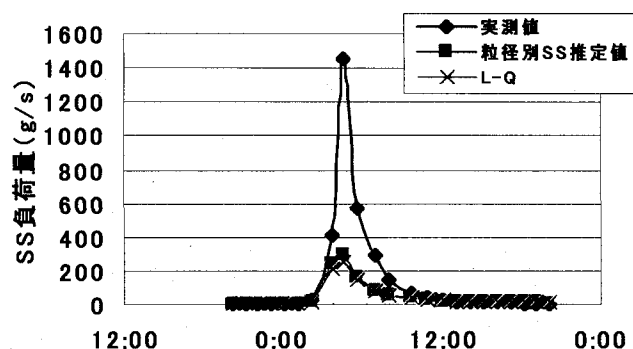


図2 栃本 粒径別 L-Q 推定値と実測値

粒径別 SS 推定値は、各粒径区分の負荷量の推定値の合計値を示した。また、比較のため L-Q 式により推定した推定値も示した。

L-Q 式と粒径別 SSL-Q 式の推定値をを比較すると、SS を粒径に分けることによる誤差はほとんどみられず比較的良好な検証結果であった。また、図3に粒径別 SSL-Q 式による推定値の各粒径区分の内訳を示す。

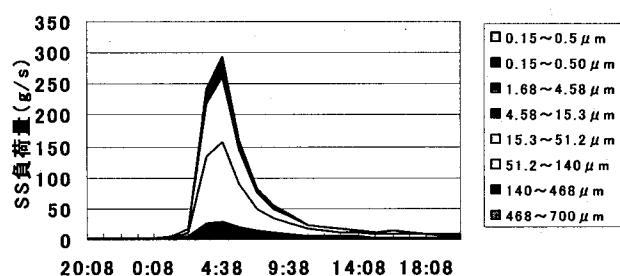


図3 栃本 粒径別 L-Q 推定値の内訳

図3より、各粒径区分別の推定値の内訳については、51.2～140 μm の粒径の粒子が多くを占めるという結果になった。また、10 μm 以下の長期間浮遊するであろう微粒子については、負荷量のピーク時つまり流量がピークとなる付近で流出量が増加している結果となつ

表2 栃本 年間汚濁負荷量(2003～2005年)

項目	栃本地点		
	2003年負荷量 (kg/year)	2004年負荷量 (kg/year)	2005年負荷量 (kg/year)
流量(10m ³ /s)	50923	59691	56148
TN	35024	49384	41731
DTN	23367	29855	26764
PN	11658	19529	14967
NH ₄ -N	2894	3210	3104
NO ₃ -N	14737	19262	17039
TP	2719	5370	3657
DTP	1127	1336	1249
PP	1592	4034	2408
PO ₄ -P	785	930	870
TOC	108421	162322	132148
DOC	68544	83515	76924
POC	39877	78807	55224
SS	640152	1449435	902237

た。

次に、タンクモデルにより推定した流量を用いて、2003年～2005年の殿ダム貯水池に流入する年間汚濁負荷量を推定した。表1に、L-Q式を用いて推定した、栃本地点のダム貯水池に流入する年間汚濁負荷量について示す。また、図4に粒径別 SSL-Q 式を用いて推定した、年間の粒径別 SS 汚濁負荷量について示す。

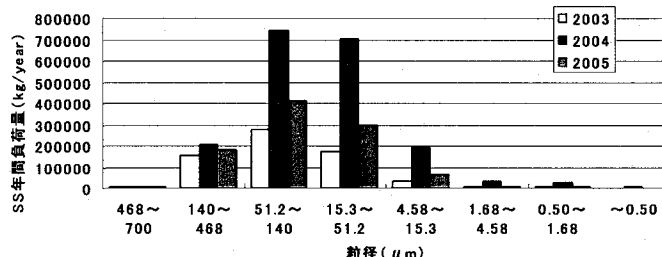


図4 栃本 年間粒径別 SS 汚濁負荷量

SS の粒径別汚濁負荷量は、51.2～140 μm の粒径の粒子が最も多く流入し、140 μm 以下の粒径の粒子の流入もあわせると全体の約8割を占める結果となった。粒子の沈降速度とダムの水深から粒子が沈むまでの時間を計算すると、多くの割合を占めている粒径51.2～140 μm の粒子は約1日、粒径15.32～51.22 μm の粒子は約10日、4.58～15.3 μm の粒子は約100日かかる。また、4.58 μm 以下の粒子についてはほとんど沈まず、長期間にわたって浮遊し続け、浮遊している間に直接水質に影響を与えていることが考えられる。

4. まとめ

SS の粒径別汚濁負荷量推定の結果、51.2～140 μm の粒子が最も流入することがわかった。また、粒径140 μm 以下の粒子の流入量が全体の80%程度を占め、小さい粒子の窒素、リンの含有量が多いことを考えると将来のダム貯水池に与える微粒子の影響が大きいことが考えられる。更に微粒子程長期間にわたって浮遊しやすく、浮遊粒子はダム貯水池に直接影響を与えられられる。また、浮遊粒子はダムからの放流水に混入しやすく、下流域への影響も懸念される。

[参考文献]

海老瀬潜一(1981): 流出負荷の解析モデル, 陸水域の富栄養化に関する総合研究 (V) 霞ヶ浦流入河川の流出負荷量変化とその評価, 国立公害研究報告, pp21
山本浩一, 二村貴幸, 坂野章, 日下部隆昭, 末次忠司, 横山勝英(2003): 濁度計による懸濁態栄養塩負荷推定に関する研究, 河川技術論文集 pp.515-520