

# 2024年度水・地域イノベーション財団成果発表会

## 玉川上水通水による 東京水循環の再構築に関する水文学的評価

中央大学名誉教授  
中央大学研究開発機構教授  
玉川上水・分水網を生かした水循環都市東京連絡会代表

山田 正

## 申請概要

【申請研究】玉川上水通水による東京水循環の再構築に関する水文学的評価

【申請代表者】中央大学研究開発機構 教授 山田 正

【参画研究者】中央大学研究開発機構 助教 小山 直紀

【研究期間】2022年6月1日～2024年3月31日(1年10ヵ月)

【研究協力機関】玉川上水・分水網を生かした水循環都市東京連絡会  
(中央大学、法政大学、東京理科大学、東京大学、日本大学)

### 【研究の目的】

東京都心部の水系は転換期を迎えており、高度成長期の発展と共に追いやられてきた水循環網を再構築できる好機にある。水質の悪化、水辺空間の消失、洪水災害への対応等、多くの課題を有しこれまで放置されてきた東京の水循環網を玉川上水からの通水実現によって再構築することでこれらの課題解決を目指す。

### 【研究①】水文学的評価による玉川上水からの最適な通水ルートの選定

「Step1: 再生水の流量を増やす」「Step2: 工業用水路を活用した荒川からの取水」「Step3: 玉川上水の流れの復活(多摩川からの取水量を増やす)」の3つの方法を科学的に検証した。いずれの方法にも課題があるものの、長期的にはStep3が望ましい。

### 【研究②】玉川上水系の水質への影響分析

各種手法を検討した結果、導水を利用した押し出し効果でしか水質浄化は図れないということがわかった。

### 【研究③】玉川上水復活の実現性の検証と評価

玉川上水を復活することによって「緊急水利としての活用」「湧水の復活」等多角的な効果も期待されることから、歴史的な価値を高めながら既に地域のネットワークが形成されていることから、その実現性は高いと考える。

# 玉川上水・分水網を生かした水循環都市東京連絡会 一覽

2013年

中村英夫教授（東京都市大学名誉総長）声かけの下、

日本プロジェクト産業協議会（JAPIC）主催、建設コンサルタンツ協会の協力により、外濠地元等4大学（法政大学・東京理科大学・中央大学・東京都市大学）と連携し、9回の意見交換会及び講演会を経て、シンポジウムを開催。

玉川上水・分水網を生かした  
水循環都市東京連絡会  
代表 山田正（中央大学教授）

**水循環都市東京シンポジウム実行委員会** 総括実行委員長：山田正（中央大学教授）

実行委員長：陣内秀信（法政大学教授）

実行委員長：天野光一（日本大学教授）

実行委員長：宇野求（東京理科大学教授）

実行委員長：沖大幹（東京大学生産技術研究所教授）

■後援：水文・水資源学会、土木学会、日本建築学会、日本都市計画学会、日本造園学会、日本学術会議、内閣官房水循環政策本部事務局、国土交通省関東地方整備局、独立行政法人水資源機構  
特定非営利活動法人日本水フォーラム

**玉川上水・分水網の保全再生連絡会** 代表：田畑貞寿（千葉大学名誉教授）

武蔵野を中心とした自然歴史文化の保全再生に係る他分野の有識者・市民団体代表のネットワーク

■参加団体：

玉川上水域研究会、公益財団法人とうきゅう環境財団、武蔵野ユネスコ協会、玉川上水を守り育てる武蔵野市民の会、武蔵野自然塾、**玉川上水ネット（後出）**、小平ユネスコ協会、学び舎江戸東京ユネスコクラブ、玉川上水・公園研究会、その他（生体・景観・都市計画・社会学の有識者）

**玉川上水ネット（未来遺産登録団体）** 代表：西村弘

玉川上水・分水網の保全再生、利活用に係る市民団体のネットワーク（25団体4個人 会員 約3000名）

■参加団体：

玉川上水遊歩道を考える会、玉川上水の自然保護を考える会、みどりのつながり市民会議、玉川上水ストーリーテラズ、小平井戸の会、小平市玉川上水を守る会、ちむくの会、小平ユネスコ協会、学び舎江戸東京ユネスコクラブ、武蔵野ユネスコ協会、武蔵野の森を育てる会、玉川上水を守り育てる武蔵野市民の会、井の頭バードリサーチ、三鷹環境市民連（6団体17個人）、久我山緑の散歩道、井の頭の歴史を知る会、NPO中国健康法普及協会、ミズモリ図、東京ほたる会議、玉川上水・すぎなみの会、渋谷川・水と緑の会

**日本橋再生推進協議会「水辺再生研究会」** 代表：工藤哲夫（かずさや代表取締役社長）

日本橋再開発推進協議会の中で特に水辺再生、水辺の有効活用について活動

中央大学、東京都市大学、地元企業、地元団体（名橋「日本橋」保存会、日本橋ルネッサンス100年計画委員会）

## 外濠・玉川上水・日本橋川周辺におけるグループ

### 外濠再生懇談会 代表：福井恒明（法政大学教授）

#### ■教育機関

中央大学（山田正教授）、法政大学（陣内秀信教授）、東京理科大学（宇野求教授）、東京都市大学（川口英俊教授）、日本大学（阿部貴弘教授）、三輪田学園、新宿区四谷図書館

#### ■地元企業

大日本印刷

#### ■町内会・自治会等

新宿区及び千代田区の町内会長、自治会長の方々

#### ■外濠市民塾（学生主体の地域住民参加型の団体）

### 外濠水辺再生協議会 （外濠水辺再生協議会 会長：高田徹） （元会長：宮坂学（元ヤフー会長、現東京都副知事））

#### ■会員企業：

鹿島建設、KADOKAWA、サントリーコーポレートビジネス、西武プロパティーズ、大日本印刷、日建設計、日本コンベンションサービス、博報堂、博報堂DYメディアパートナーズ、前澤工業、前田建設工業、森ビル、ヤフー（五十音順）

# 江戸城総構と玉川上水（江戸時代に形成された水の基本システム）

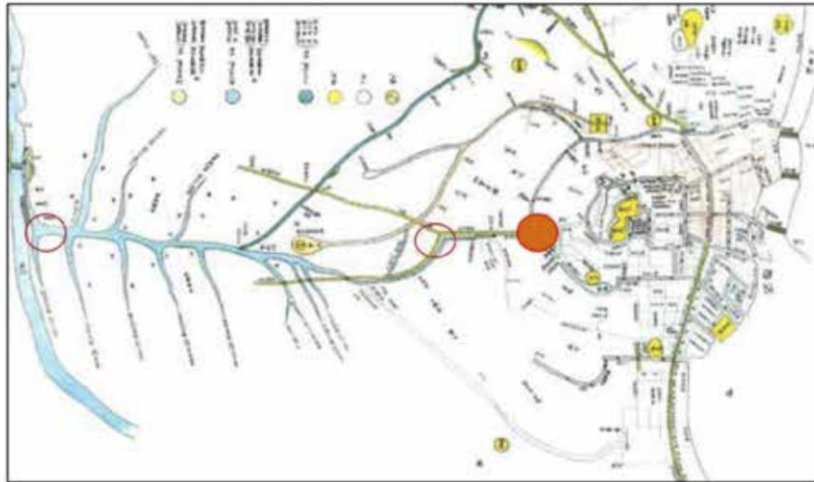
**玉川上水：急激に人口が増加した江戸に飲み水を供給することを目的として1653年に作られた人工水路**

## 江戸城惣構（1601～1639）と玉川上水（1653～1654）

江戸城惣構・外濠開削が終わった直後に玉川上水が開削された。  
玉川上水と外濠の接点は四谷見附。これにより江戸・武蔵野の水の基本的な構成ができあがる。

### 江戸城惣構

- 第1次天下普請 慶長10～13年（1601～1608）
  - ・神田川放水路 ・道三堀・日本橋川開削 ・日比谷入江埋立
- 第2次天下普請 慶長16～19年（1611～1614）
  - ・平川放水路 ・外濠延伸 ・日本橋川河口・河岸造成・内濠造成
  - ・外濠造成 寛永13～16年（1636～1639）
- 玉川上水 承応2年～3年（1653～1654）開削
  - ・羽村-四谷大木戸：開水路 ・四谷大木戸-四谷見附：暗渠 外濠へ



正徳年間（1711～1714）玉川上水図 ■開削 承応3年（1654）



寛永江戸図 ・江戸惣構外濠造成、完成後

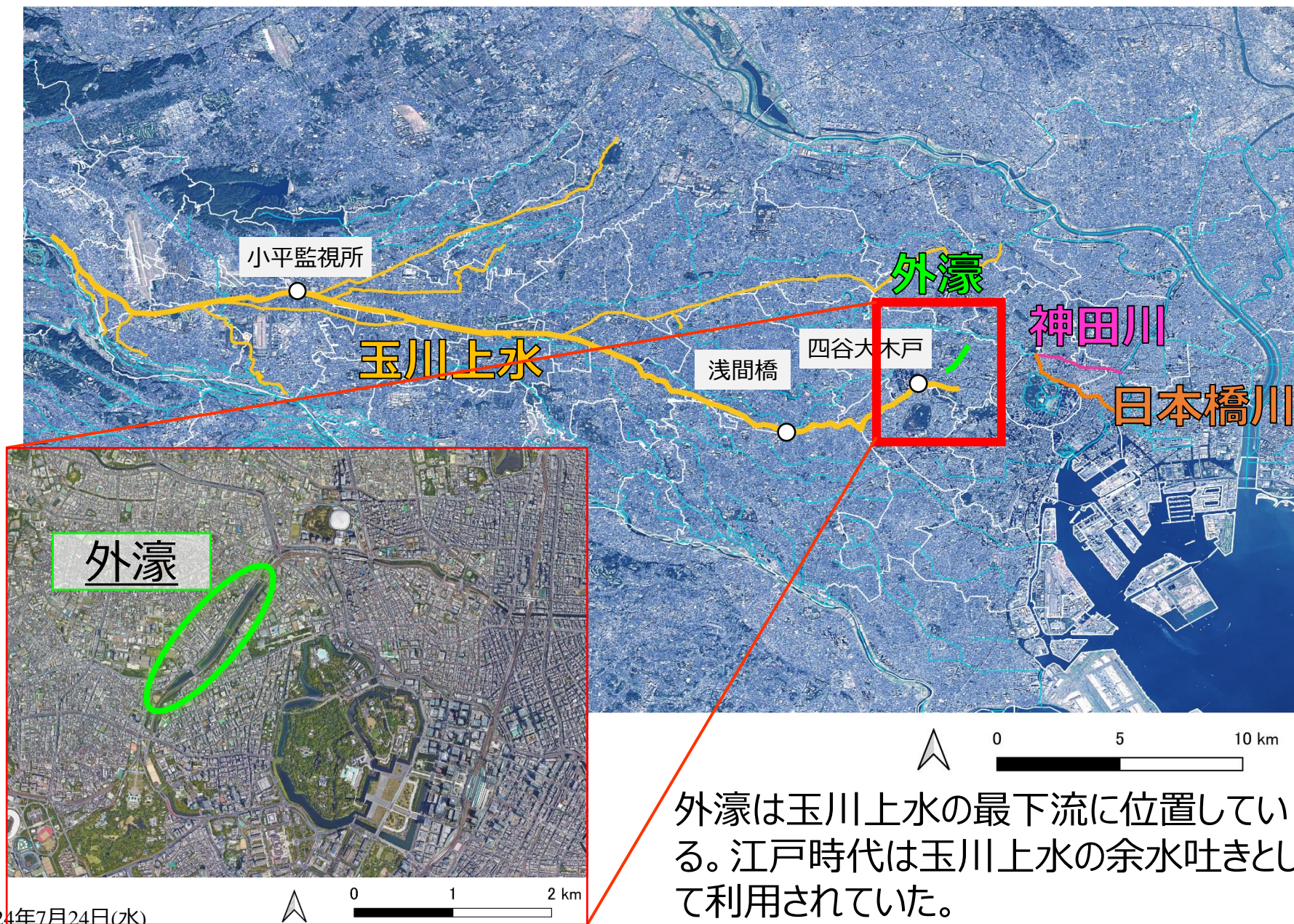
【出典】玉川上水・分水網を生かした水循環都市東京連絡会，玉川上水・外濠などに係る意見交換 資料，令和3年3月



# 外濠の現状



# 玉川上水の最下流に位置する外濠





# 外濠の水質問題

江戸城外濠では夏季になると気温の上昇とともに植物プランクトンが大量に増殖し、濠一面を緑色に染める。この現象を**アオコ**と呼ぶ。

冬季

(2021年3月)



夏季

(2022年7月)



**アオコ**（藍藻類）  
が発生している様子

外濠近くの歩道を歩くと**カビ臭・  
下水臭**があり、**とても臭い。**



# 夏季にアオコが発生している様子(江戸城外濠, 市ヶ谷濠)



この水を顕微鏡で見ると...



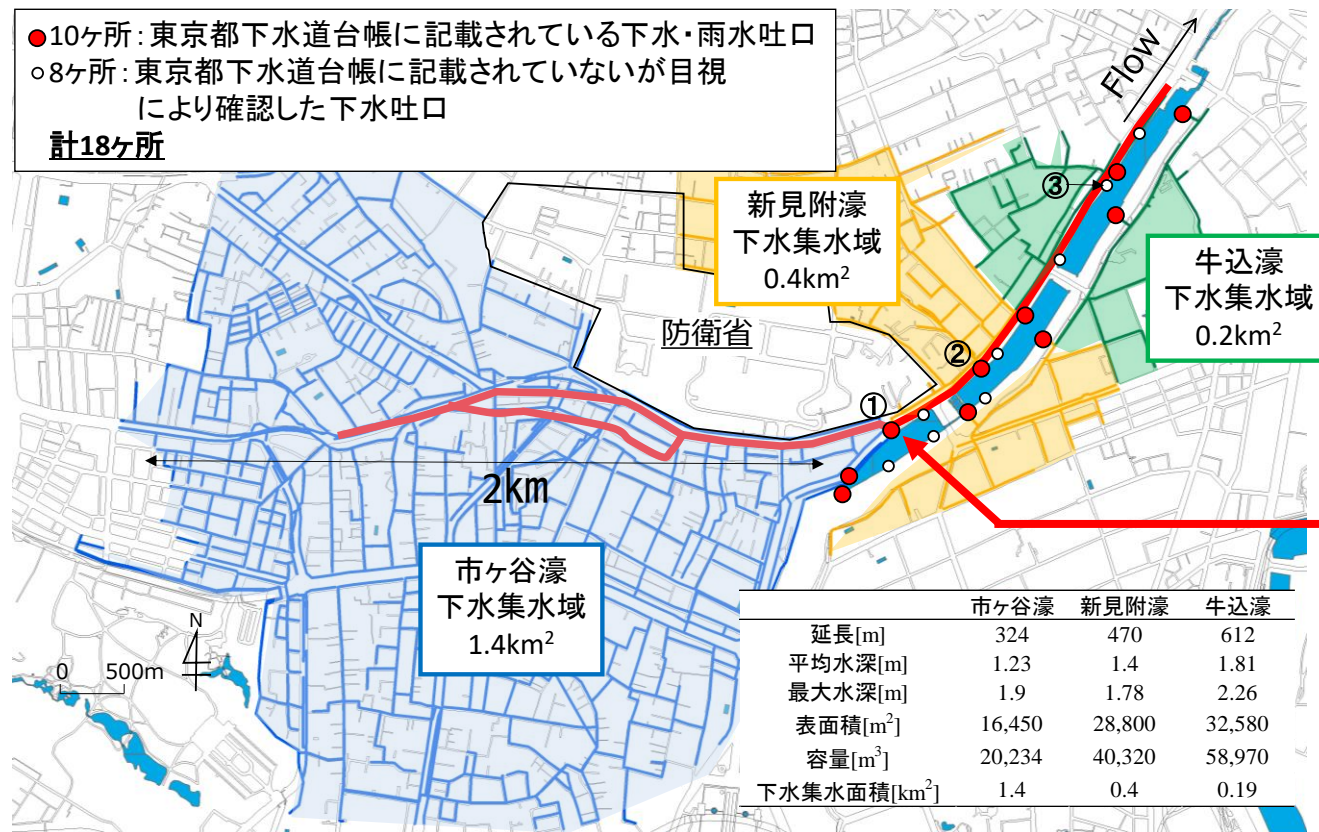
藍藻類は**毒素**(肝臓毒・神経毒)の生成や腐敗時に**悪臭**(カビ臭)を放つ

2017年8月山田研撮影

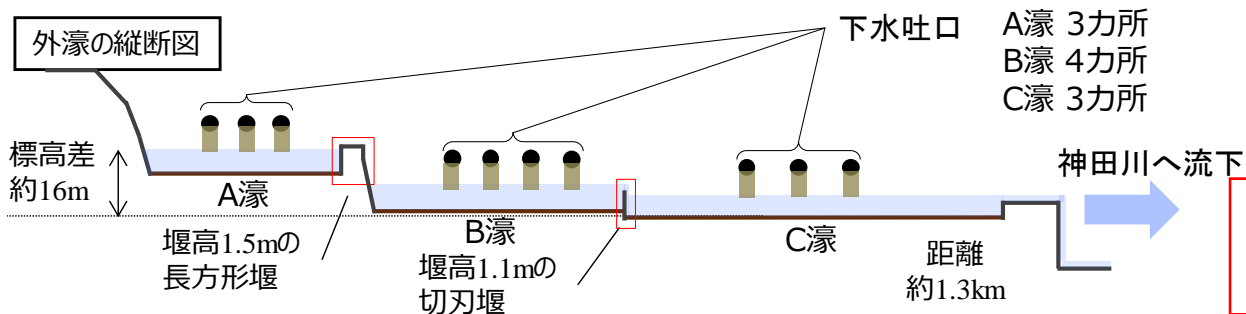
# 外濠に設置されている下水・雨水吐口地点の概要

- 10ヶ所: 東京都下水道台帳に記載されている下水・雨水吐口
- 8ヶ所: 東京都下水道台帳に記載されていないが目視により確認した下水吐口

計18ヶ所



※現地調査及び東京都下水道台帳（2017）を参考に作図。



降雨のない日(2013年10月)



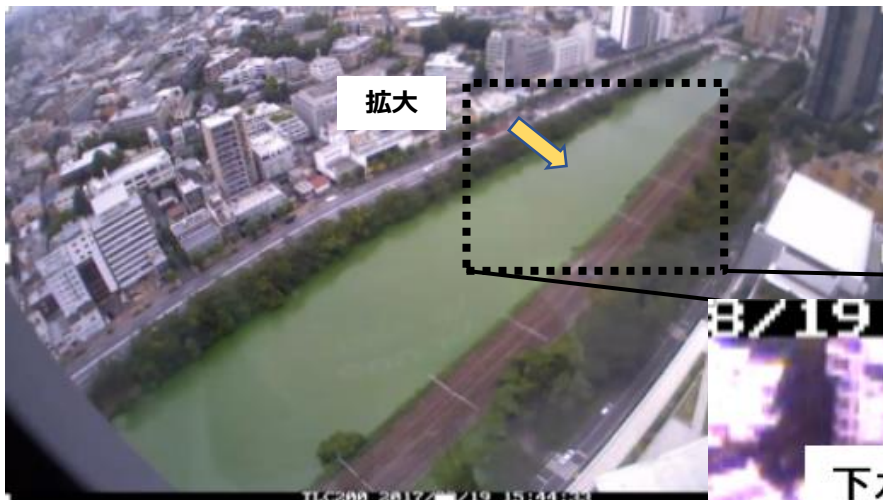
降雨の次の日(2013年10月)



大雨時には合流式下水道から  
汚水と汚濁物が流入している

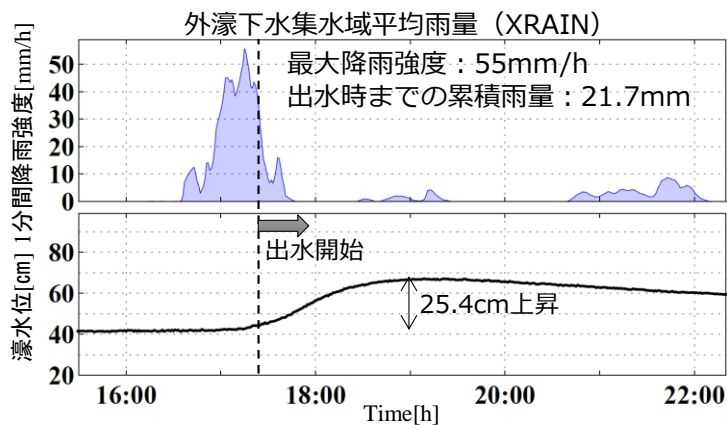


# 合流式下水道からの出水の様子【静止画像】 (江戸城外濠・牛込濠)



出水場所を拡大して画像解析すると...

下水の未処理水が出水している  
状況が良くわかる。

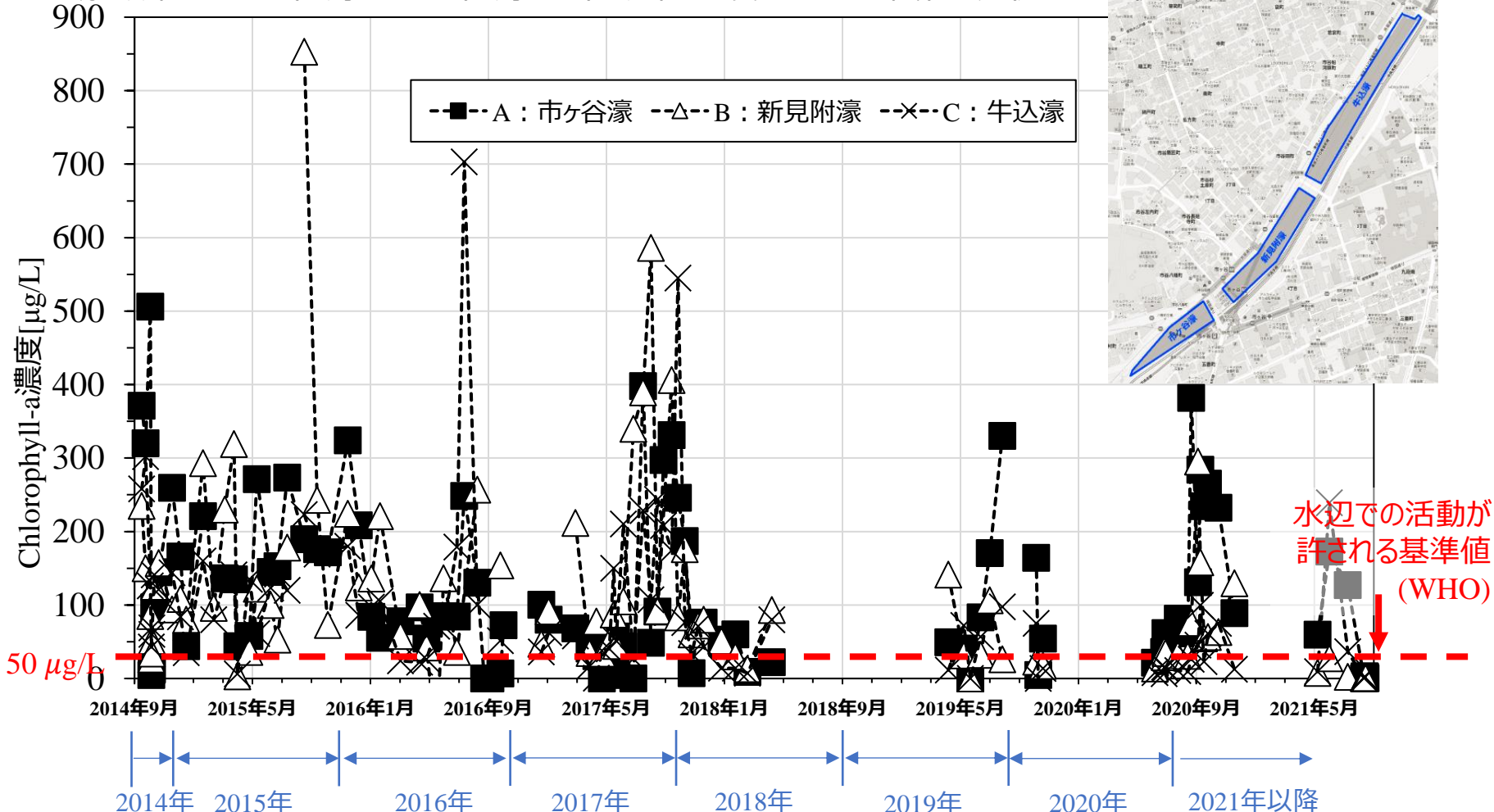




# 江戸城外濠の植物プランクトン(Chlorophyll-a)濃度

○使用したデータ

・観測期間：2014年8月～2021年9月 ・約2週間に1度の採水した試料の分析データを使用。



冬季(12月～3月)には50 $\mu\text{g/L}$ 以下の場合が多いが、  
それ以外の期間(4月～11月)ではいずれの濠でも50 $\mu\text{g/L}$ 以上のChl-a濃度である

→現状の江戸城外濠の周辺での活動は、**健康へのリスクが非常に高い**と言える

# 日本橋川の現状



# 玉川上水と日本橋川の位置



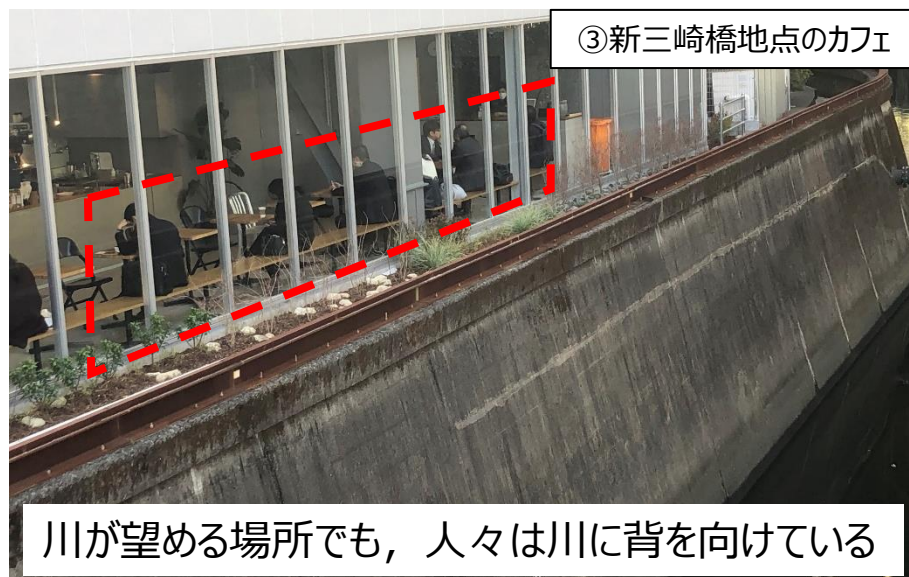
0 5 10 km





# 日本橋川の現状

写真は2018, 2019年に河川水文研究室撮影



# 日本橋川(兜町周辺)の現状

## ◆ 日証館について

日証館は、昭和初期から現在まで、日本橋川に面する建物として日本橋の歴史・文化を伝える重要な近代建築物である

- ・竣工：1928年（昭和3年）
- ・規模：地上7階 地下1階 塔屋1階
- ・構造：鉄骨鉄筋コンクリート（一部鉄骨造）



現在、日証館と日本橋川は堤防によって隔てられている状態である



引用：NPO法人 日本橋川・神田川に清流をよみがえらせる会  
<http://www.chiyoda-suika.or.jp/history.html>

日本橋川から見た日証館  
 (中央大学 河川・水文研究室撮影：2019/04/03)



# 日本橋川の水質

## ■ 神田川・日本橋川における現状の水質

写真は、2017・8年に著者撮影



江戸城外濠から  
アオコを含む水の流入



降雨時に  
未処理下水の流入

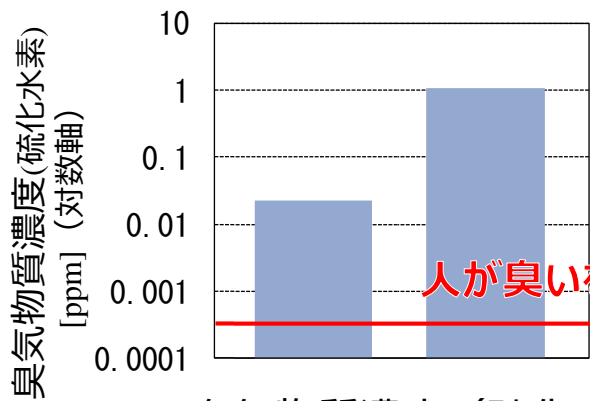


水面の白濁化  
(景観の悪化)



スカムの浮遊

## ■ 悪臭（嫌気性ガス）の発生（日本橋川における調査結果）<sup>1)</sup>



臭気物質濃度（硫化水素）

人が臭いを感じる最低値:0.00041ppm<sup>2)</sup>

都心の水辺においては**景観の悪化**、**悪臭の発生**などの課題が未だ解決されていない

1) 中央大学, 中国電力の調査結果より

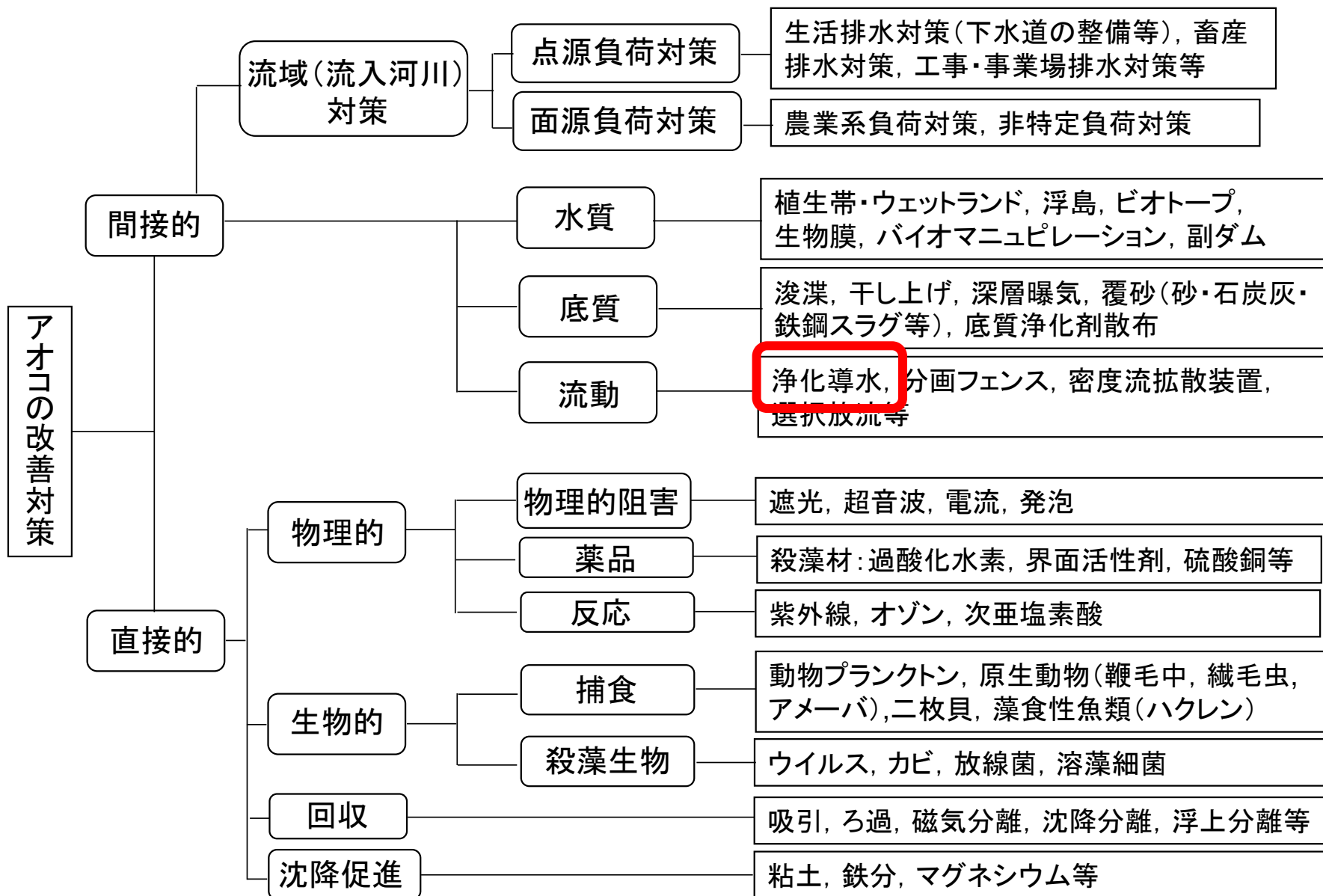
2) 嗅覚（検知）閾値：公益社団法人におい・かおり環境協会



# 都市河川の水質浄化に向けた対策案

# アオコ改善対策方法の一覧

平成22年国土交通省河川局河川環境課による水質改善手法に関する資料集をアオコの改善対策の視点に改変および加筆





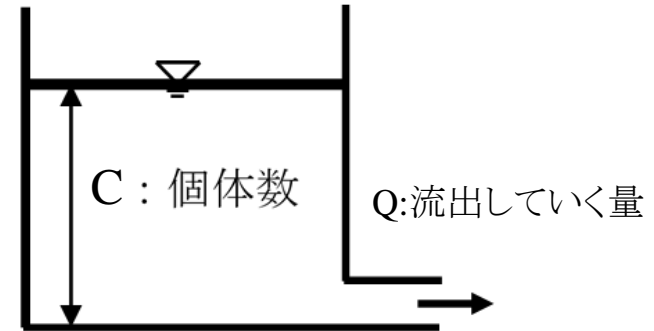
# 導水によるアオコ改善対策

ロジスティック方程式に流出していく量を考える

$$\frac{dC}{dt} = r_{\max} C \left(1 - \frac{C}{K}\right) - C \cdot d$$

$$\left( k' = \frac{r_{\max} - d}{r_{\max}} k \text{ とおくと} \right)$$

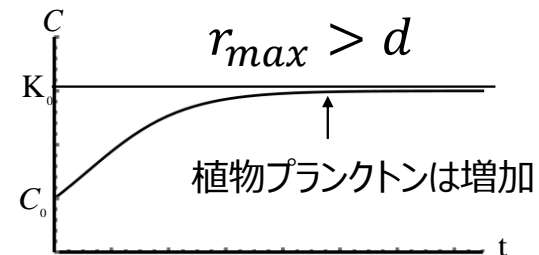
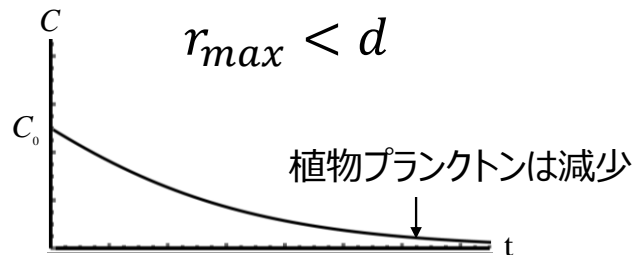
$C$ : 植物プランクトンの個体数  
 $r_{\max}$ : 最大比増殖速度 (回/day)  
 $\frac{Q}{V} = \frac{1}{T} = d$ : 回転速度 (回/day)  
 $K$ : 環境収容力 ※



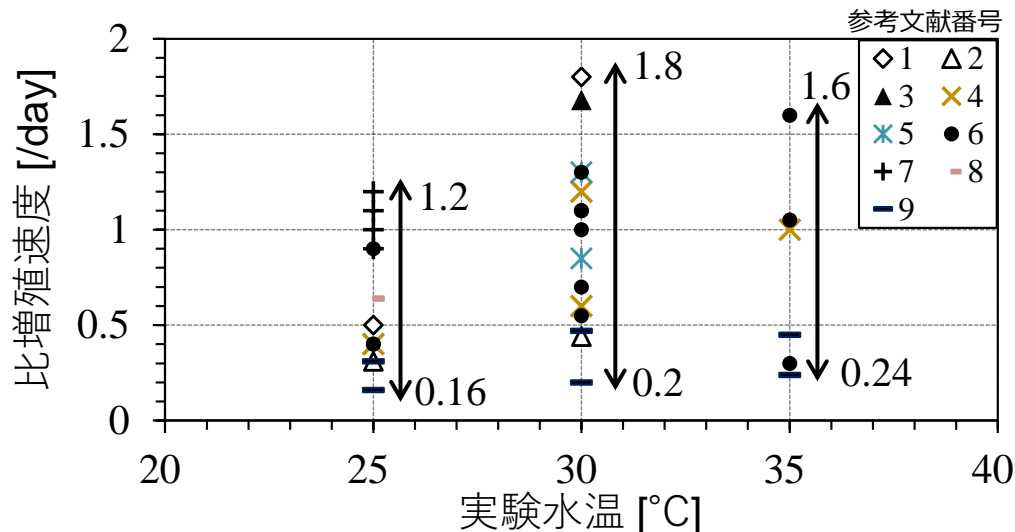
$$\frac{dC(t)}{dt} = (r_{\max} - d) C(t) \left(1 - \frac{C(t)}{k'}\right) \quad \text{※: その環境で維持できる生物個体数の上限}$$

**アオコを押し出す導水量を算出する新式!!! ロジスティック方程式と同形**

**湖沼の水が入れ替わる速さ:  $d$  > アオコの最大比増殖速度:  $r_{\max}$   
 の場合, 増殖するよりも速く押し出されるのでアオコは減少する!!!**



# アオコの最大比増殖速度( $r_{max}$ )について



室内培養実験によるMicrocystis属の各温度における最大比増殖速度

○藻類の比増殖速度は、光強度や水温、藻類の堆積や細胞の状態といった、内的及び外的要因による増殖速度の不確実性が存在する。

同水温の状況でもMicrocystisの最大比増殖速度は0.2~1.8(/day)<sup>1~9)</sup>の幅を持つ

- 1)高橋正征, 市村俊英: 霞ヶ浦の湖水の栄養特性と「アオコ」の大量発生, 「環境科学」研究報告集, B93-R12-2, 107-113,1981.
- 2)藤本 尚志, 杉浦 則夫, 西村 修, 稲森 悠平, 須藤 隆一: 藍藻類の混合培養系に及ぼす温度の影響, 日本水処理生物学会誌, Vol. 30, pp.45-48.1994.
- 3)清水 達雄, 工藤 憲三, 那須 義和: 藻類のリン摂取と増殖に関する動力学モデル, 水環境学会誌, Vol. 15, pp.450-456.1992.
- 4)矢木 修身, 萩原 富司, 高村 義親, 須藤 隆一: 霞ヶ浦から分離したMicrocystisの無菌株と単藻株の増殖特性, 水質汚濁研究 第7巻, 第8号, 496-503,1984.
- 5)岡田 光正, 竹下 俊二, 須藤 隆一: マイクロゾムを用いた水の華の発生機構とその制御に関する研究, 水質汚濁研究, Vol. 11 (1988) No. 6 P 371-380,354
- 6)Ohubo,N, Yagi,O, Okada,M : Effects of Temperature and Illumination on the Growth of Blue-green Alga Microcystis viridis , Journal of Limnology , Vol. 52, pp.255-261.1991.
- 7)生嶋功: 水の華の発生機構とその制御, 東海大学出版, P66-82, 1987.
- 8)須藤隆一: 環境浄化のための微生物学, 講談社出版, P20-36, 1983.
- 9)Imai , H, Chang , H, K, Kusaba, M, Nakano, S :Temperature-dependent dominance of Microcystis (Cyanophyceae) species: M. aeruginosa and M. wesenbergii , Journal of Plankton research , Vol. 31, pp.171-178.2009.
- 10)工藤勝弘, 山田正: 「ダム貯水池の滞留時間と植物プランクトンの増殖に関する研究」, p.6-2, 2004のデータを再度整理し記載



# 外濠のアオコ改善に必要な導水量

外濠において導水によるアオコ改善対策をする場合に何 $m^3/s$ 必要であるか？

→ 比増殖速度と回転速度の関係から、アオコ浄化に必要な導水量を求めることができる

$$\frac{dC(t)}{dt} = (r_{\max} - d) \cdot C(t) \left( 1 - \frac{C(t)}{k'} \right) \quad \left( \frac{Q}{V} = \frac{1}{T} = d: \text{回転速度 (回/day)} \right)$$

## ◆計算条件

✓ 最大比増殖速度( $r_{\max}$ ): 0.2, 1.0, 1.8 [回/day]

(藍藻類: *Microcystis*属の最大比増殖速度は0.2~1.8 [day])

✓ 濠面積 → 最上流の市ヶ谷濠: 16,450 $m^2$ , 新見附濠: 26,940 $m^2$ , 牛込濠: 36,400 $m^2$

✓ 平均水深 → 市ヶ谷濠: 1.23m, 新見附濠: 1.39m, 牛込濠: 1.82m

✓ 容積: 濠面積×平均水深として計算する

※面積は国土地理院地図, 平均水深は観測により決定

## ◆計算結果

最大比増殖速度1.8[回/day]の場合,  
(アオコが最も早く増殖する場合)

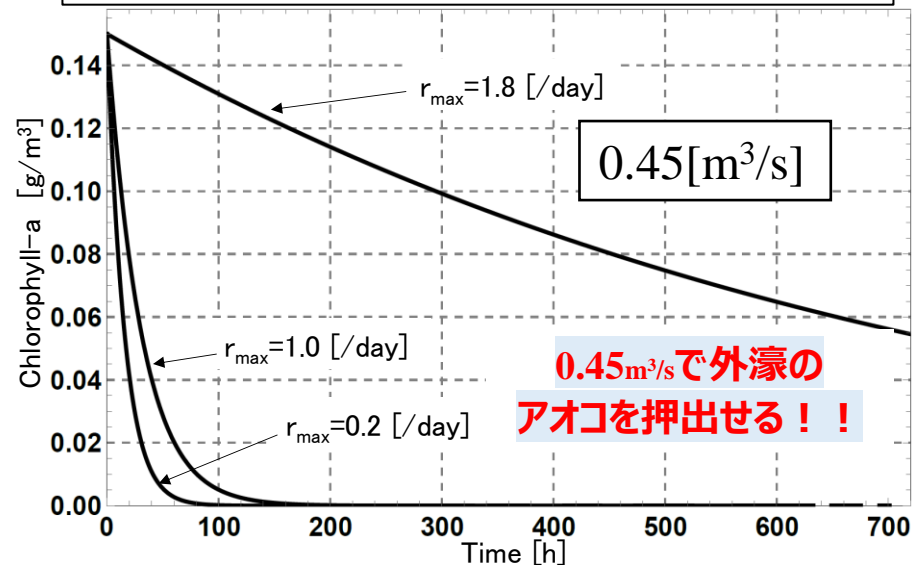
**市ヶ谷濠: 0.45 [ $m^3/s$ ],**

**新見附濠: 0.8 [ $m^3/s$ ],**

**牛込濠: 1.38 [ $m^3/s$ ],**

を導水すれば, アオコが浄化できる

比増殖速度を変化させた時の導水量 (市ヶ谷濠の例)



# 本研究の目的



## 【本研究の目的】

玉川上水の通水による「東京水循環の再構築のあり方を水文学的に評価する」

【研究①】水文学的評価による最適な通水ルートを選定

【研究②】通水実現による玉川上水系の水質への影響評価

【研究③】玉川上水の水道水路として復活することの水理学的分析による実現性の検証と評価

# 研究①

## 水文学的評価による最適な通水ルートを選定



# 3大学総長・学長連名で都市河川浄化のための玉川上水復活を提言

法政大学総長・東京理科大学学長・  
中央大学学長の連名で  
小池百合子 東京都知事に対し、  
「外濠・日本橋川の水質浄化と玉川上水  
分水網の保全再生に関する提言」提出  
2019年9月17日

2019年に、都政の基本方針として「玉川上水」を活用した皇居の外濠浄化事業が盛り込まれた！



田中優子  
法政大学 前総長

小池百合子  
東京都知事

河川・水文研究室撮影



2019年(令和元年)12月26日(木曜日) 読売新聞 東京

◆小池都政の主な実績

- ・就任以降、待機児童が5000人減
- ・高齢運転者の事故防止装置に補助制度
- ・国の基準を上回る受動喫煙防止条例
- ・虐待防止条例に保護者の体罰禁止を明記
- ・情報公開時の閲覧手数料を廃止
- ・無電柱化の推進を条例化

中 玉川上水は多摩川から江戸市中に水を供給するため、幕府が約43キロメートルにわたって造成。かつては外濠や内濠にも流れ込み、「水の都」の景観づくりにも一役買っていた。その後、上水道の整備などによって水の流れが絶え、外濠などでは水質の悪化による藻の発生や悪臭が問題となった。

都は新たな水源の確保や玉川上水の改修、導水管の整備を通じて清流の復活を長期計画の中核に位置づける考えで、小池知

**小池知事インタビュー**

都が2040年までの都政の基本方針として策定を進めている長期計画に、江戸期に造られた水道「玉川上水」を活用した皇居(千代田区)の外濠浄化事業が盛り込まれることがわかった。読売新聞は「玉川上水を復活させて、東京に江戸の情緒を取り戻したい」と語り、事業の意義を強調した。

**水の都へ玉川上水復活**

皇居外濠浄化 「江戸情緒取り戻す」

事「長い事業となるが、よみがえった玉川上水によって外濠がきれいになっていく。夢のあるものだ」と語った。

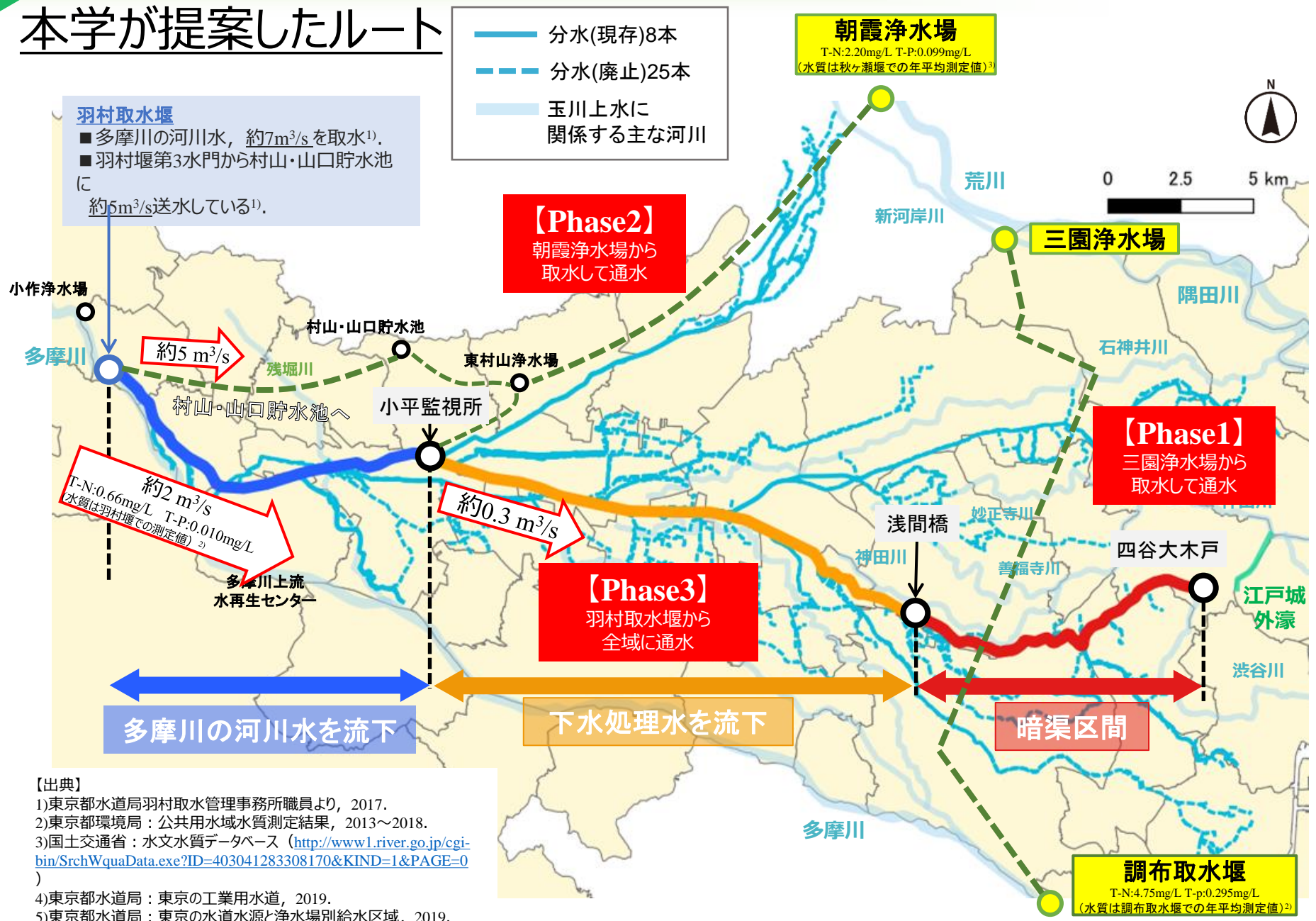
◆ 小池知事はインタビューで、3年半に及ぶ任期を振り返った上で、「子育て支援施策の推進で四半世紀ぶりの低水準となった待機児童数②都民や大学研究者からの施策提案制度導入③情報公開制度の改善などを通じて都政の「見える化」――などを成果として掲げた。

その上で、小池知事は任期最終盤を迎える来夏の東京五輪・パラリンピックの成功に全力を挙げる考えを示した。特にパラリンピックにおいて「客席を埋め尽くし、東京の社会の成熟度を示したい」として、より重視する姿勢を明確にした。

五輪の開幕直前に行われる都知事選への対応については、「東京にとって大事な時期なので、知事として日々邁進したい」とし、明言を避けた。

読売新聞：「水の都へ玉川上水復活」2019年12月26日。

# 本学が提案したルート





東京都の「未来の東京」戦略に盛り込まれる



# 「未来の東京」戦略

令和3(2021)年3月  
東京都

～渋谷・後藤の精神を受け継ぎ、新たな地平を切り拓く～



# 東京都によって提案された通水ルート

## 戦略13 水と緑溢れる東京戦略

### 3. 外濠浄化プロジェクト

- 長期的には、玉川上水の水を元の多摩川から引き、本来の玉川上水の姿に蘇らせる可能性を展望しながら、当面は外濠に導水するための水源・水量の確保及び暗渠区間の改良や導水路の新設に係る整備方法等について検討し、外濠への必要な導水量を確保。あわせて、玉川上水の調査等の実施や多様な主体との協働に関する方策を検討
- 水の都にふさわしい、まちに潤いを与える東京を実現するために、歴史的財産である外濠の水質改善を進め、都心で働く人々に癒しの場を提供するとともに、品格ある景観の形成により地域全体を活性化

#### 当面の外濠に対する取組

外濠への導水と下水道吐口からの雨水流入対策を講じることで、外濠の水質改善を推進

#### 外濠への導水

##### STEP 1

下流部で施設改良・管路新設等を行い下水再生水の供給余力を活用して導水

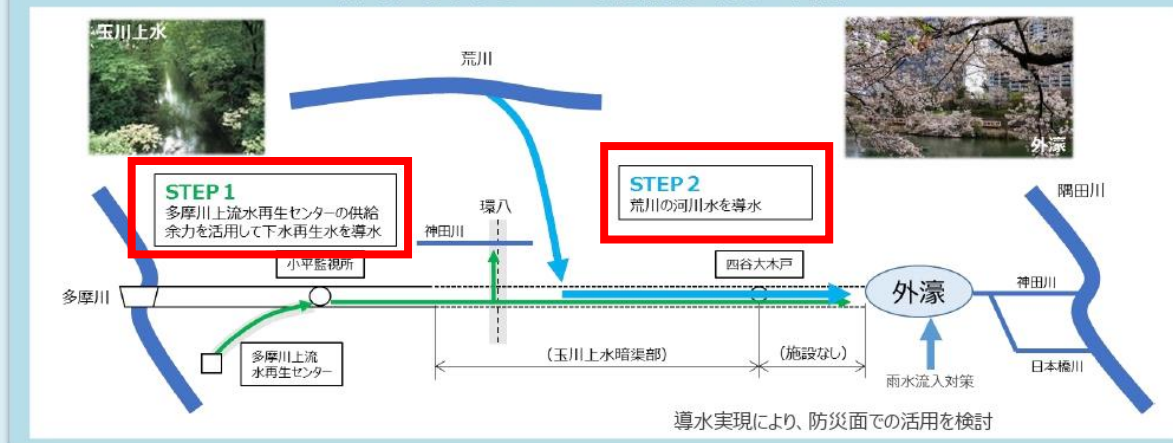
##### STEP 2

荒川の河川水を活用し、STEP 1 と合わせ浄化に必要な量を導水

おおむね5日で瀑水を入れ替え、アオコの発生を抑制

人々が憩う水辺に外濠が生まれ変わる

#### <外濠に導水するための水源確保に向けた検討>



#### 3か年のアクションプラン（主要）

具体的な取組	2020年度末 (見込み)	年次計画		
		2021年度	2022年度	2023年度
人々が憩う外濠の水辺再生	導水に向けた現況調査・基本計画検討	導水に向けた詳細調査・基本計画検討（玉川上水暗渠部等の活用可能な既設水路や導水施設の新設が必要となる区間の調査・検討）	調査・検討の結果を踏まえて、導水に向け必要となる施設の基本設計・詳細設計など	
多摩川からの通水の可能性の展望			玉川上水の構造物健全度調査等	

#### 2030年への展開

- ポストコロナの社会における身近な水辺として都民に癒しの場を提供し、まちに潤いを与える東京を実現し、外濠への導水などによる水質改善の進展
- 多摩川からの通水の可能性を展望し、玉川上水の構造物健全度調査等を実施



# 東京都が進める外濠浄化に向けた取り組み

30  
30

東京都ー外濠浄化に向けた基本計画ー（令和4年5月）



## 【出典】

1) 東京都: 外濠浄化に向けた基本計画, 令和4年, pp.3,7

2) 寺井しおり, 細見寛, 辻野五郎丸, 柿沼太貴, 山田正: 玉川上水からの通水実現が東京水循環に与える有意性の検証, 第25回地球環境シンポジウム講演集, Vol.25, pp.129-136, 2017

## 研究①

# 水文学的評価による最適な通水ルートを選定

**【Step1】下水再生水の導水量を増やす**



# Step1: 下水再生水の導水量を増やす

東京都—外濠浄化に向けた基本計画—（令和4年5月）



【出典】

- 1) 東京都: 外濠浄化に向けた基本計画, 令和4年, pp.3,7
- 2) 寺井しおり, 細見寛, 辻野五郎丸, 柿沼太貴, 山田正: 玉川上水からの通水実現が東京水循環に与える有意性の検証, 第25回地球環境シンポジウム講演集, Vol.25, pp.129-136, 2017

# 計算条件

東京都の外濠浄化事業のSTEP 1 『下水再生水の供給余力を活用して導水』  
→外濠浄化に必要な下水再生水の増加量を求める

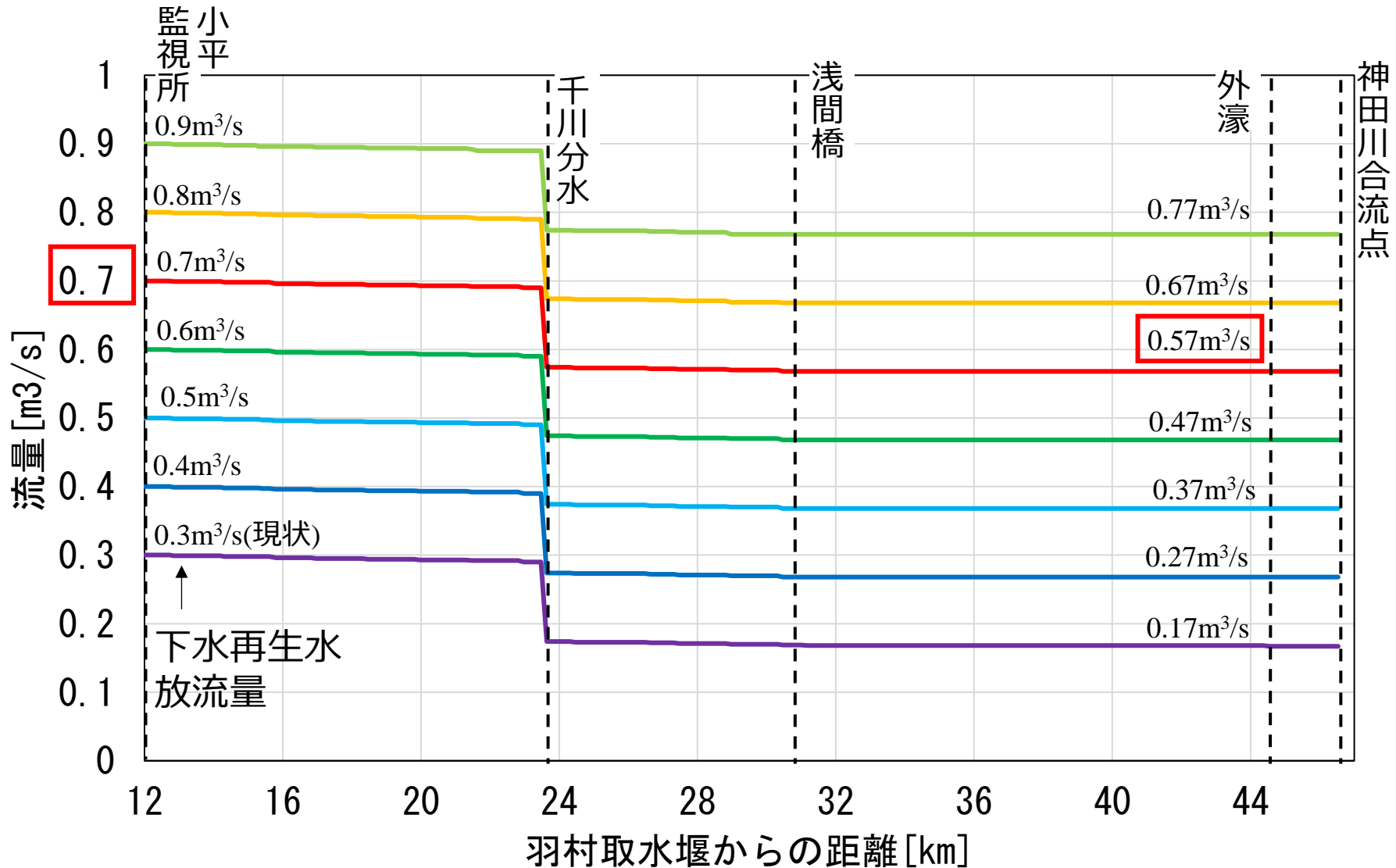


## 計算条件

小平監視所からの下水再生水の放流量を現状の $0.3\text{m}^3/\text{s}$ から  
 $0.1\text{m}^3/\text{s}$ ずつ増加させ、外濠に届く流量を求める



# 計算結果(外濠浄化に必要な流量)



外濠浄化のために必要な流量 0.5m<sup>3</sup>/sを導水するためには、  
小平監視所からの下水再生水は、0.7m<sup>3</sup>/s必要



# 中流部の水路構造の変化

調査方法：レーザ測量（2022年1月実施）

調査地点：寺橋  
(高度下水処理水流下区間)



調査の様子



開削当初の  
標準断面の推定

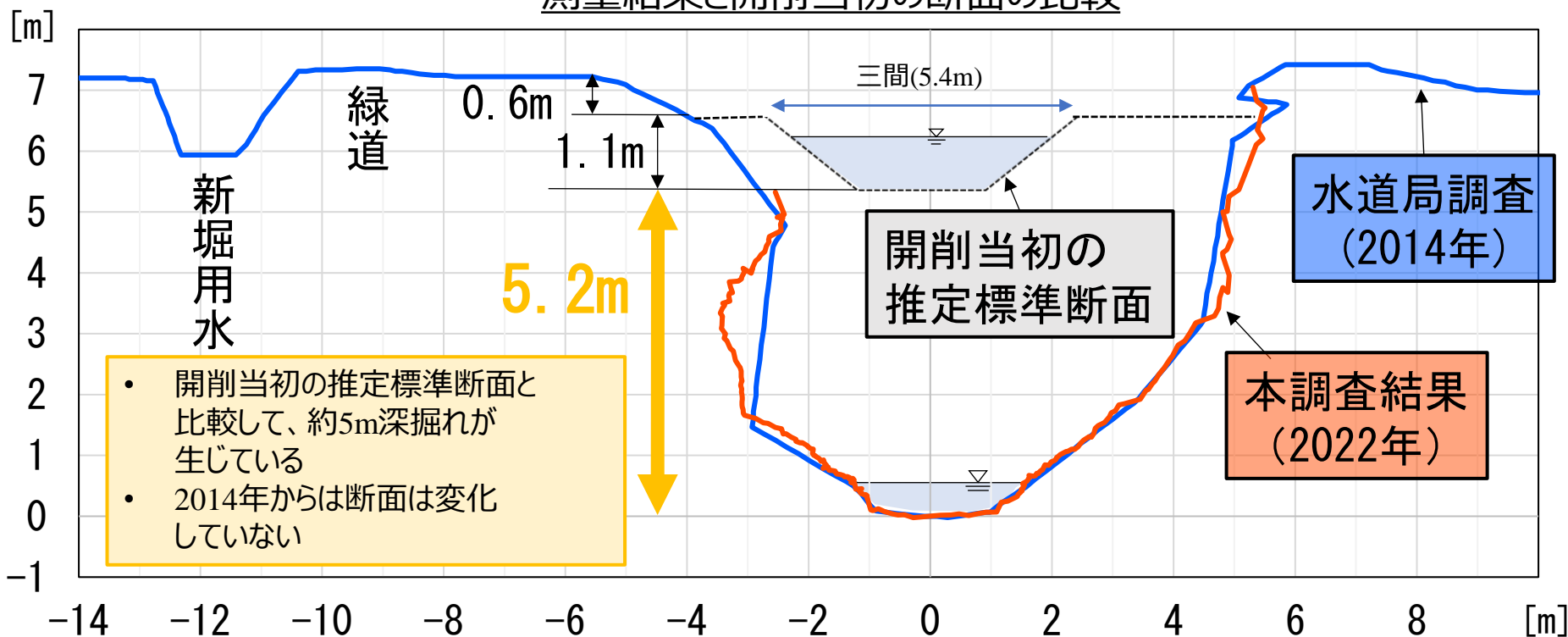
(計算条件)

平均取水量	5 m <sup>3</sup> /s
法面勾配	1:1
水路幅	三間 (5.4m)
粗度係数	n=0.04
水深	水路高さの8割

【参考文献】

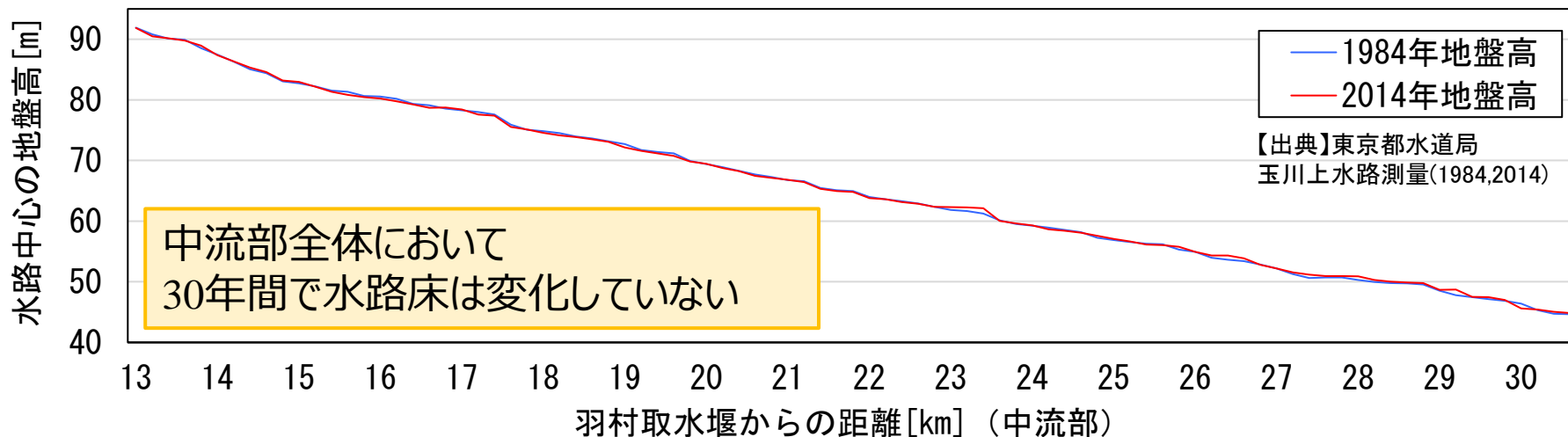
- ・日本河川開発調査会(1984)
- ・渡部一二(2004)

測量結果と開削当初の断面の比較



# 中流部の水路床安定化について

## 中流部の水路中心の地盤高の比較（1984年と2014年）



調査地点の  
流速観測値  
**0.3 m/s**

ロームの  
最大許容流速  
**0.7 m/s**

<

現在の流速がロームの許容流速を下回っている。  
中流部への河川水の通水停止(1965年)以降は、流速が低下し、水路床は安定していると考えられる。

## 水路設計時の最大許容流速

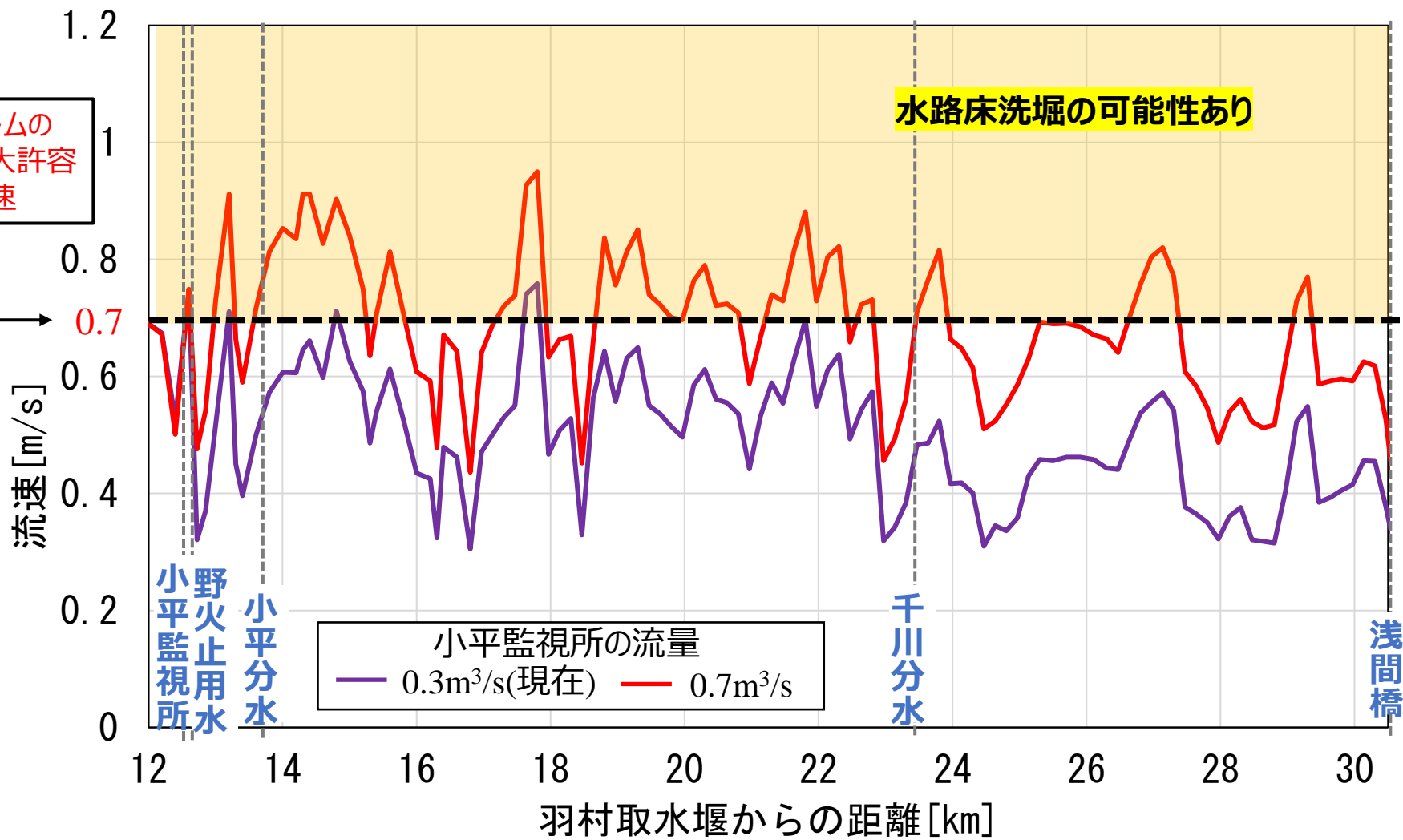
種別	流速[m/s]
砂質土	0.45
砂質ローム	0.60
ローム	0.70
粘質ローム	0.90
粘土	1.00
砂混じり粘土	1.20
軟岩	2.00
硬岩	3.00

【出典】農林水産省農村振興局，土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計標準値(河川)・水文研究室(山田正)

# 計算結果(下水再生水増加時の流速の変化)

## 下水再生水増加時の流速の変化

※)【出典】農林水産省農村振興局, 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」(案), 2012.



流量が増加すると流速も増加し、ロームの許容流速である0.7m<sup>3</sup>/sを上回っている  
 →水路の深掘れが進行する可能性がある (現状の0.3m<sup>3</sup>/sが上限)



# 研究①

## 水文学的評価による最適な通水ルートを選定

### 【Step2】荒川からの導水

# Step2: 荒川河川水の導水

東京都—外濠浄化に向けた基本計画—（令和4年5月）



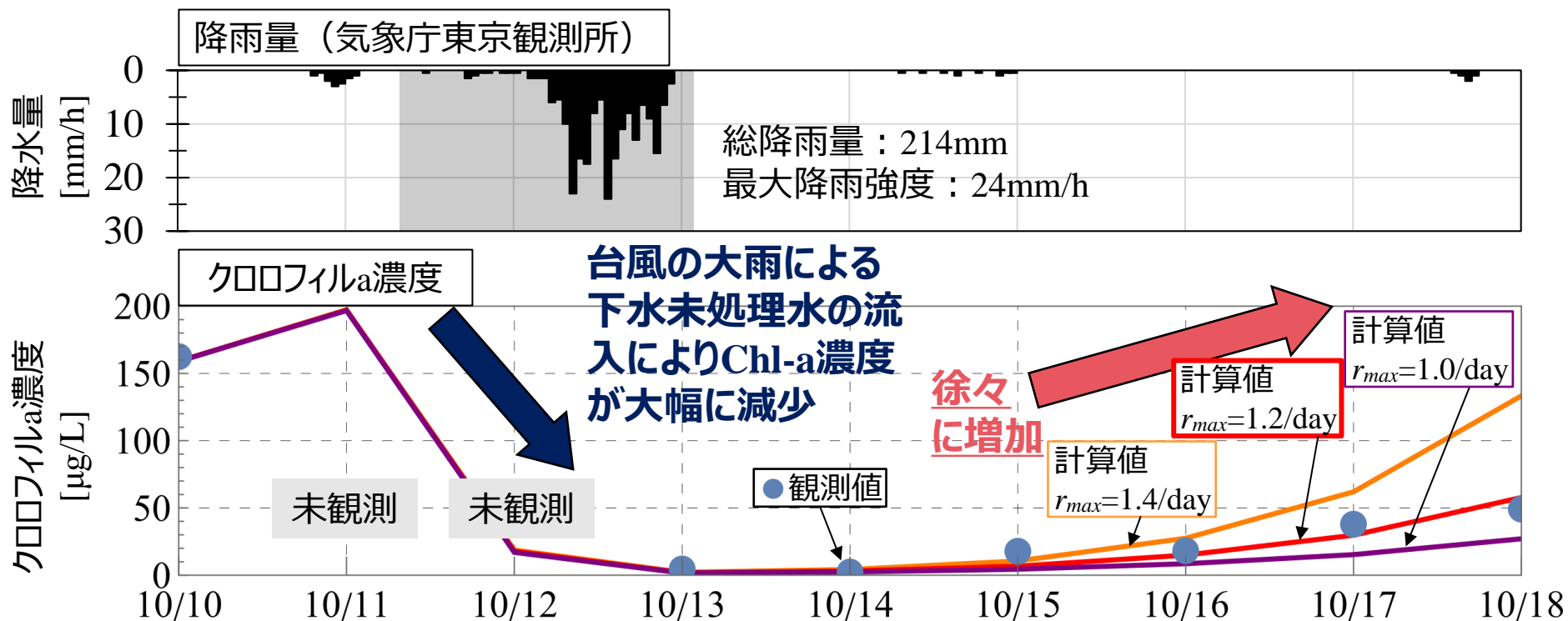
## 【出典】

1) 東京都: 外濠浄化に向けた基本計画, 令和4年, pp.3,7

2) 寺井しおり, 細見寛, 辻野五郎丸, 柿沼太貴, 山田正: 玉川上水からの通水実現が東京水循環に与える有意性の検証, 第25回地球環境シンポジウム講演集, Vol.25, pp.129-136, 2017

# 藍藻類の最大比増殖速度の算出

令和元年東日本台風通過前1日と通過後6日間、1日ごとに外濠（市ヶ谷濠）でクロロフィルa濃度を計測し、この増殖に合う最大比増殖速度を算出



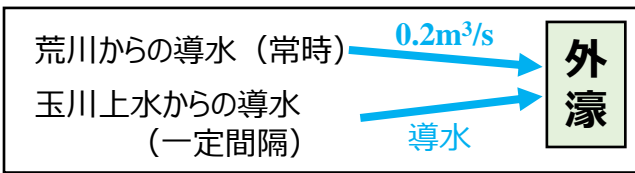
台風の大雨によりクロロフィルa濃度が大幅に減少、その後増加している。水質モデルの計算でも実際の現象と同じクロロフィルa濃度の挙動を再現できている。

この増殖に合わせた比増殖速度  $r_{max}=1.2/\text{day}$



# 玉川上水の導水と荒川から0.2m<sup>3</sup>/sの常時導水を行った場合の外濠のアオコ発生日数

計算期間 夏 (5/1~10/31) 183日間



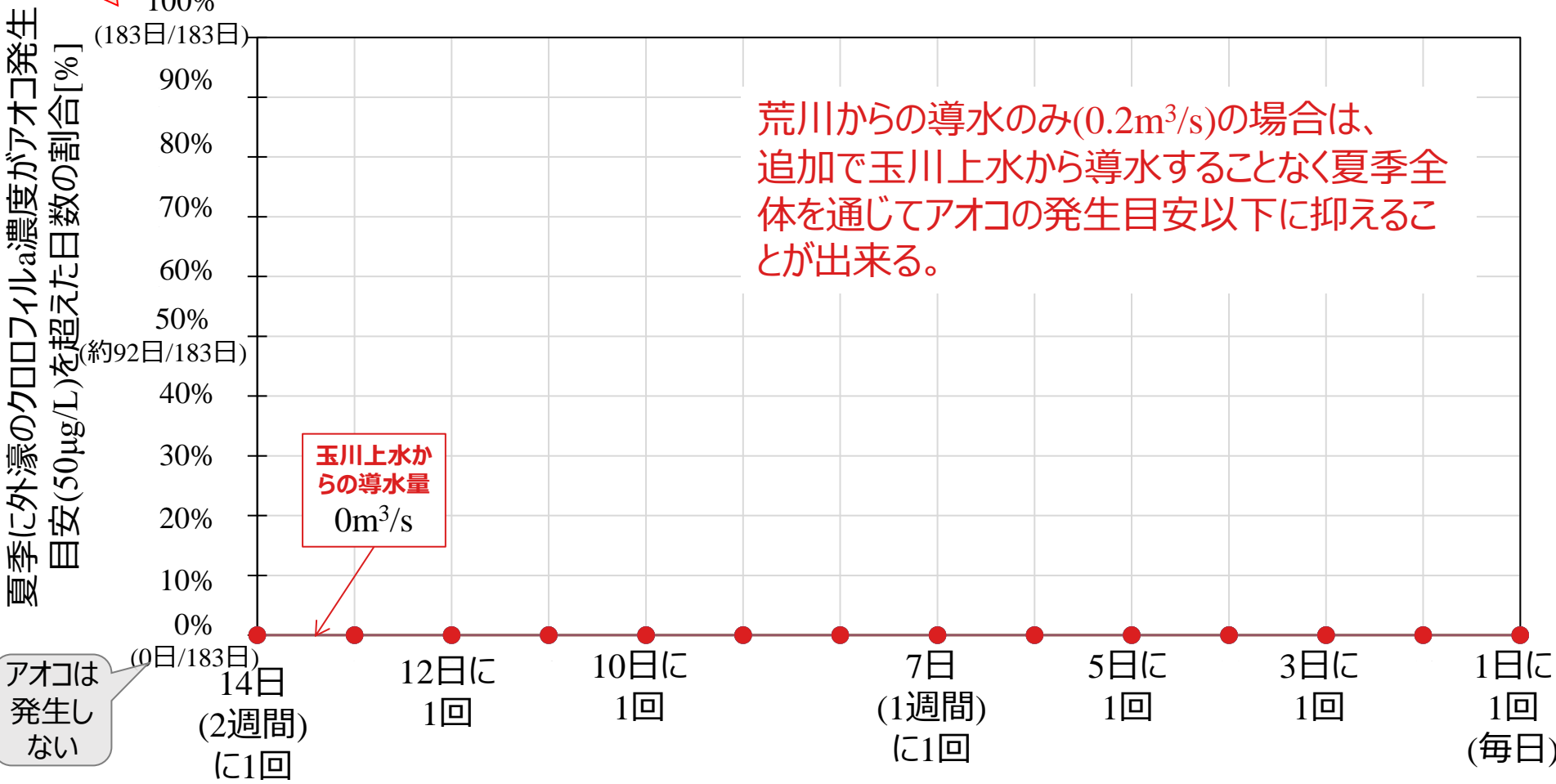
市ヶ谷濠  
容量：20234m<sup>3</sup>

藍藻類の  
最大比増殖速度1.2 /day

玉川上水からの導水量(回転率)

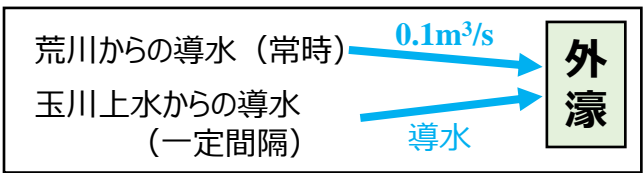
● 0m <sup>3</sup> /s (0/day)	● 0.6m <sup>3</sup> /s (2.6/day)
● 0.1m <sup>3</sup> /s (0.4/day)	● 0.8m <sup>3</sup> /s (3.4/day)
● 0.2m <sup>3</sup> /s (0.9/day)	● 1.0m <sup>3</sup> /s (4.3/day)
● 0.4m <sup>3</sup> /s (1.7/day)	● 1.2m <sup>3</sup> /s (5.1/day)

毎日アオコが発生する



# 玉川上水の導水と荒川から0.1m<sup>3</sup>/sの常時導水を行った場合の外濠のアオコ発生日数

計算期間 夏 (5/1~10/31) 183日間



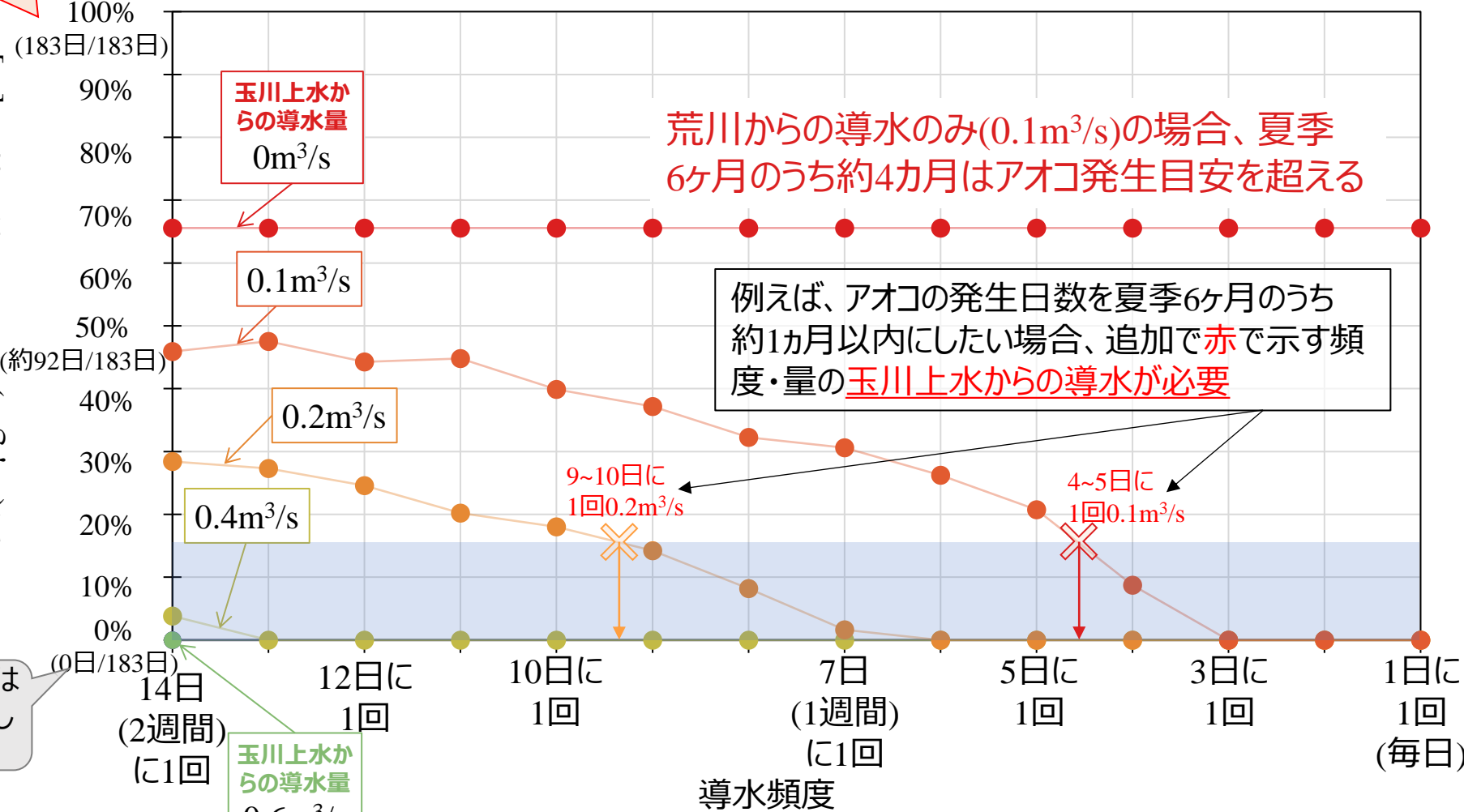
市ヶ谷濠  
容量：20234m<sup>3</sup>

藍藻類の  
最大比増殖速度1.2 /day

玉川上水からの導水量(回転率)	
● 0m <sup>3</sup> /s (0/day)	● 0.6m <sup>3</sup> /s (2.6/day)
● 0.1m <sup>3</sup> /s (0.4/day)	● 0.8m <sup>3</sup> /s (3.4/day)
● 0.2m <sup>3</sup> /s (0.9/day)	● 1.0m <sup>3</sup> /s (4.3/day)
● 0.4m <sup>3</sup> /s (1.7/day)	● 1.2m <sup>3</sup> /s (5.1/day)

毎日アオコが発生する

夏季に外濠のクロロフィルa濃度がアオコ発生日数目安(50μg/L)を超えた日数の割合[%]



玉川上水からの導水量 0m<sup>3</sup>/s

0.1m<sup>3</sup>/s

0.2m<sup>3</sup>/s

0.4m<sup>3</sup>/s

玉川上水からの導水量 0.6m<sup>3</sup>/s

荒川からの導水のみ(0.1m<sup>3</sup>/s)の場合、夏季6ヶ月のうち約4カ月はアオコ発生日数目安を超える

例えば、アオコの発生日数を夏季6ヶ月のうち約1か月以内にしたい場合、追加で赤で示す頻度・量の玉川上水からの導水が必要

9~10日に1回0.2m<sup>3</sup>/s

4~5日に1回0.1m<sup>3</sup>/s

アオコは発生しない

## 研究①

# 水文学的評価による最適な通水ルートを選定

**【Step3】下水再生水の導水量を増やす**



# Step3: 玉川上水の復活(多摩川からの導水)

東京都—外濠浄化に向けた基本計画— (令和4年5月)



【出典】

- 1) 東京都: 外濠浄化に向けた基本計画, 令和4年, pp.3,7
- 2) 寺井しおり, 細見寛, 辻野五郎丸, 柿沼太貴, 山田正: 玉川上水からの通水実現が東京水循環に与える有意性の検証, 第25回地球環境シンポジウム講演集, Vol.25, pp.129-136, 2017

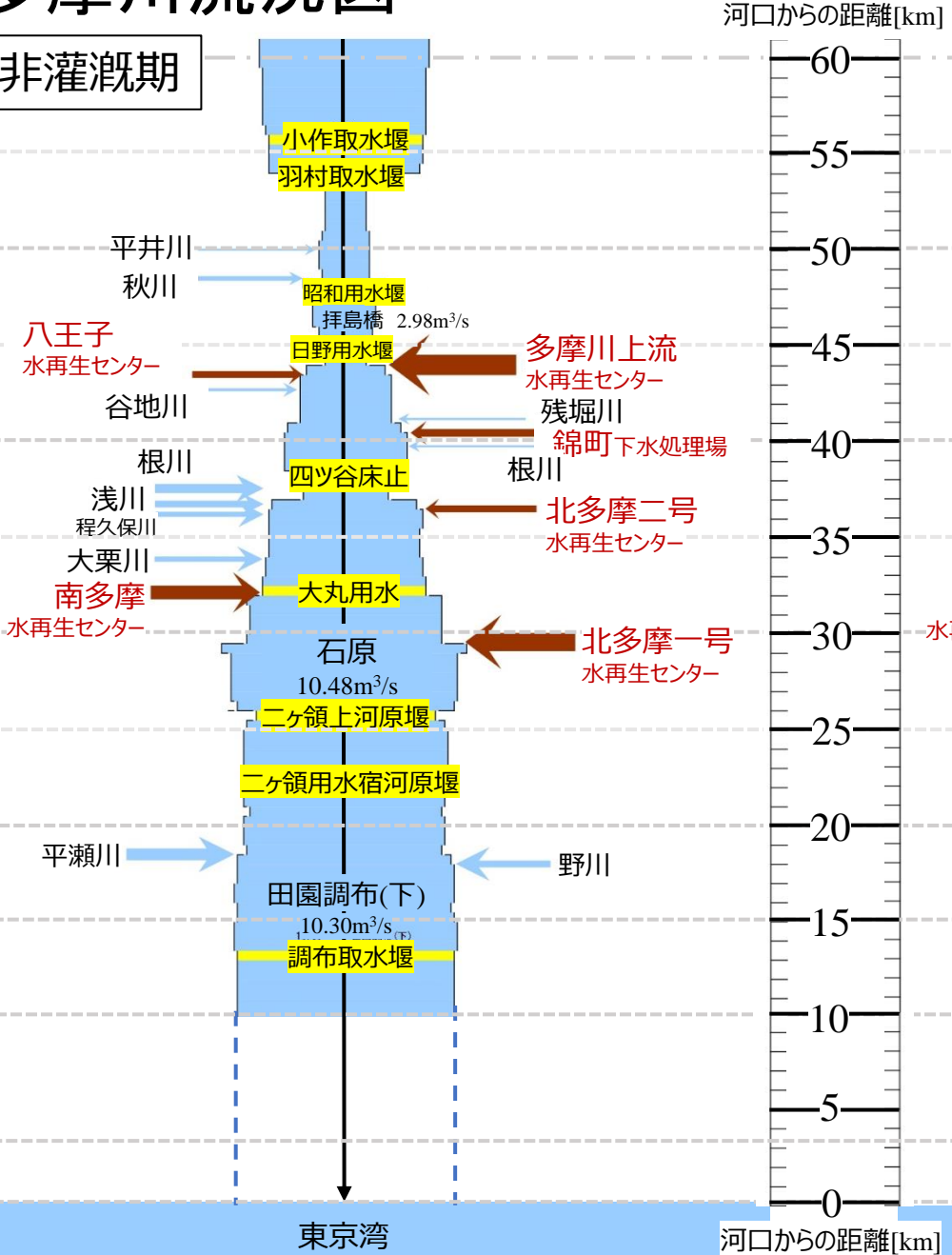
# 多摩川流況図

【出典】多摩川流域協議会(京浜河川事務所),  
多摩川流域水流実態説明プロジェクト(2007)に加筆

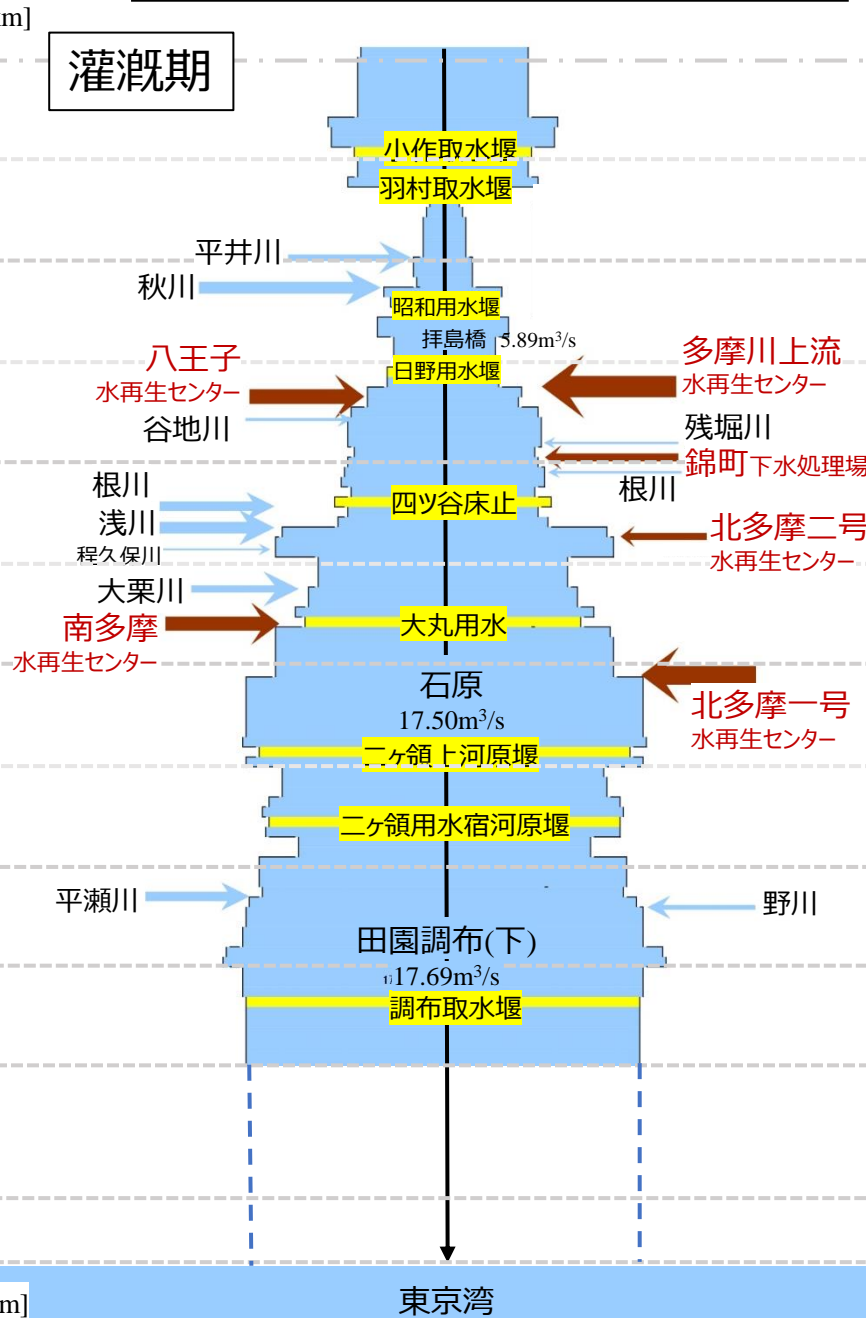
→ 支川流入
 → 下水処理水放流
 堰 数值
 45

(非灌漑期)H16.2.25  
 (灌漑期)H16.6.2の観測結果

非灌漑期

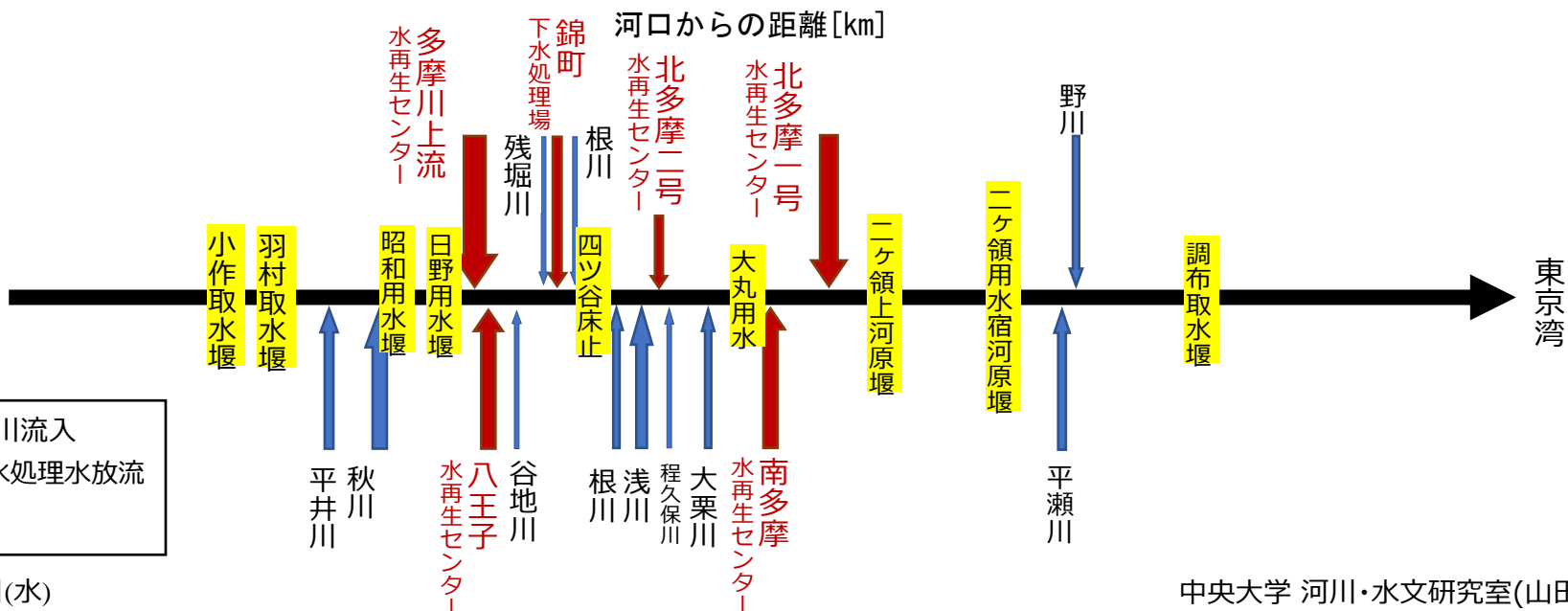
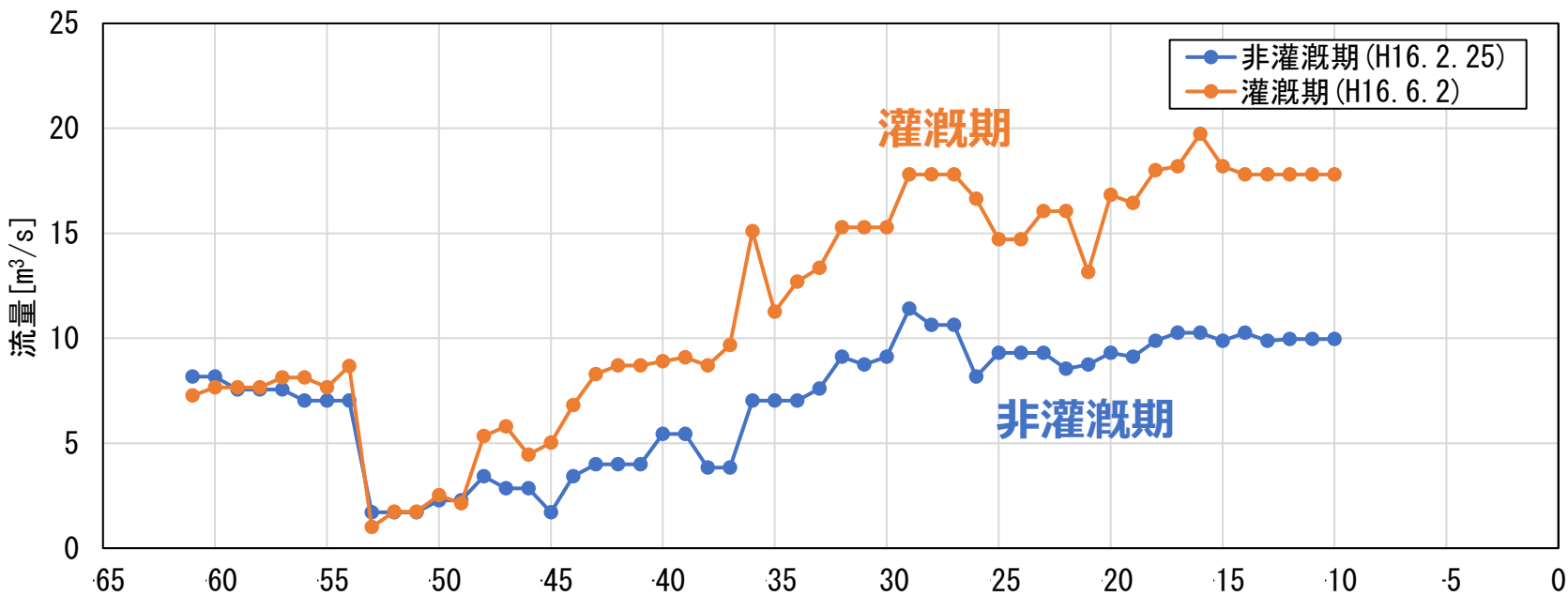


灌漑期



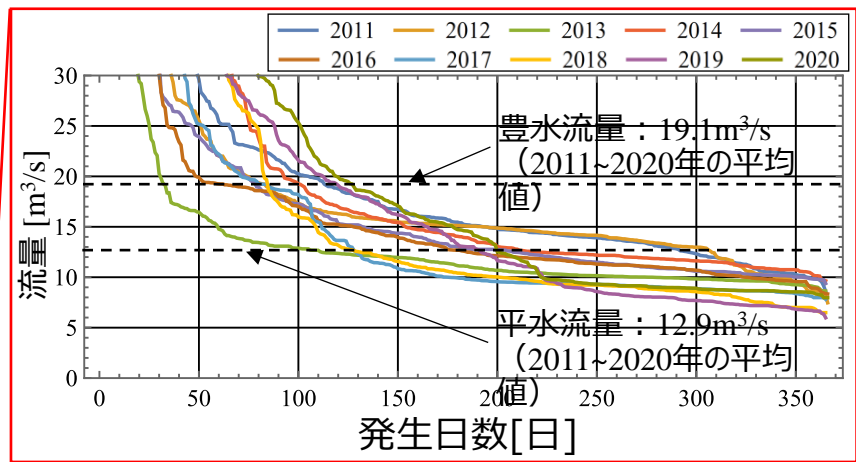
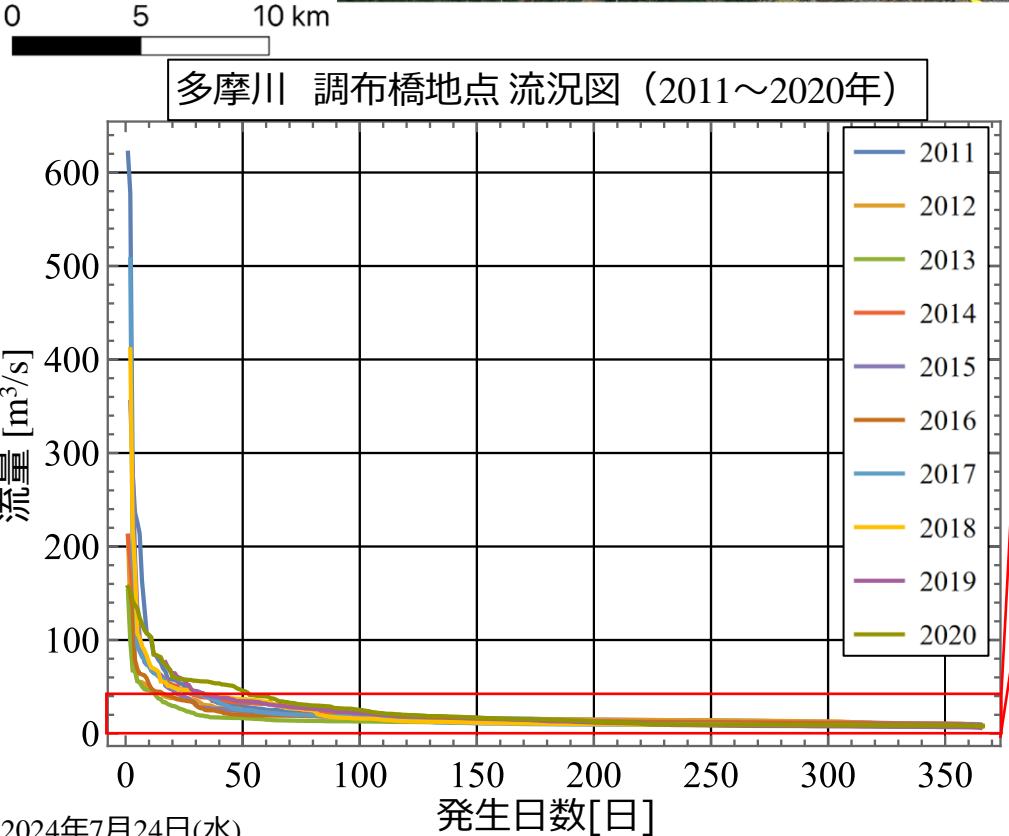
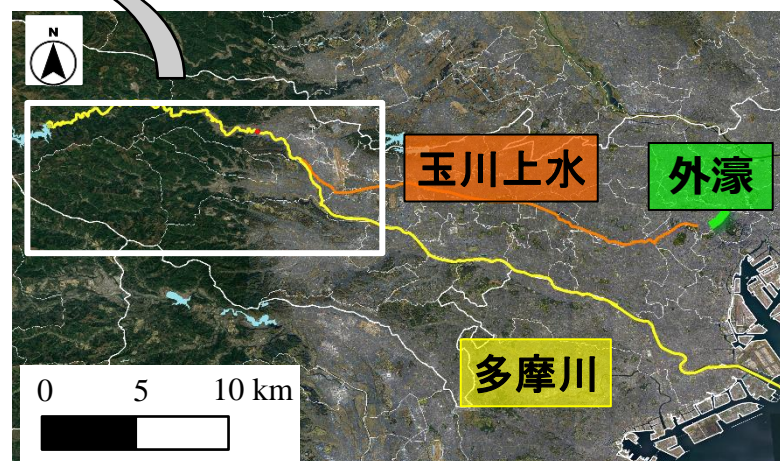


# 多摩川流況図





# 多摩川の流量の分析(多摩川から玉川上水導水に向けて)

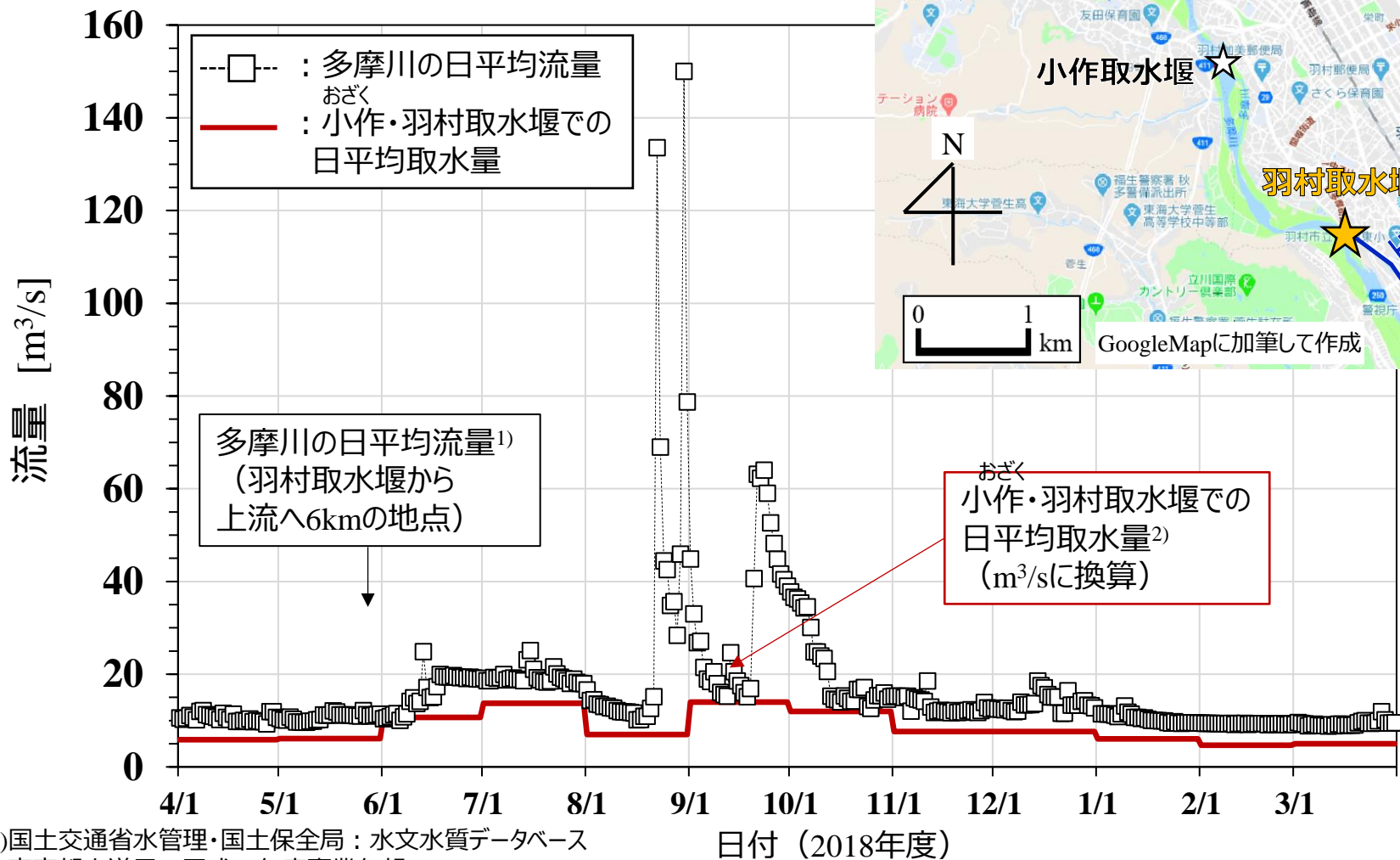


河川で観測した365日分の流量データのうち  
 平水流量：1年を通じて185日はこれを下回らない流量  
 豊水流量：1年を通じて95日はこれを下回らない流量

ここから数 m³/s程度玉川上水に導水し、  
 外濠に流入させることを考える。

# 羽村取水堰での取水量及び多摩川の流量

- 年間を通じて2~3  $\text{m}^3/\text{s}$ 程度の余剰流量がある。  
(多摩川流量) - (小作・羽村での取水量)
- 特に夏季（7月~10月：アオコの発生時期）では余剰流量が多い。



出典 1)国土交通省水管理・国土保全局：水文水質データベース

2)東京都水道局：平成28年度事業年報 (p.107, 109)

2024年7月24日(水)

中央大学 河川・水文研究室(山田正)

## 研究①

# 水文学的評価による最適な通水ルートを選定

## まとめ

- ・歴史的背景を勘案すると、「Step3」が目指すべき姿である。
- ・いずれの方法にもクリアすべき課題があり、「Step1」～「Step3」を複合的に組み合わせることで実現することが望ましい。
- ・そのためにも多様な組み合わせでの試験通水の実現が必須である。



## 今後の展開

玉川上水～外濠～日本橋に至る水の流れは大きな転換期にある。特に日本橋川は日本の玄関口と言わなければならない場所であり、さらに、首都高の地下化に伴い、これまで首都高で覆われていた日本橋川が露出することになる。直射日光が当たる日本橋川の水質がどうなるのか、今まで背を向けられていた日本橋川をどう活用していくのか、課題はまだ多く残っている中で、きれいな水がなければ美しい水辺にはなりえない。

また、東京都が推進している「未来の東京2022」の中に明記された導水達成の目標年度は2030年にされているが、その間も外濠の下水道整備は進められており、下水道の落とし水が外濠には全く入らなくなりつつある。これによって外濠は完全な水溜めとなり、汚水であってもアオコを吐き出してくれていた水の流れがなくなることになる。

今後は、①2030年に至るまでの間を維持するための試験通水を具体化するための研究、②日本橋川が露出した時の水質への影響等、発生するであろう課題を解決するための研究を推進すると共に、継続的に水質データを観測していく予定である。そして、当該エリアの通水実現のためには、上述の通り、多角的な住民及び団体・企業の意見を集約する組織が必要であり、わたしが代表として組織した「玉川上水・分水網を生かした水循環都市東京連絡会」を通じて、関係機関及び関係自治体と協働しながら研究を進めていく。