

沙流川における洪水時負荷量観測と ダムへの水環境の影響について

SEDIMENT LOAD IN SARU-RIVER FLOOD AND ITS EFFECT ON WATER ENVIRONMENT IN NIBUTANI DAM RESERVOIR

村上泰啓¹・中津川誠²・高田賢一¹

Yasuhiro MURAKAMI, Makoto NAKATSUGAWA and Ken-ichi TAKADA

¹ 正会員 北海道開発土木研究所 環境研究室 (〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目)

² 正会員 工博 北海道開発土木研究所 環境研究室長 (〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目)

In recent years, several dam reservoirs are facing serious sedimentation problem. In a river system, sediment and various other materials flow downstream with the river water. A dam reservoir may affect sediment and other nutrient salts transport in the river flow. And it may result various consequences in the river including armoring of river bed materials, riverbed degradation, and coastal erosion. This paper focuses on sediment and other material transport around Nibutani dam reservoir on the flood in 2001. This paper examines sediment volumes generated in the Saru River and its tributaries, as well as the substances budget at the dam reservoir.

Key Words: Sedimentation, Dam Reservoir, Water quality

1. はじめに

一般に、河川は水とともに土砂や様々な物質が上流から下流へと流下する系といえる。しかしながら、河川横断構造物の建設などにより、流砂の連続性が失われると、その下流において河床材料の均質化、河床低下、攪乱の減少、海浜後退などの影響が危惧される場合がある。ここでは、日高山脈西部に位置する一級河川沙流川に位置する二風谷(にぶたに)ダムにおける洪水時に連続観測された物質動態の変遷について得られた成果について報告する。

2. ダムの諸元と流域の地質

(1) 二風谷ダムの概要

二風谷ダムは平成8年に運用を開始した集水面積1,215km²、総貯水容量31,500千m³、有効貯水量26,000千m³、計画堆砂量5,500千m³を有する多目的ダムで、堤高32m、堤頂長550mの重力式コンクリートダムである。

堤体は沙流川の河口から約20kmに位置している(図-1)。ダム貯水池への堆砂を緩和する目的で、ダム堤体の約6km上流に貯砂ダムが設置されている。

二風谷ダムのある沙流川は、流域面積1,350km²、幹川流路延長104kmの一級河川である。流域の土地利用は84%が山林、農耕地が9%、市街地が約0.4%と、山林が大半を占める。

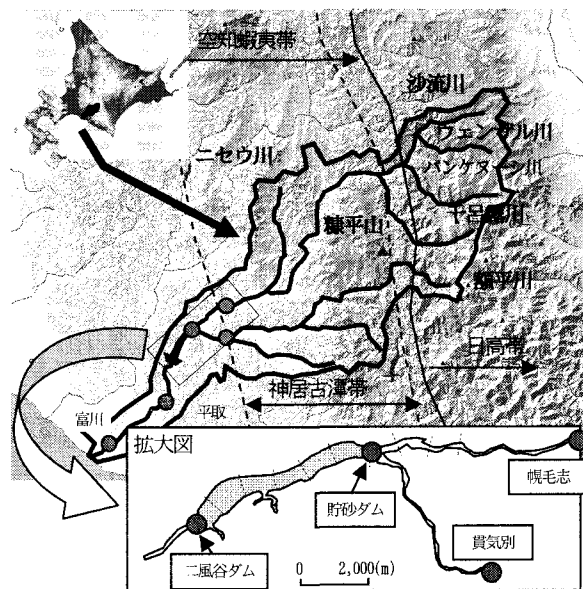


図-1 沙流川流域図

日高帯にあたる沙流川本川及び支川源頭部は斑レイ岩、閃緑岩、片岩などが多くみられる一方、沙流川中流域、ニセウ川流域、及び右支川の中下流域は空知-エゾ帯と日高帯が入り組んでおり、泥岩、砂岩、玄武岩、凝灰岩が主となり、糠平山周辺は蛇紋岩が局所的に集中している。沙流川、額平川は神居古潭帯に属する地層で占められ、蛇紋岩やかんらん岩、緑色岩類、泥岩が広範囲に分布し、地すべりが多数発生している地域¹⁾でもある。

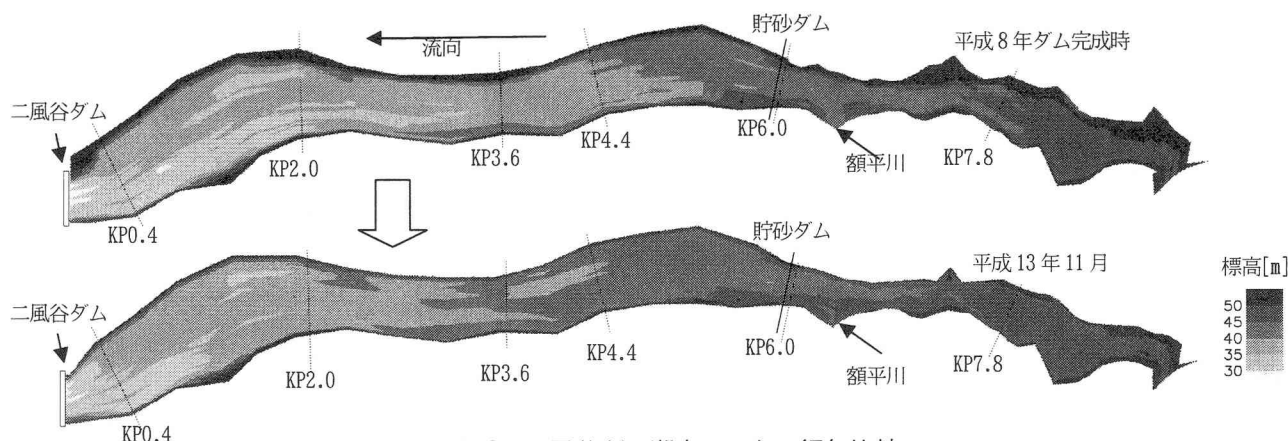


図-2 二風谷ダム湖底コンター経年比較

3. 二風谷ダム貯水池の堆砂概要

(1) 堆砂測量の結果

二風谷ダム管理所で実施している堆砂測量成果を基にダム完成時と平成13年の湖底コンターを作成し、図-2に示す。測量範囲の全体に渡り堆砂が進んでおり、特に貯砂ダム上流では以前の滞筋が埋まりつつある。

図-3では、各年の堆砂測量の測線区間毎の堆砂量を平成8年の元河床から差し引くことで求め、川幅と測線間距離を乗じた値で無次元化し、経年的に比較している。図-3では、二風谷ダム～貯砂ダム間は平成9年の運用開始直後より堆砂が進行し、縦断的にはダム堤体から4km上流付近に堆砂ピークが見られるほか、貯砂ダム上流では支川流入付近などの堆砂が進んでいる状況が伺える。

図-4に示した横断図の経年比較によれば、完成後5年間で最大5m、1年でも最大2m程度の厚さで堆砂が進行している箇所もある。

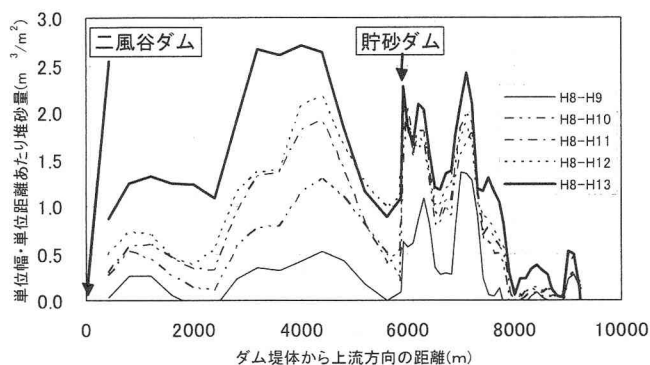


図-3 単位幅・単位距離当り堆砂量

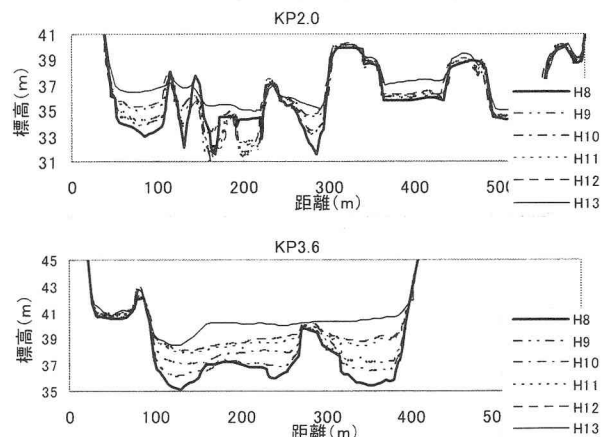


図-4 堆砂測量横断図の経年変化

(2) ダムに堆砂した土砂の特性

貯水池内の堆砂ボーリング調査²⁾を行った結果の一部を図-5に示す。これらの調査地点においても表層の粒径分布は元河床に比べ細粒化が進んでいる。ただし、KP3.6の深度方向の粒径分布に着目すると、表層よりも中底層の方に細粒分が多い傾向も認められる。堆積した土粒子は0.1mm以下のものが90%以上であることがわかる。

4. ダム貯水池下流の土砂収支

ダム貯水池に流入・堆積した土砂が元河床よりも細かい粒径であることがボーリング調査によって把握された。こうした土砂は洪水時に運搬された浮遊砂やウォッシュロードであることが推測できるため、洪水時の負荷量連続観測の成果を用いて、ダム貯水池における土砂の収支を試算した。

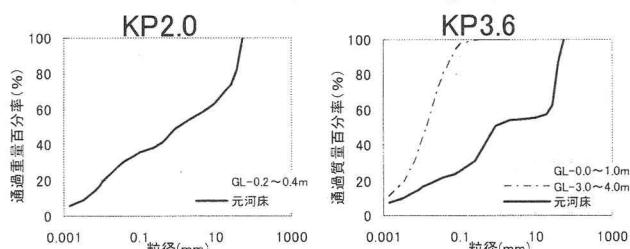


図-5 堆砂ボーリング結果

(1) SS 負荷量の連続観測

図-6は平成13年8月、9月洪水におけるSS、T-N、T-P負荷量の連続観測データ³⁾をプロットしたものである。貯砂ダムの直上流で支川額平川が合流しており、ダムへの流入量、水質負荷量は合流点に近接した貫気別、幌毛

志(図-1)の観測値を用いることができる。ダム地点で見ると、8月、9月洪水のピーク比流量はそれぞれ0.4、1.5(m³/s/km²)程度である。SS、T-P負荷量は8、9月の2ケースとも堤体オリフィスからの流出量が貯砂ダム流入負荷量よりも小さく、ダム湖内で大半のSSが捕捉さ

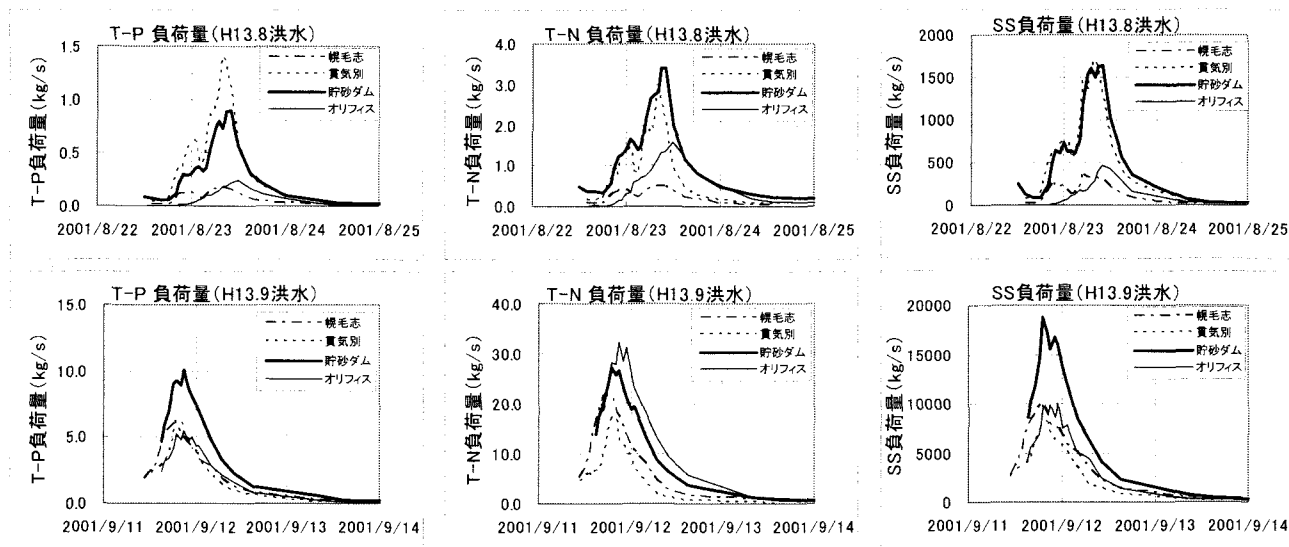


図-6 洪水時の二風谷ダム物質動態（平成13年8月、9月出水）

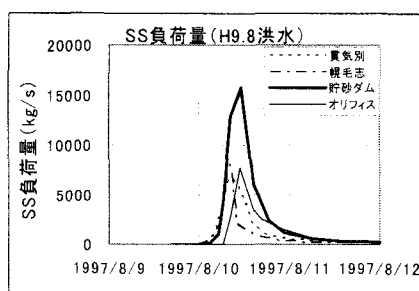


図-7 平成9年8月出水物質動態

表-1 負荷量式の係数

	流域 Km ²	SS(kg/s)		T-N(kg/s)		T-P(kg/s)	
		係数	指数	係数	指数	係数	指数
沙流川橋	1323.0	3.96E-03	1.94	6.56E-06	1.96	1.20E-06	2.06
新平取大橋	1253.0	2.74E-03	2.01	8.46E-06	1.90	1.23E-06	2.04
堤体オリフィス	1215.0	1.23E-02	1.79	3.27E-05	1.82	5.80E-06	1.82
貫気別	365.8	5.38E-02	1.77	3.24E-06	2.28	2.65E-05	1.82
幌毛志	897.0	4.72E-03	2.03	2.55E-06	2.22	2.47E-06	2.05

※負荷量式 $L=aQ^b$ において、 a :係数、 b :指数とした

れていることが推察される。貫気別、幌毛志（図-1）の負荷量合計が貯砂ダム地点で釣合わない理由については、現在のところ、出水時にダム貯水池の水位の影響を受ける貯砂ダム地点で急激に河積が広がり、懸濁物質や土粒子に吸着したリンが貯砂ダム通過前にトラップされることが原因の1つとして考えられる。図-7に平成9年の出水で観測されたSS負荷量を比較の為示す。平成13年9月とほぼ同規模の平成9年のケースにおいても、貯砂ダムで流入するSS負荷量をオリフィスが下回っており、ダム貯水池内への堆積傾向が認められる。

平成13年9月出水におけるSS、T-N、T-Pについての負荷量式を(1)式のように定義し、係数を最小二乗法で同定し、表-1に示す。

$$L = aQ^b \quad (1)$$

ここで、 L : 負荷量 (kg/s), Q : 流量 (m³/s), a, b : 係数

(2)平成13年9月出水における物質収支

ここでは表-1の係数を用い、平成13年9月10日から18日までの時刻流量を与え、1洪水イベントにおける物質動態を試算した。貯砂ダム地点は流量の時系列資料が存在しないため、幌毛志、貫気別の合算流量をダム流入量とした。

平成13年9月出水における沙流川中下流部における物質収支を図-8に示す。これによれば、二風谷ダムに流入するSS量が120万トン、ダムからは72万トンが流出し、差し引き48万トンがダムに堆積したことになる。同様に、T-N、T-Pについての結果を整理し、9月出水の1イベントにおける物質量を試算すると、最下流部の沙流川橋でSSが96万トン、T-Nが1800t、T-Pが680t流下している結果となった。

著者ら⁴⁾は平成13年のダム貯水池への年間の時刻流量を与えて物質収支を試算し、ダム貯水池に年間約100万tのSSが堆積する結果を得ており、平成13年9月の洪

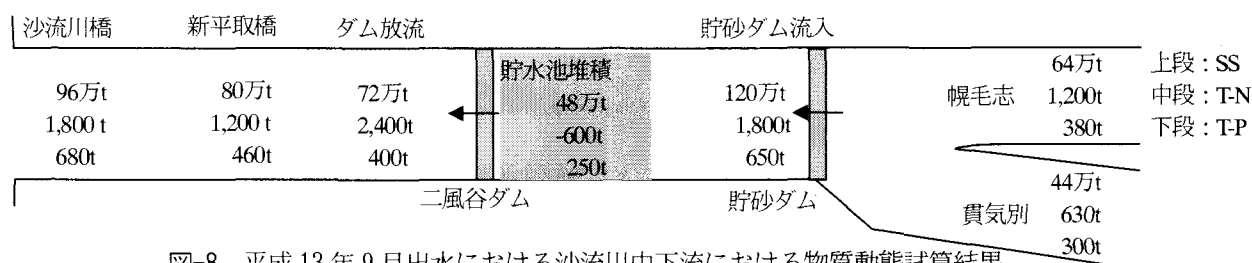


図-8 平成13年9月出水における沙流川中下流における物質動態試算結果

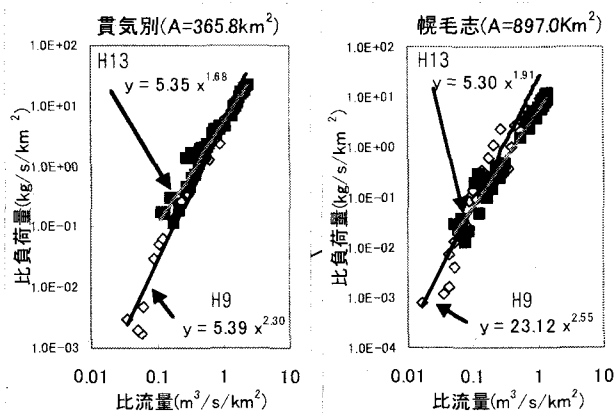


図-9 負荷量式の経年変化

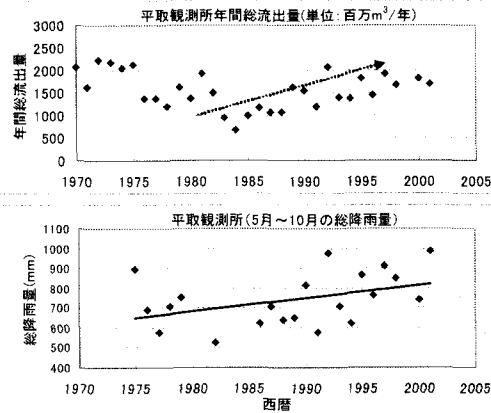


図-10 総雨量、年間流出量の変遷

水イベントは年間堆積量の約48%に達するといえる。

(4)過去の出水ケースとの比較

平成13年9月のケースと平成9年に坊野ら⁵⁾によって観測されたSS負荷量関係式を図-9に示す。2観測所とも負荷量式の傾きが平成9年よりも緩くなっており、土砂の流出形態が変化していることが伺える。橋⁶⁾は負荷量式のべき乗部分の係数が1より大きいとき、「洗い出し型」と分類しており、その洗い出し傾向の緩和が伺える結果となっている。表-2には平成9年及び平成13年出水における水文特性、比流量別SS負荷量特性を示す。これによれば、平成13年9月出水と平成9年8月出水のピーク流出量はほぼ等しいが、SS負荷量はほぼ倍となっている。比流量規模別の負荷量でみると、支川額平川の貫気別観測所では比流量が0.5程度の中小出水では負荷量が増加傾向となっている一方で、沙流川本流(幌毛志)では負荷量が減少するといった土砂生産傾向の変化が示されている。ここで示した2出水例はダム地点で比流量1を超えており、比較対象としては十分と考える。沙流川流域では負荷量の発生傾向が流域により変化したと解釈できるが、詳細な流域の物質動態については支川毎の土地利用、基礎岩盤、流出過程等を考慮する必要がある。

5. 流域水文量の変遷

負荷量は流量の関数であるため、流域水文量の影響を少なからず受ける。図-10に沙流川下流の富川観測所における5月～11月の富川観測所の降雨量、平取流量観測所の年間流出量を経年的に示す。総降雨量、総流出量とも近年増加傾向にあることが読み取れる。また、表-2に示したように流域内での土砂動態が経年的に変化する場合もある為、流域土砂管理を進める上では、定期的に土砂動態モニタリングを行う必要性は高いものと考えられる。

6. おわりに

表-2 出水ケースの違いによるSS負荷量の差

	二風谷ダム地点 (A=1,215km²)				比流量別計算SS負荷量(kg/s)			
	総降雨量(mm)	ピーク流量(m³/s)	総流出高(mm)	総SS負荷量(千t)	貫気別		幌毛志	
					0.5	1.0	0.5	1.0
H9 8/9 12:00～8/15 12:00	155	1,853	179	505	399	1,971	3,534	20,739
H13 9/10 5:00～9/18 23:00	230	1,925	221	1,077	610	1,958	1,263	4,754
H13年/H9年	1.5	1.0	1.2	2.1	1.5	1.0	0.4	0.2

ここで、総SS負荷量とは貫気別と幌毛志の総負荷量を合算した値。

ここでは、平成13年出水において連続観測した負荷量に着目し、二風谷ダムにおける土砂収支を概略検討した。土砂流出系は水環境や生態系、海岸保全とも密接な関係にあり、その実態の把握は極めて重要といえる。

今後は土地利用形態、洪水流出特性などとの関連から土砂流出の傾向について検討していきたい。

謝辞：本研究を行うに当たり、北海道開発局室蘭開発建設部二風谷ダム管理事務所、同治水課および北大清水助教授より貴重な資料を提供頂いた。また、本研究は国土交通省北海道開発局の受託業務による補助を受けて行ったものである。併せて記して謝意を表す。

参考文献

- 1)平成12年度沙流川総合開発事業の内沙流川流域土砂管理検討業務、室蘭開発建設部、2001。
- 2)平成12年度二風谷ダム直轄堰堤維持の内河床材料調査業務、室蘭開発建設部、2000.3。
- 3)佐藤耕治、渡邊康玄、小川長宏、船木淳悟、吉野敦久、工藤宏幸：沙流川2001年夏期出水時におけるSSの観測結果、第57回年次学術講演会講演概要集CD-ROM、2002.9。
- 4)村上泰啓、中津川誠、渡辺康玄、吉野敦久：二風谷ダム貯水池における土砂動態について、平成14年度土木学会北海道支部年次学術講演会、論文報告集、pp330-333、2003.2。
- 5)坊野聡子、清水康行、斉藤大作：沙流川の流砂について、平成10年度土木学会北海道支部年次学術講演会、論文報告集(II, IV, VII部門)、pp278-283、1999.2。
- 6)積雪寒冷地の水文・水資源、水文・水資源学会編集出版委員会編、編集代表 橘治国、信山社サイテック、pp149-150、1998。

(2003. 4. 11受付)