

その他（流水型ダム環境改善効果について）

九州大学

小松利光



急減する全国のアユの漁獲量

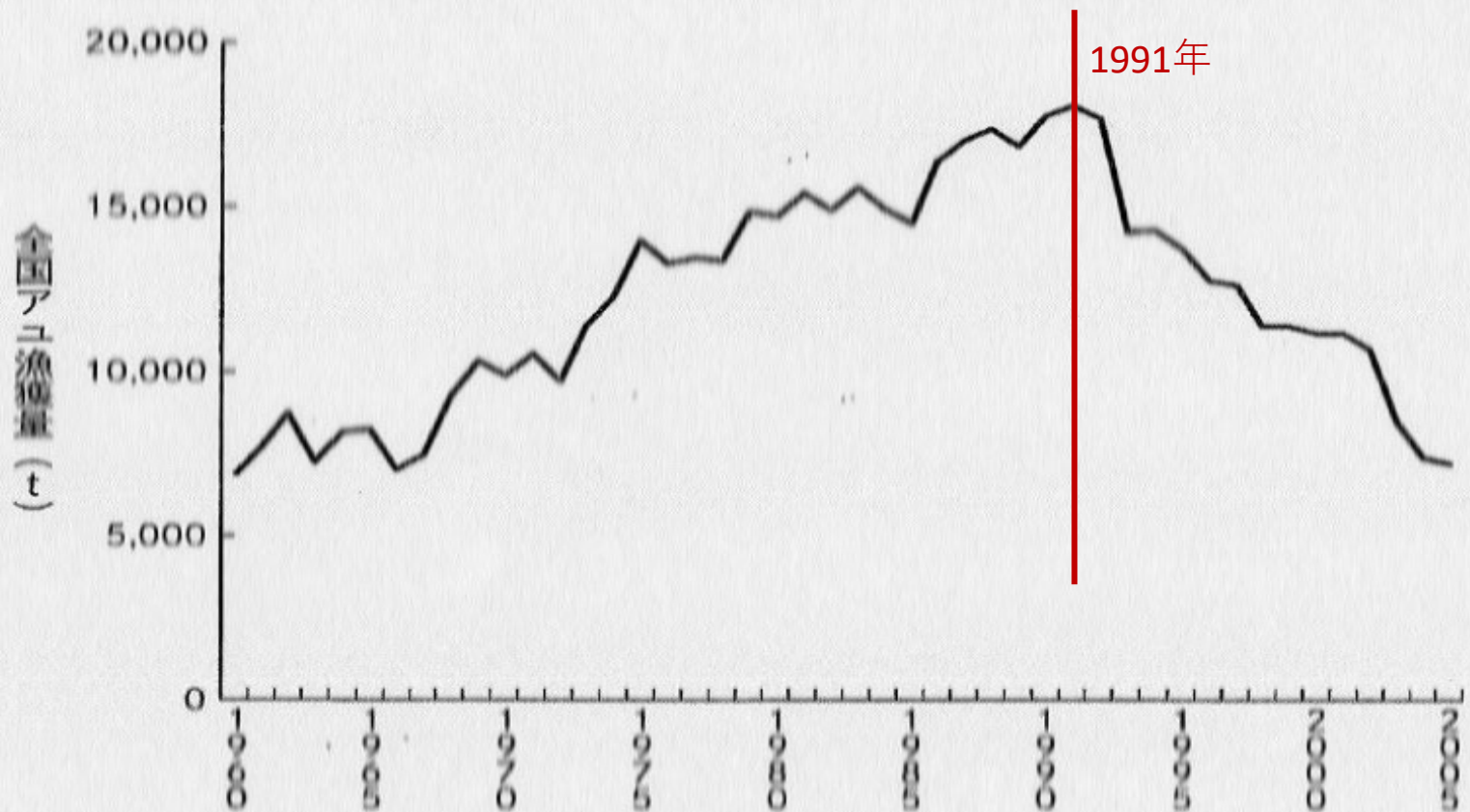


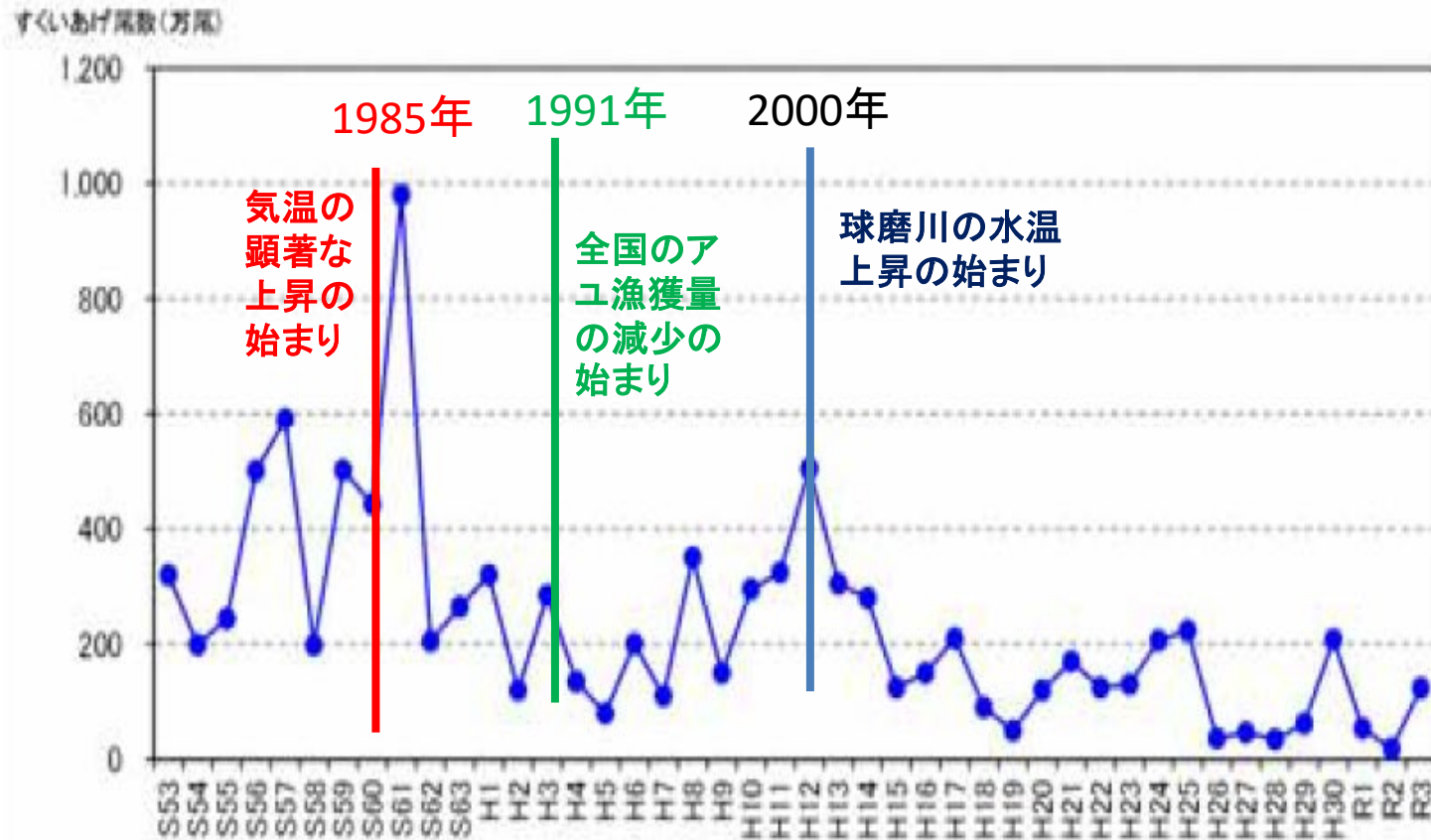
図1 アユの漁獲量（全国）の経年変化

1991年をピークに急減した。販売目的の漁獲量と遊漁者による採捕量の合計値。2006年以降は調査範囲が販売目的の漁獲量のみに変更され統計上激減（一連の傾向として見ることはできないため除外）

出典：漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省農林経済局統計情報部）

（藏治光一郎編 長良川のアユと河口堰、高橋勇夫著 p.47）

球磨川でもアユは減少傾向



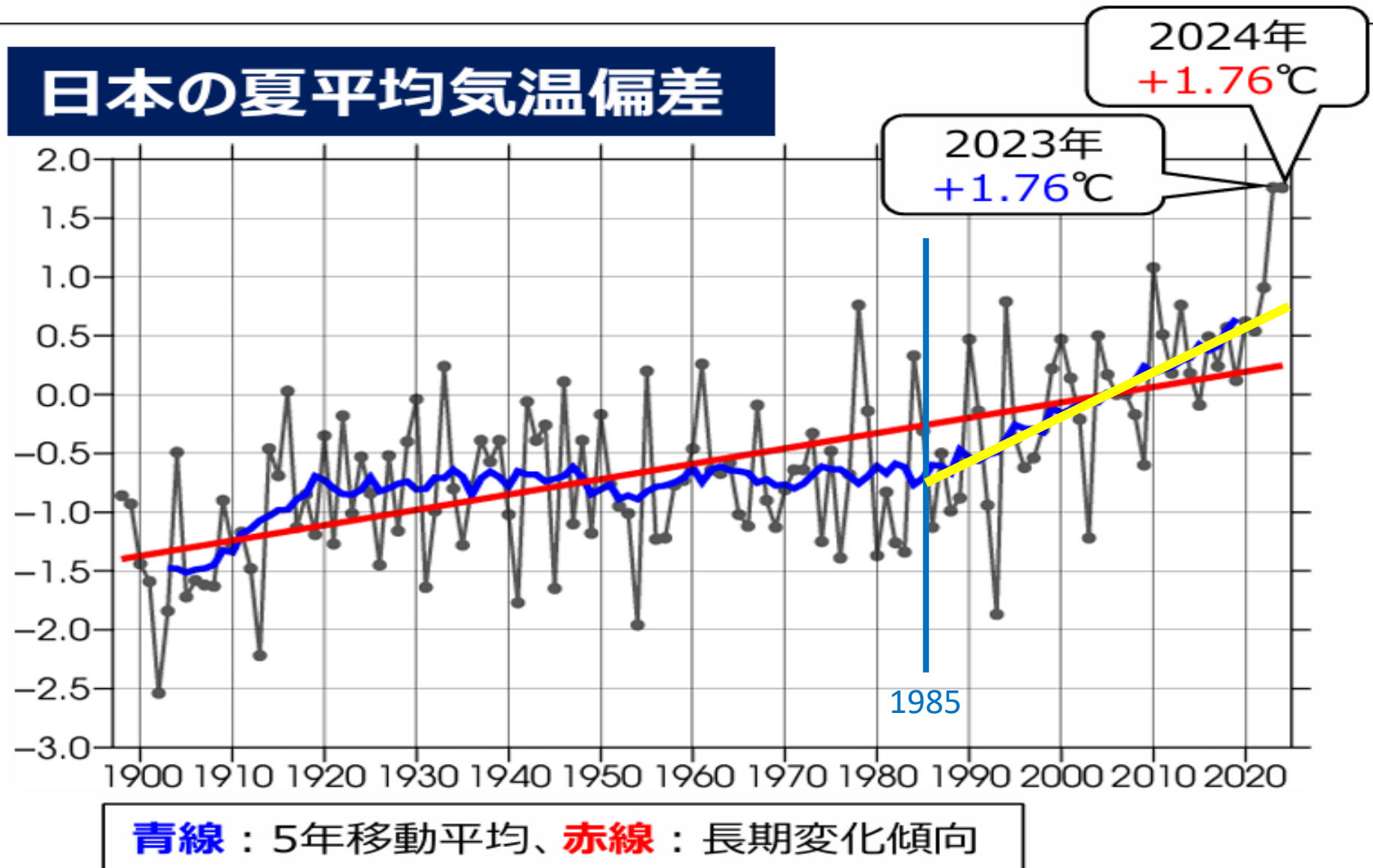
アユのすくい上げ尾数

※すくい上げ尾数：毎年3～5月頃にかけて、球磨川漁協が球磨川堰魚道を遡上するアユを採捕し球磨川流域に放流しています。その際の採捕個体数を示しており、球磨川の遡上量≒すくい上げ尾数と言えます。

出典：球磨川漁業協同組合のすくい上げ事業の報告値

進行する川の温暖化

日本の夏（6～8月）の平均気温偏差の長期変化



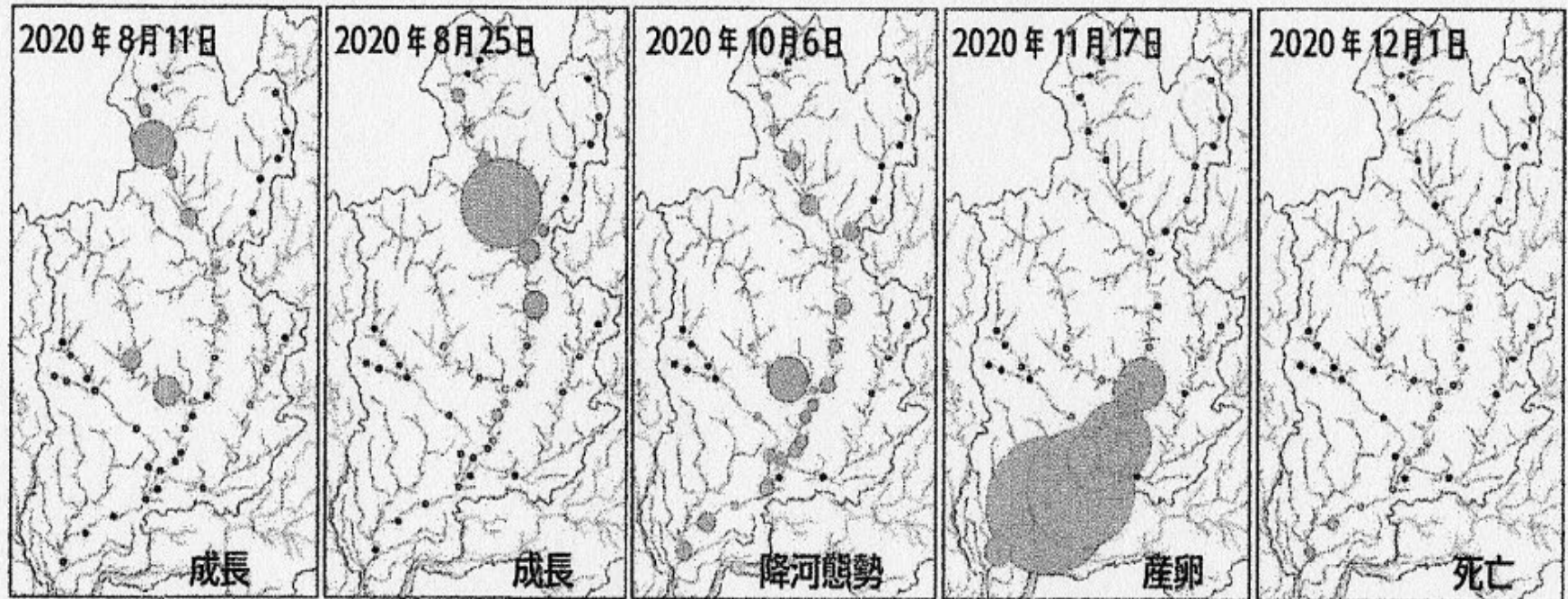
近年の40年は急上昇 （気象庁/異常気象分析検討会、2024年9月2日発表）₄

長良川での「環境DNA」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、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。
- ・ 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。

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

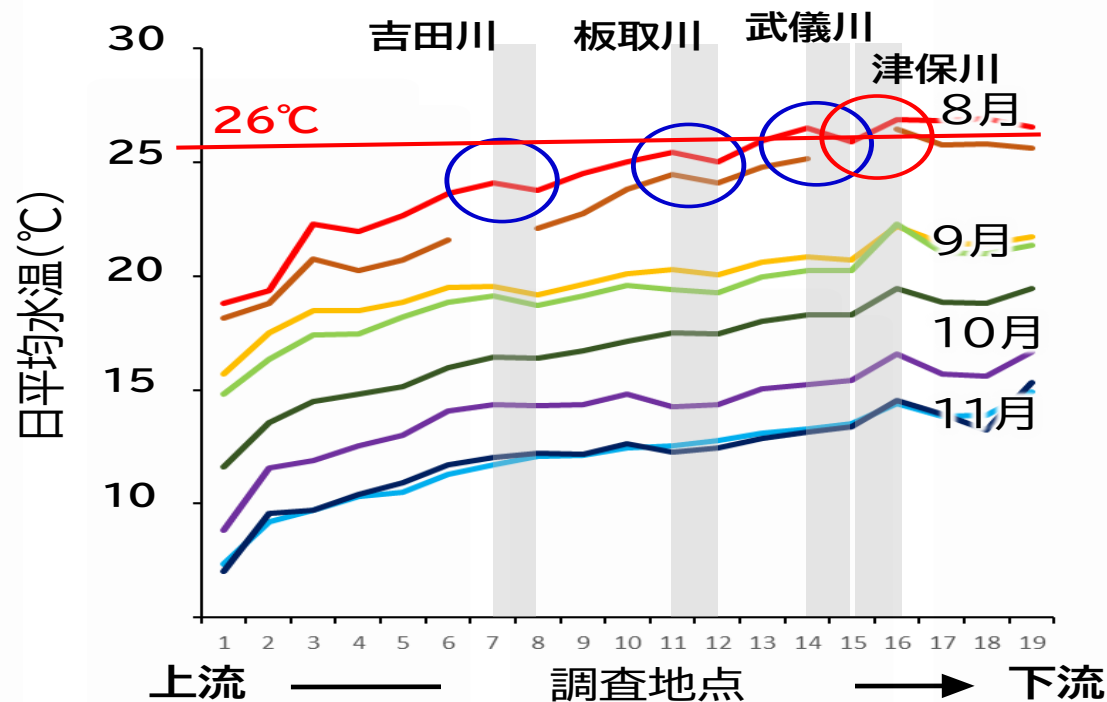


●アユDNA量 (アユ生息密度の目安)

- ・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)

- ・真夏の渇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。

支流からの豊富な冷たい水で 長良川が冷やされている！



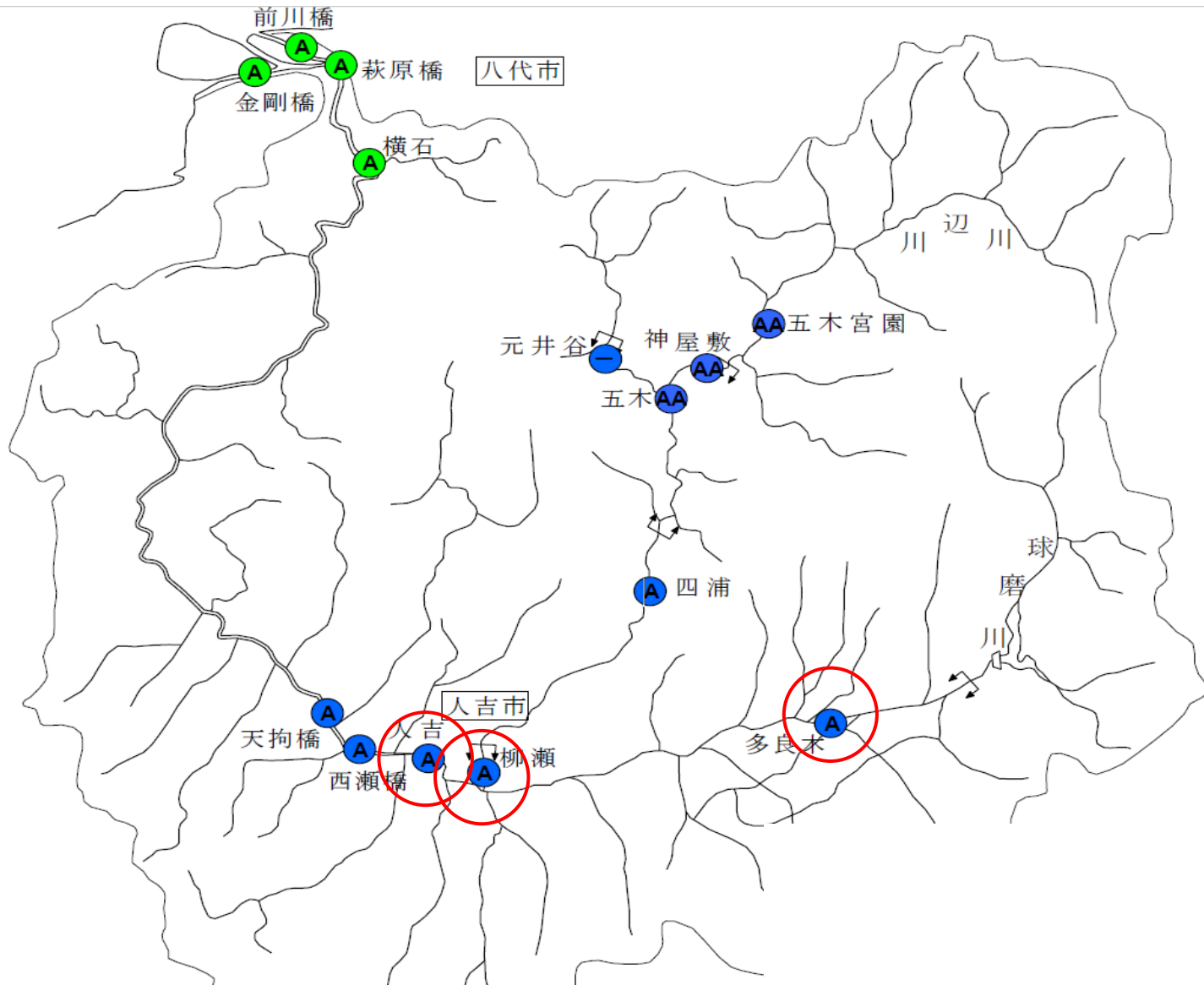
長良川本川の水温は上流から下流に向けて上昇



自然度の高い大きな支川が長良川の水量を保ち、特に夏場は本川の水温を冷却していた。ただし流域に水田が多い津保川は例外的。
流域のほとんどが森林である支川の存在価値は大きい。

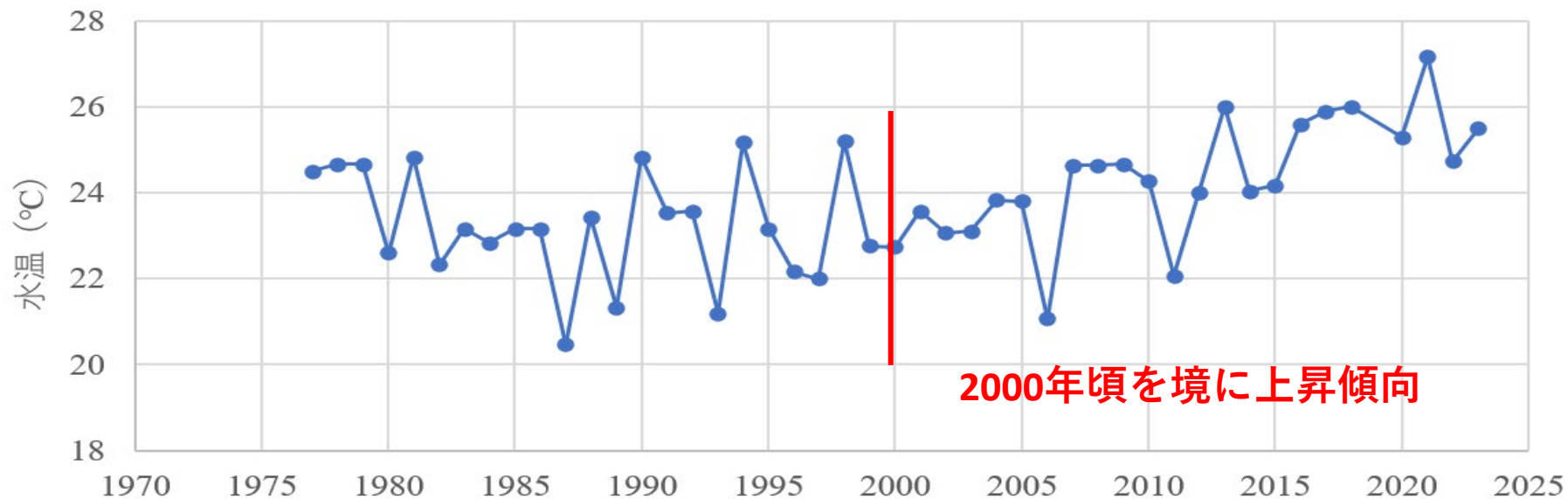
川の温暖化 → アユの生息を脅かしている

球磨川での温暖化の進行

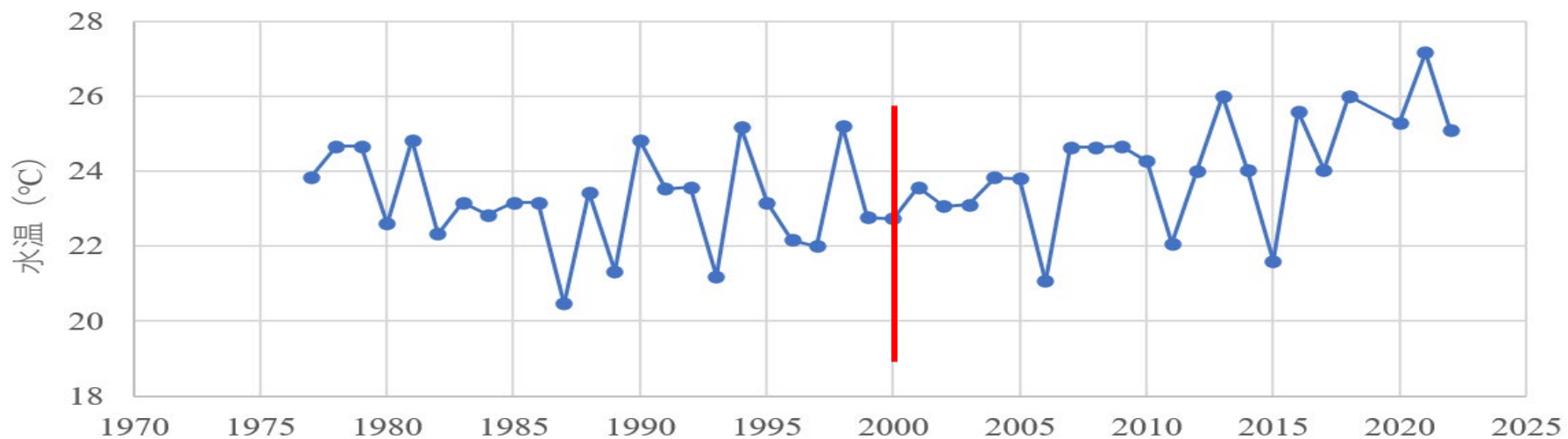


球磨川流域の観測点

3ヶ所平均(年最大値)



3ヶ所平均(日平均最大値)



多良木・柳瀬・人吉の3カ所平均の水温の変化

八代河川国道事務所提供 9

川辺川の水温について

- 8月末の台風10号以前の時期において、渇水傾向にあったこと、日射量が多かったことにより、川辺川の水温が高い期間が確認されたと推定。
- 最高水温の経日変化は、過去観測データ(昭和54年から令和3年までの定期採水のデータ)の変動幅を超えた日があり、今後も継続的に監視していく。

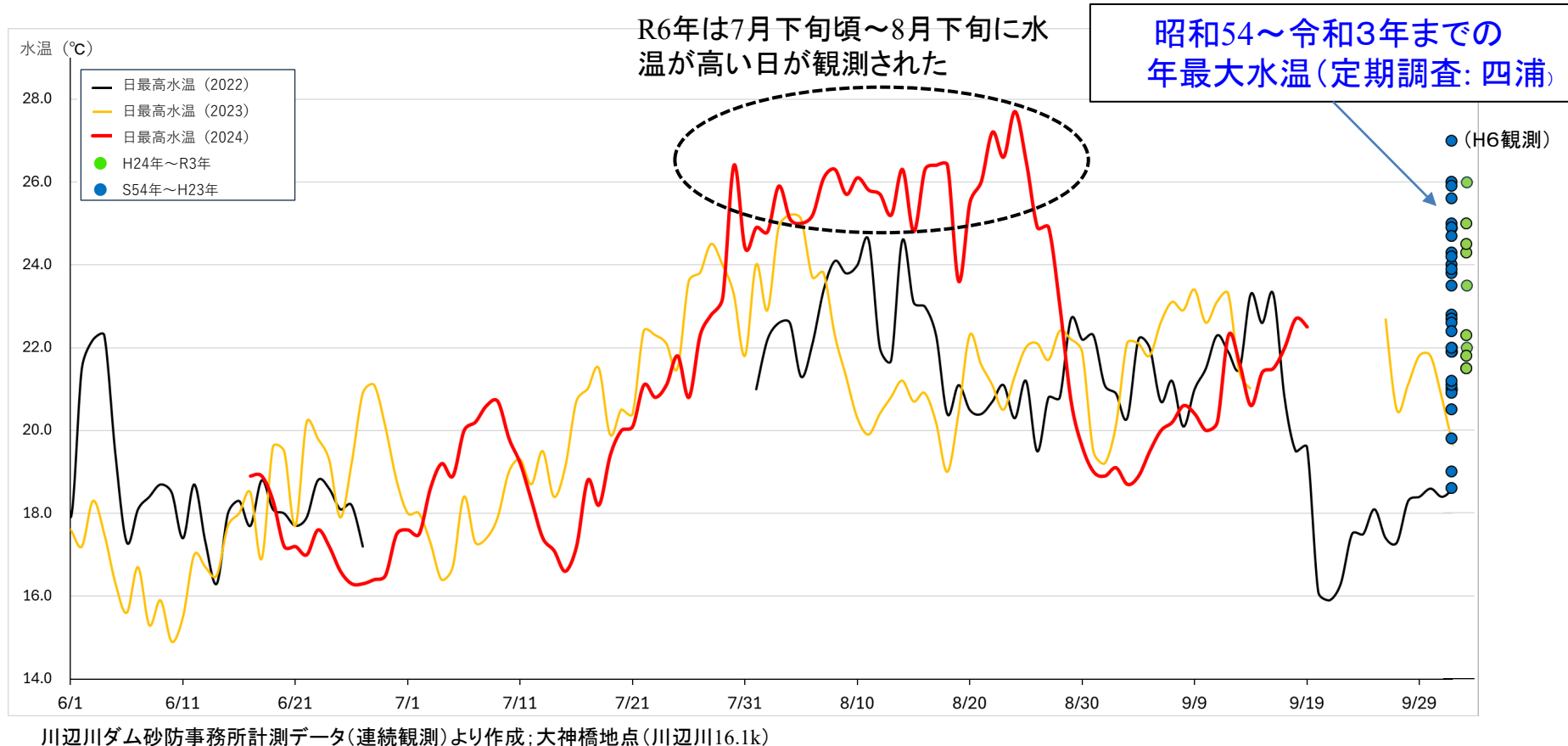


図 3カ年の日最高水温の比較 (6～9月: 大神橋地点〔流水型ダム地点近傍〕)

その他（流水型ダム環境改善効果について） （白川上流の立野ダムの例）

Nature positive（生物多様性の損失に歯止めをかけ、
回復傾向に向かわせるための取組）

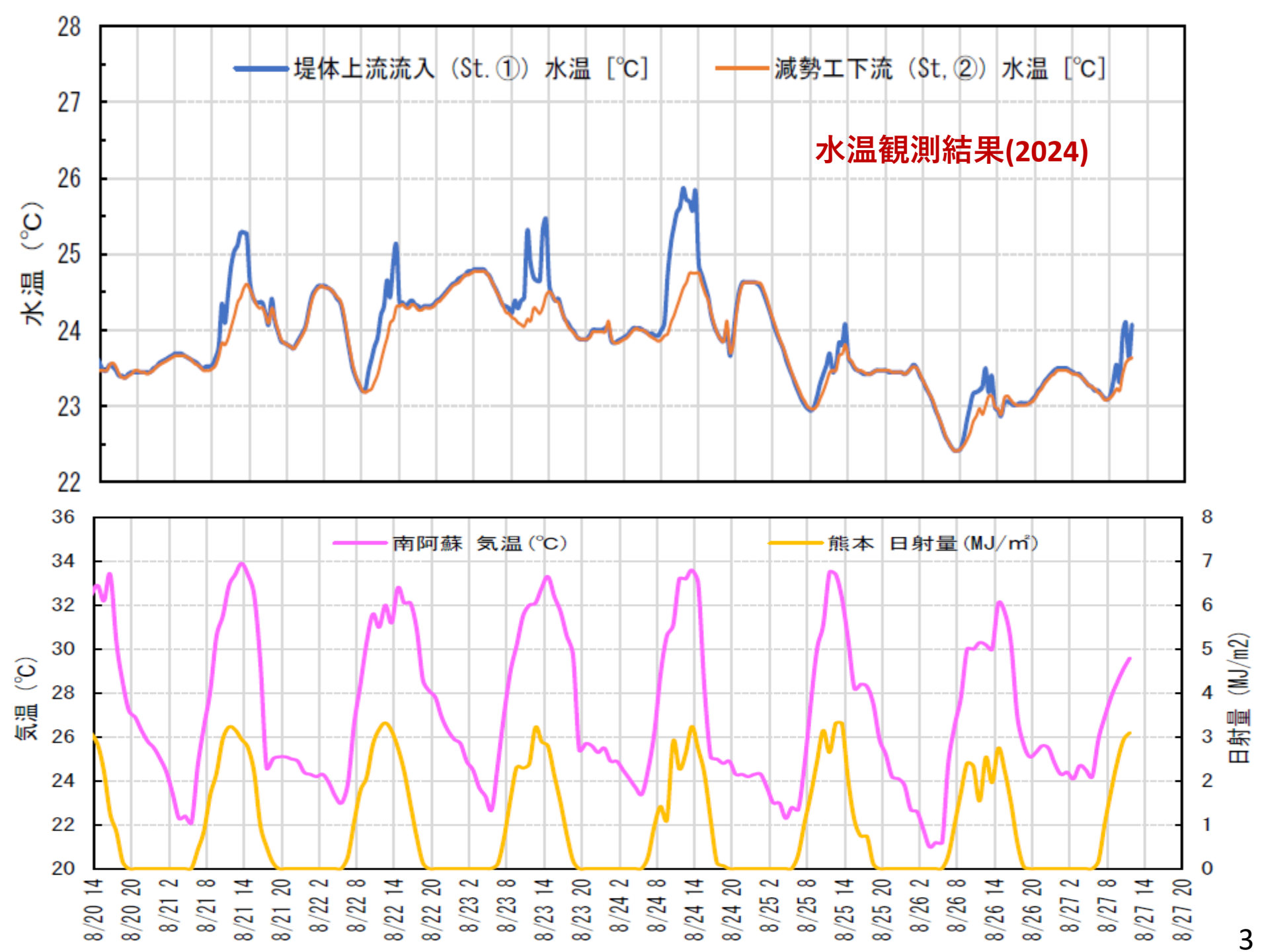
白川上流の立野ダム（流水型ダム）の上流側



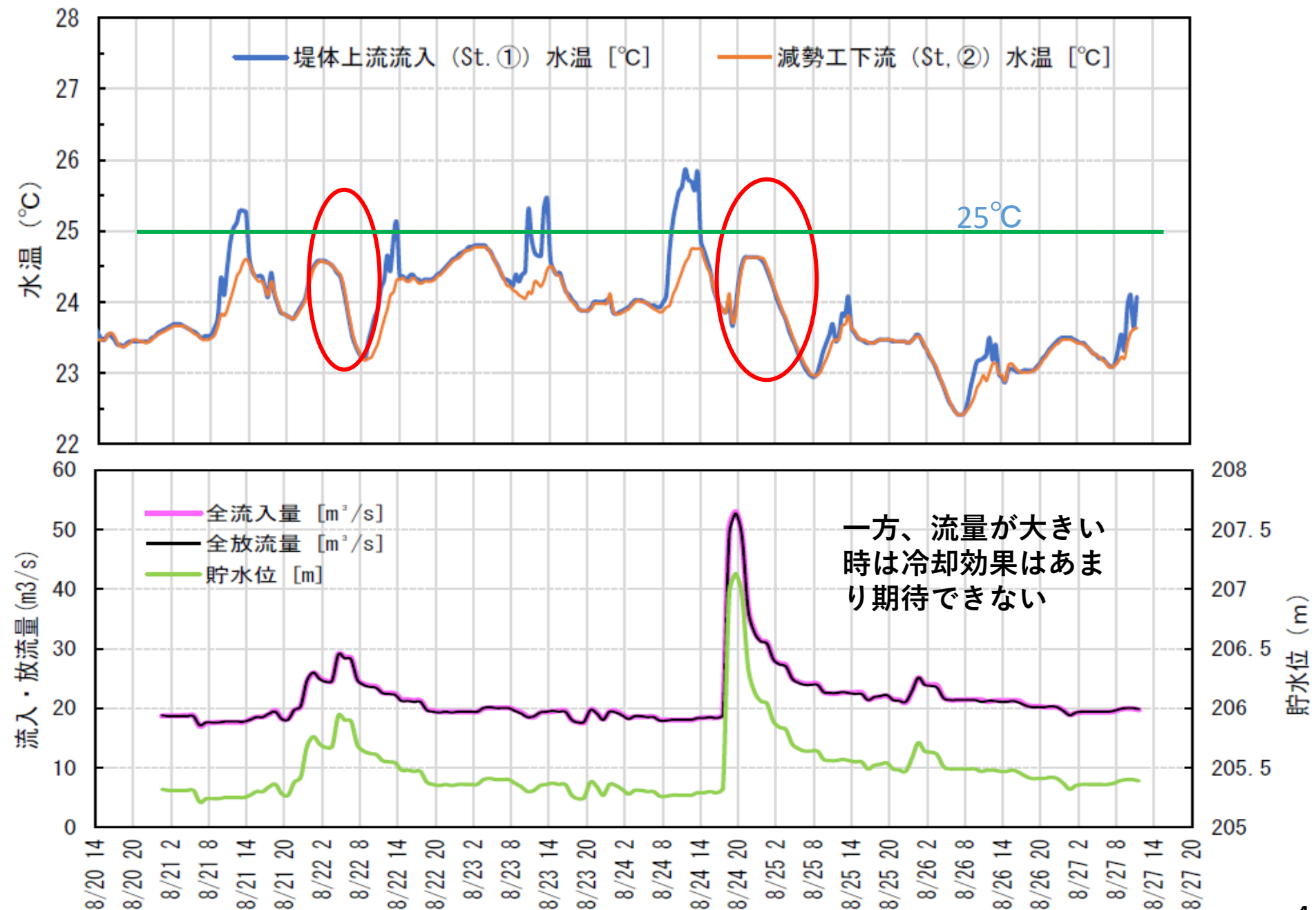
上流側の河床部放流設備（常用洪水吐きの長さは約70m）



水温調査地点位置



25℃を超える流入水を冷やす河床部放流設備の効果（小流量時）



得られた知見

- (1) 河川流量が少ない時（およそ $Q \leq 20\text{m}^3/\text{s}$ 程度）は日中の気温や日射により河川水温は急激に上昇する。
- (2) 流水型ダムの河床部放流設備では、流量が少ない時は流入水の冷却効果が期待できる。

立野ダム（流水型ダム）



ダム上流側の状況（2024.9.3 撮影）

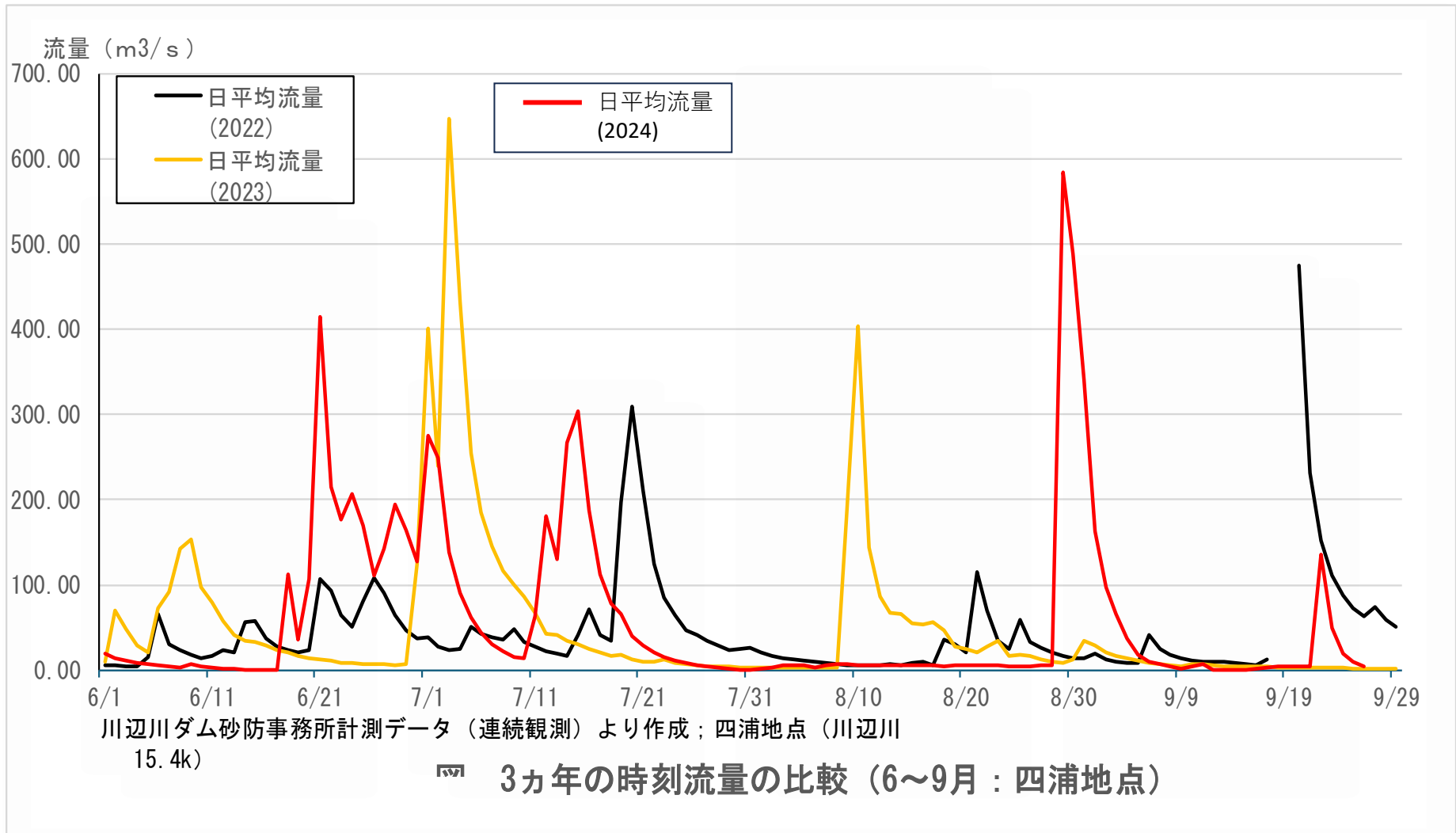
夏季は高温と日射が水温の上昇をもたらす



減勢工の状況

コンクリート面が剥き出しの減勢工は水温の上昇を引き起こすのでは？ 何らかの工夫が欲しい

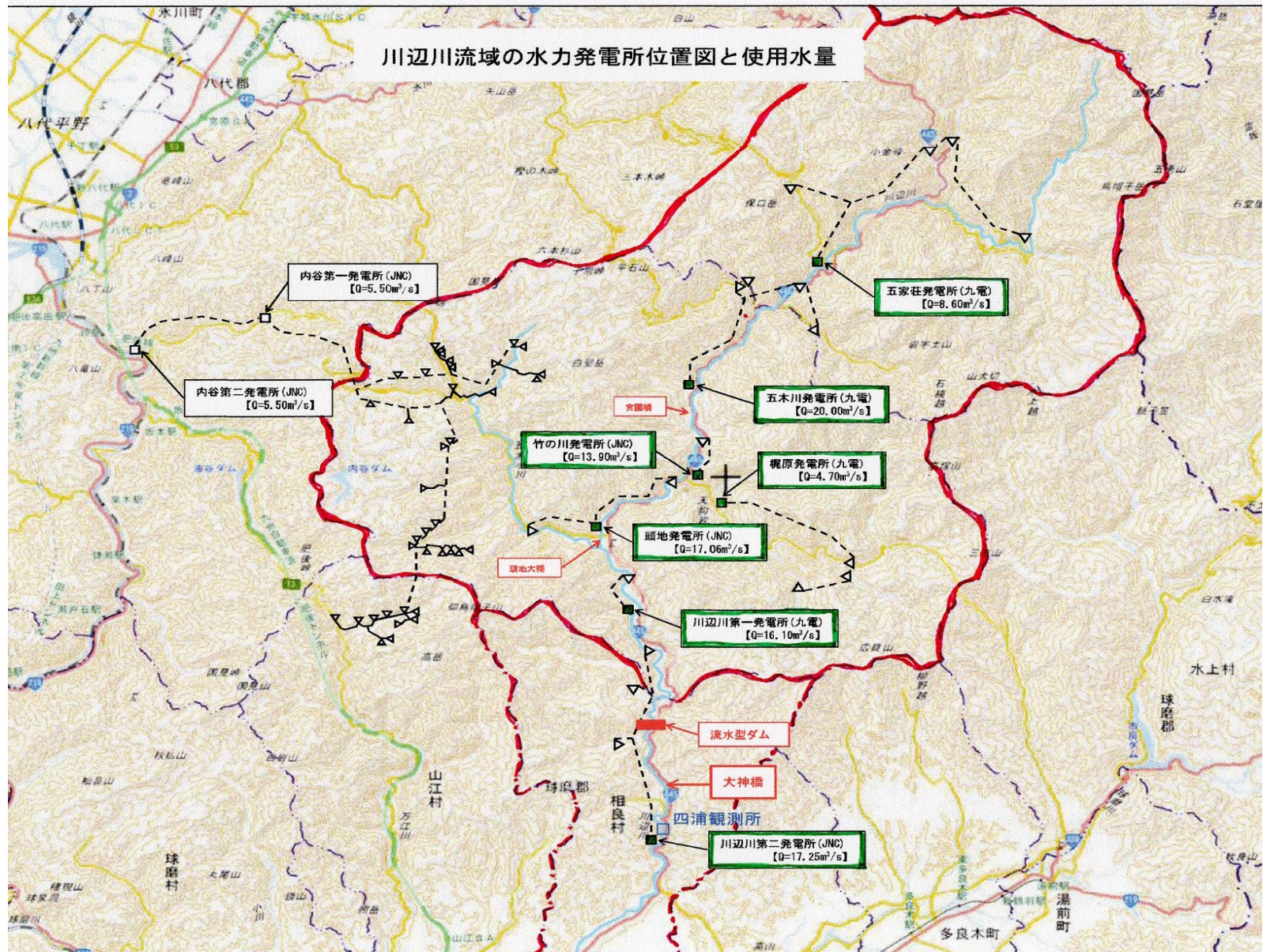
川辺川の四浦地点の河川流量（6～9月）



夏季の間に四浦地点で河川流量が非常に少なくなる期間が度々見られる。
川辺川第二発電所の取水($Q=17.25\text{m}^3/\text{s}$)の影響と思われるが、
この小流量の期間での水温の上昇が懸念される。

（川辺川ダム砂防事務所提供）

川辺川流域の流れ込み式の水力発電所と取水場所の位置図並びに使用水量



取水箇所の下流側は河川流量が大きく減少する → 水温の上昇

水力発電所への送水管（水圧鉄管）

露出式鋼板製



川から取水した水を高圧状態で発電所まで送る。発電に使用した後下流側で水を川に戻す。トンネル部分は冷却効果が期待できるが、**露出部分では大気温や日射の影響を受けて水は暖められ易い。**断熱材を巻き付けるなどの工夫が望まれる。

球磨川の水利用模式図 (9/000等は河口からの距離標)

水利利用においても詳細な検討により水温の上昇を抑え込む工夫が望まれる。

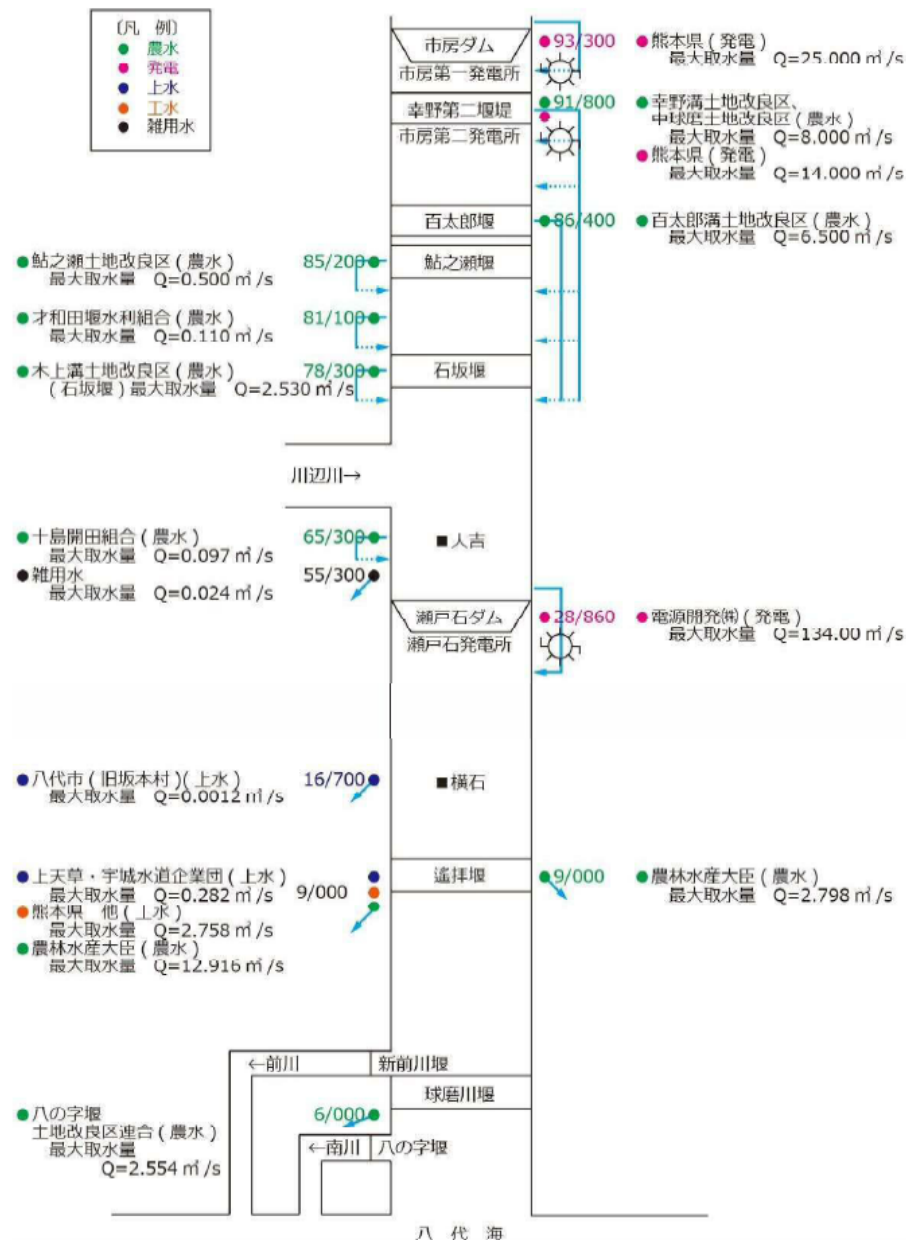


図 2.24 球磨川水系の水利用模式図 (令和 3 年 (2021 年) 4 月時点)

得られた結果

- (1) 『川の温暖化』により近年河川の水温は上昇してきている。
アユは高水温を嫌う。アユが良好に成長出来る水温の上限は25℃とされている。
- (2) 夏季の日射や高い気温に暖められた河川水は流水型ダム^①の河床部放流設備（常用洪水吐き）を通過する時に冷やされるため夏季の一時的な水温の急上昇を抑制する効果がある。川辺川ダム^②の河床部放流設備は長さが約100mとなるため、立野ダムと較べて更に大きな効果が期待出来る。
- (3) 河川流量が多い時は顕著な冷却効果はあまり期待できないが、
そもそも流量が多い時は河川水の温度そのものも上がりにくい。
- (4) 河川流量が少ない時（渇水時）の河床部放流設備の冷却効果を更に強化する工夫が望まれる。例えば、河床部放流設備の内部で特に小流量時に水と接する部分は耐摩耗性だけでなく熱伝導率の大きい材料（例えばダクタルフフォーム^③？など）を用いるなど。

	熱伝導率 (KJ/mh°C)
ダクトフォーム	8.33
普通コンクリート	5.40
鉄	180

- (5) 河床部放流設備で冷やされた河川水も**減勢工等の剥き出しのコンクリート部分で再び暖められる可能性がある**ので工夫が必要である。
- (6) また川辺川ダムの**仮排水路トンネル（長さ約570m）もダム完成後有力な夏季の高温水の冷却装置**として使える可能性があるので検討が望まれる（**Nature positive**）。
- (7) 川辺川の水も盛んに発電に使われているが、**流れ込み式発電や水利用などのための送水管に断熱材を巻く**などして夏季の水溫上昇を極力抑制する工夫が必要である。

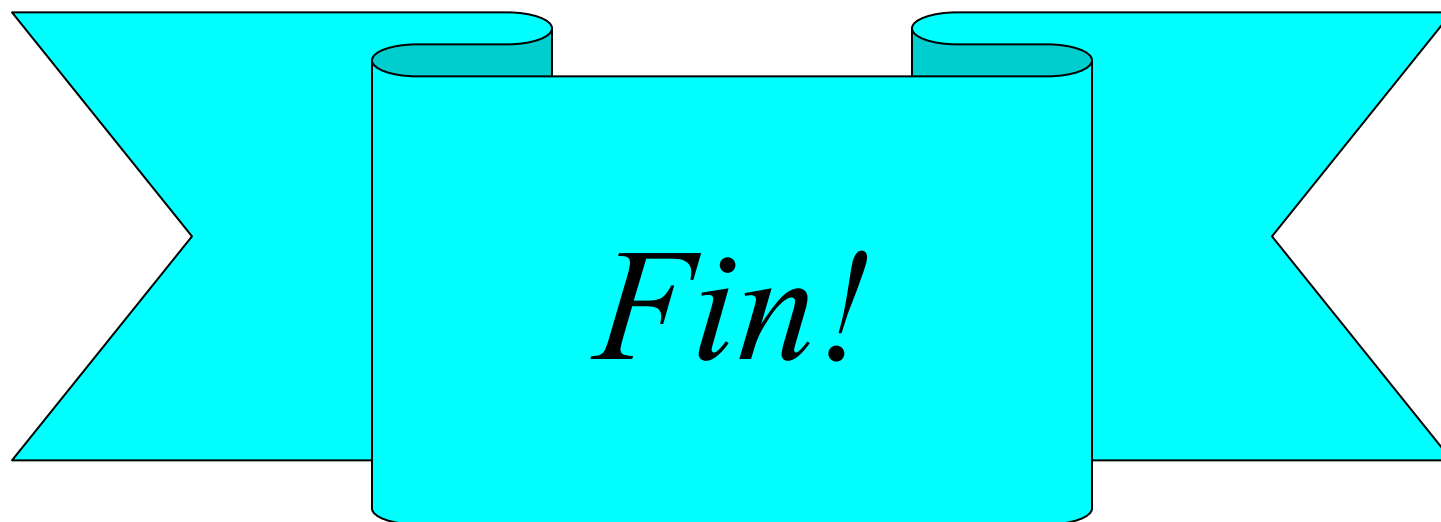
いずれにしても河川の豊かな生態系を守るためには”進行する河川の温暖化”対策を早め早めに図ることが不可欠となっている。

"Tomorrow I will live, the fool dose say: today
itself's too late; the wise lived yesterday."

American sociologist Charles Horton Cooley

“明日は何とかなると思うのは愚か者。今日でさえもう
遅すぎるのに。賢者は昨日のうちに済ませている。”

米国の社会学者 チャールズ・クーリー



ご清聴、ありがとうございました