

ダム運用に伴う下流河川の河床状態及び底生生物群集への影響と環境影響評価の課題
THE INFLUENCE OF DAM OPERATION UPON THE RIVER BED AND THE BENTHOS COMMUNITY IN
THE LOWER STREAM AND PROBLEMS ABOUT ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

足立 敏之 *・高橋 和也**

Toshiyuki ADACHI*・Kazuya TAKAHASHI**

ABSTRACT: These days, the conservation of ecosystem or biodiversity has become a social demand. It is therefore getting more important to predict how ecosystem will be influenced by civil engineering works. This is a report on an investigation of the influence of dam operation upon benthos community in the lower stream of dams.

What can be observed by comparing the river bed between the lower stream of the dams and other rivers without dams is the difference in the composition of the bed materials. In the lower stream of the dams the base rock is exposed and large sized stones on the river bed are dominant. It may be considered that the exposure of the base rock is due to the prevention of stones by dams from flowing down dams and that the dominancy of the large sized stones is due to the stability of stream. The difference in the benthos community is also observed. The more the base rock is exposed, the less species of Ecdyonuridae live and the less the small and medium sized stones exist, the less the mass of Ephemerellidae is.

One the basis of this investigation, problems about environmental impact assessment are also discussed.

KEYWORDS: DAM OPERATION, BENTHOS COMMUNITY, BED MATERIALS, ENVIRONMENT IMPACT ASSESSMENT

1. はじめに

自然環境保全に関する社会的な要請がますます高まりつつあるなか、水資源開発等社会基盤整備の役割を担う公共土木事業においても、自然環境との調和が緊急の課題となってきた。このような背景から事業の影響を事前に予測・評価する「環境影響評価」（以下、「環境アセスメント」という）のあり方が近年さかんに議論されるようになってきた。

現行の環境アセスメント制度における「植物」や「動物」といった生物に関する項目に関しては、学術上の価値が高い等の理由によるいわゆる「貴重種」を予測・評価の対象とし、その影響についても、個体や個体群、あるいは生育・生息場所の改変の有無等直接的な影響のみが議論されることが一般的である。

* 財団法人ダム水源地環境整備センター 研究第三部

The Third Department Water Resources Environmental Technology Center

**応用地質株式会社 環境計画部

Environment Planning Division oyo corporation

しかしながら、「生態系」や「生物多様性」の保全が重要視されてくるなか、今後は生物－環境系、即ち、生態系的な側面から自然環境への影響が論じられていくべきであり、この様な視点に立てば、生物・化学・物理環境の変化が生物種やその集合体である生物群集に及ぼす影響についても積極的に予測・評価していくような姿勢が求められる。

本報告では、その様な観点からダム運用に伴う下流河川の河床状態及び底生生物群集への影響について考察を加えるとともに、今後の環境影響評価に当たって留意すべき事項等についてとりまとめた。

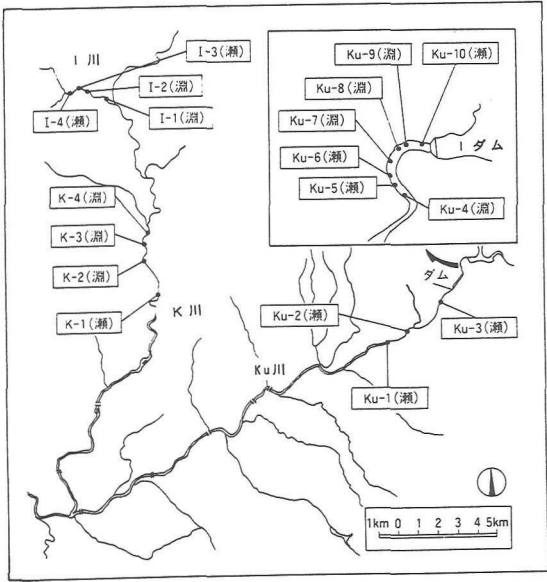
2. ダムの運用に伴う影響に関する考察

ダム湖の出現、運用に伴い発生すると考えられるダムの下流河川における河床の状態の変化と、その変化が及ぼす底生生物群集への影響に関して考察を加えた。

ダム下流における河床の状態に関しては、九州のKu川上流に位置するIダム直下及びその下流に位置するダム直下のデータを用いた。また、ダムより下流の右支川合流部より下流のKu川（以上、河口から87km付近～94km付近）、Ku川の右支川であるK川（Ku川との合流部から13km～19.4km付近）及びその右支川であるI川（K川の合流部～3 km付近）のデータを対照区のデータとした。

河床の状態については、河床の構成材料をその大きさ等によって類型化し（図－2）、底生生物の採集地点を中心に周囲約5m×5mの範囲について、河床表層に認められる河床材料の構成比を10%単位で記録したものである。

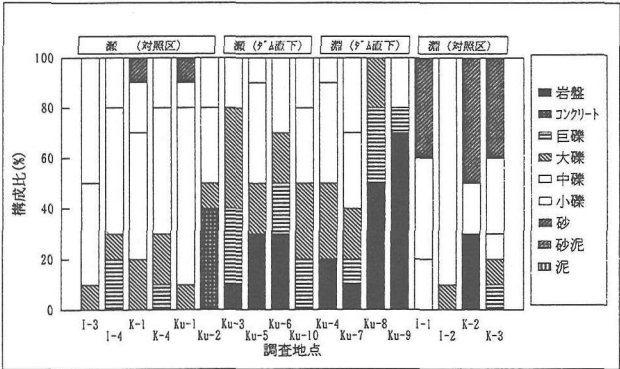
また、底生生物に関しては、0.5m×0.5mのコドラート調査の結果を整理したものである。なお、本調査は1995年8月6日～8日に実施している。



図－1 調査地点位置図

2. 1 ダム下流における河床の状態変化

図－2 は、各調査地点における河床の状態を比較したものである。ダム直下においては、瀬、淵のどちらとも岩盤が露出している傾向が確認された。岩盤が河床に対して占める割合は、岩盤の露出していない1地点（Ku-10）を除くと、10%～70%を示していた。また、その他の河床構成材料は巨礫（直径1m以上）、大礫（直径1m～人頭大）、中礫（人頭大～こぶし大）が主体となっていた。一方、対照区であるK川、I川とダムより下流の右支川合流部より下流のKu川においては、瀬と淵の河床構成材料に違いが確認された。



巨砂：直径1m以上 大礫：直径1m～人頭大
中礫：人頭大～こぶし大 小礫：こぶし大～米粒大

図－2 ダム直下及び対照区の河床構成材料の比較

また、岩盤の露出は1地点（K-2）を除いて確認されていない。瀬においては、中礫～小礫（こぶし大～米粒大）が主体で、河床の50%～90%を占めていた。淵においては、小礫～砂が主体で、河床の70%～90%（I-2は小礫のみで砂を含まず）を占めていた。

I ダムの直下、調査区間である約1 kmの範囲は、減水区間になっており、平水時はダムより下流部に注ぐ沢からの水によって流水が確保されている状態にある。また、ダム堤体の存在により上流からの砂礫の供給が停止されている。ダム運用開始以来の時間の経過とともに、中礫、小礫、砂が流下するなか、上流からの砂礫の供給が停止したために徐々に、岩盤が露出してきたものと考えられる。竹門もその著書¹⁾の中で、ダム直下は一般的に、「砂礫の供給停止」と「放流」により浸食卓越の地形になり、岩盤瀬が形成されることを指摘している。一方、流量操作に伴う下流部での掃流力の低下は、巨礫や大礫の流下の機会を低下させることになる。I ダム及びその下流のダムの直下においては、「砂礫の供給停止」と「掃流力の低下」の2つの要因によって、河床に岩盤が露出するとともに、大型の礫のみが残留し、次第に岩盤と大型礫を主体とする河床が形成されてきたものと考察される。

2. 2 ダム下流における底生生物群集の現状と河床状態変化との関係

(1) 底生生物群集の現状

図-3に各調査地点ごとの底生生物の出現状況を、図-4に各調査地点ごとの底生生物の構成比を整理した。出現種類数、個体数とも瀬に多く、淵に少ない傾向が見られた。また、瀬においては、カゲロウ目の占める割合が淵に比べて高い傾向が見られた。一方、淵においては、ユスリカ類などのハエ目やイトミミズ類などの昆虫綱以外の底生生物の占める割合が高くなる傾向が確認された。しかしながら、Ku川のダム直下に位置する瀬（Ku-5、Ku-6）においては、ハエ目や昆虫綱以外の底生生物の構成比は、他の瀬と同様に淵と比べて低いものの、カゲロウ目の構成比も低く、この点に関しては淵と類似した傾向を示していた。

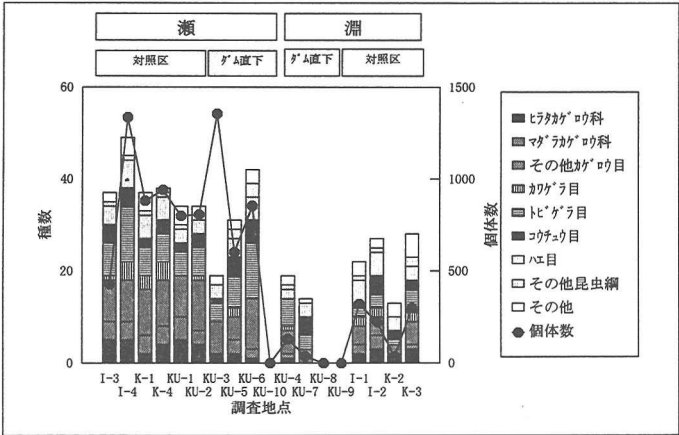


図-3 調査地点別の底生生物の出現状況

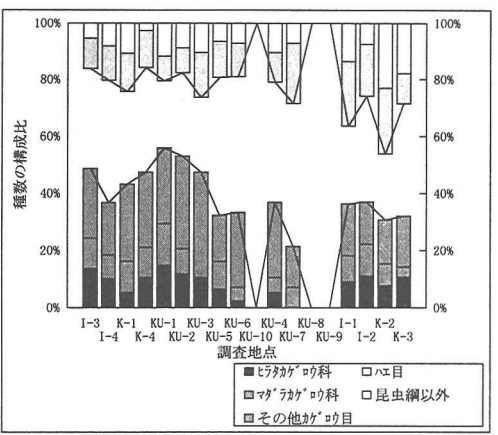


図-4 調査地点別の底生生物の構成比

(2) 底生生物組成の違いと河床状態変化との関係に関する考察

表-1は、各調査地点のヒラタカゲロウ科とマダラカゲロウ科の出現種・個体数と河床構成材料との関係を整理したものである。ヒラタカゲロウ類は、礫面に接着して生活する匍匐型の水生昆虫で、「早瀬のこぶし大の礫の存在度と安定度を示す指標」（接着型示数²⁾）として指数化されている。そこで河床状態の変化との関連をみるために、各調査地点における接着型示数を算出した。他に水温、SS、流

速についても併せて示した。なお、SSに関してはダム直下の瀬において特異な底生生物組成が確認されたことから、これに着目して瀬においてのみ測定している。

接着型示数 = 2 A + B

A : *Epeorus*, *Bleptus*, *Ecdyonurus*, *Heptagenia*, *Cinygma*の各属の種類数

B : ヒラタカゲロウ科のA以外の属の種類数

表-1 ヒラタカゲロウ科、マダラカゲロウ科の出現状況と河川環境

調査地点 調査項目等		対 照 区						ダ ム 直 下 (Ku-3は幸野ダムの直下、その他は市房ダムの直下)								対 照 区				備 考
		五木小川		川辺川		球磨川										五木小川		川辺川		
		I-3	I-4	K-1	K-4	Ku-1	Ku-2	Ku-3	Ku-5	Ku-6	Ku-10 ¹⁾	Ku-4	Ku-7	Ku-8 ²⁾	Ku-9 ²⁾	I-1	I-2	K-2	K-3	
河川形態		瀬	瀬	瀬	瀬	瀬	瀬	瀬	瀬	瀬	瀬	瀬	瀬	瀬	瀬	瀬	瀬	瀬	瀬	
河床構成 材料比率 (%)	岩盤 30 10 40 50	岩盤 20 10 50 20 +	岩盤 20 50 20 10	岩盤 10 50 20 10	岩盤 40 70 10 10	岩盤 40 30 20	岩盤 10 40 20 20	岩盤 30 20 40 10	岩盤 30 20 30 +	岩盤 20 20 30 20	岩盤 20 30 40 10	岩盤 10 20 30 30	岩盤 50 30 20 +	岩盤 70 10 20 +		岩盤 20 40 40	岩盤 + 10 90 20 50	岩盤 10 10 30 40	+は10%未満	
流速 (cm/s)		44	68	93	125	65	87	32	37	41	— ²⁾	<1	<1	<1	<1	<1	28	3	1	
水温 (℃)		24.8	22.3	24.6	20.9	25.5	23.4	25.0	27.8	24.6	26.9	28.5	27.1	26.4	26.8	16.2	20.8	22.8	21.9	
SS (mg/l) ²⁾		0.7	1.6	1.3	1.6	13	6.8	16	—	2.2	2.4	—	—	—	—	—	—	—	—	
ヒラタカゲロウ科 (個体数)																				
<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	3	32		52	12	12														
<i>Ecdyonurus yoshidae</i>	2	104		19	2	88	18	5			1						19		4	
<i>Ecdyonurus</i> sp.	2	14		12												3	2		1	
<i>Epeorus latifolium</i>	67	106	198	178	69	69	65	42	5											
<i>Epeorus venoi</i>			12	12	1															
<i>Heptagenia</i> sp.																27	29	2	40	
<i>Rhythrogena japonica</i>	38	7	36	19	1	2														
<i>Rhythrogena satsuki</i>			3		8															
接着型示数	9	9	6	9	8	7	4	4	2	—	2	0	—	—	—	4	6	2	6	
マダラカゲロウ科 (個体数)																				
<i>Drunella cryptomeria</i>	33	13	2	1	5															
<i>Ephemerella setigera</i>	69	131	64	35	20	28										9	1			
<i>Ephemerella</i> sp.	3	17	10	19	12											15	5	8	58	
<i>Serratella rufa</i>	2	24	77	88	94	125														
<i>Torleya japonica</i>																				
種密度	37	49	39	39	34	34	20	31	44	—	19	14	—	—	—	22	27	13	28	数/0.25m ²

*1: Ku-10、Ku-8、Ku-9では、底生生物は確認されなかった。
*2: 「瀬切れ」していて調査時に水がなかったため、流速は欠測。
*3: SSについては、瀬でのみ測定した。

図-5は、瀬における調査地点別の接着型示数とヒラタカゲロウ類の出現個体数を示したものである。ダム直下の瀬においては、接着型示数が対照区のそれに比べて低くなっていることが認められた。一般に接着型示数>6が「早瀬の存在度と安定性」を示す値とされているが³⁾、ダム直下の瀬 (Ku-5、Ku-6) では接着型示数が2~4であるのに対し、対照区の瀬では6以上を示している。

図-6は、河床における岩盤の露出割合と接着型示数の関係を示したものである。サンプル数が少ないものの、両者の間には相関関係が認められた (表-2)。従って、ダム運用に伴う下流河川における岩盤の露出はヒラタカゲロウ類の種類数を単純化させる原因の一つであることが示唆された。なお、その他の環境要素と接着型示数との間には顕著な相関関係は認められなかった。

表-2 接着型示数と岩盤の露出割合、水温、SS、流速との相関関係と検定結果

	岩盤の露出割合	水 温	S S	流 速
接着型示数	r=-0.8525 P= 0.0035**	r=-0.5585 P= 0.1181	r=-0.3924 P= 0.5286	r= 0.5594 P= 0.1174

** 1%有意 * 5%有意

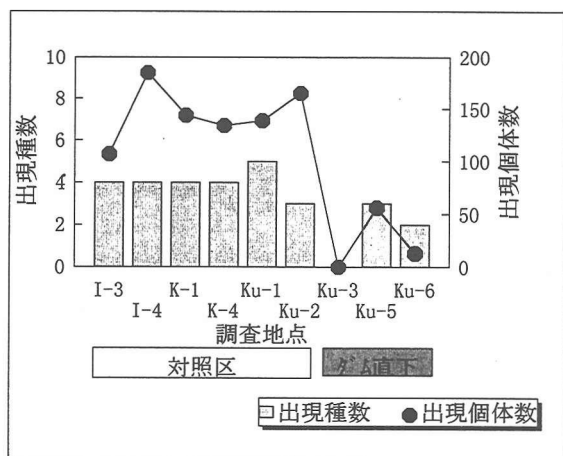


図-5 瀬における地点別の接着型示数とヒタガハガロウ類の出現個体数

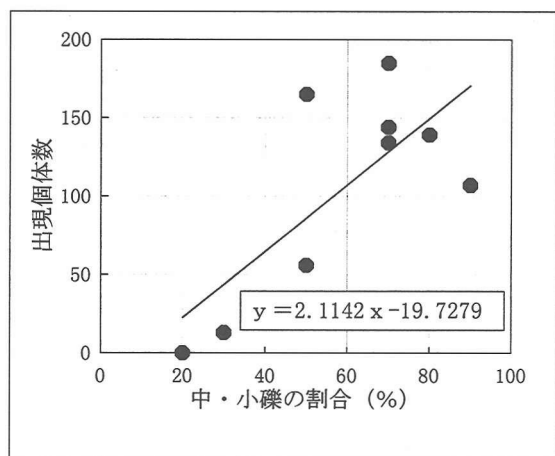


図-6 河床の岩盤露出割合と接着型示数

注) Ku-10は底生生物が何も確認されなかったので除外した。

図-7に調査地点別のマダラカゲロウ類の出現種数及び個体数を整理した。また、図-8は、河床における中・小礫の割合とマダラカゲロウ類の出現個体数との関係を示したものである。一般にマダラカゲロウ科の幼虫は、河床の石礫間や落葉などに生息しているとされているが⁴⁾、本調査においても、河床に対する中・小礫の割合とマダラカゲロウ類の個体数との間に関係があることが示唆された ($r=0.7358$, $P=0.0238$ * 5%有意)。河床における中・小礫の減少、即ち、河床の礫の大型化は、流況の安定化に伴う掃流力の低下と関係があり、ダム運用がマダラカゲロウ類の個体数を減少させる原因になっていることが示唆された。

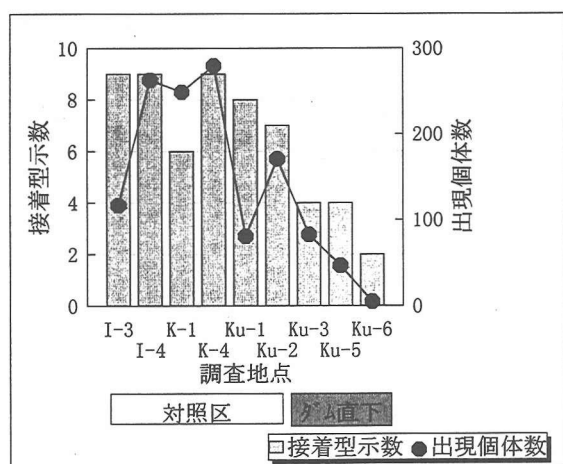


図-7 瀬における地点別のマダラカゲロウ類の出現種数及び個体数

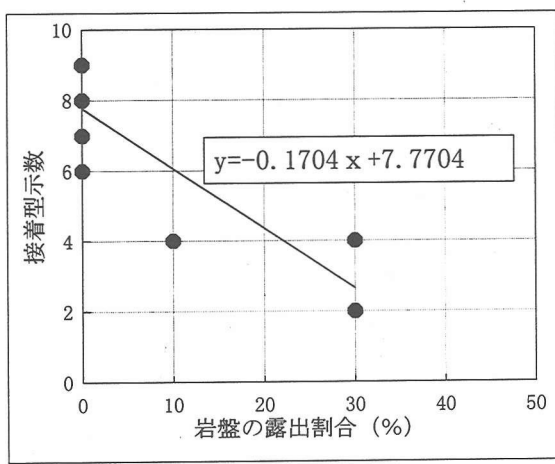


図-8 河床の中・小礫の割合とマダラカゲロウ類の出現個体数

3. 環境影響評価の課題

3. 1 保全すべき生態系の評価基準の必要性

本研究においては、ダム下流河川における河床状態の変化と底生生物群集の変化に関して考察を加えた。その結果、河床の状態といった物理的環境の変化が生物群集の組成変化、即ち、生態系の構造変化をもたらすことが示唆された。

現在進められている環境アセスメントにおいては、生息種の把握に主眼が置かれているが、今後は、環境の変化に伴う生物群集への影響を論じていくためにも、対象地域を生息環境の観点から捉えていくことが必要であろう。また、生態系への影響を予測するための技術向上に向けて、今後は無機質あるいは生物的環境の変化が生物群集に与える影響に関して知見を集積していくことが必要である。この様に、個々の要因との関連で生態系への影響を明らかにする一方で、対象地域の生態系に関して、全体的な観点から保全すべき生態系を評価するための何らかの基準を設定していくことも必要になってくると考えられる。この基準に照らして、対象地域において改変を受ける場所の生態系を評価し、地域の生態系に与える影響の程度を論じていくことも必要であると考えられる。

3. 2 評価基準に関して

保全すべき生態系を評価するための基準として今後検討を行うべき視点として多様性が挙げられる。また、生態系の動態に注目し、その変動性と自己修復性をも考慮して評価するならば、自然的あるいは人為的作用による地質や大気質、水質の変化と生態系の変化を考慮した時系列上での生態系の評価が必要になってくると考えられる。即ち、人との係わりと自然を考えた時、手つかずの場所における生態系よりも人の手を介して長い年月をかけて成立した里山の方が種の多様性が高いとの指摘もあり、保全すべき生態系と評価される場合も想定されないわけではないのである。

ところで、生物多様性に関しては、現在、「遺伝子の多様性」、「種の多様性」、「生態系の多様性」の3つのレベルで認識されている⁵⁾。保全すべき生態系の評価基準として考えるならば、生態系自体を直接評価できるのが生態系の多様性であり、その構成要素で評価するならば種の多様性や遺伝子の多様性を論じるべきであろう。実際の環境アセスメントにおいては、遺伝子の多様性を論じるには時間的、経費的にもかなりの困難を伴う。種の多様性に関しては、「種密度」やさまざまな「指数」が考案されており、今後、地域や対象生物群に応じた適正な指数の吟味が望まれる。生態系の多様性については、事業予定地といったある特定の限定された範囲においては、「生息環境の多様性」を生態系の多様性の指数として捉えていくことが適当であると考えられる。底生生物に関しては、すみわけ等微環境との対応が他の生物群と比べて研究されており、生息環境の多様性を計るものさしとして、今後、ダム等の環境アセスメントといった特定地域の評価に利用していくべき生物群であると考えられる。底生生物からの生息環境の多様性の評価については、谷田⁶⁾も提言している。

4. おわりに

我が国の環境アセスメントについては、制度面の問題のみならず技術的な面での課題が非常に多く、今後の検討が急がれている。本研究が、ダム事業等における今後の環境アセスメントの技術的進展に当たりなんらかの問題提起となれば幸いである。

参考文献

- 1) 竹門康弘：水域の棲み場所を考える，棲み場所の生態学，平凡社，p p. 36-50, 1995
- 2) 谷幸三：河川の環境判定，水生昆虫の観察，トンボ出版，38p.，1995
- 3) 文献3) 参照，40p.
- 4) 石綿進一：マダラカゲロウー系統的分化と小生息場所の分割利用ー，日本の水生昆虫，東海大学出版，p p. 47-48, 1995
- 5) Walter V.Reid & Kenton R.Miller (原著)・藤原良 (編訳・解説)，生物の多様性の3つのレベル，生物の保護はなぜ必要か，ダイヤモンド社，p p. 20-25, 1994
- 6) 谷田一三：河川生物群集，多様性評価と人為攪乱・ストレスの生態影響評価 (私案)，第2回応用生態工学シンポジウムテキスト，(財)ダム水源地環境整備センター，p p. 46-56, 1995