

漁川ダム貯水池における流入土砂と水環境の変遷について

Research on Change of the Sedimentation and Water Environment in the Izarigawa Dam Reservoir

(独) 北海道開発土木研究所 正 員 ○高田 賢一(Ken-ichi Takada)
 (独) 北海道開発土木研究所 正 員 村上 泰啓(Yasuhiro Murakami)
 (独) 北海道開発土木研究所 正 員 中津川 誠(Makoto Nakatsugawa)
 北海道開発局 稲澤 豊(Yutaka Inazawa)

1. まえがき

ダム貯水池の水環境は、上流域からの土砂流入、気象・水理条件により大きく影響を受ける場合がある。

北海道恵庭市に位置する漁川ダムは 1980 年に完成したロックフィルダムで、1981 年 8 月の洪水以降堆砂が進んでおり、2001 年末には 91 万 2 千 m^3 の土砂が堆積している。

ダム貯水池は上水道の水源にも利用されているが、1993 年夏には貯水位の低下に伴いカビ臭が発生し、以降毎年のようにカビ臭が発生している。

そのような問題を踏まえ、既往調査資料などからダム貯水池の流入土砂及び水環境の変遷について整理を行い、漁川ダムにおける水環境の形成要因について概略検討を試みた。

2. 堆砂測量結果に基づく整理

図-1 に漁川ダムで行われた調査の実施箇所を示す。

ここではダム完成前の 1979 年と 2000 年におけるダム貯水池の湖底変化を知るために堆砂測量の成果を整理し、湖底コンター図(図-2)、河床横断面図で比較した(図-3)。1979 年に比べ、2000 年には No.4 付近において左右岸方向にほぼ均一の標高で土砂が堆積しており、河床が平坦になっている。逆に上流の No.8 地点では河床低下を起こしていることが読みとれる。

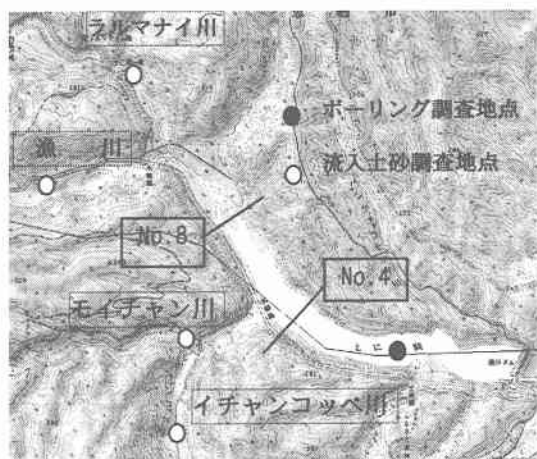


図-1 漁川ダム周辺図

3. ダムの堆砂性状

1998 年に石狩川開発建設部によりダム貯水池内において堆砂土砂のボーリング調査が行われた¹⁾。調査箇所は図-1 に示す。この調査結果よりダム貯水池内の元河床(ダム完成前の河床)と比較し、ダム完成後の堆積土砂は 1mm 以下の粒子が 90%以上を占め、非常に細かい粒径のものであることが読みとれる(図-4)。表層より内部の粒径が細かい理由は現在のところ不明であるが、何らかの堆砂過程が関係していると考えられる。

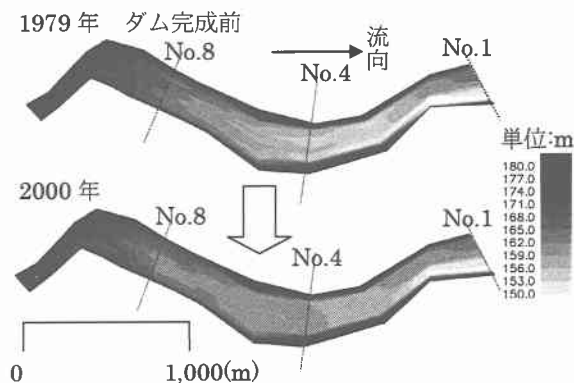


図-2 漁川ダム湖底コンター図

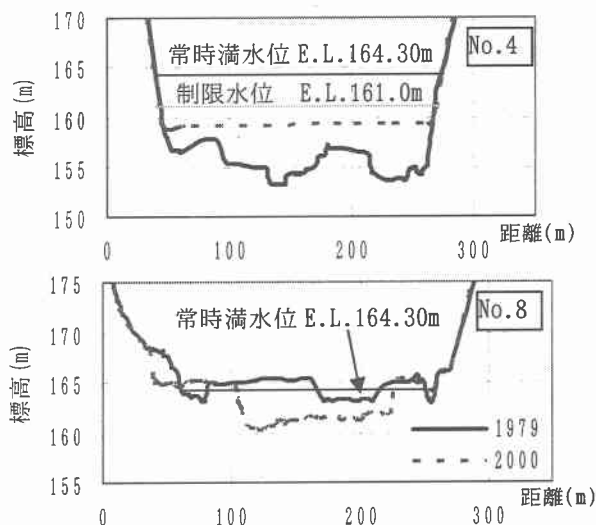


図-3 No.4、No.8 地点の横断面図

4. 流入土砂調査

1998年にダム貯水池に流入するラルマナイ川、漁川、モイチャン川、イチャンコッペ川の4河川において、平水時、出水時の土砂移動状況を把握するため、流入土砂調査を実施している¹⁾。1998年7月～9月の間に平水時2回、降雨時3回、出水時2回の計7回、流入量が $3\text{m}^3/\text{s} \sim 100\text{m}^3/\text{s}$ 程度の規模で調査が実施された(表-1)。

流入土砂量調査は、河床付近を流下する土砂量を把握する掃流土砂量調査と、浮遊しながら流下する土砂量を把握する浮遊土砂量調査の2種類に分けられる。

掃流土砂調査は、河川の流心において土研式掃流土砂採取器を用い、これをクレーン車で吊り河床に設置した。一定時間当たりの掃流土砂を採取し、採取した試料の重量(乾燥重量)及び土粒子の密度を測定し、掃流砂体積を求めた。

次に浮遊土砂調査は、流心において水中ポンプをクレーン車で吊り、200Lまで河川水を採水した。なお、平水時については水深が無い場合、人が河川内に入り採水した。採水した試料は室内に持ち帰り、24時間以上静置して浮遊土砂を沈降させ、上澄み水を排除して沈殿物の重量(乾燥重量)を測定し、含砂量及び土粒子の密度を求め、浮遊砂体積を算出した。

なお、掃流土砂及び浮遊土砂調査と同時に流量観測、SS(浮遊物質)の連続採水観測も実施している。

5. 土砂収支

次に流入土砂量の総量を推定するため、前項の調査結果¹⁾により、実測流量 Q と掃流砂量 L_b 及び浮遊砂量 L_s との関係を表す回帰式を立てた²⁾(表-2、表-3)。

ここでは各河川の時刻流量 $q_{f1 \sim 4}(\text{m}^3/\text{s})$ を与えて推定した流入土砂量 $L_{b1 \sim 4}$ または $L_{s1 \sim 4}(\text{m}^3/\text{s})$ に3,600を掛けて1時間毎の流入土砂量を求め、同じ計算を24時間 $\times$ 365日繰り返して1年分を総和し、各年における年間流入土砂量を推定した。さらに、各河川の流入土砂量 $L_{b1 \sim 4}$ と $L_{s1 \sim 4}$ を合算してダム貯水池に流入する土砂量を求めた。なお、流入土砂量を推定するために用いた各河川の時刻流量 $q_{f1 \sim 4}(\text{m}^3/\text{s})$ は、表-4に示すようにダム流入量と関係づけた。これはラルマナイ川及

表-1 流入土砂量調査実施日状況

実施回数	調査日	最大流入量	備考
1	7月30日 10:00 ~ 7月31日 12:00	$3.8 \text{ m}^3/\text{s}$	平水時
2	8月16日 18:00 ~ 8月17日 0:00	$21.7 \text{ m}^3/\text{s}$	降雨時
3	8月20日 18:00 ~ 8月21日 0:00	$6.8 \text{ m}^3/\text{s}$	平水時
4	8月28日 12:00 ~ 8月29日 12:00	$9.1 \text{ m}^3/\text{s}$	降雨時
5	9月8日 11:00 ~ 9月9日 11:00	$39.5 \text{ m}^3/\text{s}$	出水時
6	9月16日 3:00 ~ 9月17日 15:00	$105.3 \text{ m}^3/\text{s}$	出水時
7	9月22日 18:00 ~ 9月23日 9:00	$13.8 \text{ m}^3/\text{s}$	降雨時

表-2 浮遊砂算定式一覧表

(単位: m^3/s)

河川名	流入条件	式
ラルマナイ川	$Q \leq 7.0 \text{ m}^3/\text{s}$	$L_{s1} = 9.598 \times 10^{-7} Q_{f1}^{4.77}$
	$Q > 7.0 \text{ m}^3/\text{s}$	$L_{s1} = 3.719 \times 10^{-4} Q_{f1}^{1.74}$
漁川	$Q \leq 10.0 \text{ m}^3/\text{s}$	$L_{s2} = 1.823 \times 10^{-5} Q_{f2}^{3.24}$
	$Q > 10.0 \text{ m}^3/\text{s}$	$L_{s2} = 4.278 \times 10^{-4} Q_{f2}^{1.98}$
イチャンコッペ川	全ての流量	$L_{s3} = 1.320 \times 10^{-4} Q_{f3}^{4.29}$
モイチャン川	全ての流量	$L_{s4} = 1.249 \times 10^{-3} Q_{f4}^{4.11}$

表-3 掃流砂算定式一覧表

(単位: m^3/s)

河川名	式
ラルマナイ川	$L_{b1} = 1.701 \times 10^{-7} Q_{f1}^{1.22}$
漁川	$L_{b2} = 3.114 \times 10^{-11} Q_{f2}^{4.65}$
イチャンコッペ川	$L_{b3} = 3.826 \times 10^{-8} Q_{f3}^{1.55}$
モイチャン川	$L_{b4} = 1.315 \times 10^{-8} Q_{f4}^{1.55}$

$L_b(\text{m}^3/\text{s}), Q(\text{m}^3/\text{s})$

表-4 各河川別流量推定式一覧表

(単位: m^3/s)

河川名	式
ラルマナイ川	$q_{f1} = 0.45113 Q_{in}^{1.07}$
漁川	$q_{f2} = 0.29649 Q_{in}^{1.03}$
イチャンコッペ川	$q_{f3} = 0.10354 Q_{in}^{0.58}$
モイチャン川	$q_{f4} = 0.19086 Q_{in}^{0.54}$

$q_{f1} \sim q_{f4}(\text{m}^3/\text{s}), Q_{in}(\text{m}^3/\text{s})$

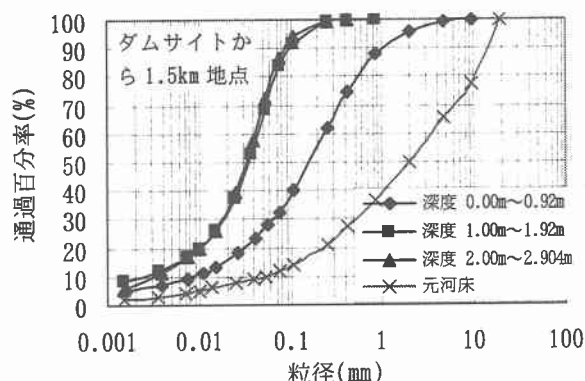


図-4 ダム湖内の粒度分布図

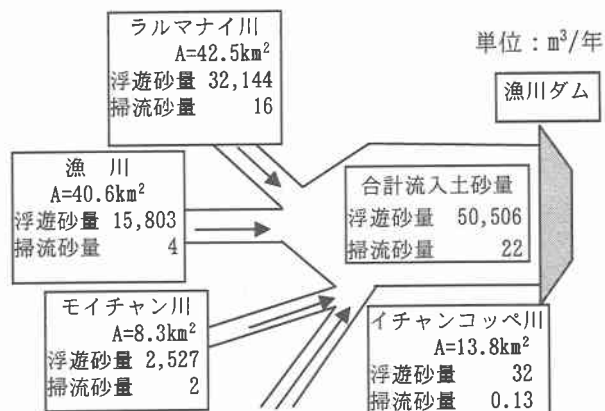


図-5 浮遊土砂量と掃流土砂量の推計値(1998年)

び漁川においては水位-流量関係式(H-Q 式)から流量の連続値が得られるものの、他の2河川は水位の連続データがなく、簡便上貯水池流入量から全ての河川流量を推定できるようにしたことによる。

なお、図-5 に示す結果によれば、ラルマナイ川、漁川からの流入土砂量が9割以上を占めていることがわかる。また、浮遊土砂の割合が99%以上を占め、流水により運搬された土砂はラルマナイ川、漁川からの細かい浮遊砂がほとんどであることが推測される。

また、浮遊砂調査より得られた粒径分布(図-6)は図-4の表層より下の粒径分布に傾向が似ている。表層が内部より粗い原因は現在のところ不明だが、ボーリング調査でも火山灰質の粗砂、細砂の互層構造をなしており(図-7)、堆砂過程を考える上で興味深い。

また、SSの連続採水観測を行っており¹⁾、SSの観測値 $L(g/m^3)$ に流量 $Q(m^3/s)$ を掛けて求めたSS負荷量 $L_{ss}(kg/s)$ と浮遊砂量との関係を図-8に示す。これからSS負荷量と浮遊砂量との関係は次のように表せる。

$$Q_s = 0.0194L_{ss}^{1.17}$$

ここで、 Q_s :浮遊土砂量(m^3/s)、 L_{ss} :SS負荷量(kg/s)
 これより表面採水を行って得られるSSの観測値より浮遊砂を主体としたほとんどの流入土砂量を推測できることがわかる。

最後に1981年から2001年までの年間ダム堆砂量と、各年で推定した流入土砂量の経年変化を図-9に示す。年間堆砂量がマイナスに算出されている年やゼロに算出されている年があるが、原因として堆砂測量の誤差などが考えられる。

堆砂量と先に推計した流入土砂量を比較した結果、オーダー的には一致しているが、値が近い年もあれば、大きく離れている年もあった。これは空隙率を考慮していないことや下流に流出していることなどの原因が考えられるが、全般的な土砂収支は堆砂測量結果からも検証できたと考える。

6. ダム堆砂と水質との関係について

漁川ダム下流においては、石狩東部広域水道企業団が水道用水を取水しており、恵庭市、北広島市、江別市、千歳市に日最大77,100 m^3 を給水している。

水質上の問題としては1993年より夏期のダム貯水位が低下している時期にカビ臭が発生してきたことがあげられる。それに関しては、ダム管理所³⁾および高野ら⁴⁾、小林ら⁵⁾により、カビ臭の発生原因が放線菌であり、ダム貯水池上流部で繁殖した放線菌がダムサイト付近底部の無酸素層で死滅し、放線菌体内に含まれていたジオスミンの放出が原因であることが推察されている。

図-10に示すように漁川ダム貯水池では棚状に土砂が堆積しており、湖心及び上流部の水深が浅いが、ダムサイト付近では急激に水深が深くなっている。小林ら⁵⁾は、カビ臭物質であるジオスミンの発生防止対策として、無酸素状態になりやすいこの貯水池下層の好気的環境の維持、カビ臭を含んだ下層水の放流及び上

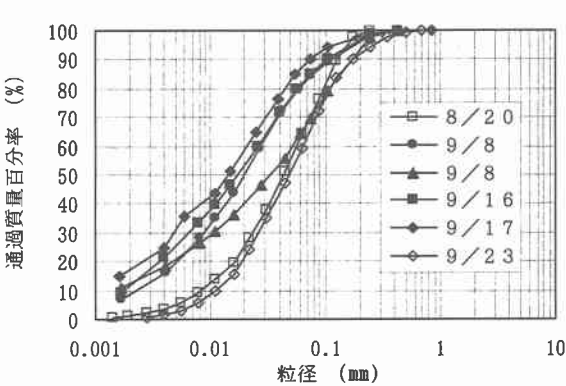


図-6 浮遊砂粒度分布図(1998年,ラルマナイ川)

標尺	標高	深度	層厚	柱状図	色調	地質名
m	m	m	m			
1	157.97	0.50	0.50		暗灰	火山灰質粗砂
					暗灰	火山灰質細砂
2	156.62	1.75	1.25			
	156.87	2.30	0.55		暗灰	火山灰質粗砂
3						
	154.57	3.00	1.50		暗灰	火山灰質細砂

図-7 ダム湖内のボーリング柱状図
(1998,ダムから1.5km地点)

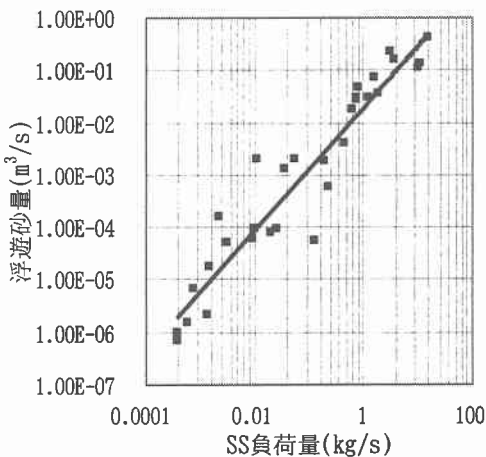


図-8 SSと浮遊砂量との関係(1998年)

流部の堆砂掘削による水環境の改善の必要性を指摘している。

図-11及び図-12には、ダムサイトにおける水温とD0(溶存酸素)の季節的変動、ジオスミンの発生期間を示す。ここでは直近6カ年の推移を示した。ジオスミンについては5ng/L以上検知された期間を示している。

水温は5月の融雪出水時頃から上昇し、6月から8月の夏期間にかけて水温躍層(水温分布が鉛直的に急激に変化する層)が形成される。9月の気温低下に伴い、躍層は消滅し、10月から11月にかけて水温はほぼ均

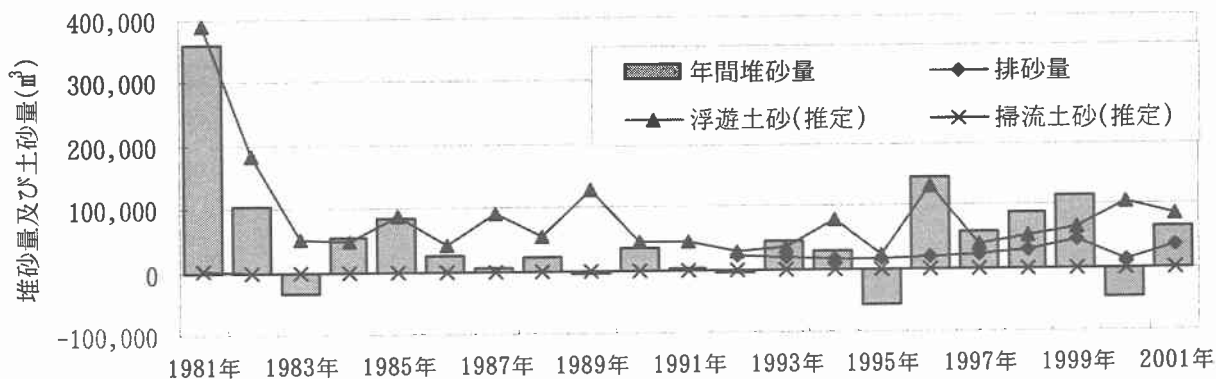


図-9 年間堆砂量と推定流入土砂量(浮遊土砂、掃流土砂)の推移

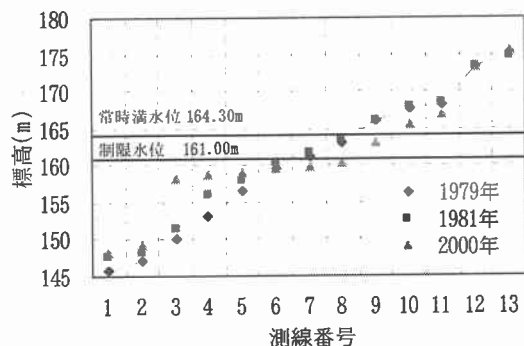


図-10 河床縦断経年図

等になる。冬期間は表層水温の低下及び結氷に伴い、表層よりも下層の水温が高い逆転層を形成している。

一方、D0 は、表層については年間を通して高い値を示す。下層は融雪出水期や夏期の降雨時等の流入量が比較的多い時は高い値を示すが、流入量が少ない夏期や冬期間については無酸素状態となっている年がある³⁾。図-11 からジオスミンの発生は D0 値が低く、かつ貯水位が低い夏期に集中している年が多い傾向にあることがわかる。

6. あとがき

本調査において、漁川ダム流域での流入土砂及び水環境の経年変化を概略的に把握することができた。

今後、漁川ダム上流域での土地利用や降水量・流入量の水文及び水理条件を詳細に整理するとともに生産土砂量及びダム湖底形状の変化がダム貯水池の水環境にどのような効果や影響をもたらすのかを調査し、現場スケールでのカビ臭発臭のメカニズムの解明とカビ臭を抑制する適切な対策に生かすことを目指したい。

本研究の一部は平成 14 年度国土交通省北海道開発局受託研究費の補助を受けた。また、北海道開発局石狩川開発建設部漁川ダム管理所から貴重なデータ・資料を提供して頂いた。ここに併せて記し謝意を表す。

参考文献

- 1) 北海道開発局 石狩川開発建設部; 平成10年度漁川ダム堆砂対策検討業務報告書, 1998.
- 2) 北海道開発局 石狩川開発建設部; 平成10年度漁川ダム

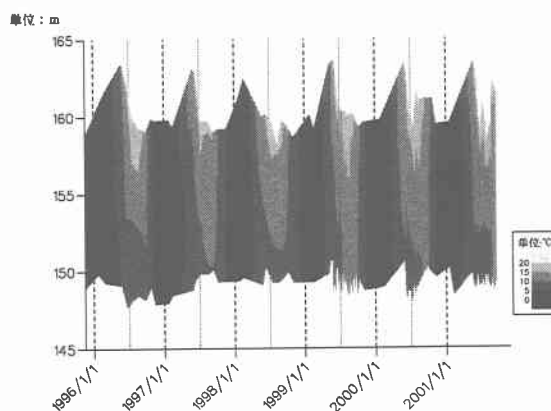


図-11 漁川ダムの水温経年変化図 (1996～2001、ダムサイト)

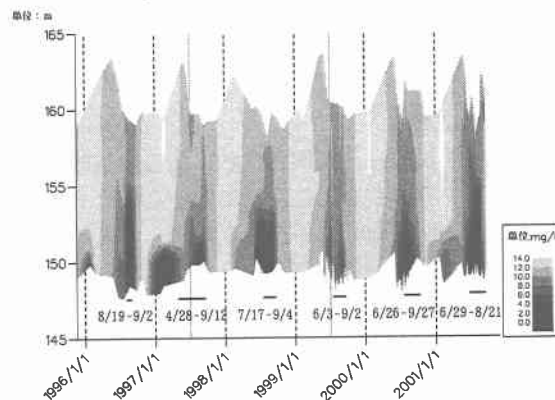


図-12 漁川ダムの D0 経年変化図とジオスミン発生期間 (1996～2001、ダムサイト)

ム貯水池現況調査業務報告書, 1998.

- 3) 北海道開発局 石狩川開発建設部; 平成11年度直轄堰堤維持の内漁川ダム水環境調査業務報告書, 1999.
- 4) 高野敬志, 市川浩樹, 佐藤祥司, 伊藤八十男; 漁川ダム湖の底泥及び表層水から分離した放線菌の性状について, 北海道立衛生研究所所報, 44, pp.85-86, 1994.
- 5) 小林睦子, 鹿野愛, 橘治国, 益塚芳雄, 稲澤豊; 漁川ダム湖における臭気物質の発生機構, 土木学会第57回年次学術講演会論文集, pp.127-128, 2002.