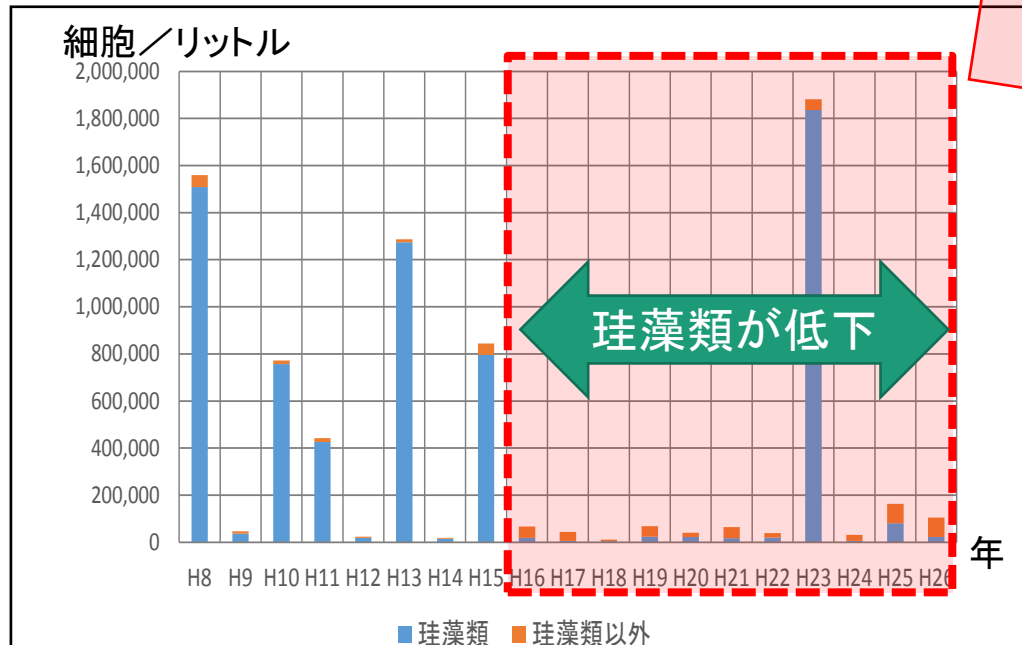
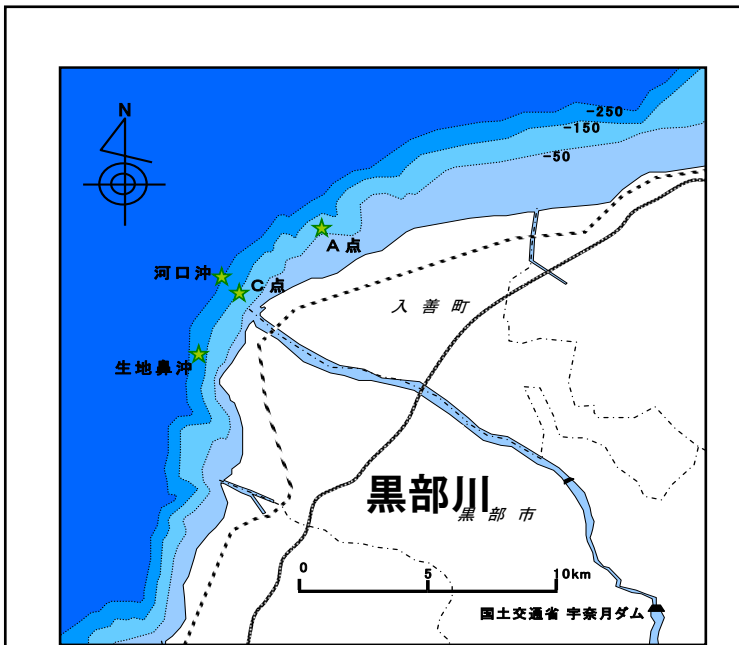
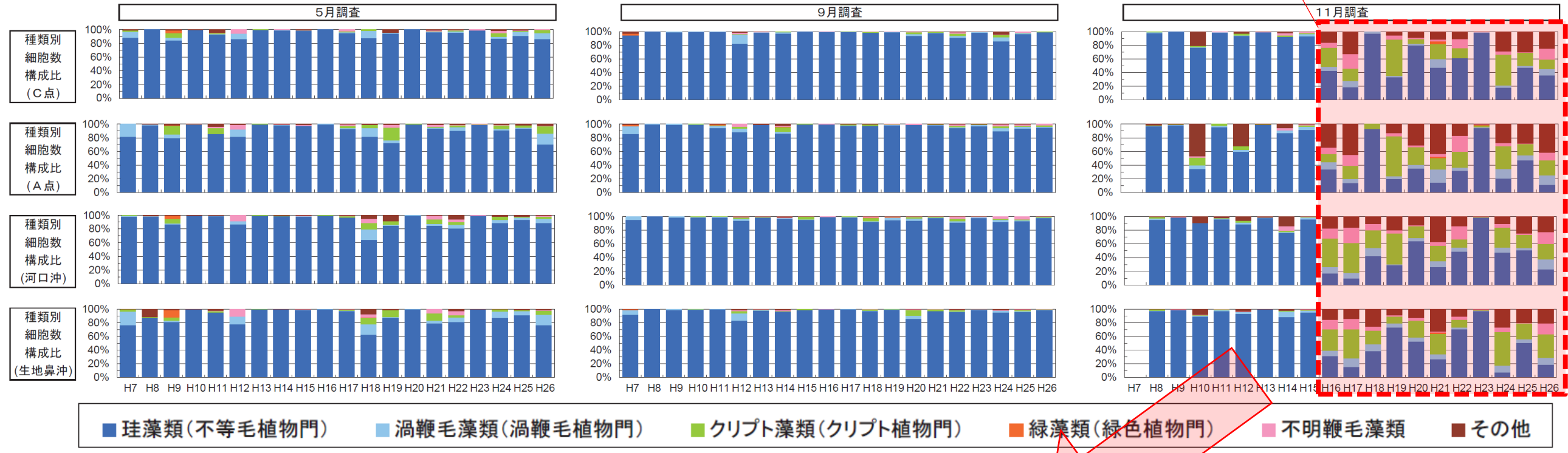


背景

第42回黒部川ダム排砂評価委員会(平成27年1月29日)において、平成16年度以降の11月調査における海域植物プランクトンの生物相の変化について原因等の調査が必要と評価された

第42回委員会において着目された調査結果



藻類の細胞密度を見ると

平成16年以降は、

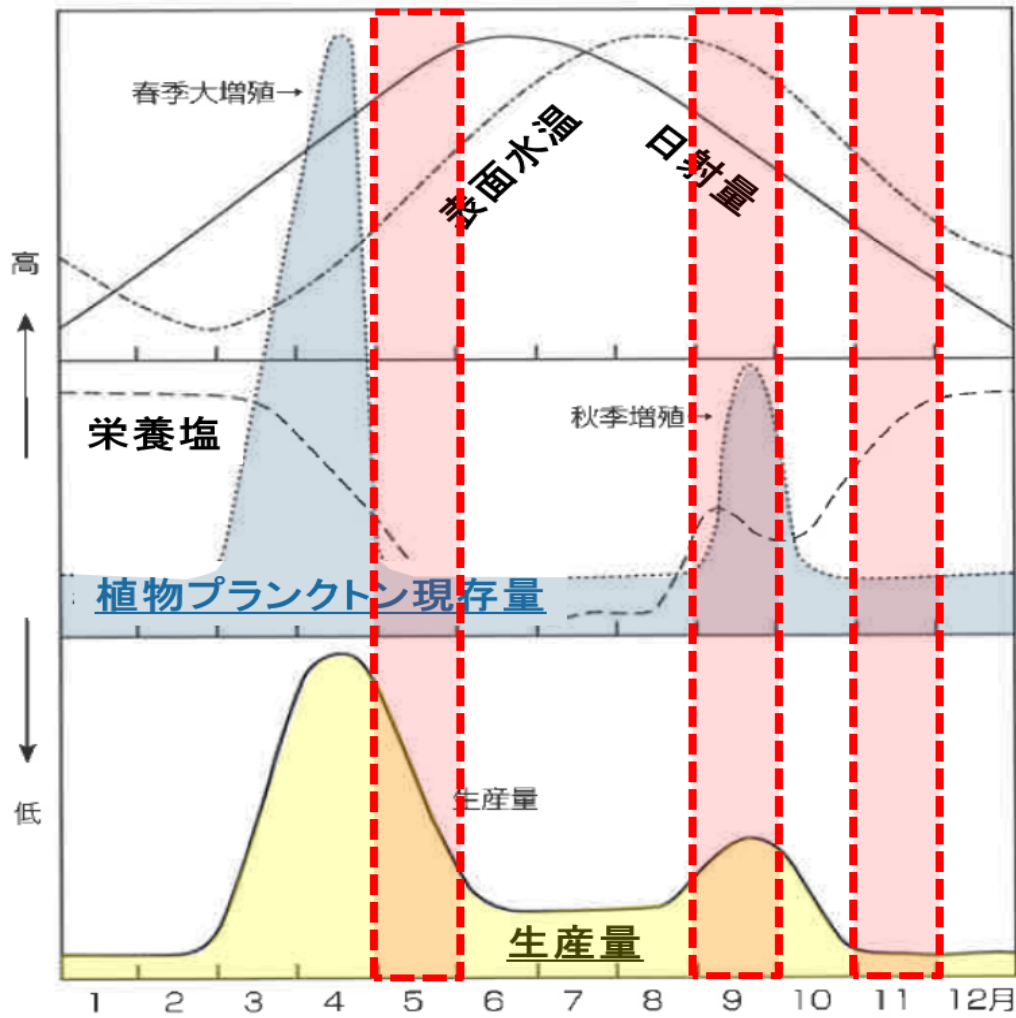
①珪藻類の細胞密度が低下

②珪藻類以外の細胞密度に顕著な変化は見られない

以上より、珪藻類の細胞密度の変動が植物プランクトン構成比に影響していることが分かった

11月海域調査における植物プランクトン細胞密度の経年推移 (平成8年～26年、調査地点4点の平均値)

植物プランクトンの季節変化



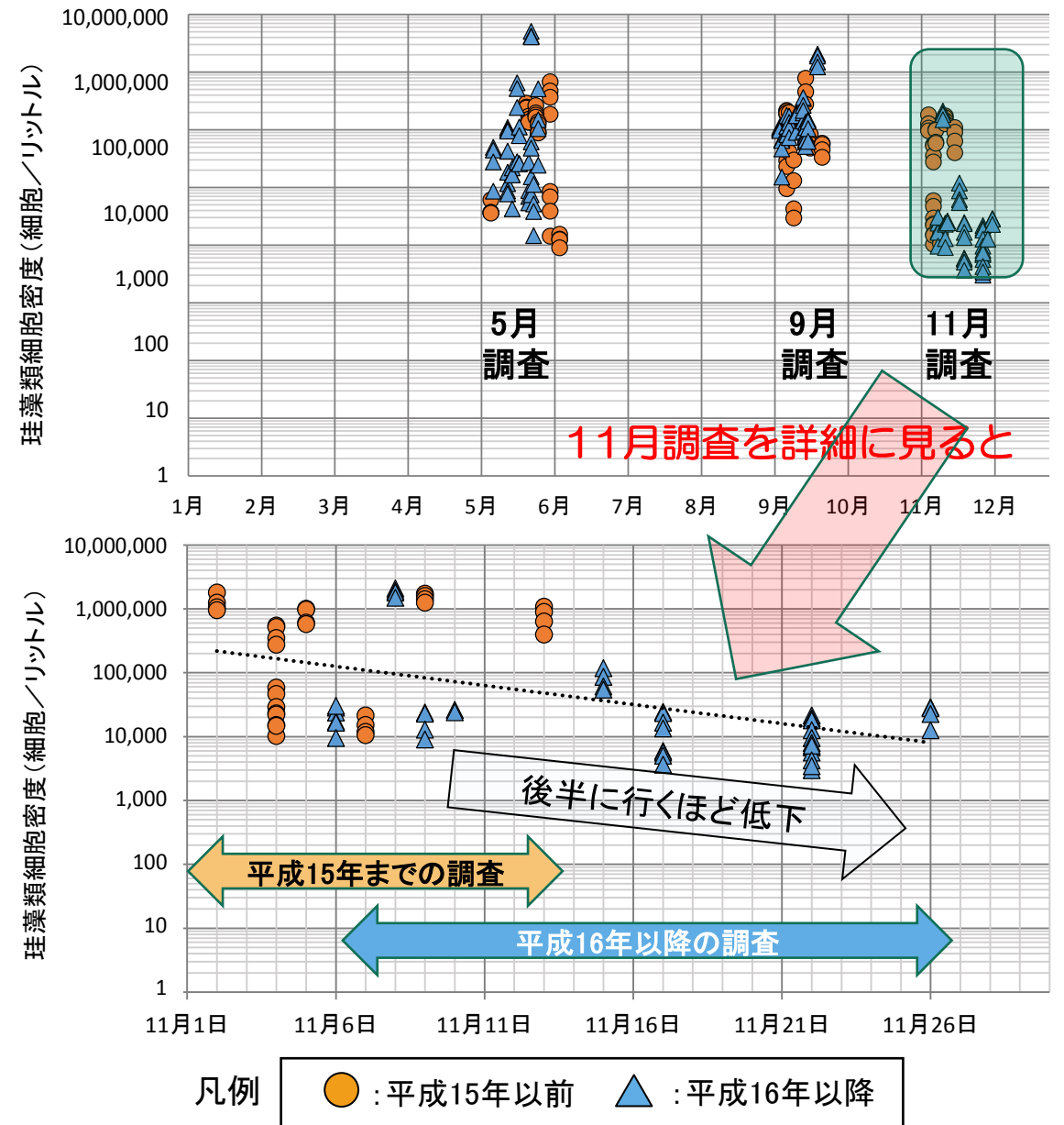
：連携排砂に伴う調査時期

中高緯度における環境要因の季節変化と植物プランクトンの現存量、生産量の季節変化(谷口(1973)を改変)  
出所: 多田邦尚他 (2014)「海洋科学入門」

自然環境下では、日射量や水温、および表層水中の栄養塩濃度が季節的に変動し、それに応じて植物プランクトンの現存量や生産量も季節変動する

連携排砂に伴う調査は、5月、9月、11月に実施しており、11月調査は植物プランクトンが比較的少ない時期の調査であると言える

黒部川河口付近における珪藻類細胞密度の年間増減



凡例 ● :平成15年以前 ▲ :平成16年以降

珪藻類細胞密度推移(平成8年~26年)

連携排砂に伴う調査結果から、

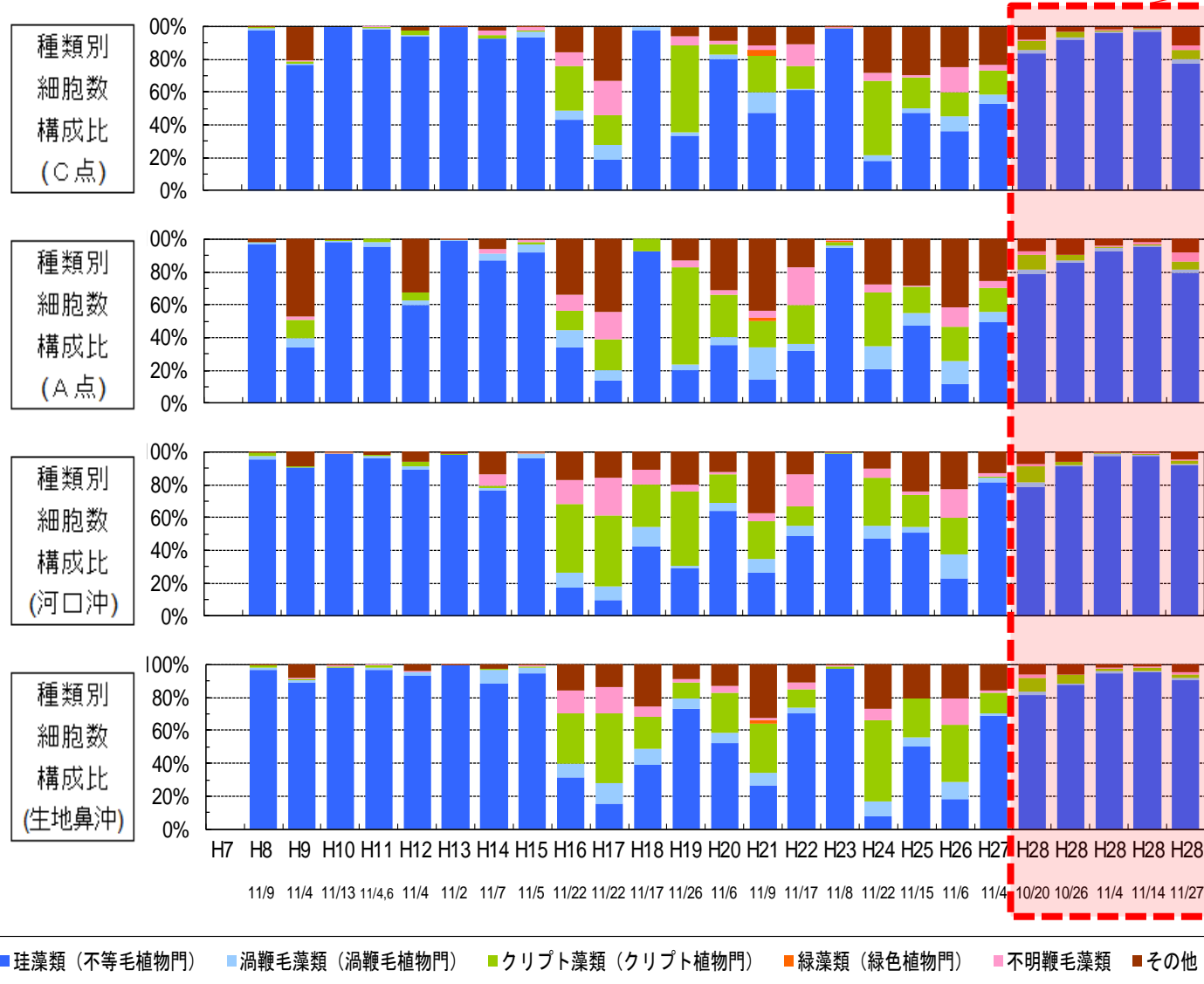
- ・11月の後半に近づくにつれ珪藻類細胞密度が低下
- ・平成16年以降の調査は11月中旬以降の調査

⇒調査時期の違い(水温、日射量、栄養塩等の影響)が、近年の珪藻類細胞密度の低下に関係しているとの仮説を立てて、平成28年度、調査を計画し実施した

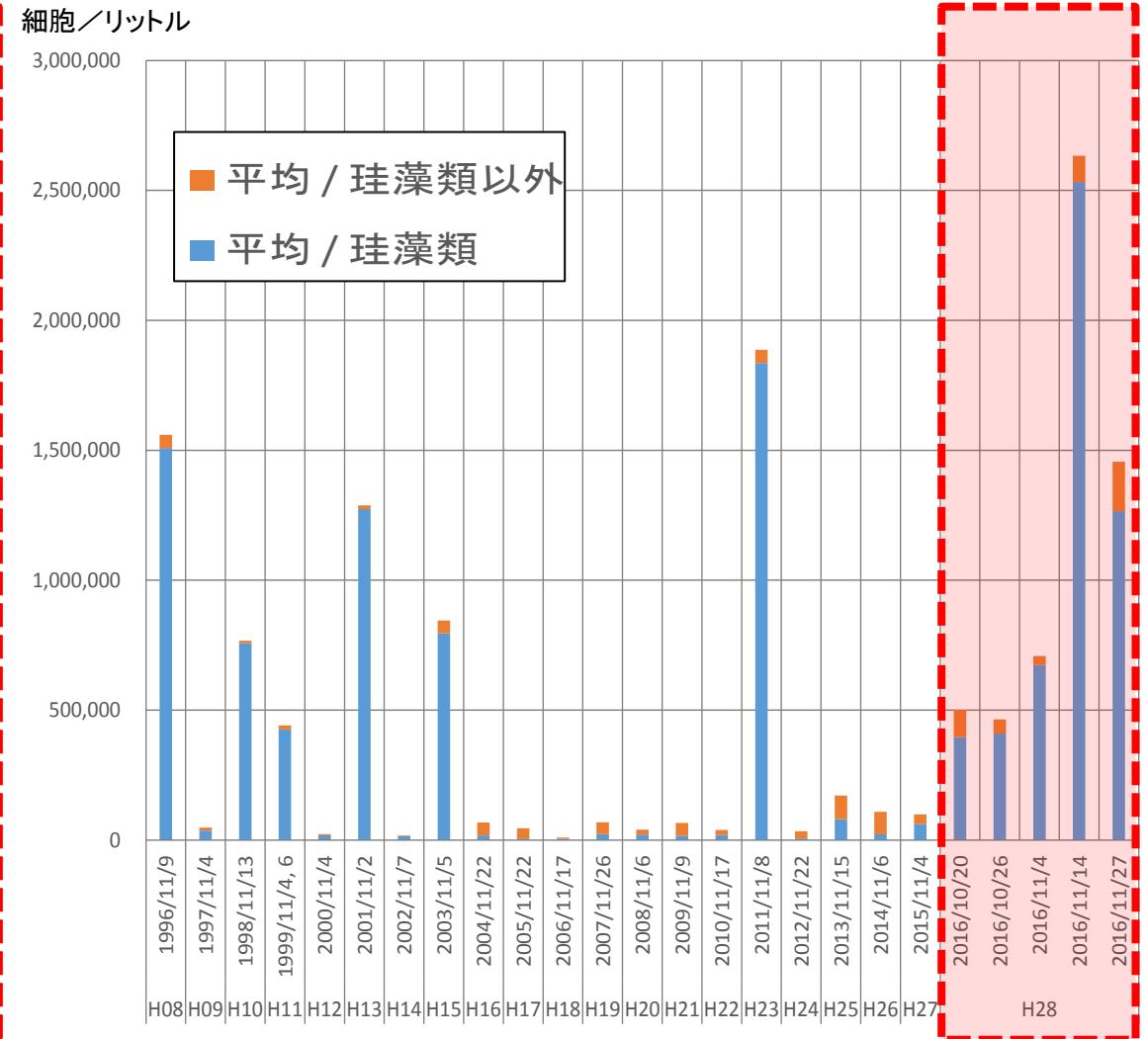
平成28年度 調査概要(11月調査)

- “調査時期の違いによる植物プランクトンの変動”を確認するため、11月調査を時期をずらし5回実施した  
同時にCTDによる鉛直構造調査、塩分、水温、栄養塩調査も実施した

平成28年は、いずれの調査でも珪藻類が優占



11月海域調査における植物プランクトン細胞数構成比の推移  
(平成8年～28年, 28年は5回分掲載)



11月海域調査における植物プランクトン細胞密度の推移  
(平成8年～28年, 28年は5回分掲載、調査地点4点の平均値)

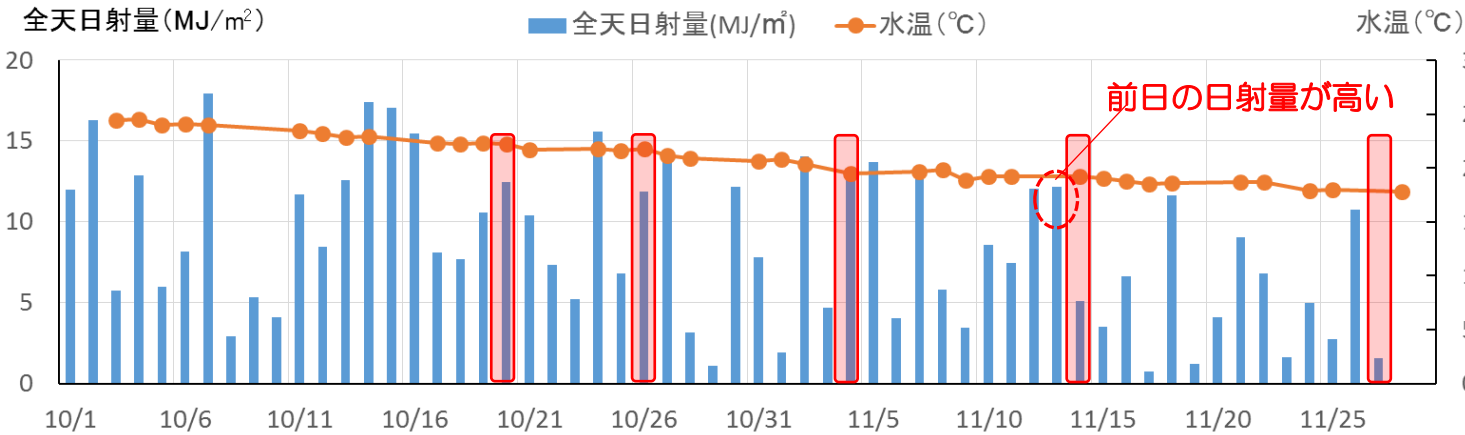
● 植物プランクトン調査結果

平成28年11月調査では、全ての調査日において珪藻類が優占し、その量も過去の調査結果より多かった  
⇒調査計画時の仮説である“調査時期の違いによる、珪藻類細胞密度の変動(低下)”は確認できなかった  
そのため、植物プランクトンの生育に影響すると考えられる、水温、日射量、栄養塩との関係を、詳細に検討した

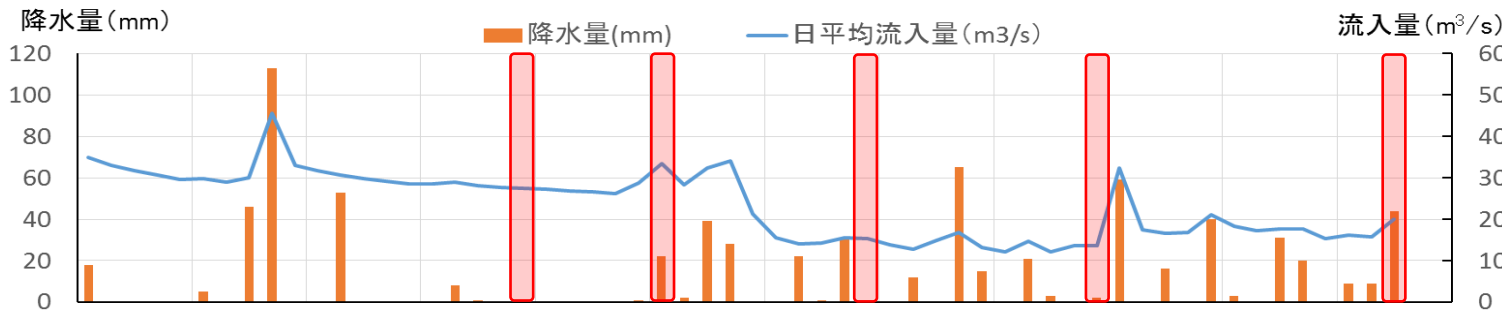
平成28年10月、11月の状況

各調査日前の状況を確認すると、  
11/14調査では他の調査と、以下の点の違いが確認できた

- ・調査前日は日射量が高い
- ・西方向への動きが、長時間卓越している

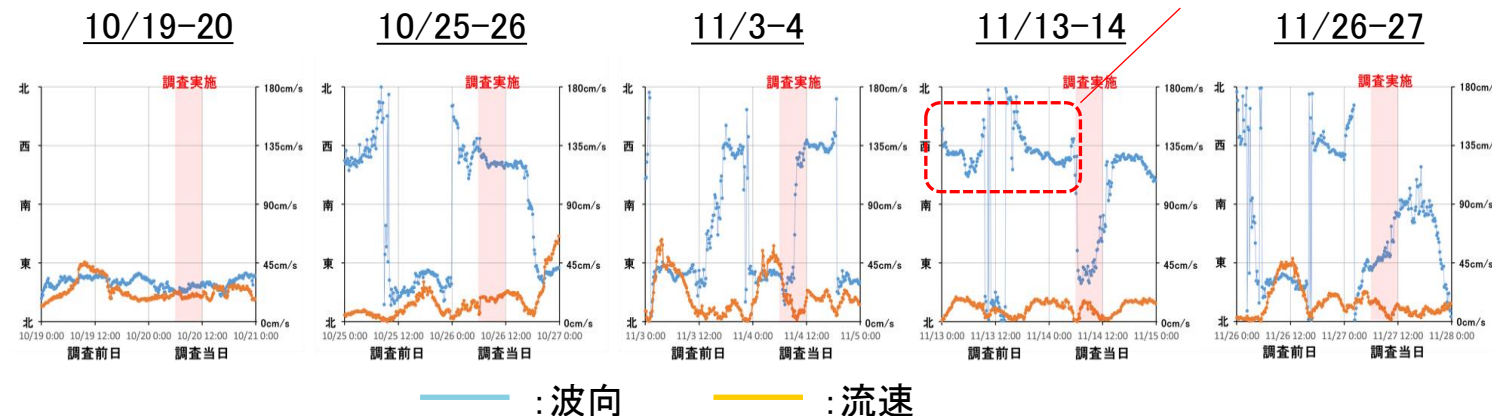


滑川における水温と富山における全天日射量 出所: 気象庁ホームページ、富山水産研データ



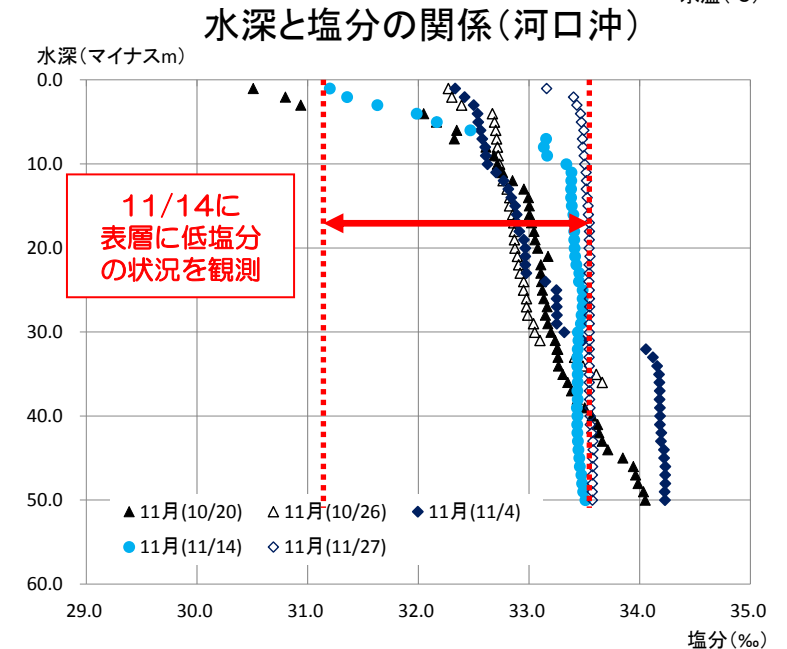
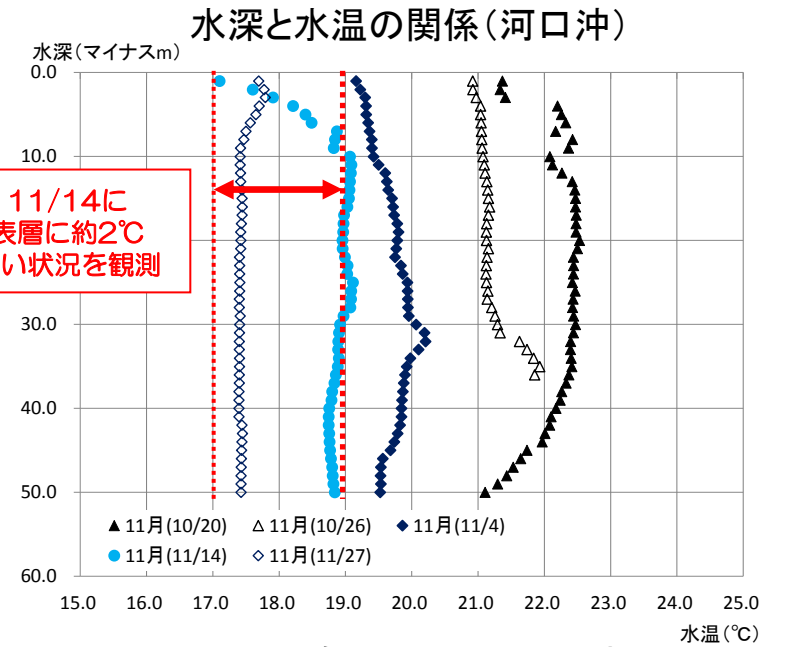
魚津における降水量と出し平ダムの流入量 出所: 気象庁ホームページ、関西電力データ

西方向への動きが長時間卓越している



入善沖における波向と流速 出所: 富山水産研データ

平成28年11月CTD調査結果



※河口沖データを掲示(他地点も同様の傾向)

11/14調査時には、調査海域外から低水温、低塩分水が移動してきた事が示唆され、高い細胞密度に寄与した可能性がある

そのため、H28(11/14)データが特異値であったとして除外し、解析を実施した

珪藻類細胞密度と各指標との相関関係

珪藻類細胞密度の増減に影響があると思われる以下の指標についての関係性を確認した

①出し平ダム流入量

: 河川からの栄養塩供給指標として

②田中観測所の有義波高

: 底層攪拌による栄養塩供給指標として

③滑川沖の水温

: 植物プランクトン生育に重要な指標として

④富山気象台の全天日射量

: 植物プランクトン生育に重要な指標として

⑤田中観測所の流速

: 浮遊する性質であり移動による増減の指標として

珪藻類細胞密度と各指標毎の相関係数

対象期間	栄養塩指標		③水温 (°C)	④日射量 (MJ/m <sup>2</sup> )	⑤流速 (cm/s)
	①流入量 (m <sup>3</sup> /s)	②有義波高 (cm)			
調査2w前までの15d	0.15	-0.17	0.15	0.14	-0.44
調査1w前までの8d	0.19	-0.21	0.24	0.11	-0.39
調査3d前までの4d	0.30	0.02	0.26	-0.33	-0.19
調査前日	0.39	0.34	0.49	-0.59	-0.21
調査当日	0.40	0.24	0.55	-0.26	-0.19
1w-2w	—	—	—	0.01	—
調査当日-調査前日	—	—	—	0.22	—

- ・珪藻類細胞密度が突出して高く、各指標との相関傾向も他と異なるH28定期調査結果 (H28(11/14)) は特異値として除外
- ・H8、H12、H28(11/27) の水温は、当日データが無いため検討対象から除外

⇒各指標毎に特定の対象期間で相関が見られた

珪藻類細胞密度と各指標との複合関係

①～⑤の各調査毎で相関関係が高いものを抽出し、珪藻類細胞密度が高い順に並べると、珪藻類細胞密度が100,000(細胞/リットル)を上回る場合は、栄養塩指標(①②)、水温(③)が高めである傾向が見られた

ただし、特に細胞密度が顕著に高いH28(11/14)はその傾向に当てはまらなかった

11月海域調査における各指標と珪藻類細胞密度の複合関係(珪藻類細胞密度順)

年(平成)	栄養塩指標		③水温 (°C)	④日射量 (MJ/m <sup>2</sup> )	⑤流速 (cm/s)	珪藻類細胞密度 (細胞/リットル, 4点平均)
	①流入量 (m <sup>3</sup> /s)	②有義波高 (cm)				
H28(11/14)	27.1	31.7	19.2	-7.1	10.3	2,532,210
H23	44.6	143.1	21.1	8.6	7.2	1,835,760
H8	53.3	70.5	—	0.1	5.3	1,508,640
H13	52.9	25.8	20.5	3.5	5.1	1,273,872
H28(11/27)	39.9	60.9	—	-9.2	8.1	1,265,580
H15	26.9	94.3	20.4	0.9	8.0	795,600
H10	51.1	89.8	20.5	-1.6	9.4	757,056
H28(11/4)	30.8	79.3	19.5	8.2	10.0	673,860
H11	31.0	62.5	21.3	1.0	6.2	426,096
H28(10/26)	66.9	83.8	21.8	5.1	7.6	409,542
H28(10/20)	54.8	66.4	22.2	1.9	7.7	396,738
H25	34.8	57.4	19.7	-8.8	10.1	80,400
H27	26.5	31.7	19.5	2.6	8.7	61,350
H9	24.1	26.3	18.9	-0.1	5.8	36,300
H19	34.2	38.3	17.8	-0.9	9.1	23,115
H26	30.8	51.5	19.3	-7.9	8.4	22,650
H20	30.6	61.1	20.6	-0.5	9.7	21,683
H22	43.3	86.2	18.4	-0.1	9.8	19,560
H12	39.3	100.3	—	4.8	5.5	18,873
H16	41.4	41.2	18.6	4.1	9.9	17,988
H21	23.5	13.4	19.6	-3.1	8.60	17,280
H14	40.5	97.1	19.3	1.4	6.66	14,832
H17	24.9	54.4	18.7	-5.3	10.09	6,250
H24	23.9	110.3	19.3	-5.7	10.43	5,768
H18	52.5	58.3	18.8	6.3	10.8	5,085

平均	38.0	64.3	19.8	-0.1	8.3	511,029
H8～H15平均	39.9	67.3	20.4	1.3	6.5	603,909
H16～H28平均	37.1	62.9	19.5	-0.7	9.2	467,320
相関係数(H28 11/14除く)	0.40	0.34	0.55(当日のみ)	0.22	-0.44	—

珪藻類細胞数

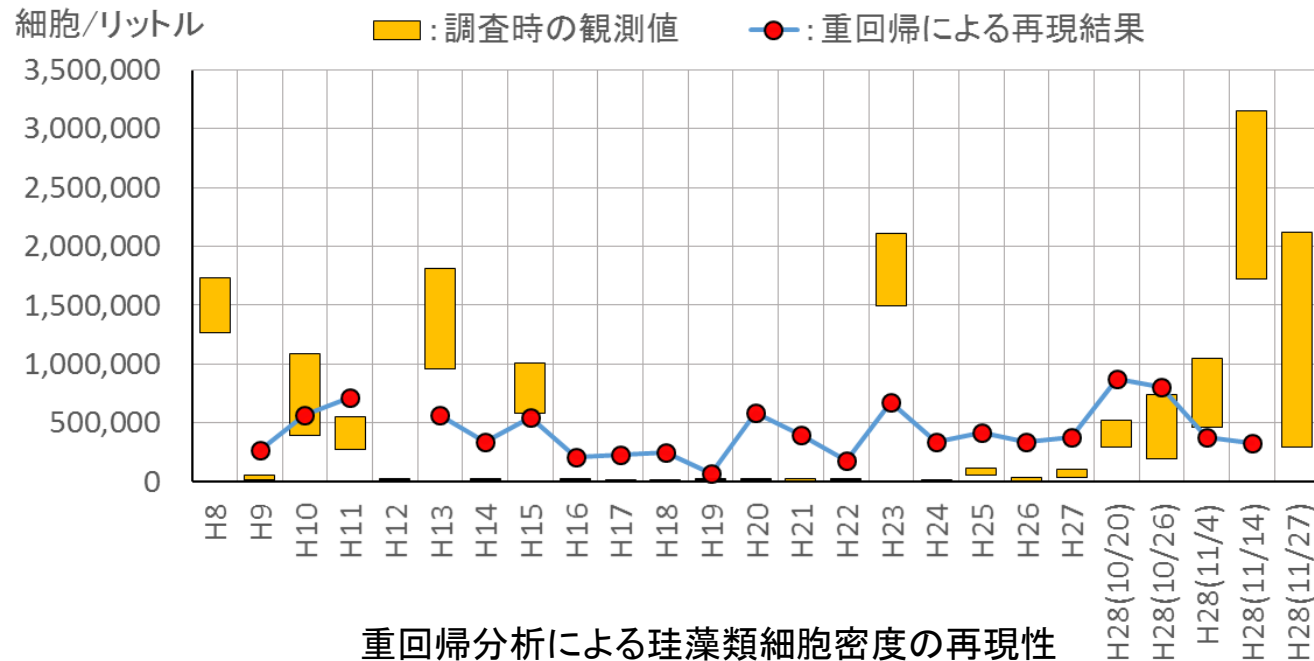
上位5回

下位5回

※太字は平成28年度調査結果である  
 ※H8、H12、H28(11/27) の水温は、当日データが無いため記載なしとした

重回帰分析による細胞密度の再現性

- 珪藻類細胞密度の変化に影響があると思われる①～⑤の指標を用いて重回帰分析を行ったところ、統計的に有意とならなかった指標を除き回帰式を作成したものの、**珪藻類細胞密度の再現性は高くなかった**



\* : 当日水温が得られなかった、  
H8、H12、H28(11/27)の3回分の調査結果は対象外とした

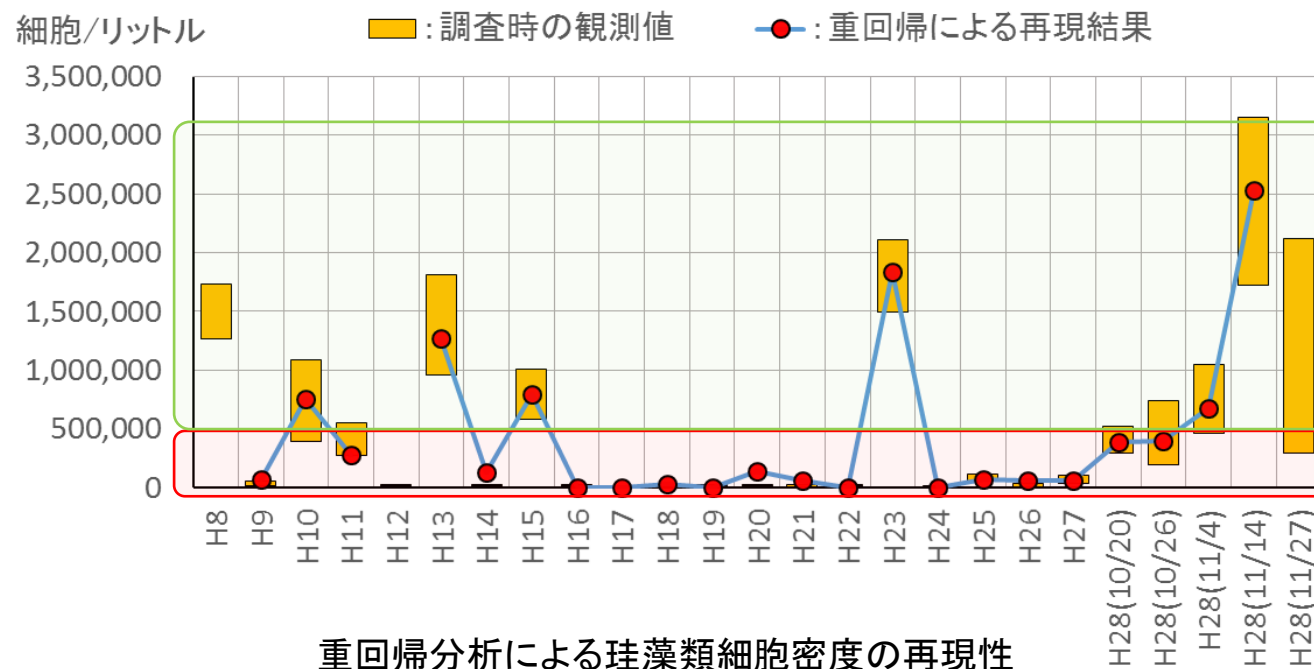
*y*回帰式

$$y = 184,427x_1 - 3,217,858$$

*y*:珪藻類細胞密度(細胞/リットル)  
*x*<sub>1</sub>:調査当日の水温

再現性の向上を図る

- 細胞密度 500,000(細胞/リットル)に閾値を設けた場合、  
**③水温、④日射量、①②栄養塩といった環境条件の違いによって珪藻類細胞密度が変化するという当初の仮説による説明は、一定程度可能であると言える**



閾値あり: 500,000以上(細胞/リットル)

$$y \text{ 回帰式 } y = 167,541x_1 - 10,587,736x_2 - 427,281x_3 + 136,785x_4 - 2,574,726x_5 + 220,447,985$$

*x*<sub>1</sub>:調査当日の出し平ダム流入量  
*x*<sub>2</sub>:調査当日の水温  
*x*<sub>3</sub>:調査当日-調査前日の日射量の差  
*x*<sub>4</sub>:調査前日の波高  
*x*<sub>5</sub>:調査2週間前~当日の流速

閾値あり: 500,000未満(細胞/リットル)

$$y \text{ 回帰式 } y = 3,007x_1 + 82,679x_2 - 23,898x_3 - 1,424,926$$

*x*<sub>1</sub>:調査当日の出し平ダム流入量  
*x*<sub>2</sub>:調査当日の水温  
*x*<sub>3</sub>:調査2週間前~当日の流速

## まとめ

- 平成27年度までの事前検討で、調査時期の違い（水温、日射量、栄養塩等の影響）が、近年の珪藻類の減少に関係しているとの仮説を立て、11月調査を複数回実施（10～11月に調査を5回実施）したところ、いずれの調査においても珪藻類が優占する結果であった
- 珪藻類細胞密度の変動に寄与すると思われる、各指標（①河川流量、②有義波高、③水温、④日射量、⑤流速）と、珪藻類細胞密度の関係性を解析を行った結果、珪藻類細胞密度に閾値を設けることで、再現性の高い関係式が得られ、③水温、④日射量、①②栄養塩等が平成16年以降の生物相の変化に影響していると思われる

## 平成29年度調査について

- 平成28年度同様、11月には複数回の植物プランクトン調査を行い、平成16年以降の生物相の変化についてのより確実な原因調査を図りたい