

## 河川における負荷量算定の誤差評価と最適測定頻度の推定

和歌山大学システム工学部	正会員	石塚 正秀
和歌山大学大学院システム工学専攻	学生会員	高野 芳隆
和歌山大学システム工学部	正会員	井伊 博行
和歌山大学システム工学部	正会員	平田 健正

### 1.はじめに

河川における負荷量算定を精度よく行うことは、海側からみた、河川から海域への負荷量条件を考える上で重要である。しかし、負荷量を推定する方法として一般的に用いられる統計回帰モデル(例えば、L-Q式)は、測定回数が少ない場合に大きな誤差を生じることが知られている。負荷量を算定する上で重要となるのは、降雨時の水質変化を考慮することであり、降雨時の負荷量の見積もりが重要となる。しかし、調査期間中のすべての降雨についてデータを取得することはコスト面や労力面から考えて困難であり、測定データのない期間の負荷量は統計回帰モデルを用いて推定することになる。

本研究では、紀ノ川の船戸において観測された1時間毎の水質・流量の自動観測データを用いて、負荷量算定における誤差を検討する。また、負荷量を精度よく算定するために必要な観測日数をあらわす「最適測定頻度」を定義し、調査実施回数に対する負荷量算定の誤差について考察する。

### 2.紀ノ川地域の概要

紀ノ川本流の船戸は河口から約16.7kmに位置する(図-1参照)。紀ノ川は日本最多雨地帯の奈良県南部の大台ヶ原を水源とし、紀伊水道に注ぐ流域面積1,558km<sup>2</sup>、幹川流路延長136kmの一級河川である。紀ノ川の給水人口は、流域外の奈良県で約37万人、五條市、橋本市、岩出町、海南市、和歌山市の紀ノ川流域内の市町村では約64万人であり、計約101万人が利用する重要な水源である。

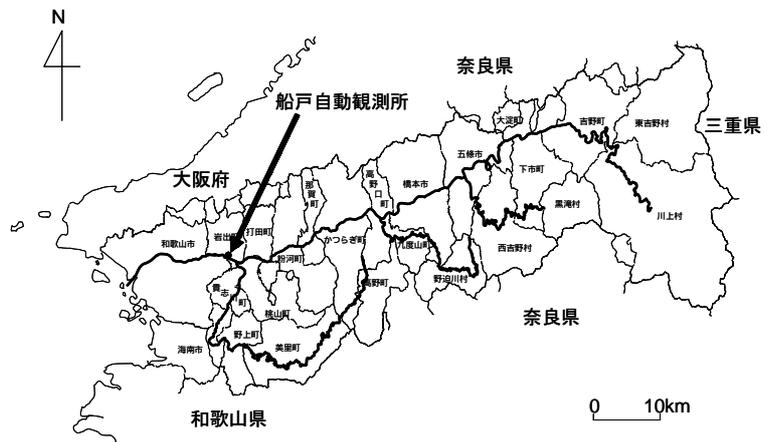


図-1：紀ノ川流域と船戸自動観測地点

### 3.自動観測データの概要

紀ノ川船戸に設置された国土交通省の自動観測所(船戸第2水位観測所,船戸流量観測所,船戸雨量観測所)において、水温、pH、電気伝導度(EC)、溶存酸素(DO)、濁度(TB)、化学的酸素要求量(COD)の6項目が1時間毎に自動計測されている。本論では、CODの結果について示す。自動観測所の水質データはシステムの故障時(採水ポンプの故障など)や点検時に欠測となる。数時間程度の欠測については線形補間し、流量変化を伴う長時間の欠測についてはヒステリシスを考慮するため、流量増加時と減少時のL-Q式をそれぞれ求めて補正した。また、データは5点の移動平均を行った。

### 4.負荷量解析の誤差評価

#### (1)負荷量解析の時間依存性

負荷量解析は測定頻度が低ければ精度も低くなる。そこで、測定頻度を1時間に1回、1日1回、1ヶ月に1回、と変化させた3ケースの負荷量の違いについて考える。図-2は各月毎のCOD負荷量(t/day)を示す。降水量の多い6月、9月、11月で大きな変化がみられ、9月では1日1回のデータから求めた負荷量(ケース )は、1時間毎のデータから求めた負荷量(ケース )に対して約1.7倍増加し、1ヶ月に1回のデータから求めた負荷量(ケース )は約0.03倍に減少した。

キーワード 負荷量解析, 最適測定頻度, ヒステリシス, L-Q式

連絡先 〒640-8510 和歌山市栄谷930番地 和歌山大学システム工学部環境システム学科 TEL 073-457-8367

(2) 1時間データの負荷量変動

前節で示したケース では1日1回の観測データについて11時の値を用いた。ここでは、1時~24時の各時間の観測データを用いた負荷量の変動を考える。図-3は、ケース の結果を真値とした場合の真値に対する割合をヒストグラムで示す。なお、図中には月降水量(mm/month)もあわせて示す。その結果、9月、11月のばらつきが大きく、9月において最大80%の過大評価、11月において最大50%の過小評価がみられる。また、10月と11月を比較すると、ほぼ同じ降水量に対してばらつきが異なっており、この原因は降雨強度の違いによる。

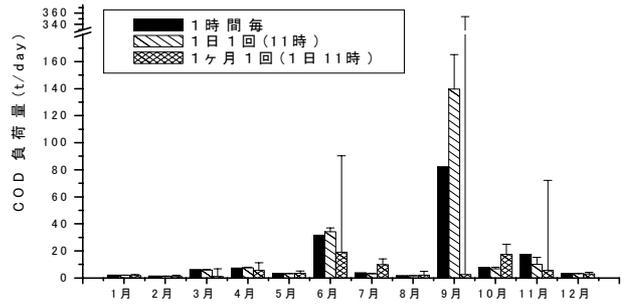


図-2：測定頻度別のCOD負荷量解析結果(2000年)

エラーバーは観測時間を変化させた場合の標準偏差を示す。

(3) 最適測定頻度の推定

観測を等間隔で行うと仮定し、観測を*i*日に開始した場合、観測日の*N*個の集合 {*D*<sub>1</sub>, *D*<sub>2</sub>, ..., *D*<sub>*N*</sub>}の第*n*項は

$$D_n = i + (n - 1)d \quad (1 \leq n \leq N, i \leq d)$$

と表される。つぎに、初期値*i*と観測頻度*d*(*d*日に1回観測を行う)を変化させた組み合わせを考え、観測頻度*d*を変化させた場合の負荷量 *Flux*<sub>*d*,*i*</sub> を求める。そして、観測頻度*d*に対する *Flux*<sub>*d*,*i*</sub> の標準偏差 *SD*<sub>*d*</sub> を求める。最後に、1時間毎の観測値を用いて算出した負荷量 *Flux*<sub>real</sub> (ケース )との誤差を次式より求める。

$$Err_{-d} = \frac{SD_{-d}}{Flux_{-real}} \times 100(\%)$$

図-4は2000年1月と7月におけるCOD負荷量の算定結果を示す。測定頻度毎の負荷量算定の誤差は、7月の場合、1ヶ月に1回の観測で約95%の誤差が生じ、週1回の観測では約60%の誤差が生じることがわかった。一方、1月の場合、図-3から分かるように、負荷量のばらつきが小さいことから、観測頻度を減らした場合でも誤差の増加は小さい。最適測定頻度を20%以下の誤差範囲と考えると、7月の場合は2日に1回、1月の場合は月に2回の観測を行う必要がある。

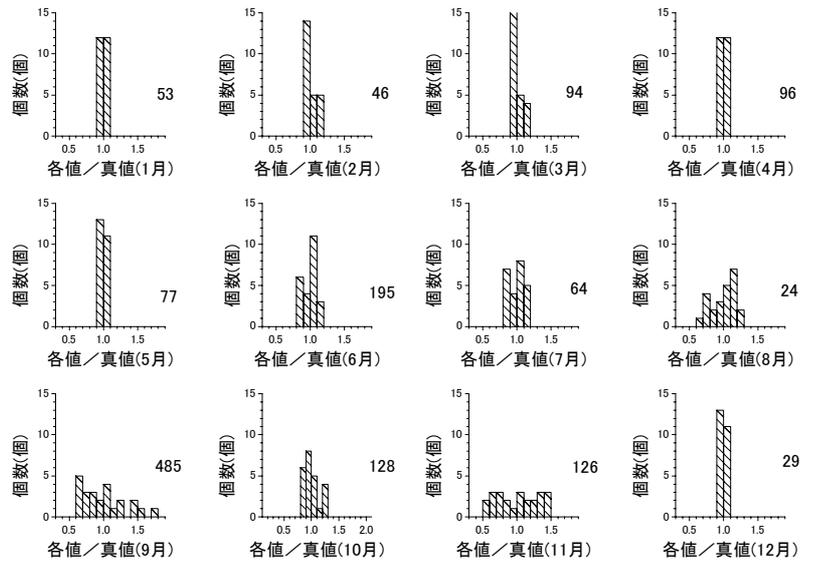


図-3：各月のCOD負荷量の誤差評価分布 (2000年)

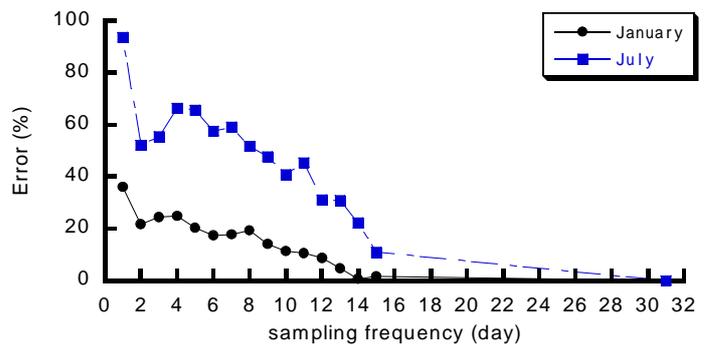


図-4：測定頻度と負荷量算定の誤差との関係

(2000年1月と7月のCOD負荷量)

5. まとめ

負荷量算定の精度について、1時間に1回、1日1回、1ヶ月に1回、とデータ使用頻度を変化させた場合の負荷量の違いについて考察を行った。その結果、降雨にともなう流量変化の大小が測定頻度の影響を強く受けることが示された。また、測定頻度と負荷量誤差との関係を求め、2000年7月の場合、週1回の観測を実施しても、約60%の誤差が生じる結果が得られ、負荷量算定の誤差を20%以下にするためには、2日に1回の調査が必要である。