

神戸市立工業高等専門学校 正会員 ○柿木哲哉, 辻本剛三

神戸市立工業高等専門学校 小谷真理, 多田篤史, 浜田麻維

1. 研究目的および背景

兵庫県神戸市兵庫区の兵庫運河はもともと船舶の航行の安全確保の為に造られたものであったが、船舶の大型化、陸上輸送の発達とともに運河は次第に使われなくなってきた。その一方で運河を親水空間として見直す動きもある。そのため安全な親水空間を提供するためには、まずこの水域の水質特性を把握することが重要である。そこで本研究では神戸市環境局が測定した水質データならびに神戸海洋気象台の気象データをもとに、兵庫運河の水質の年変動特性を明らかにすることを目的とし相関分析、重回帰分析を行った。

2. 研究手法

(1)使用したデータ…①水質データは神戸市環境局発行の「環境水質」のデータを元にし、地点番号 No.64 (兵庫運河材木橋付近)を参照した。また、この海域はC類型に分類されている。

i)参照項目…水温・透明度・pH・COD (化学的酸素要求量)・DO (溶存酸素)を参照。

ii)測定年次…1990年・1991年・1994年・1996年・1999年・2000年・2002年の7年分を使用。

iii)測定頻度…原則毎月1回の測定で、日中(13:00~16:00の間)に1回測定。

iv)採水方法…水深5m以浅の海域では表層(海面下0.5m層)から採水。

②気象データは神戸海洋気象台の地上気象観測器により測定されたデータで、神戸海洋気象台のHPに掲載されているものを参照した。

i)測定場所…神戸 北緯34度41.8分、東経135度12.7分、標高5m

i)参照項目…気圧・気温・湿度・風向・風速・日照時間・降水量

ii)参照期間…1990・1991・1994・1996・1999・2000・2002の7年分。

iii)測定頻度…毎時測定

(2)相関分析…水質—水質間、水質—気象間の各項目間の関係の程度を知るために相関分析を行った。また、相関の季節的な特性を調べるため、①各項目の通年の値を用いて計算したものと、②季節ごとに計算したものの2通りについて考えた。

(3)重回帰分析…重回帰分析では、相関分析結果を踏まえ、ある水質項目を、その他の水質項目または気象項目によってどの程度説明し得るかを知るためにを行い、その再現性を調べた。

3. 結果および考察

(1)兵庫運河の水質年変動特性…まず、水質変動特性の基本的な特性を調べるため、各項目の時系列を調べた。以下にその概要を記す。

i)水温…平均水温は19℃、標準偏差が6.86、最高水温は7~9月の夏季に観測され、28~30℃であった。また、最低水温は1~2月の冬季に観測され、8~10℃であった。

ii)pH…pHは7.5~8.6の間で推移しており、平均値は7.9であった。また、時系列は全体的には $y = 0.0045x + 7.72$ のトレンドで緩やかな上昇傾向にあった。観測値を環境規準値と比較したところ、2000年の8月、9月、12月はそれぞれ8.5、8.5、8.6となり、基準値を上回る部分はあるものの、全体的には基準値内に収まっていた。

iii)COD…CODは2.6mg/L~7.7 mg/Lの間で推移しており、平均値は4.573 mg/L、標準偏差は1.028であった。また、全てのCODは環境規準値を下回っており、規準を満足していた。1991・1994年では春に高く冬に低くなり、1996・1999年では春と秋に低く、夏と冬に高くなり、2000・2002年では夏

に高くなるという特徴が見られた。

- iv)DO…DOは1.6～12の間で周期的に推移しており、平均値は5.91、標準偏差は2.06であった。また、時系列は全体的には $y = 0.0415x + 4.1447$ のトレンドで上昇傾向にあった。環境規準値と比較すると、1990年の6月のDO値が1.6と、環境規準値を下回り、達成されていない。又、DOは6月に下がり、夏と冬に高くなっていた。

(2)各項目の通年の値を用いた相関（括弧内の数値は相関係数を表す。）

- i)水温…年間を通じて水温と相関の高かった項目は、高いものから順に①気温($r=0.95$)、②海面気圧(-0.59)、③DO(-0.56)、④観測日から遡って日照時間を21日分平均したもの(0.52)、⑤(④と同様に)日照時間28日分の平均(0.52)となっていた。
- ii)pH…DOのみが相関が高く相関係数は0.55であった。その他は全て相関係数は0.2以下であった。
- iii)COD…高いものから順に①日照21日分の平均(0.52)、②最高気温(0.48)、③日照5日分の平均(0.47)、④日照28日分の平均(0.47)となっていた。
- iv)DO…高いものから順に①水温(-0.56)、②pH(0.55)、③気温(-0.49)であった。

(3)季節ごとの各項目の相関

- i)水温…気温との相関は年間を通じて0.5～0.95と高いが、特徴的であったのは①夏季において日照時間($0.5\sim0.8$)との相関が高くなることと、②冬季には風速($-0.4\sim-0.5$)との相関が高くなることであった。
- ii)pH…通年見るとpHはDOのみと相関が高かったが、季節毎に見ると①夏季に気温($0.4\sim0.5$)と日照時間($0.3\sim0.45$)と相関が高くなっており、また、②冬季には風速($0.3\sim0.41$)と相関が高くなっているのが特徴的であった。
- iii)COD…CODは通年で見ると日照と気温との相関が高かったが、季節的に見ると多くの項目で変動が大きくなっていた。たとえばpHとの相関は $-0.27(1\sim3\text{月}) \rightarrow -0.31(4\sim6\text{月}) \rightarrow -0.73(7\sim9\text{月}) \rightarrow -0.12(10\sim12\text{月})$ と変動していた。
- iv)DO…大まかには通年の結果を反映するものであったが、特徴的であったのは1～3月の冬季において風速との相関が0.5程度と高くなっていることである。これは気温(水温)が低いことと、運河の水面に風が作用することにより流れが生じ、酸素が水中に取り込まれるためであると推察される。

(4)重回帰分析…説明変数を相関係数の高かった順に採用し、重回帰分析を行った。その結果を以下に示す。

- i)pH…説明変数を試行錯誤的に選択しながら重回帰分析を行ったが、DOがほぼ支配的であった。
- ii)COD…日照14日分の平均、日照21日分の平均、気温の3項目を説明変数としたものが最も再現性が高かった。
- iii)DO…水温、pH、気温の3項目を説明変数として重回帰分析を行った結果と、気温を省いた2項目を説明変数としたものの結果にはさほど違いが見られなかった。このことから、気象変動はDOに対し直接的に影響を与えていないといえる。

4. まとめ

兵庫運河の水質ならびに気象の年変動を調べた結果、

- (1)pHの変動にはDOが最も支配的である事が分かった。
- (2)CODの変動は日照14日と21日、気温の3項目に支配的であり、CODは気象に大きく影響を受けている事が分かった。
- (3)DOの変動は水温、pHに支配的であり、気象項目は直接的に影響を与えていない事が分かった。
- (4)水質並びに気象の各項目間の相関は周年的に変動していることがわかった。

参考文献

環境水質（平成2・3・6・8・11・12・14年度）：神戸市環境局発行