

# 秘かに進行する川の温暖化とその影響

九州大学

小松利光

筑後川と赤谷川の合流部

# 最も暑かった今年の夏

## 6～8月気温 平年より2.36度高く

気象庁は1日、今年の夏(6～8月)の全国の平均気温は平年より2.36度高く、統計のある1898年以降で最も暑かったと発表した。これまで最高だった2024年と23年のプラス1.76度を大幅に超えた。気象庁の担当者は「130年近い統計データのなかで断トツだ。この夏の高温は異常だった」と話した。

気象庁は温暖化の影響を把握するために、過去30年間(1991～2020年)の平均気温を基準に、各月や季節ごとの差を比べている。

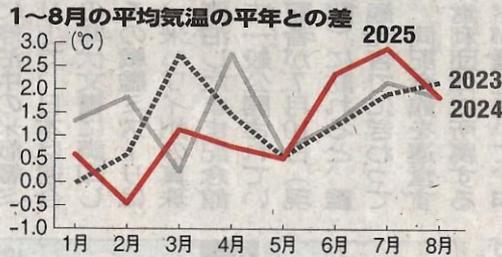
気象庁によると、日本の上空ではこの夏を通して偏西風が北寄りに流れ、列島は南からの暖かい空気に覆われた。加えて、大陸からのチベット高気圧と、海からの太平洋高気圧が勢力を強め、晴れて気温が上がった。40度以上は全国25地点で観測された。全国91



### 干上がるダム湖

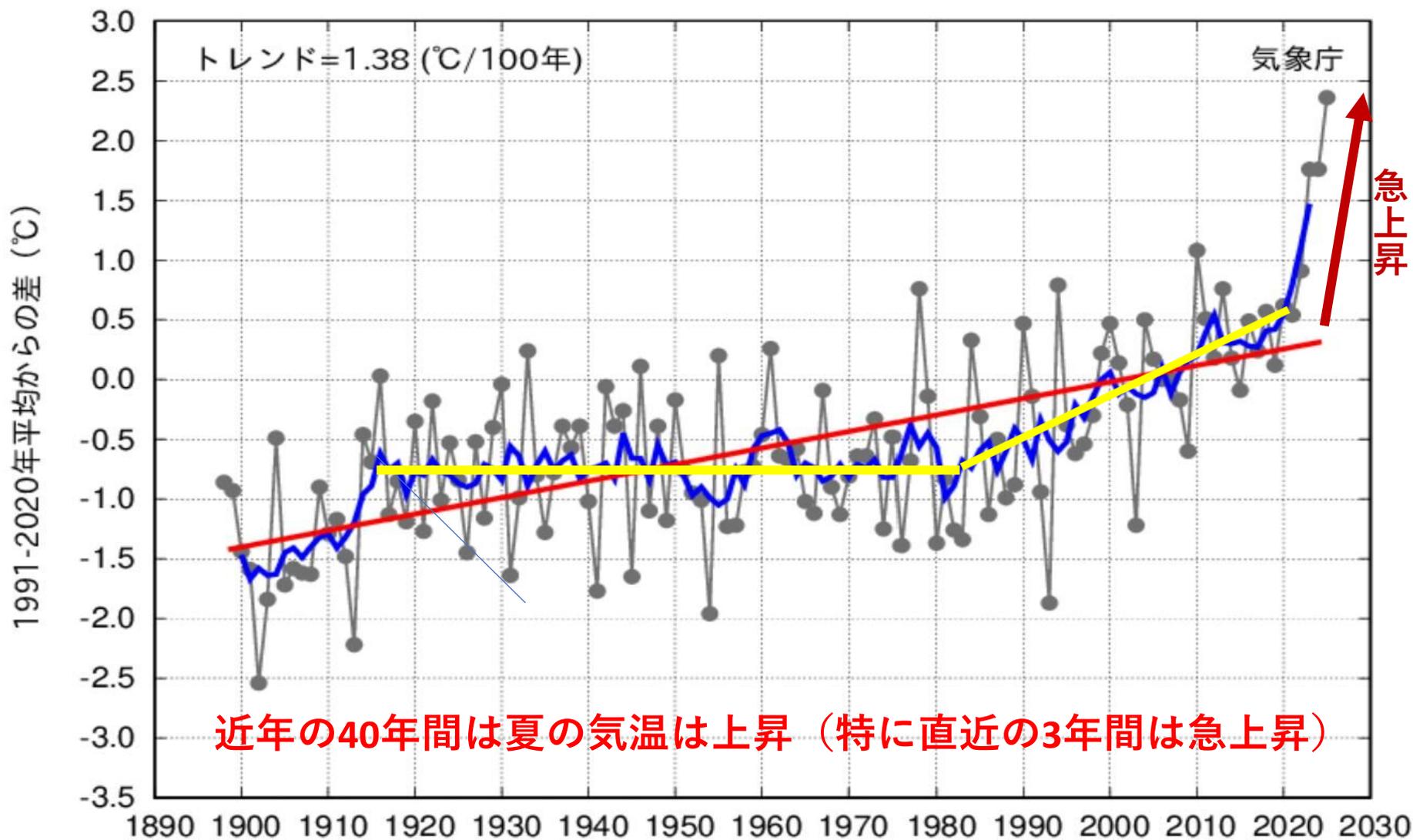
8月下旬、宮城県栗原市の花山ダムでは、極端な少雨でダム湖の半分ほどが干上がった。雑草に覆われた湖底で、ポケモンのキャラクター「ラプラス」の足こぎボートが行き場を失っていた。

宮城県北部は6～8月にまとまった雨が降らず、ダムの貯水率も低い状況が続く。花山ダムは17%(9月1日現在)で、直近10年の平均貯水率85%をはるかに下回っている。(ドローンで友永翔大撮影)



# 日本の夏平均気温偏差

(出典：気象庁 HP, 著者が追記)



細線 (黒)：各年の平均気温の基準値からの偏差、太線 (青)：偏差の5年移動平均値、直線 (赤)：長期変化傾向。  
基準値は1991~2020年の30年平均値。



2024.7.15  
朝日新聞

このように海の温暖化についてはかなり注目されているが、川の温暖化については殆ど関心を持たれていない



しかしながら生物の逃げ場がないため、**閉鎖性内湾や川の温暖化の方が海と較べて余程深刻で危機的な状況**

# 熱波 あえぐ海



## サケ 漁期前倒し ウニ 赤潮で大量死

海が熱くなっている。すでに漁業などに影響が出始めている現場がある。陸側でも自然災害などのリスクが高まっている。

### 水温 最高更新続く

北海道根室市の歯舞漁港では4月3日サケ・マス（ウニ）の流し網漁船9隻が沖合に向けて一斉に出漁した。今年は一斉に出漁し年より1週間前倒しする

海水温の上昇を受けて出漁を前倒したサケ・マスの流し網漁船4月3日、北海道根室市の歯舞漁港、山本智之撮影

## 陸にも影響 豪雨・台風に警戒を

異例の対応がとられた。漁は日本の2000㌧水域で行われ、シロサケやカラフトマス、ヘニザケを狙う。「太平洋小型さけ・ます漁業協会」（札幌市）の中島和彦専務理事は「海水温が上昇した影響で、近年は漁期の終盤になると、ほとんどサケ・マスがとれなくなっていた」と話す。北海道の東側に広がる海域では今年、過去にならぬほど高温が年々から続く。気象庁の約10日ごとの観測値は、大半が43年の観測史上で過去最高を更新し続けている。

同海域の半年分の観測データを分析すると、平年値とされる1991〜2020年の平均表面水温より2.38度高かった。1年間の平均を見ても、今年をのぞいて最も高温だったのは23年で、2番目に高温だったのは22年。異常な高温は近年に集中している。こうした漁場環境の異変を招く原因として指摘されるのが、統計的にまねない高い海水温が5日以上続く現象「海洋熱波」だ。北海道東部沖と三陸沖は、発生が特に目立つ海域として知られる。黒

潮の北上現象の影響で、冷たい親潮の南下が妨げられ、海洋熱波が発生しやすくなっている。21年秋には、北海道東部の沿岸で「国内史上最悪」の赤潮被害が発生。ウニやサケ、タコなどが

良心的な価格にて  
刀買取  
いたします

4月15日  
www.sokendo.jp

会館ホテル店、季節ホテル本館地下1階  
会館ビル 有休 休館時間 10時〜19時  
TEL:03-3495-8080

# 『秘かに進む川の温暖化』

## 長良川での『「環境DNA（アユの生息量の推定）」と多点同時水温計測』を用いた岐阜大原田守啓准教授等の大がかりな研究

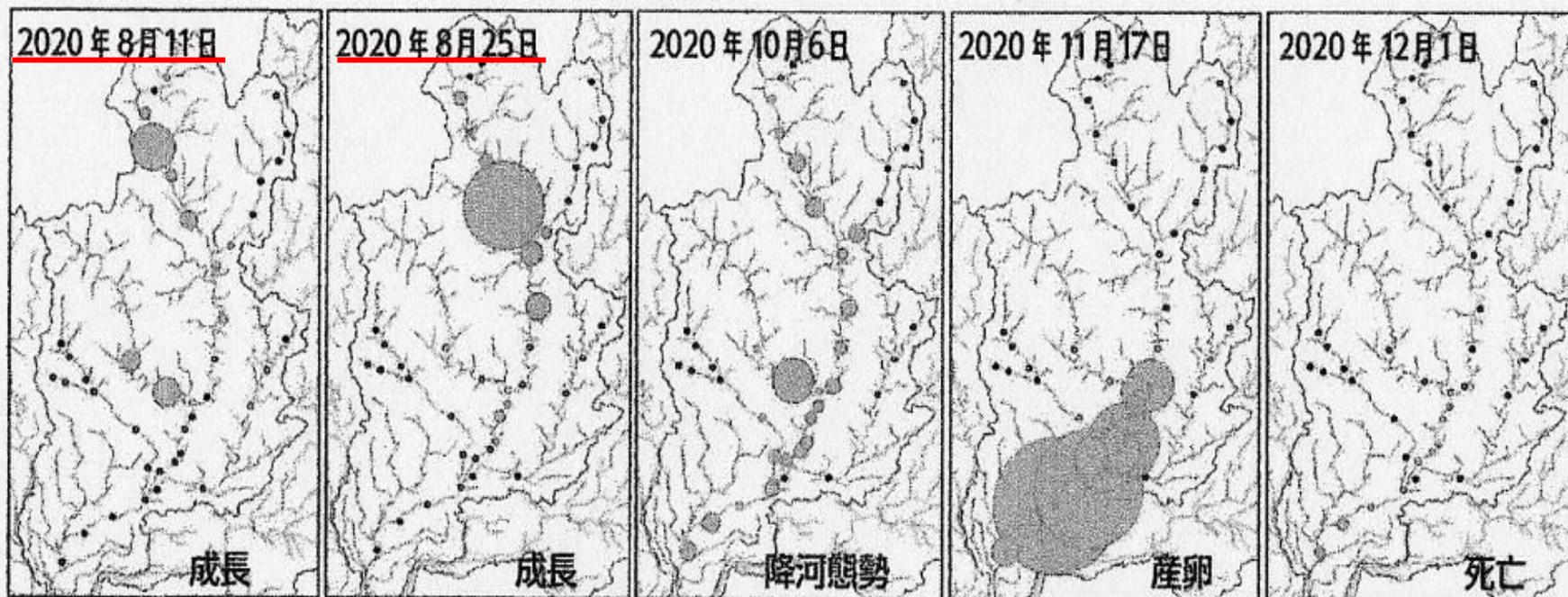
### 高水温とアユの「土用隠れ」、「スーパー土用隠れ」

- ・ **土用隠れ**：真夏の日中、水温が上昇してアユにとっての好適な水温を上回ると、瀬にいたアユが友釣りの罔アユを追わなくなり、淵に潜むなどして釣れなくなる。しかし夕方になれば再び釣れるようになる。
- ・ **スーパー土用隠れ**（原田らが近年命名）：**水温が高過ぎて、河川のある区間から丸々アユがいなくなる状態。**
- ・ アユが良好に成長できる**水温の上限は25℃**とされている。一方、2018.8の長良川の水温は岐阜市内で日中、**30℃近くに達し、温水プール**のようであった。
- ・ また洪水との関係性を分析した結果、アユは大雨による洪水時は**洪水の影響が少ない区間**に集まっていた。



調査地点  
(環境DNA採取&水温観測)

# 2020年夏季から秋季にかけての長良川におけるアユの環境DNA濃度分布



●アユDNA量 (アユ生息密度の目安)

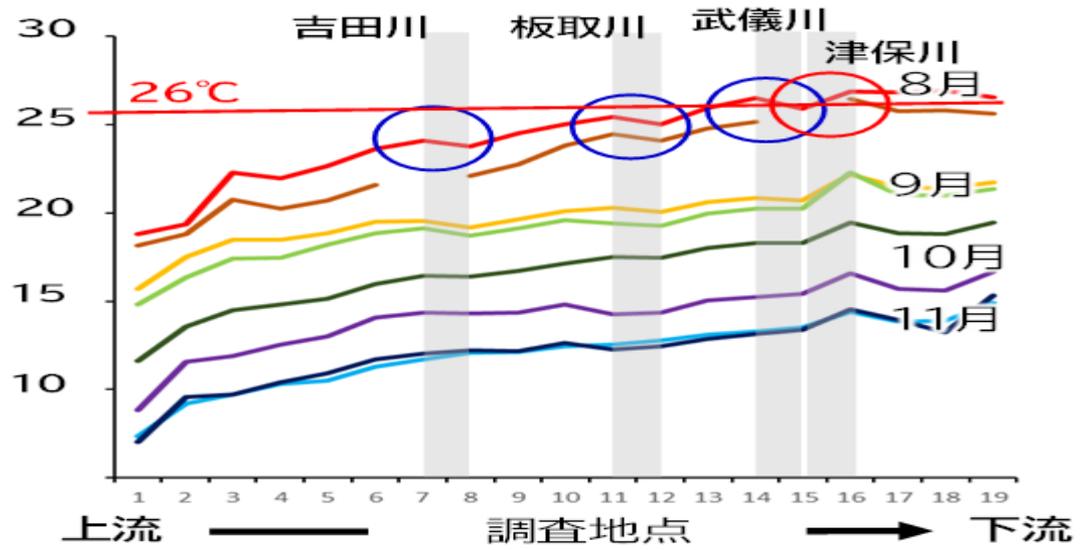
- ・8月11、25日→本川上流域, 板取川, 支川合流の下流に偏って分布
- ・10月6日 → 本川全体に分布 (降河態勢)
- ・11月17日 → 本川下流に集中分布 (産卵モード)
- ・12月1日 → 産卵を終えて死亡 (越冬個体は少し残る)

→ **スーパー土用隠れ**

↓  
**アユは高水温を嫌う**

- ・**真夏の湯水時**に岐阜市から関市の広い区間に亘って**スーパー土用隠れ**が発生していた。
- ・また川の温暖化により**秋の産卵降河が遅れた**。
- ・アユは移動能力が高い魚で、**長良川流域全体をダイナミックに動き回っている**。
- ・生き物が自由に移動できる状態を保全・改善することは、水温を上昇させる**温暖化の影響に対する適応策**としても機能するのではないか → **川の連続性が大事**

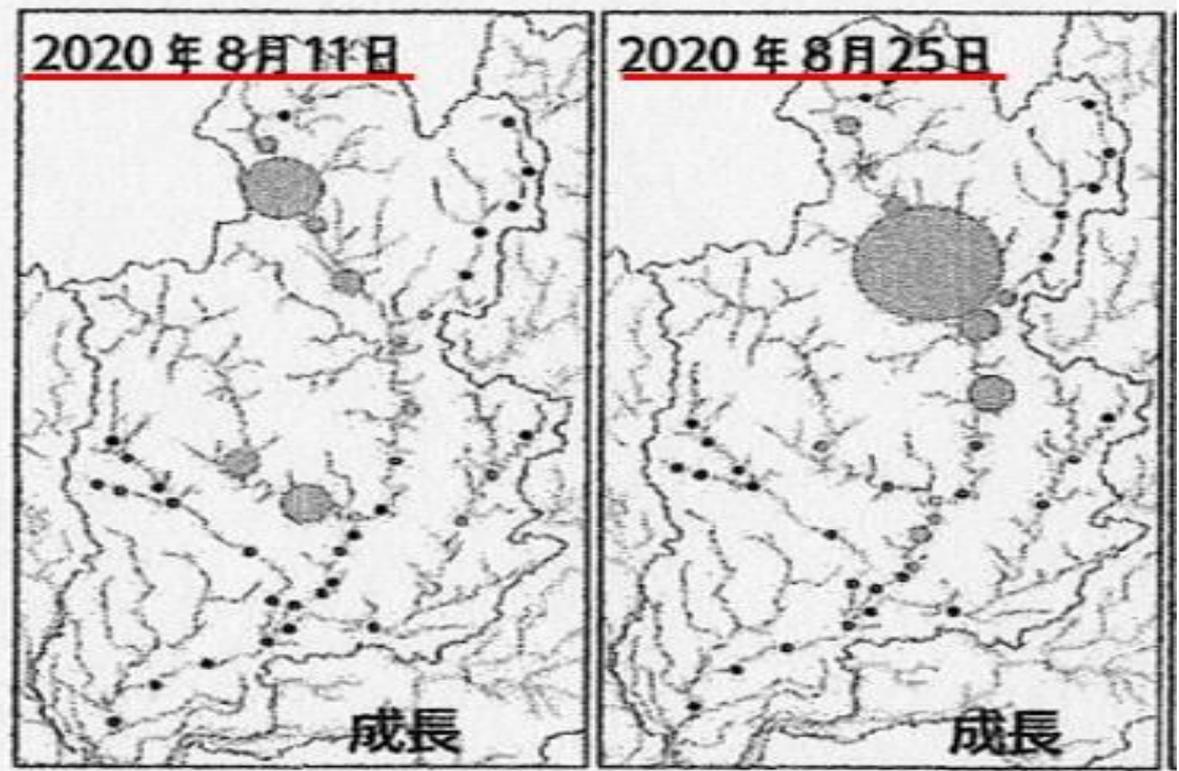
日平均水温(°C)



8月中は本川の中・下流部の日平均水温は25°C付近からそれ以上となっておりアユは高水温を嫌って本川上流域・板取川・支川合流点の下流部等に避難している。

進行中の川の温暖化  
→ アユの生息を脅かしている

(環境DNA採取&水温観測点)



では筑後川ではどうなのか？



久留米大橋直下の筑後川



**筑後大堰**  
流域面積=2,315km<sup>2</sup>  
河口から23km

**久留米大橋**

**筑後川流域の概要**  
幹川流路延長: 143km  
流域面積: 2,860km<sup>2</sup>  
流域内市町村: 15市12町1村

**夜明ダム (上・中流の境界)**

**大山川堰**

**中・下流の境界**

**松原ダム**



出典) 筑後大堰流域面積、河口からの位置: 筑後大堰パンフレットより

**筑後川流域 (筑後大堰・久留米大橋・夜明ダム・大山川堰の地点)**

# 筑後大堰



筑後川の河口から 23 kmの 地点



満潮のときの階段式魚道



干潮のときの階段式魚道

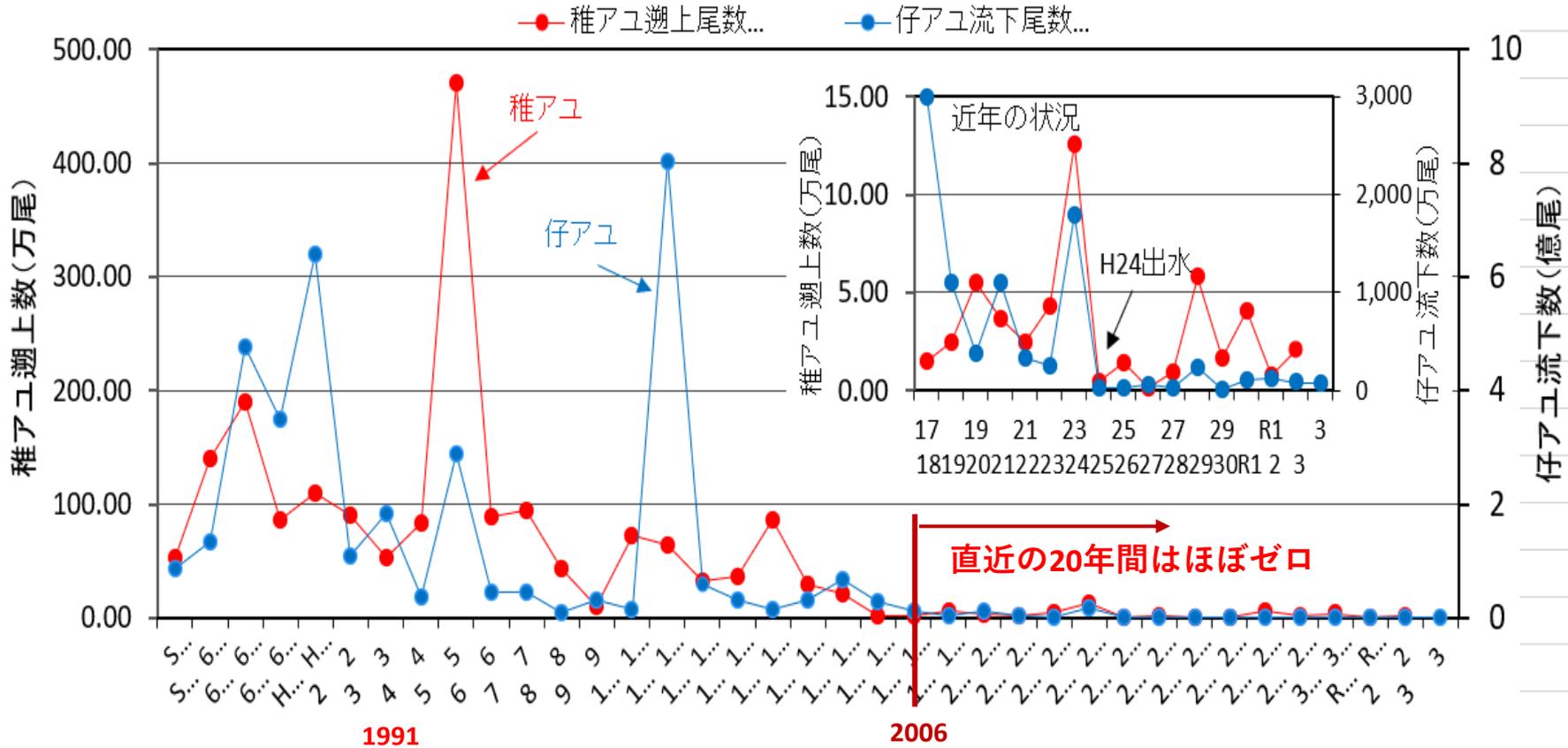


階段式魚道の構造

## 筑後大堰の魚道 (アユやカニの遡上・流下を観測)

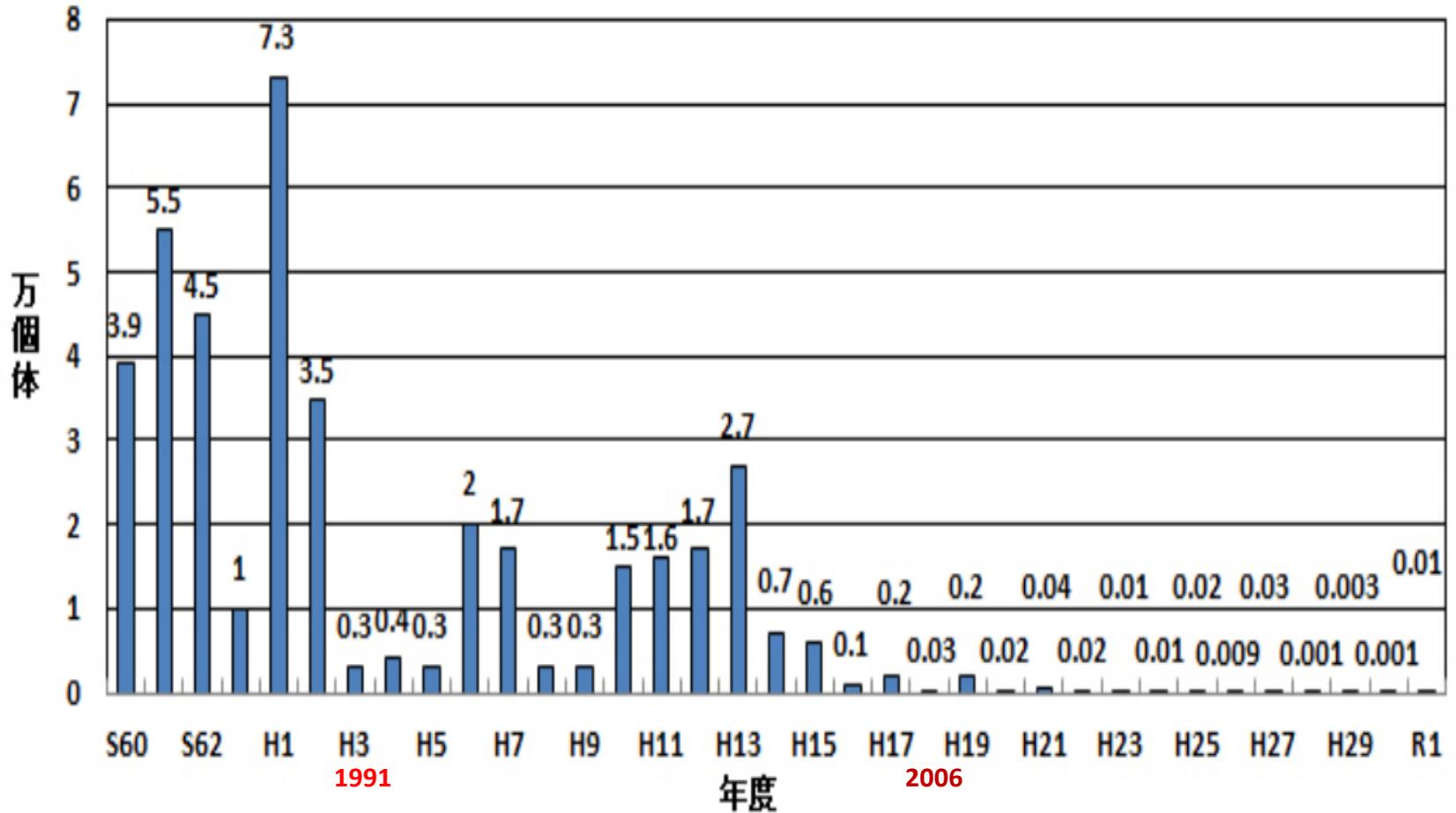
# 稚アユの遡上尾数 & 仔アユの流下尾数

(資料提供：水資源機構筑後川局)



アユの産卵期は9～12月で、産卵は河川下流域の瀬で行われる。卵は2週間程度で孵化し、仔アユは直ちに海～アユの保育場となる場所～へと流下する。海にたどり着いた仔アユは、沿岸域（水深10mまでの浅海域を主な生息場としている）で動物プランクトンを食べて成長する。春、川の水温が8～10℃を上回るようになると、稚アユは海から川へと遡上を始める。活発な遡上が行われるのは14～17℃程度で、20℃を超えると遡上期も終盤となる。

### 稚ガニ遡上経年変化



(資料提供：水資源機構筑後川局)

## 稚ガニ遡上の観測結果

(稚アユ・仔アユとほぼ同様の結果で直近の20年間はほぼゼロ)

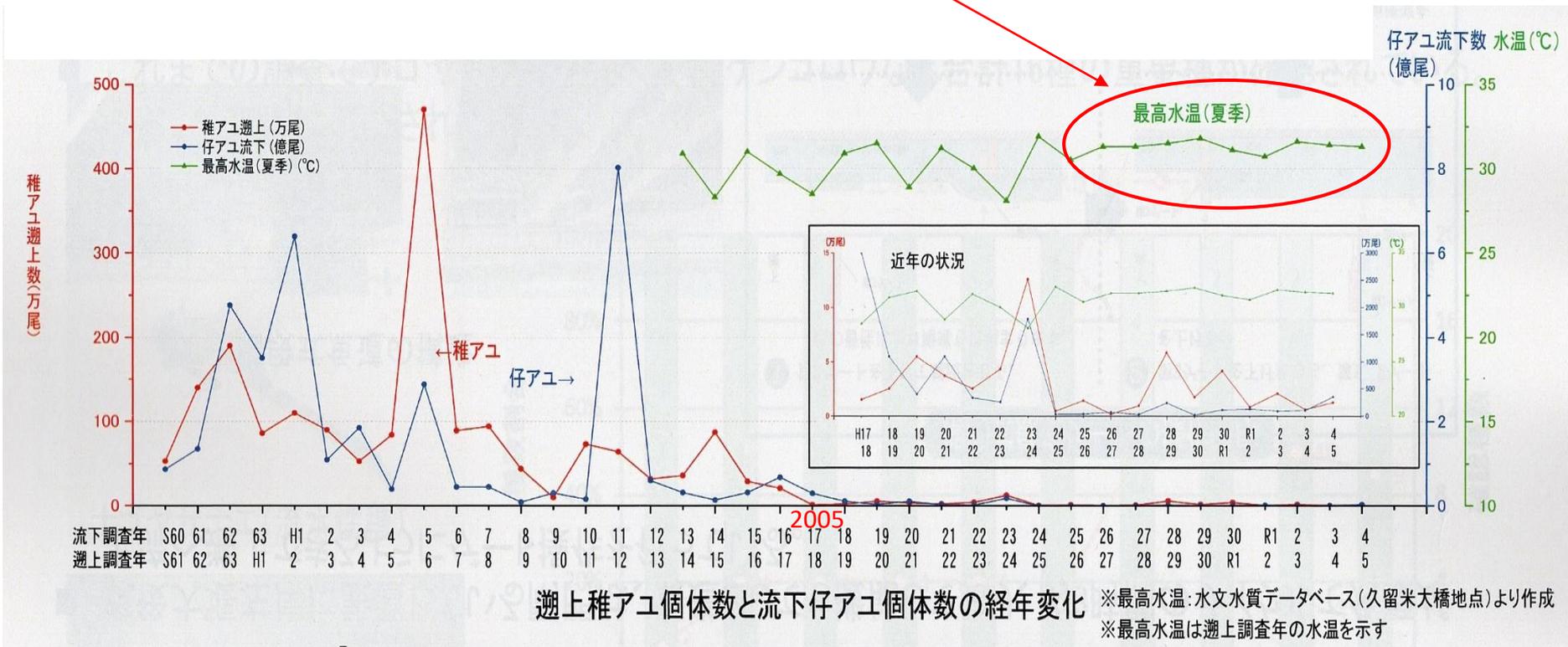
2005年頃から現在に至る直近の20年間は  
筑後大堰における稚アユや稚ガニの遡上も  
仔アユの流下もほぼゼロで壊滅状態となっ  
ている。



これは何が原因なのか？

# 稚アユ、仔アユの筑後大堰通過数と夏季最高水温の変遷

夏季の最高水温は30℃を超えて31℃～32℃に達する



現在は壊滅状態だが、20～25年程前までは仔アユの降下・稚アユの遡上が活発に行われていた

# 奄美大島のリュウキュウアユも減少 (2025.1.7の西日本新聞夕刊)



前年の1/3

# びわ湖 アユの稚魚「氷魚」が不漁も春以降は回復か

12月18日 17時27分



今月（12月）漁が解禁されたアユの漁獲量が、12月を解禁日とした平成21年以降、最も少なくなっていることが分かりました。県は、「猛暑によって産卵数が減少したほか、産卵のピークも遅れ、大きく育っていないことなどが原因とみられる」としています。

びわ湖では平成21年以降、12月から漁が解禁されていて、この時期は「氷魚」と呼ばれる体長3センチから6センチほどのアユの稚魚がとれます。

県はこのアユの漁獲状況について、18日会見し、この日までの漁獲量は4.3トンと、平成21年以降で最も少なくなっていることを明らかにしました。

原因について県は、▼夏の猛暑によってあゆが産卵する9月に入っても川の水温が下がらず産卵数が減少したほか、▼産卵のピークも遅れ、網にかかるほど大きく育っていないことなどを上げています。



**筑後大堰**  
流域面積=2,315km<sup>2</sup>  
河口から23km

**久留米大橋**

**筑後川流域の概要**  
幹川流路延長: 143km  
流域面積: 2,860km<sup>2</sup>  
流域内市町村: 15市12町1村

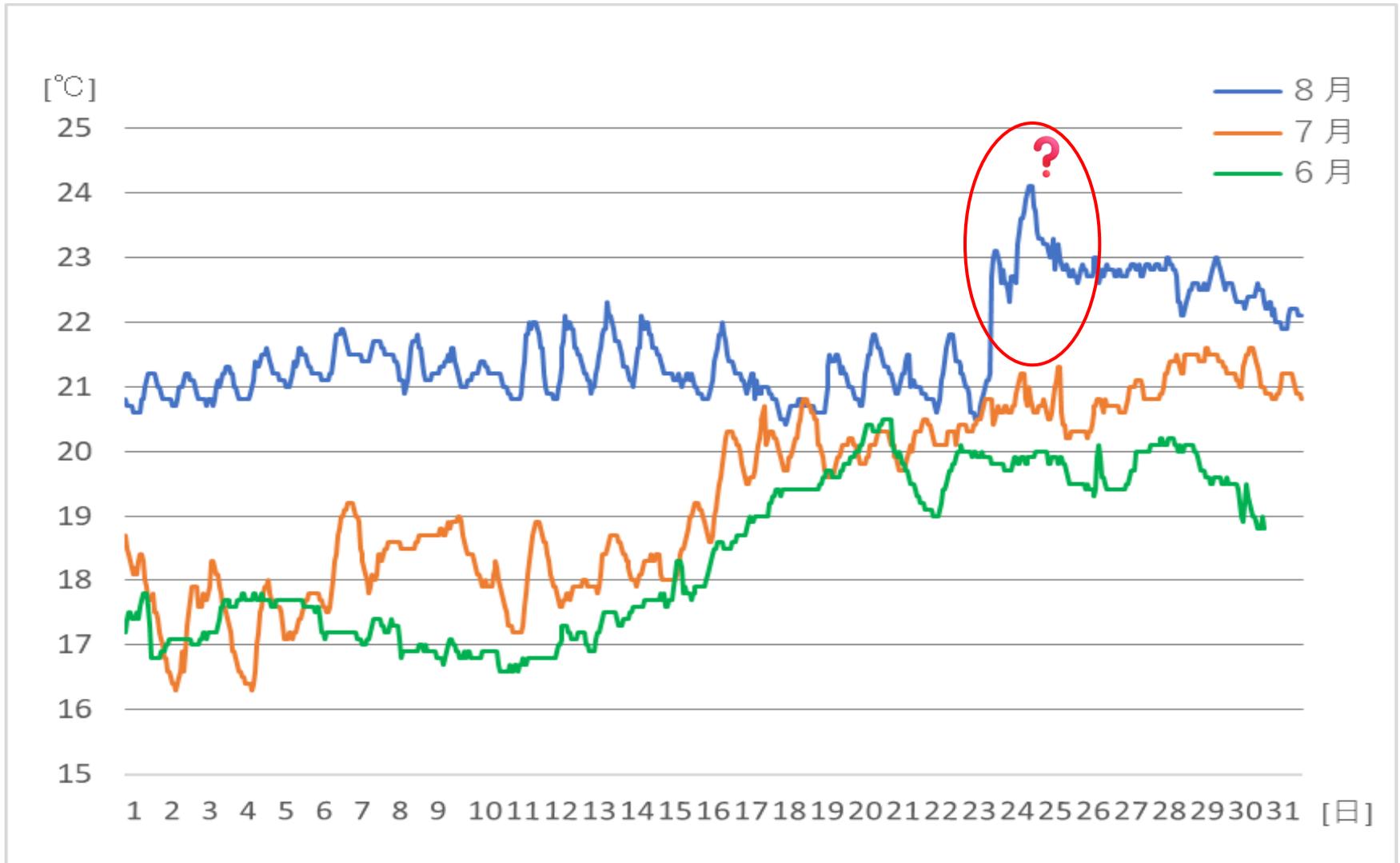
佐賀県



出典) 筑後大堰流域面積、河口からの位置: 筑後大堰パンフレットより

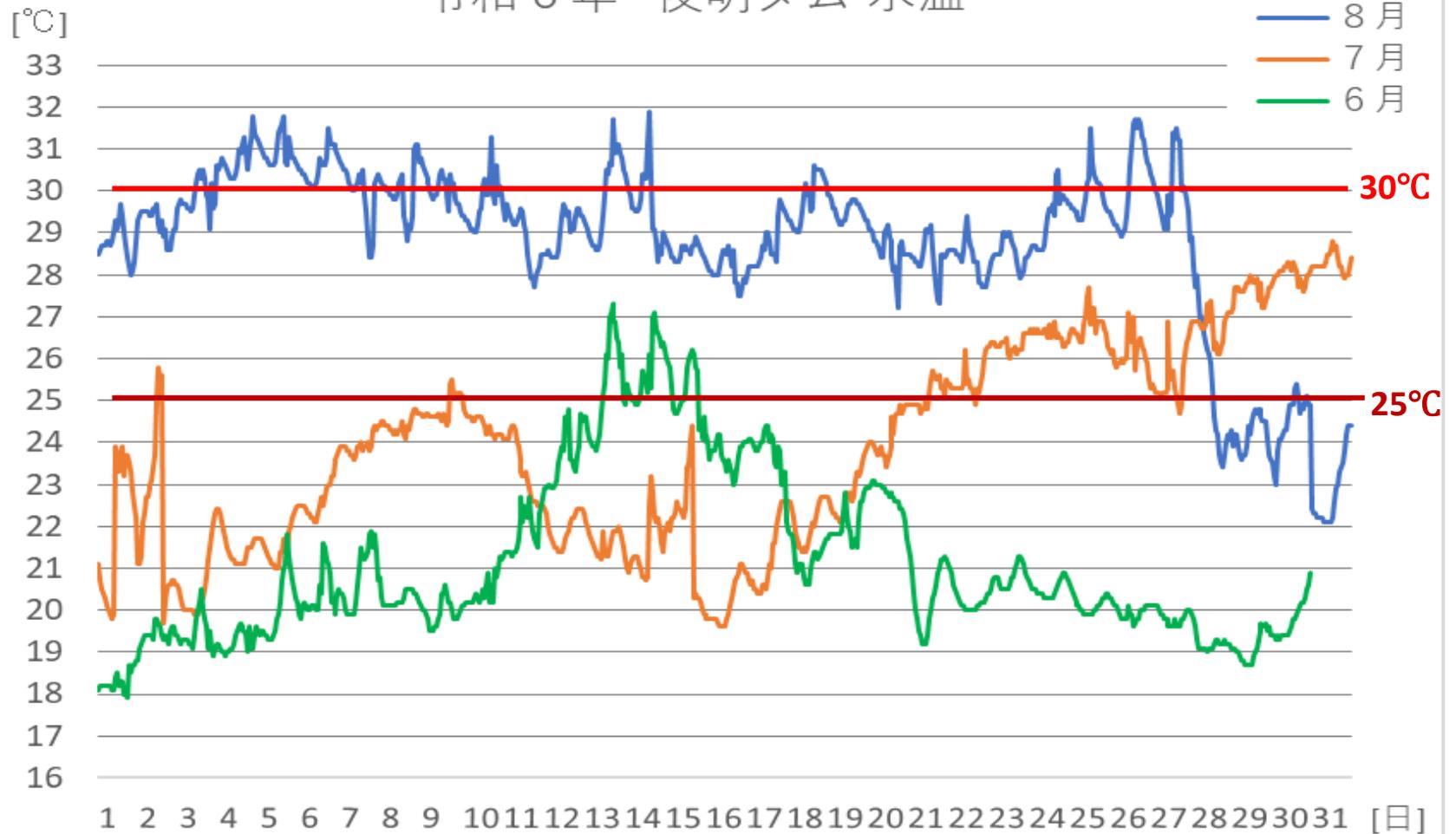
**筑後川流域 (筑後大堰・久留米大橋・夜明ダム・大山川堰)**

# 令和5年 大山川堰での水温（令和6年は欠測）



夏季も比較的低水温に抑えられている → 松原ダムを選択取水の効果か？

# 令和6年 夜明ダム 水温



夜明けダム地点（中・上流の境界）では7月下旬～8月下旬に水温は25°C以上となっている。特に8月はしばしば30°C以上となっており、32°C近くになることもある。

月\年	令和4年	令和5年	令和6年
	最大水温	最大水温	最大水温
1	10.7	13.2	12.3
2	11.3	12.4	15.1
3	18.2	17.1	16.4
4	21.4	20.4	20.9
5	24.9	24.0	24.0
6	28.7	27.0	27.8
7	30.7	29.7	30.9
8	31.4	31.3	33.2
9	28.9	29.6	
10	25.0	26.1	
11	19.1	20.1	
12	15.4	15.2	

令和6年8月は水温が33.2℃に達している。

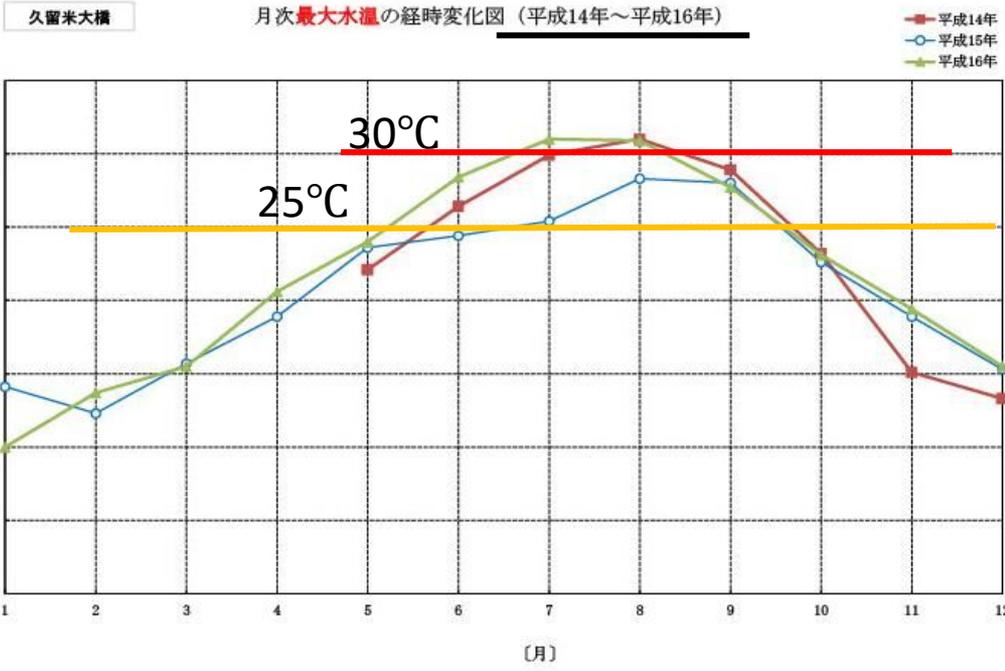
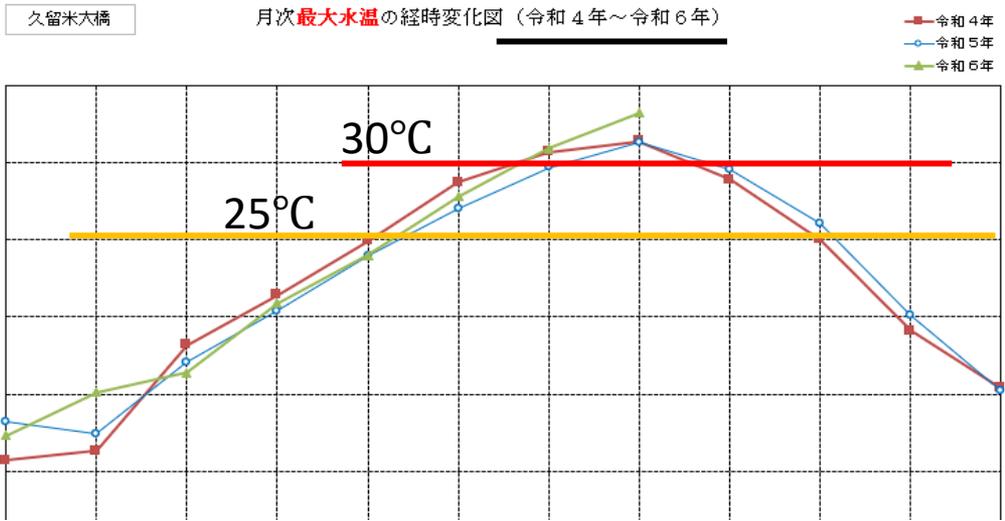
現在

久留米大橋地点では5月中旬～10月中旬での5か月間で最大水温は25℃を超え、7月初旬～8月下旬の2か月間は30℃を超える。

月\年	平成14年	平成15年	平成16年
	最大水温	最大水温	最大水温
1		14.1	10.0
2		12.3	13.7
3		15.7	15.5
4		18.9	20.6
5	22.1	23.6	24.0
6	26.4	24.4	28.4
7	29.9	25.4	31.0
8	31.0	28.3	30.9
9	28.9	28.0	27.7
10	23.2	22.6	23.1
11	15.1	18.9	19.4
12	13.3	15.3	15.5

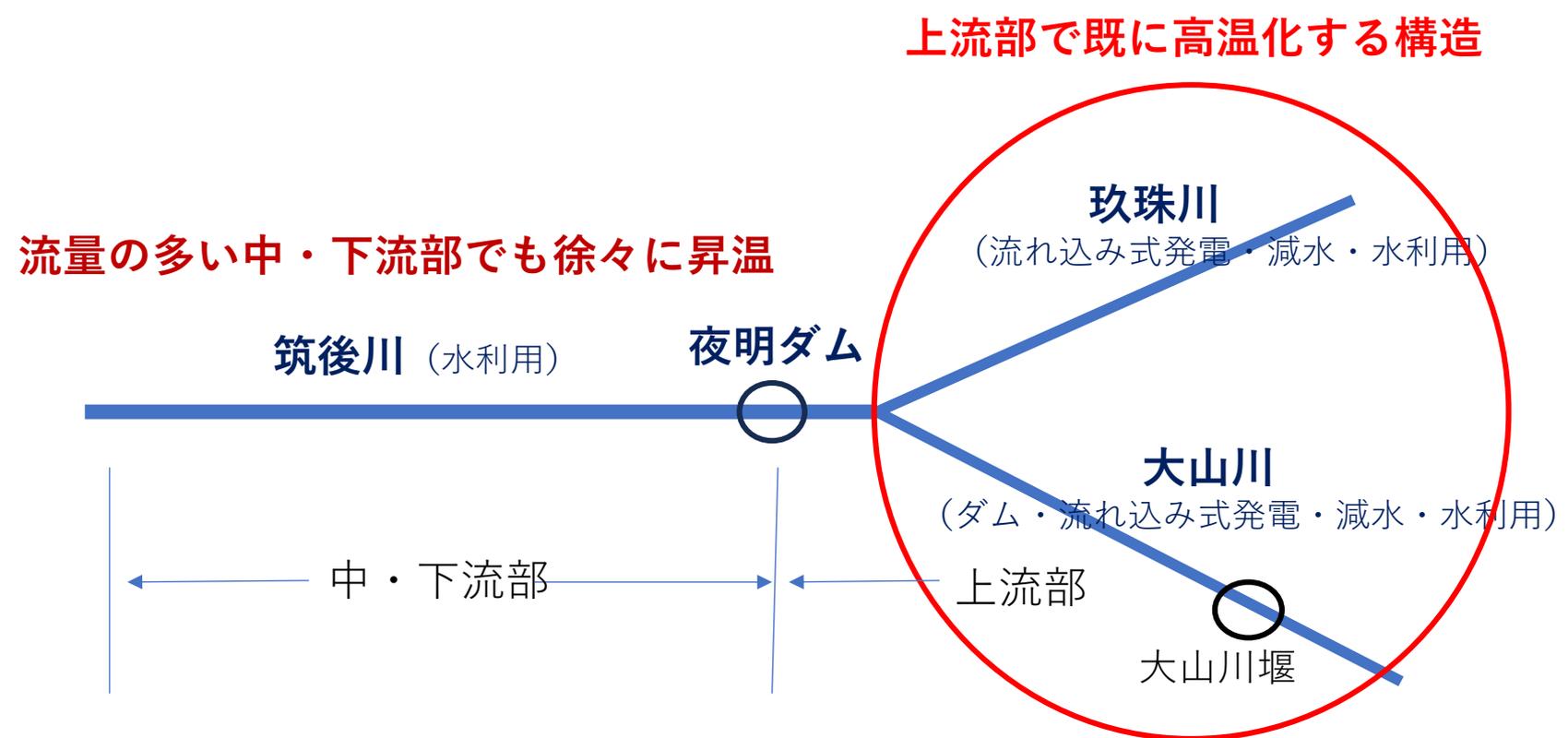
約20年程前

約20年程前から最大水温についても既に温暖化が進展



月次最大水温の経時変化（下流部久留米大橋地点） 出典：国交省筑後川河川事務所

# では筑後川の水温は何故そんなに上がるのか？



上流部では水温が上昇しやすい構造（流れ込み式発電・減水区間）になっている

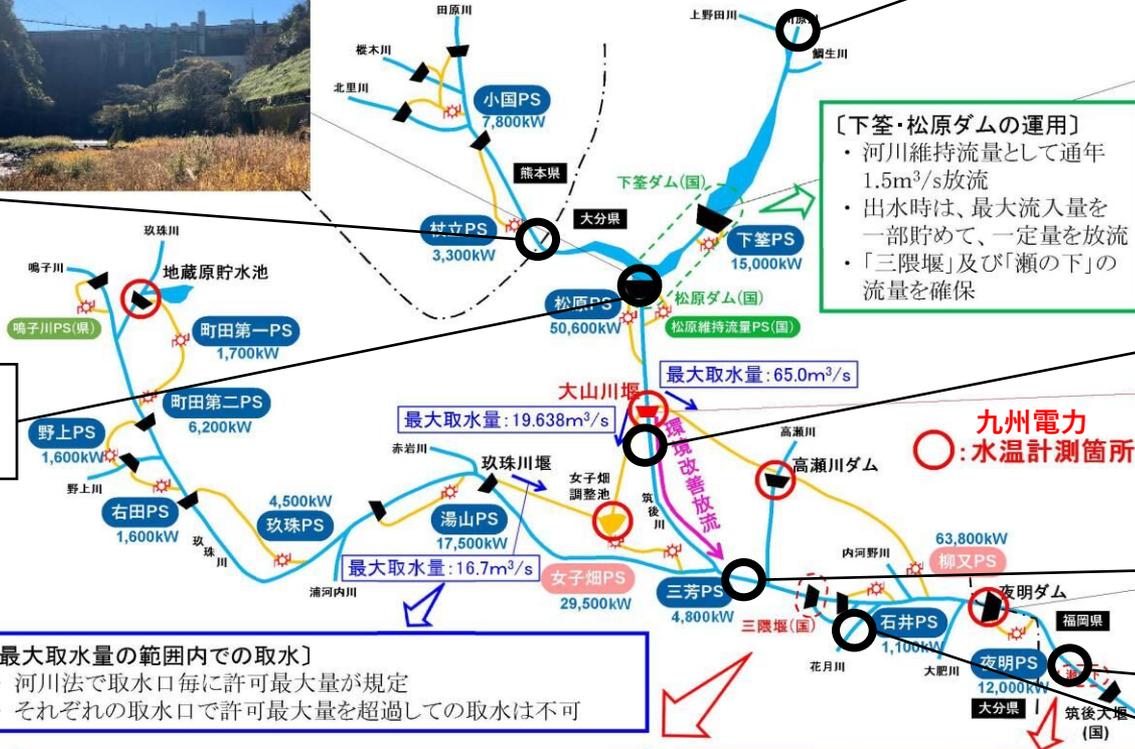
→ 上流部での対策が特に重要

# 筑後川水系での流れ込み式発電の取水と水運用

## 3 筑後川水系での発電取水と水運用



松原ダム (国)



筑後川ダム統管理事務所  
川原水位観測所地点：正時データ  
←下釜ダム上流の流入河川



下釜ダム (国)

**[下釜・松原ダムの運用]**  
 ・河川維持流量として毎年1.5m<sup>3</sup>/s放流  
 ・出水時は、最大流入量を一部貯めて、一定量を放流  
 ・「三隈堰」及び「瀬の下」の流量を確保



大山川取水堰 (九電)

筑後川ダム統管理事務所  
小五馬水位観測所地点：正時データ



夜明ダム (九電)

大分県北部水産グループ  
三隈川

国交省筑後川河川事務所  
久留米大橋 (自動監視所)

大分県北部水産グループ  
三隈川

筑後川ダム統管理事務所  
杖立温泉：毎正時

筑後川ダム統管理事務所  
松原ダム  
選択取水設備：4回/日

九州電力  
○：水温計測箇所

**[最大取水量の範囲内での取水]**  
 ・河川法で取水口毎に許可最大量が規定  
 ・それぞれの取水口で許可最大量を超過しての取水は不可

**[「三隈堰」の流量確保]**  
 ・日田市の温泉街にある「三隈堰」の水位変動を抑制  
 ・三者覚書(国、県、市)に基づき規定流量を確保

**[「瀬の下」の流量確保]**  
 ・生活用水を「瀬の下」の下流「筑後大堰」から福岡・佐賀県に送水  
 ・「瀬の下」では年間を通して40m<sup>3</sup>/s以上の流量を確保

# 流れ込み式発電のための取・放水（玖珠川・湯山発電所）

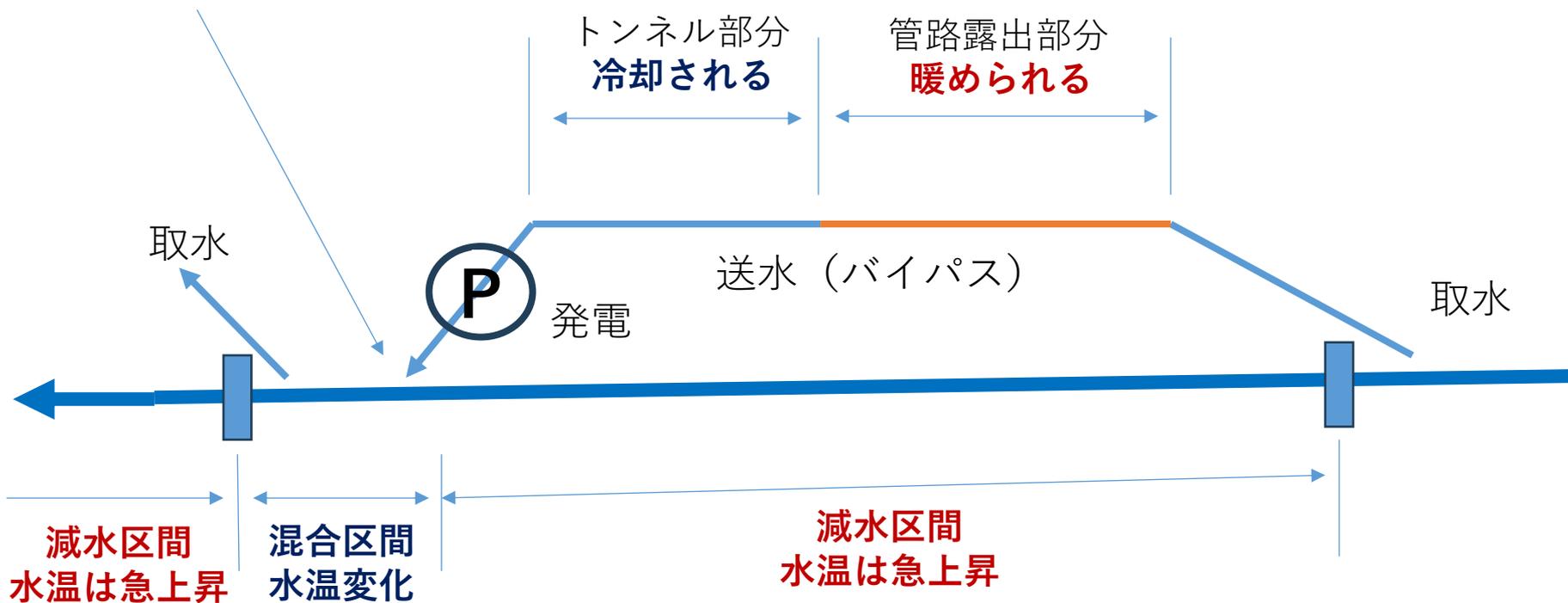


上流での取水  
(アユ等の巻き込みも懸念される)

発電後に水を川に戻す



戻って来る水の水温はバイパスの長さや管路露出部分とトンネル部分の長さの割合等で決まってくる。



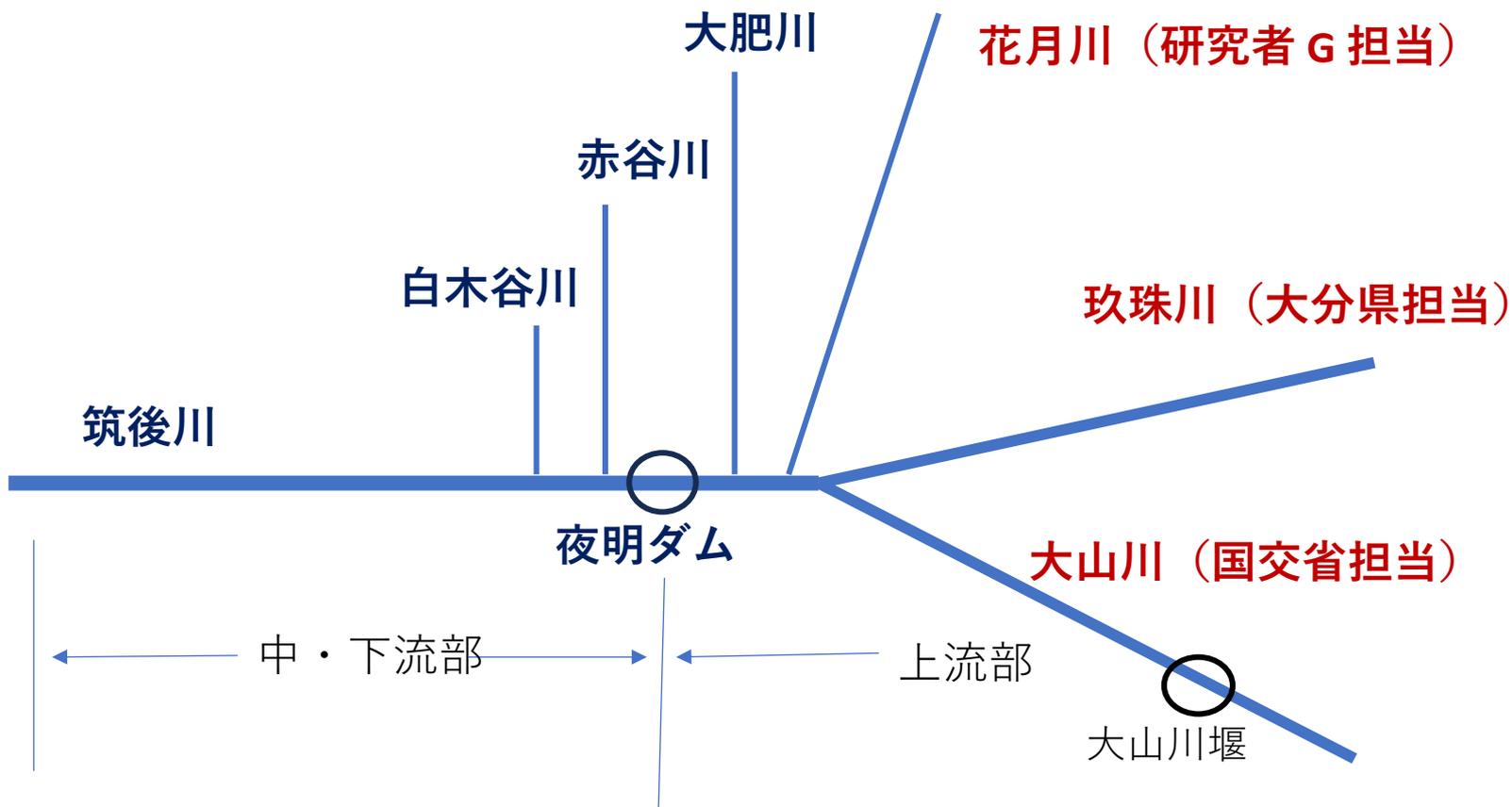
流下方向に生じる**大きな水温と流量の変化**は、水生生物に対して極めて厳しい生息環境をもたらすこととなる(高温による藻類の劣化・変化等も)。

**シリーズでの流れ込み式発電が河川環境に与える影響**

# 玖珠川（天瀬上流の減水区間）（2024.12.17）

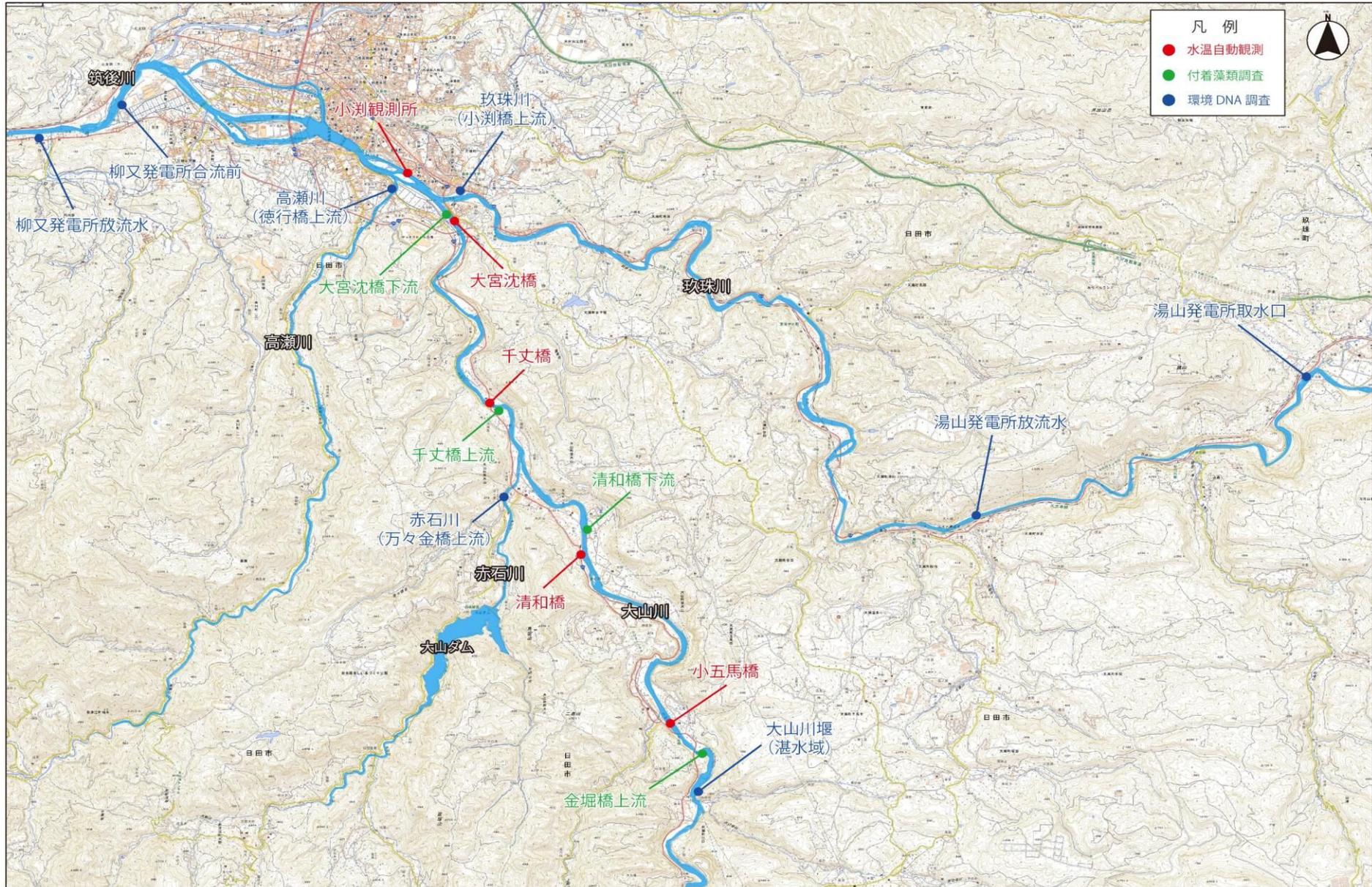


# では今夏（2025）の水溫上昇はどうだったのか？



水溫と環境DNA・付着藻類の観測を実施

# 1. 調査位置図



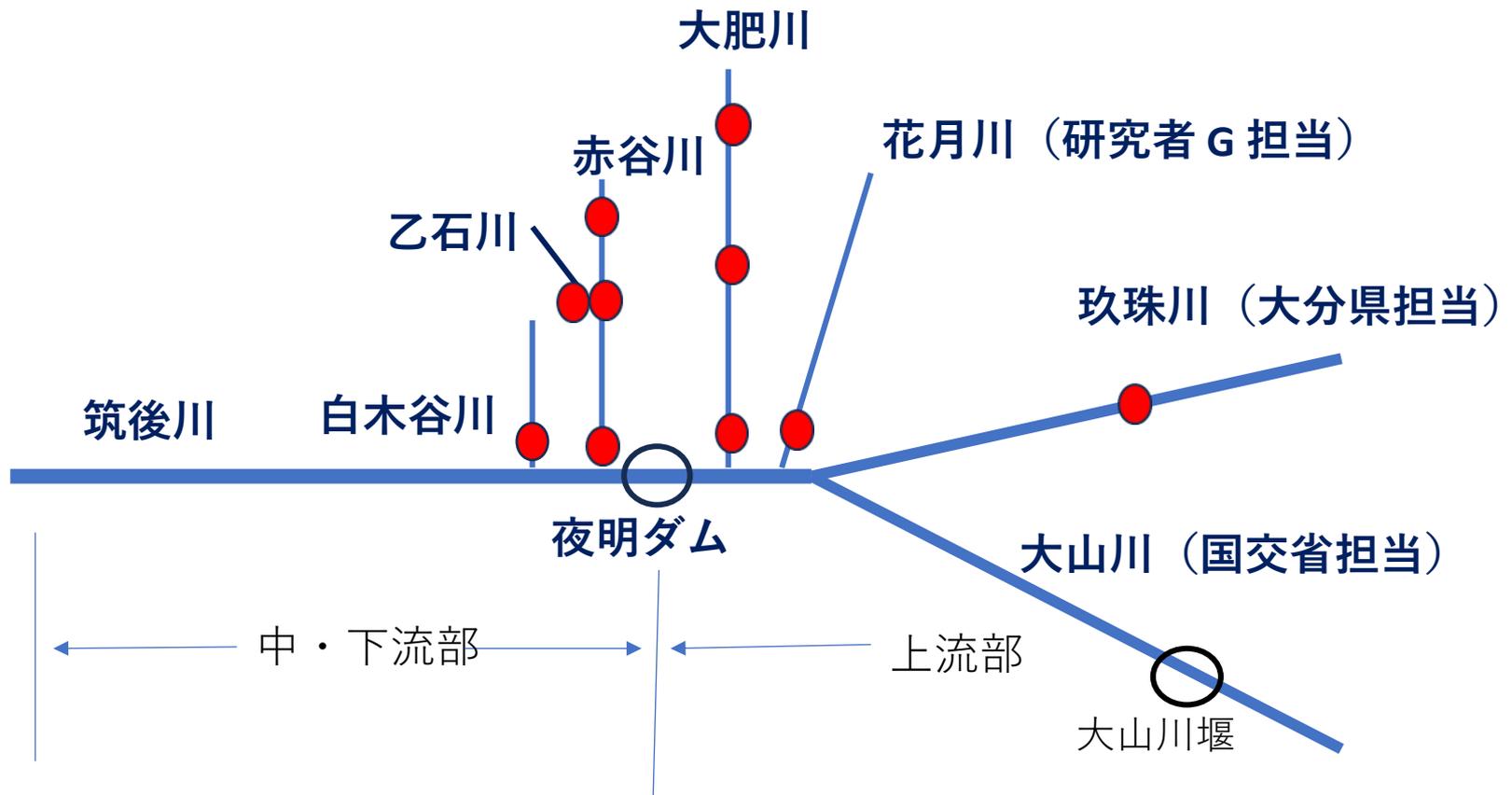
大山川関係の調査位置図 (国交省担当)



巨石等に鎖で自記式  
水温・水位計を係留・設置

しかしながら8月の出水で  
上流から流れてきた  
土砂で幾つか埋没

# 今夏（2025）の水溫上昇



**水温計を差し込んで観測を実施**  
**(河川の規模と自然度の影響を見る)**

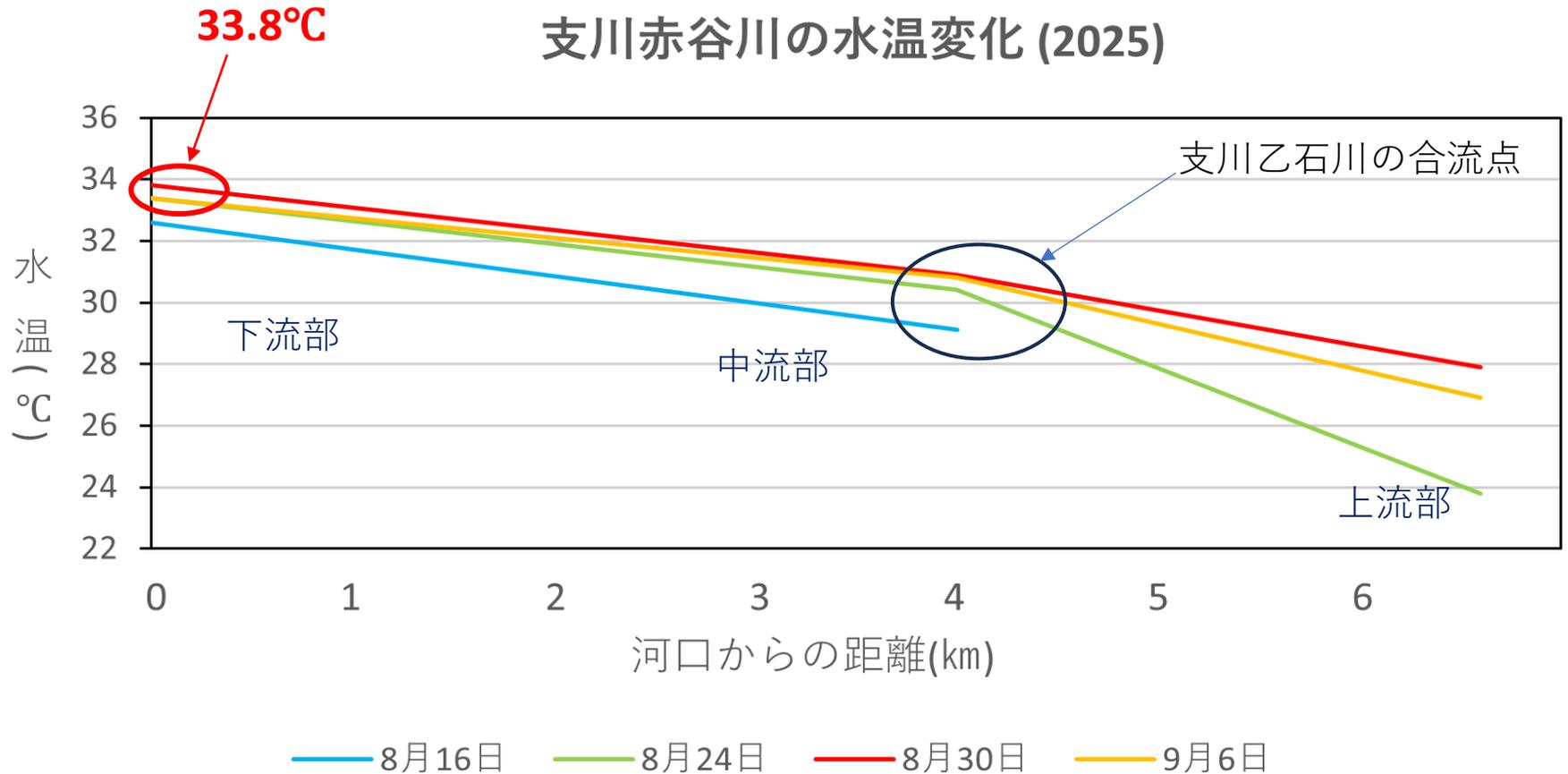
8/16(土), 8/24(日), 8/30(土), 9/6(土)のほぼ一週間間隔で4度実施

# 2025.8.30 支川赤谷川の最下流部



**33.8°Cを記録**

## 支川赤谷川の水溫変化 (2025)



- ・ **上流部では水温は比較的低い**が、**小流量**ということで**急速に水温は上昇**
- ・ 中・下流部では支川からの合流もあって**流量が増えるため**、**水温の上昇は比較的緩やか**となる。

## 何故赤谷川で水温上昇が顕著なのか？

- ・平成29年7月九州北部豪雨災害を受けて復旧・強化が急がれた。その結果、**コンクリート三面張りに近い**河川整備となって樹陰等はなくなってしまった。
- ・小河川で元々流量が少ないのに河道に拡がって浅く流れるため日射や大気温の影響を受け易い。



支川乙石川  
(赤谷川との合流点付近、松末地区)



赤谷川  
(松末地区、上流に向けて)

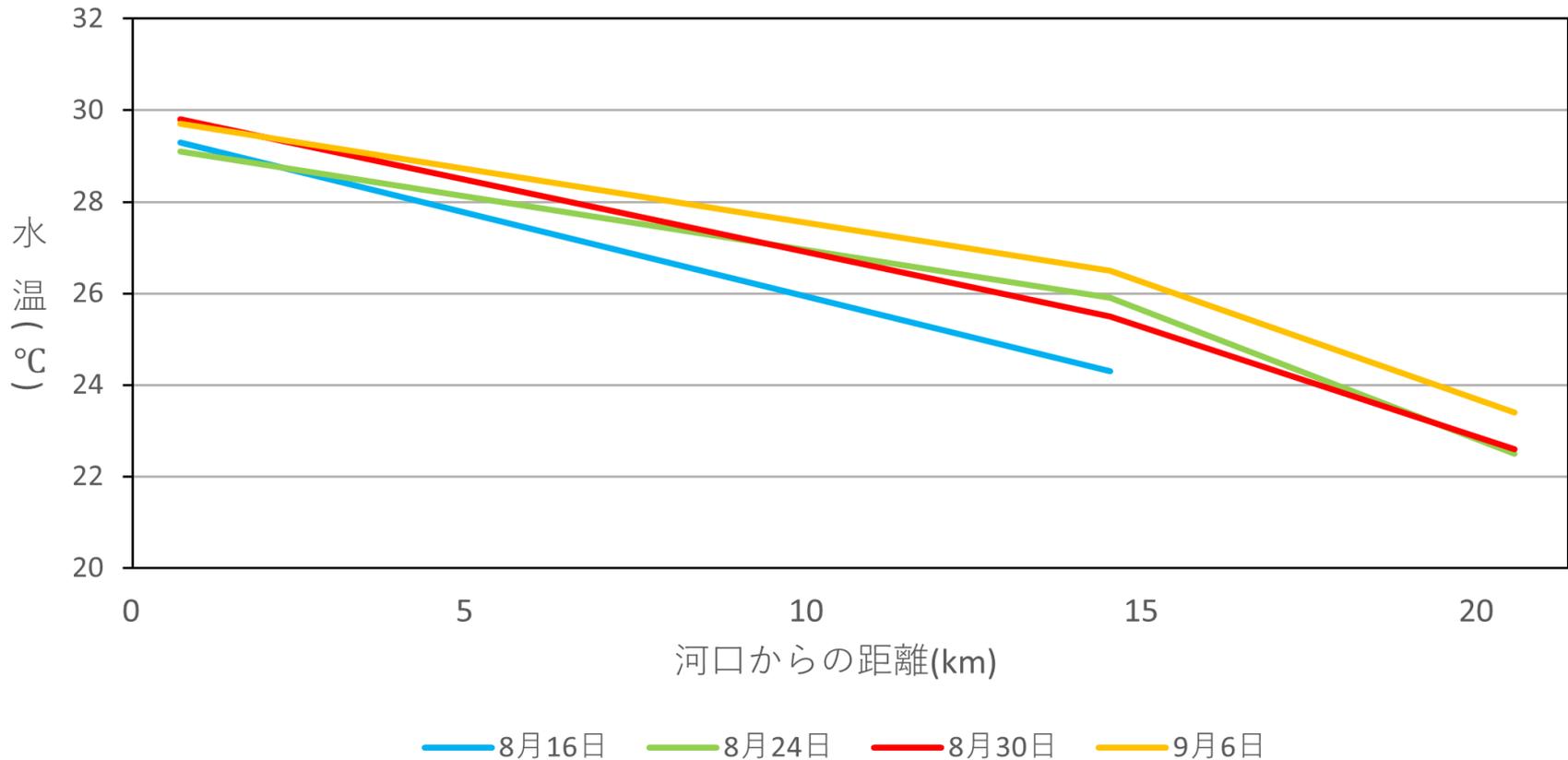


赤谷川下流部  
(筑後川への合流点直上部)

## ではどうしたら良いのか？

- ・河川沿いの自然を出来るだけ復活させる。
- ・河川断面を複断面とし、低水路で流すことにより水深を確保する。
- ・ . . .

## 支川大肥川の水溫変化 (2025)



— 8月16日 — 8月24日 — 8月30日 — 9月6日



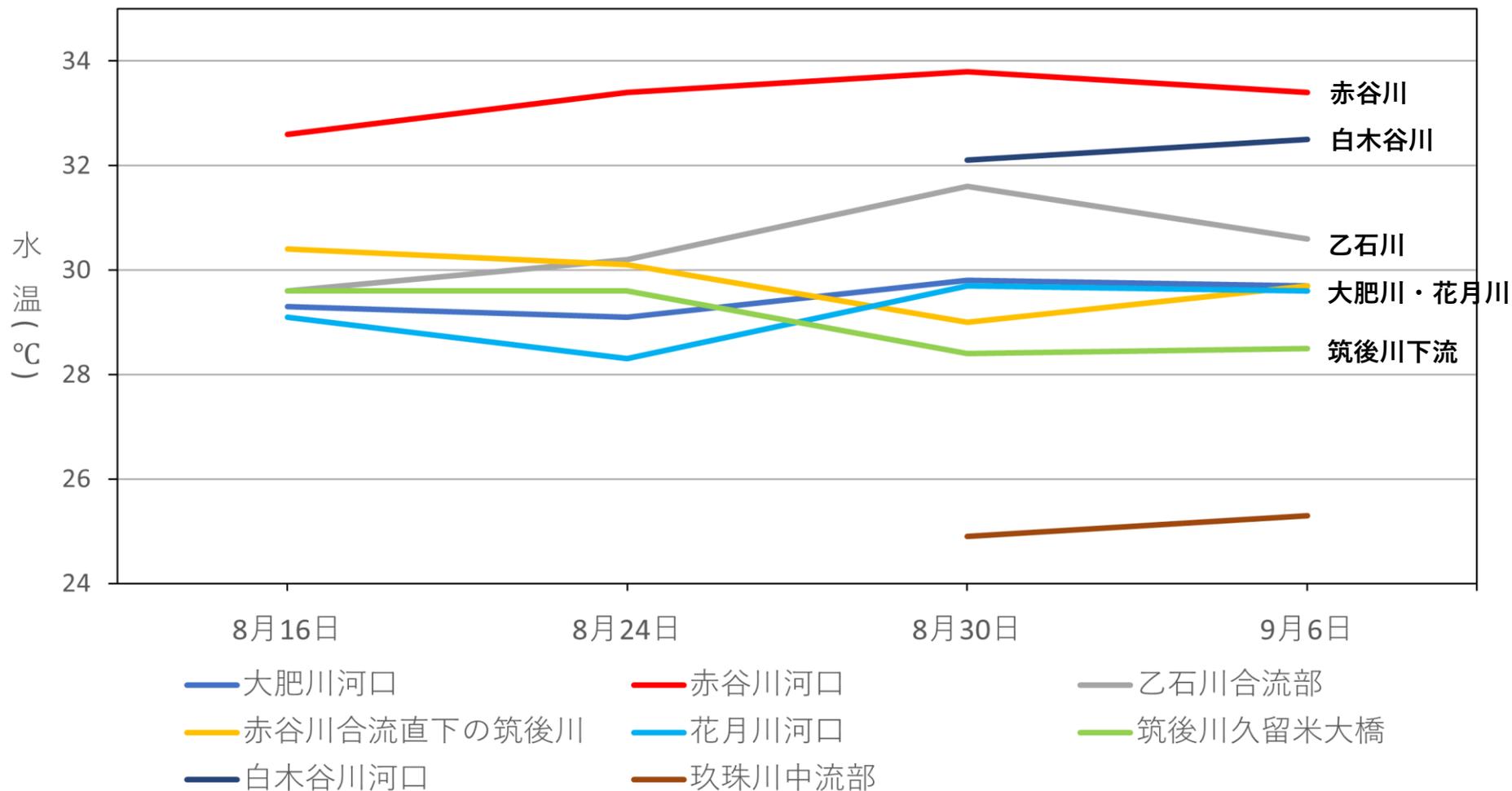
大肥川上流部



大肥川下流部

- ・大肥川は赤谷川と比較して水温の上昇がやや緩やか
- ・河川規模が大きいため流量が比較的多く、自然度もやや高い。それでも河口では29~30°Cに達している。

# 筑後川水系の水温の継時変化 (2025)



・ **支川で水温上昇が顕著**である。特に人工河川化が進んでいる赤谷川・白木谷川等の小河川で著しい。河川規模がやや大きく自然が多少とも残る大肥川・花月川でも 30℃ 近くに達する。

・ 本川の筑後川下流では水温の上昇は支川と較べるとやや抑えられているが、それでも 29℃ 近くに達しており、生物にとっては厳しい環境となっている。



## 支川白木谷川（河口付近）

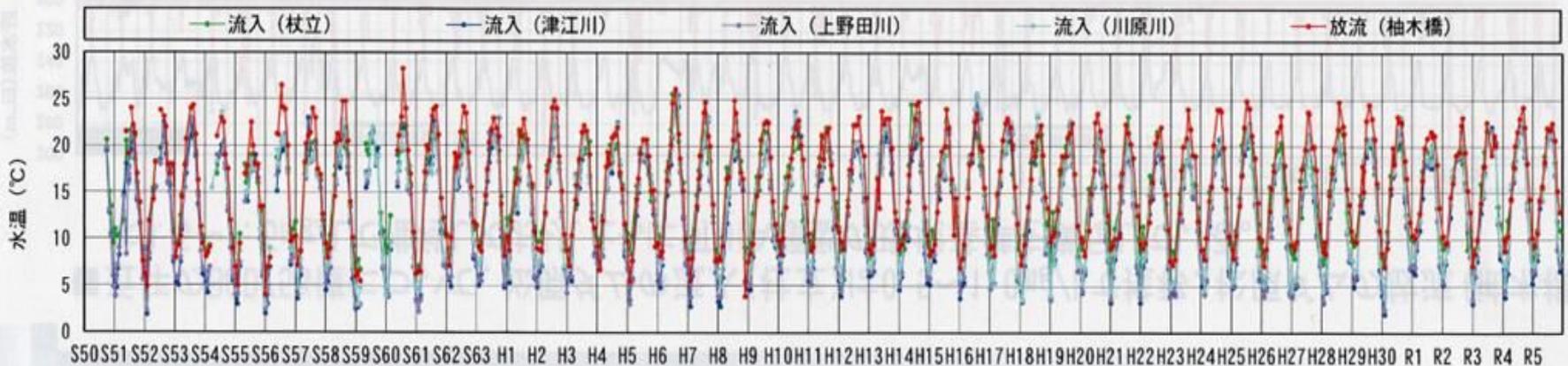
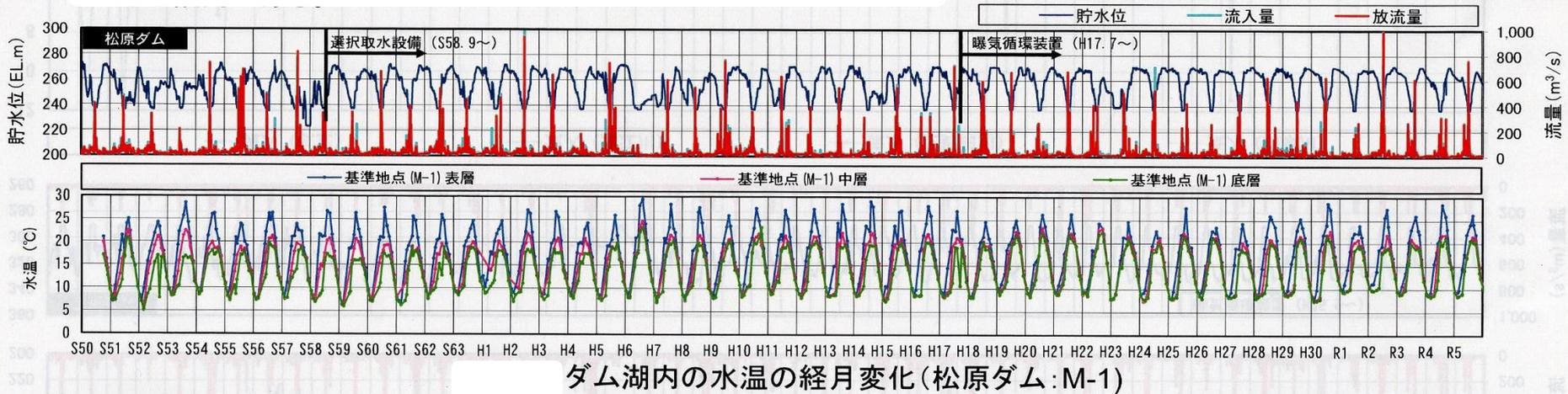
人工河川の（自然度は低い）  
横に広がって浅い水深で  
流れている。

川の長さは2.5km程度

**ではどういう対策が考えられるか？**  
～ 例えばダムを活用など～

# 水質状況(ダム湖内) 水温 松原ダム

■ 松原ダム湖内の水温は、平成17年の曝気循環装置運用後、夏季の表層水温の上昇幅が小さくなる傾向にあったが、近年その幅が再び大きくなる傾向にある。



M-1: ダム堤体直上流

松原ダムの放流水温は流入水温をやや上回る場合がある

出典: 令和6年度九州地方ダム等管理フォローアップ委員会資料

# 水質状況(ダム湖内)

## 水温(鉛直分布)(松原ダム)

■ 松原ダム湖内の水温の鉛直分布では、春季から夏季には躍層が形成される傾向にある。

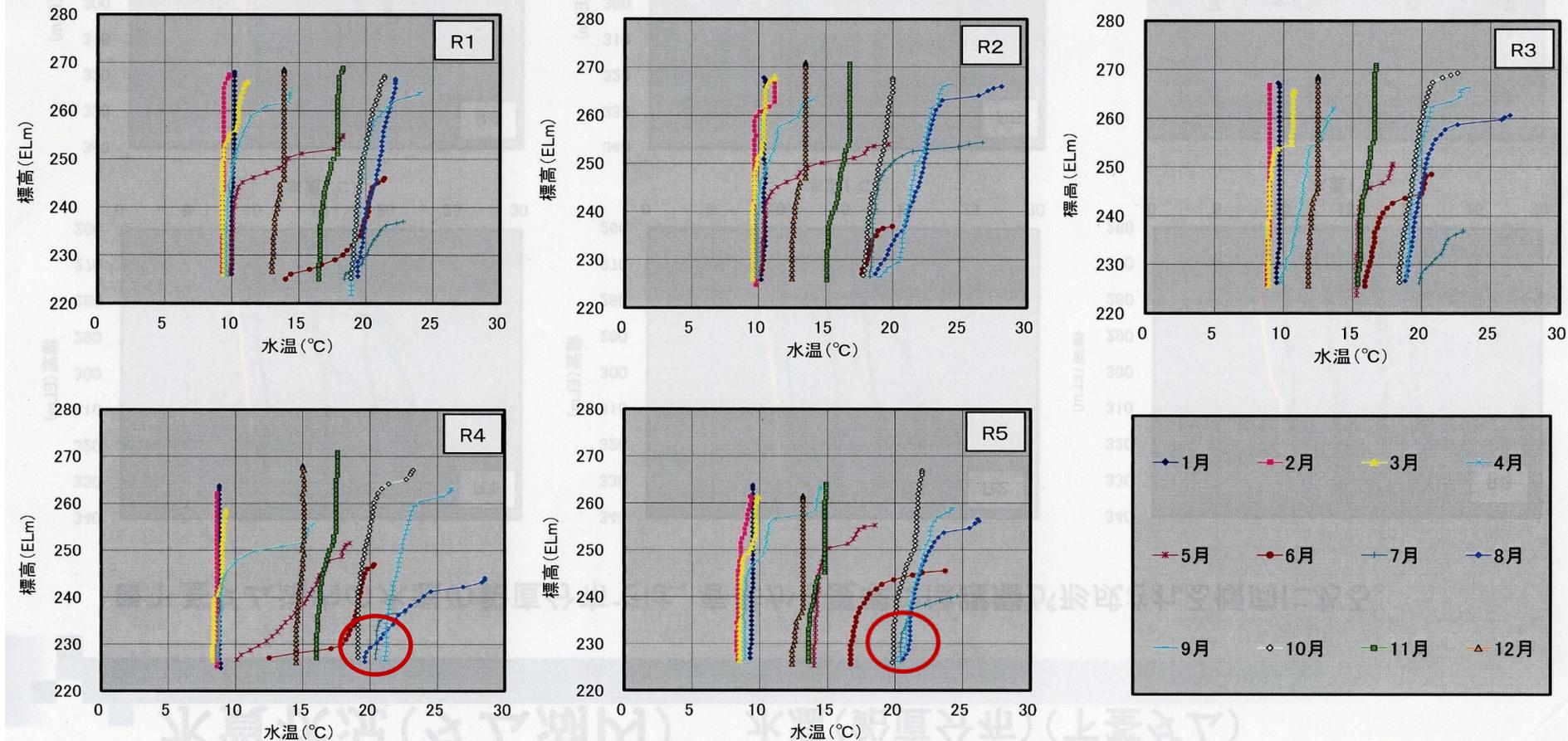


図5-17 松原ダム湖内水温鉛直分布(M-1)

**ダムの選択取水設備の活用**  
**猛暑時に下層の水温の低い水を流す**

M-1: ダム堤体直上流

# 得られた知見 & 対策

(1) **筑後川全体の水温環境**は長良川・球磨川と較べても**一段と厳しい状況**にある。夏季に筑後川上流域（夜明峡谷より上流、大山川・玖珠川・花月川等）で暖められて高温化した河川水は、更に少しずつ水温を上昇させながら中・下流部を流れ下る。

河川水の平均水温は **25℃ を超え**、最大水温は **32℃～33℃** に至る。

**アユが全面的に忌避する水温環境**となっており、**アユは消える**。

支川の小河川は上流は水温は低いが流量が小さいため暖められ易い。コンクリート三面張りの改修は極力避けて樹陰を作るなどの工夫が必要。

- **河川沿いの自然を出来るだけ復活させる。**

また小流量の時に水深が浅く広がらないように

- **河川断面を複断面とし、低水路で流すことにより水深を確保する。**

(2) **大山川**では上流の松原ダム直下（大山川堰）では、松原ダムの選択取水の効果と思われるが水温は比較的低く抑えられている。しかしながら、夏季の維持流量が大山川ではせいぜい 5～6 m<sup>3</sup>/s と小さいため、**流下につれて高温化（特に日田地方は夏季の気温が高い）している**ものと思われる。

(3) 玖珠川・大山川では流れ込み式発電のための連続取水により**減水区間で流量が大幅に減少する**。このため**河川水の顕著な高温化・河川環境の劣化**が生じる  
(→ 夜明ダム地点で既に高水温)。

- ① 夏季の間だけ（もしくは昼間だけ）でも**取水量を減らし**  
**て維持流量を増やす**。  
② 取水後の送水の**トンネル部分は冷却効果が期待できる**  
**ので、この冷却効果をうまく活用する**。

(4) 発電のための取水では河川水の大部分を取水するため、アユなどの**水生生物の巻き込み**が危惧される。早急な調査と対策が必要である。

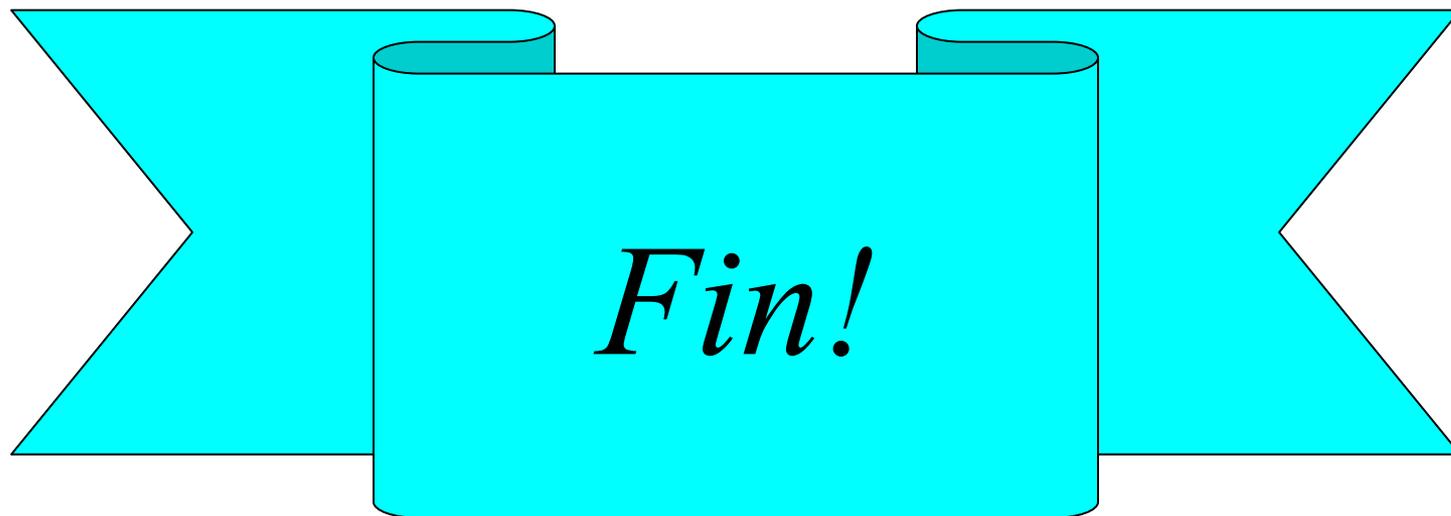
(5) 海の魚類は温暖化に対して北へ逃げるという手段があるが、**川の魚類には逃げ場はない**。比較的水温の低い上流に逃げても小流量でスペース的にも生育には適さない。**絶滅を待つのみ**となっている。

(6) 防災では治水と環境のトレードオフ関係が課題であったが、川の温暖化の問題では利水と環境が衝突するケースが多いようである。  
早急に**両者共存のためのコンセプト**を構築する必要がある。

地球温暖化のもと**河川水温に対する細心の配慮と対策**が**不可欠**となっている。

# “防災は備えと意識と助け合い”

(京浜東北線「東十条駅」で見た標語)



ご清聴、ありがとうございました