

水質問題



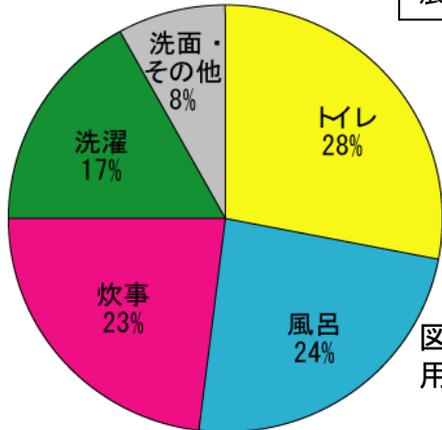
狭まる良質の天然水

光和商事(株) 荒木 巍

H18.9.15

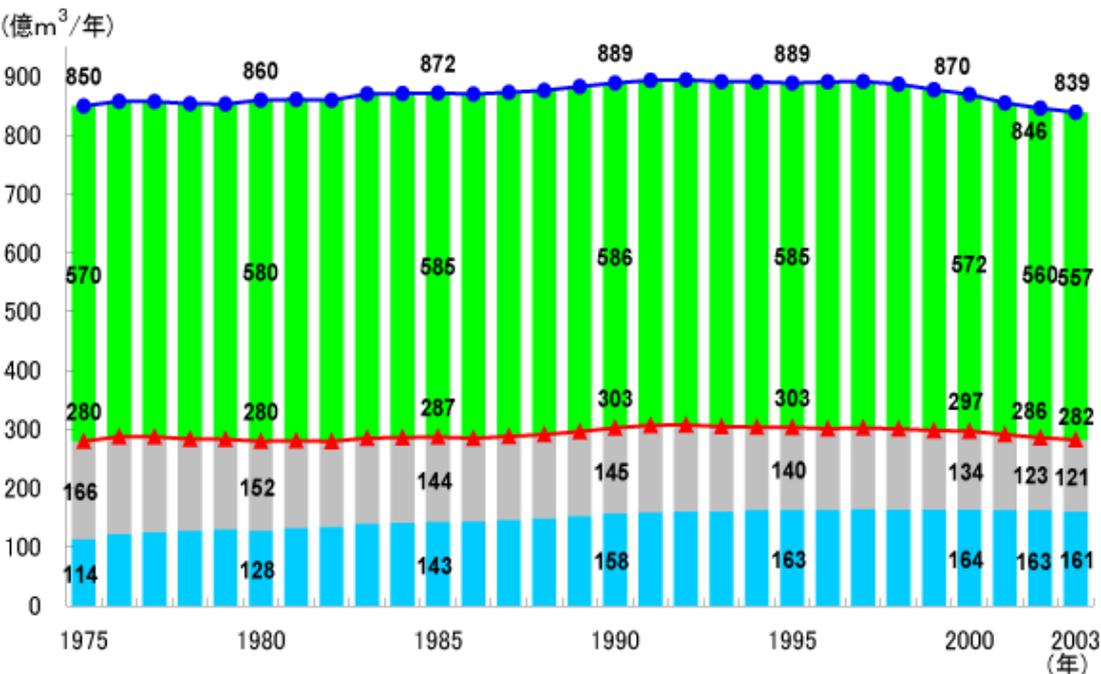
水の用途と消費

平成15年における我が国の水使用実績は約839億m³/年(約852億m³/年)。
 生活用水約161億m³(約163億m³)、工業用水約121億m³(約123億m³)、
 農業用水約557億m³(約566億m³) (xxx)内は取水量ベース



日本の農産物輸入による水輸入相当量は年間400億m³以上(そのうち麦類で270億m³以上) - H14年

図14-1 生活用水の用途別使用量



生活用水 工業用水 農業用水 都市用水 水使用量合計

図14-2 年度別水消費の推移

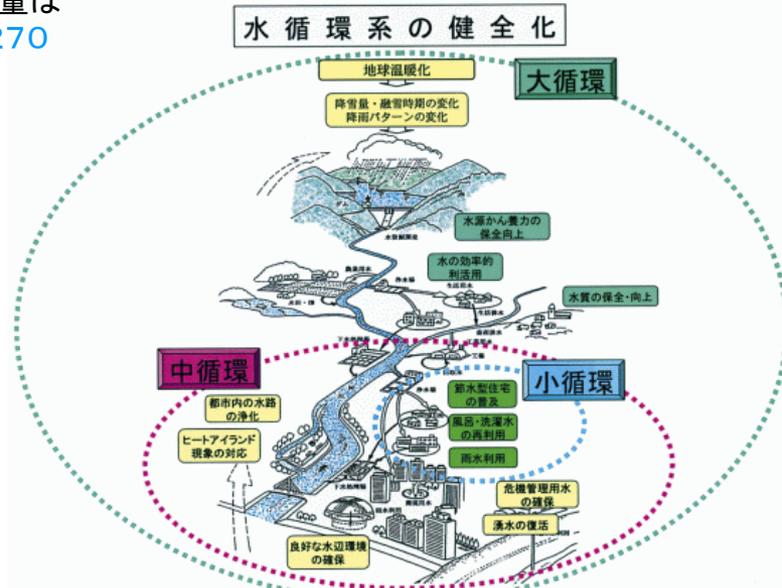


図14-3 水循環系 (国土交通省 土地・水資源局)

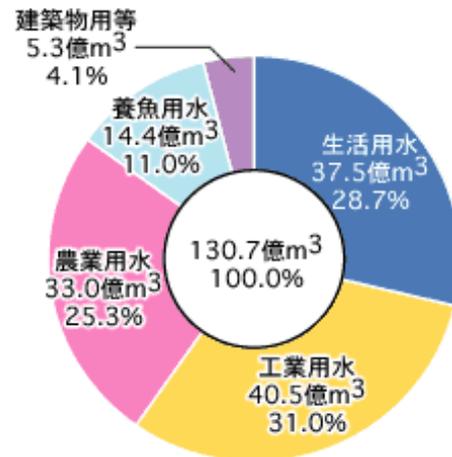


図14-4 日本の地下水使用量

水質の基準

水道法に基づく水質基準に関する省令一(平成19年11月14日 厚労省令第135号) (抜粋)

	項 目 名	基 準 値	汚 染 に よ る 問 題
健康 に 関 連 す る 項 目 (全31 項目)	一般細菌	1mLで形成される集落数が100以下	生物的汚染が生じている疑い
	大腸菌	検出されないこと	糞便汚染(消化器系病原菌)の指標
	カドミウム及びその化合物	Cdの量に関して、0.01mg/L以下	腎機能障害 など
	水銀及びその化合物	水銀の量に関して、0.0005mg/L以下	不眠など中枢神経 障害
	鉛及びその化合物	鉛の量に関して、0.01mg/L以下	貧血、中枢神経 障害
	ヒ素及びその化合物	ヒ素の量に関して、0.01mg/L以下	下痢や便秘、肝硬変
	六価クロム化合物	六価クロムの量に関して、0.05mg/L以下	皮膚潰瘍、鼻中隔穿孔、肺がん
	シアン化物イオン・塩化シアン	シアンの量に関して、0.01mg/L以下	脱力感、めまい、頭痛、悪心、嘔吐
	硝酸態窒素・亜硝酸態窒素	10mg/L以下	メトヘモグロビン血症(チアノーゼ症)
	1,1-ジクロロエチレン	0.02mg/L以下	意識喪失、腎臓など発がん
	ベンゼン	0.01mg/L以下	白血病、染色体異常
	クロロホルム	0.06mg/L以下	めまい、傾眠、動悸、肝臓肥大
	総トリハロメタン	0.1mg/L以下	遺伝子の突然変異
水道水 が 有 す べ き 性 状 に 関 する 項 目 (全20 項目)	亜鉛及びその化合物	亜鉛の量に関して、1.0mg/L以下	腹痛、嘔吐、下痢
	鉄及びその化合物	鉄の量に関して、0.3mg/L以下	異臭味、洗濯物の着色
	塩化物イオン	200mg/L以下	鉄管腐食の2次指標
	pH値	5.8以上8.6以下	水道施設腐食の2次指標
	味	異常でないこと。	不快、藻類等の繁殖の2次指標
	色度	5度以下	Fe、Mn、老朽水管異常の2次指標
	濁度	2度以下	処理施設異常の2次指標

汚染の原因

測定項目		汚染の原因	検査法
一般細菌		微生物の繁殖、医療施設、畜産、家庭排水、食品工業	標準寒天培地法
大腸菌		人を含む温血動物の糞便	ブイヨン培地法、特定酵素基質培地法
無機化合物－重金属類	カドミウム、セレン、鉛、ひ素、クロム、亜鉛、鉄、銅、ナトリウム、マンガン 水銀、カルシウム	鉱山排水、工場排水、	原子吸光光度法、プラズマ発光分析法、水素化物発生－ICP法、質量分析法、吸光光度法
その他の無機化合物	シアン、硝酸性窒素・亜硝酸性窒素、ふっ素、塩素イオン、硬度	窒素肥料、腐敗した動植物、生活排水、家庭排水、(シアン)メッキ、製鉄、(ふっ素)Al精錬	イオンクロマトグラフ法、吸光光度法、滴定法
有機化合物	四塩化炭素、各種メタン系塩素化合物、ベンゼン、クロロホルム、塩素イオン、硬度、陰イオン界面活性剤、フェノール類 など	し尿、下水、工場排水、(クロロホルムなど)有機物質が消毒用塩素と反応して生じる、(ベンゼン)保存料/安息香酸と酸化防止剤/ビタミンCの反応、半導体素子製造	ガスクロマトグラフィー質量分析(GC/MS)法、高速液体クロマトグラフ法、吸光光度法
その他	蒸発残留物	工場排水、下水	重量法
	pH	降雨、地層の影響、土壌、工業排水	ガラス電極法、比色法
	味、臭気	工場排水、化学薬品、農薬、藻類等の繁殖	官能法
	色度	鉄、銅、マンガン、トリハロメタンなど	比色法、透過光測定法
	濁度	工場排水、下水、土木工事、鉱業、自然災害(洪水)、窯業、製紙	比濁法、透過光測定法、積分球式光電光度法、散乱光測定法、透過散乱法
	農薬(除草剤、殺虫剤、殺菌剤101種類)	農業用水排水、ゴルフ場の排水	GC/MS、HPLC(高速液体クロマトグラフ法) LC/MS(液体クロマトグラフィー質量分析法)

水源の汚染

水域		汚 染 の 状 況
河川		河川の水質汚染の原因の第1は我々の生活排水。有機物や窒素、リンなどを含む生活排水による。特に使用済みの油や合成洗剤等の排水が問題。水中の有機物と浄水場で消毒に使う塩素が反応して発生するトリハロメタンや、環境ホルモンにも注目が集まっている
地下水		有機塩素系溶剤に使われた後の工業排水に含まれたトリクロロエチレン等の有機塩素化合物による地下水汚染が深刻になっている。農場等で農薬により発生する硝酸性窒素が地下水の水質汚染の原因の一つ。ゴルフ場などでの除草剤も原因の一つ。地下水の過剰汲み上げによりヒ素汚染が増加する(発展途上国)
海 洋	生態系	植物プランクトンに関して言えば海の中に溶け込んでいる栄養を吸収し、光合成を行って栄養を得ている。最終的にこれらのプランクトンは死んで海底に沈んでいき、深海にすむバクテリアなどによってリンや窒素といった富栄養化要素に分解される
	化学物質	工場からの廃棄物の垂れ流しや合成洗剤の使用、農薬の散布などによって水に溶け込むなどして、最終的に海に流れ着く。現在は化学物質の投棄に関する法律や条例の規制が厳しく、工場などからの化学物質の投棄は基本的に減少している。ちなみに、汚染原因の中で重要なものは、難分解性汚染物質(POPs)と呼ばれる物。食物網の高い位置に属する生物ほど、食物連鎖によって次第に濃縮されて高い濃度で化学物質が含まれている傾向にある
	原油	主にタンカーの座礁などがもとになっているが、そのほかに船から捨てられた油なども原因。揮発成分が大気中に揮散すると、最終的にはタール状の揮散しにくい物質(オイルボール)が残る。環境にあたる影響としては、魚のショック死や海生哺乳類の呼吸阻害、海藻やマングローブの枯死、これらによる海洋生態系の破壊(海鳥のえさの消失など)があげられる
	富栄養化	海の中の栄養分が偏ることにより、生態系が一時的に崩れ、それによって海の生物に影響を与えることを言う。赤潮、青潮はその例である。近年は、リンや窒素などを含んだ洗剤や薬品などの垂れ流しによって、人為的な富栄養化を引き起こしている

給水場およびその水源に対する故意の汚染問題(テロ、不法投棄):管理者による遠隔常時監視、モニター

水の浄化

様々な不純物を含み、またいろいろな程度に汚染した水をきれいにするために、多くの浄化方法、精製方法が考案されている。

表14-1 不純物の種類とそれに適した処理技術

対象物質	懸濁物質	微粒子	有機物	微生物	電解質	溶存ガス
凝集沈殿・ろ過	◎	○				
マイクロフロックろ過	◎	○				
複層ろ過、砂ろ過	○					
活性炭ろ過			○			
イオン交換					◎	
脱二酸化炭素						○
真空脱気						◎
逆浸透		◎	◎	◎	◎	
限外ろ過		◎	○	◎		
精密フィルターろ過		◎	○	○		
紫外線殺菌				◎		
オゾン処理			○	○		
蒸留		◎	○	◎	○	○

◎ 非常に有効 ○ 有効

「ミネラルウォーター」は下記の4種類に分類される。

ナチュラルウォーター： 沈殿・ろ過・加熱殺菌以外の処理をしていない水。

ナチュラルミネラルウォーター： ナチュラルウォーターのなかでもミネラル分が天然の状態で溶け込んでいる水(地下で滞留又は移動中に無機塩類が溶解したもの・鉱水・鉱泉水等)。

ミネラルウォーター： ナチュラルミネラルウォーターを原水に、ミネラルの調整を人為的に行った水(複数の原水の混合・ミネラル分の調整・ばっ気・オゾン殺菌・紫外線殺菌等)。

ボトルドウォーター： 上の3種類の水以外で、処理方法の限定がない飲用できる水(原水は水道水など飲用できれば何でもよい)。

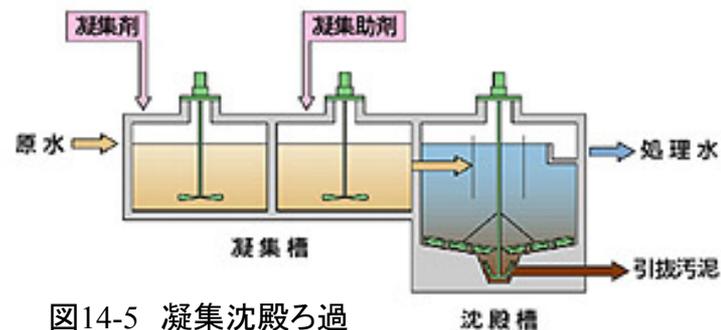


図14-5 凝集沈殿ろ過



図14-6 逆浸透膜(RO膜)ろ過装置

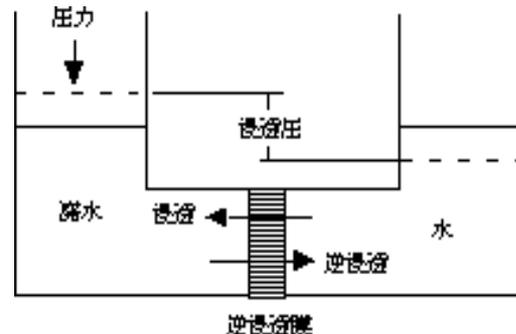
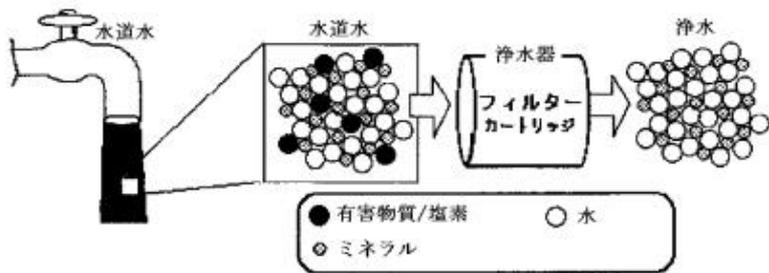


図14-7 逆浸透法の原理

機器も浄水器、整水器(例、アルカリイオン整水器)などある。水道水をカートリッジフィルターに通過させる事によって水道水中の有害物質を除去する

表14-2 浄水器のタイプ別性能と特徴

種別	ろ材	浄水性能						価格	味	評価
		塩素	トリハロメタン	カビ臭	赤サビ	細菌	ミネラル分			
浄水器	活性炭フィルター	◎	△	○	△	△	通過	安い	良い	B
	マイクロフィルター	○	×	×	△	◎	通過	普通	良い	B
	イオン交換樹脂	×	×	×	△	×	除去してしまう	高い	飲用に不適	C
	逆浸透膜	◎	◎	◎	◎	◎	除去してしまう	高い	味が無い	B
	セラミック	△	×	×	△	△	通過	普通	不安定	C
	ストラクチャードマトリックス	◎	◎	◎	◎	◎	通過	普通	良好	A
磁気水	ろ過しない	×	×	×	×	×	通過	普通	遊離塩素臭	D



1. 体に有害な物質(酸化物)がほとんど含まれていない。
2. 体に良い有機ミネラルがバランスよくふくまれている。
3. 水のクラスター(分子集団)が小さい。
4. 超軟水になっている。(全硬度0~35mg/リットル)

図14-8 水道水浄水器

水の供給

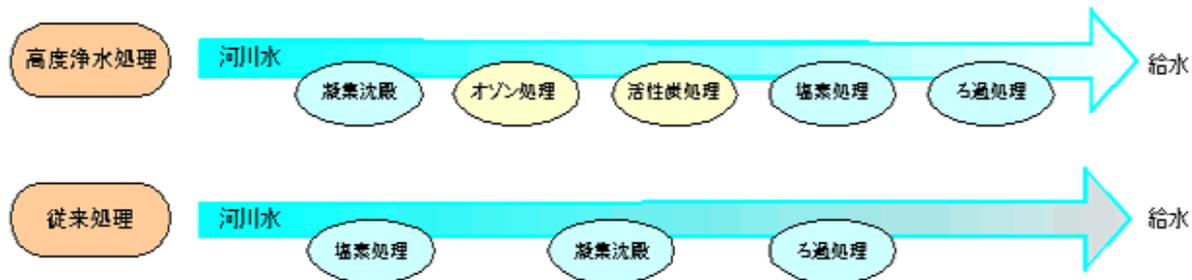


図14-9 給水処理

高度浄水処理とは、従来処理には無かった「オゾン」により河川水中の有機物を分解し、それを「活性炭」に吸着させることにより、カビ臭物質を除去し、また、発ガン性があるとされている「トリハロメタン」を低減化する。

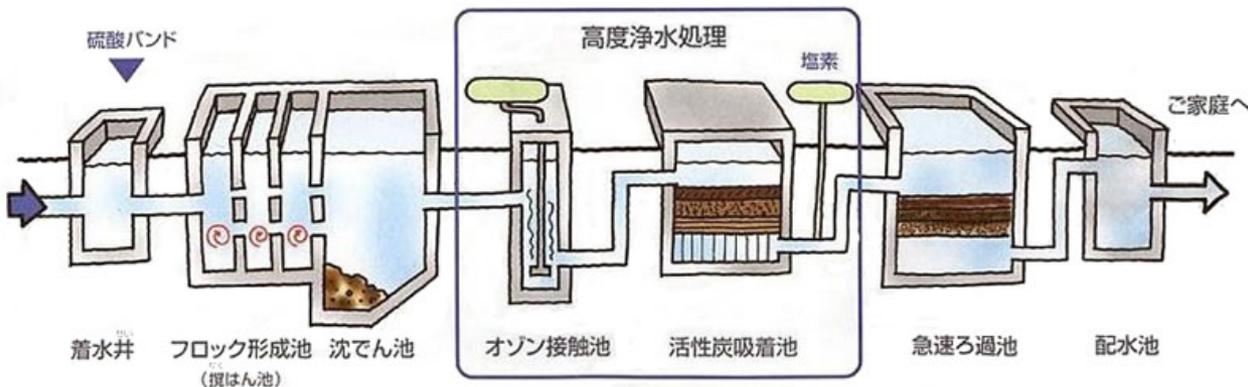


図14-10 高度浄水処理

輸送

導水路	農業水路、排水路
パイプ	上水道、下水道、屋内配水管
タンクローリー	散水車、非常給水車、配水車(キューエートなど)
タンカー	清水輸送、バラスト水(主として海水)
容器、ペットボトル	ミネラルウォーター、ペットボトル、ポリタンク
野菜、穀物	植物の国際貿易

貯蔵・貯留

貯水池	上水水源、水力発電ダム、養魚場、調整池
タンク	雨水捕集、地域給水タンク
地下タンク	豪雨捕集スペース、ドロップシャフト
缶詰、ペットボトル	清涼飲料水、ミネラルウォーター、コーヒーなど

下水処理

廃水処理の基本は、工場排水、家庭排水、下水等の廃水中の汚濁物質を取り除き、排水基準値以下にすること。

汚濁物質は、その性質から次のように分けることができる。

- ・有機性物質あるいは無機性物質
- ・懸濁性物質あるいは溶解性物質
- ・有害性の有無
- ・無機栄養塩類

これらの汚濁物質の性質および濃度によって、物理化学的処理、生物学的処理、あるいはこれらを組合せた処理方法が、

- ・固液分離
- ・有機物・還元性物質の酸化・分解
- ・pHの調節
- ・有害物質の除去
- ・無機栄養塩類(主としてリン・窒素化合物)の除去
- ・生成汚泥の処理・処分

を目的に採用されている。

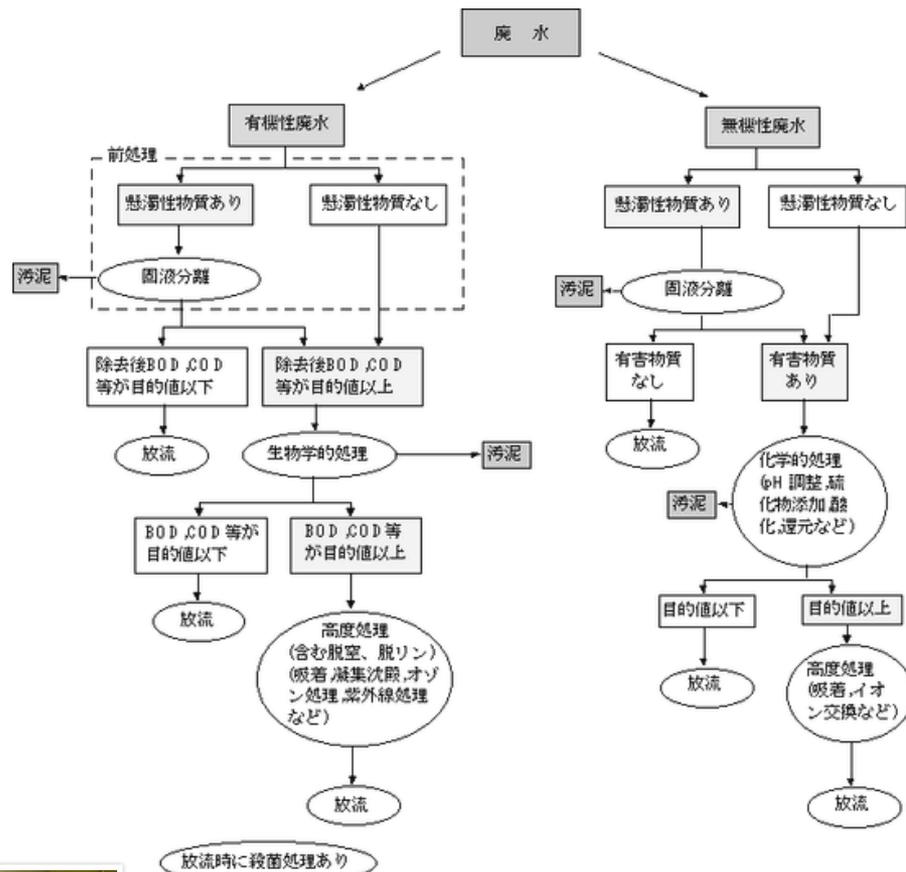


図14-11 有機性および無機性排水の処理フロー

図14-12 ドロップシャフト

奥が雨水、手前が下水用のドロップシャフト。太さの違いは歴然。雨水と下水とは処理方法も違うので、両者が混ざることのないよう管も分けている。

政府省庁		施策担当	関連法律
国土交通省	土地・水資源局 水資源部	総合調整、水需給計画、水源地域対策：水の需給、水源地域対策という観点から関係省庁、関係部局の総合調整	水資源開発促進法、 水資源開発公団法、 水源地域対策特別措置法
	都市・地域整備局 下水道部	下水道：下水道の整備	下水道法
	河川局	治水、河川水利、ダム等の建設：河川・海岸の整備・利用・保全その他の管理、水資源の開発・利用のための施設の整備・管理、流域における治水・水利、公有水面の埋立・干拓、運河、砂防、地すべり・ぼた山・急傾斜地の崩壊・雪崩による災害の防止、水防、公共土木施設の災害復旧、防災、地方公共団体等からの委託による河川等に関連する工事、治水特別会計	河川法、 特定多目的ダム法
厚生労働省健康局 水道課	水道：安全で良質な水道水の安定供給、水道広域化及び統合化の推進、水道の運営基盤の強化	水道法、 水道原水法	
農林水産省	農業用水、水源かん養林整備	土地改良法、 森林法	
経済産業省	工業用水、水力発電	工業用水法、 工業用水道事業法	
環境省	水質、環境保全	水質汚濁防止法、 水道水源法	

5省の横つなぎ連絡会として「健全な水循環系構築に関する関係省庁連絡会議」が平成10年9月から持たれており、H17年11月で30回を数えた。

事業者(例)

事業対象		事業者
上下水処理施設	上水	栗田工業、荏原、オルガノ、クボタ、MHI (純水)栗田工業、荏原、、日立プラント、クボタ (浄水器、整水器)シーガルフォー、TOTO、東レ、ナショナル、三菱レイヨン
	下水	IHI、オルガノ、日立造船、MHI、日本工営 (中水)ダイワ化成、島津、日立プラントテクノロジー
貯水・送水設備	送水	(パイプ)積水化学、クボタ (機械)荏原、IHI (管路設計)クボタ (排水ポンプ車)クボタ
	貯水	(ダム)日本工営、戸田建設などゼネコン各社 (雨水浸透マス)積水化学
モニター機器		横河、島津、堀場、明電舎、オルガノ、三菱電機、沖環境テクノロジー、東亜ディーケーケー セントラル科学、 (バイオアッセイ)日立プラントテクノロジー、ドリス・ジャパン、オルガノ
地下水処理		オルガノ(原位置化学酸化法)、ダイセン・メンブレン・システムズ(膜分離)、日鉄鉱業(重金属 処理)、鹿島建設(バイオレメディエーション)、神鋼環境ソリューション(土壌ガス吸引)
薬剤・滅菌	薬剤	オルガノ、日本曹達
	滅菌	(光触媒)信州セラミクス、TOTO、石原産業
污泥処理	脱水、再資源化	クボタ、日立造船、東芝、栗本鉄工所、荏原製作所、前田建設、西原環境テクノロジー、MHI
飲料水	ミネラル水	サントリー(南アルプスの天然水)、ハウス食品(六甲のおいしい水)、日本コカコーラ(森の水だ より)、キリンビバレッジ(アルカリイオンの水)、支笏の秘水、日田天領水本社(日田天領水)
	水道用機器、設置	各市役所一所管の業者組合

特殊:船のバラスと処理一三井造船、IHI-MU、神鋼、富士フィルター工業、仁方鉄工所、日本ポンプ技研

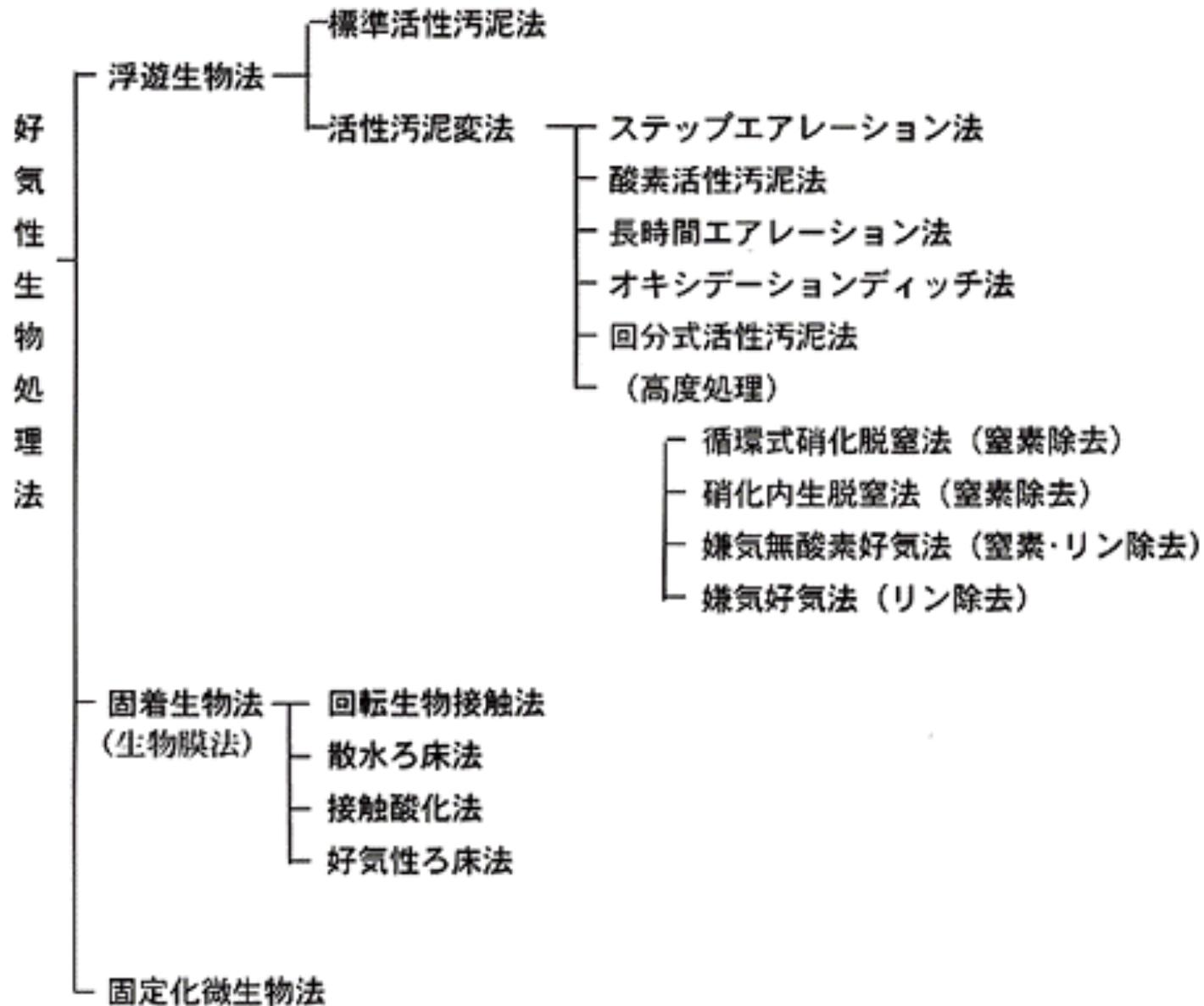
<p>規制値の見直し・更新</p>	<p>河川・水道水・排水・地下水・大気などで化学物質の最大含有量・許容値がきめられているが、安全性が確認されていないものもあり、次々と新しい物質が出現して的確な規制値が決定されていない</p>
<p>河川・湖沼の水質</p>	<p>環境基準の達成率は河川では近年、達成率が80%を超え、改善が進んでいるが、湖沼の達成率は40%と横這いで、水質の改善は進んでいない。「安全でおいしい水」を確保するためには、水源となる河川・湖沼等の水質を改善していくことが重要</p>
<p>硝酸性窒素、亜硝酸性窒素</p>	<p>亜硝酸性窒素は水中では亜硝酸イオンとして存在する地下水汚染の原因物質。硝酸性窒素と同様、肥料や家畜のふん尿や生活排水に含まれるアンモニウムが酸化された。作物に吸収されずに土壌に溶け出し、富栄養化の原因となる。また人体内で硝酸性窒素が亜硝酸性窒素に還元されて血液中のヘモグロビンと結合し、酸欠状態となる「メヘモグロビン血症」の原因となる嘔吐、チアノーゼ、虚脱昏睡、血圧低下、脈拍増加、頭痛、視力障害等が見られる</p>
<p>地下水の汚染</p>	<p>地下水は汚染されるとその範囲の特定が難しく、汚染された土壌の浄化にもコストがかかる。汚染の原因は、農場・ゴルフ場からの農薬、工場からの重金属、ドライクリーニングからの揮発性化学物質などがある。浄化技術として、バイオレメディエーション、還元過熱分解などが挙げられる</p>

キーワード

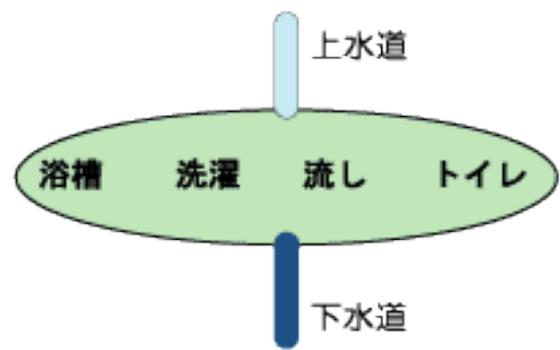
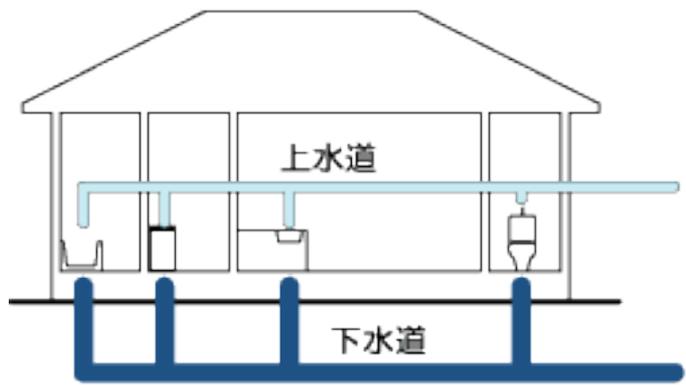
富栄養化	肥沃な土壌や人間活動から大量に排出された植物の栄養となる塩類(窒素、リンなど)が停滞性の水域で増加し、生態系のバランスが崩れた状態をいう(赤潮、アオコなど)。富栄養化による障害には植物性プランクトンの異常発生により、濁り、浄水場のろ過障害、清水性魚介類の生息障害などがある
深層水	大陸棚より沖合で太陽光が届かない水深にある海水のことで、現時点で確立された定義はなく、一般的に「水深200m以深の海水」という意味で使用されている
バイオアッセイ (生物評価法)	そこにある排水や排気ガス、河川水や大気などが、生体に影響があるかどうか、毒性があるかどうかを、メダカやミジンコなど生物を使って試験する手法のこと。Bio(生物)とAssay(分析・評価)を組み合わせた言葉で、日本では生物検定法、生物学的試験、毒性試験などと呼ばれている
逆浸透 (RO)	ある濃度で溶解性物質を含む廃水と水とを、溶解性物質はほとんど透過させずに水のみを透過させる膜(半透膜あるいは逆浸透膜)を介して置くと、水が膜を透過して廃水側に流れる。このような状態において、廃水側に圧力をかけると、廃水中の水が膜を透過し、廃水側の溶解性物質の濃度が上昇する
中水	雨水や排水を再生処理してトイレや散水に利用する水のリサイクルシステム。上水と下水の中間に位置することから中水といわれている。中水はトイレ洗浄水、冷却用水、河川や用水路、淡水湖補給水、植栽散水用水、庭への散水などに再利用される。比較的簡易な手法で浄化し上水道の使用量を削減できる



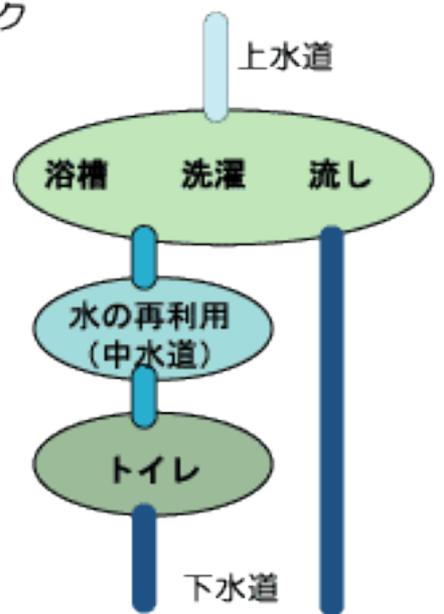
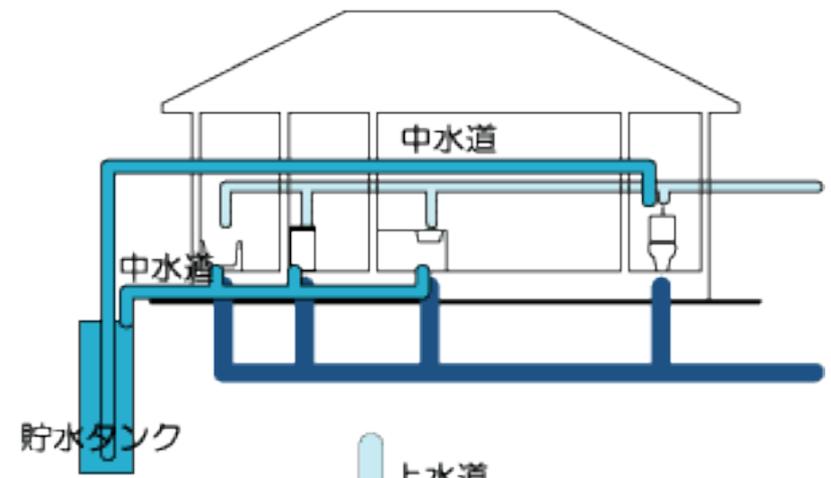
図14-12a バイオアッセイによるモニタ



参考図14-1 主な好気性生物処理方式の分類
(日本下水道施設業協会)



■上下水道のみの利用

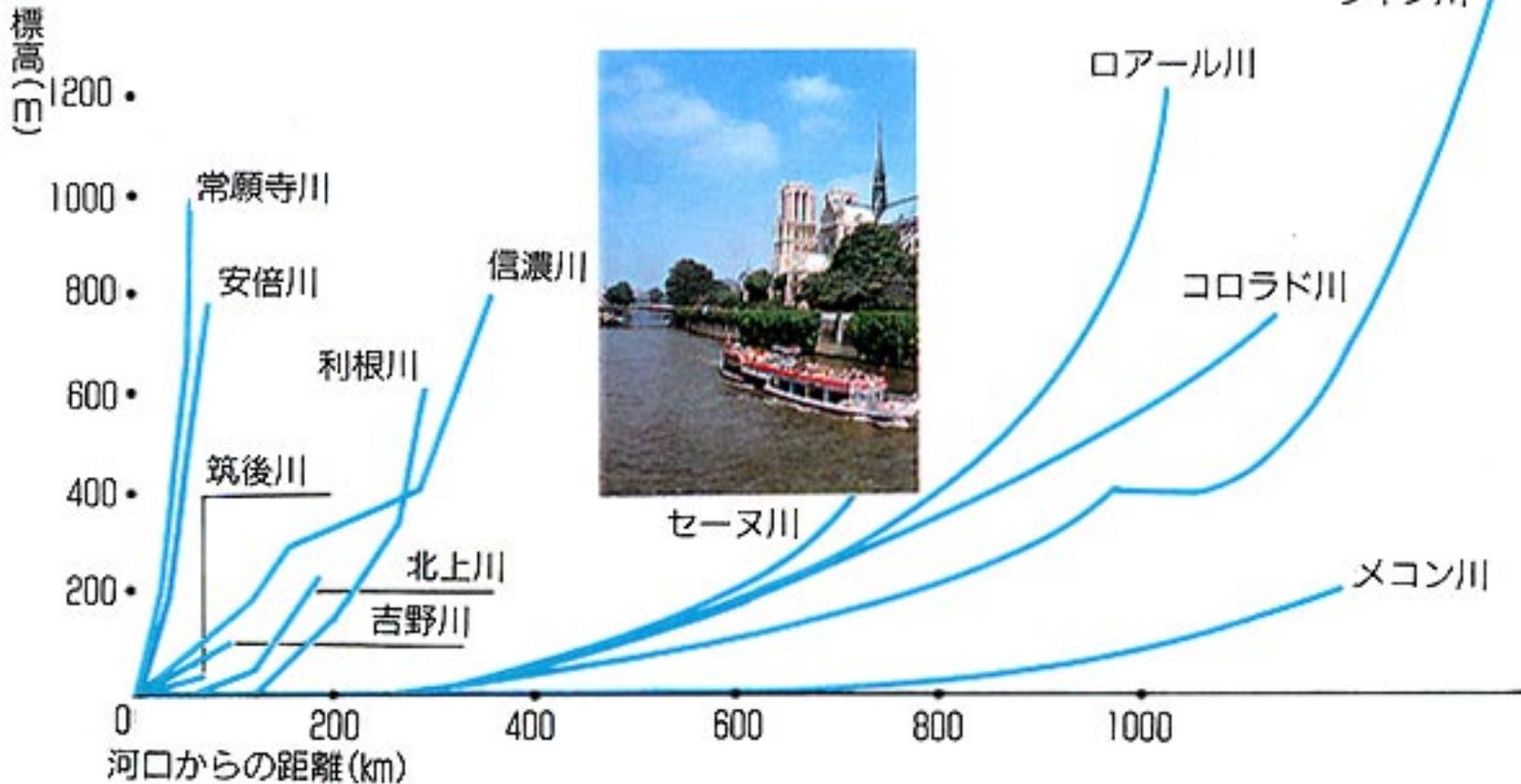


■中水道の利用

参考図14-2 中水の利用

明治時代、川の工事のため来日したオランダ人技師デレーケは、世界でも特異の
‘勾配がきつく、流れの速い’日本の川を見て、「これは川ではない、滝だ」と驚愕したと
いわれている。 独立行政法人 水資源機構

●川の延長と勾配



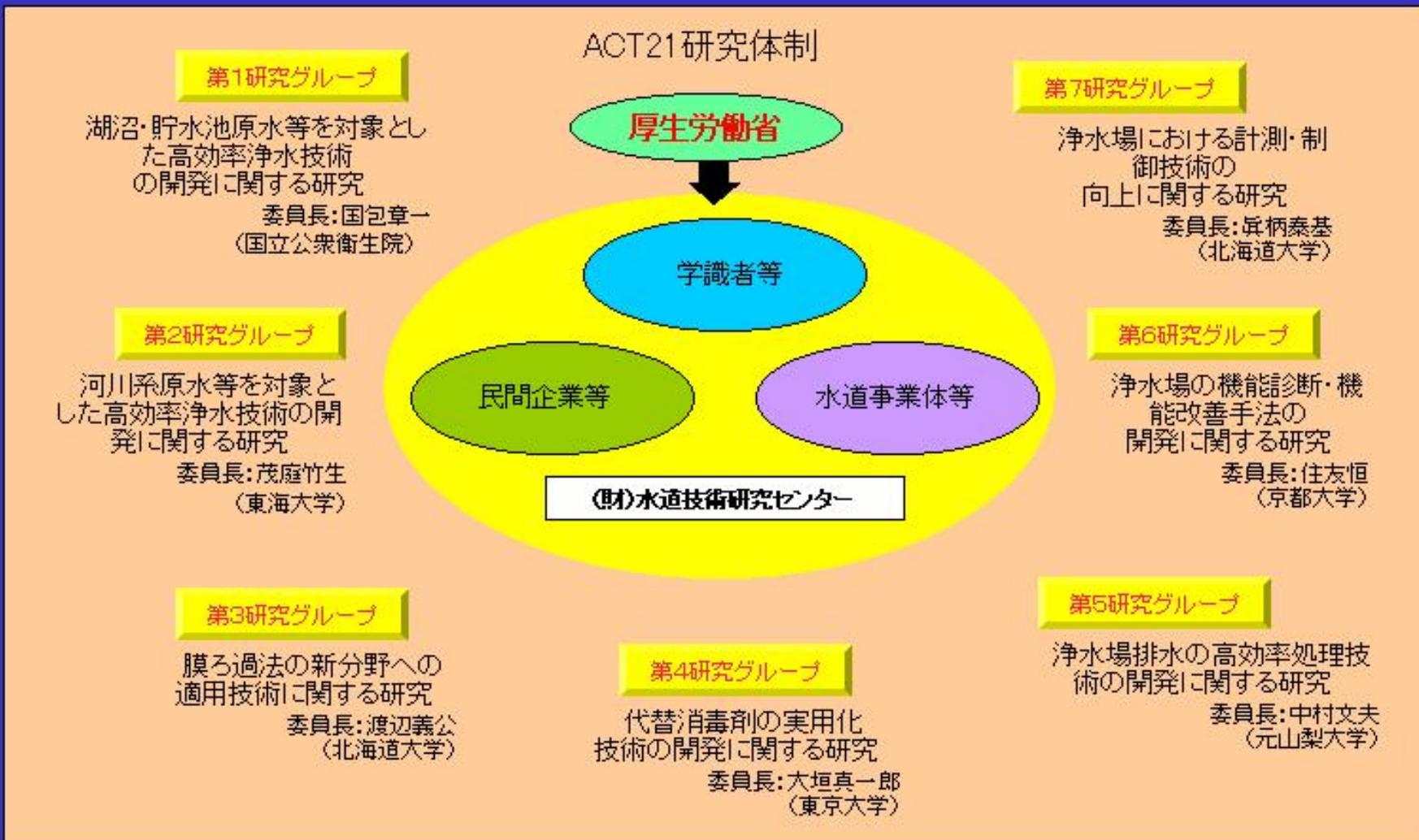
参考図14-3 日本の河川の特徴

高効率浄水技術開発研究(ACT21)

(平成9年度～)

下水道技術研究センター

JAPANESE WASTEWATER RESEARCH CENTER



参考図14-4 高効率浄水技術開発研究

参考資料

1. 水のリスクマネジメント実務指針 同編集委員会 (株)サイエンスフォーラム 1998.6.12
2. 廃水処理技術 特許庁HP
3. 国土交通省資料
4. 各社パンフレット

