

平出ダム下流区間の維持放流継続による河川環境調査

群馬工業高等専門学校 学生会員 ○松本 拓也
 群馬工業高等専門学校 非会員 近藤 教
 群馬工業高等専門学校 正会員 宮里 直樹

はじめに

群馬県北部の沼田市に位置する利南発電所は、片品川下流部に位置する平出ダムの下流に県営 5 番目の水力発電所として昭和 39(1964)年に運転が開始され、最大使用水量 $14.00 \text{ m}^3/\text{s}$ 、有効落差 46.10m の基で年間電力量 $39,191\text{MWh}$ の発電を可能としている。この利南発電所はダム水路式による地下発電所であるため、発電後の水を 2km 以上の放水路トンネルにより、河川の下流に放水している。このため、平出ダムから発電放流地点までの 2.7km に渡り、河川の放流水が少ない減水区間が発生していた。

このような減水区間における河川環境改善のため河川維持放流量が必要である。この観点から、平出ダム直下流に発電後ただちに河川へ放流する維持放流発電所である新利南発電所が建設された。そのため、 $1.83 \text{ m}^3/\text{s}$ (平出ダム $0.05 \text{ m}^3/\text{s}$ + 新利南発電所 $1.78 \text{ m}^3/\text{s}$) の河川維持放流が平成 22(2011)年 7 月より開始されている。

今回は放流開始から二年半後である、三度目の冬季調査を行った。本研究では、昨年度の調査と比較検討し、維持放流開始から二年半後の河川環境を明らかにし、維持放流による河川環境の改善効果の検討を目的として、水質・水生昆虫・付着藻類(珪藻)・魚類の調査を行った。

1. 調査対象の生物

2-1 水生昆虫

水生昆虫とは、一生またはその一時期を水中で生活する昆虫で、カワゲラ目、カゲロウ目、トンボ目、トビケラ目、および半翅目、甲虫目、鱗翅目の昆虫の一部がこれに含まれる。水生昆虫は夏季と冬季でその種数や個体数が変わるため、今回は過去の冬季の調査結果と比較する。

2-2 付着藻類(珪藻)

珪藻とは、河川や湖沼などあらゆる水域に生息する藻類の一種である。おのおの固有の特性を持ち、汚濁度や富栄養化の環境指標となる生物である。季節性のものは少なく、夏季、冬季のデータを比較することが可能である。

2-3 魚類

魚類は、種類ごとに生息に必要な水利的生息条件を持っている。平出ダムから放流されている維持放流量は、既存報告及び生息環境の評価に基づき、鮎の生息できる環境として $1.83 \text{ m}^3/\text{s}$ に設定されている¹⁾。

2. 調査方法

3-1 調査日、調査対象場所の概要

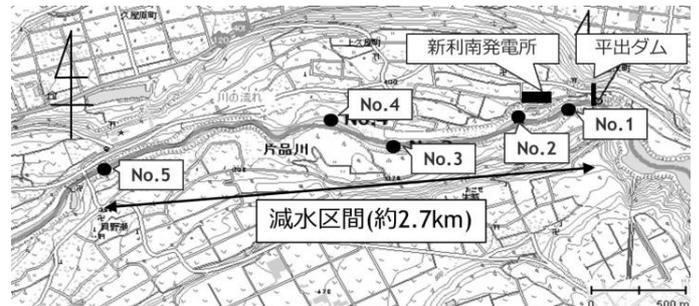


図-1 片品川の調査地点

冬季の調査は 2013 年 12 月 24 日に、図-1 に示す夏季の調査と同様の地点で行った。各地点での調査項目を表-1 に示す。

表-1 調査地点と調査項目

調査日	2013.12.24				
調査地点/調査項目	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
水質調査	○	○	○	○	○
水生昆虫	○	○	○	○	
付着藻類(珪藻)	○	○	○	○	
魚類			○	○	

また今回の調査の約 1 ヶ月前、台風の影響によりダムの貯水量が増加したことを受け、発電量を増やすことを目的に通常約 $1.83 \text{ m}^3/\text{s}$ である放流が約 $15 \text{ m}^3/\text{s}$

キーワード 維持放流, 河川環境, 水質変化, 水生昆虫, 珪藻

連絡先 〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽 580 群馬工業高等専門学校

TEL027-254-9000 E-mail : nmiyazato@cvt.gunma-ct.ac.jp

まで増加されていた。本調査を行った時点では、放流量は通常まで戻っていたが、河川に何等かの影響があったと考えられる。

3-2 水質調査

各点において水を採取し、下水試験法に従って、水質分析を行う。調査項目は Tw(水温:°C), EC(電気伝導度:mS/m), NO_x-N(酸化態窒素濃度:mg/l), 4 項目である。現地では Tw, EC を測定し、他の項目は本校で分析を行う。

3-3 水生昆虫調査

各調査地点にて、0.25 m²あたりの水生昆虫の生息状況を調査するため、25 cm×25 cmの鉄製の枠と洗濯ネットを用いて 4 回採取を行った。さらに、採取した水生昆虫の同定を行い、個体数を測定した。

3-4 珪藻調査

各調査地点の石に付着している珪藻を「ケイソウのしらべかた」²⁾に従い、歯ブラシで擦り取り、試料にクリーニング(有機物を取り除く作業)を施した後、ブルーフラックスで封じて永久プレパラートを作成した。顕微鏡は、油浸レンズを取り付けた光学顕微鏡を使用し、種の同定を行った。試料ごとに 200 個体をカウントし、リスト作成を行った。

3-5 魚類調査

地点別の魚類の生息状況について調べることを目的とし、No. 3 および No. 4 で電気ショッカーを用い、定量調査を行った。各地点でそれぞれ 10 間放電を行い、魚類を捕獲した。本調査では、維持放流後にどのように魚類の生息状況が変化するかを調査することが目的である。よって、厳密な種類の同定は行わず、目視による“種”の判別にとどめた。

3. 調査結果及び考察

4-1 水質分析結果

水質の調査結果を表-2 に示す。No.5 で NO_x-N の値がほかの地点と比較して、やや高い値であった。これは No.5 地点の少し上流で農地などの排水の流れ込む箇所があり、この影響だと考えられる。

表-2 水質分析結果

調査日	調査地点	time	Tw(°C)	EC(mS/m)	NO _x -N(mg/l)
2013.12.24	No.1	10:23	2.8	11.41	1.02
2013.12.24	No.2	11:00	3.8	11.34	1.09
2013.12.24	No.3	12:00	4.3	11.49	1.09
2013.12.24	No.4	14:00	4.2	11.86	1.13
2013.12.24	No.5	15:30	4.7	11.66	1.42

Inorg-N の値は全採水地点で 1mg/l 以上 (T-N=0.15mg/l で富栄養化になるといわれている)であった。維持放流開始前の調査(2010年12月)では、No.3 や4 で Inorg-N の値が高くなる傾向があったが、今回の調査では値が高くなる地点は認められなかった。

4-2 水生昆虫調査

水生昆虫の調査結果を表-3 に示す。

表-3 水生昆虫調査結果

目名	科名	種名	個体数(匹)			
			No.1	No.2	No.3	No.4
カゲロウ目	ヒラタカゲロウ科	タニガワカゲロウ属	1	1	19	3
	マダラカゲロウ科	アカマダラカゲロウ属	4		43	1
	コカゲロウ科			2	3	2
	モンカゲロウ科	モンカゲロウ		1		6
	ヒメフタオカゲロウ科	ヒメフタオカゲロウ属			1	
カワゲラ目	オナシカワゲラ科	オナシカワゲラ属		1		
	アミメカワゲラ科				2	1
トビケラ目	ヒゲナガカフトビケラ科			1	17	
	シマトビケラ科			1	50	
コウチュウ目	ヒラタドロムシ科	ヒラタドロムシ			2	3
ハエ目	ユスリカ科		30	32	59	36
	ガガンボ科				6	
合計個体数			35	39	202	52

1)No.1 地点

本地点において確認された水生昆虫は、カゲロウ目 2 科 5 個体、ハエ目 1 科 30 個体、総個体数 35 個体であった。個体数の優占種はハエ目ユスリカ科 30 個体であった。

2)No.2 地点

本地点において確認された水生昆虫は、カゲロウ目 3 科 4 個体、カワゲラ目 1 科 1 個体、トビケラ目 2 科 2 個体、ハエ目 1 科 32 個体、総個体数 39 個体であった。個体数の優占種はハエ目ユスリカ科 32 個体であった。

3)No.3 地点

本地点において確認された水生昆虫は、カゲロウ目 4 科 66 個体、カワゲラ目 1 科 2 個体、トビケラ目 2 科 67 体、ハエ目 2 科 65 個体、総個体数 202 個体であった。個体数の優占種はハエ目ユスリカ科

59 個体,次いでシマトビケラ科 50 個体であった。

4)No.4 地点

本地点において確認された水生昆虫は,カゲロウ目 4 科 12 個体,カワゲラ目 1 科 1 個体,ハエ目 1 科 36 個体,総個体数 52 個体であった。個体数の優占種はハエ目ユスリカ科 36 個体であった。

4-3 珪藻調査結果

表-4 各地点における主要な珪藻と性質

No.1		調査日・個体数	
種名	性質	2012. 11.18	2013. 12.24
<i>Achnanthes japonica</i>	典型的な好清水性種, pHは中性種		71(35.5)
<i>Navicula nipponica</i>	好清水性種, pHは中性種		21(10.5)
<i>Melosira varians</i>	広適応性種, pHは好アルカリ性		20(10)
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	広適応性種, pHは中性種, 日本のダム湖では一位として出現することが多い		19(9.5)
<i>nitzschia dissipata</i> var. <i>dissipata</i>	好清水性種, pHは好アルカリ性種, 世界普通種		17(8.5)
単位は個(%)			
No.2		調査日・個体数	
種名	性質	2012. 11.18	2013. 12.24
<i>Achnanthes japonica</i>	典型的な好清水性種, pHは中性種	12(6)	61(30.5)
<i>nitzschia dissipata</i> var. <i>dissipata</i>	好清水性種, pHは好アルカリ性種, 世界普通種	13(6.5)	21(10.5)
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	広適応性種, pHは中性種, 日本のダム湖では一位として出現することが多い	9(4.5)	20(10)
<i>Navicula nipponica</i>	好清水性種, pHは中性種	0(0)	12(6)
<i>Encyonema lange-bertalotii</i>	好清水性種, pHは中性種	10(5)	12(6)
単位は個(%)			
No.3		調査日・個体数	
種名	性質	2012. 11.18	2013. 12.24
<i>Achnanthes japonica</i>	典型的な好清水性種, pHは中性種	34(17)	105(52.5)
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	広適応性種, pHは中性種, 日本のダム湖では一位として出現することが多い	10(5)	21(10.5)
<i>nitzschia dissipata</i> var. <i>dissipata</i>	好清水性種, pHは好アルカリ性種, 世界普通種	4(2)	12(6)
<i>nitzschia pusilla</i>	広適応性種, pHは好アルカリ性種	4(2)	9(4.5)
<i>Encyonema lange-bertalotii</i>	好清水性種, pHは中性種	4(2)	8(4)
単位は個(%)			
No.4		調査日・個体数	
種名	性質	2012. 11.18	2013. 12.24
<i>Achnanthes japonica</i>	典型的な好清水性種, pHは中性種	2(1)	95(47.5)
<i>synedra ulna</i> var. <i>ramesi</i>	好清水性種, pHは好アルカリ性種	4(2)	18(9)
<i>rhoicosphenia abbreviata</i>	好清水性種, pHは好アルカリ性種	0(0)	15(7.5)
<i>Encyonema lange-bertalotii</i>	好清水性種, pHは中性種	1(0.5)	14(7)
<i>nitzschia dissipata</i> var. <i>dissipata</i>	好清水性種, pHは好アルカリ性種, 世界普通種	3(1.5)	11(5.5)
単位は個(%)			

各地点で確認された珪藻のうち, 主要 5 種を表-4 に示す。

No.1 で出現した珪藻は,2013 年 12 月 24 日では 23 分類だった。出現した主な種は, *Achnanthes japonica*, *Navicula nipponica*, *Melosira varians*, *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*, *nitzschia dissipata* var. *dissipata* であった。

No.2 で出現した珪藻は 2013 年 12 月 24 日では 25 分類だった。出現した主な種は, *Achnanthes japonica*, *nitzschia dissipata* var. *dissipata*, *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*, *Navicula nipponica*,

Encyonema lange-bertalotii であった。

No.3 で出現した珪藻は, 2013 年 12 月 24 日では 25 分類だった。出現した主な種は, *Achnanthes japonica*, *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*, *nitzschia dissipata* var. *dissipata*, *nitzschia pusilla*, *Encyonema lange-bertalotii* であった。

No.4 で出現した珪藻は, 2013 年 12 月 24 日では 20 分類だった。出現した主な種は, *Achnanthes japonica*, *synedra ulna* var. *ramesi*, *rhoicosphenia abbreviata*, *Encyonema lange-bertalotii*, *nitzschia dissipata* var. *dissipata* であった。

4-4 魚類調査結果

魚類調査結果を表-5 に示す。また, 図-2, 図-3 に採取された魚類の一部を示す。

表-5 魚類調査結果

調査地点	魚類名	採取数(匹)	備考
No.3	ウグイ	26	体長4~12cm
	ウグイ	94	体長4~15cm
No.4	アブラハヤ	1	体長10cm
	オイカワ	22	体長5~7cm
	タモロコ	2	体長6~7cm
	アカザ	3	絶滅危惧II類(環境BR)

各地点で体長約 15cm の大きなウグイ *Tribolodon hankonensis* が出現し, 昨年と比べ大きな個体が多く確認された。また, 昨年に引き続き, 絶滅危惧 II 類(環境省 RB)にランクされているアカザ *Liobagrus reini* が確認された。個体数や出現種は昨年と比べてもあまり変化が見られなかった。

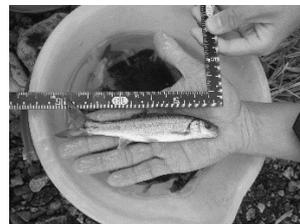


図-2 ウグイ



図-3 アカザ

5. まとめ

5-1 水質

No.5 で NO_x-N がやや高い結果となっている。これは周辺の農地や排水などの混入による為だと考えられる。また, Inorg-N の値は全採水地点で 1mg/l 以上であり, 過去の調査でも同様の結果を得ている。

5-2 水生昆虫

No.1 ではユスリカが多く確認された。また、流れの緩やかな場所にすむアカマダラカゲロウが確認された。No.2 でもユスリカが多く確認されたが No.1 よりも種類数は増え、きれいな水にすむカワゲラ類なども確認された。No.3 では No.1, No.2 よりも個体数と種類数が増加し、流れのあるきれいな水にすむヒゲナガカワトビケラやシマトビケラが多く確認された。No.4 では流れの穏やかなところにすむモンカゲロウなどが確認された。

どの地点でもきれいな水にすむ水生昆虫が確認されていることから、この河川の流れは清澄な状態であると考えられる。また過去の調査結果と比較すると、きれいな水にすむ水生昆虫の数が維持放流開始前と比べ増加していた。このことから、維持放流によって河川的环境は改善したと考えられる。

5-3 珪藻

No.4 以外の全ての地点において、ダム湖で優占化しやすい *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* が確認されていること、本来流れが少なく富栄養化しやすい No.1・No.2 で、清澄な河川を好む種が増加していることから、ダムからの 15 m³/s の放流による影響が強く出ていると考えられる。

また、各点で典型的な好清水性種である *Achnanthes japonica* の増加が確認できた。No.1～No.4 まで全ての地点で好清水性の珪藻が優占種として多く確認されていることから、ダムからの放流の影響もあり、河川は清澄な状態にあると考えられる。



図-3 (左) *Achnanthes japonica*(15～25 μ m),
(右) *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*(5～40 μ m)

5-4 魚類

今回の調査では、No.3, No.4 どちらの地点でも多く確認できたのがウグイ *Tribolodon hankonesis* であった。表-6 は各年における、魚類の種類と個体数であり、2010 年から 2013 年まで順に、7 種類、6 種類、3 種類、4 種類と魚類の出現種数が減少していること

がわかる。また、過去確認されなかったタモロコ *Gnathopogon elongatus* が新たに確認された。昨年採取されたウグイ *Tribolodon hankonesis* やアブラハヤ *Phoxinus logowskii steindachneri* の体長は約 4～12cm であったが、本調査では体長約 4～15cm の個体が確認された。以上のことから、昨年より成長を続けている個体が存在することが推察され、魚がより成長する環境が維持放流によって作られたと考えられる。

表-6 各年の魚類採取数

調査地点	魚類名	学名	2010. 12.20	2011. 12.7	2012. 12.7	2012. 3.6	2013. 12.24
No.3	アブラハヤ	<i>Phoxinus logowskii steindachneri</i>	2		2	1	
	ウグイ	<i>Tribolodon hankonesis</i>	73	30	45	20	26
	オイカワ	<i>Zacco platypus</i>		1			
	クチボソ	<i>Pseudorasbora parva</i>		1			
	ワカサギ	<i>Hypomesus nipponensis</i>	2				
	アカザ	<i>Liobagrus reini</i>			1		
No.4	アブラハヤ	<i>Phoxinus logowskii steindachneri</i>			1		1
	ウグイ	<i>Tribolodon hankonesis</i>	47	72	143	36	94
	オイカワ	<i>Zacco platypus</i>	1				22
	カマツカ	<i>Pseudogobio esocinus esocinus</i>	2	3			
	クチボソ	<i>Pseudorasbora parva</i>		1			
	ヨシノボリ	<i>Phinogobius</i> sp. CB		1			
	アカザ	<i>Liobagrus reini</i>	2	1			3
	シマドジョウ	<i>Cobitis biwae</i>	1	2			
	タモロコ	<i>Gnathopogon elongatus</i>					2

(単位:匹)

謝辞:本研究は本校の山本好克先生、元自然史博物館中島啓治副館長のご指導ご協力の下実施しました。心より厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 群馬工業高等専門学校 委託研究 報告書-維持放流による平出ダム減水区間における河川環境に関する研究[事前調査編](2010)
- 2) 群馬工業高等専門学校 委託研究 報告書-維持放流による平出ダム減水区間における河川環境に関する研究[事後調査編](2011)
- 3) 群馬工業高等専門学校 委託研究 報告書-維持放流による平出ダム減水区間における河川環境に関する研究[事後調査編(その2)](2012)
- 4) 谷田一三 監修 丸山博紀・高井幹夫 著、原色 川虫図鑑 (2000)
- 5) 日本水環境学会、川の生きものを調べよう(2000)
- 6) 野尻湖ケイソウグループ(2000)、ケイソウのしらべかた-小さな生き物・身近なはたらき-、地学団体研究会