

平出ダム下流減水区間における維持放流による水質および水生生物に及ぼす影響

群馬工業高等専門学校	環境都市工学科	学生会員	久保田拓夢
群馬工業高等専門学校	環境都市工学科	学生会員	○船田 修平
群馬工業高等専門学校	環境都市工学科	正会員	宮里 直樹
群馬工業高等専門学校	環境都市工学科	教授	山本 好克

1. はじめに

群馬県北部の沼田市に位置する利根発電所の管内には、相俣、相俣第二、桃野、奈良俣、白沢、利南の 6カ所の発電所がある。

このうちで、利南発電所は片品川下流部に位置する県営 5 番目の水力発電所として昭和 39(1964)年 4 月に運転が開始され、最大使用水量 14.00m³/s、有効落差 46.10m の基で年間電力量 39,191MWh の発生を可能としている。

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、発電後の放流水を 2km 以上の放水路トンネルにより河川へ放流している。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る。

こうした減水区間における河川環境改善のための河川維持放流量の必要性の観点から、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の建設計画が群馬県により実施された。そのため、今年度の 7 月より 1.83m³/s の河川維持放流が開始されている。

本研究グループでは昨年度 12 月 20 日に事前調査を行った。そこで本研究では、今年度実施した冬季調査の結果を事前調査の結果と比較することで、維持放流の河川環境に対する効果を明らかにする。

2. 調査内容

2-1. 調査日・調査地点

調査は 2011 年 11 月 29 日、12 月 7 日に片品川、平出ダム下流域約 2.7km に渡り行った。各調査地点を図-1、地点別調査内容を表-1 に示す。

2-2. 水質調査

各調査地点で水を採取し、水質分析を行った。現地で Tw(温度)、EC(電気伝導度)を測定し、

Cl⁻(塩素イオン濃度)、pH(水素イオン濃度)、NH₄-N(アンモニア態窒素濃度)、NO₂-N(亜硝酸態窒素濃度)、NO_x-N(酸化態窒素濃度)、T-N(全窒素濃度)、T-P(全リン濃度)、BOD(生物的化学的酸素要求量)を本校にて分析した。

2-3. 水生昆虫調査

各調査点にて、25cm×25cm の正方枠と洗濯ネットを用い、4 箇所水生昆虫を定量的に採取した。

2-4. 珪藻類調査

各調査地点の石の表面に付着している珪藻を「ケイソウのしらべかた」に従い歯ブラシで採取した。処理は、硫酸処理を施し、珪藻殻を永久プレパラートに封入した。光学顕微鏡に油浸レンズを取り付けたものを用いて、種の同定を行った。珪藻は計 200 個体を試料ごとにカウントし、リストを作成した。

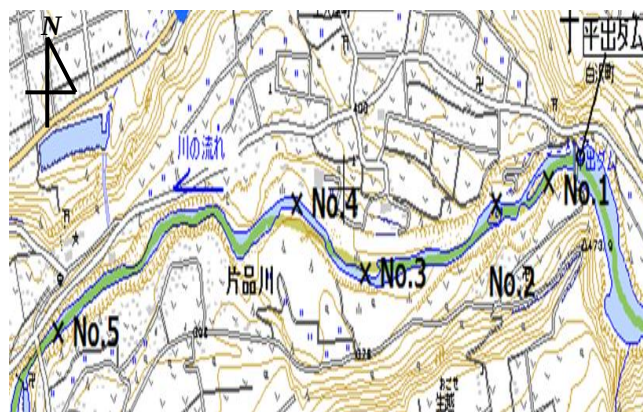


図-1 片品川調査地点図

キーワード 片品川、平出ダム、水力発電、水生昆虫、珪藻、魚類

連絡先 〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽 580 群馬高専 TEL 027-254-9000 E-mail: nmiyazato@cvtl.gunma-ct.ac.jp

3-5. 魚類調査

12月7日に No.3 および No.4 において、電気ショッカーを用いて生息する魚類数と種類を調査した。なお各調査地点では、電気ショッカーを10分間用いた。本研究では、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ため、厳密な種の同定は行わず、目視による種の判別に留めた。

表-1 地点別調査項目

日付	調査地点	地点別調査項目			
		水質	水生昆虫	珪藻	魚類
2011/11/29	No.1	○		○	
	No.2	○		○	
	No.3				
	No.4				
	No.5	○		○	
2011/12/7	No.1				
	No.2	○	○	○	
	No.3	○	○	○	○
	No.4	○	○	○	○
	No.5				

3. 河川環境指標生物

本研究では維持放流開始後の河川状況を判断するため、生物を指標として用いた。対象とした水生昆虫、珪藻、魚類の特徴を示す。

3-1. 水生昆虫

水生昆虫とは、一生のある時期または全部を水中で生活する昆虫である。水生昆虫が水中に最も生息する時期は冬季である。各々性質を持っているため、水質、河川水域を評価する指標となる。

3-2. 珪藻類

珪藻とは、河川や湖沼等のあらゆる水域に生息する藻類の一種である。各々固有特性をもっており、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いことが知られている。

3-3. 魚類

魚類は、生息に必要な水利的生息条件を持っている。平出ダム維持放流量の $1.83\text{m}^3/\text{s}$ は鮎の生息でき

る環境として値が設定された。特定の魚類が定着すれば河川環境は回復したと考えることができる。利根漁協組組合によって、平成22年度の平出ダム下流付近に鮎、イワナ、ヤマメ、マスなどが放流されている。

4. 調査結果

4-1. 水質調査結果

$\text{NO}_x\text{-N}$ の昨年度との比較を表-2 に、各調査日、地点における水質調査の結果について表-3 に示す。 $\text{NH}_4\text{-N}$ は低い T-N は高かった。 $\text{NO}_x\text{-N}$ は昨年度と比較すると低い値を示した。 $\text{T-N}=0.15\text{mg/l}$ 以上で富栄養化になると言われている。 BOD 値は各地点で低い値を示している。

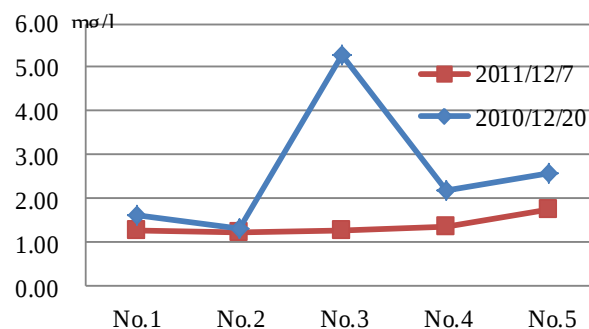


図-2 $\text{NO}_x\text{-N}$ 値比較グラフ

4-2. 水生昆虫調査結果

各地点を比較すると No.4 地点が種類、個体数共に最大となった。また、ヘビトンボ *Protohermes grandis*、ヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche marmorata* など湿重量での優占種を多く確認する事ができた。また代表的な好清水性種であるカワゲラ *Kamimuria tibialis* を確認する事が出来た。昨年度調査では、好清水性種であるヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche marmorata*、好汚濁指標であるウスバガガンボ属 *Antocha* sp、エラブタマカゲロウ *Torleya japonica* などが優占種として確認された。

表-2 水質調査結果

調査日	調査地点	EC(ms/m)	温度	pH	Cl-	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{NO}_x\text{-N}$	$\text{PO}_4\text{-P}$	T-N	T-P	BOD
2011/11/29	No.1	10.36	6.6	7.68	6	0.087	0.009	1.25	0.014	2.41	0.065	2.30
	No.5	9.35	7.3	7.82	5	0.029	0.006	1.73	0.089	2.31	0.126	3.34
2011/12/7	No.2	10.57	6.6	7.62	6	0.058	0.006	1.20	0.021	2.15	0.063	2.18
	No.3	10.46	7.2	7.52	5	0.055	0.006	1.27	0.032	2.25	0.073	1.24
	No.4	10.64	7.4	7.73	5	0.042	0.007	1.34	0.017	2.35	0.059	2.45

単位:温度[℃]、EC[mS/m]、その他[mg/l]

4-3.珪藻類調査結果

各地点で確認された珪藻のうち、主要なものの生態を表-4に示す。

No.1 地点で出現した珪藻は、No.1 地点で出現した珪藻は、2011 年 11 月 29 日には 10 属 21 分類である。この地点で出現した主な種は *Melosira varians*、*Achnanthes convergens*、*Achnanthes japonica*、*Encyonema lange-bertalotii*、*Rhoicosphenia abbreviate* であった。

No.2 地点で出現した珪藻は、No.2 地点で出現した珪藻は、2011 年 12 月 7 日には 10 属 28 分類である。この地点で出現した主な種は、*Achnanthes convergens*、*Achnanthes lanceolata* var. *lanceolata*、*Encyonema lange-bertalotii*、*Nitzschia inconspicua*、*Synedra ulna* var. *ramesi* であった。

No.3 地点で出現した珪藻は、2011 年 12 月 7 日には 15 属 28 分類である。この地点で出現した主な種は、*Melosira varians*、*Achnanthes convergens*、*Cocconeis placentula* var. *placentula*、*Navicula cryptotenella*、*Rhoicosphenia abbreviate* であった。

No.4 地点で出現した珪藻は、2011 年 12 月 7 日には 15 属 29 分類である。この地点で出現した主な珪藻は、*Melosira varians*、*Achnanthes convergens*、*Achnanthes japonica*、*Navicula nipponica*、*Nitzschia fonticola* であった。

No.5 地点で出現した珪藻は、2011 年 11 月 29 日には 18 属 24 分類である。この地点で出現した主な種は、*Melosira varians*、*Achnanthes lanceolata* var. *lanceolata*、*Encyonema minutum*、*Nitzschia amphibia* f. *amphibia*、*Synedra ulna* であった。

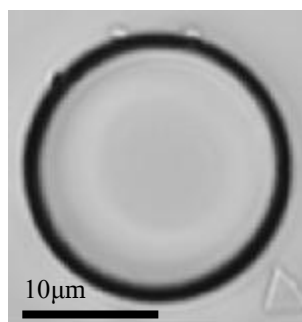
図-3 *Melosira varians*図-4 *Achnanthes convergens*

表-3 各地点における主要な珪藻と性質

No.1		調査日	
種名	性質	2010/12/20	2011/11/29
<i>Melosira varians</i>	有機汚濁には広適応性種、富栄養の指標となる	132	0
<i>Achnanthes convergens</i>	好清水性種	0	23
<i>Achnanthes japonica</i>	好清水性種、最も清冽な溪流の典型的な珪藻	2	30
<i>Encyonema lange-bertalotii</i>	好清水性種	0	9
<i>Rhoicosphenia abbreviate</i>	好清水性種	1	70
合計		200	200
No.2		調査日	
種名	性質	2010/12/20	2011/12/7
<i>Achnanthes convergens</i>	好清水性種	0	21
<i>Encyonema lange-bertalotii</i>	好清水性種	0	25
<i>Navicula cryptocephala</i>	好適応性種	30	7
<i>Nitzschia inconspicua</i>	好適応性種	0	15
<i>Rhoicosphenia abbreviate</i>	好清水性種	4	16
合計		200	200
No.3		調査日	
種名	性質	2010/12/20	2011/12/7
<i>Melosira varians</i>	有機汚濁には広適応性種、富栄養の指標となる	69	4
<i>Achnanthes convergens</i>	好清水性種	2	38
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>placentula</i>	有機汚濁には広適応性種、付着藻類である	12	0
<i>Navicula cryptotenella</i>	好清水性種	18	3
<i>Rhoicosphenia abbreviate</i>	好清水性種	5	48
合計		200	200
No.4		調査日	
種名	性質	2010/12/20	2011/12/7
<i>Melosira varians</i>	有機汚濁には広適応性種、富栄養の指標となる	72	6
<i>Achnanthes convergens</i>	好清水性種	0	32
<i>Achnanthes japonica</i>	好清水性種、最も清冽な溪流の典型的な珪藻	0	59
<i>Navicula nipponica</i>	好清水性種	2	11
<i>Nitzschia fonticola</i>	広適応性種	19	7
合計		200	200
No.5		調査日	
種名	性質	2010/12/20	2011/11/29
<i>Melosira varians</i>	有機汚濁には広適応性種、富栄養の指標となる	22	24
<i>Achnanthes lanceolata</i> var. <i>lanceolata</i>	好清水性種、貧栄養性の流水に生息	2	15
<i>Encyonema minutum</i>	好清水性種	1	16
<i>Nitzschia amphibia</i> f. <i>amphibia</i>	好汚濁性種	21	0
<i>Synedra ulna</i>	好適応性種	0	58
合計		200	200

4-4. 魚類調査結果

魚類調査結果を表-5 に示す。ウグイ *Tribolodon hankonesis* が No.3、No.4 共に最も確認された。また No.4 地点では絶滅危惧Ⅱ類(環境省 RB)にランクされるアカザ *Liobagrus reini* が確認された。

表-4 魚類調査結果

調査日	調査地点		量(匹)	科	学名
2010/12/20	No.3	ウグイ	73	コイ科	<i>Tribolodon hankonesis</i>
		ワカサギ	2	キュウリオ科	<i>Hypomesus nipponesis</i>
		アブラハヤ	2	コイ科	<i>Phoxinus lagowski steindachneri</i>
	No.4	ウグイ	47	コイ科	<i>Tribolodon hankonesis</i>
		カマツカ	2	コイ科	<i>Pseudogobio esocinus escinus</i>
		アカザ	2	コイ科	<i>Liobagrus reini</i>
		オイカワ	1	コイ科	<i>Zacco platypus</i>
		シマドジョウ	1	シマドジョウ科	<i>Cobitis biwae</i>
調査日	調査地点		量(匹)	科	学名
2011/12/7	No.3	ウグイ	30	コイ科	<i>Tribolodon hankonesis</i>
		クチボソ	1	コイ科	<i>Pseudorasbora parva</i>
		オイカワ	1	コイ科	<i>Zacco platypus</i>
	No.4	ウグイ	72	コイ科	<i>Tribolodon hankonesis</i>
		クチボソ	1	コイ科	<i>Pseudorasbora parva</i>
		カマツカ	3	コイ科	<i>Pseudogobio esocinus escinus</i>
		ヨシノボリ	1	ハゼ科	<i>Rhinogobius brunneus</i>
		アカザ	1	コイ科	<i>Liobagrus reini</i>
		シマドジョウ	2	シマドジョウ科	<i>Cobitis biwae</i>

5. まとめ

5-1. 水質

T-N の値がどの地点においても 0.15mg/l を上回っているため窒素濃度が高い河川であると考えられる。一方 NH₄-N の値は低い、また BOD 値は各地点で低い値を示している。これより農業排水などの人為的汚染、有機汚濁は少ないと考えられる。また昨年度のデータと比較すると、維持放流による河川流量の増加によって希釈され濃度が下がっていると考えられる。

5-2. 水生昆虫

きれいな水の指標であるヘビトンボ *Protohermes grandis* などが優占した。また昨年度では確認されなかったカワゲラ *Kamimuria tibialis* が確認された。これらより、昨年度のい冬季に比べて清澄な河川へと変遷していると考えられる。

5-3. 珪藻類

昨年度の調査において各地点での優占種となっていた有機汚濁に好適性種の *Melosira varians* が減少していた。一方各地点で好清水性種である *Achnanthes convergens* が増加していた。また典型的な流水の珪藻である *Rhoicosphenia abbreviata* が増加

していた。昨年度の調査では *Achnanthes convergens*、*Achnanthes japonica*、*Rhoicosphenia abbreviata* などの珪藻がほとんど確認する事できなかった No.3、No.4 地点では、増加傾向が強く表れている。これより、7月より開始された維持放流による影響で調査地点全体に流れが発生し、河川が清澄になってきたと考えられる。

No.5 地点では *Melosira varians* の変化はほとんど見られなかった。しかし、好汚濁性種である *Nitzschia amphibia f. amphibia* は減少し、好清水性種の珪藻が増加していた。昨年度に比べ適応性種である *Synedra ulna* が増加し、優占していることが確認できた。この結果から No.5 地点においては、多様な水域が存在していると考えられる。この原因として No.5 は様々な流入水があるためだと考えられる。

5-4. 魚類

今回の調査で確認された個体数や種において、昨年度との変化はあまり見られなかった。また鮎などの放流魚も確認する事が出来なかった。維持放流による影響は、魚類に関しては確認する事が出来なかった。しかし魚類の生育に必要な水生昆虫、珪藻類に変化が見られたため、時間経過と共に変化が見られると考える。

謝辞：本調査は群馬県企業局利根発電所との共同で行われました。現地調査へのご協力など、多大な支援を下さった関係職員の方々にお礼申し上げます。また、ぐんま珪藻研究会の中島啓治先生、カワゲラの会代表の掛川優子先生のご指導を受けて実施しました。心より厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 渡辺仁治,淡水珪藻生態図鑑-群衆解析に基づく汚濁指数 DAIPo,pH 耐性能,(2005)
- 2) 川合禎次・谷田一三 共編,日本産水生昆虫・科・属・種への検索,(2005)
- 3) 野尻湖ケイソウグループ,ケイソウのしらべかた 小さな生き物・身近なはたらき,(2000)
- 4) 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)