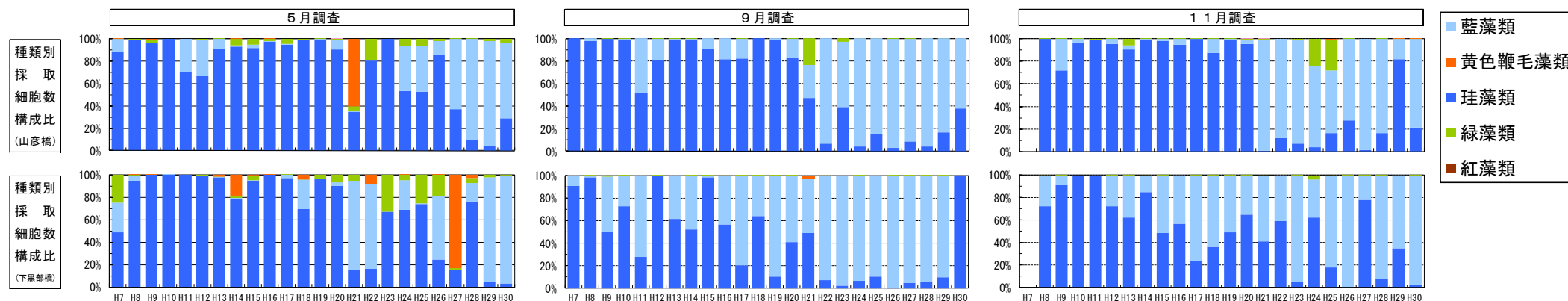


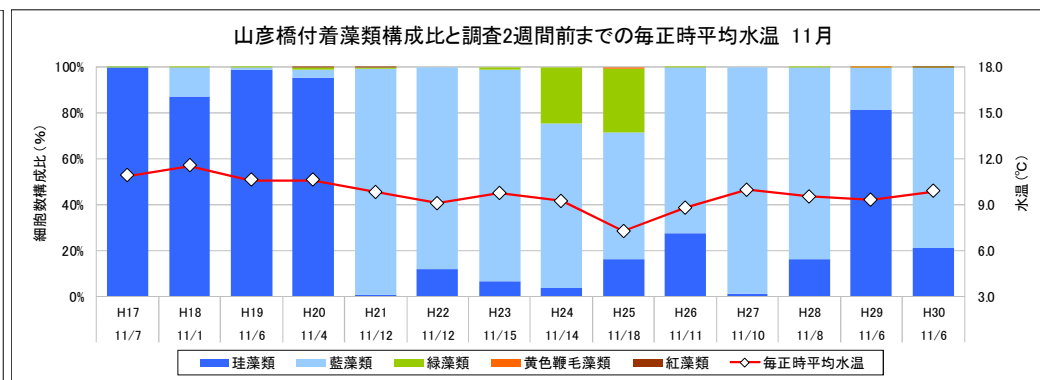
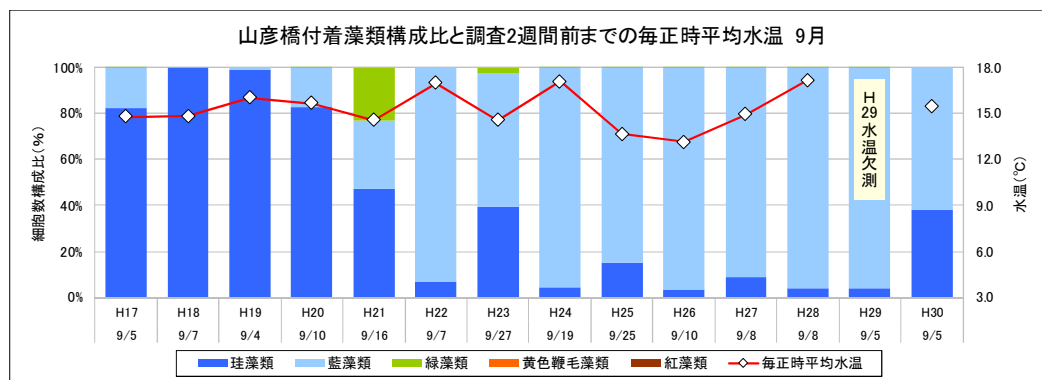
【背景】

別添－2－③

- 平成21年頃より、付着藻類相に変化（優占種が珪藻類から藍藻類に変化）が見受けられた。



- このため、平成27年度は調査頻度を高め、5～11月の間で毎月1回調査を実施した結果、連携排砂の有無にかかわらず、付着藻類の優占種が1ヵ月程度で変化する状況が確認された。
- 平成28、29年度は毎月1回調査に加え、山彦橋において、出水後の付着藻類調査・発達力調査・物理環境調査を実施した。その結果、付着藻類の発達過程、出水の影響を確認できたものの、優占種変化の条件・要因を示す結果を得ることはできなかった。
- 山彦橋における、9月・11月の既往水温データと付着藻類相を以下に示すが、平成21年頃前後において、藍藻類発達への影響が考えられる明確な変化（水温上昇）は見受けられない。



※水温は、宇奈月ダム直下データを使用

※水温は調査日から2週間前までの正時水温データを平均(当日含み15日間データ)

※一部欠測含む(H29年度の水温は欠測)

平成30年度河川付着藻類調査について

【平成30年度調査・検討】

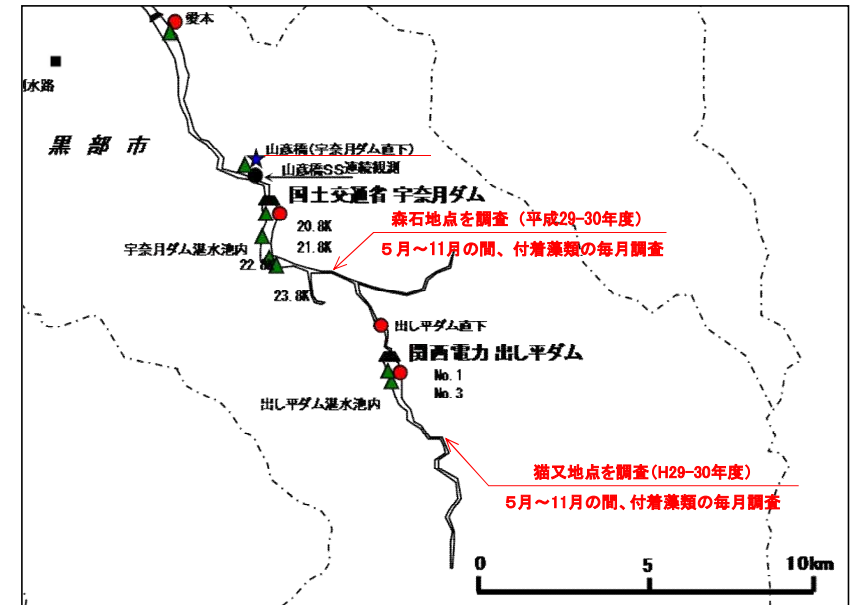
ダム上下流地点における定期調査

<目的>

- ・付着藻類相の変化要因が、ダムより上流域にある可能性を踏まえ、ダムより上流と下流における付着藻類相を把握する。

<調査・検討内容>

- ・出し平ダム上流の猫又地点、宇奈月ダム上流の森石地点を含む各調査地点にて、毎月1回調査及び物理環境調査を実施。
- ・山彦橋での調査結果と比較し、連携排砂の影響を検討する。



出水後の付着藻類調査

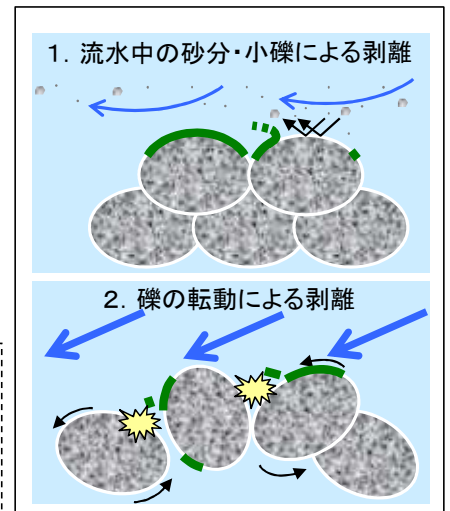
<目的>

- ・平成30年度連携排砂計画(案)の目標排砂量を踏まえ、連携排砂後における付着藻類相の変化を把握する。
 - ・平成29年11月調査において、10月出水により珪藻類が優占したと考えられることを踏まえ、10月出水後における付着藻類相の変化を把握する。
- (平成29年度調査から引き続き、平成30年度の上記調査期間を対象に、基礎情報として物理環境を把握。)

<調査・検討内容>

- ・山彦橋における、毎月1回調査及び物理環境調査の他、出水後の付着藻類調査として、連携排砂後連続調査、10月出水後連続調査を実施する。
- ※ 連携排砂後…1回目排砂実施後から30日間程度(2日毎に調査、計15検体程度)
- ※ 10月出水後…10月出水後から最大30日間程度(2日毎に調査、最大で計15検体)

<付着藻類剥離のイメージ>



平成30年度河川付着藻類調査について

出水後の付着藻類調査

＜調査地点＞

- ・調査地点は山彦橋定期調査地点と同様とする。
- ・調査期間内の流量減少により干出しないよう、安全上調査可能な範囲で水深のある箇所を礫の採取範囲とする。
- ・連携排砂前に現地を確認し、下記の黄色枠範囲を調査地点に設定した。

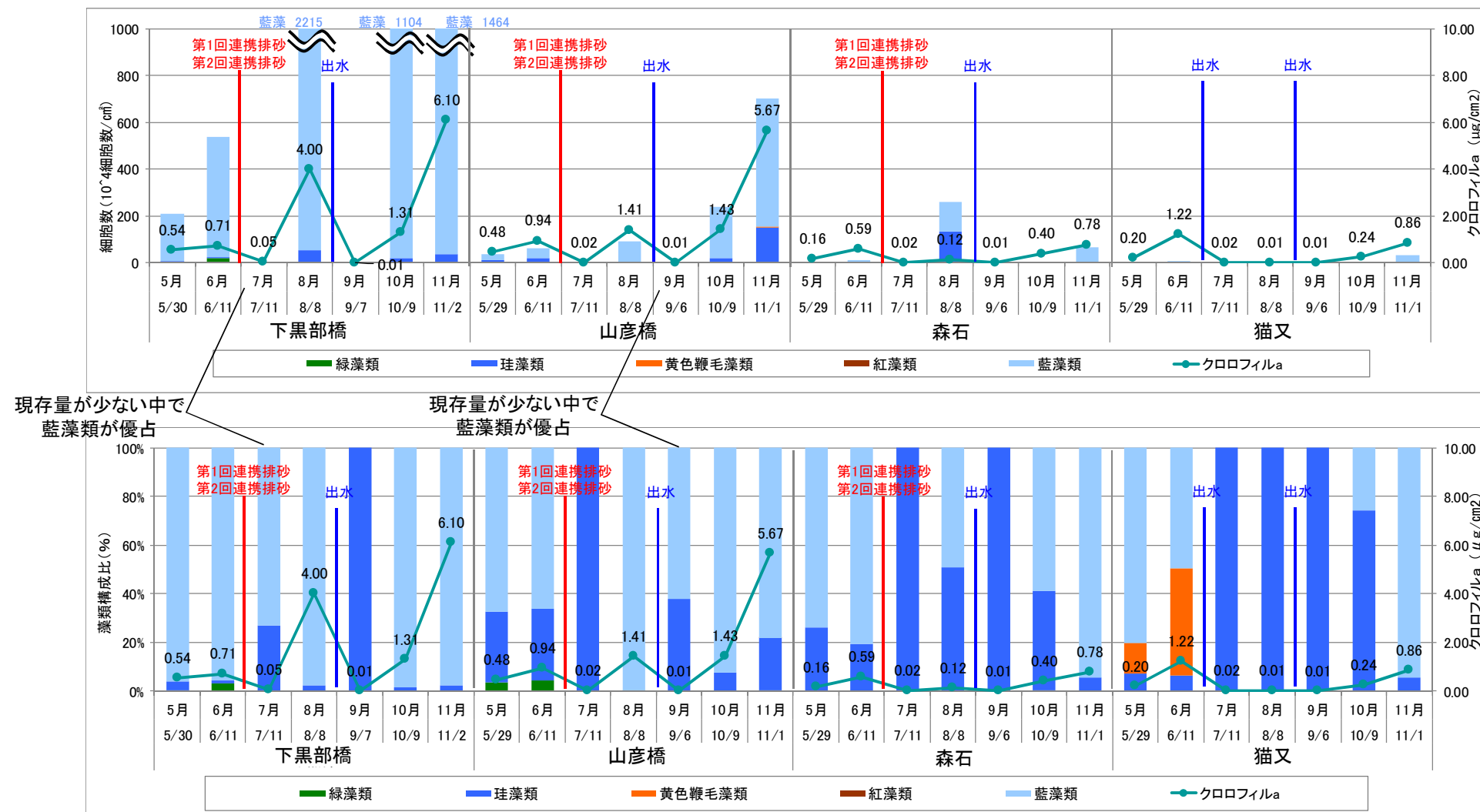


下黒部橋、山彦橋、宇奈月ダム上流(森石地点)、出し平ダム上流(猫又地点)の毎月定期調査

- ・ 例年、連携排砂に伴う環境調査のうち、河川水生生物調査として、5、9、11月に山彦橋、下黒部橋にて付着藻類調査を実施している。
- ・ 平成21年頃より、付着藻類相に変化が見受けられることから、付着藻類調査の調査頻度を高め、5～11月まで毎月1回調査を実施した。
- ・ さらに昨年度に引き続き、宇奈月ダム上流の森石地点、出し平ダム上流の猫又地点も調査し、連携排砂の影響の有無を確認した。

【今年度調査結果】

- ・ 細胞数、クロロフィルaとも下流域ほど高い傾向があり、上流域の森石、猫又では、8月の森石を除いて付着藻類の現存量が少なかった。
- ・ 構成比では、6月調査では藍藻類が優占していたが、連携排砂を伴う出水により、7月調査では下黒部橋を除いて付着藻類が剥離し、珪藻類が優占した。
- ・ 9月調査では自然出水によって、クロロフィルaが減少し、山彦橋を除いて、珪藻類が優占した。
- ・ 上記より、連携排砂の有無に関わらず、比較的大きい出水によって付着藻類が剥離し、珪藻類の比率が増加することが確認された。



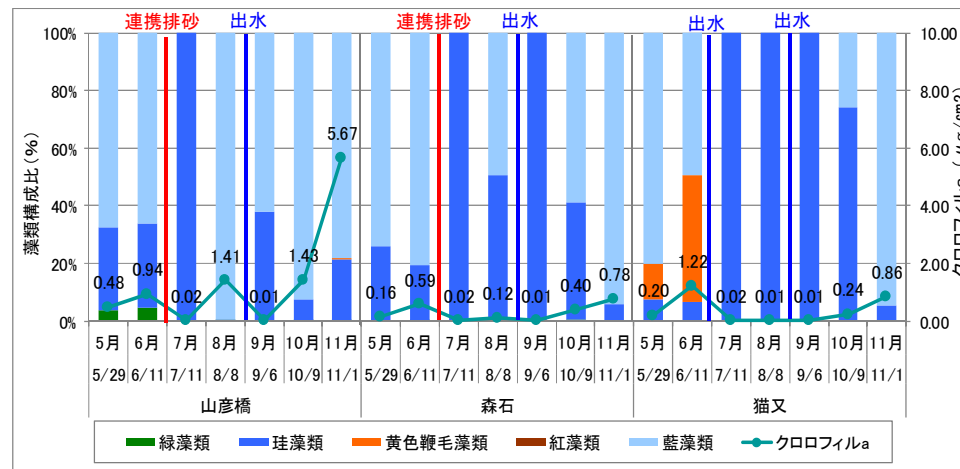
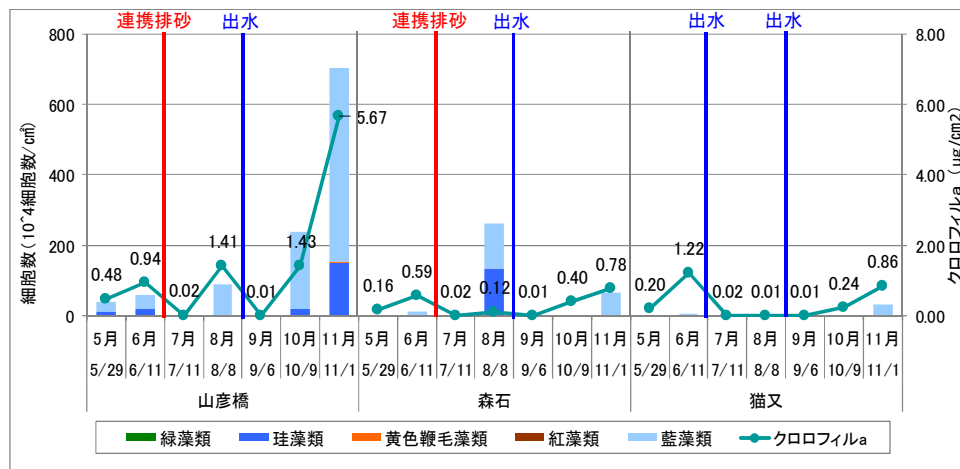
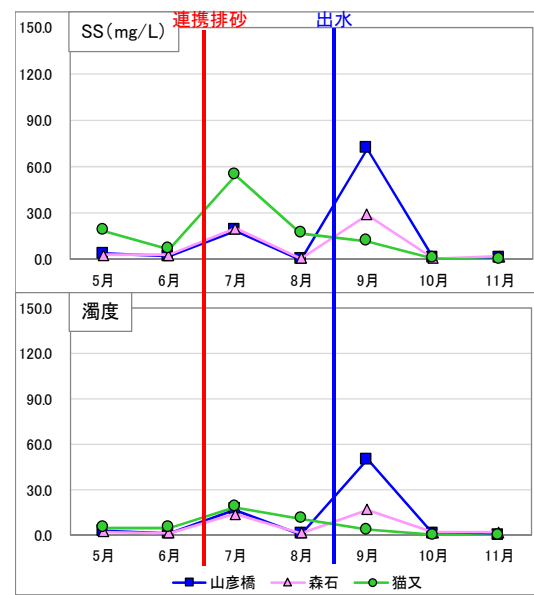
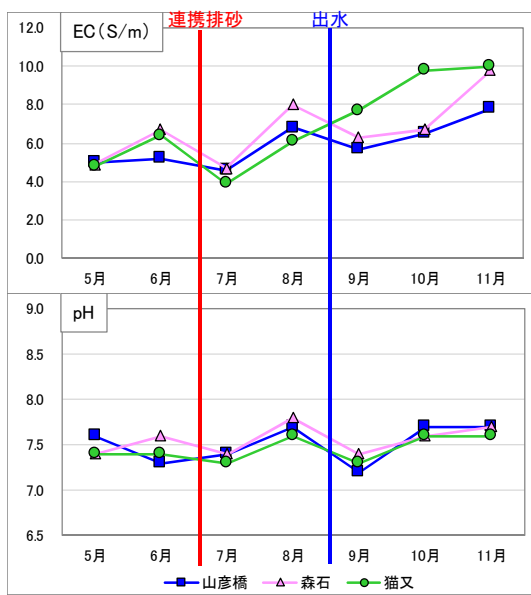
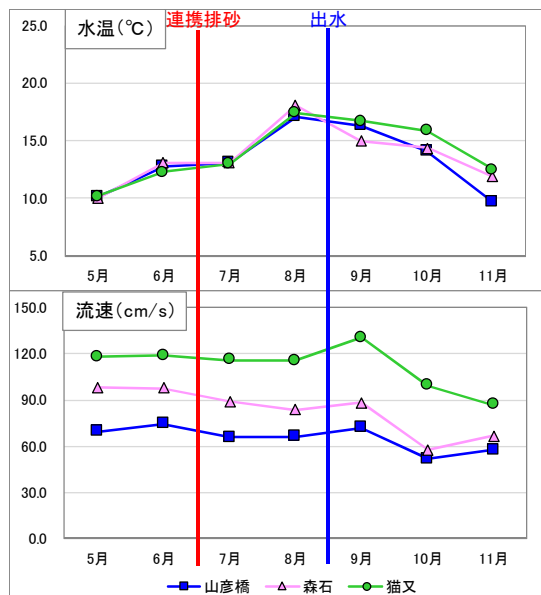
下黒部橋、山彦橋、宇奈月ダム上流(森石地点)、出し平ダム上流(猫又地点)の毎月定期調査

【今年度調査】

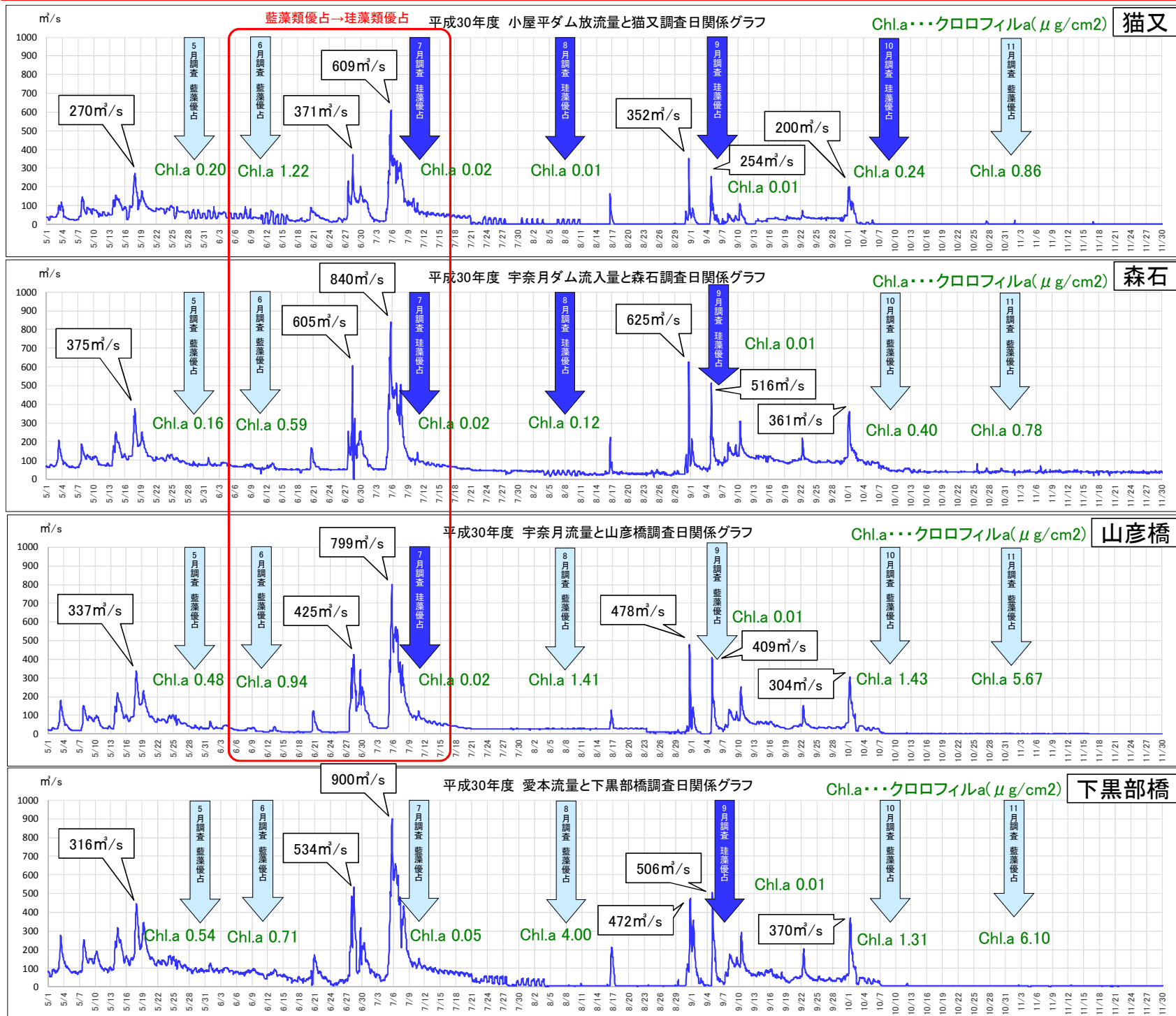
- 宇奈月ダム直下の山彦橋に対し、宇奈月ダム上流の森石、出し平ダム上流の猫又の物理環境(水温、流速、EC、pH、濁度、SS)を調査・比較した。

【今年度調査結果】

- 水温は、全地点で概ね同様に推移した。また、流速は勾配が急な上流ほど常時高い値となったが、調査月ごとの傾向は見られなかった。
- ECは、調査月によって高い箇所が異なったが、変動幅は小さく、一定の傾向は見られなかった。
- pHは、全地点で7.5付近で推移し、調査地点や調査月による違いは見られなかった。
- 濁度、SSは7月、9月の出水明けとなった調査時に高い値となったが、平常時は調査地点による違いは見られなかった。
- 付着藻類の種組成、細胞数、クロロフィルaの変化に対し、上記6項目の物理環境との対応は見られなかった。



下黒部橋、山彦橋、宇奈月ダム上流(森石地点)、出し平ダム上流(猫又地点)の毎月定期調査



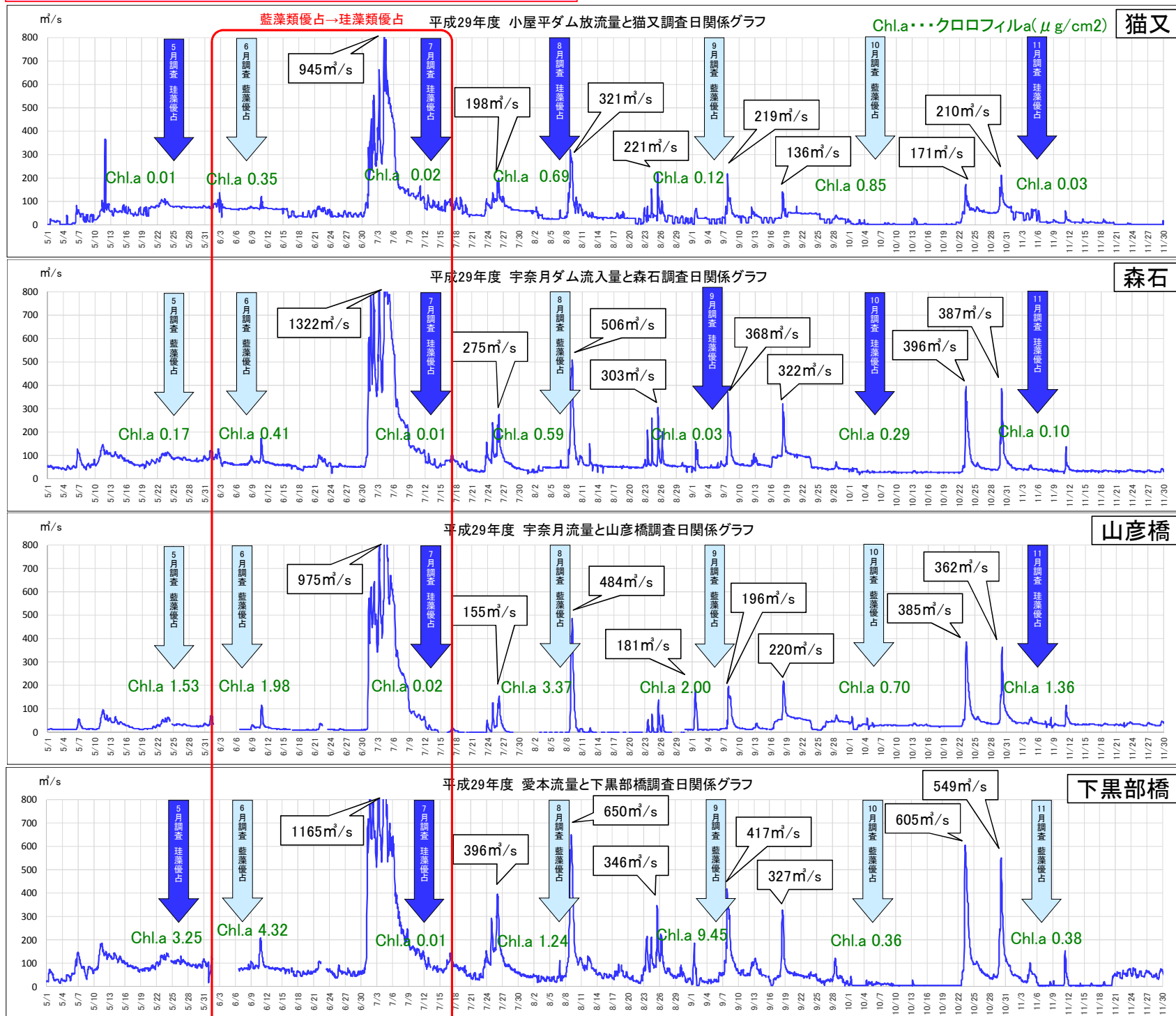
〈出水と優占種の関係〉

平成30年度は6月以降、愛本観測所、宇奈月観測所流量で300m³/sを超える出水が、6月末(第1回連携排砂)、7月初め(第2回連携排砂)、8月末、九月初めの計4回発生した。

出水前に藍藻類優占であった箇所は、出水を受けて珪藻類優占に変化した。

ただし、現存量が極めて少ないため、一部で藍藻類が優占する箇所も見られた。
細胞数が極端に少ない猫又、森石地点では、春先で藍藻類優占(昨年度猫又は5月に珪藻類優占)となっており、十分に付着藻類が生育していない状況では様々な種が優占種となることが示唆された。

ー 参考 ー 平成29年度の毎月定期調査



<出水と優占種の関係>

平成29年度は7月の最大出水を含め、8月末までに、愛本観測所流量で300m³/sを超える出水が4回、宇奈月観測所で150m³/sを超える出水が4回発生した。

全地点で最大出水後に藍藻類優占から珪藻類優占へと変化しており、出水が大きい場合は、藍藻類優占から、珪藻類優占へと変化することが示唆された。

8月以降、森石を除いて藍藻類優占の状況が続いたが、10月後半の2回の出水後には、猫又、山彦橋において、藍藻類優占から珪藻類優占へと遷移した。

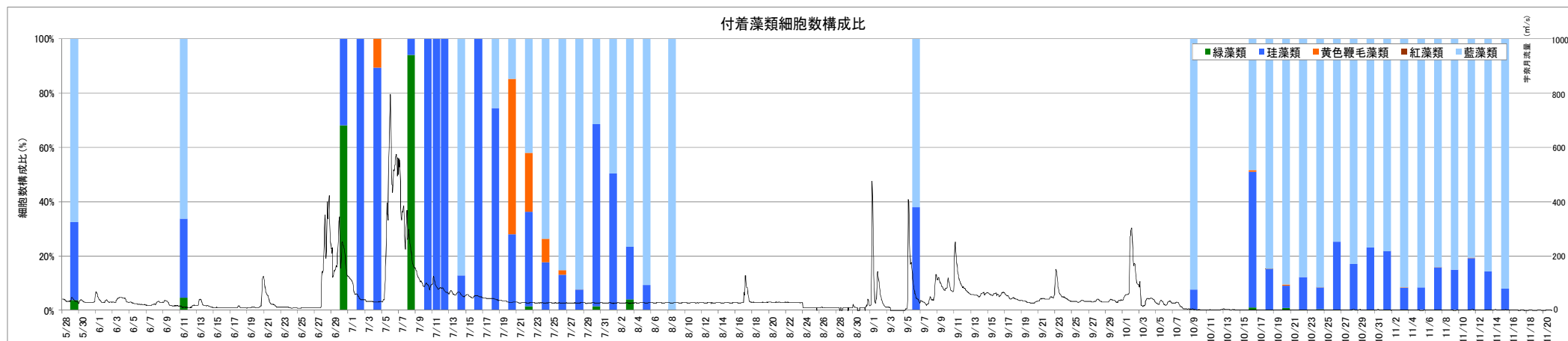
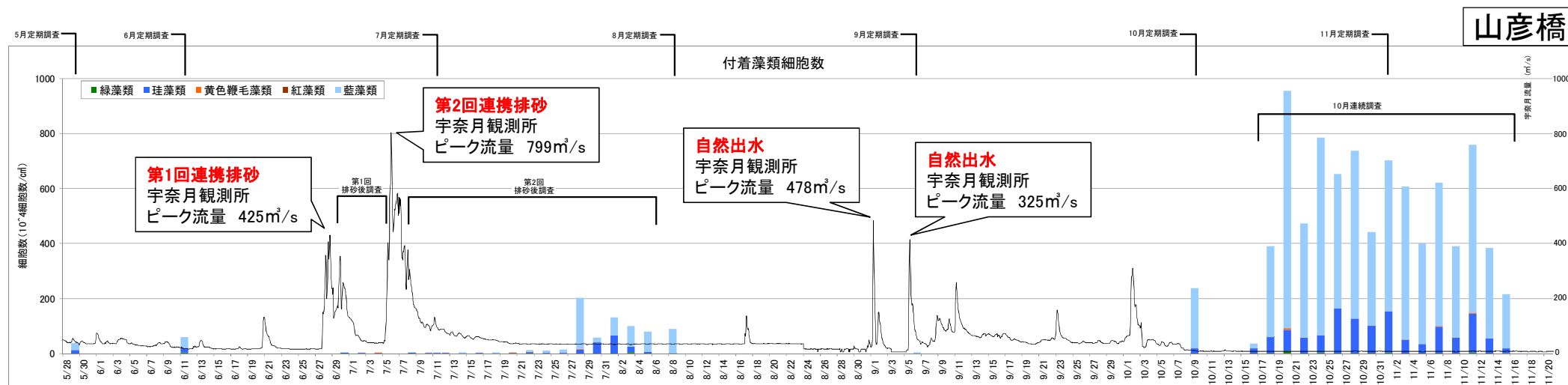
出水後の付着藻類調査

- ・ 連携排砂後、及び11月定期調査前後の付着藻類相の変化を把握するため、山彦橋において付着藻類の連続調査を実施した。
- ・ 連携排砂後から、定期調査と同手法にて、付着藻類を2日毎(計18サンプル)に採取した。
- ・ 10月出水後の調査は、今年度は10月に付着藻類が剥離する出水が無かったため、10月中旬から11月中旬まで2日毎(計15サンプル)に連続して採取した。

【今年度調査結果】

〈連携排砂後連続調査〉

- ・ 付着藻類細胞数、及び構成比を比較すると、2回の連続した排砂時の出水によって優占種であった藍藻類が消失し、わずかに付着した藻類によって優占種が頻繁に変化する状況であったことが確認された。
- ・ 流量が平常時レベルまで減少してからは、藍藻類が増加した。
- ・ 大規模な出水後は、出水前程度まで回復するには3～4週間程度必要であることが示唆された。
- ・ 10月連続調査結果より、黒部川では11月中旬まで藍藻類が優占する傾向が見られた。

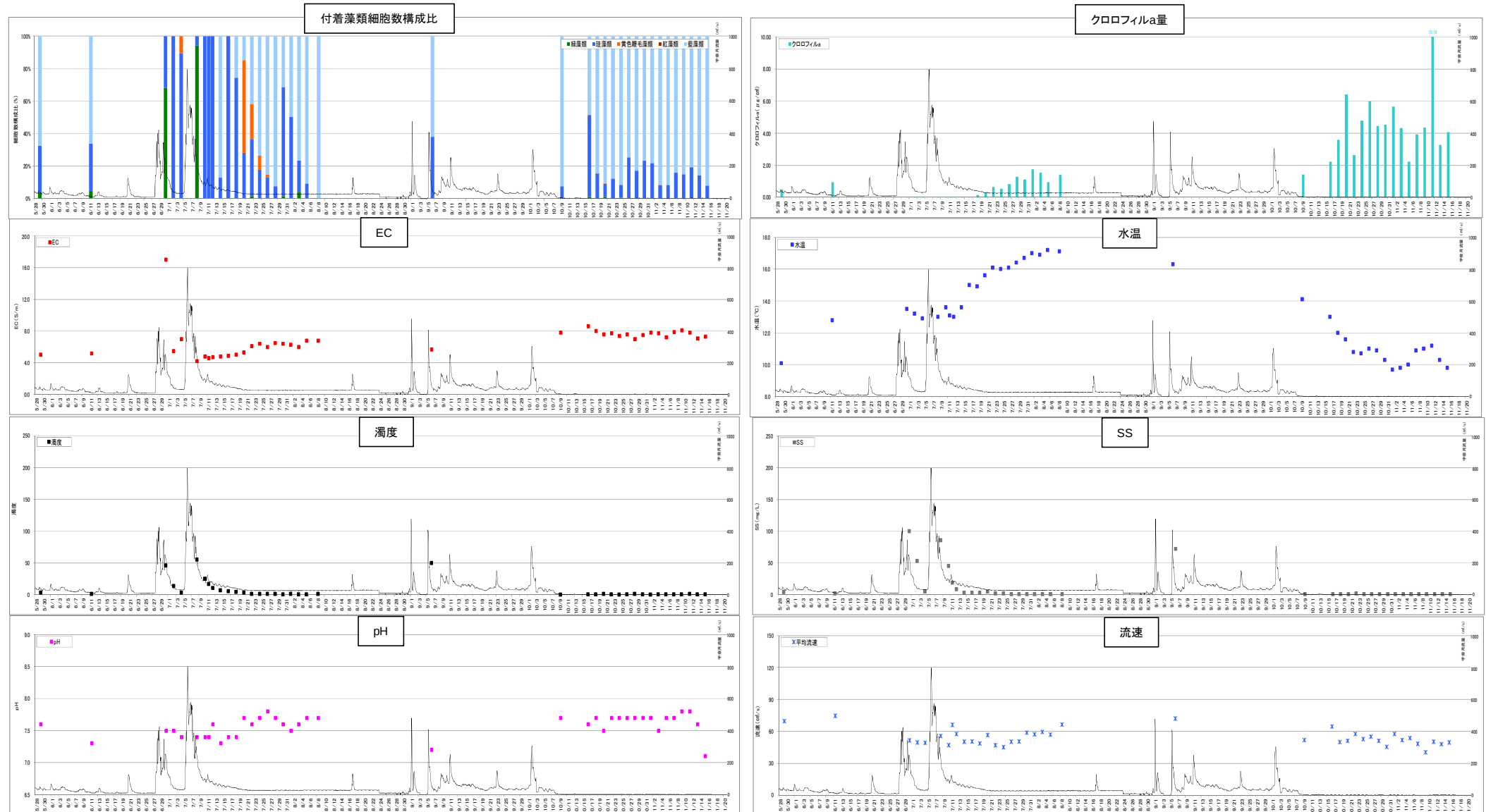


出水後の付着藻類調査

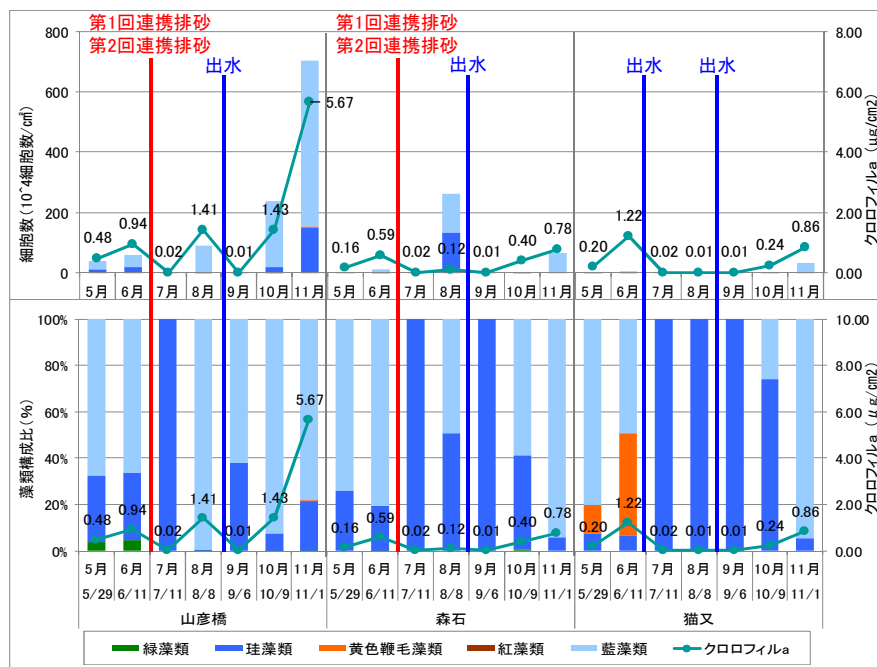
- 山彦橋での出水後調査時に、物理環境(水温、流速、EC、pH、濁度、SS)を調査した。なお、本結果には定期調査結果を含めて整理している。

【今年度調査結果】

- 付着藻類構成比では、連携排砂を伴う出水により、付着藻類相が変化し、10月の連続調査では11月中旬まで藍藻類が優占した。
- EC、pH、流速に明瞭な結果は現れなかったが、水温は季節変化によって10月末は10℃程度まで低下した。
 なお、愛知県矢作川の研究では、水温が10℃を超える5月から11月にかけて*Homoeothrix janthina*を優占種とする藍藻類群が発達し、水温の低下とともに12月-4月は*Cymbella spp.* *Gomphonema spp.*および*Melosira varians* からなる珪藻類群が形成された※ とある。
- 濁度、SSは連携排砂直後に高い値となったが、流量減少とともに低下し、付着藻類の現存量・構成比との関連性は見られなかった。



ダム上下流地点における定期調査 今年度調査結果まとめ



【調査結果まとめ】

連携排砂の有無に関わらず、大きな出水を受けた場合に優占種が変化し、特に出水直後には珪藻類が優占する傾向が見られた。

なお、他河川と比較して付着藻類の現存量が非常に少ない黒部川においても、特に森石、猫又地点は攪乱が激しい急峻区間であり、わずかな種の増減によって優占種が変化する環境であると考えられる。

また、平常時の掃流力※の大きい猫又地点では、おもに珪藻類が優占する傾向が見られた。

山彦橋8月(藻類が付着)



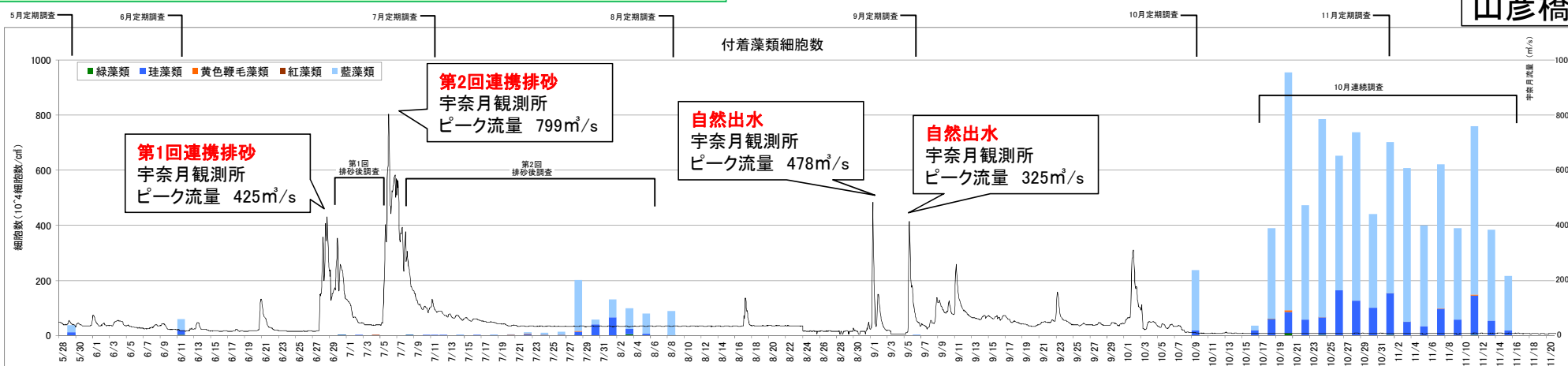
猫又8月(藻類がほとんどない)



※掃流力…
水の流力が
土砂を運ぶ力
(河床せん断力)

↑ 山彦橋も上流域に相当する調査地点であり、付着した藻類も薄いシート状のレベルに留まる。

出水後の付着藻類調査 今年度調査結果まとめ



【調査結果総括】

- ・大規模な出水後には付着藻類が剥離し、その後藻類が回復する過程で、様々な藻類が相対的に優占種となることが確認された。
- ・流量が平常時レベルまで減少してからは、藍藻類が増加した。

平成27年度～平成30年度の付着藻類変化要因分析 総括

付着藻類の変化要因分析のため、平成27年度より実施された各種調査結果を以下にとりまとめる。

【付着藻類毎月調査結果 平成27年度～平成30年度】

- ・連携排砂の有無に関わらず、1ヵ月程度で優占種が頻繁に入れ替わる。(平成27年度)
- ・細胞数・クロロフィルa量が少ない期間は優占種が変わりやすい。(平成28年度)
- ・水温、pH、EC、SS、濁度、照度、流速の変化と、付着藻類相の変化に係性は確認できないため、それ以外の要因が付着藻類相の変化に影響することが示唆された。(平成28年度～平成30年度)
- ・連携排砂の有無に関わらず、比較的大きい出水によって、優占種が変化する。(平成29年度～平成30年度)

【出水後の連続調査結果 平成28年度～平成30年度】

- ・小規模な出水(宇奈月観測所流量約 $120\text{m}^3/\text{s}$ 、 $180\text{m}^3/\text{s}$)では出水前後で藍藻類が同様に優占する。(平成28年度)
- ・大規模な出水(宇奈月観測所流量約 $975\text{m}^3/\text{s}$)では、1週間後でも珪藻類が優占する。(平成29年度)
- ・流量が平常時レベルまで減少してからは、藍藻類が増加した。(平成30年度)
- ・連携排砂を伴う出水による藍藻類の消失直後は、わずかに付着した藻類によって優占種が頻繁に変化する。(平成30年度)

【ダム上下流地点における定期調査結果 平成29年度～平成30年度】

- ・森石地点、猫又地点は攪乱が激しいため、他河川と比較して付着藻類の現存量が非常に少ない黒部川においても、特に少ない環境であり、わずかな種の増減によっても優占種が変化しやすい環境である。(平成29年度～平成30年度)

〈参考 山彦橋の経年的な水温変化確認 平成29年度～平成30年度〉

- ・山彦橋の9月・11月の既往水温データからは、藍藻類発達への影響が考えられる明確な変化は見受けられない

総 括

- ①水温、水質、照度の違いによる優占種の差は、地点間、季節変化ともに見られなかった。
- ②出水による剥離後の回復過程において、流量の大きい出水直後では優占種が頻繁に変化するが、平常時レベルまで減少してからは、藍藻類が増加した。
- ③平常時の掃流力が大きい地点では、主に珪藻類が優占種となる。

⇒ 山彦橋付近の付着藻類優占種の経年的な変化は、平常時の掃流力(=外力)の変化に起因すると推察される。

山彦橋付近の付着藻類相変化と外力変化について（2ヶ年の考察）

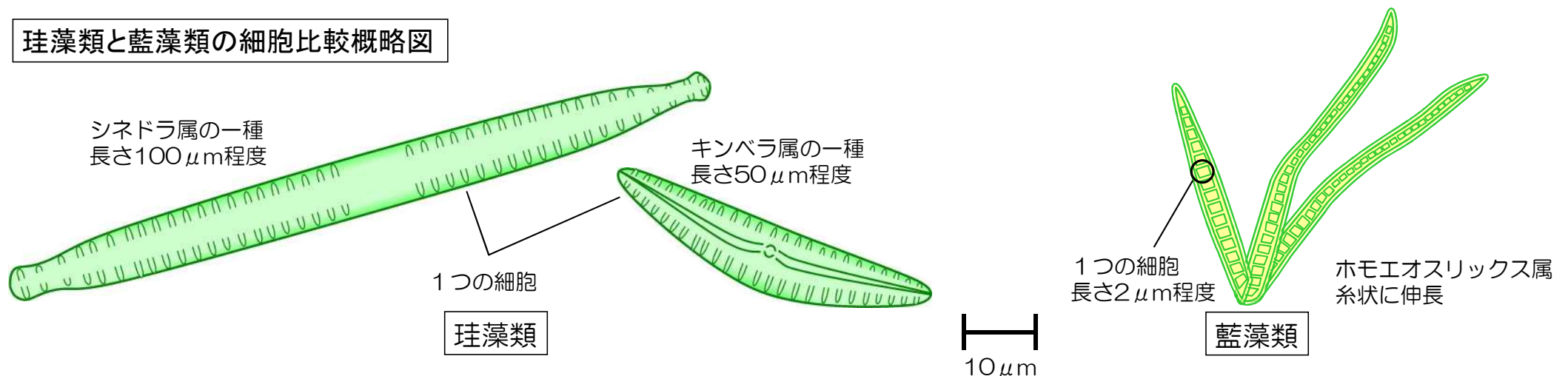
- これまでの付着藻類変化要因分析から、平成21年度以降の山彦橋付近の優占種の変化は、外力の変化によるものであることが推察された。
- よって、付着藻類の、外力に対する生育しやすさに着目して分析するとともに、既往資料から山彦橋付近の外力の変化を確認し、付着藻類相変化と、外力変化の関係を把握する。

分析する付着藻類について

〈珪藻類の特性に着目した分析の実施〉

- 平成21年以降優占種となっている藍藻類の細胞は微小で、多くが糸状体を形成し、着床すると急激に成長する付着藻類であるが、出水外力やサンプル採取時の状況により、糸状体が切断される場合も多い。
- 一方で珪藻類は、分類の体系化が進んでおり、種ごとの特性も把握されている種が多く、外力変化との比較が藍藻類よりも明瞭に確認できる。
- よって、現在確認されている珪藻類の特性（1.縦溝のタイプ、2.優占種、3.細胞の大きさ）と、現地の外力との関係を分析、把握することとした。
- なお、上記のうち2.優占種、3.細胞の大きさに着目した分析のみでは、明瞭な傾向は見られなかった。

珪藻類と藍藻類の細胞比較概略図



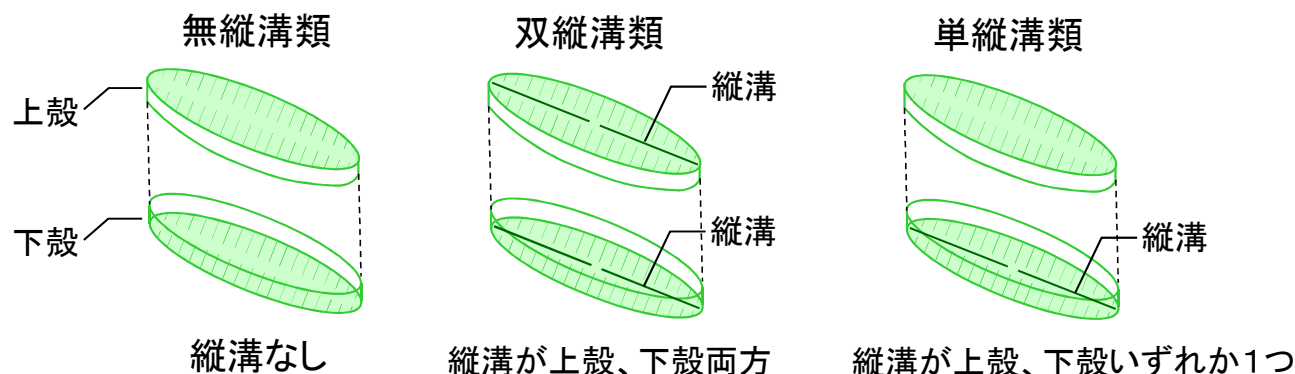
珪藻類の縦溝と体積に着目した分析概要

・珪藻類は細胞にある溝(縦溝)の有無によって以下のように分類され、それぞれ外力に対する生育の方法が異なる。

※体積はH29黒部川での分析時計測データ

- 無縦溝類 … 大型が多く、固着力が弱いが沈降は早く、すぐに着床するタイプ 例: *Synedra ulna* 細胞体積 約5,120 μm^3
- 双縦溝類 … 中型が多く、動き回る事ができるタイプ 例: *Gomphonema clevei* 細胞体積 約625 μm^3
- 単縦溝類 … 小型が多く、固着するタイプ 例: *Achnanthes convergens* 細胞体積 約106 μm^3

約50倍



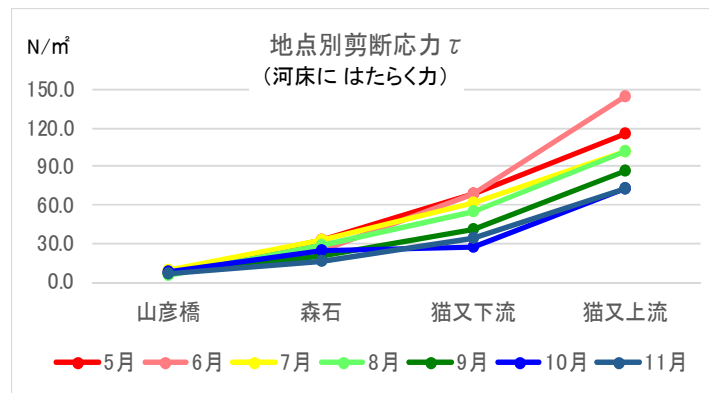
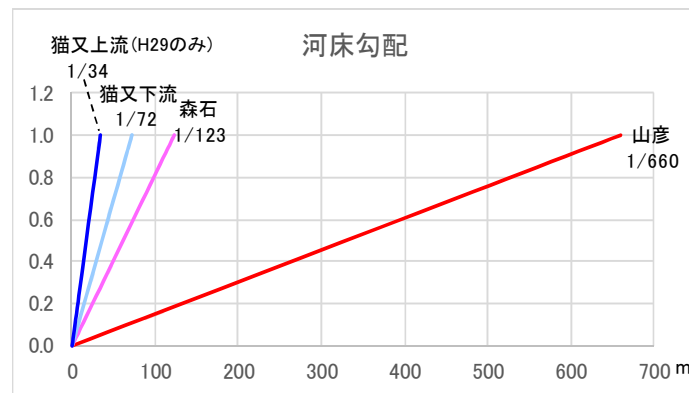
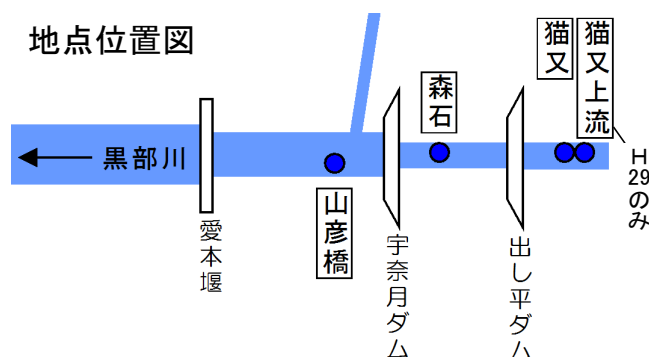
黒部川の珪藻類の優占種と細胞体積一覧(H29)

No.	属名	優占珪藻類(10%以上)	珪藻類のタイプ	細胞体積(μm^3)
1	ケラトネイス属	<i>Ceratoneis arcus</i> var. <i>recta</i>	無縦溝類	1676
2	ジアトマ属	<i>Diatoma vulgaris</i>		5300
3	フラギラリア属	<i>Fragilaria capucina</i>		380
4		<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>		354
5	シネドラ属	<i>Synedra acus</i>		1700
6		<i>Synedra inaequalis</i>		4800
7		<i>Synedra ulna</i>		5120
8	キンペラ属	<i>Cymbella silesiaca</i>	双縦溝類	945
9		<i>Cymbella sinuata</i>		256
10		<i>Cymbella turgidula</i>		1708
11		<i>Cymbella turgidula</i> var. <i>nipponica</i>		1532
12	ゴンフォネマ属	<i>Gomphonema clevei</i>		625
13		<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>olivaceoides</i>		530
14		<i>Gomphonema parvulum</i>		511
15		<i>Gomphonema pumilum</i>		383
16		<i>Gomphonema quadripunctatum</i>		652
17		<i>Gomphonema rhombicum</i>		1232
18	ニツキア属	<i>Nitzschia dissipata</i>	単縦溝類 (下面)	833
19	アクナンテス属	<i>Achnanthes convergens</i>		106
20		<i>Achnanthes japonica</i>		107
21		<i>Achnanthes minutissima</i>		115
22		<i>Achnanthes pyrenaica</i>		147
23	コッコネイス属	<i>Cocconeis placentula</i>		1012

〈分析方法〉

・山彦橋と宇奈月ダム上流(森石地点)、出し平ダム上流(猫又下流[定期調査地点]、猫又上流[定期調査地点よりも急勾配])の付着藻類結果のうち、珪藻類の優占種(いずれかの調査地点・月で10%を占めた種)を縦溝別に分類し、それぞれの組成を比較することとした。また、昨年度の結果についても同様に分析した。

地点位置図

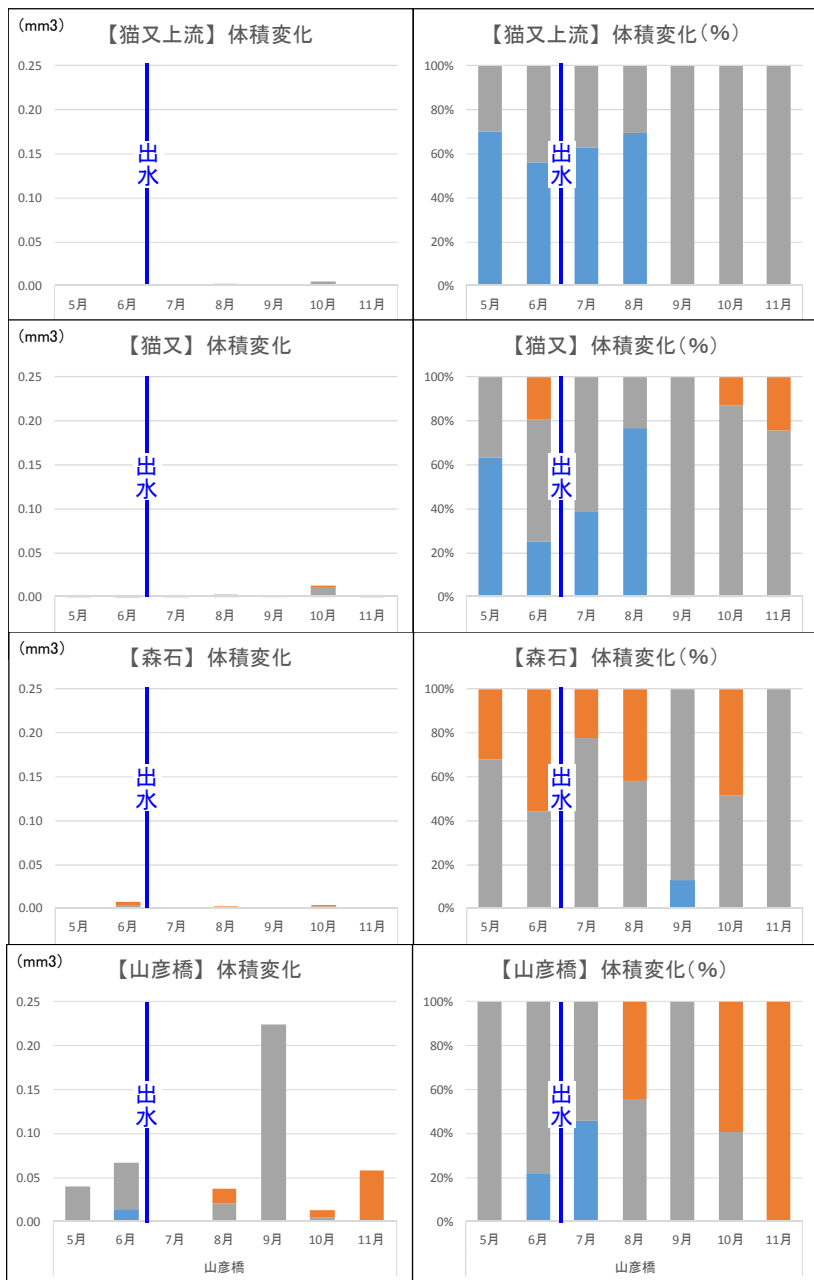


珪藻類の縦溝と体積に着目した分析(平成29年度)

凡例)

■ 無縦溝類(大型) ■ 双縦溝類(中型) ■ 単縦溝類(小型)

<平成29年度データ>

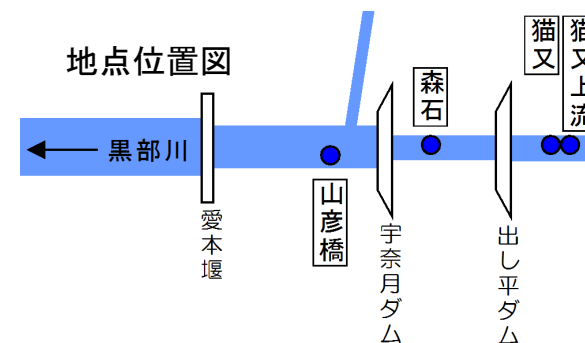


猫又は、外力が大きく固着できないため、大型の**無縦溝類**が主体で、そこに中型で動き回れる**双縦溝類**が進入している。但し、秋口には中型で動き回れる**双縦溝類**主体に変化する。

森石は、中型の動き回れる**双縦溝類**と、小型の固着する**単縦溝類**が共存する。

山彦橋は、中型で動き回れる**双縦溝類**が主体であるが、出水があれば、大型の**無縦溝類**も**入植**する。また、秋に向かって小型で固着する**単縦溝類**が進入する。

地点位置図



黒部川の珪藻類の優占種と細胞体積一覧(平成29年度)

No.	属名	優占珪藻類(10%以上)	珪藻類のタイプ	細胞体積(μm³)
1	ケラトネイス属	Ceratoneis arcus var. recta	無縦溝類	1676
2	ジアトマ属	Diatoma vulgaris		5300
3	フラギラリア属	Fragilaria capucina		380
4		Fragilaria capucina var. vaucheriae		354
5	シネドラ属	Synedra acus		1700
6		Synedra inaequalis		4800
7		Synedra ulna		5120
8	キンベラ属	Cymbella silesiaca	双縦溝類	945
9		Cymbella sinuata		256
10		Cymbella turgidula		1708
11		Cymbella turgidula var. nipponica		1532
12	ゴンフォネマ属	Gomphonema clevei		625
13		Gomphonema olivaceum var. olivaceoides		530
14		Gomphonema parvulum		511
15		Gomphonema pumilum		383
16		Gomphonema quadripunctatum		652
17		Gomphonema rhombicum		1232
18	ニツギア属	Nitzschia dissipata	単縦溝類(下面)	833
19	アクナンテス属	Achnanthes convergens		106
20		Achnanthes japonica		107
21		Achnanthes minutissima		115
22		Achnanthes pyrenaica		147
23	コッコネイス属	Cocconeis placentula		1012

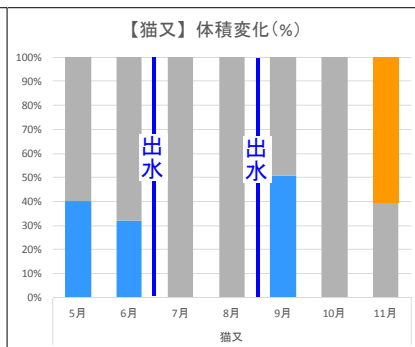
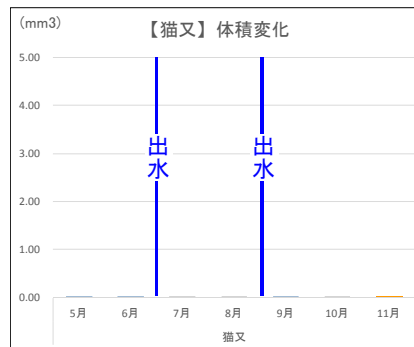
- 出水直後や、平常時の外力が大きい場所で大型の**無縦溝類**が優占する傾向がある。これは、大型の種が出水直後すぐに沈降し、着床できるためと考えられる。
- 一方、平常時の外力が小さい場所では固着できる小型の**単縦溝類**や、中型の動き回る**双縦溝類**が出現する傾向が見られる。小型の種は固着すると少々の流れがあっても流されにくい一方で、進入までに時間がかかることが示唆される。

珪藻類の縦溝と体積に着目した分析(平成30年度)

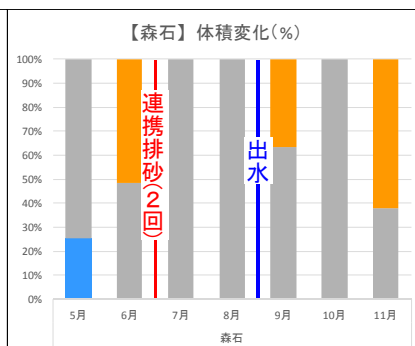
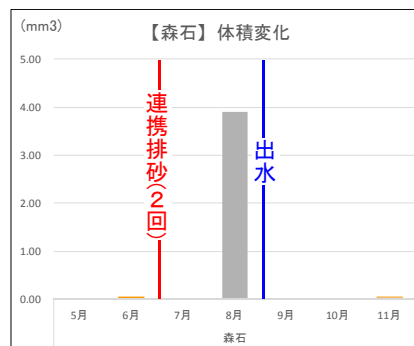
凡例

■ 無縦溝類(大型) ■ 双縦溝類(中型) ■ 単縦溝類(小型)

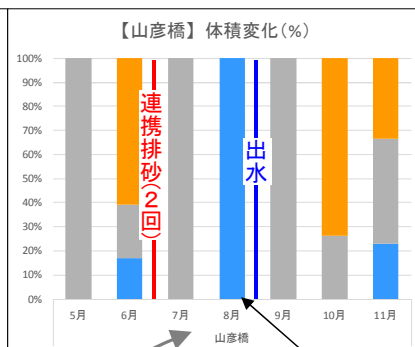
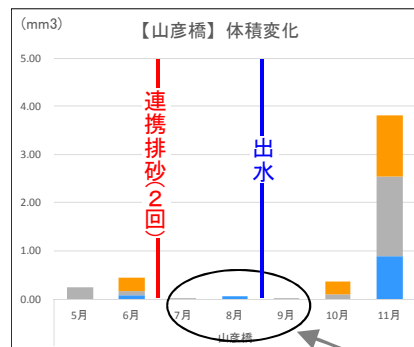
<平成30年度データ>



猫又は、外力が大きく珪藻類自体が極めて少ない。その中で、下流と比較して大型の**無縦溝類**の割合が多く、そこに中型で動き回れる**双縦溝類**が見られる。但し、流量の減少する秋口には小型で固着する**単縦溝類**が増える。



森石は、中型の動き回れる**双縦溝類**と、小型の固着する**単縦溝類**が共存し、比較的**山彦橋**に近い組成となっている。今年度は流況が安定し、比較的付着藻類が生育しやすい状況であったと推察される。

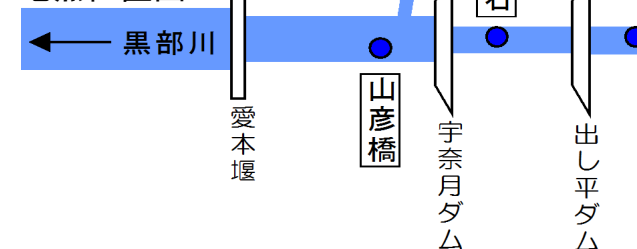


山彦橋は、中型で動き回れる**双縦溝類**が主体であるが、現存量が極めて少ない場合は、大型の**無縦溝類**も確認される場合がある。また、流量の減少する秋口には小型で固着する**単縦溝類**が増加する。

現存量が極めて少ない時の優占種は無縦溝類・双縦溝類がその時々で入れ替わる

藍藻類の上に無縦溝類が降り積もった状態

地点位置図



黒部川の珪藻類の優占種と細胞体積一覧(平成30年度)

No.	属名	優占珪藻類(10%以上)	珪藻類のタイプ	細胞体積(μm ³)
1	アステリオネラ属	Asterionella formosa	無縦溝類	1108
2	ケラトネイス属	Ceratoneis arcus var. recta		1150
3	フラギリア属	Fragilaria capitellata		415
4		Fragilaria capucina		237
5	シネドラ属	Synedra ulna	双縦溝類	17940
6	キンペラ属	Cymbella silesiaca		807
7		Cymbella sinuata		327
8		Cymbella turgidula var. nipponica		3461
9	ゴンフォネマ属	Gomphonema olivaceum var. olivaceoides		200
10		Gomphonema parvulum		522
11		Gomphonema pumilum		306
12		Gomphonema quadripunctatum		1354
13		Gomphonema rhombicum		1522
14	アクナンテス属	Achnanthes convergens	単縦溝類(下面)	65
15		Achnanthes japonica		109
16		Achnanthes minutissima		58
17		Achnanthes pyrenaica		122

- 平成29年度同様、平常時の外力が大きい猫又で大型の無縦溝類の割合が大きい傾向がある。これは、外力の大きい場所ですぐに沈降し、着床できるためと考えられる。
- 一方、猫又と比較して下流域である平常時の外力が小さい場所では、固着できる小型の単縦溝類や、中型の動き回る双縦溝類が多い傾向が見られる。
- 山彦橋でも十分に付着藻類が生育していない場合は、無縦溝類または双縦溝類が一時的に優占する。

＜平成29年度まとめ＞

- 出水直後や、平常時の外力が大きい場所で大型の無縦溝類が優占する傾向がある。これは、大型の種が出水直後すぐに沈降し、着床できるためと考えられる。
- 一方、平常時の外力が小さい場所では固着できる小型の単縦溝類や、中型の動き回る双縦溝類が出現する傾向が見られる。小型の種は一旦固着すると少々の流れがあっても流されにくい一方で、着床までに時間がかかることが示唆される。

＜平成30年度まとめ＞

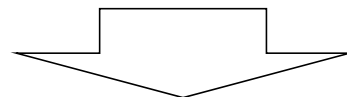
- 平常時の外力が大きい場所で大型の無縦溝類の割合が大きい傾向がある。これは、外力の大きい場所ですぐに沈降し、着床できるためと考えられる。
- 一方、猫又と比較して下流域である平常時の外力が小さい場所では、固着できる小型の単縦溝類や、中型の動き回る双縦溝類が多い傾向が見られる。
- 山彦橋でも十分に付着藻類が生育していない場合は、無縦溝類または双縦溝類が一時的に優占する。

2ヶ年のまとめ

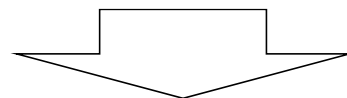
- 珪藻類に着目した場合、山彦橋では、森石や猫又に比べて、平常時の外力が小さい所で生育可能なタイプの珪藻類が多く見られた。
- よって、山彦橋では、より細胞が小さい藍藻類でも、生長しやすい外力の環境となっている可能性が考えられる。

＜考察の方針＞

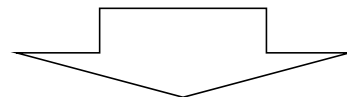
①連携排砂の影響がなく、出水直後のタイミング以外でも、上流域（猫又、森石地点）では珪藻類が優占することが多いことから、珪藻類の優占の要因として平常時の外力の影響が大きいと考えられる。



②山彦橋の付着藻類の変化の要因も平常時の外力の変化が寄与している可能性がある。



③平常時の外力は、水深や河床材料の大きさによって変化する。



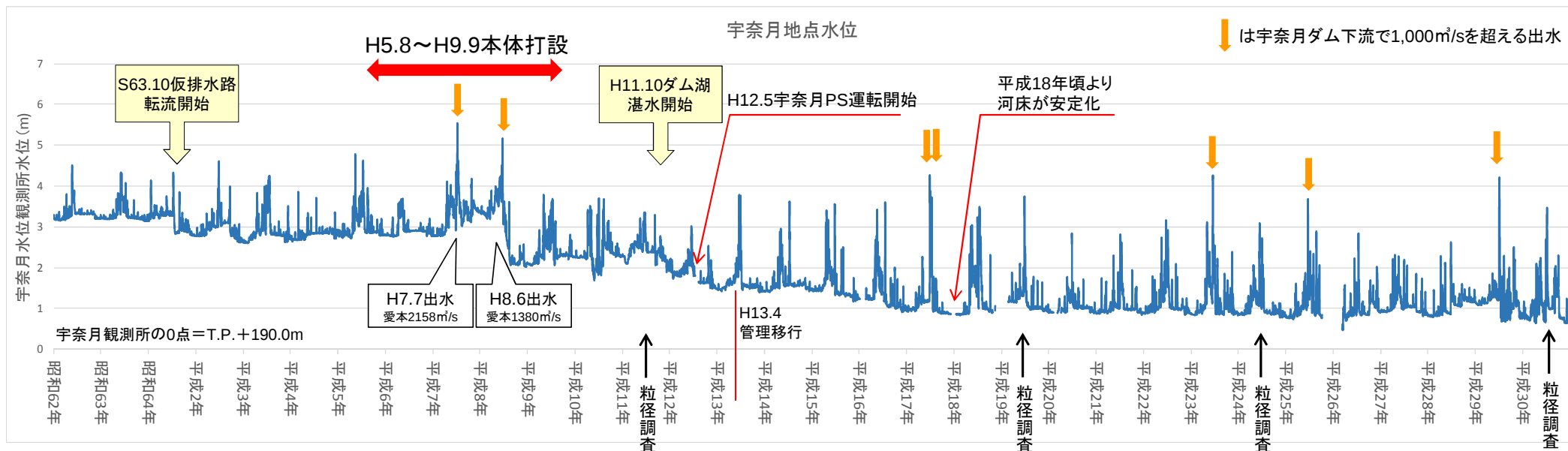
④山彦橋地点の平常時の外力を変化させる、水深や河床材料等の経年的な変化の有無を検証する必要がある。

山彦橋付近の河床の外力変化の確認

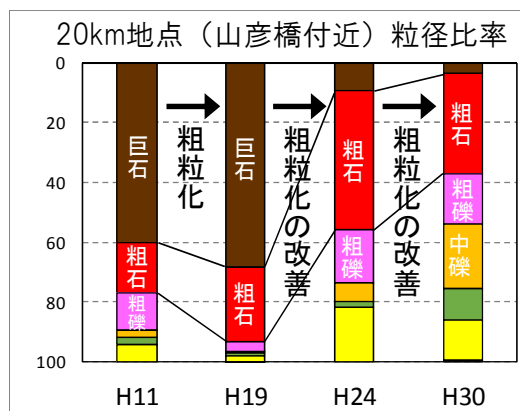
・河床の外力の経年的な変化を把握するため、山彦橋付近の河床低下の状況と粒径調査結果を整理した。

宇奈月観測所(山彦橋付近)の経年水位データ

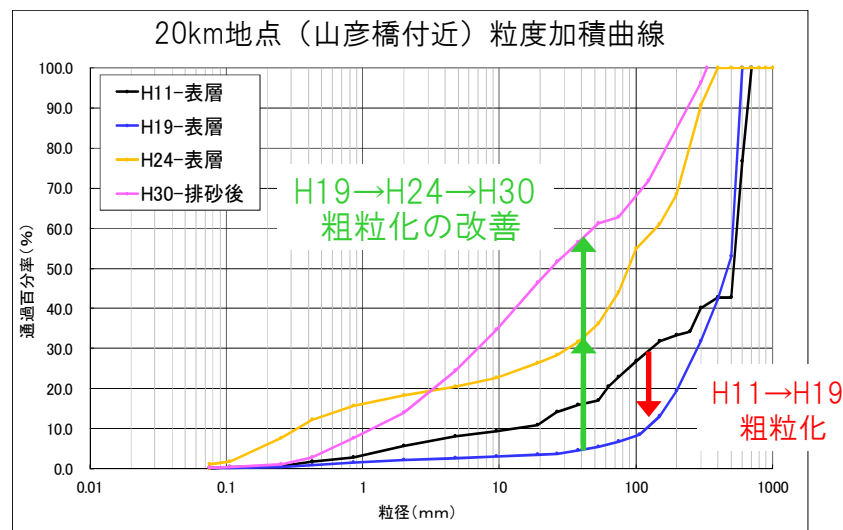
※河床低下と水位低下は連動していると考えられる。



山彦橋付近粒径調査データ



■ 巨石(30cmより大)
 ■ 粗石(7.5～30cm)
 ■ 粗礫(1.9～7.5cm)
 ■ 中礫(4.75～19mm)
 ■ 細礫(2～4.75mm)
 ■ 砂(0.075～2mm)
 ■ シルト・粘土(0.075mm以下)



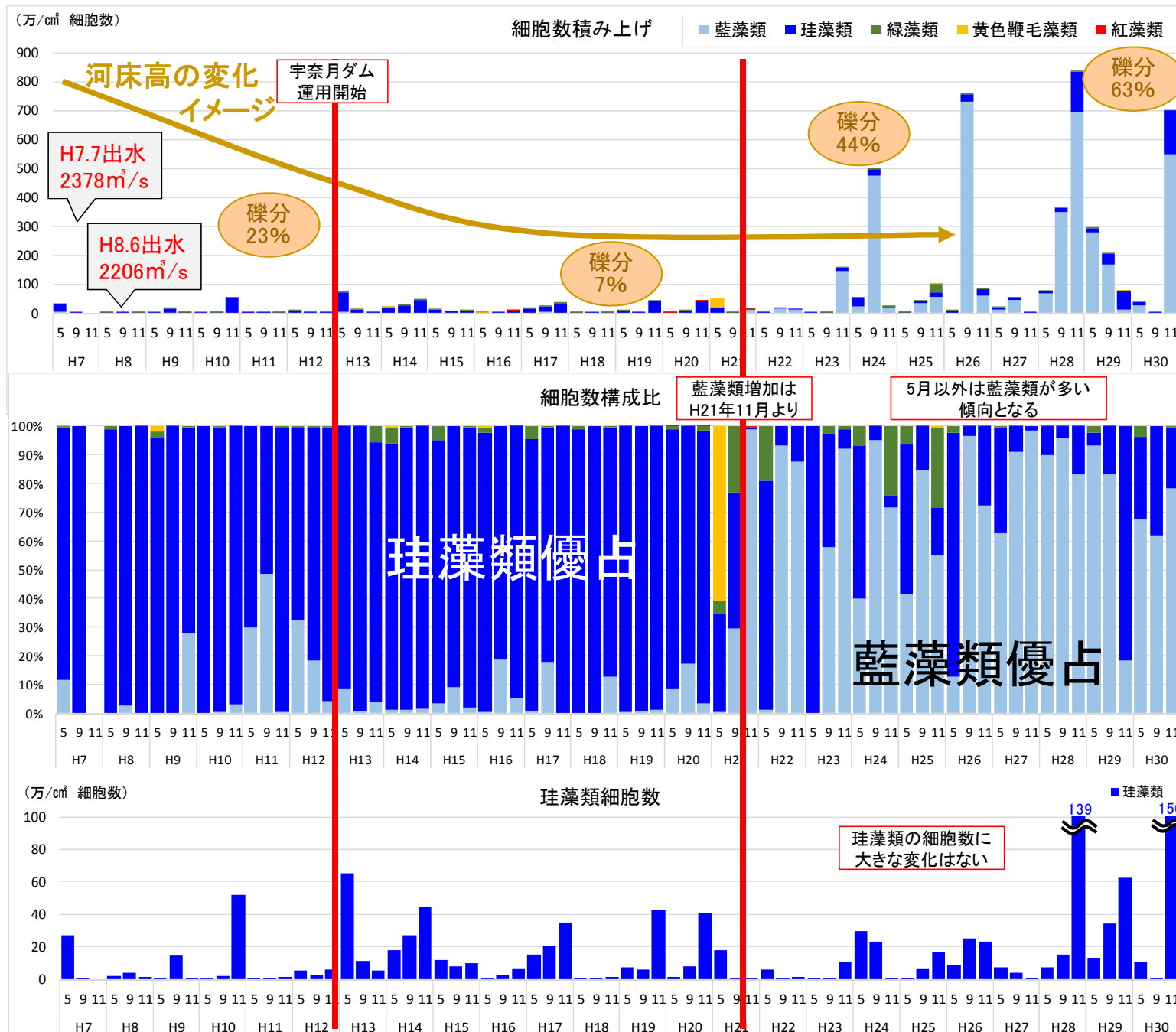
※粒径調査はH11～H24年については縦1.0m×横1.0m×深さ0.3mの河床材料を採取・分析
 H30年については縦1.0m×横1.0m×深さ1.0mの河床材料を採取・分析

・平成18年頃より河床低下は収まり安定傾向となった。

・平成19年頃までは粗粒化が進行していた。それ以降は、平成18年頃、宇奈月ダムにおける堆砂が、排砂ゲート敷高まで達したことにより、宇奈月ダム下流への土砂供給が進んだため、粗粒化が改善されていると考えられる(付着藻類優占種変化の時期付近)。

山彦橋付近の河床の外力変化の確認

・付着藻類相変化と河床高変化、及び礫分の変化を時系列で以下に整理した。



- ・珪藻類の細胞数に変化は見られず、藍藻類のみが平成21年度以降増加した。
- ・ダム建設前から河床低下が続いていたが、平成18年頃より河床は安定傾向となった。
- ・礫分はダム完成後に減少傾向にあり、平成19年度では粗粒化が顕著であった。その後、徐々に土砂が供給され、礫分の比率が増加した。

- ・河床の安定
- ・粗粒化の改善
- 藍藻類増加のタイミングと概ね一致

河床の粒径組成の変化が付着藻類相の変化要因であることが示唆された。

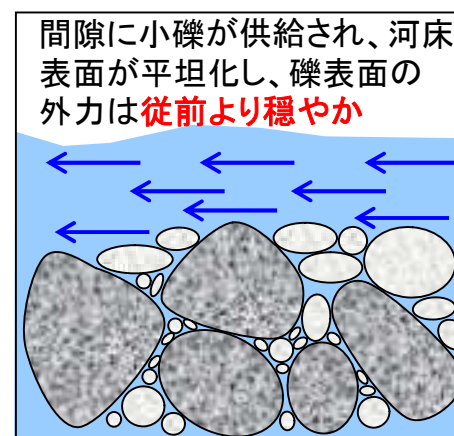
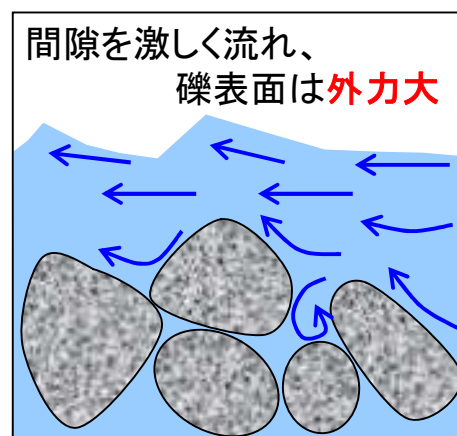
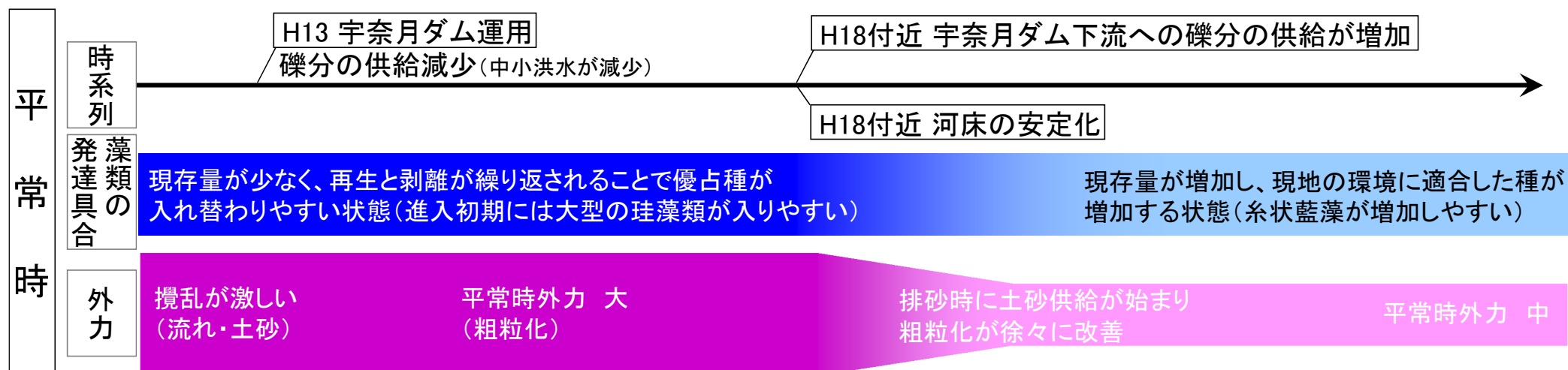
山彦橋付近の付着藻類相変化と外力変化 — 総括 —

平成13年から平成18年までは、宇奈月ダム下流への供給土砂に礫は少なく、山彦橋付近では粗粒化が進んだ。その結果、平常時の挙動として、わずかな雨による流れでも攪乱が激しく荒れた状態に変化したと想定される。

平成18年以降は、宇奈月ダム下流へ礫混じり粒径の土砂が供給されるようになり、粗粒化した河床の隙間が埋められるようになり、河床表面が平坦化することで、平常時の掃流力がそれ以前よりも穏やかになったと想定される。

→但し、平常時の外力は珪藻類が糸状藻類の上面に降り積もるほどは弱まっておらず、中程度の外力の状況に留まっていると想定される。

よって、平常時の外力が穏やかになったことで、細胞が小さく、固着する性質の藍藻類も生育できるようになり、優占種となる場合が見られるようになったと考えられる。



外力に対する
付着藻類の応答

珪藻類:
剥がれながら増殖する。
進入しやすいが剥がれ
やすいものが多い。

藍藻類:
固着すると比較的外力
に対し強い。

付着藻類変化イメージ図