

第6章 水資源と環境

1 水資源利用と水質

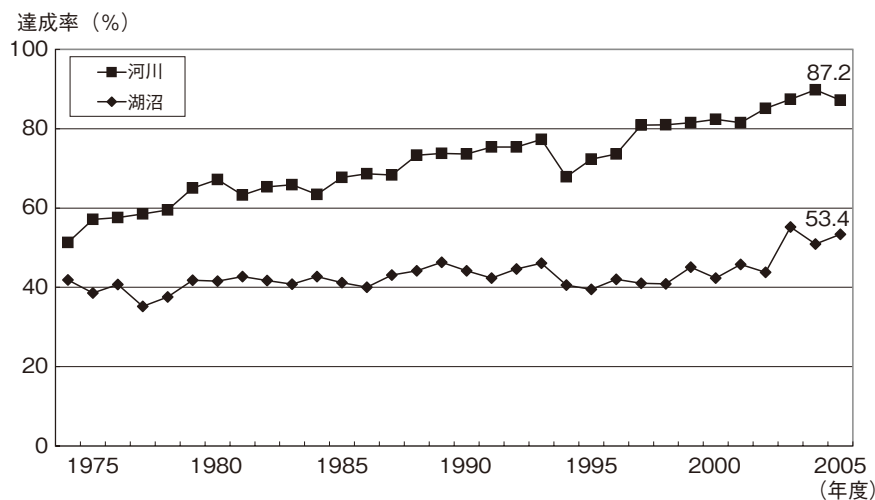
水資源の利用は、それぞれの用途に応じた適正な水質が確保されていることを前提としているため、公共用水域や地下水の水質悪化の防止と改善は、水資源の保全の観点から重要な課題である。また、国民の関心が高まりつつある安全でおいしい水を確保するためにも、水質保全対策の強化が一層重要となっている。

(1) 水質の現況

河川・湖沼は都市用水の水源の約75%を占める。河川における水質環境基準の達成率は、長期的に見ると上昇傾向にある。平成17年度は前年より低下しているが、渇水の影響が考えられている。一方、湖沼の水質環境基準の達成率は40%台を横ばいで推移していたが、平成15年度に初めて50%を超え、平成17年度には約53%となった(図6-1-1)。

湖沼の一部では、栄養塩類の流入等による富栄養化が進んだ結果、アオコ等の発生による異臭や水道水のかび臭等の問題が生じている。また、富栄養化が進んでいない比較的水質が良好な湖沼においても、淡水赤潮が発生している例がある。一方、都市部を貫流する河川の一部には、水質が改善されていないものや一部の農村部においては、生活排水の流入による河川や農業用排水路等の水質悪化が問題となるなどの事例も見られる。

都市用水の水源の約25%を占める地下水は、一般的には良質の水源であるが一部で硝酸性窒素及び亜硝酸生窒素等による汚染が見られる。



- (注) 1. 環境省「公共用水域水質測定結果」による。
2. 河川はBOD、湖沼はCOD
3. 達成率(%) = (環境基準達成水域数/環境基準あてはめ水域数) × 100

図6-1-1 河川・湖沼の環境基準達成率の推移(全国平均)

(2) 水質保全対策

河川、湖沼等の水質を保全するため、水質汚濁に係る環境基準の設定、工場・事業場からの排水の規制、生活排水処理施設の整備、河川等における浄化など種々の対策が実施されている。

環境基準については、人の健康の保護に関する環境基準と生活環境の保全に関する環境基準からなり、平成15年11月には水生生物保全の観点から、新たに全亜鉛が生活環境項目として設定された。

水質汚濁防止法に基づき、工場、事業場からの排水を規制するとともに、生活排水対策の実施を推進し水質汚濁の防止を図っている。さらに、水質汚濁防止法の規制のみでは水質保全が十分でない湖沼については、湖沼水質保全特別措置法に基づいて水質保全対策を行っており、琵琶湖等10湖沼が指定されている。なお同法は平成17年度に改正され、非特定汚染対策のための流出水対策地区制度や植物の水質浄化機能活用のための湖辺環境保護地区の追加等がなされた。

生活排水対策については、地域の特性や実情に応じ、下水道や浄化槽など各種生活排水処理施設の普及が図られている。農村部では、農業用排水路の水質保全等を目的に生活排水等を処理する農業集落排水事業等が進められている。

これらの生活排水処理施設の普及状況を示す指標として、下水道、農業集落排水施設等、浄化槽などの各生活排水処理施設の普及状況を人口で表した汚水処理人口普及率でみると、平成17年度末における普及率は約80.9%である。さらに、水質汚濁防止法の規定に基づき都道府県知事により指定される生活排水対策重点地域においては、市町村により生活排水対策推進計画が策定されており、平成18年3月末現在、42都府県の209地域(350市町村)が指定されている。

一方、河川や湖沼などでは、浄化用水の導入や底泥の浚渫、汚濁流入水の浄化対策などが実施されているほか、ダム直下及び下流の河川については、水質の保持、漁業への影響、景観の保全等を総合的に考慮して、河川の正常流量確保のための対策が行われている。

地下水の水質の保全に関しては、平成8年6月に水質汚濁防止法が一部改正され、都道府県知事が汚染原因者に対し、汚染された地下水の水質浄化のための措置を命ずることができることとされた。平成9年3月には地下水の水質の汚濁に係る環境基準が設定され、平成19年4月1日現在、環境基準は26項目となっている(参考7-2-3)。

(3) 安全でより良質な水の確保

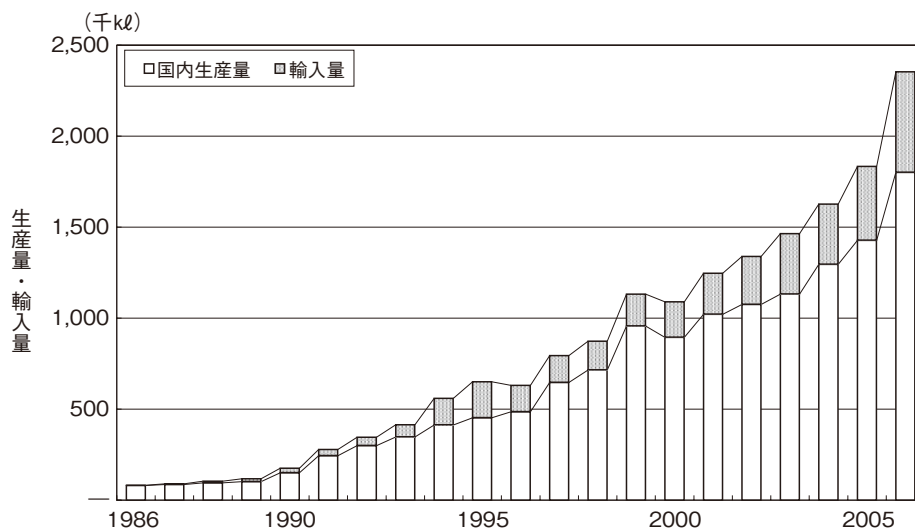
安全で良質な水の確保のため、各種の取り組みが行われている。

例えば、浄水場においては、浄水過程で注入される塩素と反応して生成されるトリハロメタンの低減化が図られている。また、塩素消毒に耐性がある病原性原虫クリプトスポリジウムについては、「水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針」が策定され、対応が図られてい

る。このほか、ゴルフ場の農薬使用や廃棄物最終処分場についても、水質汚濁防止の観点から様々な対策が講じられているが、今後とも十分な対応が必要である。

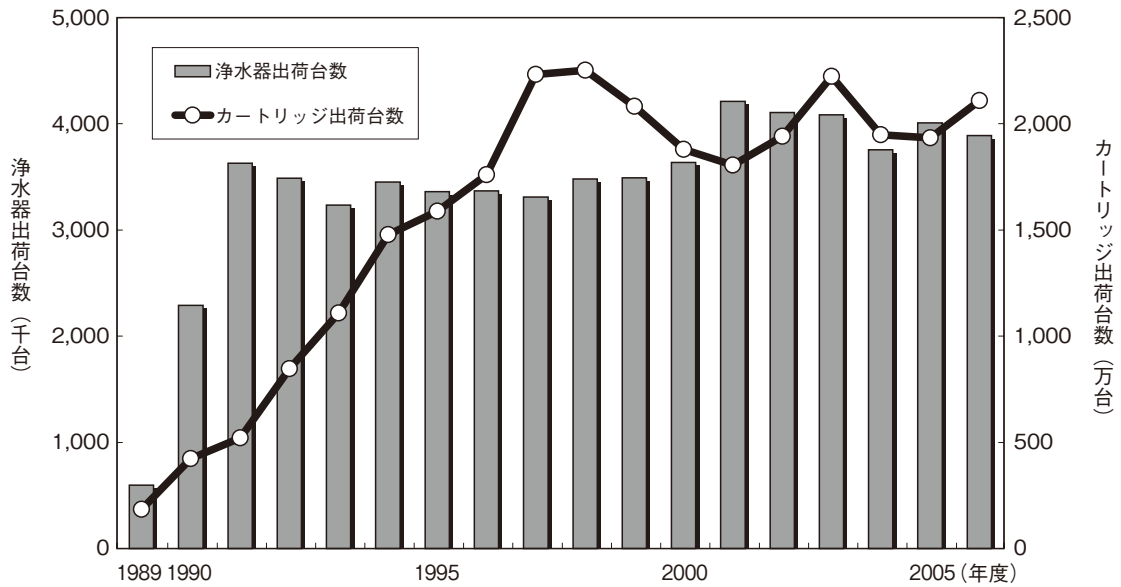
「水道原水水質保全事業の実施の促進に関する法律」に基づく水道事業者からの計画策定の要請は、平成17年4月現在9カ所であり、そのうち8カ所について都道府県計画が、1カ所について河川管理者の事業計画が策定されている。

近年は、ミネラルウォーターの年間生産実績が急激に伸びるとともに（図6-1-2、参考6-1-1）、浄水器の家庭への普及が進んでおり、おいしい水に対する国民の関心が高まってきている（図6-1-3、参考6-1-2～4）。なお、水道原水の水質汚濁に伴う水道の異臭味被害人口は、平成17年度においては約396万人にのぼっている。



(注) 日本ミネラルウォーター協会資料をもとに国土交通省水資源部作成

図6-1-2 ミネラルウォーターの生産と輸入量の推移



(注) 有限責任中間法人浄水器協会資料をもとに国土交通省水資源部作成

図6-1-3 浄水器、カートリッジの出荷台数の推移

水道水質基準については、平成15年度に大幅な改正が行われ、基準項目の見直し（拡大）、効率的・合理的な水質検査の実施、病原微生物対策が強化された。また、鉛の水道水質基準については、平成4年度改正時におおむね10年後の長期的目標を0.01mg/ℓ以下とされていたことを受けて、平成14年3月に0.01mg/ℓ以下とする改正が行われ、平成15年4月より施行されている。

また水源となる河川、湖沼等においては、「ダイオキシン類対策特別措置法」に基づき、平成11年12月にはダイオキシン類の水質環境基準が設定され、平成14年7月にはダイオキシン類の底質環境基準が設定された。

このほか、国土交通省と環境省は連携し、河川等の水環境における化学物質に関する実態調査を実施している。河川水等の水環境中の化学物質については、その濃度と人体への影響、生態系への影響等不明な点も多く、今後更なる関連情報の収集が必要である。

2 森林の保全及び整備を通じた水源地域の保全

我が国の森林面積は2,512万ha（平成13年度末現在）であり、国土に占める割合は約67%となっている。森林は、木材生産等の経済的機能のほか、山地災害の防止、自然環境の保全及び形成など、多面的機能を有している。特に、水源地域の森林は、水源のかん養、ダム貯水池への流入土砂の軽減などの機能を有しており、その保全及び整備による機能の維持向上が重要である。

戦後造成された人工林が成熟しつつあり、水源のかん養等の機能の維持向上を将来に渡って

図っていくためには、100年先を見通した多様で健全な森林の整備及び保全を進めていく必要があり、特に、今後急増する高齢級の人工林については、立地条件に応じ、間伐の実施はもとより、広葉樹林、針広混交林、大径木からなる森林へと誘導する多様な施業を推進していくことが重要である。

また、水源の保全は、流域住民による森林等の適正な管理や不法投棄に対する監視など、生活の中での主体的取り組みによって支えられている側面も大きいものと考えられ、こうした活動についてより積極的に評価、支援することが必要となっている。また、水源地域の持つ豊かな自然環境や伝統文化を活用することなどにより、水源保全を担う地域の活性化を図り活力を維持していくことも重要な課題となっている。さらに、各地で水源となっている森林の保全をまちづくりの柱とするなど様々な森林保全活動も行われ、水源保全と調和した地域活性化が図られている。

3 水資源開発と環境

(1) 流水の正常な機能の維持

河川からの取水に当たっては、正常流量を上回る場合に新たに取水できることが基本的な考え方となっている。正常流量は、舟運、漁業、観光、流水の清潔の保持、塩害の防止、河口の閉塞の防止、河川管理施設の保護、地下水位の維持、景観、動植物の生息地又は生育地の状況等を総合的に考慮し維持すべき流量（以下「維持流量」という。）と水利流量の双方を満足する流量として定められる。

そのため、新たな水利用を行うに当たり、河川の正常流量が確保されていない場合には、ダム等の水資源開発施設により補給を行う必要がある。

渇水時の河川流量の減少は、魚類等の生息域を狭めたり水質の悪化を招いたりするなど、河川環境へ悪影響を与える。河川管理施設である多目的ダム等の多くは、河川の流水の正常な機能を維持するための容量を持ち、渇水時に必要な流量の補給を行っている。

また、発電水利使用のうち、発電取水口や発電ダムから下流区間において維持流量が少なく河川管理上支障の著しいものについては、発電事業者の協力のもと、水利権の更新時を機会として河川の維持流量の確保に努めている。

(2) 水資源開発施設における環境対策

水資源開発施設は自然豊かな環境に作られることが多いこと、大規模なものが多いこと、自然に循環している水を人為的に貯留、取水するものであることなどから、地域の自然環境に及ぼす影響を回避・低減するため、施設の建設及び管理に当たっては様々な環境保全対策が実施されている。

ア ダム貯水池における水質保全対策

(a) 冷水現象

夏季に温度成層を形成するダム貯水池では、貯水池深部に低温の水が滞留する。このような水温の低い水を放流した場合には、下流河川の水温がダム貯水池のない場合と比較して低下し、かんがい、河川の生態系や親水活動に影響が現れることがある。このような冷水現象が生じるおそれのある貯水池においては、貯水池の水位変動に追従して表層の水温の高い水を放流できる表層取水設備等を設置している。

(b) 濁水長期化現象

洪水の流入時に、粒径の細かい土砂の流入によって貯水池内に濁水が滞留し、ダム貯水池がない場合と比較して下流河川の濁水が長期間継続する場合がある。このような貯水池においては、洪水に伴う濁水放流の期間を低減するため、選択取水設備を設置している。

このほか、浦山ダムでは、洪水後にダム湖上流端付近できれいな水を取水し、導水管によりダム湖をバイパスさせてダム下流へ放流する「清水バイパス」を設置し、濁水放流の長期化を軽減する対策が平成18年度に完成した。

また、貯水池の周辺の裸地等においては、貯水池への土砂の流入を抑制するため、裸地の緑化や森林の整備・保全等を行っている。

(c) 富栄養化現象

貯水池の滞留日数が長く、流域からの汚濁負荷の流入が大きい場合には、貯水池内でプランクトンの異常発生が起りやすい。これにより、景観障害となったり、水道水でのかび臭の発生や塩素消毒等の過程でトリハロメタン等の増加を招いたりする場合がある。

このような貯水池では、貯留水の循環によるプランクトンの発生抑制、深部への酸素補給による底泥からの栄養塩類の溶出抑制等を目的としたばっ気が行われ、効果を上げている。また、栄養塩類の貯水池への流入を削減するための吸着材や、汚濁水を貯水池に流入させないためのバイパス水路の設置などが行われている。このほか、貯水池上流域での発生源対策も一部で進められているが、更なる充実が必要である。

イ 生態系の保全

(a) 水資源開発施設周辺の環境保全

ダム工事は山間部において大規模な地形改変を伴うことから、工事区域内及び周辺の自然環境に与える影響を緩和し、ダム設置後の環境を良好に保持するために様々な取り組みが行われている。

例えば、ダム工事区域等に天然記念物等の希少生物の生息がみられる場合には、生息域にかならないように工事区域を変更したり、周辺地域にこれらが生息可能な環境（ビオトープ）を創出し、移植する等の保全対策が実施されたりしている。また、ダム工事に伴って生じる裸地や法面等に、従来からその地域にある在来種の植生を回復させるなどの取り組みが行われている。

(b) 魚道の設置

取水施設等として河川を横断する堰を設置する場合には、回遊性の魚類等の移動の阻害とならないよう魚道を設置している。また、堤高の低いダムにおいても魚道を設置している事例がある。さらに、既存の施設についても、魚類等の移動の障害となっている堰などでは、水系全体の生態系に配慮した改善が進められている。この他にも、底生魚や両生類を含む多種多様な水生生物に対し遡上・降下環境のより一層の向上を図るため、魚道に植石を行うなど綿密な調査に基づく配慮が行われている。

なお、魚道が設置されている河口堰によっては、魚道の側壁に窓を設け、生物の遡上・降下の様子が観察できるようになっているところもある。

(3) 水資源開発施設の活用

完成した水資源開発施設は、ダム貯水池等の水面と周辺の自然豊かな景観とが相まって良好な水辺環境を創出しており、自然公園等の区域に含まれているダム貯水池も少なくない。

ダム貯水池や水路等、水資源開発施設の設置に伴って、積極的に良好な自然環境の保全と創出を行っており、また、渇水の時も河川に水が流れることにより水環境の改善や水質の向上に寄与している。このようにして、形成された良好な水辺環境は、地域住民や都市住民の憩いの場として活用されている。

4 水資源と地球環境

(1) 地球環境の変化

自然的及び人為的要因により引き起こされている地球環境の変化が、世界各地で発生している異常多雨・少雨、異常高温・低温等の異常気象の要因と考えられている（表6-4-1）。

ア 自然的要因

自然的要因としては、偏西風波動の変化、海洋変動、雪氷面積の変化、火山噴火、太陽活動などが考えられているが、特に注目されているものにエルニーニョ／ラニーニャ現象がある。エルニーニョ現象の発生に伴い、大気の循環場が大きく変化することから、熱帯域のみならず、中高緯度域でも種々の異常気象が発生する傾向がある。最近では、1997年春から1998年春にかけてエルニーニョ現象が、1998年夏から2000年春にかけてラニーニャ現象が発生した。その後、エルニーニョ現象もラニーニャ現象も発生しない状況が続いたが、2002年夏に5年ぶりにエルニーニョ現象が発生し、同年11月から12月にかけて最盛期を迎えた後、2002/03年冬に終息した。

また、2005年秋から2006年春にかけてラニーニャ現象が発生した。

表6-4-1 最近の主な異常気象

西暦年	日本の異常気象	世界の異常気象
1994	暖冬, 高温少雨 (夏)	ヨーロッパ・東アジアの高温少雨 (夏) 中国南部洪水
1995	暖冬, 多雨 (梅雨期)	ヨーロッパ (1月), アジア南部 (5~10月) の洪水 アフリカの干ばつ
1996	低温 (春), 少雨 (年, 全国)	米国の干ばつ (1~5月) 中国・朝鮮半島北部の大雨 (6~8月) インド亜大陸の大雨・洪水 (6~9月)
1997	多雨 (夏, 西日本の日本海側) 少雨 (10月, 東・西日本, 南西諸島)	アジア南部・オーストラリアの少雨・干ばつ (6~12月) アフリカ東部の大雨・洪水 (10~12月) 南アメリカ各地の大雨・洪水 (6~12月)
1998	全国的な高温 (特に春と秋に顕著) 多雨, 寡照 (1, 4~6, 8~10月に顕著) 盛夏の不順な天候	東南アジアの干ばつ・森林火災 (1~6月) 中国の洪水 (5~8月) 米国の熱波・干ばつ (5~8月) カリブ海及び中米諸国のハリケーン被害 (9~11月)
1999	高温 (夏: 北日本, 秋: 全国) 多雨 (夏: 西日本)	北東アジアの干ばつ (1~7月) 中国南部の洪水 (6~8月) 東南アジアの洪水 (7~8, 11~12月) アフリカ東部・中東の干ばつ (1~12月) 米国東部の干ばつ (1~8月) 中米・南米北部の洪水 (9~12月)
2000	高温 (夏: 北・東日本) 少雨 (梅雨期: 東日本の一部・西日本)	北東アジアの干ばつ (3~8月) メコン川の洪水 (9~10月) ヨーロッパ南部の干ばつ (6~8月) ヨーロッパ北西部の洪水 (9~11月) アフリカ東部, 中東の干ばつ (年間) 米国の干ばつ, 森林火災 (3~9月)
2001	少雨 (春: 北・東・西日本) 高温・少雨 (7月: 東日本) 多雨 (秋: 西日本・南西諸島)	中国から朝鮮半島の干ばつ (3~6月) 華南からインドシナ半島の台風被害 (6~11月) インドネシアの洪水 (2月, 7月) アルジェリアの洪水 (11月) 米国・カナダの干ばつ・森林火災 (年間) 中米諸国の干ばつ (6~8月)
2002	高温 (3月: 全国) 少雨 (夏: 西日本)	世界的な高温 中国・朝鮮半島の大雨 (6~9月) バングラデシュ周辺の大雨 (6~8月) インドの熱波 (5月) と干ばつ (7~8月) ヨーロッパの大雨 (6~8月) オーストラリアの干ばつ (3~12月)
2003	低温・寡照 (7月: 北・東・西日本) 高温・少雨・多照 (7月: 南西諸島) 高温 (11月: 東・西日本, 南西諸島)	世界的な高温 華中から本州付近の低温・多雨と華南から南西諸島の高温・少雨 (7~8月) インドの寒波 (1, 12月) と熱波 (5~6月) ヨーロッパの熱波 (6~8月) 米国中西部のトルネード被害 (3・5月)
2004	高温 (北・東・西日本中心に5月~7月, 11月) 多雨 (5月, 10月, 12月) 台風本土上陸数は新記録の10個	世界的な高温 東アジアの異常高温の頻発 東アジアの大雨・台風被害 (6~10月) インド・バングラデシュ等の大雨 (6~10月) 米国・中米諸国のハリケーン被害 (8~9月)
2005	高温 (6月, 全国的) 少雨 (4月, 6月, 東日本太平洋側, 西日本中心) 大雨 (9月, 台風第14号による記録的大雨) 低温・大雪 (12月, 平成18年豪雪)	世界的な高温 熱帯域・中国・北米北東部の異常高温の頻発 スペインを中心とした干ばつ (1~9月) ヨーロッパ・東アジアの異常低温 (12月) 北米北東部・カリブ海周辺の異常多雨の頻発 中国の大雨・台風被害 (5~10月) 米国・中米諸国のハリケーン被害 (7~11月) パキスタン周辺の大雨・大雪 (2~3月)
2006	大雪 (2005年12月~2006年3月, 平成18年豪雪) 寡照 (春~梅雨期, 全国) 大雨 (7月, 本州~九州, 平成18年7月豪雨) 高温 (8月以降, 全国) 大雨 (9月, 広島~沖縄, 台風第13号) 少雨 (9月中旬以降 西日本, 南西諸島) 強風・竜巻 (10月~12月, 全国)	中国南東部の台風被害 (5~8月) 中国の干ばつ (8月, 10~11月) フィリピンの地滑り (2月) フィリピン・ベトナムの台風被害 (5月, 9~12月) インド・パキスタンの大雨 (5~8月) ヨーロッパの熱波 (6~7月) アフリカ東部の大雨 (8~11月) オーストラリアの干ばつ (6~12月)

(注) 気象庁作成資料による。

イ 人為的要因

人為的要因としては、二酸化炭素等温室効果ガスの増加による地球温暖化、過剰放牧、過剰耕作や燃料としての薪炭材の過剰な採取等による砂漠化、フロンガス等によるオゾン層の破壊、硫黄酸化物・窒素酸化物等が原因と考えられている酸性雨などが挙げられている。

地球温暖化等の気候変動については、国内的には、気象庁、環境省等関係省庁、国際的には、「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC)、「世界気象機関」(WMO)、「国連環境計画」(UNEP)等において検討されている。

IPCCの第4次評価報告書(第1, 2, 3作業部会報告書政策決定者向け要約(2007年))では、過去100年間に世界平均気温が0.74℃上昇し、最近50年間の長期傾向は、過去100年のほぼ2倍と結論づけている。本報告書において、人為起源の温室効果ガスの増加が温暖化の原因とほぼ断定し、2030年までは社会シナリオによらず、10年あたり0.2℃の昇温を予測する新たな見解を示している。また、淡水資源について、今世紀半ばまでに高緯度およびいくつかの湿潤熱帯地域において10～40%増加し、中緯度のいくつかの乾燥地域および乾燥熱帯地域において10～30%減少すると予測している。このほか、今世紀の間に、今世紀半ばまでに陸上生態系による正味の炭素吸収はピークに達し、その後、弱まる、あるいは、排出に転じすらする可能性が高く、これは、気候変化を増幅するとも示している。なお、現状のままでは世界の温室効果ガス排出量は増加し続けると警鐘をならしつつも、開発の道筋を、より持続可能な開発に向けらるならば、気候変動の緩和にも大きく貢献する可能性があるとしている。

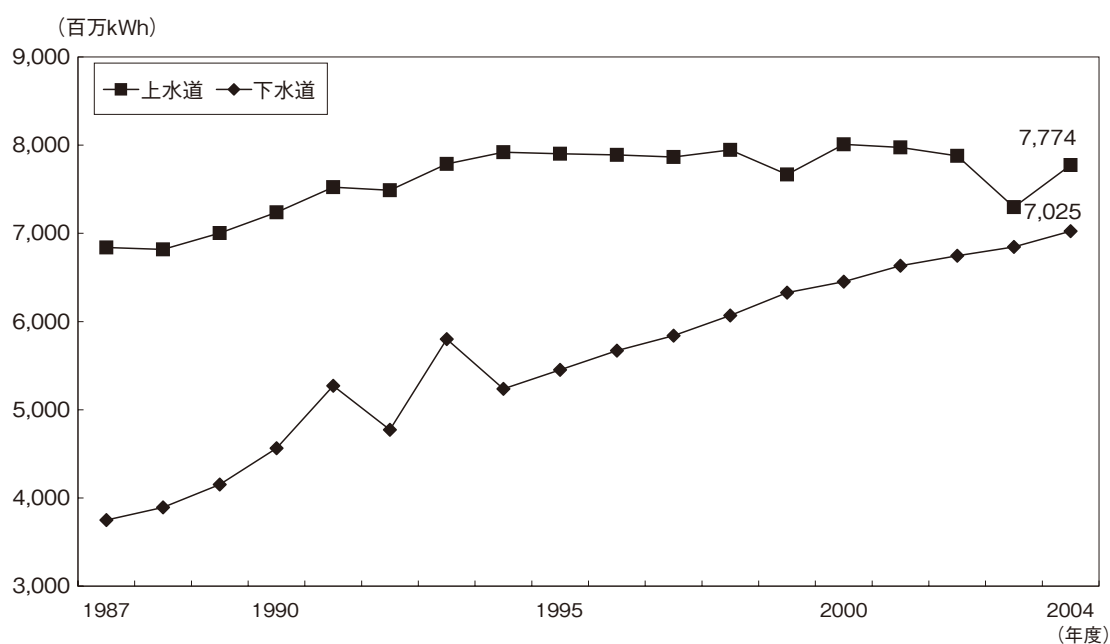
(2) 水資源への影響

気候変動により、水資源に関して最も直接的に影響を与えるのは降水量や降水パターンの変化である。現在の水資源開発施設は、既存の流量データ等を基に計画されている。しかし、今後、気候変動に伴い降水量の年々変動の拡大や雪解け時期の早期化に伴い河川流況が変化し、利水安全度が低下するとともに渇水発生頻度が高くなることが懸念される。

このほか、地球温暖化の影響として、気温上昇による水需要量の増加、蒸発散量の増大、雪解け水の早期流出、水源水質の変化及び海面上昇による地下水等の塩水化等が懸念される。

5 水資源とエネルギー消費

上下水道事業において、平成16年度における電力使用量は合計で約148億kWhであるが、これは同年度の我が国における総電力使用量約10,231億kWhの1.4%となっている（図6-5-1）。また、水道事業における省エネルギー対策の事例としては、貯水池と浄水場にある自然の落差を利用した発電、ポンプの回転数制御装置の設置等が行われている。下水道事業における省エネルギー対策の事例としては、下水道処理施設における反応タンク設備の散気装置酸素移動効率の向上、下水汚泥から発生する消化ガスを利用した発電等が行われている。



(注) 1. 上水道は厚生労働省「水道統計」による。
2. 下水道は社団法人日本下水道協会「下水道統計」による。

図6-5-1 上水道及び下水道事業における電力使用量の推移

〈トピックス〉 水の膜ろ過技術

(財)造水促進センターによれば、ダム等により水資源の確保が困難な地域を中心に、全国で100以上の海水を淡水化するプラントが設置されており、最近では逆浸透膜法がその中心的役割を担っている。中東においても水資源を確保する方法の一つとして、海水淡水化を導入する事例も見られ、我が国の膜処理技術に期待が寄せられている。

(財)水道技術研究センターによると、水道分野において従来の浄水処理に加え、膜ろ過による浄水手法の導入が進み、建設予定のものも含め586施設（平成18年度末）において取り入れられている。このほか、下水処理分野においても膜ろ過を導入している実績がある。

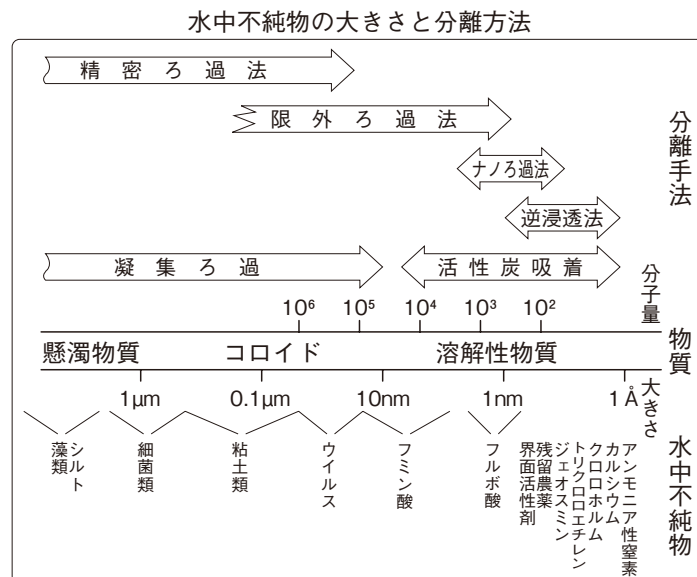
これらの背景には、安定的な水資源の確保を目的とした海水淡水化の他は、近年の安全かつ良質な水を求めるニーズの高まりに対応するものである。

膜ろ過とは、微細な孔（1/1000mm程度）を有する膜に水を通すことで、孔よりも大きい水中の物質が膜にとどまり、目的に必要な水質を有する処理水を得ることができるものである。

膜には孔径により、精密ろ過（MF）膜、限外ろ過（UF）膜、ナノろ過（NF）膜、逆浸透（RO）膜と分類される。精密ろ過膜では、土粒子、細菌類や病原生物類を除去でき、逆浸透膜を用いた場合、ほとんどの物質を除去することが可能であり、海水中の塩分を除去する海水淡水化では、逆浸透膜が用いられている。

膜ろ過は、近代水道の始まりから行われている緩速・急速ろ過方式に比べ、物質の除去が確実に行われ水質面で優れていること、維持管理の省力化が図られることとされる。

今後、コスト面、膜の薬品処理の技術等の検討が進み、水処理技術の一つとして広く普及することが期待される。



(注) 財団法人水道技術センター「小規模水道における膜ろ過施設導入ガイドライン（平成6年11月）をもとに国土交通省水資源部作成