

# 第7回 志津見ダム・尾原ダム モニタリング委員会

【アオコ発生要因の検討】

平成25年 9月 17日

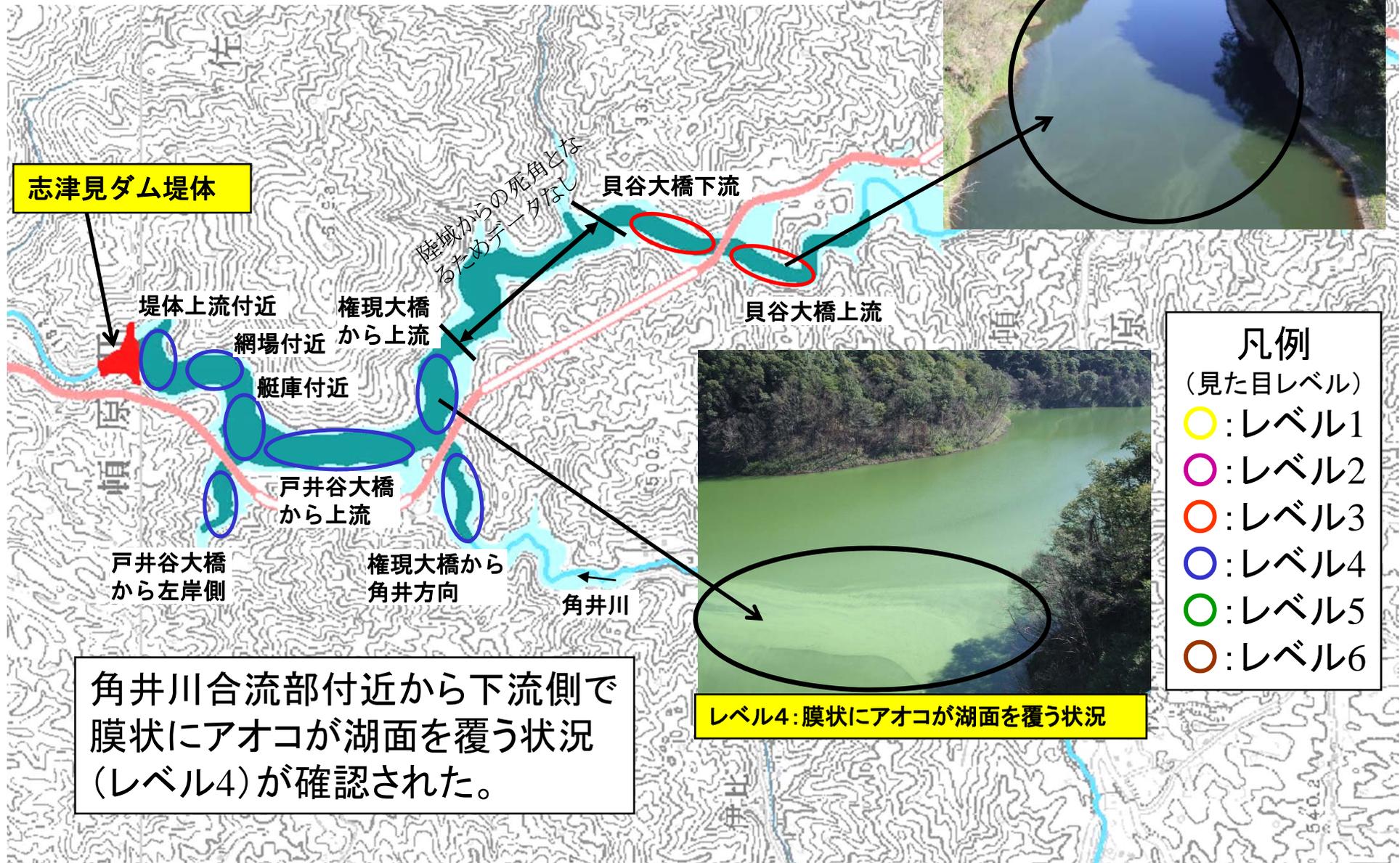
国土交通省 中国地方整備局

# 資料－8 アオコ発生要因の検討

P.1)

## 【1】アオコの発生状況（平成23年）

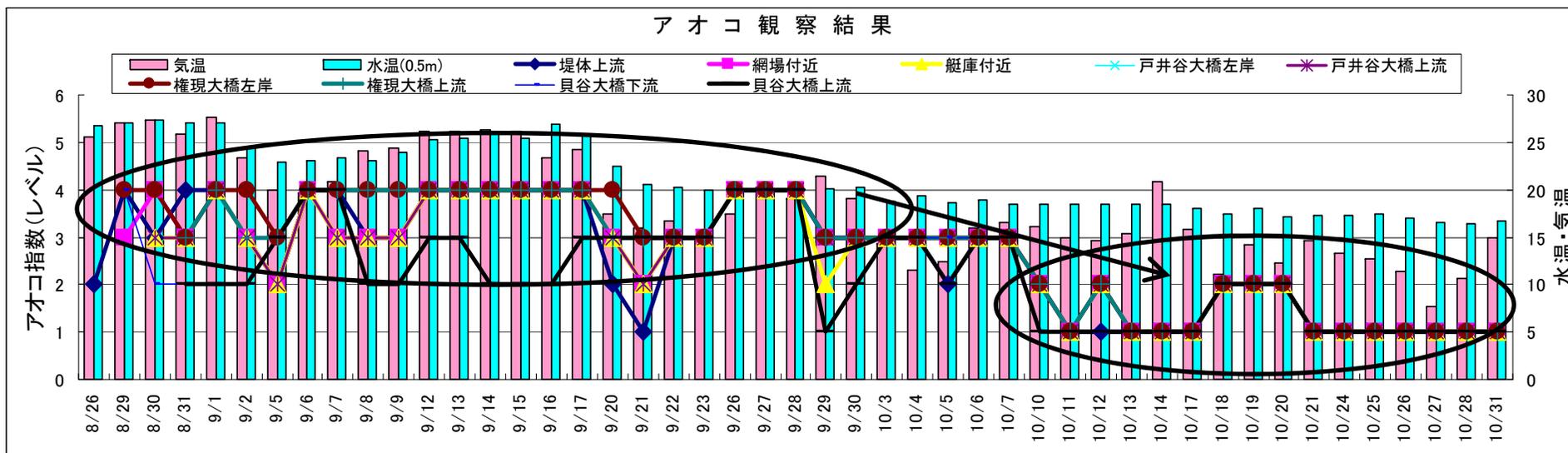
アオコ確認位置（平成23年9月13日の例）



# 資料－ 8 アオコ発生要因の検討

## アオコ確認状況（平成23年度）

・ 気温、水温の高い平成23年8月下旬～9月下旬には、権現大橋左岸等で膜状にアオコが湖面を覆う状況（レベル4）が確認された。その後、気温・水温が低くなる10月には、薄く筋状にみられる程度もしくは肉眼では確認できない程度（レベル2もしくは1）となっている。



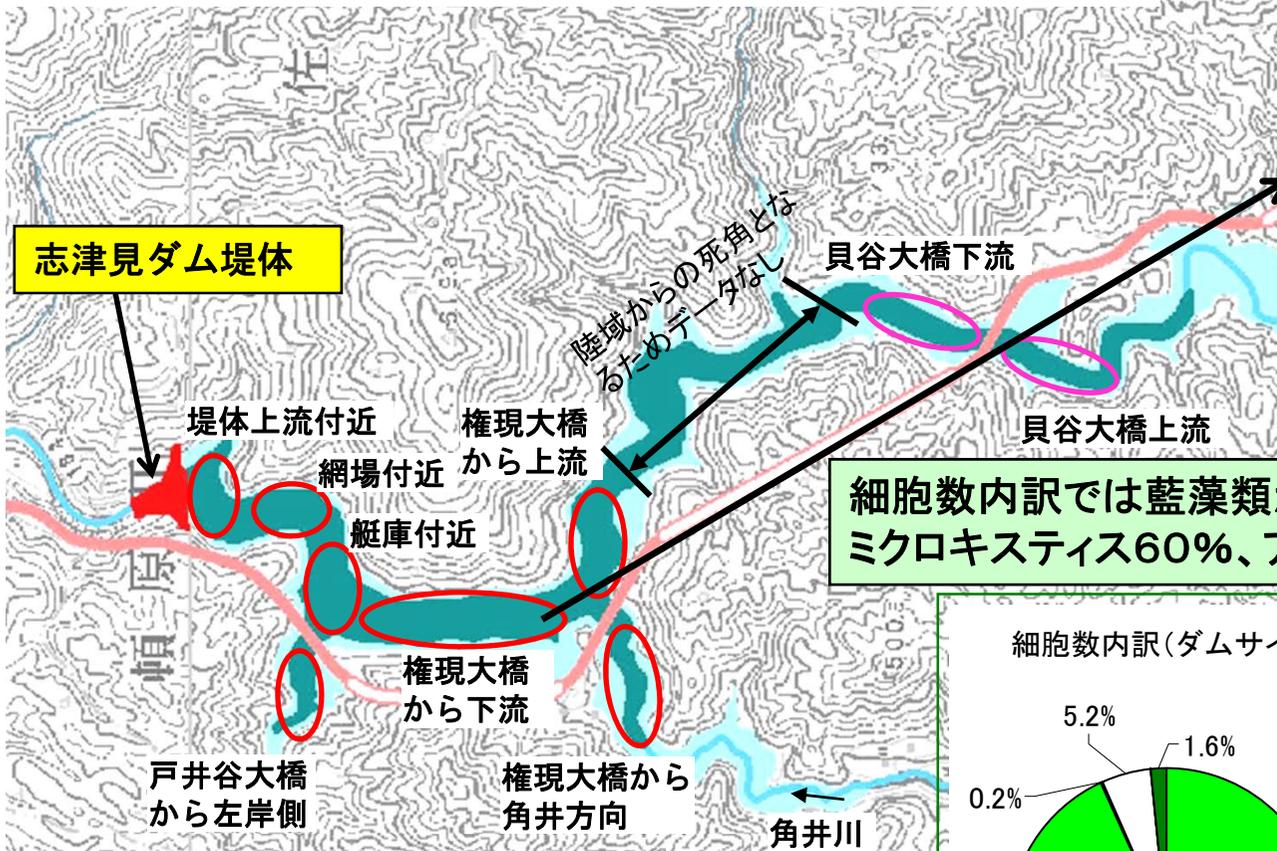
注)アオコ指数(見た目のレベル)について (霞ヶ浦研究会より)

- ・レベル0:アオコの発生は確かめられない。
- ・レベル1:アオコの発生が肉眼で確認できない(ネットで引いたり、白いバットに汲んで良くみると確認できる)。
- ・レベル2:うっすらとすじ状にアオコの発生が認められる(アオコがわずかに水面に散らばり肉眼で確認できる)。
- ・レベル3:アオコが水の表面全体に広がり、所々パッチ状になっている。
- ・レベル4:膜状にアオコが湖面を覆う。
- ・レベル5:厚くマット状にアオコが湖面を覆う。
- ・レベル6:アオコがスカム状(厚く堆積し、表面が白っぽくなったり、紫、青の縞模様になることもある)に湖面を覆い、腐敗臭がする。

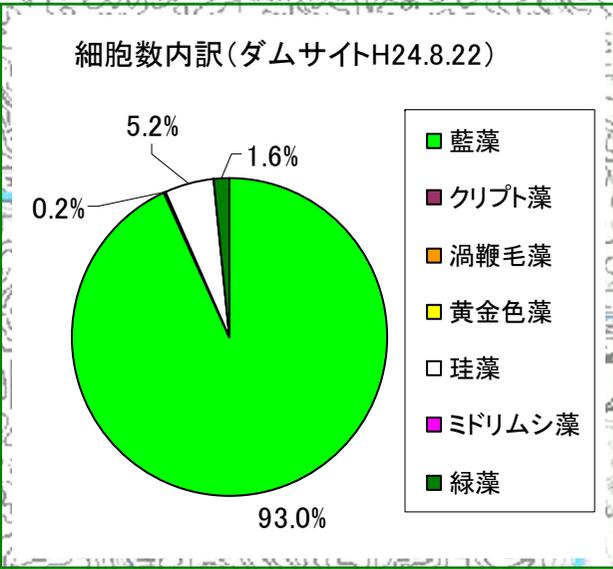
# 資料-8 アオコ発生要因の検討

## 【1】アオコの発生状況（平成24年）

### アオコ確認位置（平成24年8月22日の例）



細胞数内訳では藍藻類が93%を占め、  
ミクロキスティス60%、アナベナ32%等



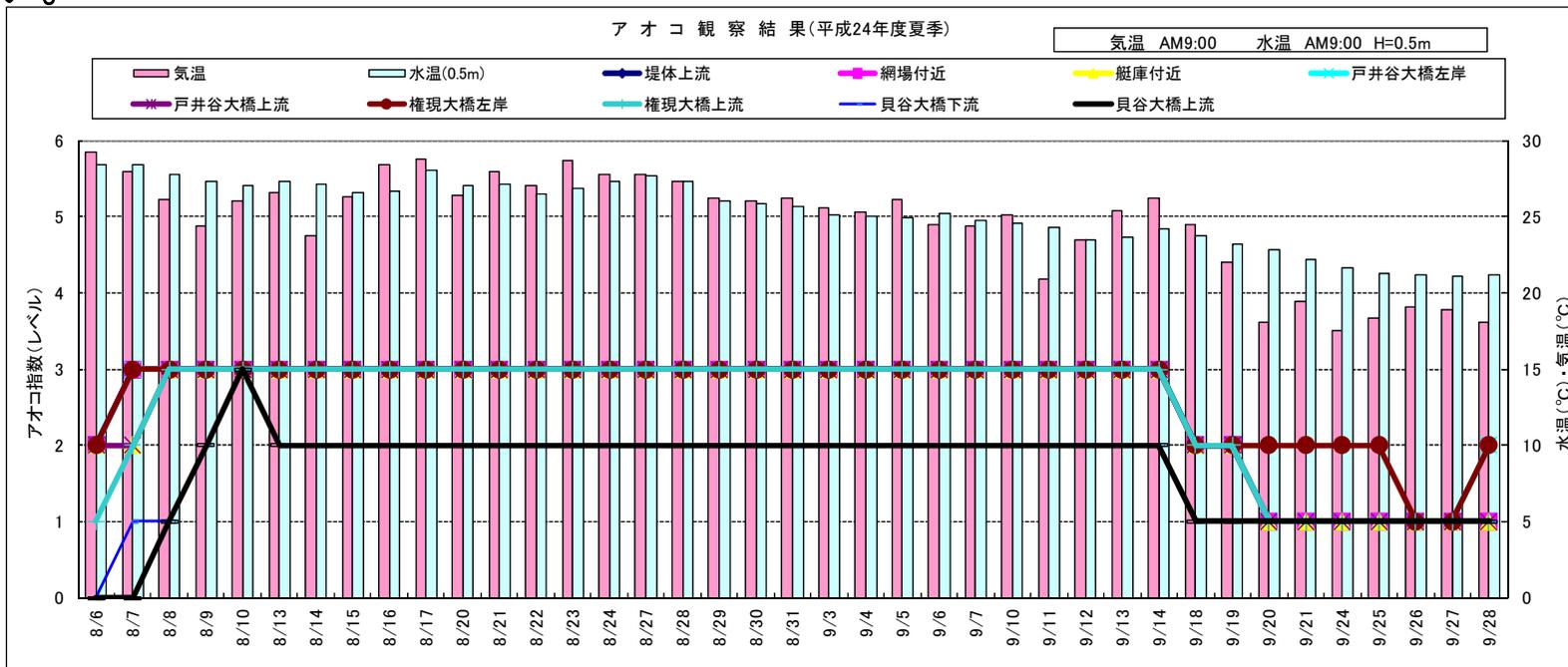
- 凡例  
(見た目レベル)
- ：レベル1
  - ：レベル2
  - ：レベル3
  - ：レベル4
  - ：レベル5
  - ：レベル6

貝谷大橋付近から下流側で  
アオコが湖面に広がる状況  
(レベル3)が確認された。

# 資料－ 8 アオコ発生要因の検討

## アオコ確認状況（平成24年度）

- ・ 気温、水温の高い平成24年8月～9月上旬は、アオコが表面全体に広がり、所々パッチ状になる状況（レベル3）が確認されたが、平成23年度のようなレベル4の状況は確認されていない。



注)アオコ指数(見た目のレベル)について（霞ヶ浦研究会より）

- ・レベル0:アオコの発生は確かめられない。
- ・レベル1:アオコの発生が肉眼で確認できない(ネットで引いたり、白いバットに汲んで良くみると確認できる)。
- ・レベル2:うっすらとすじ状にアオコの発生が認められる(アオコがわずかに水面に散らばり肉眼で確認できる)。
- ・レベル3:アオコが水の表面全体に広がり、所々パッチ状になっている。
- ・レベル4:膜状にアオコが湖面を覆う。
- ・レベル5:厚くマット状にアオコが湖面を覆う。
- ・レベル6:アオコがスカム状(厚く堆積し、表面が白っぽくなったり、紫、青の縞模様になることもある)に湖面を覆い、腐敗臭がする。

## 資料－8 アオコ発生要因の検討

P.5)

### 【2】アオコについて

#### (1) アオコについて

Microcystis (ミクロキスティス)、Aphanizomenon (アファニゾメノン)、Anabaena (アナベナ) といった藍藻類の発生によって水面に緑黄色の膜がはったような状態をアオコとよぶ。

#### (2) アオコが発生しやすい状況

##### アオコが発生しやすい貯水施設の特性

条件	貯水施設の特性	アオコの現象
水理	<ul style="list-style-type: none"><li>・滞留時間が長い。 (ダム貯水施設で5日間程度以上)</li><li>・出水の流入頻度が少ない。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・滞留時間が長いと、アオコが増殖しやすい。</li></ul>
栄養塩 (窒素・リン 濃度、 N/P比)	<ul style="list-style-type: none"><li>・流域からの栄養塩の流入量が多い。(特にリンの濃度)</li><li>・代かき、田植え時期の水田からの排水の流入が多い。</li><li>・生活排水、畜産排水の流入が多い。</li><li>・N/P比*が7~10程度になっている。</li></ul> <p>*湖沼・貯水池の水中における全窒素(T-N)と全リン(T-P)の濃度の比率。</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>・アオコの栄養となる窒素、リンが豊富にあるとアオコが増殖しやすい。</li><li>・藻類は、一般にN/P比7~10程度のとき増殖しやすい</li></ul>
水温	<ul style="list-style-type: none"><li>・貯水施設に日陰がなく、表層水温が温まりやすい。</li><li>・初夏から初秋にかけて、貯水施設内の表層と下層の間に水温(密度)差による層(水温躍層)が生じやすい(これにより上下層の水交換が進まないため高水温になりやすい)。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・アオコの原因藻類は高水温(25℃程度)を好む種が多く、アオコが増殖しやすい。</li></ul>

## 【3】 流入水温の変化について

### (1) 水温縦断変化

- 夏場に志津見ダム貯水池の表層水温が25℃程度まで上昇している。
- 上流の来島ダムでは夏場に表層水温が約30℃に達している。
- また、来島ダム流入河川（神戸川、頓原川）の水温に対して、来島ダム直下では5℃程度高く、温水放流の傾向が見受けられる。

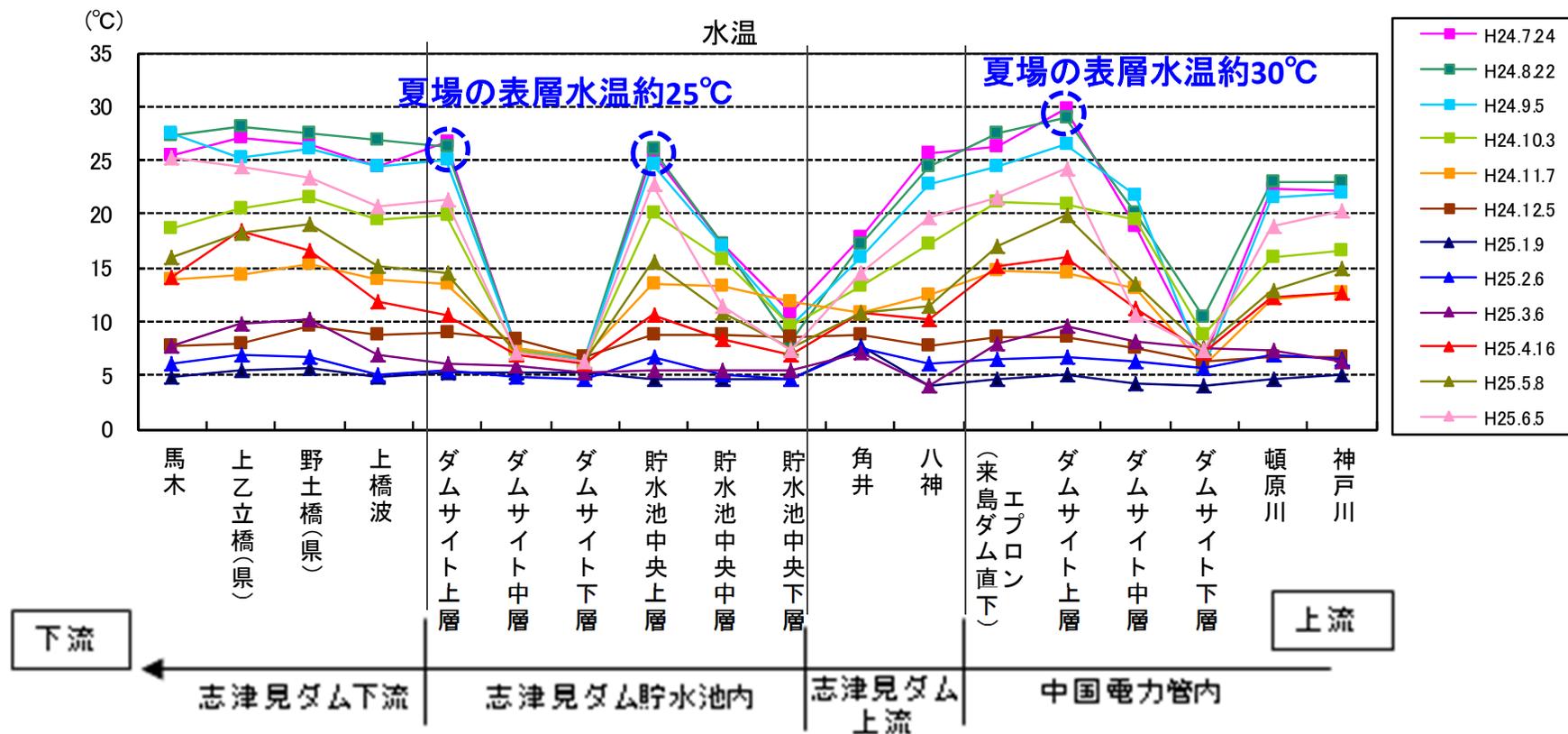


図 水温縦断変化

## 資料－８ アオコ発生要因の検討

P.7)

志津見ダムにおけるアオコの発生要因として考えられる栄養塩類の流入と貯水池の流動に着目し、最近のモニタリングデータを用いて関連性を検討した。また、栄養塩類の流入については、角井川流域の詳細調査も実施し、検討した。

### 【４】栄養塩類の流入に関する検討

#### (１) 流入水量の算出

最近のダム流入量及び八神、角井川の流量観測結果を用いて、ダム流入量から八神、角井川の流量を算出する換算率(0.94：0.06＝約15：1)を算出し、平成21～24年度の水質調査日の八神、角井川の流量を算出した。

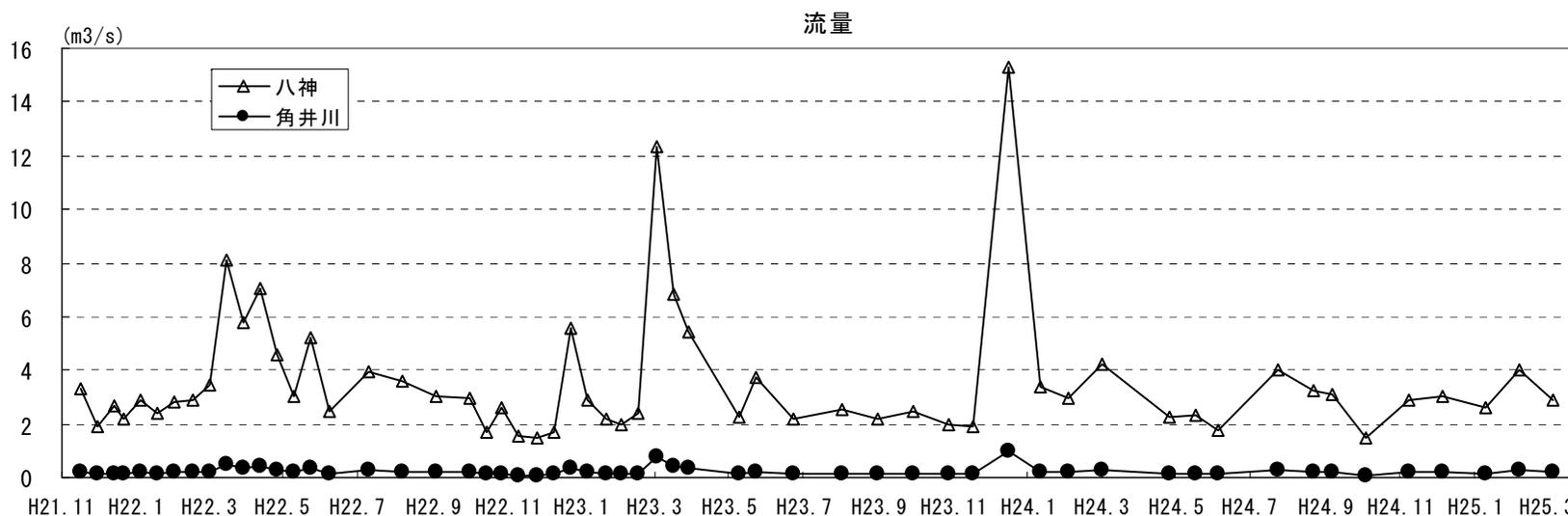


図 水質調査日の八神及び角井川の流量の推計値

## (2) 窒素、リンの推移

過去から継続して調査データが存在するT-N、NO3-N、T-P、PO4-Pについて、5地点(八神、角井川、来島ダム上流の神戸川、頓原川及び来島ダム直下)の推移を整理した。

なお、来島ダム上流の神戸川、頓原川及び来島ダム直下については、平成24年7月以降の調査データについて整理した。

志津見ダムの流入河川である八神地点の窒素及びリンの濃度は来島ダム上流の神戸川や頓原川及び来島ダム直下と同程度である。

志津見ダム上流の支川である角井川は本川と比べて、窒素及びリンの濃度が高くなっている。

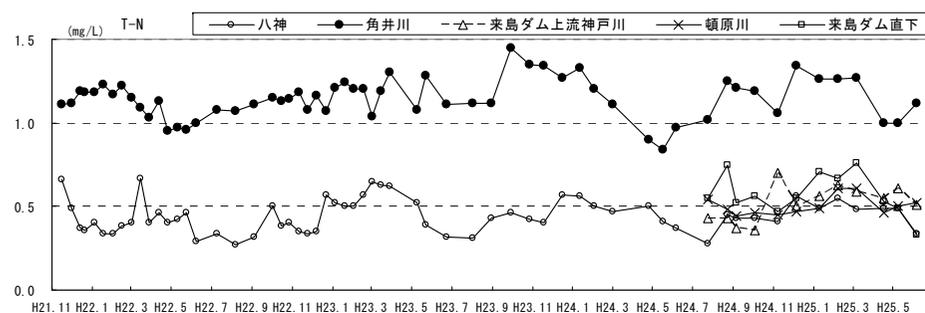


図 八神、角井川のT-Nの推移

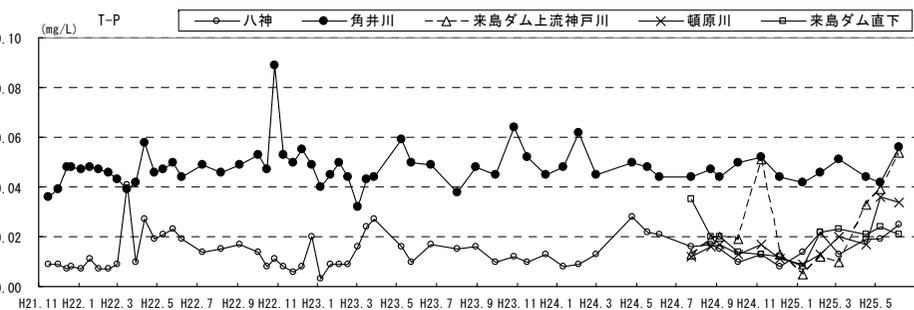


図 八神、角井川のT-Pの推移

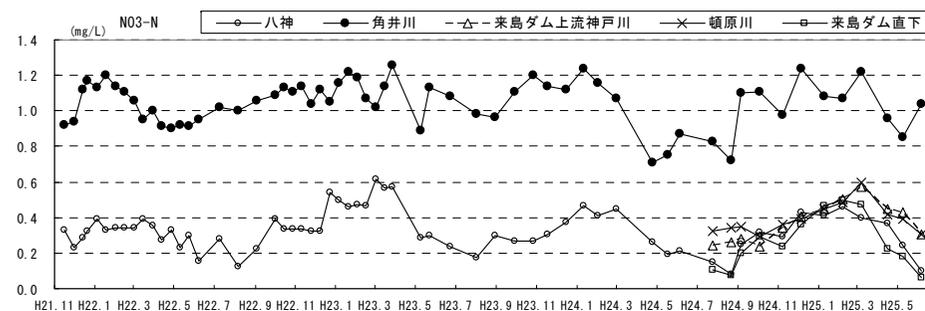


図 八神、角井川のNO3-Nの推移

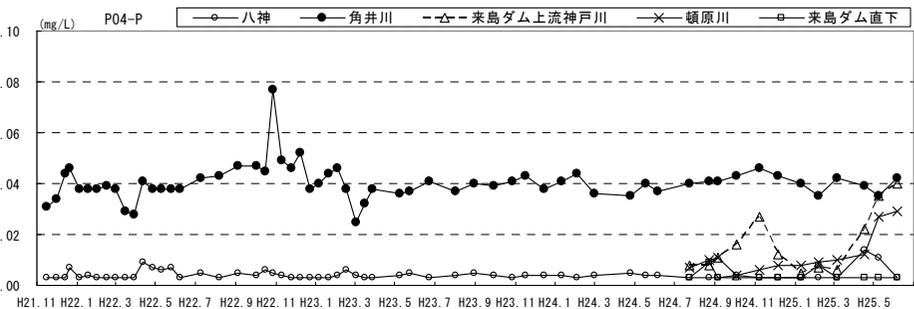


図 八神、角井川のPO4-Pの推移

## 資料－ 8 アオコ発生要因の検討

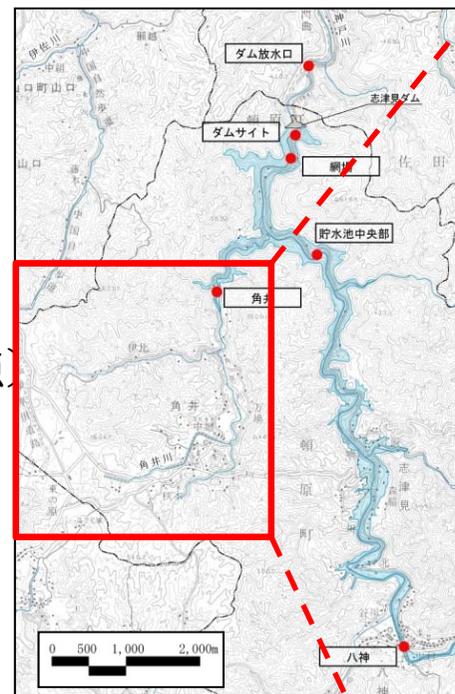
P.9)

### 【4】 角井川における窒素、リンの発生原因について

#### (1) 角井川の詳細調査の実施

角井川の窒素、リンの濃度が高い原因を把握するため、平成24年12月より角井川の流域の主な支流において水質調査を実施している。また、平成25年6月に発生源を把握するための調査を実施している。

- 角井川(定期水質調査地点)
- 角井川No.1
  - ・ 角井No.1 右岸
  - ・ 角井No.1-2 左岸
- 三田川No.2
- 角井川No.3
- 伊比川No.4



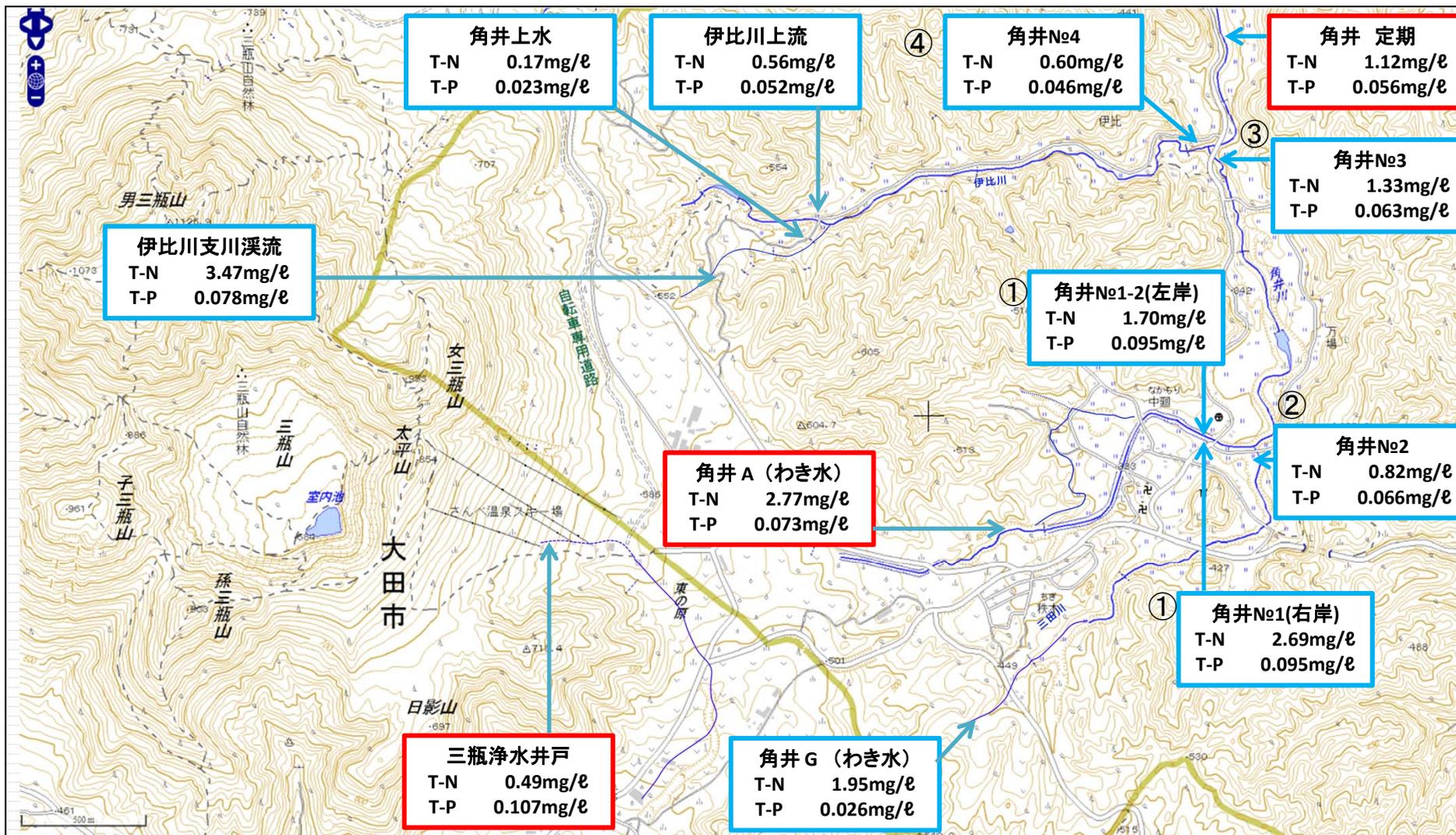
角井川No.1では、河道内を流下する河川水が左右岸で分かれているため、2地点 (No.1 右岸、No.1-2 左岸) で、それぞれ採水・流量観測を実施している。

# 資料－ 8 アオコ発生要因の検討

## 【4】 角井川における窒素、リンの発生原因について

### (1) 角井川の詳細調査の実施

平成25年6月に発生源を把握するための詳細調査を実施している。角井川の源流である三瓶山麓の地下水のT-P濃度が高く、地質的な影響が考えられる。



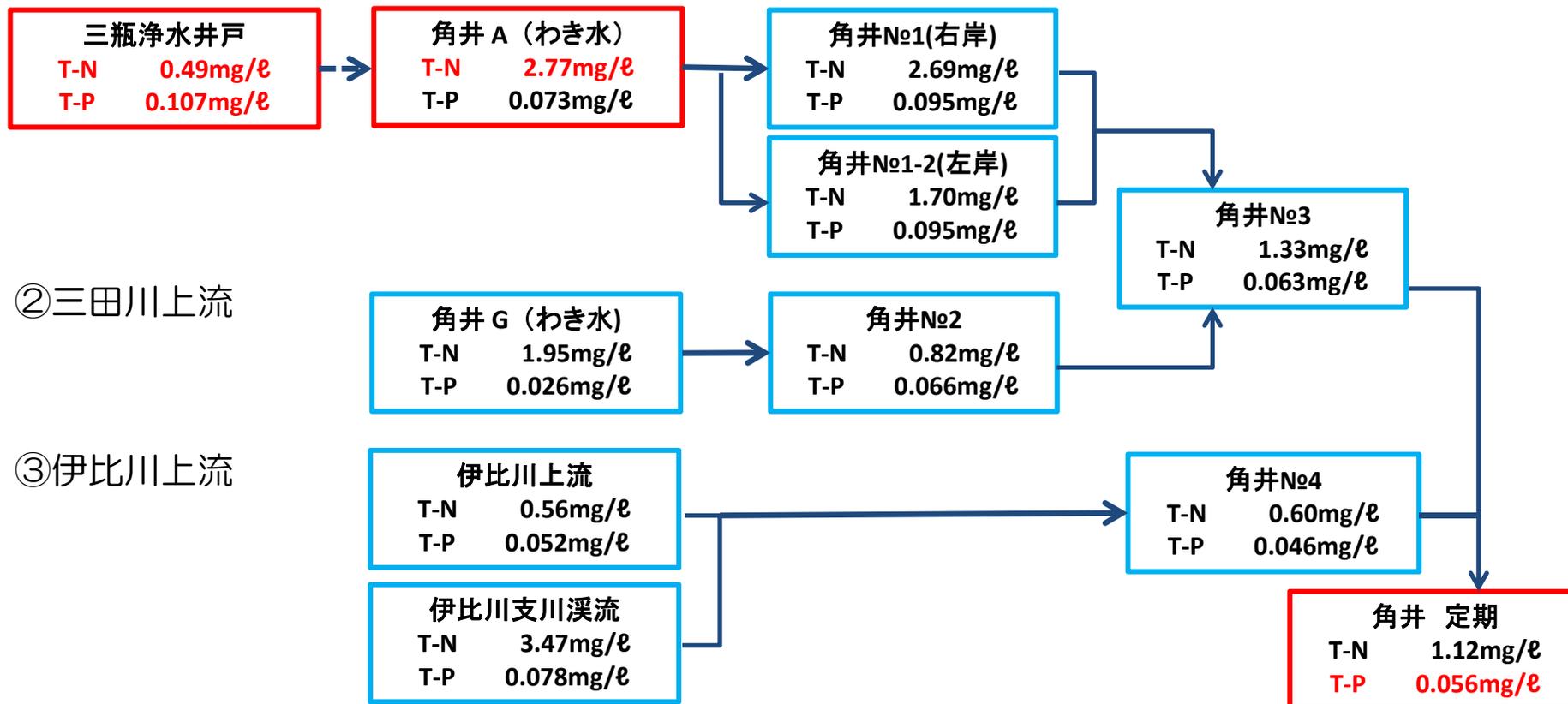
# 資料－ 8 アオコ発生要因の検討

## 【4】 角井川における窒素、リンの発生原因について

### (1) 角井川の詳細調査の実施

平成25年6月に発生源を把握するための詳細調査を実施している。結果を以下に示す。角井川の源流である三瓶山麓の地下水のT-P濃度が高く、地質的な影響が考えられる。

#### ①角井川上流

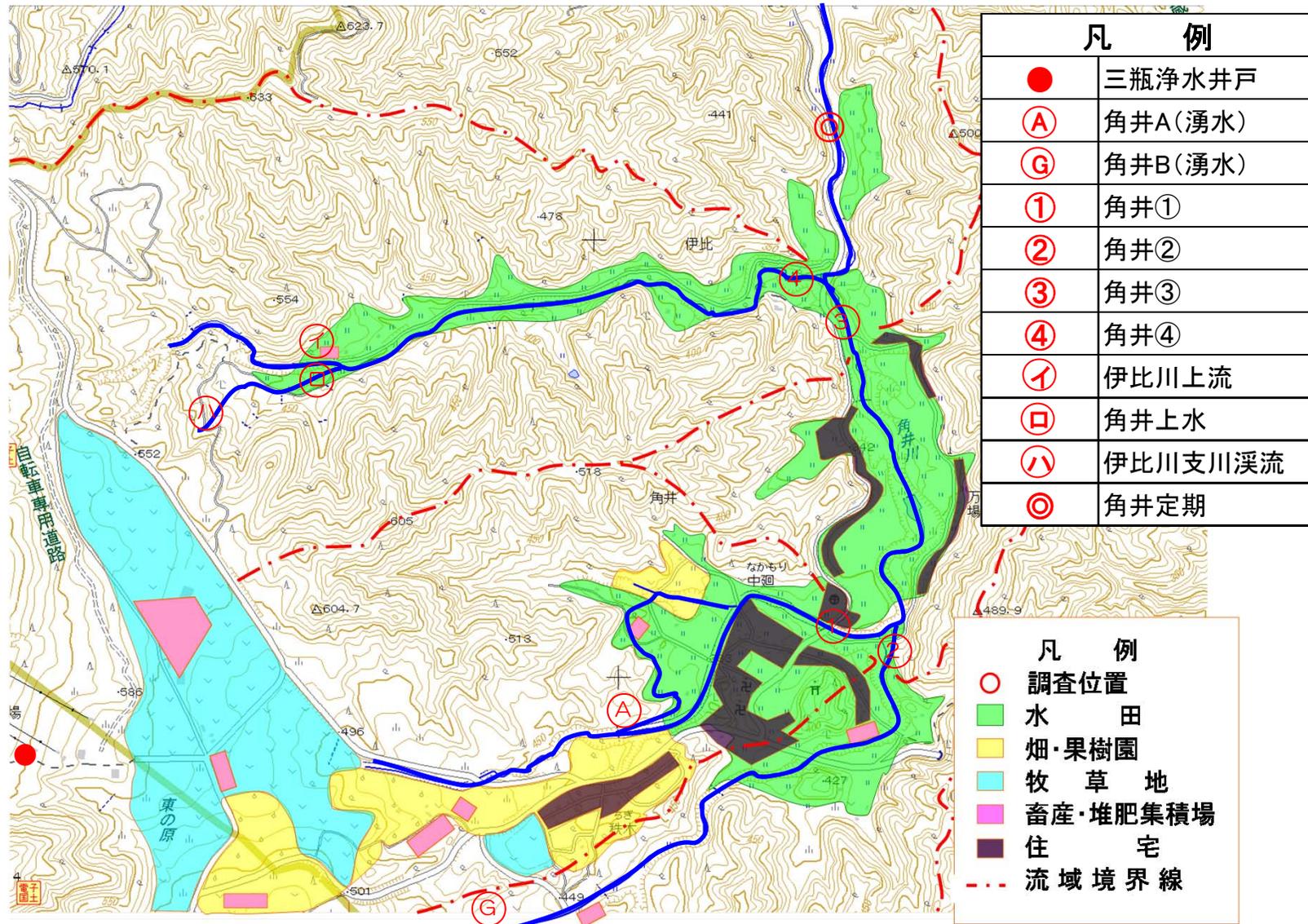


※富栄養化の下限の目安  
T-N : 0.20mg/L、T-P : 0.02mg/L



# 資料－8 アオコ発生要因の検討

## 【4】角井川における窒素、リンの発生原因について (2) 土地利用状況



# 資料－8 アオコ発生要因の検討

## 三瓶山の地質と水質の関わり

【PO4-P】

- 角井川的主要な支流の水質調査結果によると、地点による濃度差はあるが、どの調査地点もPO4-Pの季節変化は小さいことから、地質的な影響を受けていると考えられる。
- 三瓶山はこれまでに7回の活動時期があったことが知られている(※)。長い年月の間に、三瓶山麓には草地等(有機物)と火山性堆積物が互層構造に堆積しており、こうした堆積物中のリンが流出していると考えられる。
- 表層地質と渓流水の溶存無機態リンの関係を調査した結果によると、火成岩地域の渓流水中の溶存無機態リンは、安山岩>花崗岩>流紋岩の順に濃度が高い(＃)。三瓶山周辺の地質は安山岩質が分布しており、地質的にリン濃度が高い地域であると考えられる。



凡 例	
●	三瓶浄水井戸
Ⓐ	角井A(湧水)
Ⓒ	角井B(湧水)
①	角井①
②	角井②
③	角井③
④	角井④
⊙	角井定期

(※)資料出典：公益財団法人しまね自然と環境財団「島根県立三瓶自然館サヒメル」  
 (＃)資料出典財団法人電力中央研究所報告「わが国における渓流水のリン濃度の実態とその規定要因」H18.6  
 表層地質図(三瓶山)の一部複写：国土交通省 国土政策局 国土情報課

## 【5】貯水池流動等に関する検討

### (1) 表層水の滞留日数

平成23年及び平成24年のアオコ最盛期（8～9月）の志津見ダムの表層水の滞留日数を試算すると、平成23年は8日以上、平成24年は4日以上の滞留日数であった。

平成24年の滞留日数は平成23年と比較すると少なく、アオコ発生レベルが平成23年よりも上昇しなかった要因の一つとして考えられる。

平成25年8月は表層水の滞留時間が1日以下であった。なお、9月16日時点ではアオコは発生していない。

表 アオコ最盛期の表層水の滞留日数および水温

調査日	表層水の容量	放流量	滞留日数	ダムサイト
	×1,000(m <sup>3</sup> )			上層水温
		(m <sup>3</sup> /s)	(日)	(°C)
H23.8.2	1,720	2.39	8.3	25.8
H23.9.29	2,270	3.00	8.8	19.8
H24.8.22	2,097	4.23	5.7	26.6
H24.9.5	1,289	3.62	4.1	25.1
H25.8 平均	310	10.36	0.3	24.4 (H25.8.7)

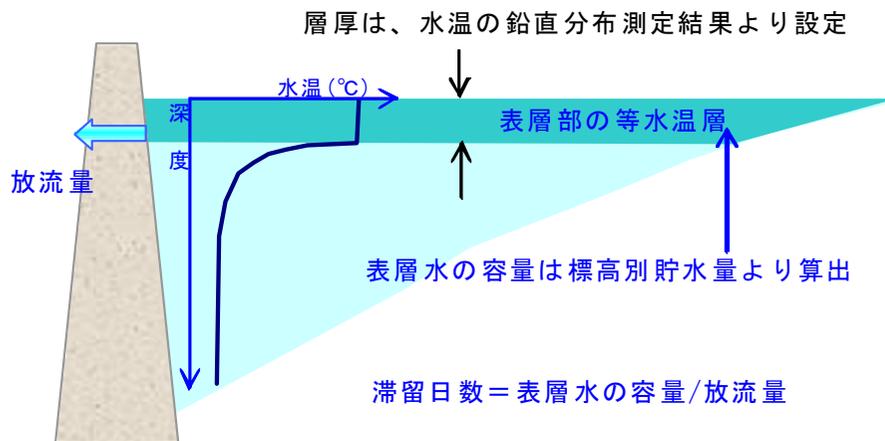


図 表層部の容量と滞留日数の試算方法

※表層水の滞留日数

流入水温、放流水温（取水位置）、貯水池水温鉛直分布より、成層期は、表層水の入れ替わりが多いため、表層水の滞留日数として試算した。

## 【5】まとめ

### 1. アオコ発生状況について

- 志津見ダム運用後の平成23、24年、来島ダムでは平成22、24年にアオコが確認されている。志津見ダムでは、平成23年は8月26日～10月31日の間でレベル1以上のアオコ発生を確認し、平成24年は8月6日～9月28日の間でレベル1以上のアオコ発生を確認した。
- 志津見ダムでは、神戸川本川流入部及び、角井川合流部からダムサイトでアオコが発生しており、角井川合流部付近からダムサイトにおけるアオコの見た目レベルが高くなっている。

### 2. 水温について

- 志津見ダム貯水池、来島ダム貯水池の表層水温は、アオコが増殖しやすいと言われている水温25℃に対し、夏季（平成24年7～9月）に25℃程度以上まで上昇している。

### 3. 栄養塩類について

#### (1) 栄養塩類の濃度について

- 窒素については富栄養化の目安（0.2mg/L）を来島ダムに流入する神戸川、頓原川、志津見ダムに流入する神戸川、角井川において超えている。
- リンについては富栄養化の目安（0.02mg/L）程度の濃度が、来島ダムに流入する神戸川、頓原川、志津見ダムに流入する神戸川での値となっている。なお、角井川においては富栄養化の目安を超えている。

#### (2) 角井川流域の詳細調査結果について

##### ① 窒素について

- T-N濃度は、三瓶浄水井戸0.49mg/Lに対して、角井川上流端（角井A湧水）2.77mg/L、角井川定期調査地点1.12mg/Lと増加している。
- 角井川上流端の濃度が上昇している原因は、角井川周辺の土地利用状況から肥料等の影響が考えられる。

## 資料－８ アオコ発生要因の検討

P.16)

### ②リンについて

- T-P濃度は、三瓶浄水井戸0.107mg/Lに対して、角井川上流端（角井A湧水）0.073mg/L、角井川定期調査地点0.056mg/Lと減少している。
- 三瓶浄水井戸の濃度が高い原因は、地質的な影響（自然由来）と考えられる。

### 4. 貯水池流動について

- 平成23年のアオコ発生時の志津見ダム表層水の滞留時間は8日程度、平成24年は5日程度と試算され、アオコが増殖しやすいと言われている滞留時間（5日）以上となっている。
- 平成25年の表層水の滞留時間は、来島ダムからの常時2m<sup>3</sup>/s放流、降雨の影響によりアオコが増殖しやすいと言われている滞留時間（5日）に対して、1日以下と試算され、9月16日時点で志津見ダムにおいてアオコの発生は確認されていない。

### 5. まとめ

- 志津見ダムにおけるアオコ発生の変因として、以下の4つが考えられる。
  - ①夏には貯水池の表層水温が25℃程度に達する。
  - ②栄養塩類の濃度が神戸川流入部において高く、特に角井川では神戸川に比べ高くなっている。
  - ③角井川において窒素が高い原因は肥料等による影響、リンが高い原因は地質的な影響と考えられる。
  - ④貯水池表層水の滞留時間が5日程度以上である。
- これらの変因により、平成23、24年にアオコが発生しやすい環境にあったと考えられる。
- なお、栄養塩類の濃度が高い角井川の合流部付近からダムサイトにおけるアオコの見た目レベルが高くなっている。
- 平成23、24年には志津見ダムにおいてアオコが確認されているが、平成25年は滞留時間が1日以下と短かくアオコが確認されていないことから、志津見ダム上流域における流入負荷、来島ダムからの常時2m<sup>3</sup>/s放流、降雨の影響等、アオコ発生の変因を引き続き検討することが望まれる。