

## 多摩川アブストラクト

## 伊達知見

### ～多摩川の水 これまでとこれから～

多摩川の水の過去、現在及び将来について報告します。都市の中で美しい川や海を失って 70 年あまり、環境を破壊することは簡単ですが、元に戻すことの大変なことを、我々の世代は知っています。将来に残すべき水環境とは何かを、多摩川を通じて考えます。多摩川は東京都と神奈川県の間を流れる典型的な都市河川です。1960 年代の多摩川の水質は都市化の急速な進行とともに、その水量は減少し、その上に工場排水や生活廃水により水質の悪化が進んでいました。多摩川の中流域から下流域は「死の川」と呼ばれていました。しかしながら、水質を規制する法律の制定や下水道の整備など、約 60 年間にわたる様々な取り組みによって、今では年間 1000 万尾のアユが遡上する川に蘇りました。将来に残すべき水環境が現実になるためにさらなる高い目標を目指して、専門家や関係者だけではなく市民とともに、何をすべきかを考えます。

### ～Water quality of the Tama River (a typical urban river), Past, present and future～

This report focuses on the Tama River, one of the representative urban rivers that flows between Tokyo metropolitan area and Kanagawa Prefecture of Japan, and thinks about the past, present and future of the river. It's been approximately 70 years since the beautiful sea river disappeared from the city. It's easy to get dirty or destroy. However, our generation knows how hard it is to restore the original environment and how important it is. I will think about what the water environment should be left for the future based on the Tama River. Since the 1960's, the water quality of the Tama River system has deteriorated due to the inflow of domestic wastewater and decline in water volume with the rapid urbanization. The middle to the lower reaches of the Tama River used to be called the "River of Death." I will talk about various measures over about 60 years, such as the enactment of laws to regulate water quality and the development of sewers in the city of the basin. As a result, the Tama River has now been revived to the river where 10 million ayu go upstream a year. It's still in the middle of the road. I will never stop expecting the "resurrected river" that will remain in future generations will become a reality. Aiming for a higher goal, we will think about what to do in the future, not only the people concerned, but also the citizens.

# 「多摩川の水」

～これまで と これから～

～Water quality of the Tama River (a typical urban river), Past, present and future～

建設技術コンサルタント

伊達 知見

(技術士:上下水道部門)

Tomomi DATE

Consulting Engineer as authorized by Japanese Government

1

## ■ 自己紹介

簡単に自己紹介させていただきます。

・多摩川に隣接する地方自治体の技術職員として、長年にわたり都市の基盤整備に関わる仕事をしてきました。下水道整備から始まり、道路計画、交通計画、総合計画の策定、政策評価など、一貫して都市のインフラ整備の計画、設計及び評価に携わってきました。在職期間の6割程が水に関する仕事でした。

・本日の話しを依頼されたのは「水に関する商売」が長かったためかと思います。

・こうした経歴ですので、河川の専門家ではありませんが、仕事を進める中で日ごろ考えていたことを整理して、実務屋の立場から話を進めます。

・ちなみに、出身は長崎県の島原です。有明海に面した風光明媚な海辺で幼少期を過ごして、東京タワーが完成した昭和33年に東京に移り住むことになりました。

・自宅から自転車で30分ほど走ると多摩川でした。中学生の頃、東京オリンピックを迎えました。このころには既に多摩川大橋付近では、時より悪臭が漂う川になっていたことを思い出します。

・社会人になってまもなく、職場で私より一回り年上の先輩から、自分が幼いころは、多摩川から水路沿の家まで泳いでたどり着いたものだと言われたことが、今でも私の頭の中に残っています。身近にきれいな水辺があったことを知っている世代でもあります。

・早速、本題に入れて頂きます。

・本日のテーマは「多摩川の水 ～これまでとこれから～」です。

※NPO21世紀水倶楽部主催 シンポジウム「多摩川の水、これまでとこれから」(2010年10月16日) 栗原秀人、国頭正信、伊達知見、松井隆一、佐々木梅吉、中坪雄二/講演及びパネラーとして参加/今回の講演内容はこのシンポジウムを参考に構成しています。

## 本日の話 アウトライン

### ■都市化による流域の変化

川の水はどこから？

水流モデルの特徴：地表面流出量の増加、地下水位の低下  
河川流量の減少と下水処理水量の増加

### ■河川の水質悪化と本格化する下水道整備

水質の経年変化

水質改善と下水道整備率

### ■法制度の役割の変遷

下水道法、水質汚濁防止法、公害対策基本法  
流域別下水道整備制度など

### ■下水処理、高度処理、雨水対策、污泥処理

下水処理の仕組み

高度処理（窒素、リンの除去）

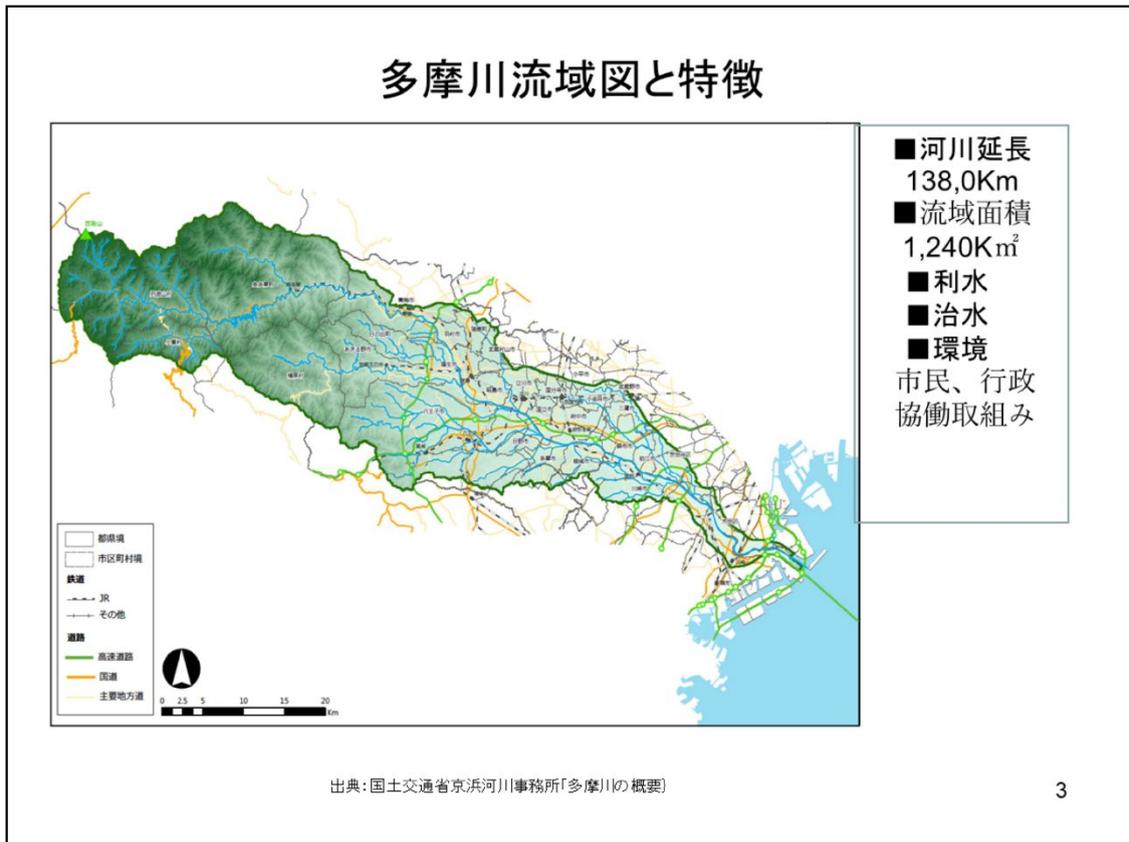
温暖化と降雨量の変化、雨水貯留施設

污泥処理（省エネ、資源の有効利用）

### ■さらなる高みの水環境を目指して

アユが遡上する川、人が泳ぐ川と海

## 多摩川流域図と特徴



①これは多摩川の流域図です。

②多摩川は、その源流を山梨県塩山市(えんざん)の笠取山(かさとりやま)標高1,953mに発し、途中多くの支川を合わせながら、東京都の西部から南部を流下し、東京都と神奈川県の間を流れ、

③東京湾に注ぐ延長138Km、流域面積1,240km<sup>2</sup>の一級河川です。

④流域面積の約3分の1を占める中・下流の平野部は、首都圏の中でも都市化の進展が著しい地域です。

⑤域内人口のほとんどが中下流域に集中しており、高度に土地利用がされています。

⑥利水としては

利水、舟運、景観など、古くから様々な「水の恵み」をもたらしながら、流域の人々の暮らしと地域社会を支えてきた河川です。

⑦多摩川の水をザックリと時代区分すると、

⑧明治から大正時代

流域は田畑の開発以外はほとんどが自然林でした。河岸段丘からは地下水の供給も豊富で、清らかな流水が上流部の渓谷美を形成していた。

⑨高度成長期

上流部における若干の人口増と、下水道整備区域から外れた流域では水質が悪化した時期もあったが、水量はむかしと比べてそれほど減少していなかった。

⑩現在では、中流、下流部を除いて都市化も進んでおらず、水質は昭和初期の状況に戻っています。

⑪したがって、本日の話しの中心は多摩川の中流部から下流部の話になります。



水はどこから来てどこに帰るのか？ 水の循環を見てください。

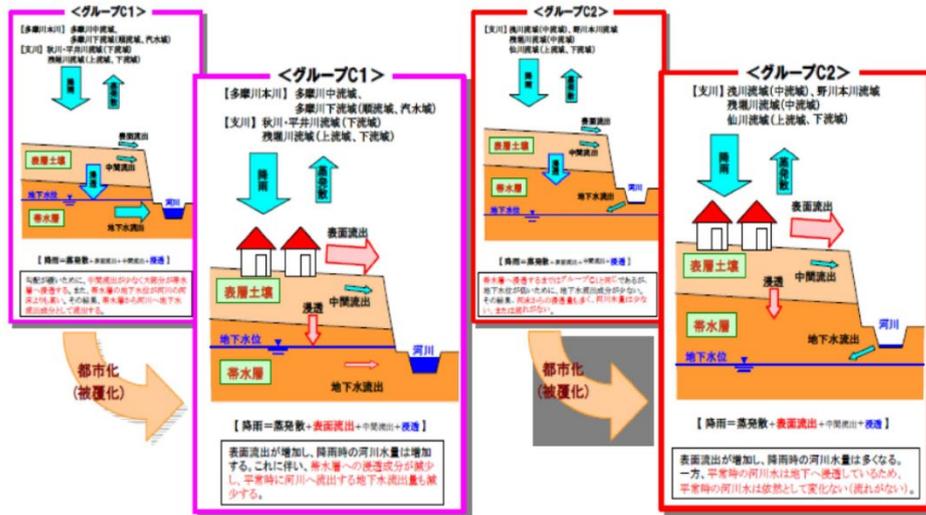
- ① 陸、海、川から水分蒸発して雲に
- ② 雨が降る
- ③ 山のダムで水を貯める
- ④ ダムや河川から取水、浄水場で水道水をつくります
- ⑤ 家庭や、工場や事業者が使用した水道水は下水となって
- ⑥ 道路の下には下水管を入れて下水処理場に行き、きれいにして放流(川、海へ)します。
- ⑦ 雨水は雨水管を通して川や海に放流します。
- ①にもどって、繰り返し

川や海、これを公共用水域という。

下水がきれいになって、良好な水環境が保全される。

下水道がなかったら、川、海が汚染され、環境悪化でさまざまな社会問題発生します。

## 水流モデルの特徴



出典：「多摩川流域水流の実態」多摩川流域協議会

5

多摩川中流域の本川と支川に分けて、都市化に伴う水流の変遷です。モデル化した4つ図で説明します。ざっくりとした特徴として取り上げます

●日常生活では使われない用語がいくつか登場します。

- ①表面流出・・・雨が降った時、地表面から雨水が流れ出す現象、流出量といいます。都市化すると表面流出が増えます。理由は、もともと畑や山だったところを道路や家等が出来ることで、その場所にしみ込んだり、窪地に溜まっていた雨水が流れ出す現象
- ②中間流出・・・地下水に到達する中間の表面の土層
- ③帯水層・・・浸透した水がそれ以下にしみ込まずに留まる土層
- ④地下水流出量・・・帯水層に溜まった水が帯水層の勾配に沿って流れる水量

(1)左側、多摩川本川 (中流域、下流域、グループC1)

都

市化する以前、降雨は地表勾配が緩いため、中間流出が少なく大部分が帯水層へ浸透する。また帯水層の地下水位が河川の水位より高いので、その結果、帯水層から河川へ地下水流出成分として流出する。

(2)これが都市化の進展によって (多摩川本川及び支川地域)

左

に比べて表面流出が増加し、降雨時の河川流量は増加する。これに伴い帯水層への浸透成分は減少し、平常時に河川へ流出する地下水流出量も減少する。

(3)次に

右側の図、中流域及び下流域の支川 (グループC2) 野川、仙川

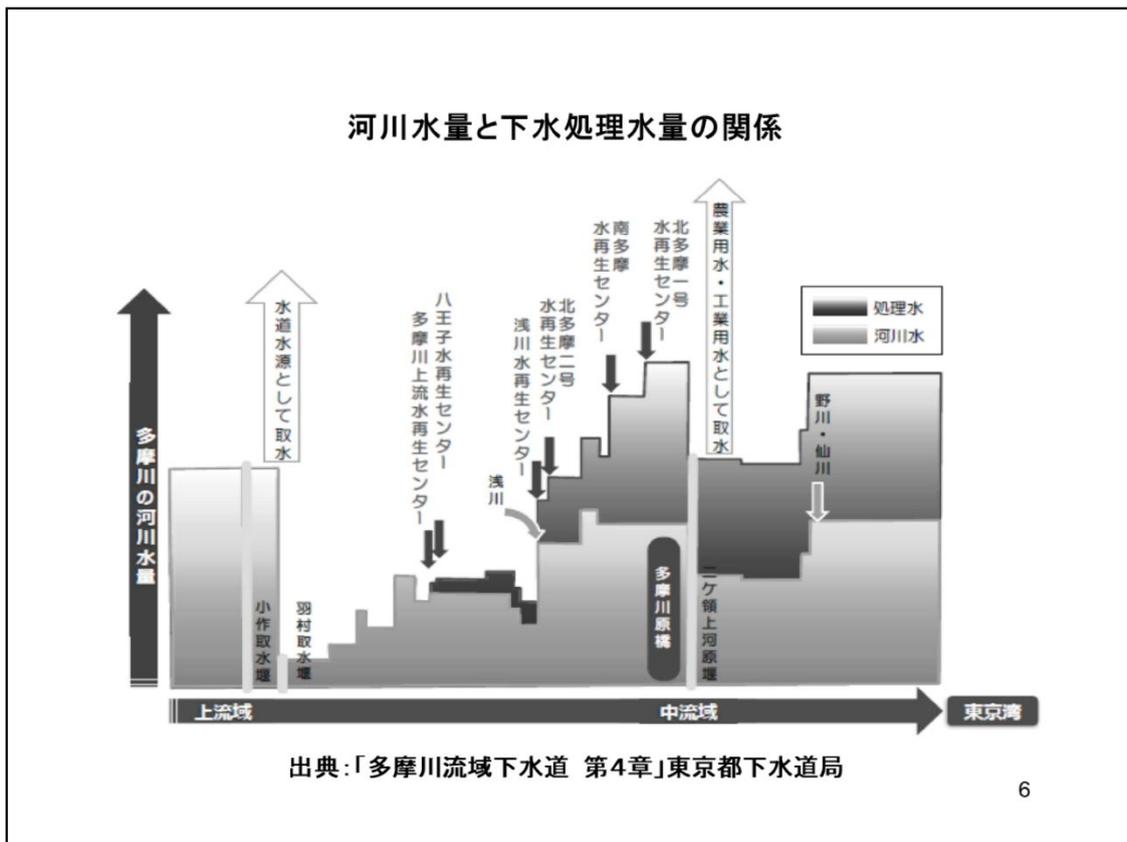
都市化前は、帯水層への浸透は一番左の図と同様に増加するが、地下水位が低いために、地下水流出成分が少ない。その結果、河床からの浸透量も多く、河川水量は少なく、また流水がない。

(3)支

川が都市化すると

表面

流出は左図と同様に増加し、降雨時の河川流量は多くなる。一方、平常時の河川水は地下へ浸透しているため、平常時の河川水流は都市化しても、依然として変化がない(場所によっては流水がない、水無川)。ここに何も処理しない生活廃水が直接流れ込めば水質の悪化は自明ということです。



6

この図は、河川水量と下水処理水量の関係を示しています。

①濃い色が下水処理水量、薄い色が河川水量を表します。

②図の左側が上流、右側が下流です。

③左から「小作取水堰（おざく）」山口貯水池へ原水を導水する施設、羽村取水口より2 km上流に位置します。

④次に「羽村取水堰」、途中に下水処理場がいくつかあり、浅川を経て多摩川原橋（はらばし）です。登戸近くの宿川原の二ヶ領上河原堰、千川を経て東京湾に至ります。

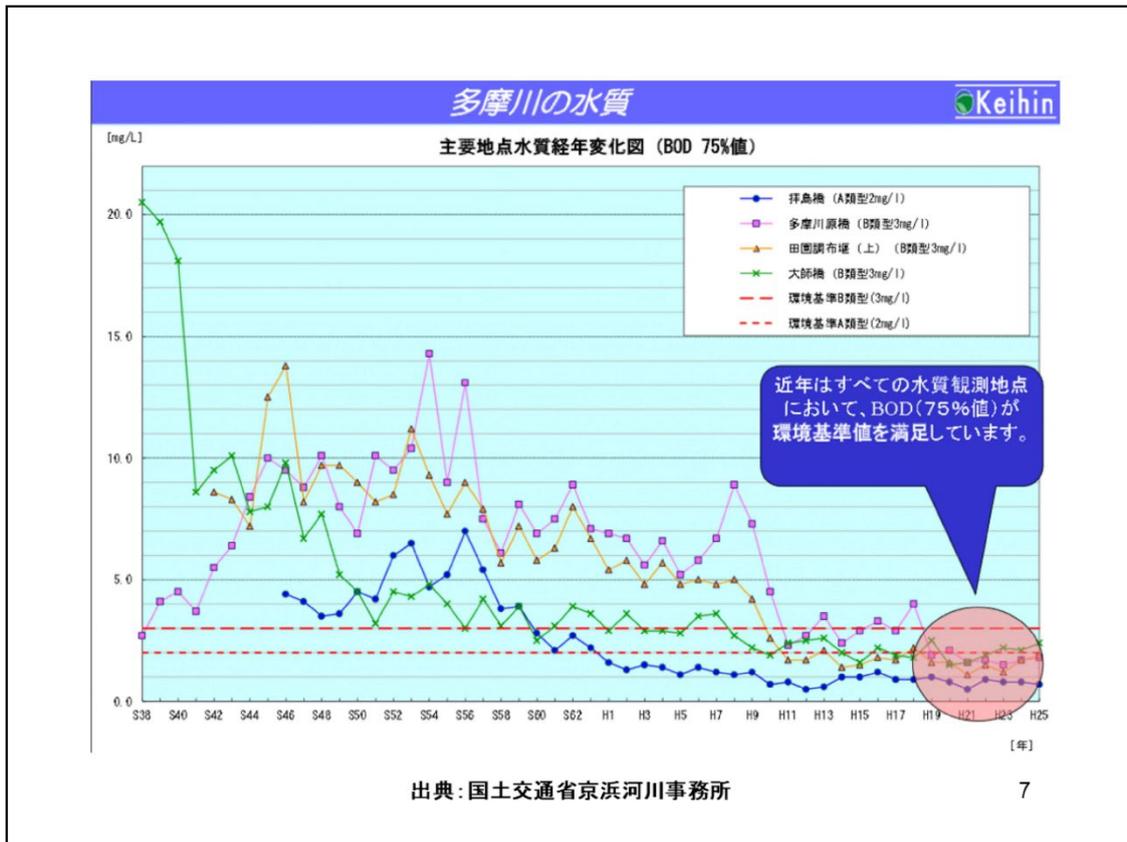
⑤平成26年（2014）の多摩川流域の下水道整備率は99%に達しました。

⑥現在では、中流域から下流に至る河川水量（定常時）の5～6割が下水処理水で占められています。

⑦図の通り、羽村取水堰で水道水水源として取水されて、河川水量は大幅に減少しますが、多摩川原橋付近では6か所の下水処理場（水再生センター）からの流入により、河川水量の半分が処理水になっています。

⑧川崎市の宿ヶ原堰から二ヶ領用水（農業用水、工業用水）の取水により若干比率は変化しますが、

⑨川崎市の等々力水処理センターの処理水等が加わるため、この傾向はほとんど変わりません。



### 多摩川の水質の1963年から2013年までの推移

昭和30年代(1958年～1964年頃)、日本が高度成長期に向かう頃、多摩川の中流域から下流域(丸子橋から六郷橋付近)の水質は悪化し、悪臭を漂わせる河川でした。その後多摩川流域の地方自治体の下水道整備が概成した現在では、市民が水辺で憩い、アユが遡上する河川に変貌しています。

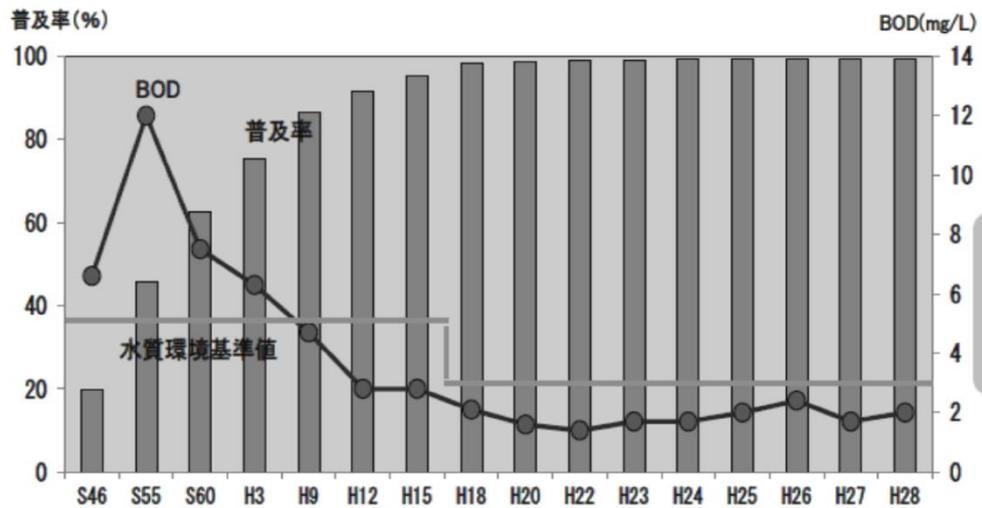
### 水質改善効果

昭和42年(1967年)公害対策基本法が制定された。昭和45年(1970年)のいわゆる「公害国会」において、水質汚濁防止法が制定され、下水道法の改正などの関連法案も成立し、これを契機に我が国の健康で良好な生活環境を保全する下水道整備などの対策が本格化していくこととなります。

多摩川中流の原橋付近では、1971年(S46)から1981年(S56)頃は悪臭が放つとされるBODが10  $\text{mg}/\ell$  を超えていましたが、1983年(S58)から1995年(H7)になると、BODは5.4  $\text{mg}/\ell$  から9.0  $\text{mg}/\ell$  と10  $\text{mg}/\ell$  を超える年はなくなりました。

1997年(H9)以降は5  $\text{mg}/\ell$  未満です。また2003年(H15)以降は3  $\text{mg}/\ell$  未満を維持しています。近年はすべての水質観測地点において、BODが環境基準値を満足しています。

## 下水道普及率と河川水質の変化

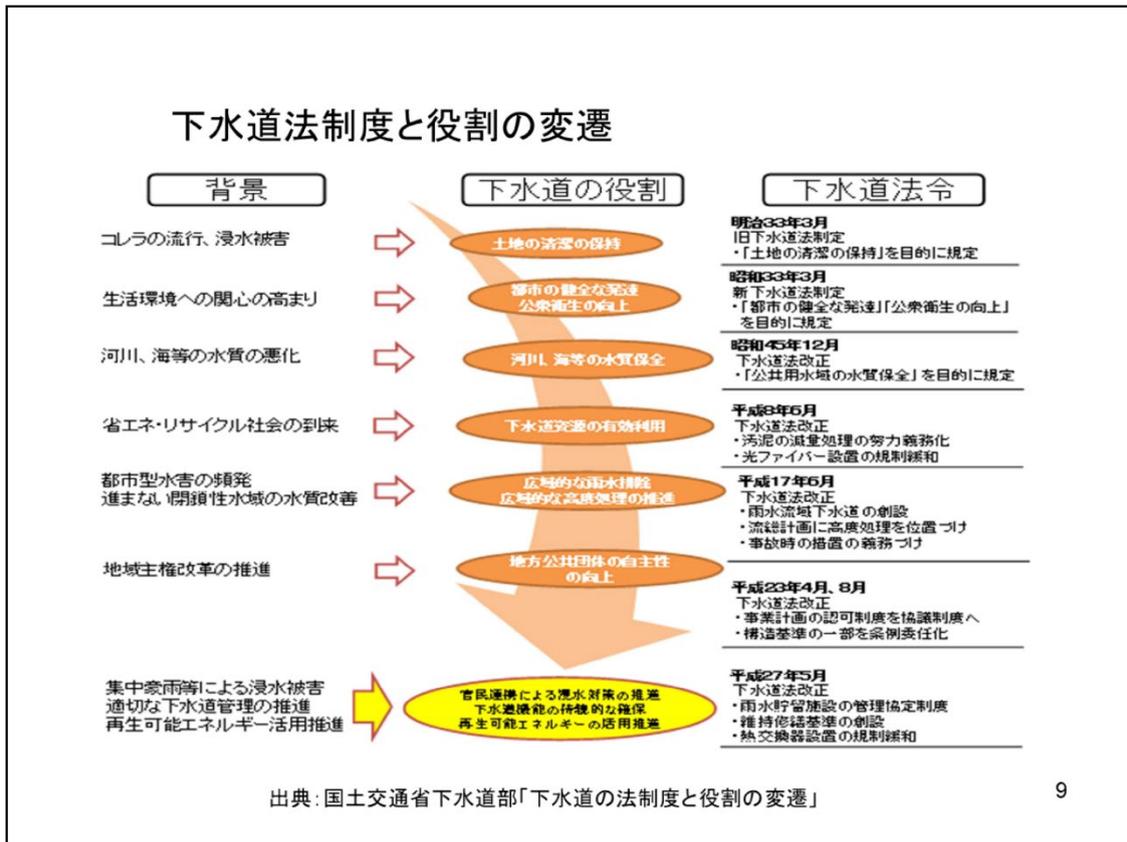


出典：国土交通省京浜河川事務所

8

### 下水道普及率と水質改善の関係<sup>5)</sup>

多摩川の水質は流域の下水道の普及率が上がるにつれて改善していきます。1971年(S46)の下水道普及率は19.9%でした。1981年(S56)50%でした。1993年(H5)の80%に達すると、水質は大幅に改善していきます。2014年(H26)の下水道普及率は99%になり、下水道整備は概成したことになります。BOD3mg/ℓ以下を維持しています。



河川等の水質改善に大きな役割を果たしたとされるのが法制度です。この法制度の改正とその背景といっしょに、その変遷を振り返ります。

②現在の下水道法が制定されたのは昭和33年（1958）でした。

③旧下水道法は明治33年に制定され、その目的は「土地の清潔な保持」でした。東京市区改造計画の事業予算では「道路・橋梁及び河川は本なり、水道・家屋・下水は末なり」として、都市の衛生よりも軍事に役立つ事業が優先されたと言われます。都市計画と衛生行政のどちらが重要か相当議論があった。明治時代、コレラ感染のピークを何度か経験する中、ヨーロッパが予防対策として水道事業に重点を置き、その後ワクチン予防に変わる過程で、一時は末から本になり、再び末になる経緯があってとされています。しかし、伝染病の蔓延は国家の富強政策を支える基盤が崩壊する危機という認識から、衛生主導の政策転換があった（東京大学、中島先生の論文）。下水については水道事業が一段落した明治46年から着工したが、水道ほどの進捗はなかった。

④その後、生活環境への関心の高まりを背景にして、昭和33年に新下水道法が改正された。「都市環境の改善、都市健全な発達、公衆衛生の向上」を目的とした法改正となった。

⑤昭和33年から45年の間、河川、海の水質の悪化が顕著になり、昭和42年には公害対策基本法が成立し、昭和45年、下水道法は「公共用水域の水質保全に資する」という項がその目的に加えた法改正を行った。同時に「流域別下水道整備総合計画」の制度が創設された。水質保全の使命に応える体制を整え、ほぼ今日の下水道法の体系ができあがった。（第64回臨時国会は「公害国会」とよばれた。）

⑥昭和45年以降、水質保全の位置づけが高まり、下水道整備事業の法制度が整い、事業が急速に進展します。こうしたから水質改善が進みました。

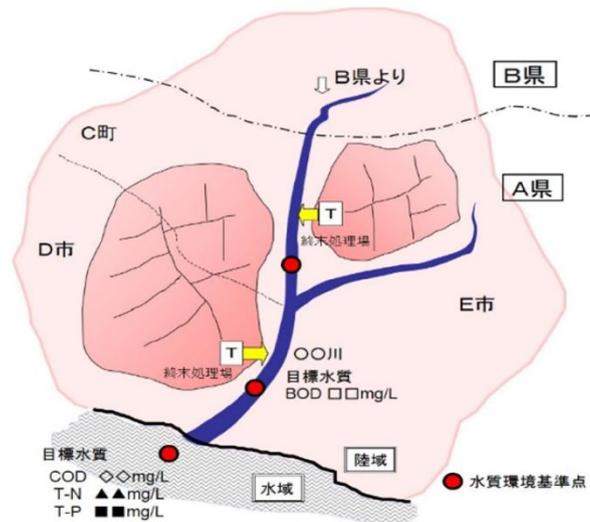
⑦省エネ、リサイクル社会の到来を背景に、下水道資源の有効活用を推進する法改正があり、

⑧都市型水害の頻発、閉鎖性水域の水質改善が進まないことから、平成17年（2005）にの改正は、雨水流域下水道の創設（下水道による雨水対策は下水道整備区域内に限定されていたのが流域処理できる制度が創設）、流域計画に高度処理を法的に位置付ける改正があった。

⑨また、平成27年の法改正は、集中豪雨による浸水被害の多発、再生エネルギー活用推進を背景として、雨水貯留施設の管理協定制度の創設、熱交換機設置緩和等の改正が行われた。

⑩このように、都市環境の改善、公衆衛生の向上、公共用水域の水質保全、省エネ、再生エネルギーなどの目的が加わり、環境法としての下水道法の役割と責務へと変遷してきました。

## 流総別下水道整備総合計画



出典:流域下水道総合計画の概要 国文省下水道部ホームページ

10

- ①流総別下水道整備総合計画という下水道法第2条の2に位置付けられた整備計画を説明します。
- ②図にあるように、河川や海域などの水域、つまり公共用水域の水質汚濁は、この流域内のA県、B県、C町、D市、E市という、複数の自治体から放流する汚水により水質汚濁に影響を及ぼす全ての都市を考慮した総合的な下水道計画を定めなければならないことになった。水質基準を達成するためには下水道整備が不可欠の要件であることを法的に位置付けた制度だった。
- ③環境基準を達成するためには、流域内全体で取り組む必要があるため都道府県が「流総別下水道整備総合計画」を定めなければならないことになっている。
- ④この計画は、概ね20年から30年先の将来人口や発生負荷量の推定をもとに、長期的な観点から環境基準の達成に必要な計画処理水質等を定める制度です。
- ⑤A県とD市の終末処理場は個々の事業計画はこの「流域別下水道整備総合計画」に適合した計画でなければならないのです。上位計画として位置づけられている制度。
- ⑥また、東京湾や大阪湾などの閉鎖性水域においても「流総計画」を定めることになっている。下水道整備のみではなく、河川部局、環境部局、農林部局等の関係機関が連携して汚濁負荷削減の役割分担を明確にするための協議の場を設けることになった。
- ⑦この制度は、昭和45年(1970)下水道法改正(下水道法第2条の2)において創設された制度です。この制度によって「公共用水域の水質汚濁」の環境基準達成に向けた下水道の計画的整備や、適切な放流水の水質基準の設定が行われる法的仕組みが整備されたことになった。下水道管理者の水質確保に役割と責任が明確化されたといえる法改正。
- ⑧下水道整備を推進するための、いわば、けん引役といえる制度の法的根拠ができた、公共用水域の水質改善に大きな役割を果たすことになる。
- ⑨その後、いくつかの法制度改正がありますが、とりわけH15年(2003)とH27年(2015)の、下水道事業にとって、転換期となる法改正がありました。
- ⑩H15年(2003)は、計画放流水質のBOD、窒素含有量、りん含有量が放流先の公共用水域の水質、水量を勘案し、流域別下水道計画との整合性ある水質基準を定め、これに応じた処理が出来る構造とするとされた。下水中の窒素と磷を除去する高度処理を進めるための見直しが行われ、終末処理場ごとの削減目標及び削減方法を定めなければならないと法(第2条2項5号)改正した。35年振りの法改正で流域別下水道に「高度処理」「窒素、りん」「削減目標」の概念を盛り込んだ。
- ⑪H27年(2015)は、水質環境基準の達成に加え、地域の要望に応じた多様な目標を流総計画に位置付け、能動的に水質・水量を管理し、地先の水環境の改善や水産資源への配慮を図ること、また、流総計画にエネルギー・資源の視点を取り入れ、流域全体におけるエネルギー・資源管理の最適化を実施するとともに、10年程度の中期的な整備方針を定め、既存施設・ナレッジを活用した段階的・高度処理等の導入を促進することとされた。これを受けて下水道法施行規則が改正されています。
- ⑫また、その前の平成20年(2008)以降、人口減少下の流域別下水道整備総合計画の考え方が改訂されました。その後の社会情勢の変化を踏まえて、水質環境基準の達成といった従来の流総計画の「水質」の軸に加え、資源・エネルギー利用の推進など、「エネルギー」問題など、広域化を踏まえた最適計画の促進などの策定を推進しています。



汚水が下水道管を通して最終的に辿り着く場所が下水処理場です。沈砂池、最初沈殿池、反応タンク、最終沈殿池、消毒設備を通してキレイになった水は、水蒸気になって雲になり、雨になり、川や海に戻され、いつしかまた私たちのところに戻ってきます。

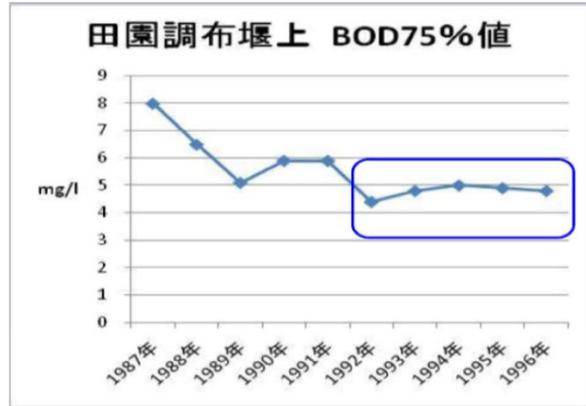
これは下水処理場で汚水がきれいになるプロセスを断面図に仕立てマンガです。

- ①ここは沈砂池といって、大きな石、砂などを沈ませて取り除きます。
- ②沈砂池で取り除けなかった細かい汚れをゆっくり流して沈めます。最初沈殿池
- ③汚水に活性汚泥と空気を送り込んで攪拌し、汚水を綺麗にします。反応タンク
- ④活性汚泥は微生物の固まりのこと。
- ⑤水をゆっくり流して活性汚泥を沈め、きれいになった上澄みの水とに分ける最終沈殿池という。⑥上澄みの水を消毒します。
- ⑦消毒してきれいになった水（処理水）を川や海に流します。

以上、これまでの標準的な下水の処理方法です。

ところが、今はこの処理方法だけでは済まなくて（窒素、リン除去率50%程度）、より高度な処理方法（窒素、リン除去80%程度）が求められています。それはあとで説明します。

## 窒素を含む処理水の河川水質への影響



出典:「多摩川の水質」「下水処理水の環境への影響」和波和夫(東京都環境科学研究所 2016年)

12

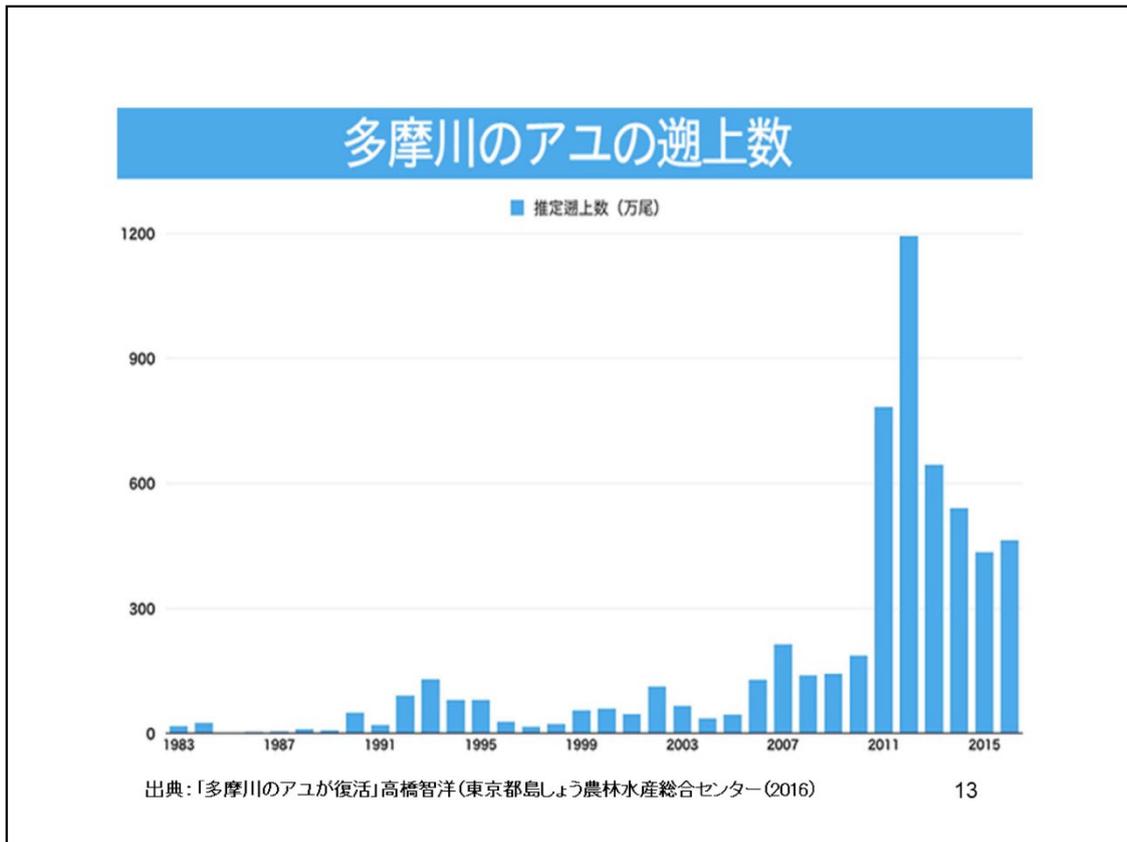
1990年代になると、多摩川中流域ではBOD75%値の中のN-BOD\*の比率が38%から77% (年平均63%) となりかなり高い値が得られていました。このアンモニア性窒素負荷量の8割が下水処理場からのもので、これを改善すれば、多摩川のBODは改善するということが、下水処理水のアンモニア性窒素の削減の方針を定め、運転管理の方法を転換して、処理場での硝化促進を進めたところ、1997年以降、中流域のアンモニア性窒素が低くなり、BOD値が改善しています。

これは下水の処理工程の中で、アンモニア性窒素が硝酸性窒素になる過程で酸素を消費することになります。つまり硝化によって結果的にBODの値が高くなったのです。

\* N-BODは下水中のアンモニア性窒素が硝酸性窒素になるとき酸素が消費される。このアンモニア性窒素由来のBOD値のこと。

N-BODの比率

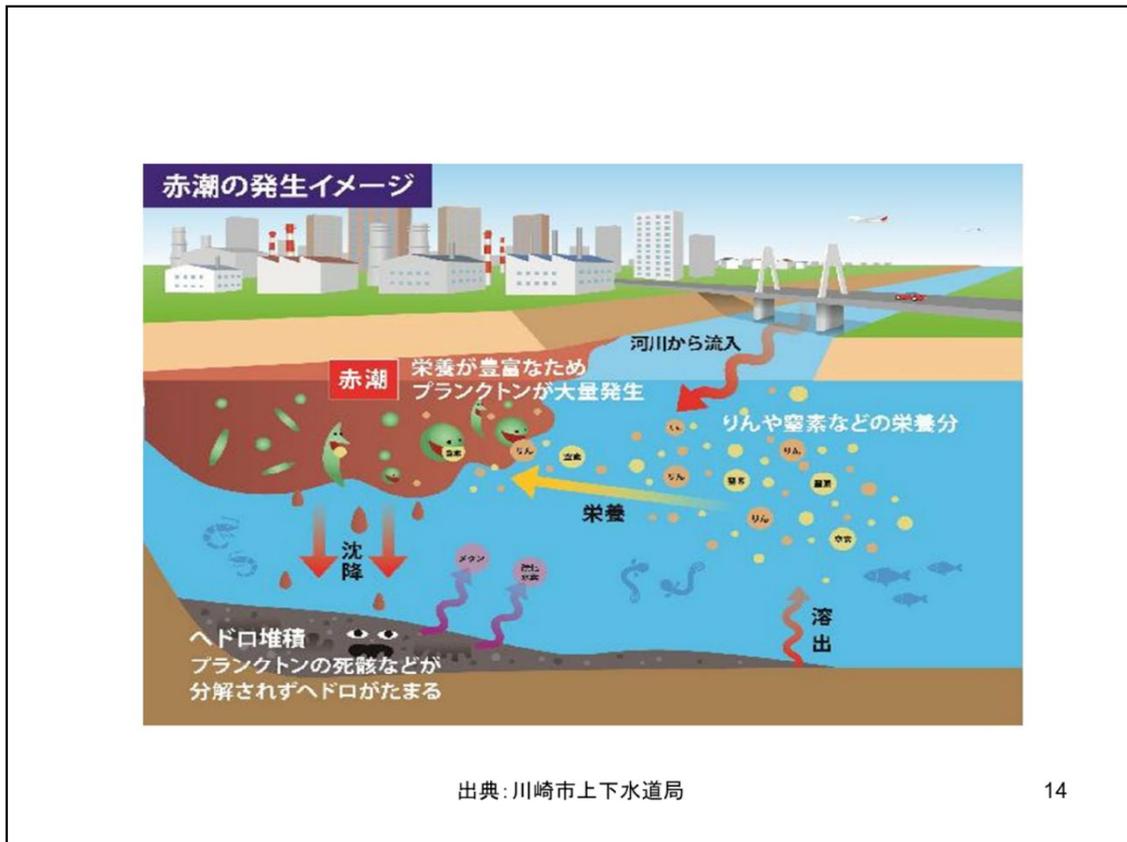
多摩川の田園調布堰におけるBODの75%がN-BODだった。



かつては山梨県丹波山村までアユが遡上したという話があるように、多摩川はアユが遡上する川として流域の人々に親しまれていました。時代が進むにつれてアユの遡上を妨げる取水堰が増加し、1960年代になると、流域の人口の増加に伴って生活排水も増加して水質が悪化し「死の川」とまで称される多摩川ではアユの遡上はほとんど見かけなくなっていました。

1983年から東京都水産試験場によるアユの遡上調査がはじまりました。地域の住民から「アユが遡上している」という指摘あり、東京湾ではかなりの量の稚アユがいるのではないかと推察されていたため調査が決まりました。

1983年推定遡上数18万尾、1985年から1989年は18万尾を割り込む、1990年から2005年までの15年間は50万尾から60万尾、2006年から2010年の間は139万尾から215万尾に推移し、顕著に増えたのは2011年の783万尾、2012年は約1200万尾となり、はじめて1000万尾を超えました。その後、2013年から2016年は435万尾から645万尾で推移しています。このようにアユの遡上が増えた原因は下水道整備による水質改善の効果でした。さらに魚道の整備、産卵地の造成などもその要因に考えられています。



14

先ほどから出ている、公共用水域の水質ですが、放流先である河川に関しては水質改善が図られてきました。

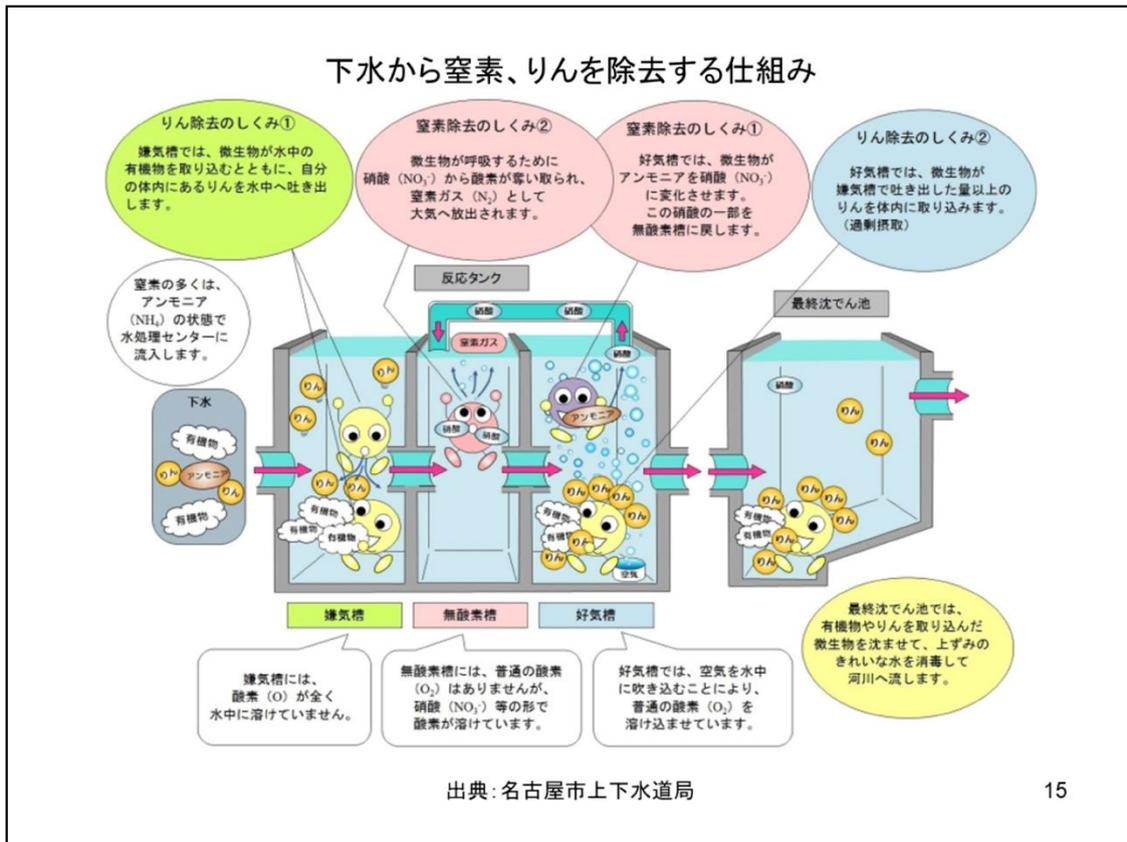
ところが、東京湾、大阪湾、伊勢湾、瀬戸内海など、閉鎖性水域の水質改善は達成されていません。達成率は50%程が現状です。

東京湾の富栄養化の一因である下水から窒素、リンを引続き除去する必要があります。高度処理の整備推進が求められるところです。

原因は、下水の処理水に含まれる窒素やリンの除去が進まないために閉鎖性水域の富栄養化が進行して、赤潮が発生するからです。

この絵に示します、河川から窒素、リンの栄養塩類が運び込まれることによって、栄養塩類の濃度が上昇します。これが多くなると植物プランクトンが繁殖しやすい環境になり、水温や日照条件が整うと赤潮が発生しやすくなる。

一方、青潮の発生ですが、プランクトンの死骸が海底に沈み、バクテリアによって分解されるときに酸素が消費されて、海底に酸素の少ない水塊（貧酸素水塊）できる。閉鎖性水域では潮流による攪拌が弱く海底にたまる。そこに海から陸方向に風が吹くと、海面近くの水が沖に移動し、その代わりに海底の貧酸素水塊が沿岸部の表層に湧き上がる。白く見えるのは貧酸素水塊に含まれる硫黄分が水面ちかくで空気に触れて粒状になるから。青潮の発生によりアサリなどの貝類やカレイなどの底生魚類が酸素不足で大量に死ぬことがある。



■ 下水から窒素と磷を除去する代表的な方法の原理を説明します。

処理施設を5つに分けた池を思い浮かべてください。実際の施設の大きさは処理能力によりますが、池の深さ7、8メートル以上、幅は100メートルにも及ぶことも。

①まず、この中央の反応タンク内を3つの池に仕切って、左から「嫌気槽」真ん中を「無酸素槽」、右を「好気槽」と呼びます。

①窒素の多くはアンモニアの状態です。下水処理場に入っていきます。一番左の槽です

②中央にある反応タンク内の左の「嫌気槽」に入った下水に微生物を加え、空気を送らない状態（嫌気状態）でかき混ぜる。酸素が水中に溶けていません。そうすると、微生物は体内の磷を吐き出して、お腹が減った状態になります。

これを「脱磷」といいます。「脱」とは脱出の「脱」と書きます。

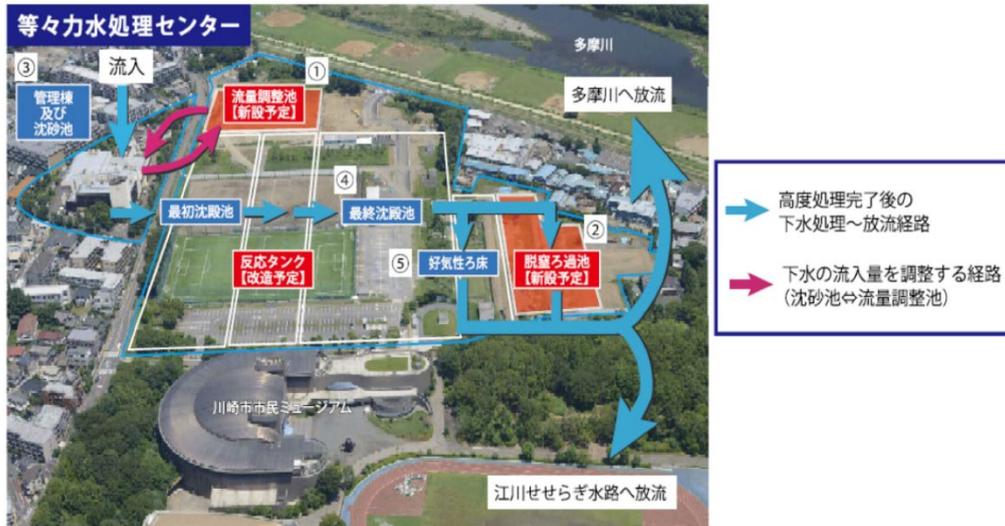
③つぎは真ん中の「無酸素槽」です。酸素はありませんが、後ろの「好気槽」から戻された処理水を混ぜると、硝酸のかたちで水中で酸素が溶けています。微生物は呼吸するために硝酸から酸素を奪われます。この働きで下水中の硝酸が窒素に変わり、大気に放出します。

④中央右の「好気槽」では、有機物の分解、磷の除去、アンモニアの硝化を行います。ここでは空気を送り込むので水中に酸素が溶け込んでいます。微生物の働きが活性化します。微生物の働きでアンモニアを硝酸に変化させます。この一部を前の「無酸素槽」に戻します。

磷については最初の「嫌気槽」で「脱リン」している状態なので、吐き出した以上の磷を食べられません。

⑤一番右の「最終沈殿池」では、有機物や磷を取り込んだ微生物を沈ませて、上澄みのきれいな水を消毒して河川へ流します。

## 等々力水処理センター



出典：川崎市上下水道局

16

さて、つぎは既存の水処理センターに高度処理施設を増築している現場です。2024年度には供用開始を予定しています。

ここは川崎市の等々力水処理センターです。上が多摩川・世田谷・尾山台の住宅地です。画面の下方方向には等々力競技場（川崎フロンターレの本拠地）になります。

この水処理センターは全国初のオール地下構造になっていて、昭和57年（1982年）に供用開始上部はサッカー場や駐車場として利用しています。

## 高度処理施設の建設(等々力水処理センター)



作業台(栈橋)の設置が完了し、これから深さ約24メートルまで土留支保工を7段設置しながら掘削していきます。

出典:川崎市上下水道局

17

これは2021年頃の建設中の写真です。

これは地上から10メートル程の掘削しているところですが、これからさらに15メートル程、24メートルまで掘削して躯体を築造していくこととなります。

## 川崎市の下水道



①川崎市には4箇所の水処理センターと4箇所で発生した汚泥（処理した後に沈殿した泥状のもの）を臨海部の入江崎というところに集約して、一括して汚泥処理をしている入江崎総合スラッジセンターという施設があります。

②地図の一番左に位置する、麻生水処理センター（小田急線柿生駅）に近い場所にあります。

③中原区加瀬という横浜市境に近いところに加瀬水処理センター、

④そして、等々力水処理センター

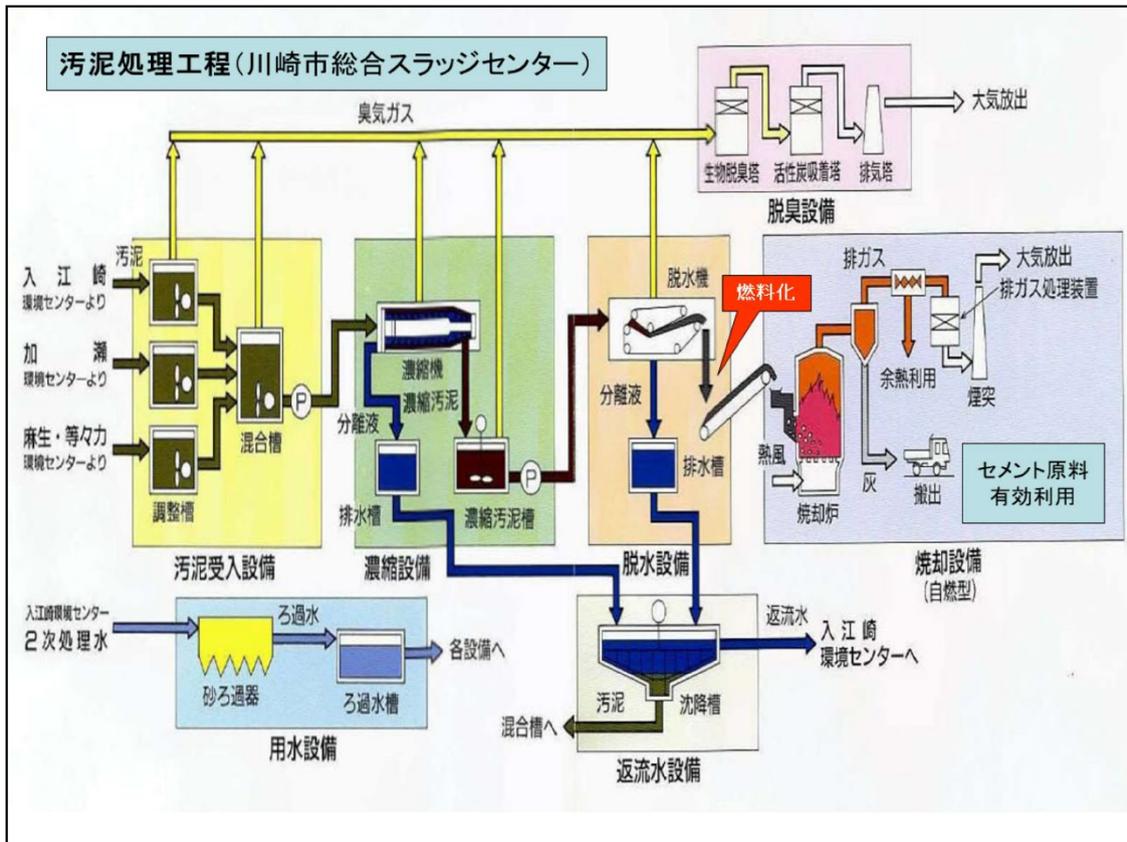
⑤4か所目が臨海部の入江崎にある入江崎水処理センターです。

⑥4箇所で合計一日当たり約100万トンの下水を処理しています。

⑦写真右下が入江崎総合スラッジセンターです。敷地面積約20,000平米に日量120トンの汚泥ケーキを焼却できる焼却炉があります。

この焼却炉は30トン能力の4基あります。焼却炉を囲む壁の大きさは幅55メートル、長さ105メートル、高さ28メートルの規模の施設です。

⑧焼却廃熱を施設内の冷暖房の他、中央施設の最上階に設置した温水プールに利用しています。



### 汚泥処理工程（川崎市入江崎総合スラッジセンター）

伊達がプロジェクトリーダーとして建設に関わった施設です。当時総工費約500億円のプロジェクトでしたが、現在は焼却整備の更新事業が始まっています。

これらの水処理センターでは水処理工程のみを行い、ここで発生した汚泥はパイプラインで圧送して、臨海部にある入江崎水処理センターに隣接する入江崎総合スラッジセンターで集約処理しています。汚泥処理工程は複雑なフローになっていますが、4つのブロックに分かれます。順に、汚泥受入れ設備⇒汚泥濃縮設備⇒汚泥脱水設備⇒汚泥焼却設備の4つの工程で構成されています。

■汚泥受入れ設備：延長約40Kmの汚泥圧送管で送られてきた汚泥の濃度は概ね1%で、99%が水分です。汚泥量は流入下水量の概ね1%になります。4箇所の水処理センターから送られてきた汚泥をいったん汚泥受入れ槽に入れて汚泥性状を均一にすると同時に汚泥受入れ水量の時間変動を調整する役割もっています。

■汚泥濃縮設備：次は汚泥濃縮工程です。濃度1%の汚泥を濃度4%程度に濃縮するのが汚泥濃縮設備です。濃縮方法は沈殿法や高速で回転させる遠心力濃縮機などがありますが、この施設では高速で回転する回転筒（ボウル）内部に遠心力場（2,000～3,000G）を作り、そこに汚泥を投入して固形物をボウル周壁に沈降分離させる施設です。

■汚泥脱水工程：汚泥脱水工程にある脱水機には、ベルトプレス脱水機、スクリープレス脱水機、フィルタープレス脱水機などがありますが、ここでは高効率ベルトプレス脱水機を採用しています。ベルトプレス脱水機の原理は、上下2枚のエンドレスろ過ベルト内に汚泥をほさき、ベルトコンベアーへ連続的に移動しながらベルトの張力によって加圧して脱水し、最後に2枚の炉布をはがすことによって生成ケーキを剥離します。脱水工程によって、含水率75%程度の豆腐のおから状の「脱水ケーキ」にします。

■汚泥焼却設備：汚泥処理の最終工程が汚泥焼却設備です。脱水処理した脱水汚泥に残る水分と有機物に対して燃焼と水分の蒸発により大幅に減量する工程です。無機物の灰しか残らないことから性状として安定化させることで、処分費の大幅な削減や埋立て処分地の延命化などにつながります。焼却設備は様々な形式がありますが、現在は流動焼却炉の採用が多くなっています。

入江崎総合スラッジセンターでは流動焼却炉を採用しています。高さ20m、直径5m程の大きさの焼却炉が4基あります。1基あたりの1日の焼却能力30t/ds（ドライスラッジ換算）、4基で最大120 t/dsの焼却能力があります。流動焼却炉の焼却の仕組みは、炉の下部から熱風を吹き込みます。すると炉内の流動媒体（珪砂）は熱風によって舞い上がり、沸騰状態の流動層が形成されます。

この状態の炉内に脱水ケーキを投入すると、流動媒体と接触して、急激な熱伝導を受け、水分の蒸発や汚泥の焼却分解が起こります。燃焼後の焼却灰はフリーボードと呼ばれる炉内の部分（800～850℃）に舞い上がり、ここを通過する数秒の間に燃え残りの可燃物と揮発した可燃ガスとが燃え尽くされます。

■入江崎総合スラッジセンターには敷地の制約から、消化工程がありません。汚泥の減量化や燃料などの利用を図るためには消化工程を導入する必要があります。消化工程では、汚泥の密閉型の嫌気状態にした消化槽に入れるとガスが発生します。これは汚泥中の有機物がまず通性嫌気細菌性群によって低分子化され、絶対嫌気細菌性群によって還元され、メタンガス、炭酸ガスが生成されます。この消化ガスを捕集して、熱源やガス発電等に利用します。これら一連の汚泥処理工程によって、流入汚泥量の体積を100とすると

、濃縮工程で25、脱水工程では4、最終の焼却工程では元の汚泥体積の0.2、つまり体積が1/500まで削減されます。

## 市街地の浸水



出典: 日本下水道協会

20

### ■ 市街地の浸水対策

時間降雨50mmを超える短時間降雨の発生回数が30年前と比べて1.4倍に増加している我が国では日降雨100mm、200mm以上の大雨日数も増加している。局地的な豪雨も多発しており、各地で被害が発生しています。下水道法では汚水と雨水を合わせて下水道と定義しており、市街地の浸水対策は下水道の重要な役割です。

## 都市の浸水対策（雨水貯留トンネル）



出典：日本下水道協会

21

都市浸水対策として各都市では既設下水道管の下に雨水貯留トンネルや関連施設（雨水滞水池、調整池等）の整備拡充が進められている。供用開始以来、台風や豪雨などで効果を発揮して浸水被害の発生を防止・軽減を図っている。

## 参考文献・引用文献リスト

- PPT①  
シンポジウム「多摩川の水、これまでとこれから」栗原秀人、国頭正信、伊達知見他、NPO21世紀水倶楽部主催 2010年10月16日
- PPT③  
「多摩川の概要」(国土交通省京浜河川事務所)
- PPT④  
「水はどこから来てどこへ帰るのか」(日本下水道協会)
- PPT⑤  
「多摩川流域の実態」(多摩川流域協議会)
- PPT⑥  
「河川水量と下水処理水量の関係」  
多摩川流域下水道第4章(東京都下水道局)
- PPT⑦  
「多摩川の水質」(国土交通省京浜河川事務所)
- PPT⑧  
「下水道普及率と河川の水質の変化」  
(国土交通省京浜河川事務所)
- PPT⑨  
「下水道法制度と役割の変遷」(国土交通省下水道部)
- PPT⑩  
「流域下水道整備総合計画の概要」(国土交通省下水道部・P)
- PPT⑪  
「下水処理場の仕組み」(日本下水道協会)
- PPT⑫  
「多摩川の水質」「下水処理水の環境への影響」和波和夫(東京都環境科学研究所 2016年)
- PPT⑬  
「多摩川のアユが復活」高橋智洋(東京都島しょ農林水産総合センター(2016)
- PPT⑭  
「赤潮の発生イメージ」(川崎市上下水道局)
- PPT⑮  
「下水から窒素、リンを除去する仕組み」(名古屋市需下水道局)  
「酸素活性汚泥法における担体利用窒素除去技術の報告」  
(伊達知見他平成22年度第47回下水道研究発表会)
- PPT⑯  
「等々力水処理センター」(川崎市上下水道局)
- PPT⑰  
「等々力水処理センター高度処理施設」(川崎市上下水道局)
- PPT⑱  
「川崎市の下水道」(川崎市上下水道局)
- PPT⑲  
「川崎市における汚泥の集約処理と返流水対策」(伊達知見「日本下水道協会誌」12月号vol.46)  
「返流水からのHAP造粒法によるリン除去・回収の技術開発」  
伊達知見(「日本下水道協会誌」7月号vol.53)
- PPT⑳  
「市街地の浸水」(日本下水道協会)
- PPT㉑  
「都市の浸水対策(雨水貯留トンネル)」(日本下水道協会)

ご清聴ありがとうございました。

おわり