２－３．下水道特性の把握

下水処理場の特性として、以下の項目について把握する。

・計画フレーム、現況フレーム、下水処理方式、消毒方法、処理水量、水質、汚泥処理、放流形態、処理場内の施設配置

都市下水路、雨水排水路および雨水調整池などの特性として、以下の項目について把握する。

・所在地、施設諸元、流況、水質

なお、特性把握は、既往の資料を活用すると共に、情報が不足している場合には、現地調査により必要なデータを収集する。

【解説】

下水道特性を把握するための調査項目は以下を参考とする。

(1) 下水処理場について

下水処理場の特性として、以下の項目について把握する。なお、処理場内でせせらぎ水路や安定池などを整備する場合は、(2)を参照のこと。

・計画フレーム：計画区域、計画処理人口

・現況フレーム：現在処理人口、下水道普及率

・下水処理方式：二次処理、高度処理

・消　毒　方　法：塩素消毒、オゾン消毒、紫外線消毒　など

・処　理　水　量：計画水量（流入水量、放流水量、高度処理水量）、
現況水量（流入水量、放流水量、高度処理水量）

・水　　質：計画水質（流入水質、放流水質）、現況水質（流入水質、放流水質）
水質項目の例：pH、水温、DO、BOD、SS、COD、T-N、NH_4-N、NO_2-N、NO_3-N、T-P、PO_4-P、残留塩素　など

・汚　泥　処　理：計画発生量、現況発生量、処理・処分方式　など

・放　流　形　態：直接放流、間接放流

・処理場内の施設配置：計画配置図、現況配置図

(2) 都市下水路、雨水調整池などについて

都市下水路などの水路や雨水調整池の特性として、以下の項目について把握する。

・所　　在　　地：水面、緑地などの周辺にある生物の棲み場との位置関係

・施設諸元の例：集水面積、流路延長、断面形、河床材料、水路勾配、粗度係数など

・流況指標の例：計画流量、現況流量、流速、水深、水面幅、滞留時間など

・水質項目の例：pH、水温、DO、BOD、SS、COD、T-N、NH_4-N、NO_2-N、NO_3-N、T-P、PO_4-P、残留塩素　など

２－４．現況特性のとりまとめ

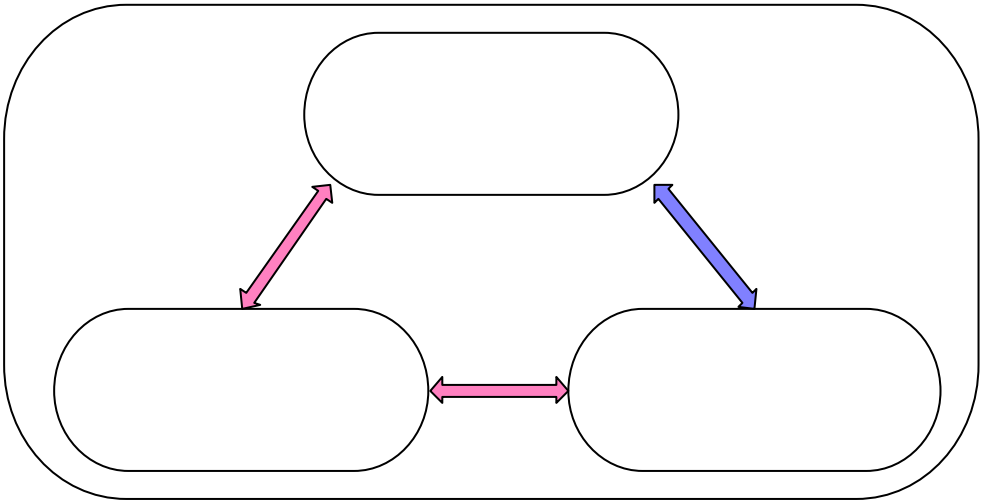
２－１から２－３までのデータを取りまとめ、生態系の現状ならびに下水道による生態系への影響を概括する。

【解説】

２－１から２－３までの調査データをとりまとめ、３章における目標設定の基礎資料とする。

調査などによって取りまとめたデータから、下水道特性が生態系へ影響・効果を与える要因を推定する。具体的には、調査データに基づき、“下水道特性”が“放流先水域・周辺地域の特性”を変化させ、その結果“生物相特性（種類数、個体数、生体量、優占種、多様性指数、汚濁指数、大型底生動物スコアなど）”に影響・効果を与えていると考えられる場合に、その関連性を検討する。例えば、下水処理水を比較的自然の豊かな河川に放流した場合、放流地点の下流において、窒素・りん濃度の上昇により藻類や水生植物が繁茂したり、あるいは残留塩素の影響を受けて生物の多様性が低下していることなどが考えられる。

また、“下水道特性”が直接的に“生物相特性”に影響している場合は、その関連を把握する。例えば、下水処理場において処理水を利用し、せせらぎ水路あるいはビオトープなどを創出する場合には、処理水の水質・棲み場空間という下水道特性と生物相特性の関係を検証する。



３．生態系にやさしい下水道の目標設定

本章では、生態系にやさしい下水道の目標設定の方法について述べる。Ｉ編で説明したとおり、生態系を保全するためには、ある特定の生物だけの棲み場を確保するのではなく、様々な生物がかかわりあって共に生息・生育できるような多様性のある棲み場を形成することが重要である。このため、生態系にやさしい下水道の目標として設定するのは、特定の生物種ではなく、原則として“生物群集”とする。なお、“生物群集”は、ある空間に生息している複数の生物種の集合であり、生物種間のさまざまな相互関係によって組織化された集団の単位である。ただし、生態系の上位性、典型性、特殊性※などを考慮して、住民に分かり易い生物を目標種として設定することも、事業を推進していく上で、重要なことである。

また、周辺の良好な“棲み場”に多様な生物が生息しており、それらの生物群集を目標とする場合には、周辺の“棲み場”環境そのものを目標とすることも可能である。なお、目標は地域の特性に応じて個別に設定するものであるから、本手引書においては目標を限定的に示すことはしない。

※生態系の上位性：地域の生態系の上位に位置していること。
　生態系の典型性：当該生態系の特徴をよく現していること。
　生態系の特殊性：特殊な環境を指標していること。

生態系にやさしい下水道の目標は、各地域の特性に応じて個別に設定されるものである。また、当初目標は、事後評価などの結果に基づき見直していくことも想定しておく必要がある。

目標設定の際には、以下の視点を総合的に勘案し、当初の目標として「生物群集」を設定する。

・地域の生態系特性からみた目標

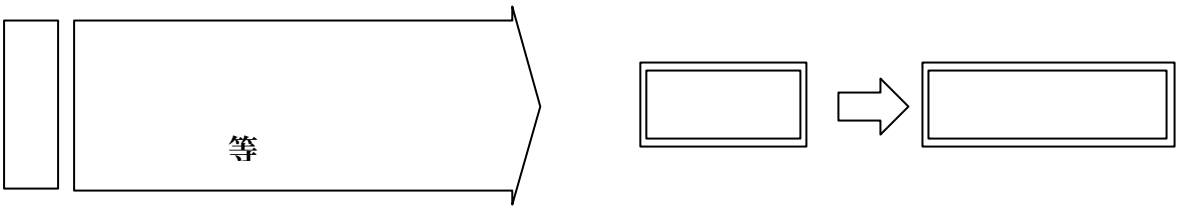
・住民意識・要望、研究者等からみた目標

・地域における関連計画からみた目標

【解説】

２章でとりまとめた生態系の現状、下水道事業による生態系への影響を踏まえて、生態系にやさしい下水道の目標を設定する。

目標は、以下の視点を総合的に勘案し、下水道部局の他にも環境、河川、都市計画などの関係部局、さらに住民や研究者、漁業関係者等を含めた関係者の合意形成により設定する。



(1) 地域の生態系特性の視点

「地域に形成されている良好な生態系の姿」を認識し、それを目標像とすることが考えられる。生態系は、地域性や人との関わりの歴史性に応じて形成されるものであり、全国一律に捉えることはできない。したがって地域に形成されている良好な生態系を認識する際は、市町村史、植生図、地元住民へのヒアリングなどにより、地域性や歴史性を考慮する必要がある。

生態系の地域性の視点から、長い期間の自然淘汰によりそれぞれの地域の環境条件に適応した型として成立している「在来種」を調べ、この在来種を目標の基幹とする考え方もありうる。また、放流先水域の付近において「絶滅危惧種・準絶滅危惧種（いずれも日本版レッドデータブック※の指定種）」などに属する貴重な生物種が存在する場合はこれらの保全についても考慮する。

生態系と人との関わりの歴史性については、土地利用、水利用、内水面漁業、人間活動など水利用形態の変遷の中での人と生物との関わり方を調査する必要がある。本手引書においては、都市およびその周辺部の生態系を主な対象とすることから、人為が関わって変化した生態系があることを考慮する。

※貴重な生物種については、日本版レッドデータブックの他に以下のものが挙げられる。
①レッドデータブック（地方自治体の指定種）
②国・都道府県・市区町村指定の天然記念物

③「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」国内希少野生動植物種の指定種
④環境庁編(1976)「緑の国勢調査報告書」における、“すぐれた自然の調査”対象種
⑤環境庁編(1982)「日本の重要な淡水魚類」対象種
⑥環境庁編(1982)「日本の重要な昆虫類」における指標昆虫および特定昆虫

(2) 住民意識・要望、研究者等の視点

住民の生態系に関する意識や要望を、「既往の調査データ」、「アンケート調査の実施」などによって把握し、目標を設定する際の判断材料の一つとして活用する。

住民意識・要望を把握するに当っては、まず住民が現在の生態系をどのように認識し、評価しているかを把握する必要がある。次に「住民が望む生物種」が何であるかを明らかにする。このためには、「住民に好まれる生物種」、「住民になじみのある生物種」あるいは、「住民が大切に思っている生物種」「住民がなつかしく思う生物種」などを調べる必要がある。

ただし、住民要望のみを勘案すると「生態系の保全」が「特定の生物種の保護育成」となり、結果的に地域の生態系にとって好ましくない目標設定をしてしまう可能性も考えられるため、住民意識・要望の把握と併せて、研究者等へヒアリングすることが重要である。なお、近年、河川においては、ＮＰＯをはじめとする住民協働の動きが活発であるため、放流先水域・周辺流域にこのような住民団体が存在している場合には、当該団体の意見を十分聴取する必要がある。

また、生物の棲み場となる空間と、住民による憩いや遊びなどのための空間とでは整備形態や維持管理方法が異なることも考えられる。したがって、当該箇所の利用要望や整備後の維持管理などへの住民との協働体制についても把握しておくことが肝要である。

(3) 関連計画等の視点

下水処理水放流先水域の各種計画や、下水処理場周辺部の地域計画、さらに近隣の環境影響評価結果やトラスト運動の対象地など、関連する各種計画や社会的な動向を収集・整理し、地域の将来計画と整合性が図れるような“生態系にやさしい下水道整備”を進める必要がある。

＜関連計画の事例＞

・都市計画（法定計画：都市計画法）

・流域別下水道整備総合計画（法定計画：下水道法）

・下水道事業計画（法定計画：下水道法）

・河川整備計画（法定計画：河川法）

・長期計画・総合計画（自治体）

・環境基本計画（環境基本法）

・緑の基本計画（法定計画：都市緑地保全法）

・近隣の環境影響評価（環境影響評価法など）

・内水面環境活用総合対策事業実施計画

・環境 NPO やトラスト運動の状況　等

目標とする生物群集の例

対象とする水域の特性と、そこに成り立っている生態系に応じて、目標とする生物群集を設定することになる。

例えば、①「直上流や周辺水域で良好な生物群集が形成されている自流量の大きな河川に、処理水を放流している場合」が考えられる。この場合は、直上流もしくは周辺水域に形成されている生物群集が、放流先水域における目標生物群集となる。

②「限られた生物群集が形成されている都市化の進展した、自流量の少ない中小河川に、処理水を放流している場合」が考えられる。この場合は、現在見られる生物群集に限らず、かつてその周辺に見られた生物群集などが目標となる。

③「下水処理水のみを水源とした棲み場を創出する場合」は、流水か止水かといった水辺の形態や、規模、周辺の棲み場との関連状況などを判断して、目標生物群集を設定する。

なお、過去には、外来種や飼育栽培種などの生物が目標とされることがあったが、本来の生態系に影響を及ぼす可能性もあるため、今後は在来の生物群集を目標とすることが肝要である。特に、メダカ、ホタル、カワニナなどについては、地域外から持ち込むようなことをせず、地域の在来種の回復を目指すことが望ましい。

下表に、「対象水域・生態系の特性」からみた「目標とする生物群集」の例を示す。

対象水域・生態系の特性	生物群集の例	目標生物群集の例※
① 直上流や周辺水域で良好な生物群集が形成されている自流量の大きな河川に、処理水を放流している場合	◆本川中流域 ・底生動物（カゲロウ類、カワゲラ類、トビケラ類など） ・魚類（アユ、オイカワ、ウグイ、カマツカ、ニゴイ、シマドジョウなど） ◆本川下流域 ・魚類（ウナギ、コイ、ゲンゴロウブナ、ギンブナなど）	・マリモ（阿寒町・阿寒湖畔下水終末処理場／放流地点の配慮） ・アユ・カジカガエル（仙台市・広瀬川浄化センター／高度処理） ・ヒブナ（釧路市・古川下水終末処理場／下水道整備） ・ヤマメ・イワナ・アユ（奥多摩町・小河内浄化センター／高度処理） ・ノリ・アサリ（愛知県・矢作川浄化センター／安定化池） ・ホタル（小城町・清水浄化センター／紫外線消毒）

対象水域・生態系の特性	生物群集の例	目標生物群集の例※
② 限られた生物群集が形成されている都市化の進展した、自流量の少ない中小河川に、処理水を放流している場合	◆下水処理水が水質、流況の支配的要因である水域 ・底生動物（イトトンボ類、ハグロトンボ、オニヤンマなど） ・魚類（ワタカ、モツゴ、ギンブナ、タナゴなど）	・ハゼ・ボラ（碧南市・衣浦東部浄化センター／堀川アクアトピア） ・セキレイ・魚類（東京都・落合処理場／城南三河川の清流復活）
③ 下水処理水のみを水源とした棲み場を創出する場合	◆細流などの流水域 ・上記中小河川の生物群集を参照 ◆池などの止水域 ・底生動物（トンボ類、コオイムシ、タイコウチ、マツモムシ、ヘイケボタル、ガムシ、ゲンゴロウなど） ・魚類（タモロコ、ギンブナ、タナゴ、ドジョウ、メダカなど）	・トンボ類・コオイムシ・ゲンゴロウ・メダカ・チョウ、バッタ、フナ・カモ・サギ（神戸市・垂水水環境センター／場内ビオトープ） ・トンボ・コイ・フナ（大阪府・渚処理場／安定池） ・水生植物・トンボ・メダカ・モツゴ・ヨシノボリ・ヌマエビ・野鳥（横須賀市・追浜浄化センター／トンボの王国） ・メダカ・カメ・ドジョウ・カワニナ（神戸市・玉津処理場／せせらぎ）

※ 生態系にやさしい下水道をめざして／生態系との共生をはかる下水道のあり方検討会編／技報道出版より作成

◆横浜市の事例

横浜市において、平成９年度に実施した市民アンケートや「市民に身近で潤いのある水辺環境づくりに関する懇話会」から提言された「水にふれあう街づくりに向けた５０の提言」を踏まえ、平成１１年度に「水環境マスタープラン（総合的な整備方針）」を作成した。

かつては、横浜の河川は丘陵の里山に降った雨が、谷戸から集まり流れ下り、ため池や堰がつくられ農業用水として利用、管理され、里山の生き物もにぎわっていた。河口や臨海部では、はじめ新田開発として、後には工場用地として埋め立てが進み、運河として水路が多くつくられ、用水としてまた舟運によって産業活動を支えていた。さらに川辺に桜並木などが植えられ名所になっていたところもあった。

しかし、その後の物流形態の変化と共に、人々と川との結びつきは薄れていき、戦争の時代には伐採により水源部の樹林地が荒れたりしたこともあり、戦後大きな水害がいくつもあった。昭和３０年代以降は、丘陵の源流部にまでおよぶ急速な宅地化、開発が進み、谷戸や樹林地、農地が失われ、同時に被覆された地表面が増えて、自然の保水や遊水機能は著しく低下した。そのため、台風や集中豪雨による都市型水害が多発した。また、人口増と工場の進出によって、流域外からの水源開発も進み、汚水の排水量が急増し、それが河川に流入することで昭和４０年代には、多くの川がドブ川になってしまった。そのため、河川、下水道の整備により速やかに雨水を流下させることと、水洗化を主眼とした下水道の普及を急ぐことになった。また、開発に際しては、河川への流出を抑制するため遊水池の設置を指導してきた。

このような水環境の変遷及び住民の要望を踏まえて、水環境マスタープランでは、①きれいで豊かな流れの回復、②憩いとやすらぎのある水辺づくり、③パートナーシップによる水辺づくりを３つの基本的な方向とした。

①きれいで豊かな流れの回復

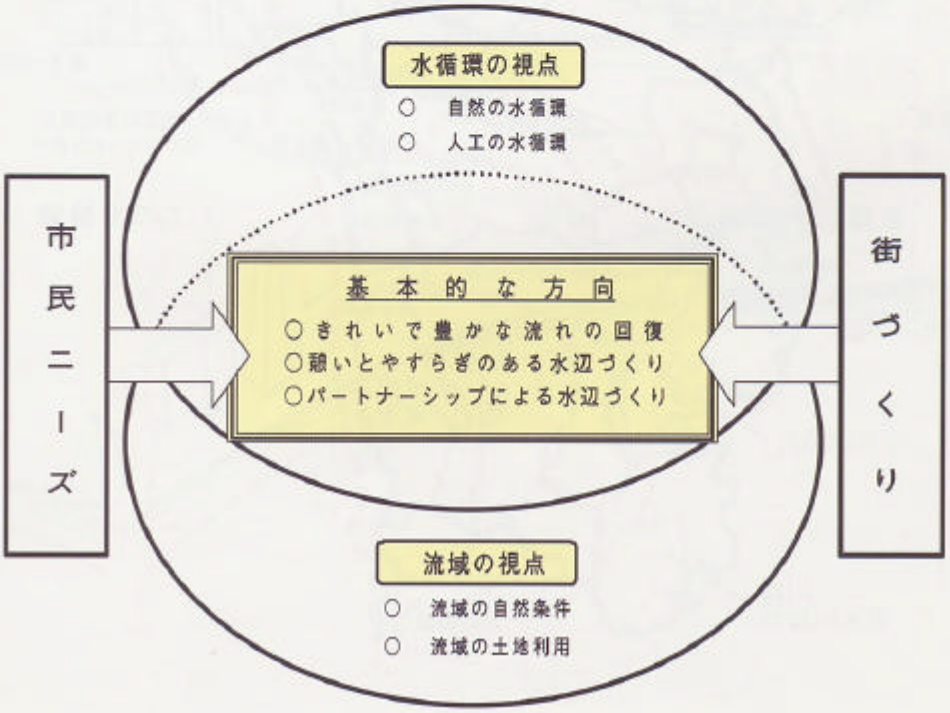
まちにきれいで豊かな水の流れを呼び戻すために，自然の水の流れを極力保持し回復します。一方，市域全体に広がった下水道などの人工的な水の流れについては，さらに水質を向上させ，自然の水の流れを代替し補完するという観点からありかたを検討していきます。

②憩いとやすらぎのある水辺づくり

高齢者や子ども達など，すべての市民ができるだけ身近に水に親しめるように，快適な水辺空間を創出します。さらに水辺の周辺環境と調和した「水を生かした街づくり」を進めていきます。あわせて生き物の生息環境にも留意し，生き物がにぎわう水環境づくりを進めます。

③パートナーシップによる水辺づくり

市民，行政，事業者が，より連携して効果的に取り組めるように，その協力の道筋を築いていきます。



横浜市水環境マスタープランの基本的な方向

４．生態系にやさしい下水道の整備計画の策定

本章では、生態系にやさしい下水道の目標達成に向けた整備計画の策定方法を示す。３章で設定した“目標”に応じた“水環境改善レベル”の設定方法、水環境改善レベルを達成するための下水道に関する“整備計画”の策定内容について示す。最後に事業化に向けた留意事項を示す。

４－１．水環境改善レベル

設定した目標を達成するために必要となる具体的な水環境改善レベルを既往の“各種基準値”や“生物の棲み場要件”“実験による条件の確認”などの知見を参考に設定する。具体的な水環境改善レベルは、以下の３つの面から設定する。

・水質

・流況

・空間

【解説】

３章で既に設定された目標を達成するために必要となる具体的な水環境改善レベルを、環境、河川などの関係部局と連携し、「水質」、「流況」、「空間」の面から設定する。水環境改善レベルは、既往の“各種基準値”や“生物の棲み場要件”“過去あるいは近傍の生物の生息環境”“実験による条件の確認”などの知見を参考に設定する。

ここで、水質、流況については、季節的、経年的な変動を考慮する必要がある。

また、本手引書では、棲み場が水に関わるものを主な対象生物としていることから、水環境改善レベルとして「空間」も含めている。

なお、ここで設定する水環境改善レベルは不確定な要素を含んでいるため、施策の試行的実施やその検証を通して、目標に対する水環境改善レベルの妥当性を事後的に評価していく必要がある。また、その結果、目標とする水環境改善レベルが不十分な場合、レベル設定を見直すことも必要である。さらに、水環境改善レベルの設定が妥当であり、達成がなされた後も、生態系の回復が見られない場合もあるが、このような場合には、

地域に棲息する生物の移動を妨げている原因の有無についても検討が必要である。

(1) 水質

下水処理水が生態系に影響を与えると考えられる主な水質項目には、水温、DO、BOD、ＳＳ、COD、NH_4-N、NO_2-N、NO_3-N、PO_4-P、残留塩素、塩分濃度などが考えられる。

なお、微量化学物質についても大きな影響が懸念されている。しかし、その影響や対応策の知見が十分ではないため、本手引書の中では詳しくは述べないが、必要に応じて水質面から検討を行うことが望ましい。

①水温

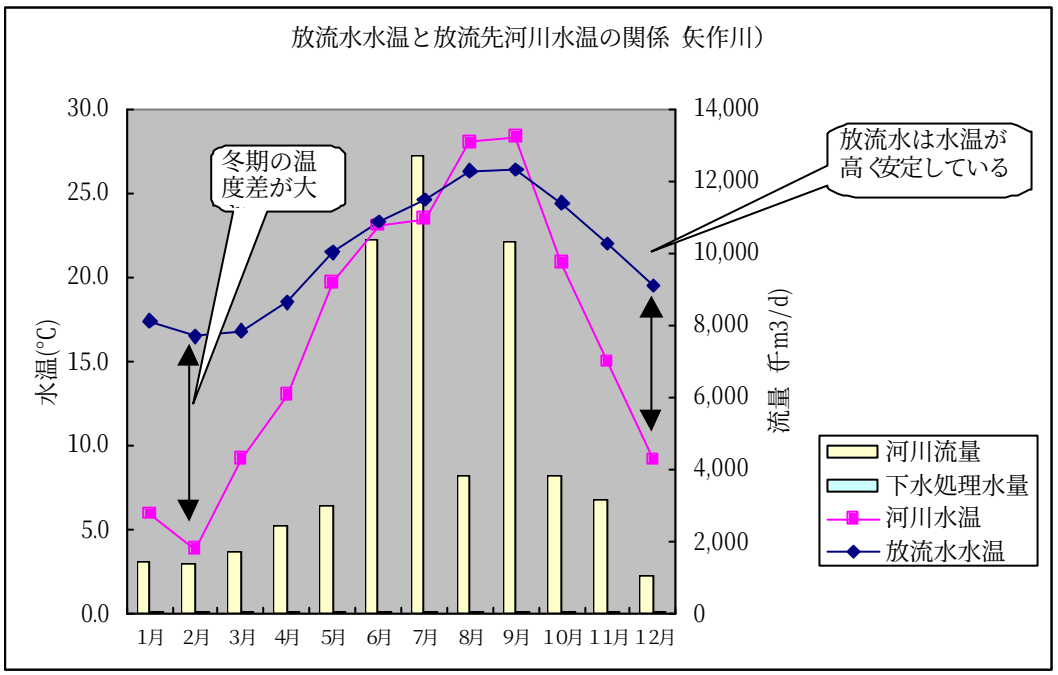
下水の一般的な特性として、表流水とは異なり、年間を通じて水温が安定している。特に冬期においては、放流先水温との差が大きく、高い値となる傾向がある。

生物は温度によって成長・成熟が左右されるため、水温の高い下水処理水の影響を受けた場合、冬期の産卵や本来は生息できない南方系の生物が生息域を拡大するなど、歪んだ生態系が形成される懸念がある。

参考として、主要魚介類の生息水温を「Ⅲ編 10」に示す。

◆矢作川浄化センターの放流水水温と放流先河川水温の差

愛知県矢作川浄化センターでは、放流地点下流のノリ養殖に配慮して、冬期の放流水水温を下げるための安定池（冷却池）を設置している（III編 26 参照）。



データ出典：「平成 11 年水質年表／国土交通省河川局編／関東建設弘済会」　観測データの月平均
「平成１１年度水質試験年報」の月平均値
「平成 11 年流量年表／国土交通省河川局編／日本河川協会」　月別平均値（米津）
「平成 10 年度版下水道統計　行政編／（社）日本下水道協会」　水処理施設－処理水量－日平均量
「平成 10 年度水質試験年報」及び「平成 11 年度水質試験年報」より作成

上図のように、冬期における河川水と放流水の水温差は最大で 10℃以上となる場合がある。

②理化学指標

DO、BOD、SS、COD 等は、汚濁の程度を表す指標と見ることができる。これらの水質によって生物の生息が制限される。生物学的水質階級からみた水質と生物の関連を表Ⅱ－１に示す。

なお、植物は光合成過程において、光の存在下で二酸化炭素を取り入れ、水素（水）を用いて有機物を合成するため、酸素を放出する。したがって水生植物などが繁茂する水中環境では、昼間はＤＯが高いが、夜間には光合成が行われず呼吸が卓越するのでＤＯが低下するため、生物へ影響を及ぼす可能性もある。

また、下水処理過程では水中の溶存酸素を利用するため、反応タンクへの送風量によっては処理水中の溶存酸素が十分に回復しない場合がある。

さらに、下水処理水中のアンモニア性窒素、消毒による残留塩素などは、濃度によっては生物に毒性を及ぼすこともあるが、生物によってその感受性が異なる。

参考として、生息生物からみた望ましい水質（理化学指標）の目安を「Ⅲ編 11～13」に示す。

表Ⅱ－１　生物学的水質階級からみた水質と生物の関係

水質階級	DO(mg/l)	BOD(mg/l)	主な指標生物	スコアランク
貧腐水性 非常にきれい	９以上	2.5 未満	カワゲラ、ヒラタカゲロウ、ナガレトビケラ、ヤマトビケラ、ヘビトンボ、ブユ、アミカ、サワガニ、ウズムシ	７～10
β中腐水性 きれい	６以上 ９未満	2.5 以上 ５未満	コガタシマトビケラ、オオシマトビケラ、ヒラタドロムシ、ゲンジボタル、コオニヤンマ、スジエビ、（ヤマトシジミ）、（イシマキガイ）、カワニナ	６～８
α中腐水性 汚れている	１以上 ６未満	５以上 10 未満	ミズカマキリ、タイコウチ、ミズムシ、（イソコツブムシ）、（ニホンドロソコエビ）、タニシ、ヒル	２程度
強腐水性 非常に汚れている	１未満	10 以上	セスジユスリカ、チョウバエ、アメリカザリガニ、サカマキガイ、エラミミズ	１程度

（　）は汽水域の生物

参考：「平成 11 年度　水生生物等による水環境評価手法検討調査／環境庁水質保全局」、「水質管理計画調査－水生生物による水質調査法改定検討－／昭和 62 年 3 月／環境庁水質保全局」及び「（参考）水生生物による簡易水質調査の指標生物と水質階級／環境省」より作成

◆アンモニア

自然水域中でアンモニアは、イオン化していない NH_3 とイオン化している NH_4^+ の２つの形態で存在しており、これらの平衡関係は水温と pH によって左右される。イオン化していない NH_3 の方がイオン化している NH_4^+ より毒性が高い。このため、アンモニアと生態系との関係を考察するには、イオン化アンモニアのみでなく、非イオン化アンモニアとの関係を勘案する必要がある。

水産用水基準では、淡水域におけるイオン化していない NH_3-N の基準値は 0.006mg/L としているが、例えば、水温 20℃、pH７の条件において、測定された NH_4^+ 値から NH_3 を算出する方法は以下のとおりである。

NH_4^+ と NH_3 の平衡関係は式（１）に示すとおりであり、平衡定数 K は式（２）のように表される。

$$NH_4^+ \leftrightarrow NH_3 + H^+ \qquad (1)$$

$$K = \frac{[NH_3][H^+]}{[NH_4^+]} \qquad (2)$$

そして式（２）をさらに整理すると式（３）が得られる

$$\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = 10^{(pH - pK)} \qquad (3)$$

ここで Emerson ら（1975）は、平衡指数 pK （$= -\log K$）と水温 T （℃）の関係として式（４）を提案しており、

$$pK = 0.09018 + \frac{2729.92}{273.2 + T} \qquad (4)$$

T ＝２０℃の場合の pK 値、

$$pK = 0.09018 + \frac{2729.92}{273.2 + 20} = 9.4$$

また、pH＝7 の場合、

$$\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = 10^{(7-9.4)} = 0.00398$$

したがって、非イオン化アンモニア（NH_3）濃度は、測定されたイオン化アンモニア（NH_4^+）濃度に 0.00398 を乗じたものである。

このように、生態系への影響を考慮する場合には、アンモニアといっても、水温、pH により、その特性は異なり、より詳細な検討を要する。なお、水域によっては夏期の日中に藻類生産が活発化し、pH がアルカリ側に変動し、非イオン化アンモニアが増加することもある。

◆残留塩素

塩素消毒した下水処理水には一般に塩素が残留する。

この残留塩素とは、塩素剤が水(淡水)に溶けて生成する次亜塩素酸（HClO、ClO^-）およびアンモニアと結合して生じる結合塩素（クロラミン：モノクロラミン NH_2Cl、ジクロラミン $NHCl_2$、トリクロラミン NCl_3）をいい、前者を遊離残留塩素、後者を結合残留塩素といい、両者の合計量を残留塩素という。結合残留塩素は、殺菌力は弱いが残留性が強い。一方、遊離残留塩素は、殺菌力は強いが残留性が弱い。塩素消毒は疫学的安全性を確保するという観点から、その残留効果が長所とされるが、残留濃度レベルによっては放流先水域に生息する生物への影響が懸念される。なお、水道法では、水道の給水栓における水が、遊離残留塩素 0.1mg／L（結合残留塩素の場合は 0.4 mg／L）を保持することが必要としている。

残留塩素濃度の単位として（mg／L)、（mgCl／L）あるいは（$mgCl_2$／L）が用いられているが、いずれも（mg 有効塩素／L）の意である。

これら遊離残留塩素と結合残留塩素の関係は、次のような化学反応式で示される。

$$H_2O + \underline{Cl_2} \rightarrow \underline{HOCl} + HCl \qquad (1)$$

（塩素剤注入）（遊離残留塩素、次亜塩素酸）

$$\underline{NH_3} + HOCl \rightarrow \underline{NH_2Cl} + H_2O \qquad (2)$$

（アンモニアの存在）　（結合残留塩素、モノクロラミン）

$$NH_2Cl + HOCl \rightarrow \underline{NHCl_2} + H_2O \qquad (3)$$

（結合残留塩素、ジクロラミン）

$$NHCl_2 + HOCl \rightarrow \underline{NCl_3} + H_2O \qquad (4)$$

（結合残留塩素、トリクロラミン）

上記の化学反応式から明らかなように、塩素剤(Cl_2)の注入量とアンモニア(NH_3)の濃度レベルによっては、アンモニアが除去される可能性がある。これを応用したのが上水分野などで用いられる不連続点塩素処理法であり、上記の反応がさらに進むと結合残留塩素はなくなるが、下水処理で用いられる注入量では、結合残留塩素のレベルでとどまる。

なお、ＥＰＡでは、淡水域に生息する生物への影響程度として「３年間に１度以上、４日間平均濃度（慢性毒性）が全残留塩素として 0.011mgCl_2／L を超えず、１時間平均濃度（急性毒性）が全残留塩素として 0.019 mgCl_2／L を超えないこと」としている（Ⅲ編Ⅲ－24 頁参照)。

(2) 流況

下水処理水の放流は、放流先水域の状況によってその影響は異なるが、少なからず放流先水域の流況の変化（水深、流速）や安定化（季節変動の安定化）を生じさせることとなる。また、都市下水路などに棲み場空間を創出する場合には形成する流況によって生息できる生物種が異なる。処理水の導入などにより人工的な流況が創出される場合、放流が間欠的になるときには、水位の低下が直接棲み場の喪失につながる恐れがあるため、放流方法や放流先水路構造に対する配慮が重要である。

参考として代表的な魚類の産卵、移動に関わる必要水理条件（水深・流速）について、「正常流量検討における魚類からみた必要流量について／平成１１年１２月／河川における魚類生態検討会報告書」における知見を「Ⅲ編 14」に示す。

(3) 空間

水辺に生息する生物は、棲み場として、水中や水際、周辺の陸域などを、ライフステージに応じて使い分けており、それぞれの場所で生物群集を形成している。したがって、生態系にやさしい水環境の改善に向けては、水質や流量の確保と合わせて、必要となる棲み場の空間形態を確保しておく必要がある。特に魚類にとっては、水生植物が産卵、採餌、避難場所などとなり、棲み場の要素として重要である。

また、目標とする生物に野鳥などを含める場合は、水辺空間のみでなく、陸域空間の植生などについても配慮する必要がある。

代表的な生物群集と、棲み場の空間的特性との関係について、参考として「フィールド総合図鑑　川の生物／(財)リバーフロント整備センター編／山海堂」に整理されている情報を「Ⅲ編 15～16」に掲載する。