

(3) 上下水道システムへの地球温暖化の影響と対策

京都大学 津野 洋

1. はじめに

化石燃料の使用による二酸化炭素の排出量の増加、フロンやハロン等の開発と使用、農業活動や廃水・廃棄物処理・処分に伴うメタンや亜酸化窒素の排出、さらには森林破壊による二酸化炭素吸収量の減少によって、これら温室効果ガスの大気中での濃度の上昇およびそれに伴う環境への影響が懸念されている。温室効果ガスの温室効果を二酸化炭素当量濃度で表すと、この濃度は、現状のままでそれほど強い排出抑制策を行わない場合は、西暦2030年頃には産業革命以前の濃度の280ppmの2倍である560ppmに達し、2100年には900～1500ppmとなると予測されている¹⁾。これに伴い平均気温は2030年で1.5℃程度、2100年では3.5℃～5℃程度上昇すると見込まれている¹⁾。燃料の天然ガスへの転換、エネルギー使用の高効率化、モントリオール議定書の徹底、植林等の抑制対策を強力に行い、排出量の伸びを50～70%程度に抑制しても二酸化炭素当量濃度は2060年に倍増濃度である560ppmに達すると予測されている¹⁾。

地球温暖化は平均気温の上昇のみではなく、降雨や降雪の量やパターンの変化、気温変動の変化等の気象変動も引き起こす。また、温暖化に伴う海水の熱膨張、山岳氷河の融解、グリーンランドの氷床の融解、南極氷床の変化等により海面が上昇すると予測され、その程度は、それほど強い排出抑制策を行わない場合は、2030年までには約20cm、21世紀末までには約60cmに達すると予測されている（IPCC第一作業部会）。上下水道システムへの地球温暖化の影響を論ずるには、平均気温の上昇のみではなく、気象変動や海面上昇の影響も加味する必要がある。

ここでは、これらによる上下水道システムへの考えられる影響について論じ、我々の分野において今後取り組むべき課題の整理に資することとする。

2. 上下水道システムへの考えられる影響

地球の温暖化が上下水道システムに及ぼす可能性のある影響のうち主なものを図1にまとめて示す。

平均気温が上昇すると、水温の上昇、流域の積雪量の減少、および蒸発量の増加が生じ、わが国の水道水源の水質や水量に影響を及ぼす。平均気温の上昇および流域の積雪量が減少すると、水温の上昇およびその上昇時期の早期化が生じ、生物の活動が活発に（生物化学的反応速度が速く）なり、公共用水域の水質変換速度が速くなる。河川においては、有機物の分解速度が速くなり、また飽和溶存酸素濃度が低下し、溶存酸素の低下が生ずる。湖沼においてはとくに影響が複雑で大きく出ることが考えられる。藻類の増殖が活発になり、藻類の年間平均現存量が上昇するばかりではなく、淡水赤潮の発生時期が早くなったり、アオコや異臭味原因藻類の現存期間が長くなる。また、水温成層の長期化や躍層位置が深くなり、表水層での藻類増殖量の増加、底水層での溶存酸素の枯渇確率や期間の長期化、これによる底質からの栄養塩の溶出量の増加等が生ずる。これらはいずれも水道水源の水質の悪化を意味しており、異臭味問題、THM生成量の増加、ろ過閉塞、上水プロセスでの微生物異常増殖、水道水の味の低下などの問題が顕在化することが考えられ、これらの影響が大きければ上水処理方式の改善も必要になる。

琵琶湖における気温、表層水温および現存藻類濃度の関係を図2に示す。気温の上昇に応じて表層水温が上昇すること、また富栄養化が進行している地点ほど藻類現存量は水温の影響を直接大きく受けることが示されている。琵琶湖南湖においては表層水温が20℃を越える6月初めから10月初めにかけて臭気成分生成藻類が増殖し、水道水異臭味問題が生じている。仮に表層水温が5℃上昇するとすると異臭味問題は

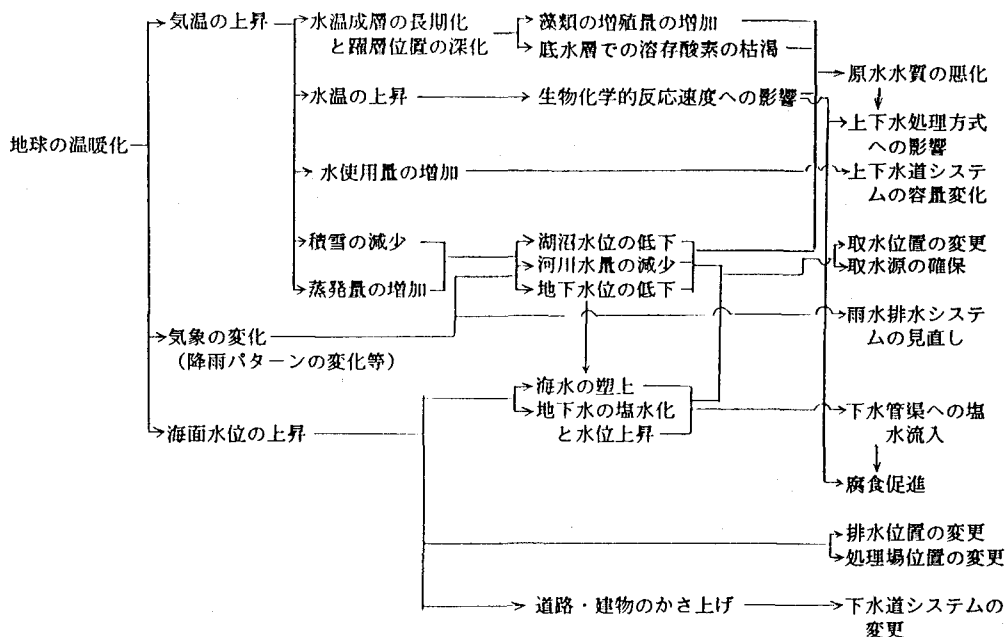


図1 地球温暖化による上下水道システムへの影響

前後各1ヵ月長期化することとなる。琵琶湖流域での積雪量が減少すると、この温度の上昇時期の早期化は十分可能性がある。図3には、琵琶湖今津沖中央での水深方向の水温分布および深水層での溶存酸素の季節変化を示す。表層水温が12、3℃前後を越えると水温躍層が生じ始め6月初めから11月終わり頃まで成層している。表層水温が3～5℃上昇すると成層時期は前後各1ヵ月程度長期化し、深水層での溶存酸素濃度は現状よりさらに低下することが推察される。

降雨パターンの変化や蒸発量の増加により河川水量の減少、湖沼水位の低下および地下水位の低下などが生ずる可能性があり、その場合は取水位置の変更や新たな取水源の確保が必要となる。また、流域での降雪が少なくなると、春期の渇水が懸念される。河川水量の低下や湖水水位の低下は原水水質の悪化を助長することにもなる。

平均温度や水温が上昇すると処理プロセス内での生物学的反応が速くなり、腐敗の進行や処理時間の短縮化等の可能性が生じ、上下水処理方式への影響も考えられる。また、気温が上昇すると、水使用量が増加することとなり、場合によっては上下水道システムの容量を変化させることも必要となる。図4には、わが国のある都市の下水処理場における気温と流入下水水温および流入下水水量との関係をプロットしてあるが、気温が1℃上昇すると水温が0.7℃上昇すること、および工場廃水の基礎分を除いた流入水量は10℃の気温上昇で2割程度上昇することが示されている。これはほんの1例であり、このようなデータをいくつかの地域でより充実して解析し、また地域比較を行いよりの確かな影響推定を行うことが重要である。

河川水量の減少、湖沼水位の低下および地下水位の低下は海面水位の上昇と相まって、河川への海水の遡上や地下水の塩水化・水位の上昇が生ずる。これにより、河川河口近くの取水源や海岸近くの地下水取水源では取水位置の変更や新たな取水源の確保が必要となる。また、下水道管渠への塩水流入が生じ、気温の上昇と相まって硫黄細菌や硫酸還元菌の活動が活発となり、管渠の腐食が促進されることとなり、合成樹脂のライニングが必要となることも考えられる。海面の上昇によって、河口近くや海域での従来の排水水面が上昇することとなり、排水位置の変更や場合によっては、ポンプ場や処理場の位置変更が余儀なくされることもありうる。また、海水位の上昇の対応として、道路や建物がかさ上げされる場合には、そ

れに応じて、下水道管渠等の下水道システムの見直しが必要となることもある。わが国の大都市は海岸近くに存在することがおおく、また下水処理場は低いところに建設されていることも少なくないことから、上述の影響はわが国においては決して小さくはない。早急に、影響を受ける可能性のある地域や上下水道システムのマップ化を行う必要がある。

3. おわりに

以上述べたように、地球温暖化の上下水道システムに及ぼす影響は大きくまた複雑である。地球温暖化の程度や進行状況はなお不確定な要素があることは事実である。しかしながら、地球温暖化の影響が顕著に生じ始めてから上下水道システムの対応を始めたのでは、これらのシステムが市民生活にとって不可欠な公共施設であることから、手遅れとなり、かつ時には二重投資といった不経済を生ずることにもなる。早急に、地球温暖化による影響の程度と影響の生じうる地域（施設）、その時期（対策の優先順位）を確定し、計画的に施設の建設や施設の耐用年数後の再建設計画とからめて、今の時期から順次対策を講じていくことが極めて重要である。

地球温暖化の上下水道システムへの影響を現時点で推定する方法としては、関係する気象、地理条件、社会条件などの関連情報データベースを整理するとともに、その地域における季節的比較および低温年と高温年との比較、温暖地域と低温地域との比較、数理モデルによるシミュレーションなどが活用できる。

参考文献

- 1) 環境庁地球温暖化問題研究会編 (1990) 地球温暖化を防ぐ NHKブックス
- 2) EPA (1988) The Potential Effects Of Global Climate Change On the United States
- 3) 滋賀県 環境白書データ集

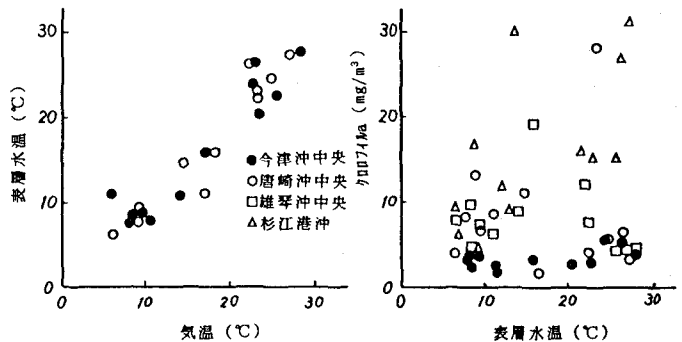


図2 琵琶湖における気温、水温および藻類現存量の関係

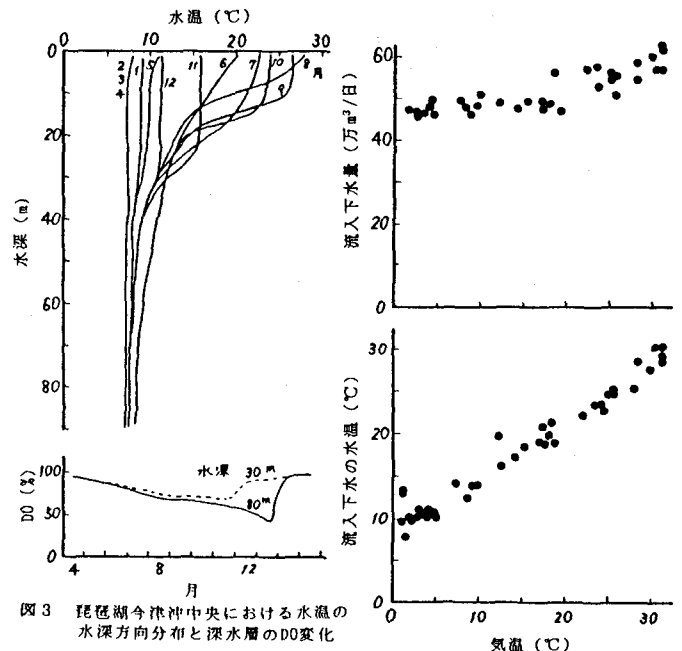


図3 琵琶湖今津沖中央における水温の水深方向分布と深水層のDO変化

図4 K市都市下水処理場における気温、流入下水の水温および流入下水流量の関係