

### 3.3 付着藻類

#### 3.3.1 付着藻類の課題と原因

信濃川中流域では、発電取水に伴う流量の減少のため、アユ等の魚類の採餌環境が悪化しているのではないか。

また、現在実施している試験放流は、この影響を緩和する効果があるのか。

宮中ダム減水区間では、十日町において異常繁茂した付着藻類の現存量が非常に多い。これは、減水により出水のピーク流量の減少や出水の頻度の減少が生じているために、繁茂した藻類が出水等により剥離する現象が起きづらいためと考えられる。

一方、西大滝ダム減水区間は、宮中ダム減水区間と比較すると異常繁茂した付着藻類の現存量が少ない。これは、宮中ダム減水区間に比較して、減水により出水のピーク流量の減少や出水の頻度の減少の程度が小さいためと考えられる。

現在実施している試験放流では、滞留部における付着藻類の異常繁茂に対して、一定の緩和効果は認められたが、効果は限定的である。また、魚類の採餌環境の悪化に対しての緩和効果は認められない。

(1) 滞留部における藻類の異常繁茂

河川の滞留部における付着物量及び有機物量を図 3.3-1 に示す。

宮中ダム減水区間の十日町橋周辺の滞留部では、付着物量及び有機物量が非常に多く、藻類に依存する有機物が多い状況であったが、西大滝ダム減水区間では、滞留部の付着物量及び有機物量が他の地点と比較して少ない状況であった。付着物のうち無機物は、藻類にシルトを中心とした泥かぶり堆積したものであった。滞留部では写真 1、2 に示すように、藻類の異常繁茂及び腐敗が観察された。

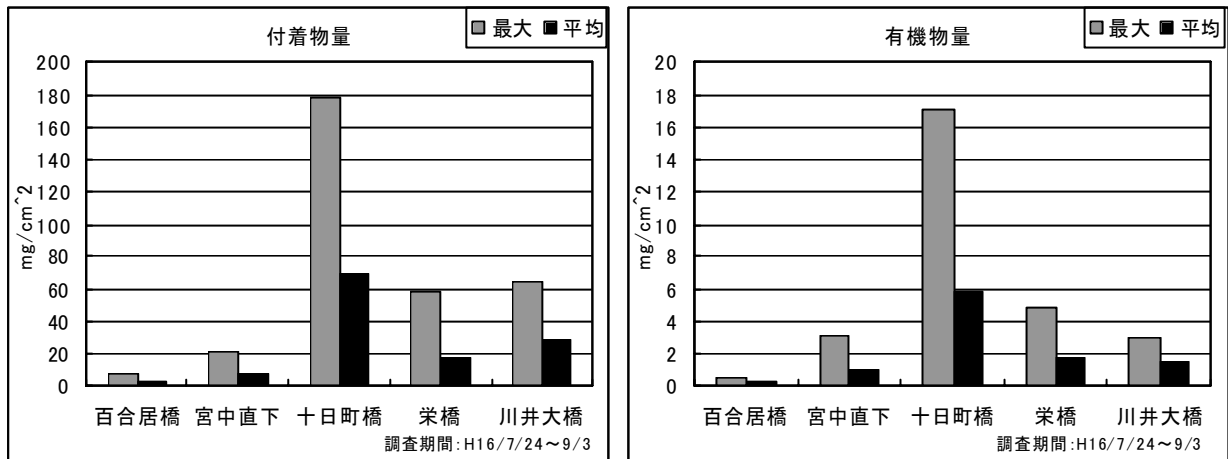


図 3.3-1 各地点の滞留部における付着物量および有機物量(平成 16 年)



写真 1 異常繁茂した付着藻類(十日町橋付近：2002 年 7 月 8 日撮影)



写真 2 腐敗した付着藻類(妻有大橋付近：2002 年 7 月 8 日撮影)

## (2) 流量変動の調査結果

平成 18 年の西大滝ダム及び宮中ダムの流入量及び放流量を図 3.3-2 に示す。また、西大滝ダム及び宮中ダムにおける放流量と流入量の集計結果を図 3.3-3、図 3.3-4 に示す。

西大滝ダムでは、一年のうちで最も日数の多い流入量が  $150\sim 200\text{m}^3/\text{s}$  の約 100 日に対して、最も日数の多い放流量が  $10\text{m}^3/\text{s}$  未満の約 120 日であり、流況が安定している期間がやや長くなっていることが分かる。この他、流入量区分毎の日平均流量をみると、流入量が  $100\sim 200\text{m}^3/\text{s}$  以下では流入量が増加しても放流量は大きく増加しないが、流入量が  $100\sim 200\text{m}^3/\text{s}$  より多くなると、流入量に比例して放流量も増加している。

宮中ダムでは、一年のうちで最も日数の多い流入量が  $150\sim 200\text{m}^3/\text{s}$  の約 90 日に対して、最も日数の多い放流量が  $10\text{m}^3/\text{s}$  未満の約 140 日であり、流況が安定している期間が長くなっていることが分かる。この他、宮中ダムの流入量区分毎の日平均流量をみると、流入量が  $200\sim 300\text{m}^3/\text{s}$  以下では流入量が増加しても、放流量は大きく増加せず、放流量が流入量に対してより小さく抑えられていることが分かる。

このような流況の安定により河床の攪乱が抑制され、藻類相の活発な更新も抑制されている可能性がある。また、宮中ダム減水区間と西大滝ダム減水区間を比較すると、宮中ダム減水区間が、取水の影響をより強く受けているものと考えられる。

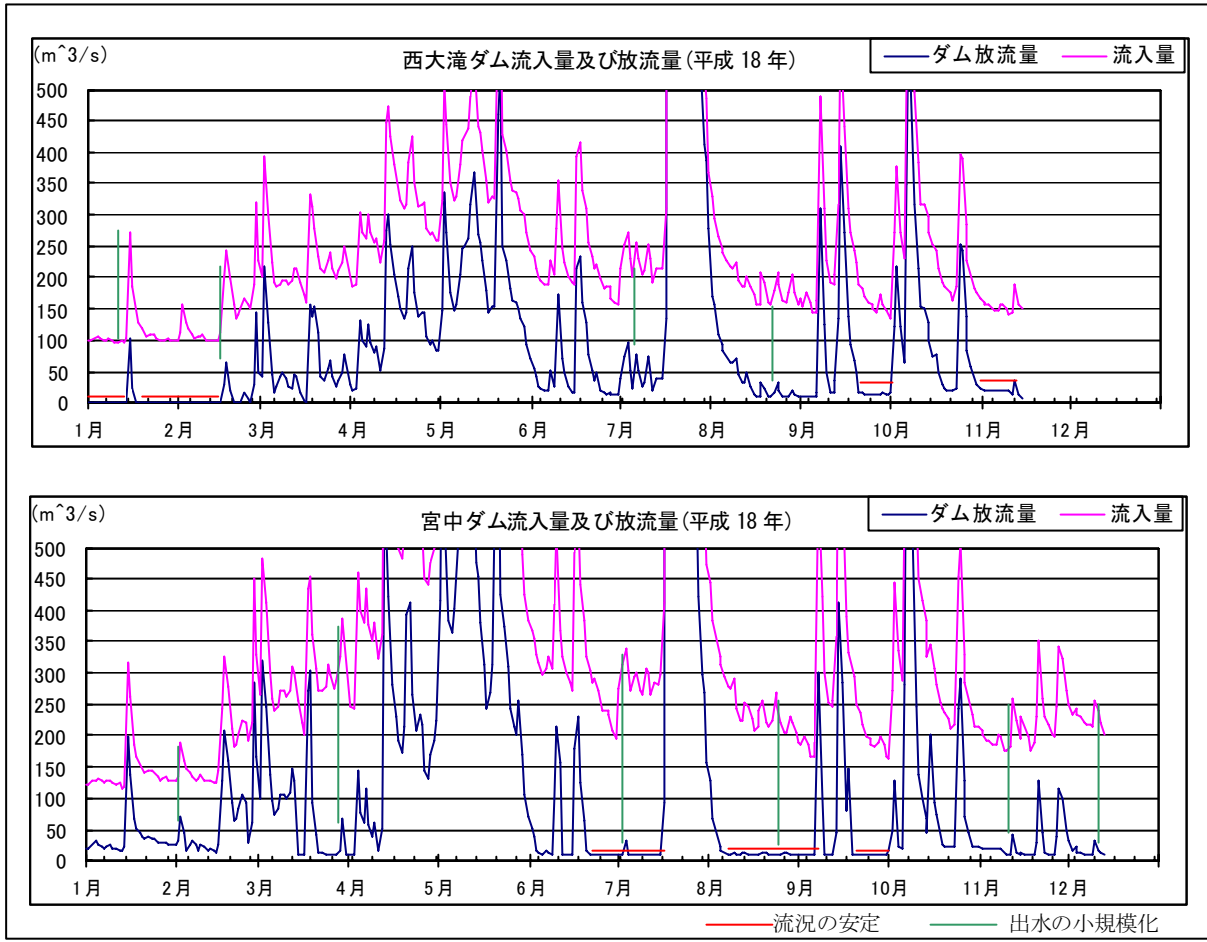


図 3.3-2 西大滝ダムと宮中ダムの流入量及び放流量(平成 18 年)

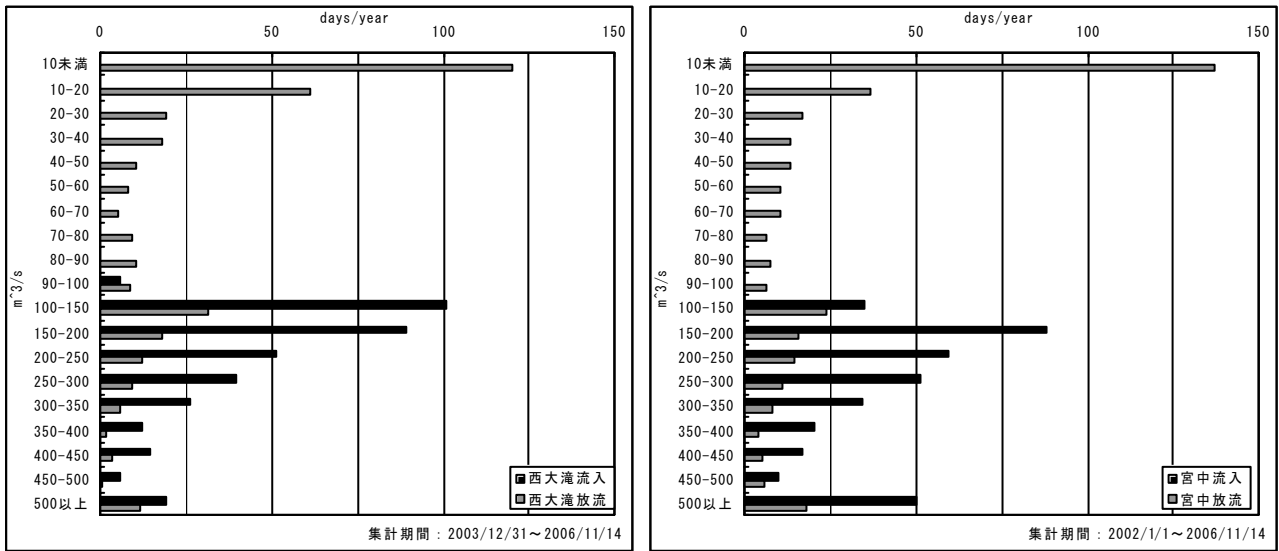


図 3.3-3 流量別年間平均日数(右：西大滝ダム、左：宮中ダム)

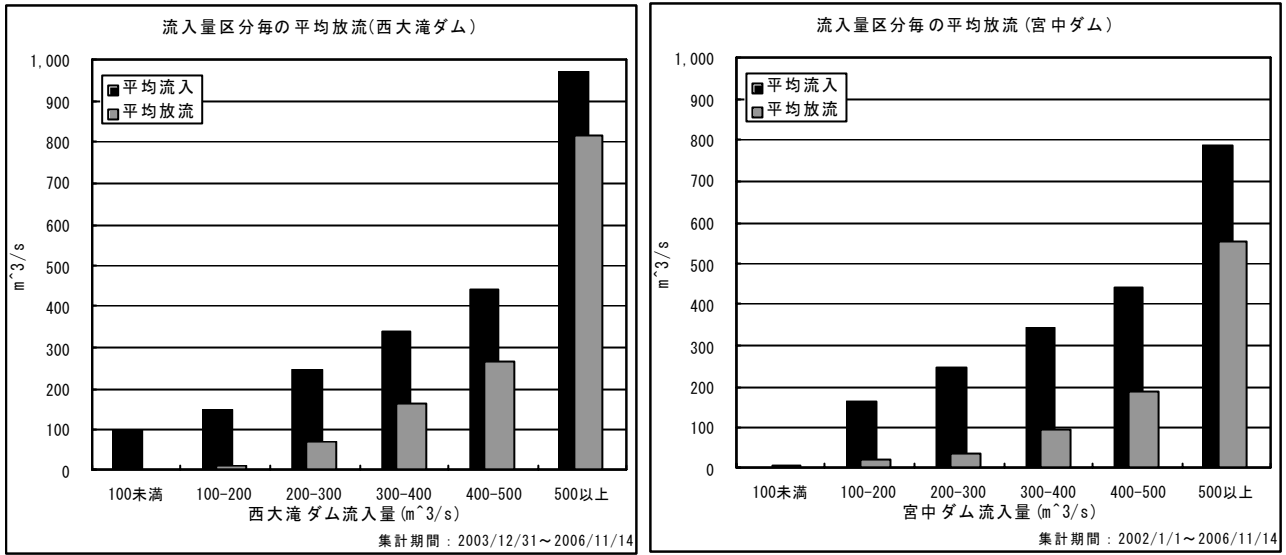


図 3.3-4 流入量区分毎の日平均流量(右：西大滝ダム、左：宮中ダム)

### (3) 試験放流による緩和効果

藻類の更新サイクルを非減水時に近づけるために、試験放流による藻類の剥離状況調査を行った。

その結果、藻類が生長し藻類量がほぼピークとなっているような時に、藻類の一部が剥離することが認められた。ただし、試験放流(22.65m<sup>3</sup>/s、41.42m<sup>3</sup>/s)によって、藻類の大部分が剥離するような大規模な更新が行われる結果は得られなかった。

また、試験放流の効果は、宮中直下及び十日町では明確に確認されたものの、栄橋及び川井大橋では明確に確認できず、限定的なものであった(ア、イ参照)。

#### ア 滞留部における試験放流効果

平成 16 年度試験放流水(22.65、41.42m<sup>3</sup>/s)の到達前と到達後の滞留部における付着物量及び有機物量の変化を図 3.3-5～図 3.3-8 に示す。

宮中直下及び十日町橋においては、滞留部における付着物量及び有機物量は、試験放流後におおむね減少する傾向が認められ、試験放流による掃流効果が確認できた。

栄橋においては、試験放流後に付着物量及び有機物量が減少している場合も確認されたが、7/24～8/30 の調査期間全体でみると、試験放流前に比べて試験放流後の付着物量及び有機物量が増加しており、試験放流による掃流効果は明確にはならなかった。

川井大橋においては、試験放流後に付着物量及び有機物量が減少している場合も確認されたが、7/24～8/30 の調査期間全体でみると、試験放流前に比べて試験放流後の付着物量はやや減少するが、有機物量は増加しており、栄橋と同様に試験放流による掃流効果は明確にはならなかった。

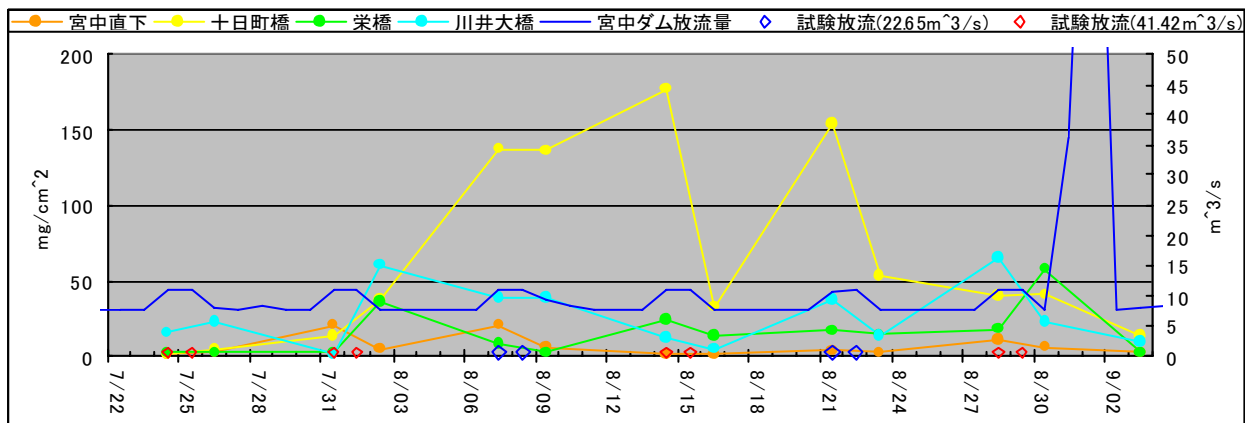


図 3.3-5 調査期間中の滞留部における付着物量の変化(平成 16 年)

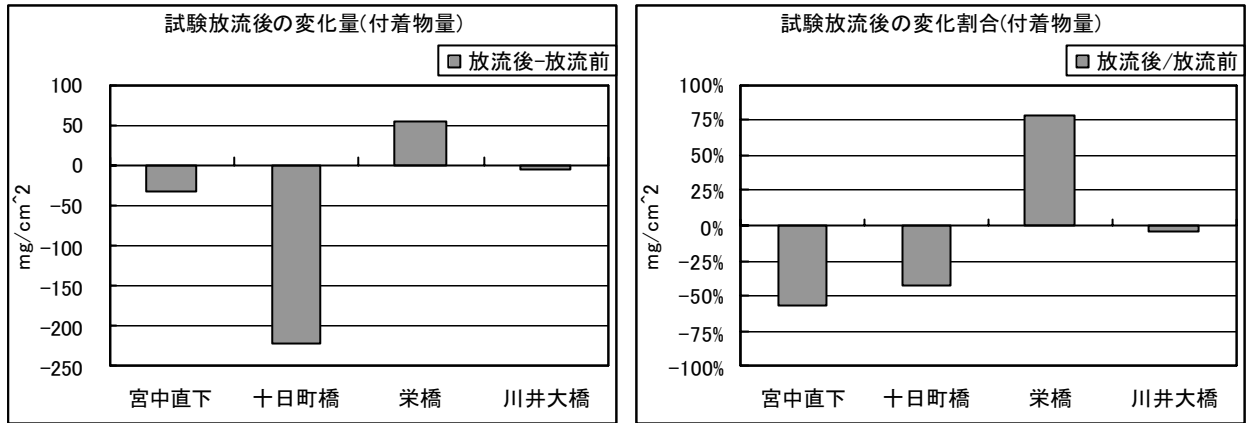


図 3.3-6 調査期間全体の滞留部における付着物量の変化量及び変化割合(平成 16 年)

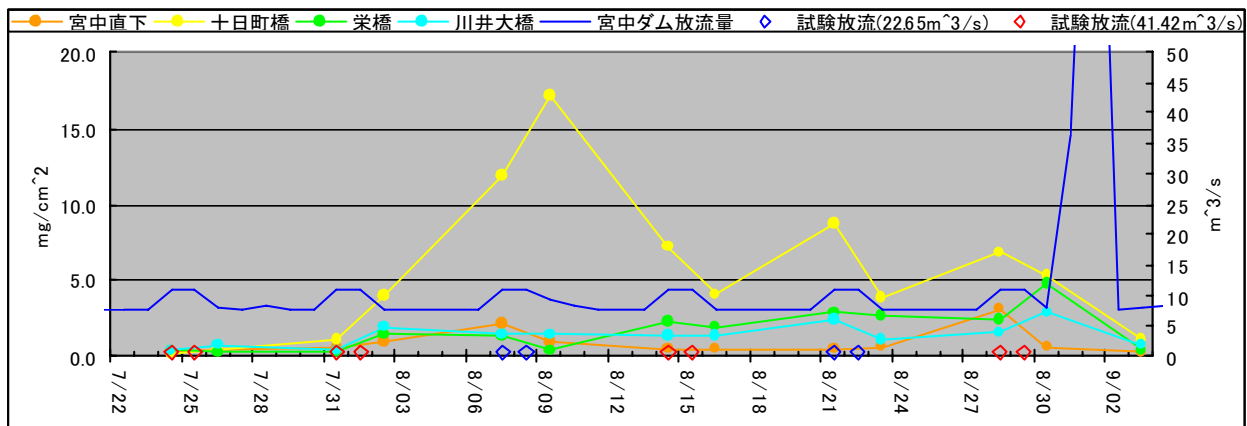


図 3.3-7 調査期間中の滞留部における有機物量の変化(平成 16 年)

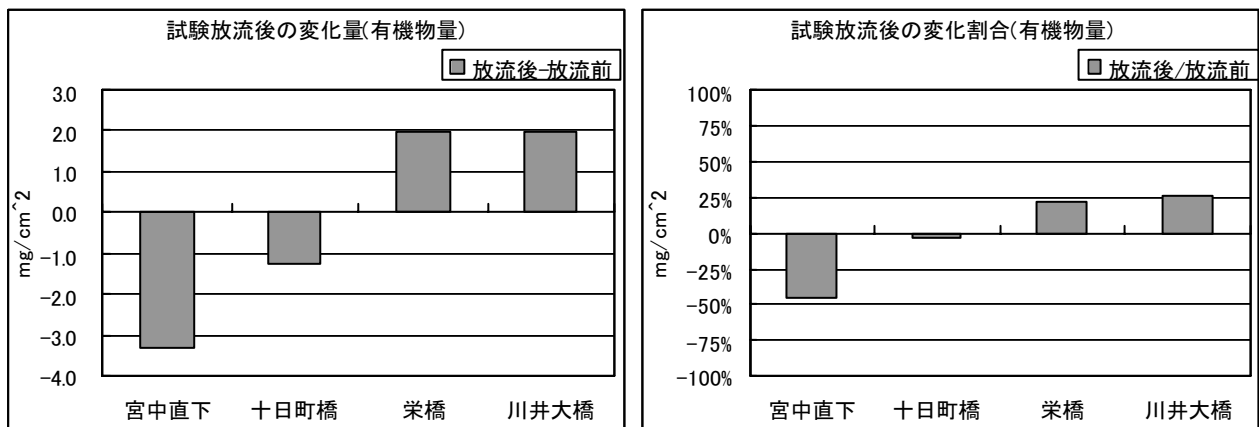


図 3.3-8 調査期間全体の滞留部における有機物量の変化量及び変化割合(平成 16 年)

## イ 付着板及びプランクトンネットを用いた試験放流効果調査

### ・付着板を用いた調査

河床の礫は流量変動により移動や礫の大きさ、質によって同一地点でも付着条件が異なる場合もあることから、一定条件での観測のため、人工付着板を用いた調査を行った。

人工付着版は 9cm×9cm の素焼きタイルをコンクリートブロックに固定し、水深、流速が一定になるように河床に設置した。付着板設置後は、毎回 1 地点につき 3~4 枚のタイル板を採取し、採取したタイル板状の付着物は現地にて 1 枚ごと精製水で洗いながらブラシで剥ぎ取り試料とした。



写真3 設置した付着板



写真4 付着板試料採集状況

### ・プランクトンネットを用いた流下藻類調査

試験放流により掃流される物質を把握するため、試験放流水の到達前後に付着版設置地点付近にプランクトンネット(網目 72 $\mu$ m)を一定時間(15 分)流水中に設置し流下する藻類及び砂泥を捕捉し試料とした。



写真5 流下藻類採集状況



以下に、試験放流水の到達前と放流水のピークが到達した直後と思われる時間のクロロフィル a 量、付着物量及び優占種の変化を示す。(図 3.3-9～図 3.3-11 参照)

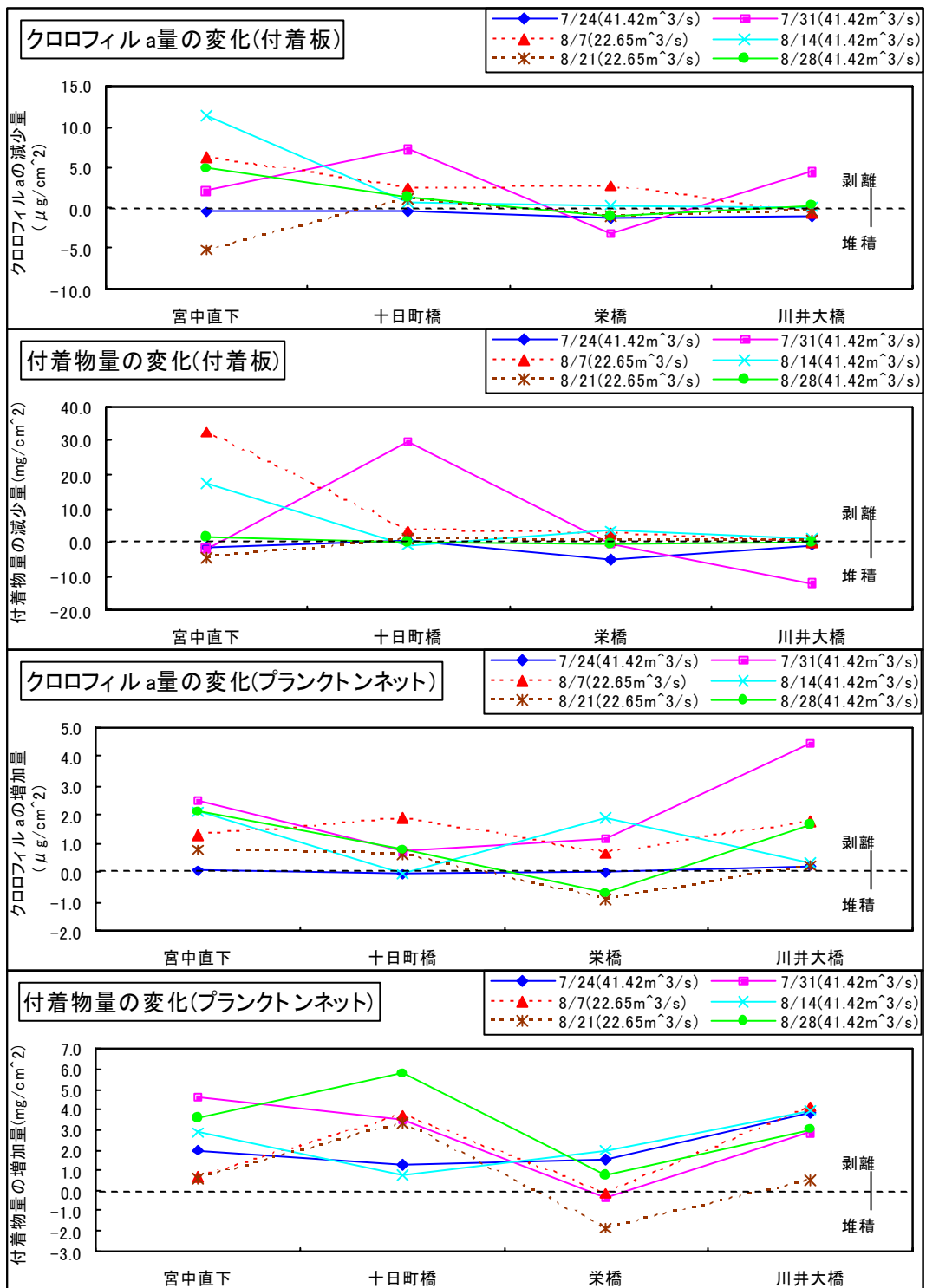
付着板のクロロフィル a 量は、宮中直下(8/21 以外)及び十日町橋についてはおおむね減少する傾向を示し、藻類が剥離しているものと考えられた。特に藻類量がピーク付近であった 8/14 の宮中直下、7/31 の十日町橋では  $41.42\text{m}^3/\text{s}$  の試験放流により大きく減少した。一方、下流の栄橋(8/7 以外)、川井大橋(7/31 以外)ではあまり減少しなかった。また、減少量について  $22.65\text{m}^3/\text{s}$  と  $41.42\text{m}^3/\text{s}$  の放流量の明確な差は見られなかった。

付着板の無機物についてもクロロフィル a と同様の傾向を示しており、特に藻類がピークとなっているときの無機物の減少量は大きくなっていた。このことから、試験放流により藻類だけではなく、泥などの付着物も剥離されたことを示している。

プランクトンネットにより捕捉された、流水中のクロロフィル a 量は、8/21、8/28 の栄橋以外ではおおむね放流水のピークが到達した直後に増加しており、試験放流によって藻類が掃流されたことを示している。なお、 $22.65\text{m}^3/\text{s}$  と  $41.42\text{m}^3/\text{s}$  の放流量で明確な差は見られなかった。

流下していた藻類の大部分が糸状性珪藻の *Melosira* 属であったが、付着板上の優占種は、試験放流の前後で優占種が大きく変化する等の明確な変化は見られなかった。このことから、試験放流によって剥離した糸状性藻類は個体の一部がちぎれて流されたものと考えられる。

プランクトンネットにより捕捉された、流水中の無機物量は、試験放流の到達に伴い十日町橋、川井大橋において顕著に増加したが、栄橋ではあまり増加しなかったことから、流下した無機物が栄橋周辺部に堆積してしまった可能性が考えられた。



藻類量がピーク付近の場合には、試験放流によって藻類が大きく剥離している。

宮中直下及び十日町橋で「剥離」、栄橋で「剥離及び付着」、川井大橋で「やや剥離」の傾向を示す。

図 3.3-9 試験放流前後の変化量(平成 16 年)

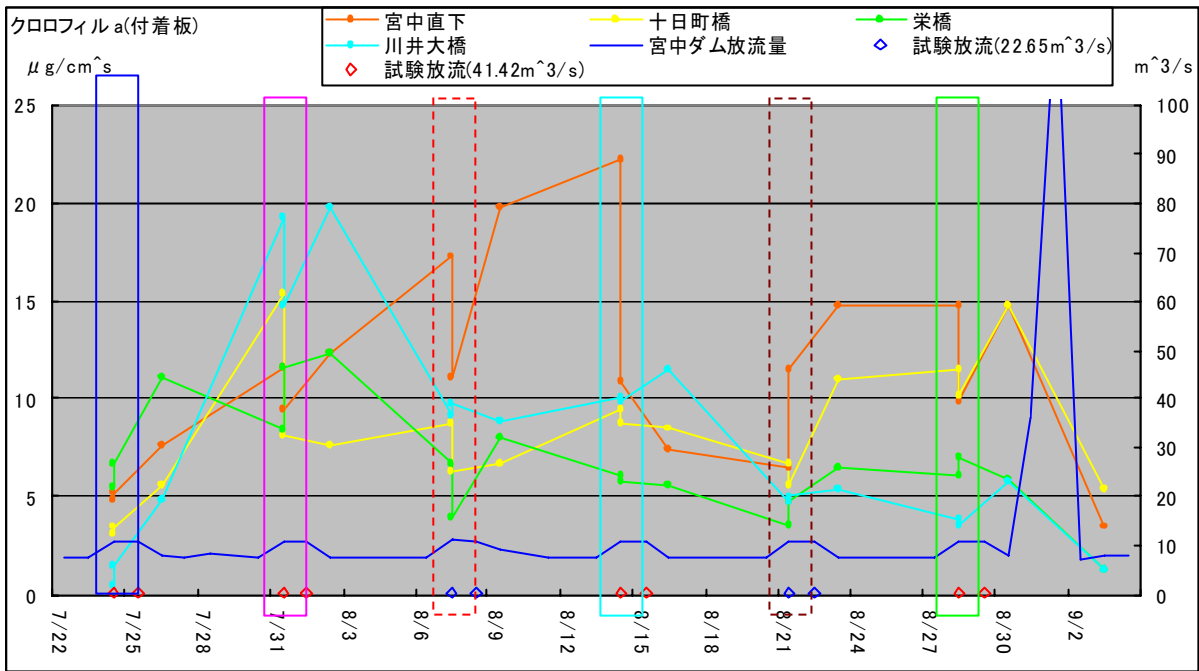


図 3.3-10 試験放流時のクロロフィル a(附着板)の変化(平成 16 年)

		7/24		7/31		8/07		8/14		8/21		8/28	
		41.42m <sup>3</sup> /s放流		41.42m <sup>3</sup> /s放流		22.65m <sup>3</sup> /s放流		41.42m <sup>3</sup> /s放流		22.65m <sup>3</sup> /s放流		41.42m <sup>3</sup> /s放流	
		放流前	放流後	放流前	放流後	放流前	放流後	放流前	放流後	放流前	放流後	放流前	放流後
宮中直下	主に確認された藻類	附着性珪藻											
		糸状性珪藻											
		附着性緑藻											
十日町橋	主に確認された藻類	附着性珪藻											
		糸状性珪藻											
		附着性緑藻											
栄橋	主に確認された藻類	附着性珪藻											
		糸状性珪藻											
		附着性緑藻											
川井大橋	主に確認された藻類	附着性珪藻											
		糸状性珪藻											
		附着性緑藻											

図 3.3-11 試験放流前後の附着板優占種の変化(平成 16 年)

#### (4) 信濃川における付着藻類の遷移過程

調査の結果信濃川中流域では、付着藻類は以下のような遷移過程を経るものと考えられた。

- ① 攪乱のある礫面には比較的短期間で増殖を行う付着性の藻類が最初に増殖する。ただし流速が低下した場所では礫面に泥が被る。
- ② 付着性の珪藻が増殖した後、流量が安定してくると仮根をもち石礫に付着する糸状緑藻に変わるものと考えられる。
- ③ 更に流速が低下すると泥が被り、時間の経過とともに流れの緩い環境で生育する糸状性の珪藻が増殖する。
- ④ 付着性の珪藻が繁茂した状態や泥が被った状態でも流速が低下すると付着力の弱い糸状藻類が優先的に増殖する。
- ⑤ 洪水等の攪乱が起きることにより礫面の泥及び藻類は剥がされ、再び付着性の珪藻が最初に増殖する

付着藻類の変化の過程を図 3.3-12に示す。

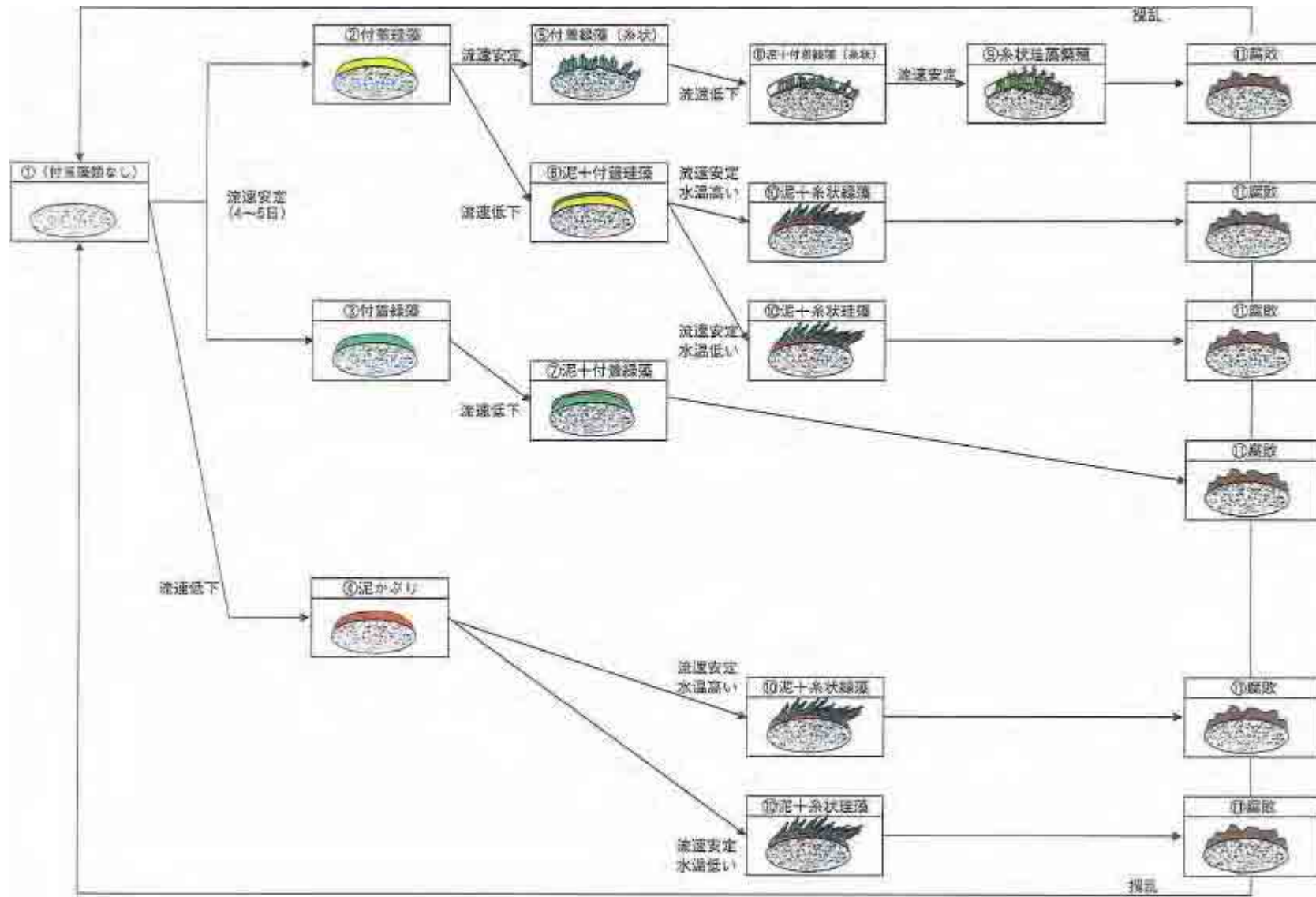


図 3.3-12 信濃川中流域における付着藻類の変化概略

### 3.3.2 課題改善の検討と結果

**宮中ダム減水区間において、滞留部における藻類の異常繁茂及び魚類の採餌環境の悪化を軽減するためには、どのような放流を行うべきか。**

一定放流によって、滞留部における藻類の異常繁茂及び魚類の採餌環境の悪化の軽減を図るのは難しいと考えられる。3～4週間に1回程度の頻度で河床の攪乱が起きる放流（日平均流量  $120\text{m}^3/\text{s}$  程度）を実施することで、滞留部における藻類の異常繁茂及び魚類の採餌環境の悪化を軽減できるものと考えられる。

(1) 付着物量、有機物量を減少させるために必要な流量

平成 16 年調査期間中の 9/1 に起きた出水(日平均流量：123.14m<sup>3</sup>/s、最大流量：337.01m<sup>3</sup>/s)では、宮中直下から川井大橋までの全地点において付着物量及び有機物量が大きく減少しており、フラッシュされたことが確認できる。

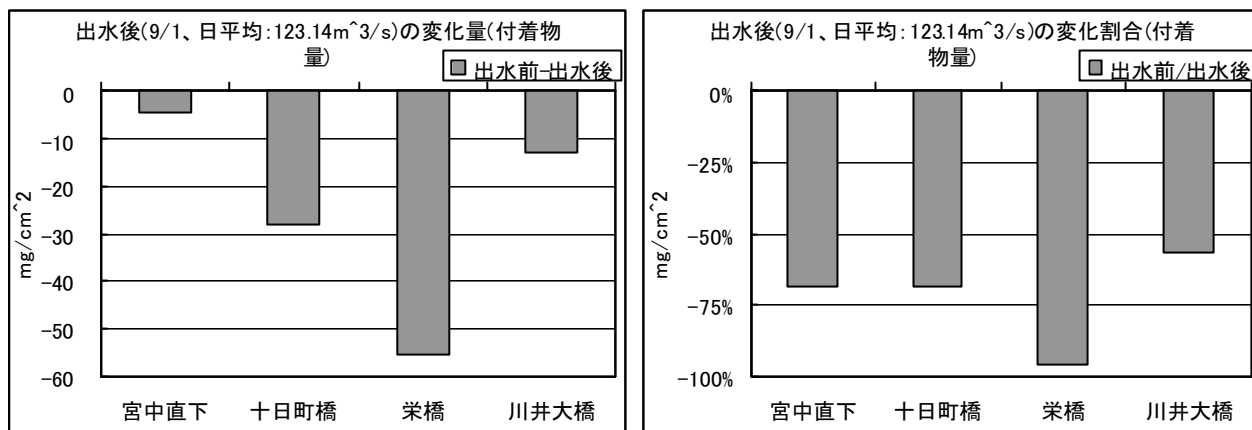


図 3.3-15 出水後の滞留部における付着物量の変化量及び変化割合(平成 16 年)

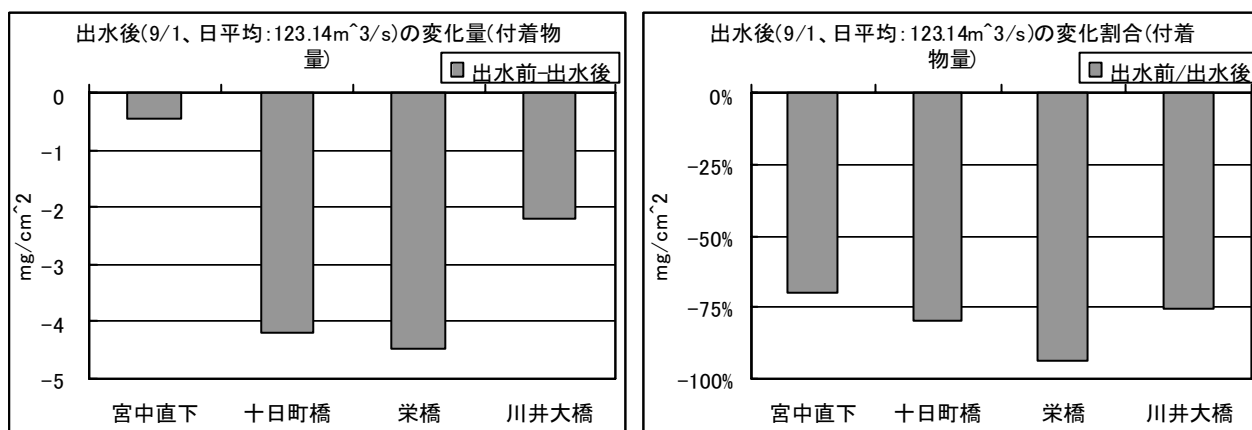


図 3.3-16 出水後の滞留部における有機物量の変化量及び変化割合(平成 16 年)

(2) 流量の変動による藻類の剥離効果

各年度における宮中ダム放流量とクロロフィル a 量の変化を図 3.3-20 に示す。

平成 15 年度及び平成 16 年度において、ある程度流況が安定しクロロフィル a が増加した後に起きる出水では、クロロフィル a が大きく減少しており、フラッシュされたことが分かる。特に平成 16 年度においては、日平均流量 123.14m<sup>3</sup>/s でもフラッシュが起きている。ただし、付着板設置直後や一度河床が攪乱された直後では、出水後においてもクロロフィル a が増加している。

平成 17 年度においては、減水時であれば出水規模にあたる流量下においても、流量が安定又は減少した場合はクロロフィル a が増加している。このことから、藻類の剥離には、一定放流ではなく、流量の変動が必要であると考えられる。

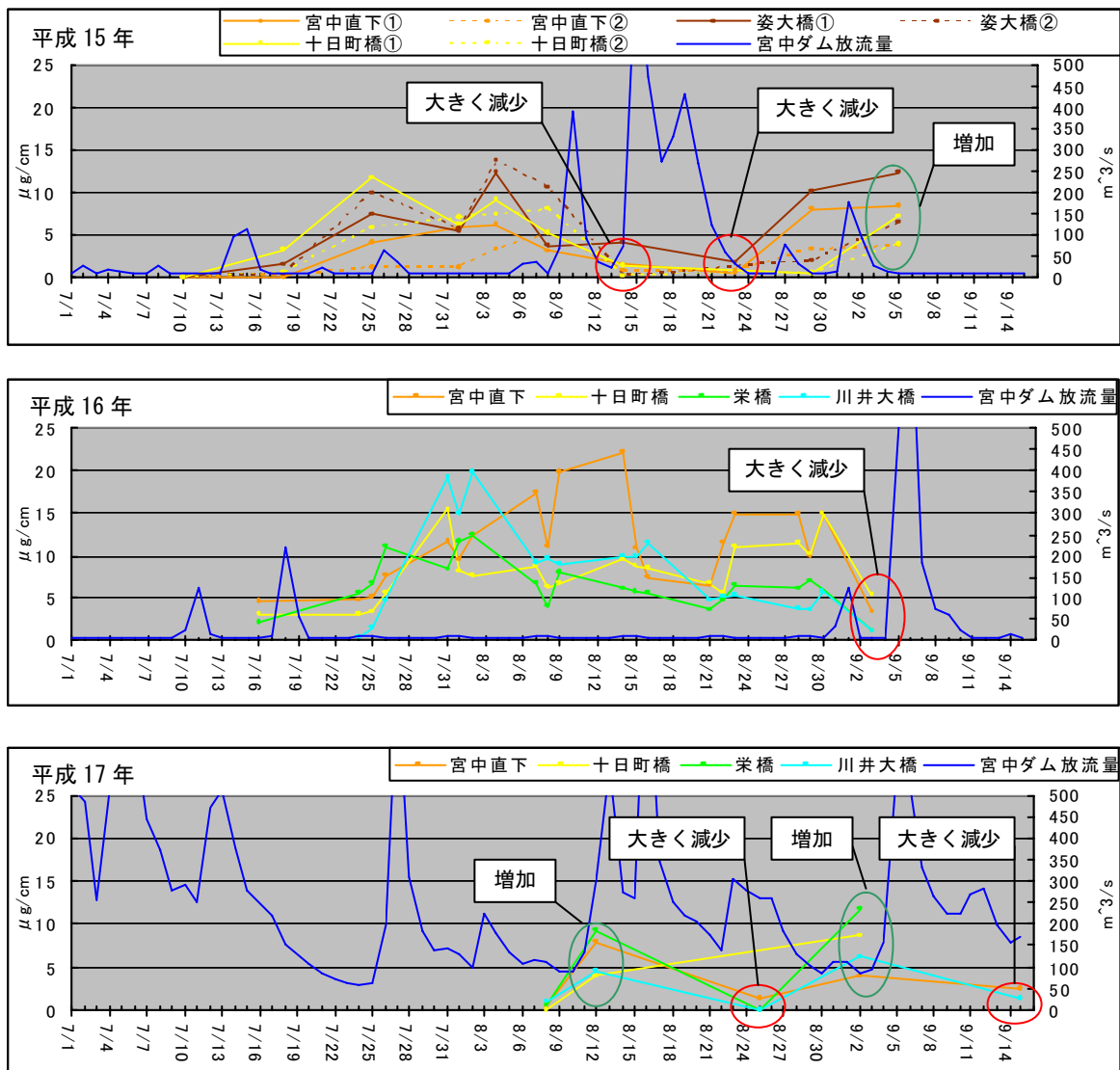


図 3.3-20 各年度における調査期間中のクロロフィル a 量の変化(付着板)



### (3) 流量変動の頻度

文献によると、攪乱後の藻類がアユ等の餌として利用されたのは、攪乱から3週間までである<sup>(出典 1)</sup>(このとき主に優占していたのは藍藻類の *Homoeothrix janthina*)とされることから、流況が安定し、河床が攪乱されない状態が3週間以上連続すると、アユ等の魚類の採餌環境が悪化すると考えられる。

出典1：設置期間が異なる基質を用いた河床付着物の状態の経時変化とアユの餌資源としての評価，(独)土木研究所自然共生研究センター，皆川朋子、萱場祐一