

大分川ダム下流河川における地域協働による
環境保全調査・研究

大分工業高等専門学校 都市・環境工学科

高 見 徹

1. まえがき

大分川ダムは、洪水調節、水道用水の確保、ならびに河川環境の保全（流水の正常な機能の維持）を目的として、一級河川大分川（幹線流路延長 55 km, 流域面積 650 km²）の主要な支川の一つである七瀬川（幹線流路延長 33 km, 流域面積 104.5 km²）の上流（大分川との合流点から 21.0 km の地点）に建設が進められている総貯水容量 24 000 千 m³ のロックフィルダムである。2019（平成 31）年度の完成を目指し、2013（平成 25）年 11 月には仮排水路トンネルによる七瀬川本川の締切りと転流、2014（平成 26）年 6 月からダム本体建設のための基礎掘削が行われている（図 1）。七瀬川は大分県大分市野津原と豊後大野市の境界付近の里山を流下し、大分川河口から 7.4 km 上流の地点にて大分川に合流しており、その流域は美しい景観やアユ等の水産資源に恵まれた優れた水環境を有している。大分川ダム建設地点下流の大分市大字原村では毎年 6 月に「はらむらホテル観賞会」を開催し、ホテルの棲む川づくり・地域づくりが行われている。

一般に、ダム建設は下流河川の物理環境や水質を変化させるため、河川生態系への影響が危惧される。大分川ダム建設事業は公共団体や学識経験者、関係住民から建設の合意と有用性の評価が得られているものの、下流河川における川づくりや瀬・淵の保全・再生に関心の高い地域住民においては建設工事に伴う土砂を含む濁水の流出や建設後の環境変化を懸念する意見も根強く残っている。ダム建設中および建設後においてもホテル観賞会が開かれるような下流河川の水環境を保全することは河川生態系の保全のみならず、地域づくりの観点からも重要である。流域における地域づくり活動を持続可能にするためには、ダム建設から完成に至るまでの河川環境を科学的に調査・観察し、その変化や回復の状況を評価し、地域住民の理解や合意形成の上に必要に応じた対策を講ずる必要がある。しかし、地域住民の意見を定量化し、具体的にどのように事業に反映するかについては方法論が確立されていない。

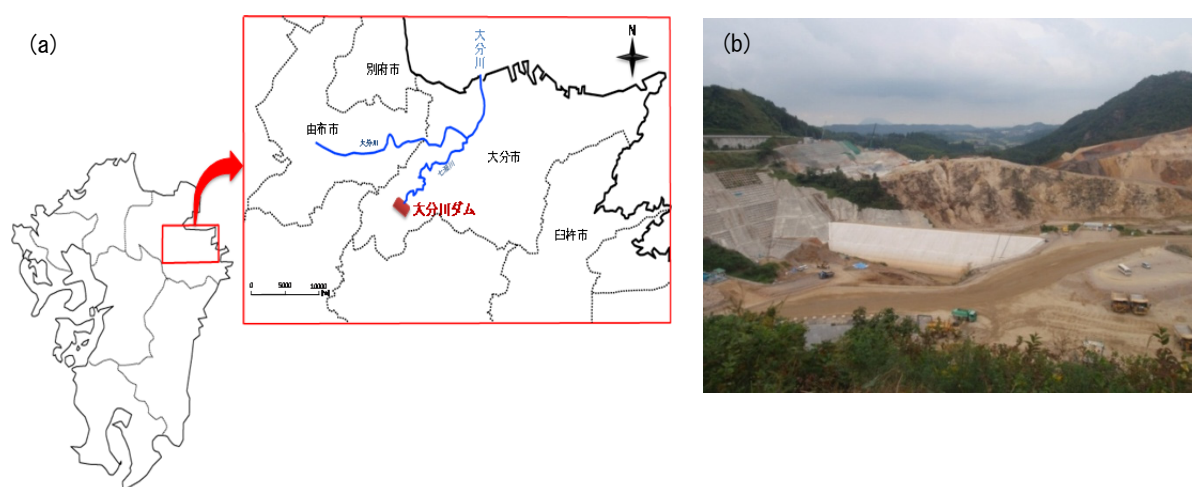


図 1 (a) 大分川および七瀬川の流域と大分川ダムの建設地点と (b) 本体掘削工事現場（2014 年 10 月撮影）

そこで本研究では、大分川ダム建設事業における現在から将来に至る地域協働による下流河川の環境保全を目標として、第一に、地域住民の河川環境への理解を促すための、ダム建設時における水質および水生生物の生息状況に関する基礎調査と、第二に、地域住民の懸念事項の一つである建設工事排水の濁水の性状調査と水産資源保護のための処理条件に関する実験を行った。第三に、水環境を構成する各要素に対する地域住民の重要度と評価を定量化し、河川事業において地域住民が望む優先事業を明らかにする方法を検討した。

2. 大分川ダム下流河川における水質および水生生物調査

2.1 目的

地域住民の河川環境への理解を促すための基礎資料を作成することを目的として、ダム建設時における水質および水生生物の生息状況に関する基礎調査を行った。

2.2 調査日・調査地点・調査方法

調査は2013年7月25日から2015年1月18日までに計11回実施した。調査地点は、大分川ダム建設工事現場下流の2区間（4地点）、すなわち、七瀬川の転流区間である長野鶴井堰上流（地点1）から仮排水路トンネル放流口上流（地点2）までの区間、ならびに放流口下流（地点3）からさらに下流の国土交通省原村水位観測所（地点4）までの区間とした（図2）。

水質調査は、各調査日の各地点において、水温、pH、濁度、溶存酸素濃度（DO）、全有機炭素（TOC）、陽イオン、陰イオンを測定した。水生生物調査では、D型フレームネット（開口450×400 mm、目合0.475 mm）を用いたキック法により水生生物を採取し、種別の個体数を計数した。計数結果は、水生生物による水質判定法および平均スコア法に従って評価した。

2.3 調査結果

2013年7月25日から2015年1月18日までの計11回の調査における水質は、季節の進行にともなう水温変化とそれに伴うDOの変動を除いて、全ての項目で安定した値が観測された。水温は5.5～24.2℃、pHは7.4～8.4、濁度は0.6～4.3度、DOは8.4～12.6 mg/L、TOCは0.4～0.7 mg/Lの範囲であり、陽イオン濃度の平均値は Na^+ が4.6 mg/L、 K^+ が1.5 mg/L、 Mg^{2+} が2.7 mg/L、 Ca^{2+} が10.0 mg/L、陰イオン濃度の平均値は HCO_3^- が35.9 mg/L、 Cl^- が2.4 mg/L、 NO_3^- が1.9 mg/L、 SO_4^{2-} が6.9 mg/Lであった。

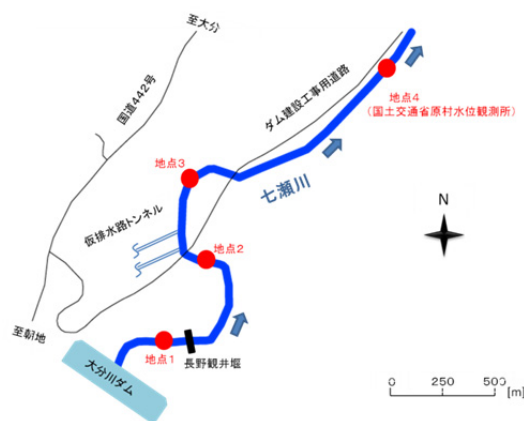


図2 水質および水生生物調査の調査地点（地点1～4）

表1 地点4における水生生物調査結果（2013年11月1日～2015年1月18日）

目	科	種	学名	水質階級	スコア値	採集個体数																						
						2013	2014															2015						
						11/1	6/20	7/31	8/6	8/19		9/6		10/18	11/22		12/14			1/18								
						地点4	地点4	地点4	地点4	地点4	地点4	地点4	地点4	地点4	地点4	地点4	地点4	地点4	地点4	地点4	地点4	地点4						
ニギ目	オビニギ科	オビニギ	<i>Semulcospira reniana</i>	II	8						2		1															
(ヒメ綱)		-	<i>Hirudinoidea</i>	III	2						2		1				1											
ヨコ目	ヨコ目科	ヨコ目	<i>Gammarus nipponensis</i>	I	8		1		3	12	13	2	1	2	3	6	12		2	2				11	4	12		
エビ目	エビ目科	エビ目	<i>Neocaridina</i>	-	-				1																			
	オビニギ科	オビニギ	<i>Geothelphusa debaani</i>	I	8																				1			
オビ目	オビニギ科	オビニギ	<i>Baetis thermicus</i>	-	6						1													4	2	9		
	オビニギ科	オビニギ	<i>Baetis thermicus</i>	-	9		1		2	1	7	3	1	2	5	1	2	9	1					3	7			
	ヒメオビ目科	ヒメオビ目	<i>Epeorus</i> sp.	I	9					5										2		2			1	1		
	オビニギ科	オビニギ	<i>Isonychia japonica</i>	-	8					1	1										2	3	4					
	ヒメオビ目科	ヒメオビ目	<i>Ephemera</i> sp.	-	8							1	4	7	11	10	3	5	3	1	10	7	8	7	14	6	14	
	オビニギ科	オビニギ	<i>Potamanthus formosus</i>	-	8							2	1	3														
	オビニギ科	オビニギ	<i>Drunella basalis</i>	-	8						4															2		
	オビニギ科	オビニギ	<i>Drunella ishyanana</i>	-	8																					1		
	ヒメオビ目科	ヒメオビ目	<i>Caenis</i> sp.	-	7					2	1											5	1	1	2	14		10
	オビ目	オビ目科	オビ目	<i>Ephemeroptera</i>	-	-				2	1															2		
	ヒメ目	ヒメオビ目科	ヒメオビ目	<i>Calopteryx cornelia</i>	-	6		5																				
		ヒメオビ目科	ヒメオビ目	<i>Planaschna milnei</i>	-	-	1	3		1															1	1	1	
ヒメオビ目科		ヒメオビ目	<i>Davidius nanus</i>	-	7			5	1	2	5									1	2	2	2	2				
ヒメオビ目科		ヒメオビ目	<i>Sieboldius albardae</i>	II	7				2		4		1	8	2											1		
オビ目	オビ目科	オビ目	<i>Kamimuria tibialis</i>	I	9			1	2	4			3		1	10	1	3	2	3	6	3	12	5	4			
	オビ目科	オビ目	<i>Neoperla</i> sp.	I	9	3	2						1	2	4					2	2		16	2	5			
ヒメ目	ヒメオビ目科	ヒメオビ目	<i>Hydropsychidae</i> Gen.sp.	-	7																				2	1		
	ヒメオビ目科	ヒメオビ目	<i>stenopsyche marmorata</i>	-	9					1	5		1			1	2	7	1	5	5	4	5	10	4	9		
	ヒメオビ目科	ヒメオビ目	<i>Rhyacophila</i> sp.	I	9			3	3	2		5											1	3	1			
	ヒメオビ目科	ヒメオビ目	<i>Micrasema</i> sp.	-	10																							
	ヒメオビ目科	ヒメオビ目	<i>Lepidostoma</i> sp.	-	9																		1			1		
ヒメ目	ヒメオビ目科	ヒメオビ目	<i>Tipula coquillettii</i>	-	8			1	1	1	2							1	1	1		1	1					
	ヒメオビ目科	ヒメオビ目	<i>Bibiocephala infusata</i>	I	10																					1		
オビ目	ヒメオビ目科	ヒメオビ目	<i>Psephenidae</i> Gen.sp.	II	8										1		1											
	ヒメオビ目科	ヒメオビ目	<i>Luciola cruciata</i>	II	6		1		1	1			1															
水質階級						I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
総スコア (BMWP)						17	38	40	90	72	81	59	65	67	49	52	59	45	51	82	67	65	57	91	91	115		
出現科数 (オビ目のないものを除く)						2	5	5	11	9	11	7	9	8	6	6	7	6	6	10	8	8	7	11	11	14		
平均スコア (ASPT)						8.5	7.6	8.0	8.2	8.0	7.4	8.4	7.2	8.4	8.2	8.7	8.4	7.5	8.5	8.2	8.4	8.1	8.1	8.3	8.3	8.2		

地点4で実施した10回の水生生物調査の結果を表1に示す。水生生物による水質判定法に従うと、10回の調査における地点4の水質階級は全てI「きれいな水」と評価できることが示された。また、平均スコア法に従うと、平均スコア（ASPT）は平均値で8.1（n=21）となり、良好な水環境の目安であるASPT8を超える水生生物が生息することが確認できた。特に、2013年11月7日の七瀬川の転流や2014年6月のダム本体工事のための基礎掘削開始以降においても変化は認められず、良好な水生生物の生息が維持されていることが確認できた。

2.4 まとめと課題

本研究により、pH、濁度、DO、TOC等の水質は良好であり、水質階級および平均スコア法に基づく評価によると七瀬川の転流および大分川ダム本体建設工事における水生生物の生息状況に変化は認められなかった。しかし、大分川ダムの建設工事は長期間にわたり実施される。また、ダムの完成後は下流河川における水温の上昇や流量の平均化、河床材料の変化等の影響が考えられる。このことから、本研究の調査結果を基礎資料として、地域住民に情報を開示しつつ、今後調査を継続的に実施し、長期的に下流河川生態系の影響を観察し、評価する必要がある。

3. 大分川ダム建設工事現場から発生する濁水の性状調査と凝集沈殿処理条件に関する実験

3.1 目的

地域住民の懸念事項の一つである建設工事排水の濁水の性状調査と水産資源保護のための処理条件に関する実験的検討を行った。なお、本研究では濁水の処理基準として、水産資源保護の観点から水域の水質水準を定めた水産用水基準を採用した。また、水産用水基準における水の濁りに関する基準は懸濁物質（SS、5 mg/L以下）であるが、SSの測定は手間がかかるため、本研究ではSSとの高い相関が確認された濁度（3.5 mg/L以下）を用いて処理の最適条件を検討した。

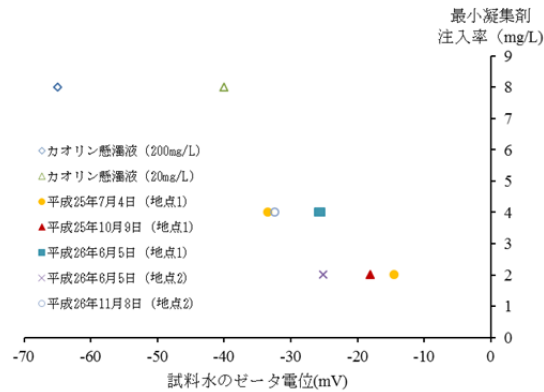


図3 懸濁粒子のゼータ電位と最小凝集剤注入率の関係

3.2 材料と方法

濁水の採取は、ダム建設工事区域内のダム周回道路擁壁整備工事現場下の沈砂池（地点1）とダム本体建設工事現場下流の濁水処理設備前の沈砂池（地点2）とした。濁水の性状調査では、濁水の pH と濁度、ならびに濁水中の懸濁粒子の沈降速度分布とゼータ電位を測定した。また、凝集沈殿処理の最適条件を求めるため、凝集剤として硫酸アルミニウム ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) を用いてジャーテストを行った。加えて、懸濁粒子とフロックのゼータ電位を測定し、残留濁度を 3.5 mg/L 以下にするために必要な凝集剤の最小濃度（最小凝集剤注入率）の関係を求めた。

3.3 結果と考察

水質測定の結果、地点1では pH が 10.1～11.5 のアルカリ性を示した。濁度は 30～800 mg/L であり、何れも水産水質基準（濁度 3.5 mg/L 以下）を超える値であった。一方、地点2では濁度は高いが pH は中性付近であった。沈降速度分布の結果、ほぼ全ての試料が 24 時間静置後も濁度 20 mg/L 以上（ゼータ電位 -25～-30 mV）であり、凝集沈殿処理が必要であることが確認できた。

ジャーテストの結果、2 種類の試料の 12 時間静置後の上澄水（初期濁度 43.3 mg/L と 22.9 mg/L）は、凝集剤注入率 10～30 mg Al/L の場合、両試料ともに pH 6.7～7.5 において残留濁度が 3.5 mg/L 以下となった。また、試料（未処理）中の懸濁粒子のゼータ電位と残留濁度を 3.5 mg/L 以下にするために必要な最小凝集剤注入率の関係を図3に示す。本研究で採取した試料のゼータ電位は -15～-30 mV であることから、最小凝集剤注入率は 2～4 mg Al/L であることが明らかになった。

3.4 まとめと課題

本研究により、大分川ダム建設工事現場から発生する濁水に対する水産用水基準を満足する最適な凝集沈殿処理条件（pH 6.7～7.5、硫酸アルミニウム注入率 2～4 mg Al/L）を明らかにすることができた。しかし、濁水の水質は発生地点とその地表面の施工状況に応じて変化することから、建設工事の進展に応じた濁水の性状調査と最適処理条件の検討を続ける必要がある。

4. 地域住民による水環境健全性指標の重要度評価に基づく河川環境改善方法の検討

4.1 目的

地域協働による環境保全を具体化するため、水環境を構成する各要素に対する地域住民の重要度と評価を定量化し、河川事業において地域住民が望む優先事業を明らかにする方法を検討した。

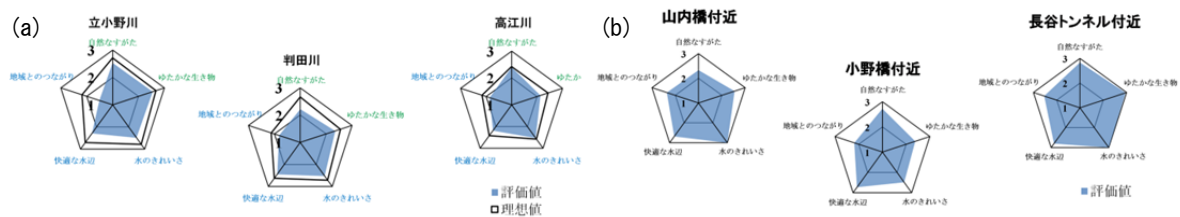


図 4 (a) 判田川流域と (b) 柴北川流域における水環境健全性指標の評価結果

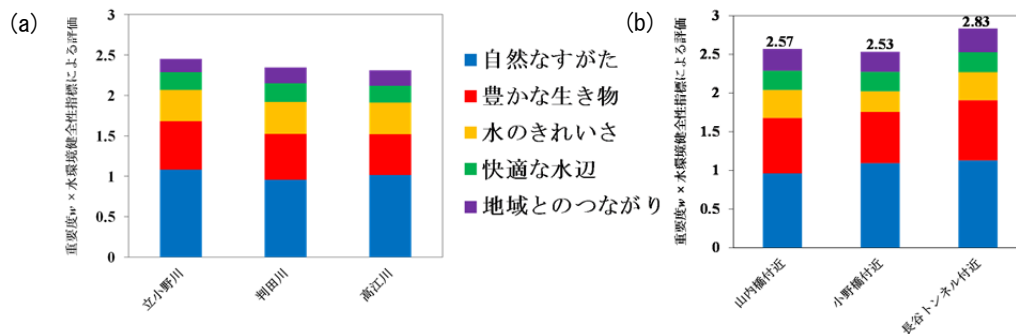


図 5 (a) 判田川流域と (b) 柴北川流域における重み付き総合評価結果

4.2 調査・解析方法

調査は大野川水系の判田川と柴北川の地域住民を対象に実施した。それぞれの地域住民は河川環境保全活動を行う NPO に所属する地域住民（それぞれ 15 名と 10 名）であり、それぞれ当該河川の調査地点（各 3 地点）に出向いて水環境健全性指標に回答し、その後地域公民館に集まり水環境健全性指標の各指標の重要度に関するアンケートに回答した。重要度に関するアンケート結果は、階層分析法（analytic hierarchy process, AHP）の手法を用いて各指標の重要度を評価した。

4.3 結果と考察

地域住民における水環境健全性指標による評価では、それぞれの流域の各地点において評価値が異なり、各地点における地域住民の評価を定量化することができた（図 4）。さらに、AHP による水環境健全性指標の重要度評価の結果と上述の評価値に基づいて総合評価を算定した結果、各地点の評価の優劣が明らかになり（図 5）、各地点において優先して改善すべき事業項目を抽出することができた。

4.4 まとめと課題

本研究で提案した地域住民の意見の定量化と河川環境改善事業への適用方法は、事業を計画する場合のみならず、事業終了後の評価にも利用可能であると考えられる。今後は大分川ダムの下流河川の広範囲にわたる地域住民に対して本方法を適用し、地域協働による環境保全を具体化する必要がある。

学会発表・講演一覧

- 1) 熊本麻菜・金山祐太・松尾悠平・高見徹：大分川水系七瀬川における水質および水生生物調査，平成 26 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.707-708，2015。
- 2) 軸丸広樹・高見徹：大分川ダム建設工事現場から発生する濁水の性状と凝集沈殿処理条件に関する研究，平成 26 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.737-738，2015。
- 3) 高見徹：流域住民による水環境健全性指標の重要度評価に基づく河川環境改善方法の検討，平成 26 年度日本水環境学会九州沖縄支部研究発表会講演要旨集，p.23，2015。