

大月バイオマス発電事業環境影響評価完了報告書の知事意見への対応

《知事意見》

(3) 動物（水生生物）について（再評価の実施）

温排水による水生生物への影響について、事業実施前後及び上流と下流の水生生物生息状況調査の調査条件（調査地点、調査地点における温排水の排水期間等）、水生生物群集の状況（種数、個体数、種の組成等）を精査して専門家の意見も聞いたうえで再評価し、必要により追加の保全措置を検討すること。

また、長期的な温排水の排出が水生生物に影響を及ぼすことも考えられるため、専門家にこれまで実施した全ての調査結果を示して意見を聞き、長期的影響に係る評価を実施したうえで、必要により追加の保全措置を検討すること。

【知事意見への対応】

動物（水生生物）について、調査地点及び温排水の排水期間等の調査条件、底生動物（水生生物）群集の状況を精査し、専門家の意見を踏まえて再評価した結果、温排水の底生動物への影響は軽微であり、追加の保全措置は必要ないと判断しました。

また、長期的な温排水の排出による底生動物への影響についても、専門家の意見を踏まえて再評価を行い、温排水の長期的な底生動物への影響は軽微であり、追加の保全措置は必要ないと判断しました。今後も温排水の管理を継続し、水生生物への影響抑制に努めます。

I 温排水の動物（水生生物）への影響の再評価

1、発電温排水のA沢への温度影響調査の再評価について

完了報告書の動物（水生生物）への発電温排水の評価が不足しているとの意見を受けまして、発電所温排水のA沢への影響調査の整理（調査地点、調査期間、調査内容）を行い、水生生物の個体群集の状況を精査して再評価を行いました。

なお、A沢の河川構造が河床、護岸をコンクリートで固めたコンクリート3面張り、水量が少なく、水深が浅く、採取できる面積が少ないことから、個体数把握が困難であり検出する種に重きを置いた定性採取を行ったために調査全体を定性調査としました。

2、調査地点、調査期間、調査内容について

調査地点、調査期間、調査内容を以下の表 I-1 及び図 I-1 にまとめました。

表 I-1 発電排水の影響調査の内容

項目	調査内容
調査地点	A2 (A沢上流地点)、A1 (A沢下流地点)、発電排水口、放流監視槽
調査期間	2019年1月から2020年12月までの24時間、2年間
調査項目	気温(発電所内)、水温、水生生物調査(3ヶ月に1回、年4回)

注) 水温調査には「T&Dおんどりデータロガー」を使用し、各地点に設置した装置で3秒ごとにデータを取り込んで24時間、通年測定を2年間実施しました。更に気温については、「T&Dおんどり Jrデータロガー」を使用し、発電所敷地内に設置して3秒ごとにデータを取り込んで24時間、通年測定を2年間実施しました。

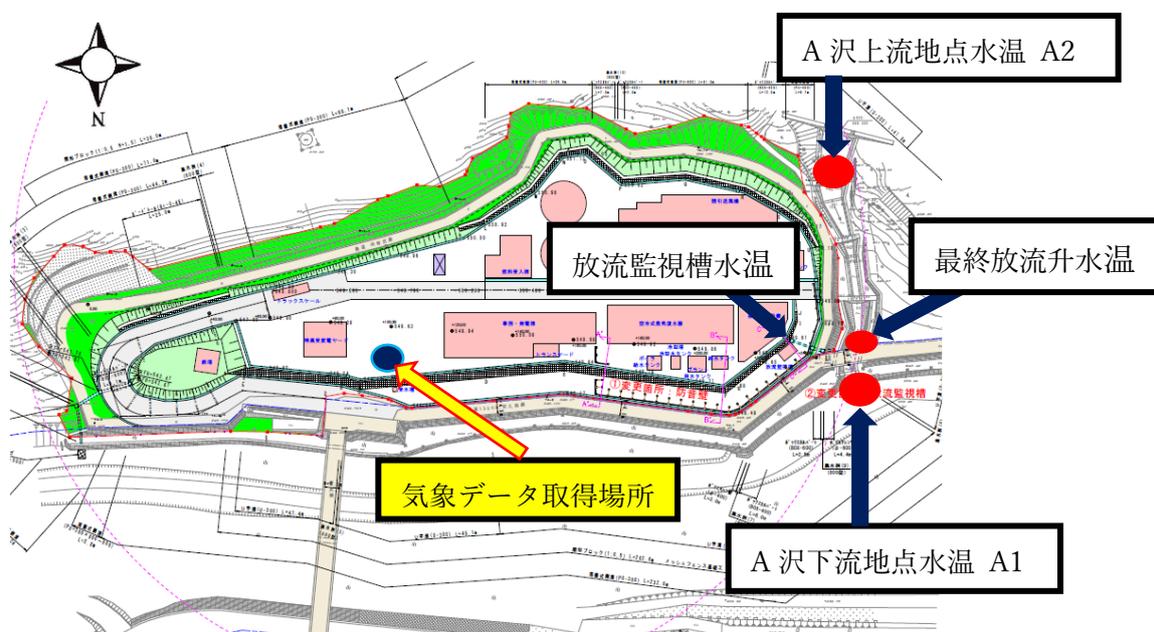


図 I-1 発電温排水の調査地点

発電所排水は、チラーを介して20℃以下に調整された後放流監視槽に貯留され、自然流下で最終放流升を経てA沢下流地点に放流されています。

3、年平均の水温の測定結果 (2年間)

放流監視槽、最終放流升、A沢上流、A沢下流に水温計測器を設置して測定した結果を表 I-2、表 I-3 に示します。なお、運転開始直後の2018年12月の記録が取得できていないため、2019年は1月から11月までのデータを2019年として扱い、2019年12月から2020年11月までを2020年データとして扱います。

表 I-2 2019年1月～11月の各地点の水溫の調査結果

測定地点	単位	平均	最高	最低
A 沢上流	°C	11.3	21.2	0.8
A 沢下流	°C	12.6	26.2	2.4
放流監視槽	°C	14.7	22.2	0.8
最終放流升	°C	14.0	26.8	1.7
敷地東氣温	°C	14.7	35.6	-5.7

表 I-3 2019年12月～2020年11月の各地点の水溫の調査結果

測定地点	単位	平均	最高	最低
A 沢上流	°C	12.1	27.2	0.3
A 沢下流	°C	12.4	25.4	2.1
放流監視槽	°C	15.3	23.9	0.5
最終放流升	°C	14.8	24.2	2.1
敷地東氣温	°C	13.7	36.5	-2.9

表 I-2、表 I-3 から年平均の水溫を比較すると、2019年ではA沢上流とA沢下流の平均温度差は1.3°C、2020年では0.3°Cの差であり、大きな温度影響をもたらしていない結果でした。また、発電所排水はチラーで冷却されていることから、放流監視槽、最終放流升の平均水溫は、いずれも20°C以下であり、放流によるA沢下流地点への負荷は少ないと考えられます。

年間の水温の変動傾向は、図 I-2、図 I-3に示す通り、気温に追従することともに例年同じ様相を呈していることから、放流による構外への影響は少ないと思われます。

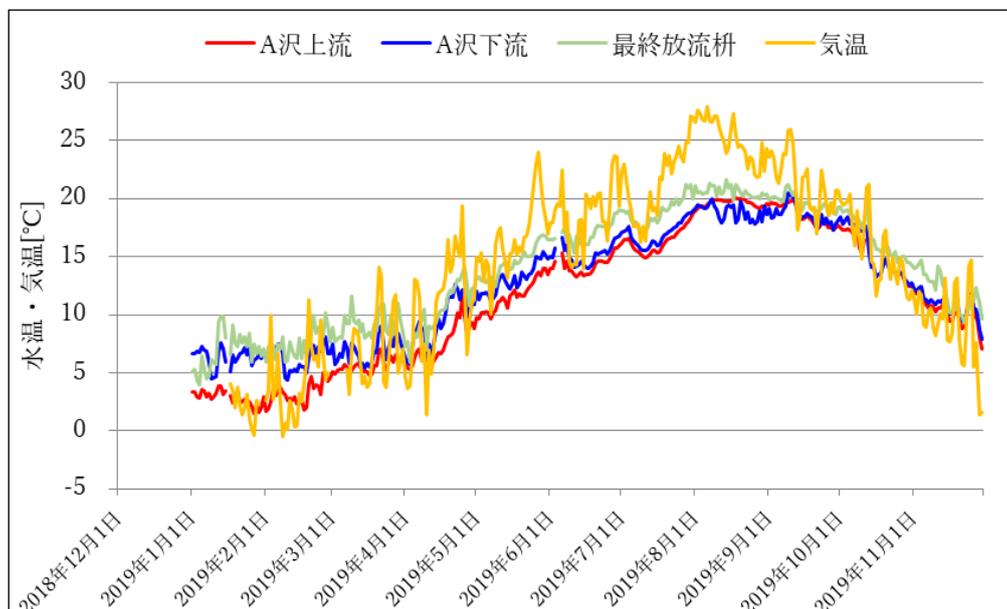


図 I-2 大月バイオマス発電所 水温・気温 (2019年1月～11月)

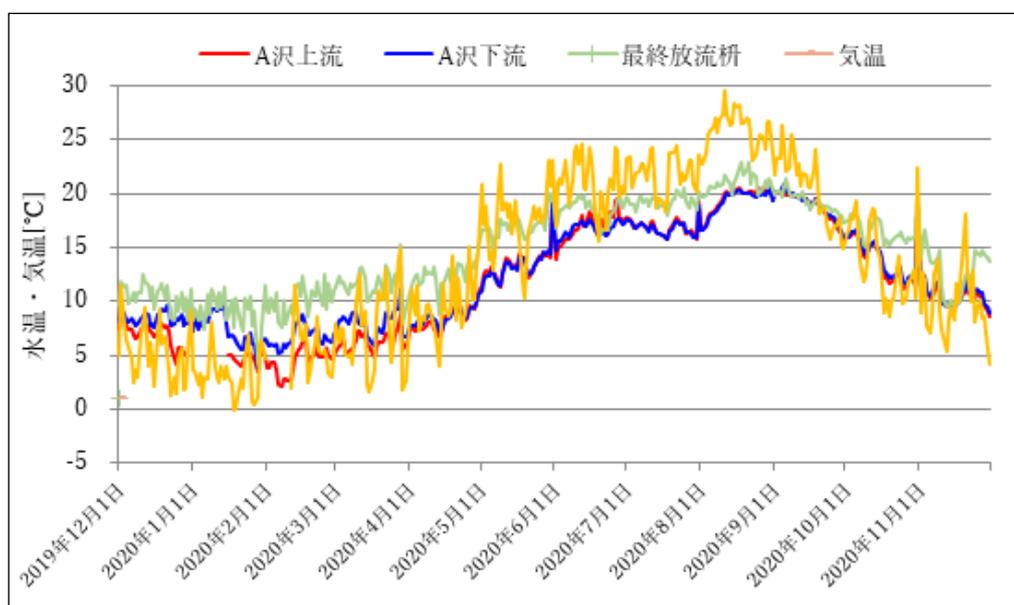


図 I-3 大月バイオマス発電所 水温・気温 (2019年12月～2020年11月)

4、四半期ごとの水温の測定結果について

次に3、で評価した内容について季節ごとに細分化したデータ(表I-4、表I-5)から再確認するとともに、排水水温の影響を受けやすい冬期(12月から2月)の時間ごとの水温変動について図I-4、図I-5に示し再度評価しました。

表I-4 2019年1月～11月までの四半期毎の日平均水温・気温変化

測定地点	単位	冬期 (12～2)	春期 (3～5)	夏期 (6～8)	秋期 (9～11)
A 沢上流	℃	1.4～5.0	4.8～14.0	13.3～20.0	7.1～19.8
A 沢下流	℃	4.4～8.1	5.4～15.4	14.0～20.0	7.9～20.5
放流監視槽	℃	7.4～11.9	9.1～17.5	14.8～20.8	4.5～20.5
最終放流升	℃	3.9～10.1	5.9～16.9	15.4～21.6	9.3～21.2
敷地東気温	℃	-0.5～11.3	1.4～24.0	14.0～27.9	1.4～25.9
A 沢上流・下流の温度差	℃	1.5～5.0	0.3～3.6	-2.1～1.4	-1.3～1.9
A 沢上流・下流の平均差	℃	3.2	1.6	0.2	0.3

なお、「A沢上流・A沢下流の差」は、A沢下流日平均水温度からA沢上流日平均水温度を引いたもの

表I-5 2019年12月～2020年11月までの四半期毎の日平均水温・気温変化

測定地点	単位	冬期 (12～2)	春期 (3～5)	夏期 (6～8)	秋期 (9～11)
A 沢上流	℃	2.2～9.1	4.9～19.1	13.9～21.1	8.6～20.5
A 沢下流	℃	5.1～9.7	5.9～19.0	14.7～20.5	8.9～20.8
放流監視槽	℃	3.9～14.9	13.2～19.7	15.6～22.9	10.4～19.7
最終放流升	℃	7.3～12.6	7.9～20.1	16.3～23.0	9.4～20.8
敷地東気温	℃	-0.1～11.5	1.6～23.1	15.6～29.6	4.2～26.3
A 沢上流・下流の温度差	℃	0.1～4.3	-0.6～3.6	-1.9～0.8	-0.2～0.6
A 沢上流・下流の平均差	℃	1.8	0.6	-0.2	0.2

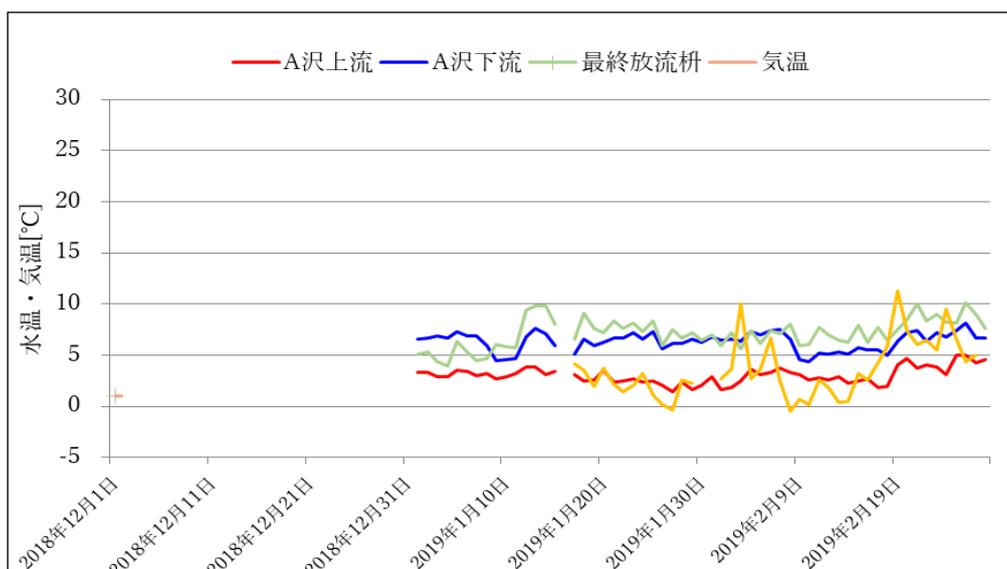


図 I-4 冬季 水温・気温 (2019年1~2月) 一部欠測あり

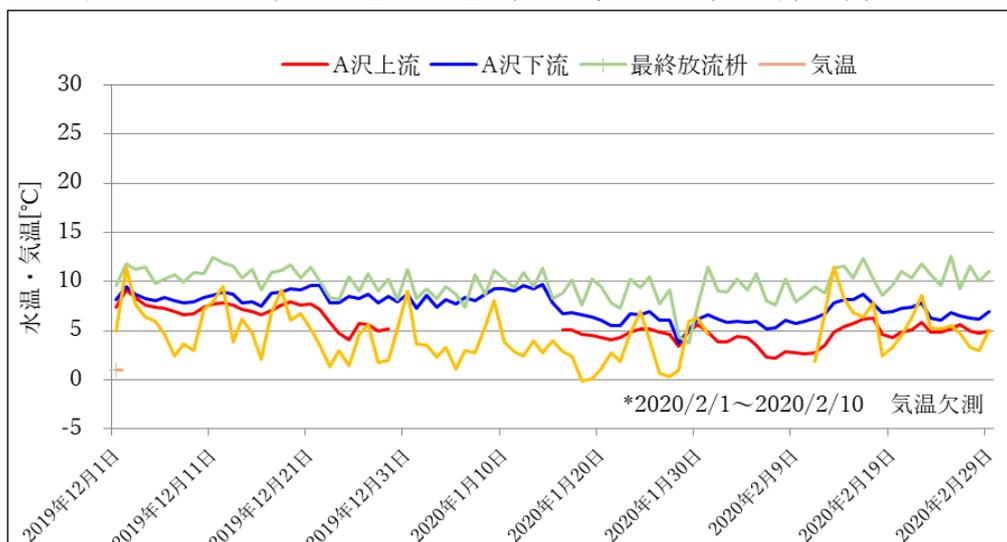


図 I-5 冬季 水温・気温 (2019年12月~2020年2月) 一部欠測あり

表 I-4、表 I-5 及び図 I-2 ~ 図 I-5 から 2 年間のモニタリング結果を以下にまとめました。

- A沢上流・下流の水温は気温に連動して変化しています。
2019年A沢下流水温と気温の相関係数は0.938、A沢上流水温と気温の相関係数は0.930となりました。同様に、2020年A沢下流水温と気温の相関係数は0.926、A沢上流水温と気温の相関係数0.935であり、気温との強い相関を再確認できました。
- A沢下流と最終放流槽の水温は相関しています。
2019年A沢下流と最終放流槽の水温の相関係数は0.981、2020年A沢下流と最終放流槽の水温の相関係数は0.952であり、最終放流槽の放流水は変化なくA沢下流へ達していることがわかりました。

- 季節による影響

A沢水温が低い冬、春の傾向は、A沢上流に比較しA沢下流の水温が平均0.6～3.2℃高くなっています。夏、秋については、A沢上流とA沢下流の水温がほぼ同じとなっています。また、2年間を通して季節ごと（春、夏、秋、冬）の傾向は同じでした。

5、事前及び追加調査から事後調査までの底生動物の調査結果

発電排水の流入するA沢の生態系への影響を底生動物（水生生物）について、事前調査、補正評価書の追加調査、工事中の追加調査の調査結果を表I-6に、稼働後の調査結果の調査結果を表I-7に示します。

表I-6 事前及び追加調査の底生動物の出現種数の推移

調査年月日 (単位：種)						
調査地点	2012, 7月	2012, 10月	2012, 1月	2013, 6月	2014, 3月	2018, 3月
A沢上流	8	20	12	25	17	—
A沢下流	—	—	—	—	30	34

表I-7 稼働後の底生動物の出現種数の推移

調査年月日 (単位：種)						
調査地点	2019年1月	5月	2020年1月	5月	2021年1月	5月
A沢上流	44	49	30	31	41	36
A沢下流	54	85	54	53	46	56

発電所稼働前に実施しました事前調査（2012年7月～2014年3月）及び追加調査（2014年3月と2018年3月）では、表I-6に示したとおり、A沢上流地点共に水生生物（底生動物）の種数は大きな変動はありません。発電所稼働後の調査（2019年、2020年度冬期（1月）及び春期（5月））では、表I-7に示したとおり、発電所稼働前より底生動物種（水生生物種）の種類は多く、A沢上流に比べA沢下流の底生動物種が多く見られました。また、底生動物の目別種数については、表I-8に示しました。

表 I-8 稼働後2019年、2020年1月、5月の底生動物の目別種数の一覧

目名	2019年				2020年				2021年			
	A 沢上流		A 沢下流		A 沢上流		A 沢下流		A 沢上流		A 沢下流	
	1月	5月										
	44 種	49 種	54 種	85 種	30 種	31 種	54 種	53 種	41 種	36 種	46 種	56 種
三岐腸目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ハリヒモムシ目		1		1								1
オヨギミミズ目								1				
イトミミズ目	2	2	1	3		2	2	3		1	1	1
ツリミミズ目		2		3	1	1	1	1		1	1	2
吻無蛭目								1				1
ワラジムシ目				1							1	
エビ目				1								
カゲロウ目	8	6	12	20	6	5	8	10	6	5	7	6
トンボ目		3	2	3		1	2	4	1	1	1	4
カワゲラ目	6	3	13	3	4	1	7	3	5	1	6	4
カメムシ目			1	1								
ヘビトンボ目								1	1		1	2
トビケラ目	8	6	10	12	3	6	7	6	5	5	7	6
ハエ目	17	21	12	28	13	12	26	17	22	21	19	24
コウチュウ目	2	4	2	8	2	2		5			1	4

調査結果を基に温排水の水生生物への影響について専門家に評価いただいた意見は以下の通りです。

《地域自然財産研究所 所長 篠田 授樹先生》

発電排水のA沢の水生生物への影響について（見解）要約

2019年、2020年1月の水生生物調査結果から、A沢上流に比べA沢下流の出現種が多く、A沢下流の冬期の出現種のうち、少なくともクロマダラカゲロウ、クロカワゲラ科、ミドリカワゲラ科、ミヤマシマトビケラ亜科、ナガレトビケラの種、クロツツトビケラは、水温の低い山間溪流や湧水流に生息する種といえる。以上のことから、発電排水がA沢に流入し、冬期の水温上昇による水生生物への影響については認められないとしてよいと考える。

参考文献：「淡水指標生物図鑑」ウラディミール・スラディチェック著、鈴木實訳、1991年 北隆館出版

《山梨大学土木環境工学科 助教 八重樫咲子先生》

発電排水のA沢への影響について（見解）要約

2019年、2020年1月の水生生物調査において、発電排水の流入するA沢下流とA沢上流では種数の低下が見られず、A沢下流の冬期には上流域・現流域でよくみられる種が得られています。また、冬期に出現した分類群のうち、A沢上流で出現しているがA沢下流で出現していない種（8種）を日本産水生昆虫図鑑と手元の資料から調べましたが、山地溪流に限定した分布を見せる種であるという文献と水温による影響が出やすいという文献は見た範囲ではありませんでした。また、これらの分類群は笹子川上流でも出現しておらず、笹子川としてみれば大きな変化とは考えにくいと思われます。以上のことから水温による底生動物への影響は小さいと考えます。

参考文献：「河川環境の指標生物学」（谷田一三編）8章（石綿進一著）「神奈川県産の主なカゲロウ類の幼虫の生息域」

6、まとめ

中間報告書の知事意見で指摘のあった発電所排水によるA沢の底生動物への影響を把握するために水温追加モニタリング調査を2年間実施しました結果、次の通り発電所排水によりA沢水温が上昇するものの、底生動物への影響は小さい、あるいは認められないことが確認できました。

冬、春は、A沢上流と比較してA沢下流の水温が平均0.6～3.2℃高いことから、発電排水の影響が見られます。上流と下流の底生動物調査の結果、種数に大きな変動はなく、下流から水温の低い山間溪流等に生息する種が複数確認されています。また、水生生物の専門家から、水温差による影響が小さい、あるいは認められないとの意見をいただいています。

以上の結果から発電所から排出される温排水の放流先のA沢への影響は、底生動物の出現状況に大きな変動はなく、専門家からの意見で温度差の影響は小さいか認められないことから、追加の保全措置は必要ないと判断しました。

II 長期的な温排水の排出による底生動物への影響の再評価

1、事前調査の底生動物の出現状況

底生動物（水生生物）の発電所稼働前の個体群の状況（種類、種の組成）について、以下の表Ⅱ-1（補正評価書時の測定）、表Ⅱ-2（事業前の補正評価書追加調査及び工事中の追加調査結果）にまとめた。

表Ⅱ-1 事前調査の底生動物（水生生物）の目別種数の一覧（2012年～2013年）

	2012年～2013年											
	A 沢上流				笹子川上流				笹子川下流			
	7月	10月	1月	6月	7月	10月	1月	6月	7月	10月	1月	6月
目名	8種	20種	54種	85種	30種	31種	54種	53種	41種	36種	46種	56種
三岐腸目	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
ハリヒモムシ目												1
オヨギミミズ目							1					
イトミミズ目						2	2	3		1	1	1
ツリミミズ目					1	1	1	1		1	1	2
吻無蛭目							1					1
ワラジムシ目											1	
エビ目	1	1		1								
カゲロウ目		4	3	5	6	5	8	10	6	5	7	6
トンボ目	1	3	1	3		1	2	4	1	1	1	4
カワゲラ目	1	3	4	4	4	1	7	3	5	1	6	4
カメムシ目		1		1								
ヘビトンボ目	1	1						1	1		1	2
トビケラ目	3	5	3	5	3	6	7	6	5	5	7	6
ハエ目		1	1	4	13	12	26	17	22	21	18	24
コウチュウ目				1	2	2		5			1	4

表Ⅱ-2 底生動物追加調査の目別種数の一覧

	2014年 3月		2018年 3月
	A 沢上流	A 沢下流	A 沢下流
	3月	3月	3月
目名	17種	29種	35種
三岐腸目	1	1	1
ハリヒモムシ目			
オヨギミミズ目			
イトミミズ目		1	1
ツリミミズ目			
吻無蛭目		1	1
ワラジムシ目		1	1
エビ目			
カゲロウ目		7	4
トンボ目	2	4	2
カワゲラ目	5	3	6
カメムシ目			
ヘビトンボ目	1	1	
トビケラ目	6	6	4
ハエ目	1	3	14
コウチュウ目	1	1	1

2012年～2013年の補正評価書での底生動物（水生生物）の測定結果から、笹子川上流、笹子川下流、A沢上流ともに三岐腸目（A沢上流の1月を除き）が存在し、笹子川上流と下流は底生動物の群集は大きな変化はなく季節的な変化で変動していました。比較的きれいな川に生息するカゲロウ目、カワゲラ目、ヘビトンボ目も検出されていました。

A沢上流、下流については、補正評価書時の稼働前調査において下流部の調査データが不足していることから追加で2014年3月、2018年3月に調査を実施しました。季節変動はあるものの上流部、下流部で三岐腸目が検出され、上流部ではトンボ目、カワゲラ目、ヘビトンボ目、トビケラ目のきれいなところに生息する底生動物が検出され、下流部では綺麗なところに生息するトンボ目、カワゲラ目、ヘビトンボ目、トビケラ目に加え、イトミミズ目、吻無蛭目、ワラジムシ目が検出されました。底生動物の群集は大きな変化はありませんでした。

2、発電所稼働後調査のA沢の底生動物の出現状況

底生動物（水生生物）について、稼働後のA沢上流、A沢下流の個体群の状況（種類、種の組成）について、以下表Ⅱ-3（稼働後のA沢上流調査結果）、表Ⅱ-4（稼働後のA沢下流調査結果）にまとめました。

表Ⅱ-3 2019年、2020年、2021年のA沢上流底生動物の目別種数の一覧

	2019年				2020年				2021年			
	A沢上流				A沢上流				A沢上流			
	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春
目名	44種	49種	54種	85種	30種	31種	54種	53種	41種	36種	46種	56種
三岐腸目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ハリヒモムシ目				1								
オヨギミミズ目												
イトミミズ目	1	1	2	2	2	1		2				1
ツリミミズ目				2	1	1	1	1	1	1		1
吻無蛭目	1						1					
ワラジムシ目												
エビ目		1				1				1		
カゲロウ目	5	8	8	6	3	5	6	5	4	8	6	4
トンボ目	2	4		3	4	1		1	2	2	1	1
カワゲラ目	2	4	6	3	1	1	2	4	2	4	5	1
カメムシ目												
ヘビトンボ目		1			1	1			1	2	1	
トビケラ目	1	6	8	6	6	9	6	3	6	5	5	5
ハエ目	13	13	17	21	15	12	16	13	11	15	18	17
コウチュウ目	1	4	2	4	3	2	1	2	1	4	4	4

表Ⅱ-4 2019年、2020年、2021年のA沢下流底生動物の目別種数の一覧

	2019年				2020年				2021年			
	A沢下流				A沢下流				A沢下流			
	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春
目名	12種	64種	54種	85種	41種	68種	54種	51種	26種	46種	46種	56種
三岐腸目		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ハリヒモムシ目				1		1				1		1
オヨギミズ目						1						
イトミミズ目		2	1	3	2	2	2	3		1	1	1
ツリミミズ目		2		3	1	1	1	1	1	1	1	2
吻無蛭目		1			1							1
ワラジムシ目		1		1		1					1	
エビ目	1	1		1		1			1	1		
カゲロウ目	1	12	12	20	4	12	8	10	3	7	7	6
トンボ目	3	3	2	3		5	2	4		4	1	4
カワゲラ目	2	7	13	3	4	5	7	3	3	3	6	4
カメムシ目			1	1								
ヘビトンボ目					2	2		1	1	2	1	2
トビケラ目	2	9	10	12	7	8	7	6	5	7	7	6
ハエ目	2	21	12	28	18	26	26	17	9	17	19	24
コウチュウ目	1	4	2	8	1	2		5	2	1	1	4

大月バイオマス発電所の稼働後の事後調査は、2019年夏のA沢下流を除き上流の底生動物の種類より下流の底生動物の種類が多い傾向でした。清流河川に生息する底生動物については、季節変動はあるものの減少傾向は見られませんでした。2019年夏の調査でA沢下流の底生動物の種類が減少の原因は、台風の影響でA沢下流の土砂が流されたことに起因すると推測されます。

補正評価書の現況調査時のA沢上流と追加調査の2014年3月A沢上流・下流、2018年3月の結果と事後調査のA沢上流・下流の種の出現数の変化は大きく変化しておらず、季節的な変動、水量の変動（大月市降水量：2012年1285mm、2014年1487mm、2018年1601mm、2019年1787mm、2020年1516mm、2021年1272mm）、気温の変動（大月市日平均気温：2012年12.8℃、2014年13℃、2018

年14.1℃、2019年13.7℃、2020年13.9℃、2021年13.7℃)により出現数が周期的に変動していました。

3、発電所稼働後の笹子川の底生生物の出現状況

底生動物（水生生物）について、稼働後の笹子川上流、笹子川下流の個体群の状況（種類、種の組成）について、以下表Ⅱ-5（稼働後の笹子川上流調査結果）、表Ⅱ-6（稼働後の笹子川下流調査結果）にまとめました。

表Ⅱ-5 2019年、2020年、2021年の笹子川上流底生動物の目別種数の一覧

目名	2019年				2020年				2021年			
	笹子川上流				笹子川上流				笹子川上流			
	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春
目名	50種	54種	59種	84種	49種	83種	61種	56種	39種	32種	50種	59種
三岐腸目			1		1	1	1		1	1	1	1
ハリヒモムシ目						1						
オヨギミズ目												
イトミミズ目		1	1	5	1	1		3			1	3
ツリミミズ目				1	1				1			
吻無蛭目	1				1		1		1	1		
ワラジムシ目	1	1										
エビ目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
カゲロウ目	10	10	12	21	12	24	13	19	14	12	11	16
トンボ目	5	7	2	3	4	5	1	1	3	5		2
カワゲラ目	4	11	7	6	4	6	11	3	4	3	3	2
カメムシ目		2		3								
ヘビトンボ目	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	
トビケラ目	11	7	9	12	11	17	8	8	5	4	11	13
ハエ目	13	9	23	24	10	21	20	16	5	4	22	16
コウチュウ目	3	4	2	7	2	4	4	5	3			5
ハチ目						1						

表Ⅱ-6 2019年、2020年、2021年の笹子川下流底生動物の目別種数の一覧

	2019年				2020年				2021年			
	笹子川下流				笹子川下流				笹子川下流			
	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春
目名	62種	45種	61種	86種	66種	49種	50種	72種	67種	41種	41種	65種
三岐腸目	1			1	1			1	1		1	1
ハリヒモムシ目				1				1				
オヨギミミズ目				1								
イトミミズ目	1	1	2	4	2			3	4	1		1
ツリミミズ目				1	1				1			
吻無蛭目	1				1		1	1				
ワラジムシ目			1	1					1			
エビ目	1	1		1	1	1		1	1	1		1
カゲロウ目	17	11	15	25	14	13	11	23	18	14	14	21
トンボ目	4	7	3	3	6	3	2	4	3	3		5
カワゲラ目	5	9	8	5	2	4	7	4	4	3	1	3
カメムシ目	1	1		1				1	2	2		1
ヘビトンボ目	1		1	1	2	1		1	1	1		1
トビケラ目	14	6	11	13	13	13	11	9	11	7	7	12
ハエ目	12	7	19	23	16	8	16	19	16	8	17	15
コウチュウ目	4	2	1	5	6	5	2	4	4	1	1	4
ハチ目					1	1						

大月バイオマス発電所の稼働後の事後調査期間中に発生した2019年夏の台風襲来や、9月に河川敷草木伐採、河床を動かすなど大規模に行われた河川工事等の影響が懸念されたが、底生動物の群集種数の増減に影響は見られませんでした。また、底生動物の群集は季節変動していますが、上流の底生動物の種類に比べ下流の底生動物の種類が多い傾向でした。清涼な河川に生息する底生動物については、季節変動はあるものの、減少傾向は見られませんでした。

補正評価書の事前調査結果と事後調査結果を比較しますと、種数の大きな変化はなく季節的な変動、水量の変動、気温の変動の要因による周期的な変動を示していました。

4、非計量多次元尺度法（nMDS）による群集組成解析について

A沢上流、A沢下流、笹子川上流、笹子川下流の運用開始前及び運用開始後の底生動物の群集組成の相関について非計量多次元尺度法（nMDS）により解析を行い、相関関係により発電所運用前と運用後の底生動物の群集組成の変化について考察することを試みました。

以下に解析方法および条件を示します。

解析方法)

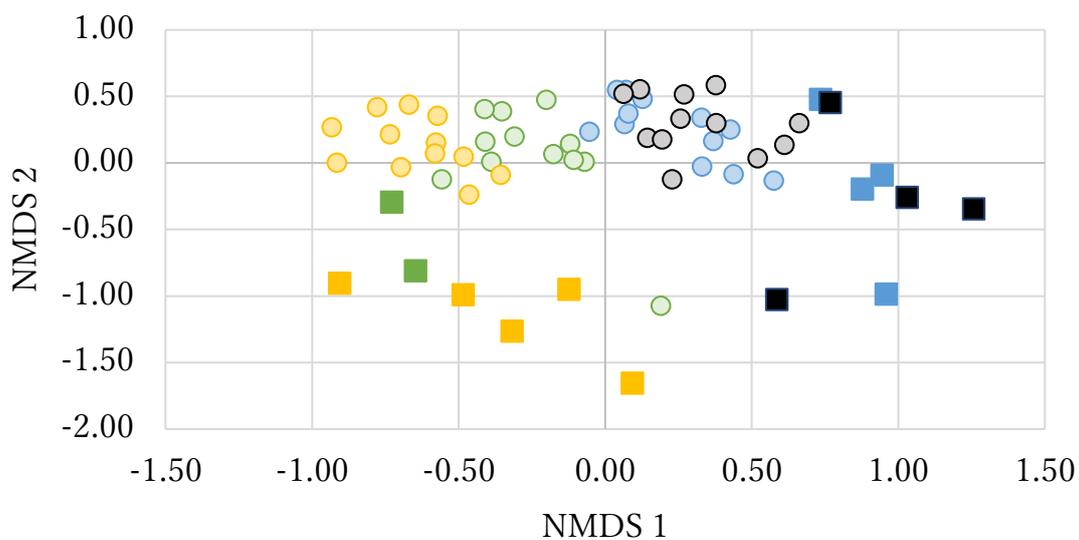
- 1) 大月バイオマス発電所の運用開始前、運用開始後の全期間を通じた全底生動物種の出現状況（在／不在）をリスト化しました。
- 2) Rのvegan v2.5-6 パッケージ中のmetaMDS関数を用いて、Jacard係数から算出される群集間の類似度を2次元に図示しました。
(表15及び図6～図12)
- 3) Rのvegan v2.5-6 パッケージ中のenvfit 関数を用いて、各visaの出現状況と群集組成の相関を解析しました。相関係数の検定は、permutation test (5000回) によって行いました。

以上の方法を使い群集の類似度と群集組成の相関を見ました。以下に解析結果（表Ⅱ-7）と解析図（図Ⅱ-1～図Ⅱ-7）を示しました。

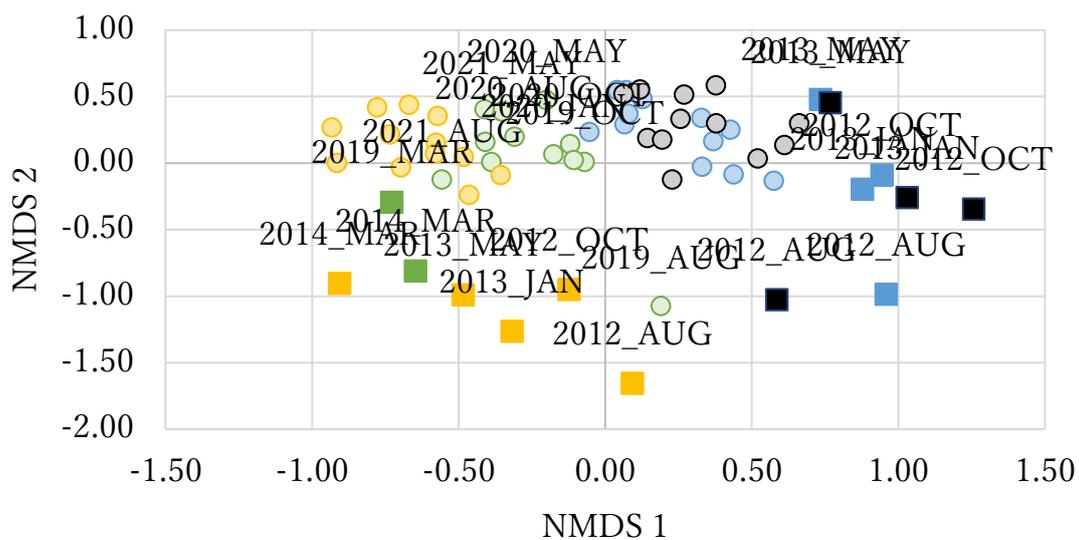
なお、解析図中のBefor:発電所稼働前、After:発電所稼働後を示します。

表Ⅱ-7 各地点のMDS値（2012年～2022年）

調査地点	調査年	調査季節	MDSプロットラベル	MDS1	MDS2
A1 (A沢下流)	2014	MAR	2014_MAR	-0.65	-0.81
	2019	MAR	2019_MAR	-0.73	-0.29
	2019	AUG	2019_AUG	0.19	-1.07
	2019	OCT	2019_OCT	-0.07	0.01
	2020	JAN	2020_JAN	-0.18	0.07
	2020	MAY	2020_MAY	-0.20	0.48
	2020	AUG	2020_AUG	-0.31	0.20
	2020	OCT	2020_OCT	-0.12	0.14
	2021	JAN	2021_JAN	-0.41	0.16
	2021	MAY	2021_MAY	-0.35	0.39
	2021	AUG	2021_AUG	-0.56	-0.12
	2021	OCT	2021_OCT	-0.11	0.02
	2022	JAN	2022_JAN	-0.39	0.01
	2022	MAY	2022_MAY	-0.41	0.41
A2 (A沢上流)	2012	AUG	2012_AUG	0.09	-1.65
	2012	OCT	2012_OCT	-0.12	-0.95
	2013	JAN	2013_JAN	-0.32	-1.26
	2013	MAY	2013_MAY	-0.48	-0.99
	2014	MAR	2014_MAR	-0.91	-0.90
	2019	AUG	2019_AUG	-0.93	0.27
	2019	OCT	2019_OCT	-0.46	-0.24
	2020	JAN	2020_JAN	-0.58	0.15
	2020	MAY	2020_MAY	-0.57	0.35
	2020	AUG	2020_AUG	-0.73	0.22
	2020	OCT	2020_OCT	-0.58	0.07
	2021	JAN	2021_JAN	-0.70	-0.03
	2021	MAY	2021_MAY	-0.78	0.42
	2021	AUG	2021_AUG	-0.91	0.00
2021	OCT	2021_OCT	-0.36	-0.09	
T4 (笹子川上流)	2022	JAN	2022_JAN	-0.48	0.05
	2022	MAY	2022_MAY	-0.67	0.44
	2012	AUG	2012_AUG	0.96	-0.98
	2012	OCT	2012_OCT	0.94	-0.09
	2013	JAN	2013_JAN	0.88	-0.20
	2013	MAY	2013_MAY	0.73	0.48
	2019	AUG	2019_AUG	0.37	0.17
	2019	OCT	2019_OCT	0.44	-0.08
	2020	JAN	2020_JAN	-0.05	0.23
	2020	MAY	2020_MAY	0.07	0.55
	2020	AUG	2020_AUG	0.43	0.25
	2020	OCT	2020_OCT	0.33	0.34
	2021	JAN	2021_JAN	0.07	0.29
	2021	MAY	2021_MAY	0.04	0.55
2021	AUG	2021_AUG	0.33	-0.03	
2021	OCT	2021_OCT	0.58	-0.13	
T5 (笹子川下流)	2022	JAN	2022_JAN	0.08	0.37
	2022	MAY	2022_MAY	0.13	0.48
	2012	AUG	2012_AUG	0.58	-1.03
	2012	OCT	2012_OCT	1.26	-0.34
	2013	JAN	2013_JAN	1.03	-0.26
	2013	MAY	2013_MAY	0.77	0.46
	2019	AUG	2019_AUG	0.38	0.30
	2019	OCT	2019_OCT	0.52	0.04
	2020	JAN	2020_JAN	0.14	0.19
	2020	MAY	2020_MAY	0.12	0.55
	2020	AUG	2020_AUG	0.19	0.18
	2020	OCT	2020_OCT	0.66	0.30
	2021	JAN	2021_JAN	0.23	-0.12
	2021	MAY	2021_MAY	0.06	0.52
2021	AUG	2021_AUG	0.26	0.33	
2021	OCT	2021_OCT	0.61	0.14	
2022	JAN	2022_JAN	0.27	0.52	
2022	MAY	2022_MAY	0.38	0.59	



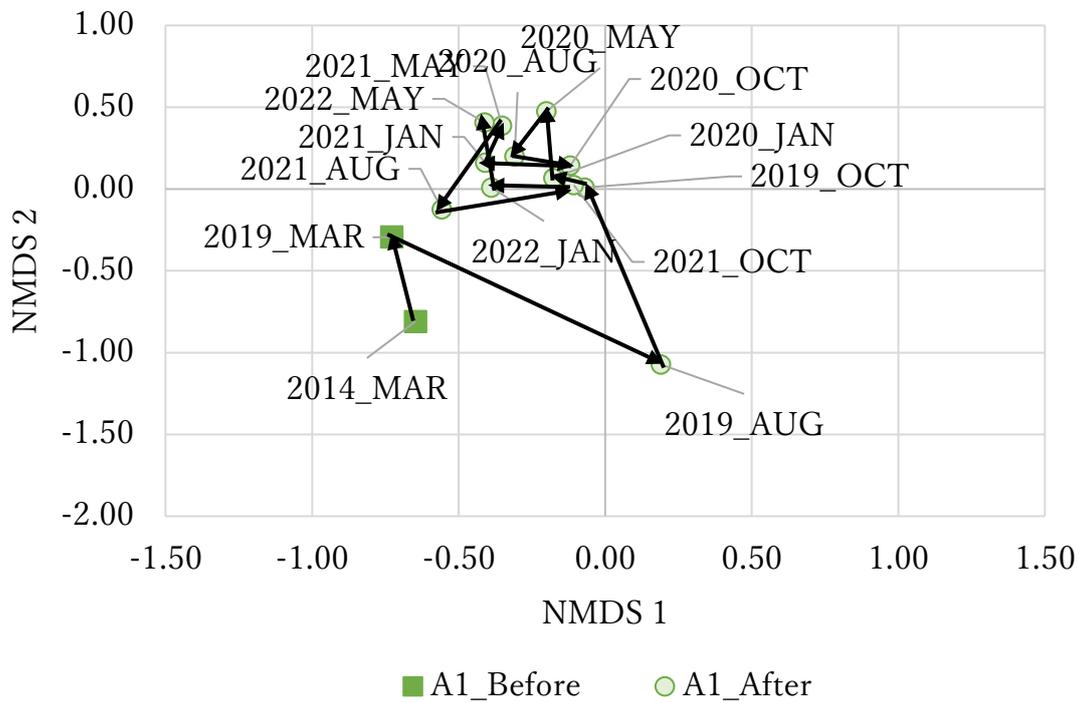
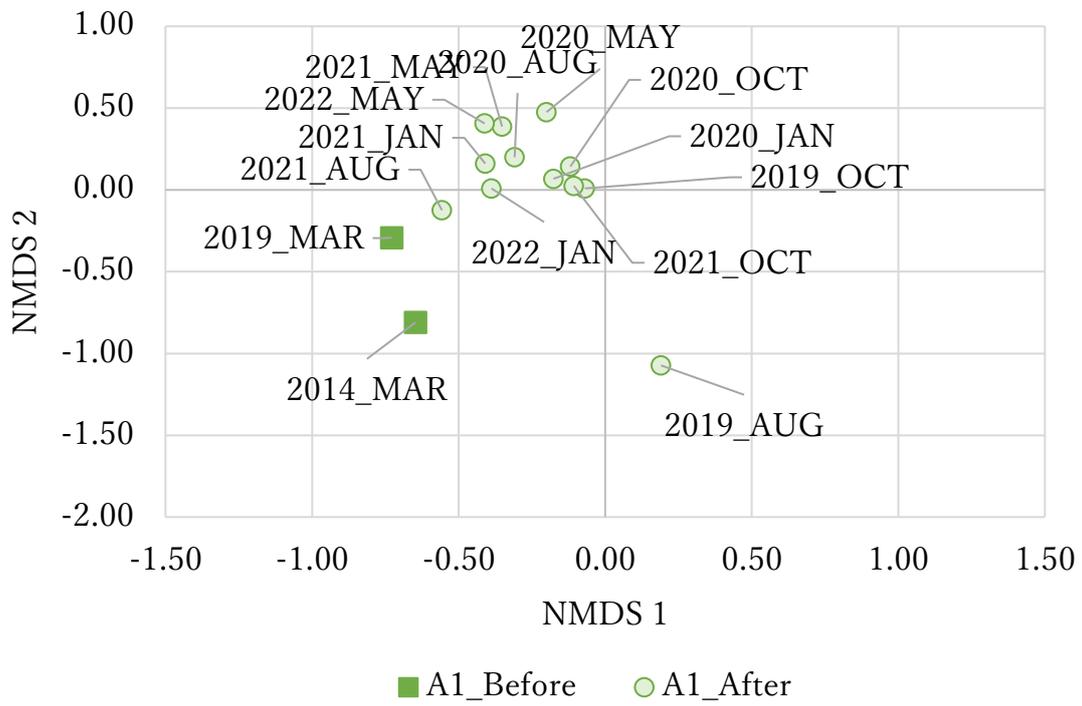
■ A1_Before ○ A1_After ■ A2_Before ○ A2_After
■ T4_Before ○ T4_After ■ T5_Before ○ T5_After



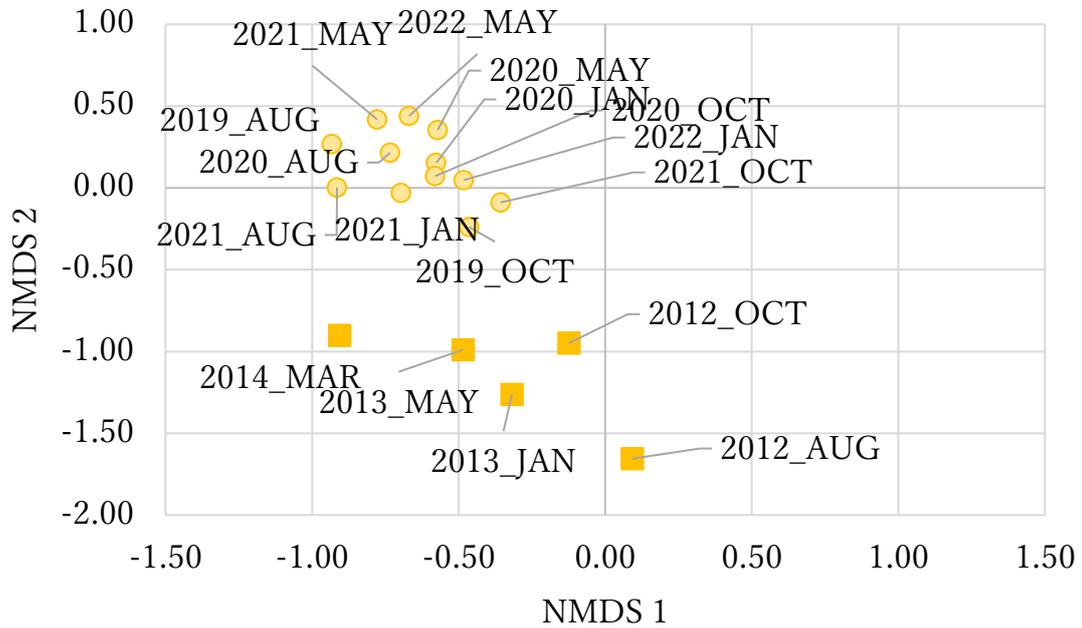
■ A1_Before ○ A1_After ■ A2_Before ○ A2_After
■ T4_Before ○ T4_After ■ T5_Before ○ T5_After

図 II-1 全調査時および調査地点のMDSプロット

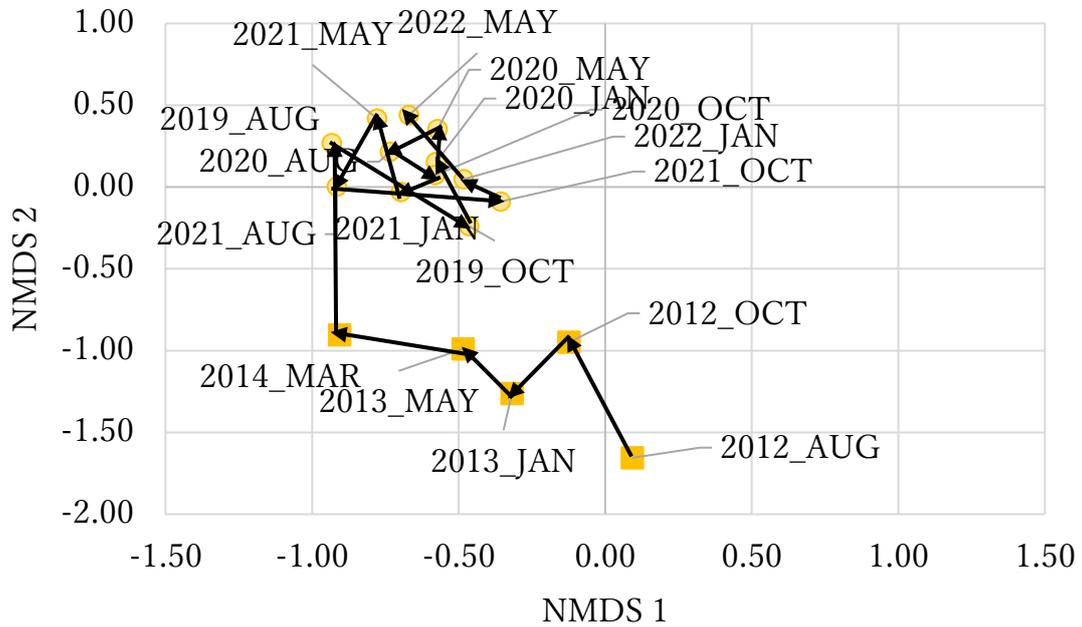
各ラベルは調査時期を，凡例のBeforeは運用開始前，Afterは運用開始後を意味する



図Ⅱ-3 A1地点（A沢下流部）のMDSプロット
 全調査時および調査地点のMDSプロット。各ラベルは調査時期を，凡例の Beforeは運用開始前，Afterは運用開始後を意味する

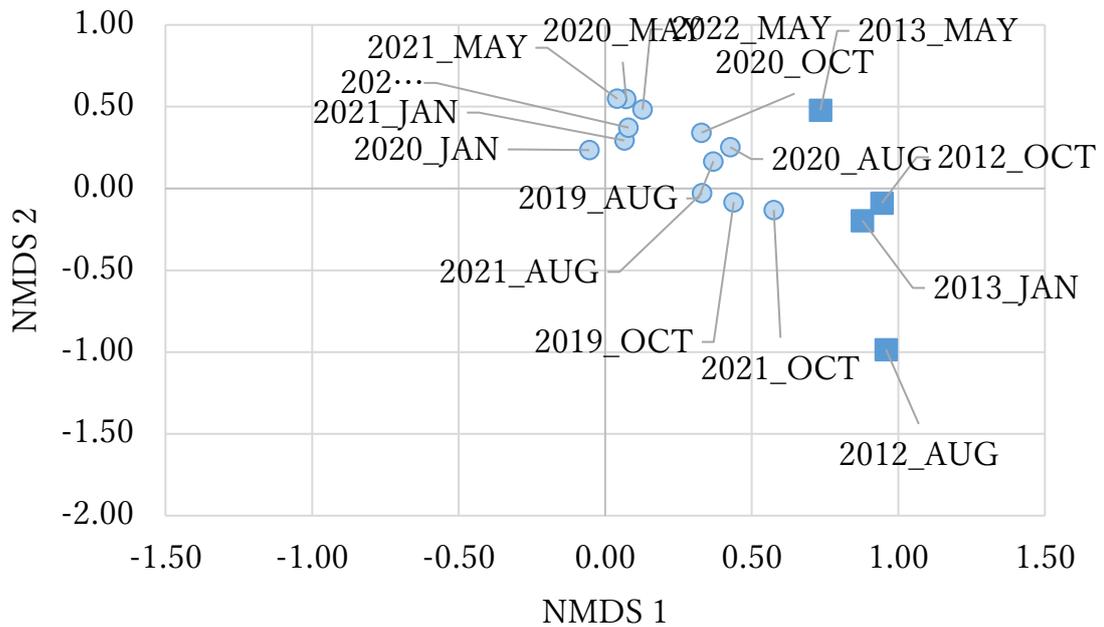


■ A2_Before ● A2_After

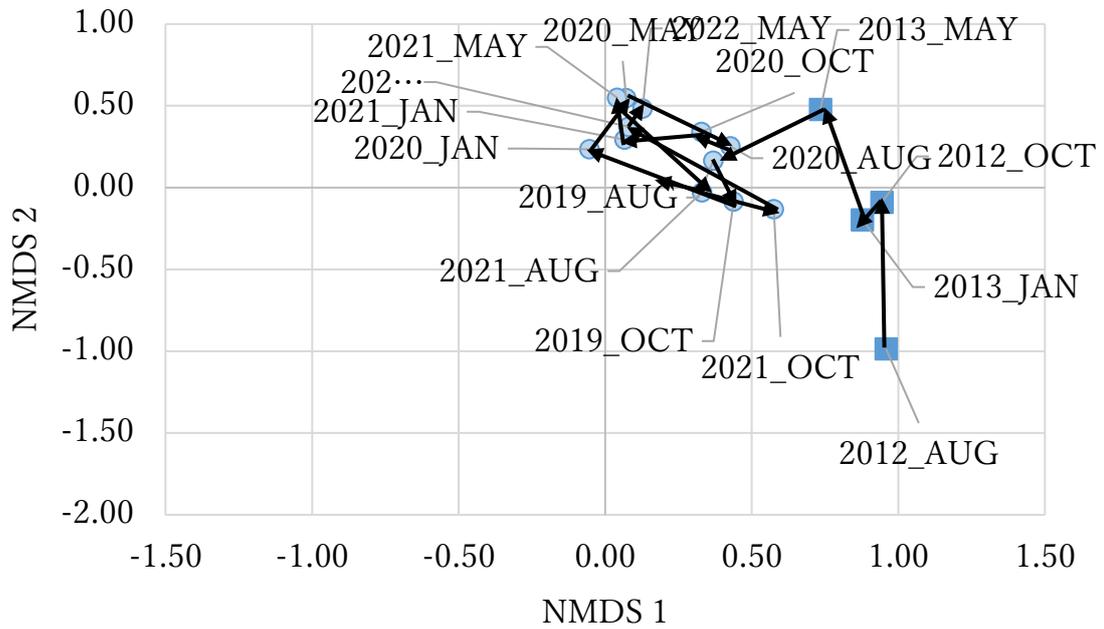


■ A2_Before ● A2_After

図Ⅱ-4 A2地点（A沢上流部）のMDSプロット
 全調査時および調査地点のMDSプロット. 各ラベルは調査時期を, 凡例の Beforeは運用開始前, Afterは運用開始後を意味する

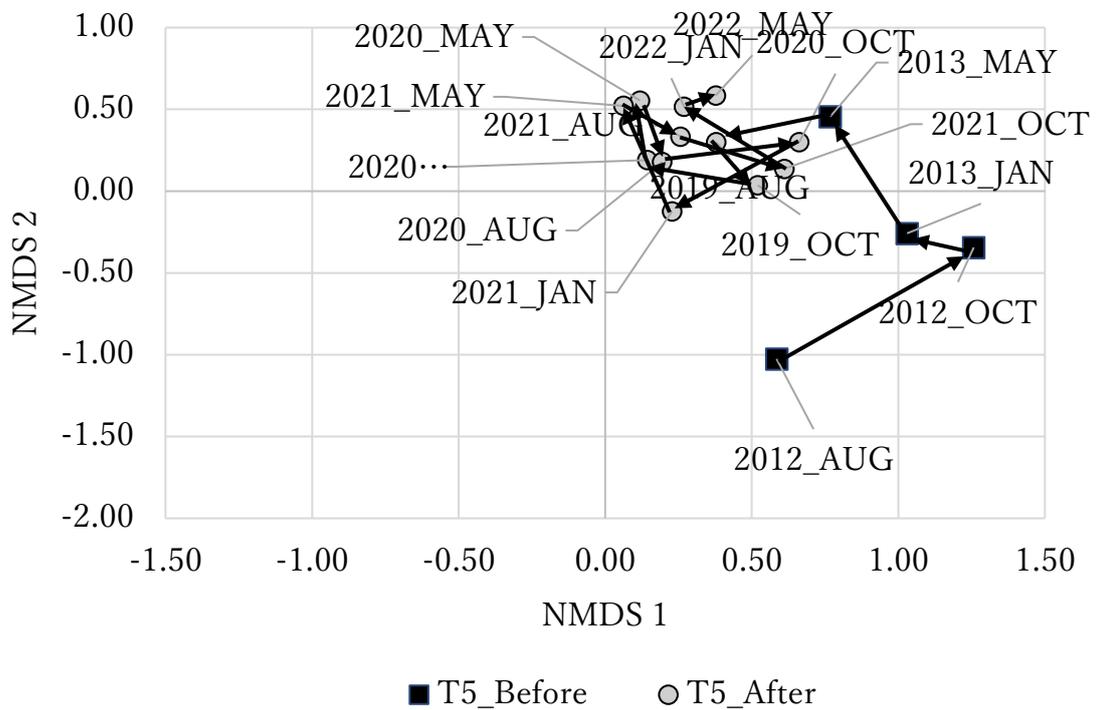
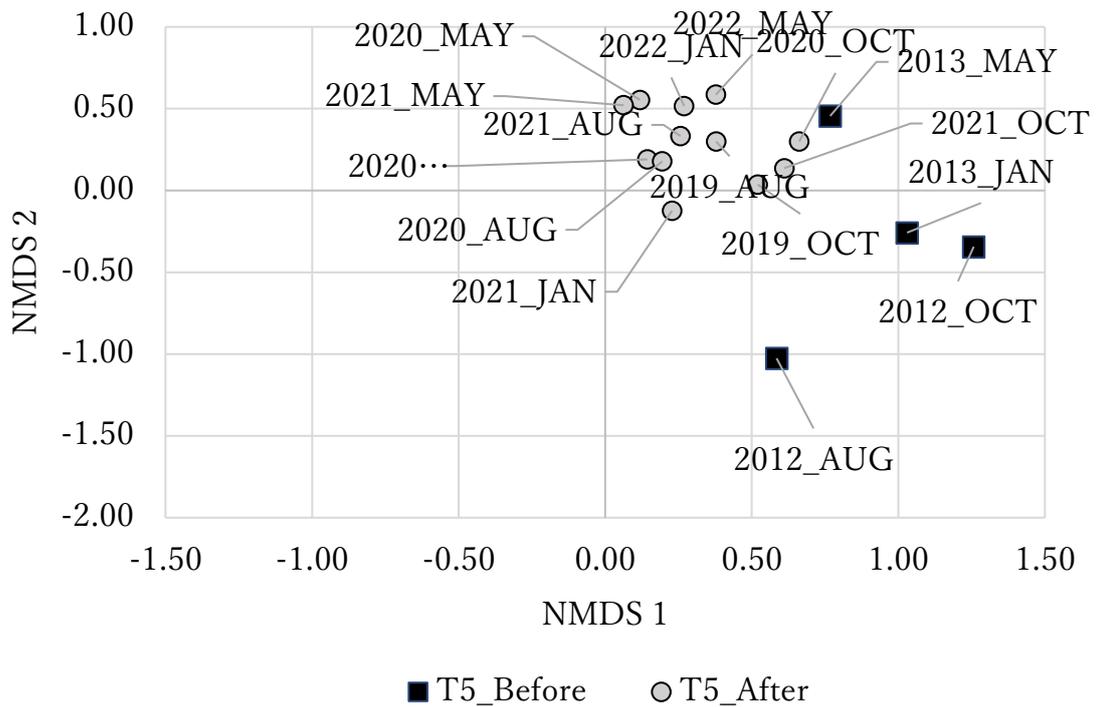


■ T4_Before ● T4_After

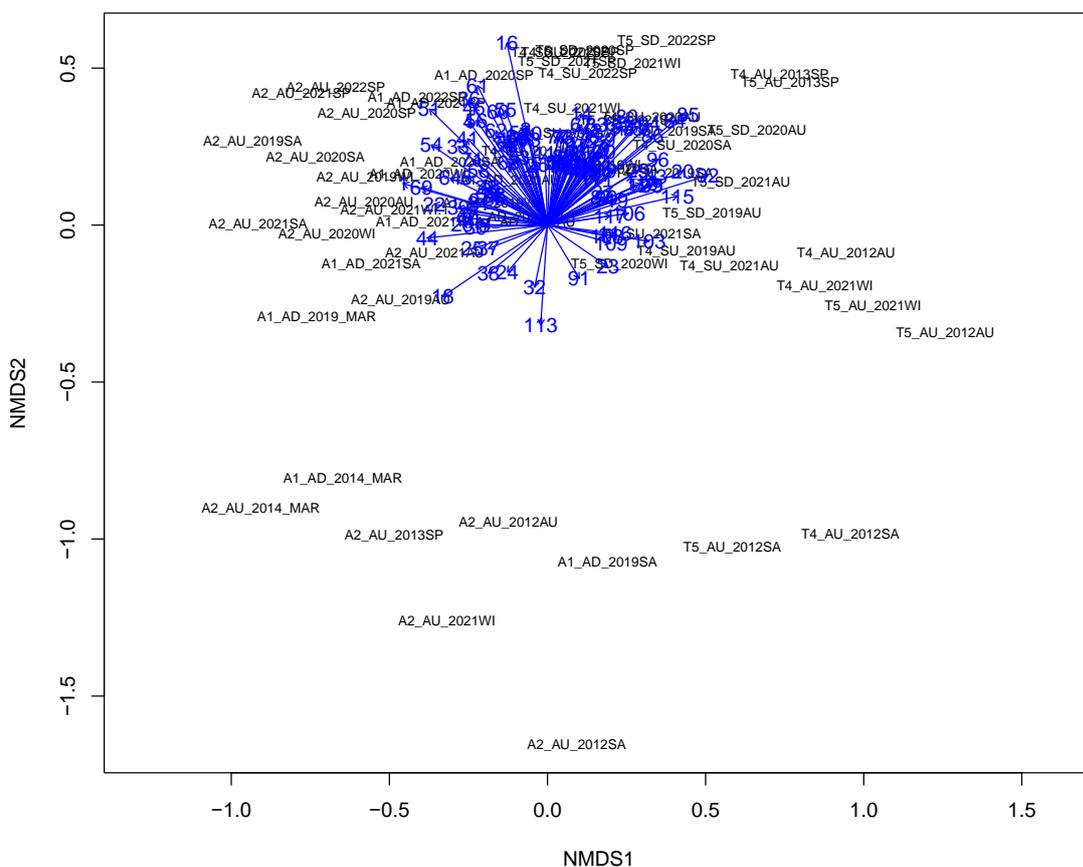


■ T4_Before ● T4_After

図Ⅱ-5 T4地点（笹子川上流地点）のMDSプロット
全調査時および調査地点のMDSプロット。各ラベルは調査時期を、凡例の
Beforeは運用開始前、Afterは運用開始後を意味する



図Ⅱ-6 T5地点（笹子川上流地点）のMDSプロット
 全調査時および調査地点のMDSプロット. 各ラベルは調査時期を, 凡例の Beforeは運用開始前, Afterは運用開始後を意味する



図Ⅱ-7 全地点のMDSプロットと観察された分類群の関連性
青字の数字は分類群IDを意味する

5、解析結果からの考察

大月バイオマス発電所の稼働前、稼働後のA沢上流、A沢下流、笹子川上流、笹子川下流について非計量多次元尺度法（nMDS）による群集組成の解析を行った結果、以下のことが確認できました。

- 1) MDS1およびMDS2を軸として図示した場合、主に第1象限に大月バイオマス発電所運用後の笹子川の調査地点（T4およびT5）、第2象限に運用後のA沢の調査地点（A1およびA2）、第3象限に運用前A沢の調査地点（A1およびA2）、第4象限に運用前の笹子川の調査地点（T4およびT5）の群集がプロットされました。
- 2) 運用前と運用直後のA1の群集は運用後の群集とは異なる場所にプロットされました。A1だけではなく全調査地点の群集で変動が見られましたことから、人為的な水質や水温変動に伴う局所的な影響ではなく、2019年の10月に到来した令和元年東日本台風による群集への影響があったと考えられます。
- 3) 大月バイオマス発電所運用後の群集構造は、MDS軸の小さい方から、

概ねA2（A沢上流）、A1（A沢下流）、T4およびT5（笹子川上流および下流）の順で並びました。このことは、A1およびA2地点間ではそれほど群集構造の乖離は見られません。A1地点はA沢と笹子川の合流部であり、今回のプロットは地理的な構造を反映した群集構造であったと考えられます。

- 4) 図Ⅱ-3、図Ⅱ-4に示しましたMDSプロット上のA2地点およびA1地点の群集の時間的変動を追跡しました結果、2019年秋以降は運用開始後に大きな変動は見られませんでした。また、特定の季節に偏った分布や一貫した変動の傾向も特に見られませんでした。特に水温変化による底生動物への影響が大きいと予測された冬期でも際立った変化は見られませんでした。

また、大月バイオマス発電所の運用前底生動物調査データ（2012年～2014年、2019年）、運用後底生動物調査データ（2019年、2020年、2021年）、排水温度影響追加調査データ（2019年1月から2020年11月）を基に水生生物の専門家から大月バイオマス発電所運用前と運用後の底生動物への影響について長期予測も含めた見解を受けました。意見の概要を以下にまとめました。詳細については、資料として専門家の意見書を添付します。

《地域自然財産研究所 所長 篠田授樹氏》

意見（要約）

排水の影響については、特にA沢の上流と下流とでは、夏季～秋季には水温にあまり差がないのに対し、冬季～春季には下流が約1～3℃高い傾向がある。しかし、A沢下流の日平均水温は、冬期4.4～9.7℃、年間で4.4～20.8℃であり、水生生物の生息条件として支障のない範囲に収まっている。

水生生物への影響については、A沢における底生動物の確認種数（タクソン数）の推移をみると、生息場所の少ない上流より生息場所の多い下流（土砂、石礫、落葉・落枝等）の確認数が多い。また、水温変動の影響は冬季～春季にあるが、確認種は下流の方が多く、水温の低い山間溪流や湧水流に生息する種が繰り返し出現している。

以上のことから、台風などの大きなイベントを経験しながらもA沢の水生生物（底生動物）相の特徴に取り立てて変化はなく、自然の消長の中に納まっていると考えられる。温排水によるA沢の水生生物（底生動物）への影響は認められず、現状の排水管理を持続する限り今後も同様であることが期待できる。

《山梨大学工学部土木環境工学科 助教授 八重樫咲子氏》

意見（要約）

大月バイオマス発電所からの温排水によるA沢および笹子川の底生動物への影響について非計量多次元尺度法（nMDS）による底生動物群集の解析を行って考察していた。発電所運用前後の群集組成について、A沢下流域では笹子川とA沢上流域の群集と類似した状態にあり、運用前後に得られた群集組成は自然発生したものと考えられ発電所の温排水の影響は小さいと考えられる。また、運用前後のA沢下流のみに特有な時系列変動傾向は見られなかった。特筆するのは、2019年10月の台風19号による河川攪乱により2019年秋以降の底生生物群集組成が全ての地点で変動が見られた。

以上より、A沢下流域の底生動物の群集組成は台風による自然攪乱の影響を受けつつも、A沢および笹子川の群集が自然な群集組成を維持しており、排水による群集組成への影響は非常に小さかったと考えられる。今後流域の大きな自然攪乱や別の人為的な攪乱が起きず、発電所はこれまでと同様な運用を行うのであれば、長期的にも大月バイオマス発電所の稼働による底生生物への大きな影響は見られないことが予測される。

6、まとめ

発電所稼働前の補正評価書の底生動物の調査結果から、笹子川上流と下流の底生動物の群集の大きな変動はなく、季節的な変化で変動していました。また、A沢上流と下流でも季節的な変動はあるものの、清流河川に生息する底生生物が検出され、底生動物の群集に大きな変化は見られませんでした。

発電所稼働後の底生動物の調査結果からは、台風の影響による減少を除いてはA沢上流・下流に清流河川に生息する底生動物の減少は見られず、上流より下流の底生動物の種類が多い傾向でした。笹子川については、2019年夏の台風の影響、9月に河川工事による河川敷草木伐採、河川工事が行われた影響で底生動物群集種類の減少が見られました。底生動物の群集については、季節的な変動はあるが上流より下流の群集が多い傾向であり、清流に生息する底生動物の減少傾向は見られませんでした。

さらに、発電所稼働前、稼働後のA沢上流、A沢下流、笹子川上流、笹子川下流について非計量多次元尺度法（nMDS）による群集組成の解析を行った結果、2019年10月の台風の影響による群集への影響があったもののそれ以降の群集組成は、特定の季節に偏った分布や一貫した変動の傾向も見られず維持されており、発電所温排水による影響は小さいと考えられます。

以上の調査・解析結果から、発電所から排出される温排水の底生動物への影響は極めて少ないと考えられ、専門家からも、発電所排水のA沢下流への影響少ないとの見解が出されたことから、現状の排水管理に問題はなく、追加の保全措置は必要ないと判断しました。

大月バイオマス発電所の温排水による水生生物への影響について

2023年3月6日

篠田授樹（地域自然財産研究所）

大月バイオマス発電所からの排水による、A沢および笹子川の水生生物（底生動物）への影響については、事後調査の中間報告（水生生物調査：2018年8月～2019年1月。排水温等調査：2019年1月～2月）を基に、2019年3月に考察を行なった。今回、事後調査の追加報告（水生生物調査：2019年5月～2021年5月。排水温等調査：2019年3月～2020年11月）が提供されたので、特に温排水によるA沢の水生生物への影響について、改めて検討を行なうこととする。

排水とA沢の水温

気温と排水温、A沢の水温の関係は、①水温は気温の影響を受けている、②水温は排水温（放流監視槽）>最終放流升>A沢下流>A沢上流の順に高い、③春季～夏季は気温>水温だが、秋季～冬季は気温<水温となる、などの傾向がみられる。

特にA沢の上流と下流とでは、夏季～秋季には水温にあまり差がないのに対し、冬季～春季には下流が約1～3℃高い傾向がある。これは、山間の滲出を水源とする細い流れであるA沢の水量が、冬季～春季には減水することで、相対的に排水の影響が大きくなっているためと思われる。しかし、A沢下流の日平均水温は、冬季に4.4～9.7℃、年間で4.4～20.8℃であり、水生生物の生息条件としては支障のない範囲に収まっている。

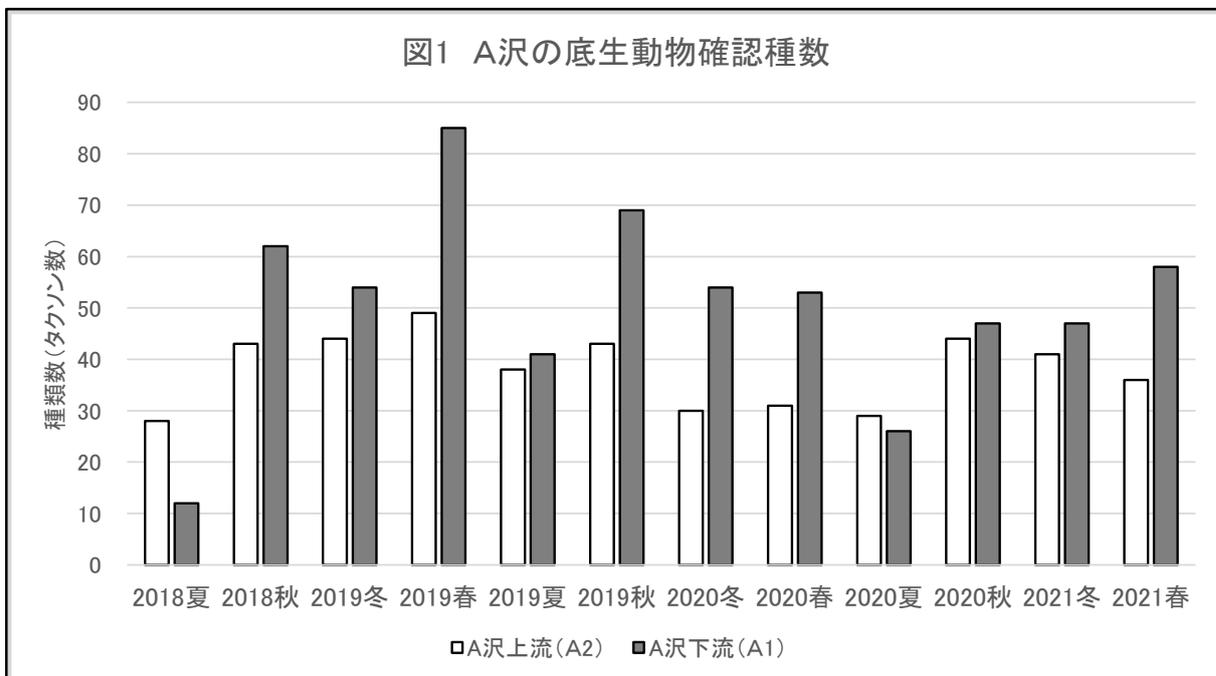
水生生物（底生動物）への影響

A沢は、コンクリート三面張りの構造で、水生生物（底生動物）の生息には厳しい環境である。流下して途中で捕捉された土砂や石礫、落葉・落枝などが主な生息場所となっているものと推察される。図1に、A沢における底生動物の確認種数（タクソン数）の推移を示した。多くの場合、上流より下流で確認種数が多いのは、こうした生息場所に富んでいるためであろう。また、水生昆虫（成虫）などの底生動物は、下流から上流に向かい拡散することがあり、笹子川に近い下流側に種類数が多い理由の一つとして挙げられる。

上述した水温の変動からすると、温排水による影響が表れるとすれば冬季～春季であるが、確認種数は下流の方が多い。確認種では、クロマダラカゲロウ、クロカワゲラ科、ミドリカワゲラ科、ミヤマシマトビケラ亜科、ツメナガナガレトビケラ、ナガレトビケラ属、クロツツトビケラなど、水温の低い山間溪流や湧水流に生息する種が繰り返し出現している。

3年間、4季の調査を実施し、この間には2019年10月12日台風19号による出水（笹子川では、本施設から約3.8km下流の国道20号法雲寺橋が流出した）という大きなイベント

を経験しながら、A沢の水生生物（底生動物）相の特徴にとりたてて変化はなく、自然の消長の中に収まっているものと考えられる。温排水によるA沢の水生生物（底生動物）への影響は認められず、現状の排水管理を持続するかぎり、今後も同様であることが期待できる。



2023年3月13日

大月バイオマス発電所温排水による底生動物への影響に関する所見について

山梨大学工学部土木環境工学科 八重樫 咲子

大月バイオマス発電所からの温排水による A 沢および笹子川の底生動物への影響について、非計量多次元尺度法による底生動物群集の群集組成の解析結果から考察を行った。解析データには評価書（A 沢上流および笹子川上下流：2012～2013 年度）、事業実施前（A 沢：2014 年 3 月，2019 年 3 月）および事業稼働後（全地点：2019～2021 年度）の底生動物の在/不在データを利用した。

1. 発電所稼働前後の群集組成

2019 年夏以前の A 沢下流域は A 沢上流域と類似しつつも、笹子川群集の影響もやや見られる群集組成であった。また、2019 年秋以降は、A 沢下流域の群集組成は A 沢上流域と笹子川群集の間の特性を示した。A 沢下流域は笹子川と接続しており、土砂、有機物など様々なものを A 沢および笹子川から供給されている。また、調査時の写真より、A 沢下流域は笹子川と水域が連続した環境であり、底生動物の移動も容易にできる状態であったことわかる。このため、A 沢下流域では笹子川と A 沢上流域の群集それぞれと類似した状態にあったと考えられる。したがって、大月バイオマス発電所の稼働前・稼働後に得られた群集組成は自然発生したものと考えられ、発電所の温排水の影響は小さいと結論づけることができる。

2. 発電所稼働後の群集組成の時系列変化

大月バイオマス発電所の運用開始前と開始後では A 沢下流域のみに特有と思われる群集の時系列変動傾向は見られなかった。MDS1 軸および 2 軸上のプロットを時系列で追ったところ、A 沢下流域を含めて全ての地点で類似した組成変動を示しており、顕著な季節変動や特筆すべき変動は特に見られなかった。従って、モニタリング期間全体を通して連続的に温排水が排出されることで起こる群集への影響も小さかったと考えられる。

3. 2019 年夏季と秋季の間の群集組成の変動について

A 沢下流域のみならず排水の影響を受けないと考えられる A 沢上流域および笹子川上流域を含めた全てのモニタリング地点で、稼働開始前および稼働開始直後である 2019 年夏までの群集組成と、それ以降の組成ではやや異なる傾向が見られた。これは大月バイオマス発電所の温排水によるものというよりも、2019 年の台風 19 号による河川攪乱によるものであると考えられる。大月市では総雨量 453 ミリを記録し、笹子川では国道 20 号線の

橋脚が沈下する被害を受けた。このような大きな出水では、底生動物群集もその攪乱の影響を受け、群集組成を大きく変えることがある。また、もし大月バイオマス発電所の温排水が群集組成に大きな影響を与えていた場合には、全ての地点ではなく A 沢下流域のみ、あるいは A 沢下流域および笹子川下流域で群集組成の変動が見られるはずであるが、そのような変動は特に見られなかった。したがって、2019 年夏以降の群集組成の全地点の変動は温排水によるものというよりも、2019 年の台風 19 号による河川攪乱に伴うものであると考えられる。

以上より、A 沢下流域の底生動物の群集組成は台風による自然攪乱の影響を受けつつも、A 沢および笹子川の群集が混合した自然な群集組成を維持しており、排水による群集組成への影響は非常に小さかったと考えられる。今後、流域の大きな自然攪乱や別の人為的な攪乱が起きず、大月バイオマス発電所でこれまでと同様の運用を行うことができれば、長期的にも大月バイオマス発電所の稼働による底生動物への大きな影響は見られないことが予想される。