

広島大学工学部 正会員○尾崎 則篤
大分県庁 小野 美由紀
広島大学工学部 正会員 福島 武彦
国立環境研究所 正会員 原沢 英夫

1. 研究背景と目的

近年人間活動が活発化し、排出される二酸化炭素などの量が急激に増えてきたため、地球の温室効果が強まってきており、将来的には地球環境に大きな影響を及ぼすことが懸念されている。河川水質に与える影響もそのひとつである。河川水質に与える影響を数値シミュレーションで予測している研究¹⁾や、渇水等の異常気象時の河川水質についての報告²⁾等はあるものの、全国レベルで長期間の実測データをもとに気象が河川水質に与える影響について解析している研究はまだ無い。そこで本研究においては、気候変動が河川水質に与える影響を全国レベルで定量的に解明することを目的とした。

2. 解析方法

使用したデータは、1987年1月～1995年12月の9年間の気象データ（AMeDAS）と同期間の河川水質データ（公共用水域測定地点水質結果）である。

一級河川から34本、流域面積や地域ごとの均一性を考慮して選定し各河川を原則上流・中流・下流に分割し、各々の流域を定めた。その流域における気象が、流域内最下流の河川水質に影響を与えていると見なし流域内最下流の測定点をその流域の河川水質の代表点とした。気象データとしては、流域内の全気象観測ポイントのデータを選んだ。解析対象とした気象項目は気温と雨量である。対象水質項目は結果の項に示す。

流域ごとに気象データ及び水質データの年代表値を求めた。気象データとしては流域内の全データの平均値を計算し、水質データとしては各年の水質代表値（平均値、非超過確率25%・50%・75%値）を計算した。それらに基づき、気象項目の経年変化と水質項目の経年変化との相関をとった。そして相関の有無を、全水質測定ポイントの相関をまとめた結果をもとに判定した。また、相関の見られた気象-水質項目の組み合わせについては回帰式の傾きを求めた。なお、気温-降水量両気象項目の関係を図-1に示す。各流域において9年間の気温と降水量の変動との相関を取り、それを全地点で集計し、ヒストグラムにしたものである。気温と降水量の間には負の相関があることがわかる。

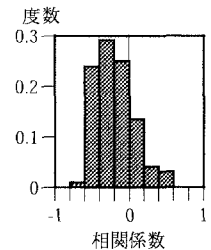


図-1
雨量-気温の相関係数の
ヒストグラム

3. 解析結果と考察

(1) 各水質項目の相関

まず、同様に気象-水温年間平均値の相関を調べた結果を例として示す。気温と水温との相関を図-2に、降水量と水温との相関を図-3に示す。気温-水温には強い正の相関が、降水量、水温には負の相関が見られる。

次に気温と水温との相関における傾きのヒストグラムを図-4に示す。相関の強い地点が水質項目の気象依存性を明確に表している地点であると考え、相関関係が強かった（有意水準20%）地点のみの傾きのデータをもとに示した。横軸の単位は $[\text{水温}^{\circ}\text{C}] / [\text{気温}^{\circ}\text{C}]$ であり気温が1℃上昇すると水温が何度

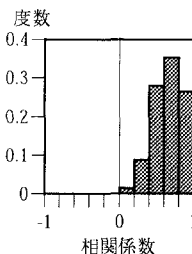


図-2
気温-水温の相関係数の
ヒストグラム

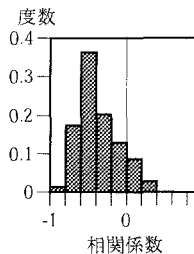


図-3
降水量-水温の相関係数の
ヒストグラム

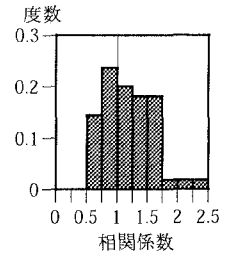


図-4
気温-水温の傾きの
ヒストグラム

キーワード：地球温暖化、気象変化、河川水質

〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1 広島大学工学部土木工学教室 Tel & Fax：0824-24-7822

上昇するかということの意味している。傾きは0.4~2.4の間でありその平均値は1.17と1よりも大きな値である。また75%非超過確率値でも2.19℃上昇するという結果を得た。

次に水温以外の水質項目に関して気象項目との相関の有無について解析した結果を表-1に示す。例として平均値の結果のみを示す。他の代表値（各超過確率値）も同様の傾向であった。表中の値は得られた相関の強さを無相関の場合と比較して得られた有意水準である。数字が小さいほどより確からしく相関があることを意味する。有意水準が10%を越えた関係に関しては相関が見出されなかったと判断し、-で示した。

表-1 気象項目と水質項目との相関の強さ

	BOD	DO	pH	SS
気温との相関	0.05	0.01	0.1	-
降水量との相関	0.01	0.01	0.05	0.01

（陰を付けた部分は負の相関）

強い相関の見られた項目間に関して、その関係を考察する。気温-DO（負）は、気温の上昇し、溶解度の低下、降水量-BOD（負）は希釈効果、降水量-DO（正）は雨によるBOD希釈によるDO消費の減少、降水量-SS（正）は降雨によるSSが流入であると考えられる。

(2) 気温と水温との関係

一般に気温が上昇すれば水温も同じだけ上昇するのではないかと考えられる。そこで、機構的にもそのように明確な関係が期待でき、また河川生態系に直接的な影響を与えるという点で重要な、水温変化の特性に関して更に考察をおこなう。

前節の解析では気温が1℃上昇すると水温は1℃以上上昇し、また、75%非超過確率値では値がより大きくなるという結果を得た。これについては、①降雨量と気温に相関がありその結果見かけ上の相関が現れ1℃以上上昇するように見える、②気温の75%非超過確率値が平均値よりも変動幅が大きい、という2点が可能性として考えられる。

そこで①について検討するために重回帰分析を行った。②については各非超過確率値の9年間の変動幅毎にどの程度異なるかを調べ、気温-水温各非超過確率値との関係の分析で得られた数値との比較を行った。

まず気温と降水量を独立変数、水温を従属変数として重回帰分析を行った。気候区毎に重回帰分析を行い、気温と水温との関係にかかる係数 a について全気候区での重み付き平均を行った。その結果水温の平均値に関しては $a=0.96$ （[水温℃] / [気温℃]）とほぼ1に近い値を得た。また各非超過確率値に関しては25%では $a=0.82$ 、50%では $a=0.91$ 、75%では $a=1.35$ と、非超過確率値毎に異なる値を得た。

次に②について検討するために気温の変動幅が各超過確率値ごとにどの程度異なっているかを調べた。流域毎に、各年非超過確率値を出しその9年間の標準偏差を計算した。そしてその全流域の平均をとりそれを各非超過確率値の変動幅とした。10%~90%まで計算した結果を図-4に示す。また併せて上記の25%,50%,75%水温非超過確率値で得られた a の値を示した。これを見ると非超過確率値が上昇するにしたがって両者とも上昇し、その上昇の割合はほぼ相等しい。非超過確率値が上昇するにしたがって変動幅が大きくなるということは気候の変動は暑い時期に、より顕著に現れるという事を意味し、そしてそのために見かけ上75%非超過確率値で $a=1.35$ と大きな値が計算されたと考えられる。

4. 結論

気象-水質の関係についてAMeDASデータ及び河川水質データを用い、気象変動が河川水質に及ぼす影響について全国的な解析を行い、水温、BOD、DO、SSなどの主要な水質項目について気温、雨量の変動に依存して変動していることを示した。また、水温の気温に対する依存性について更に詳細に調べ、水温の気温に対する依存の特性及び気温の変動特性を明らかにした。

今後は地域毎の依存性の違いが見いだせるのかについての解析、また、モデル的な解析を行っていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 宝・小尻, 土木学会論文集 No.479/25, 1-10, 11, 1993.
- 2) 國松他, 平成6年度琵琶湖の異常渇水の影響に関する調査研究報告書, 滋賀県琵琶湖研究所, 14-57, 3, 1996.

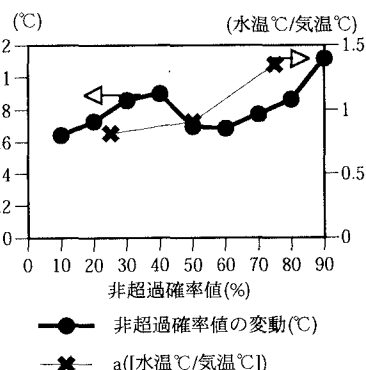


図-5 気温の各超過確率値の9年間における変動(標準偏差)の全地点の平均値と a ([水温℃/気温℃])との比較