

## サンプリング誤差を考慮した水環境情報の評価

豊田工業高等専門学校 正会員 山下 清吾  
名古屋市立大学 正会員 草間 晴幸

### 1. はじめに

河川や湖沼などの水域での環境状況を表す場合、まず、水質調査を行い、得られた各種の水質指標が環境情報として報告される。水質調査においては試料水のサンプリングの良否が鍵<sup>1)</sup>となる。通常の水質調査では時間、労力、費用の問題もあり数個のサンプルを採取し、最確値をもって当該採取地点あるいは採取時刻の水質指標としている。佐竹ら<sup>2)</sup>も指摘しているように、とデータの数少なく偏っている場合には、その認識に誤りをもたらす可能性が高く、またデータの解釈にも誤りが生じることになる。河川水のサンプリング誤差の統計学的許容範囲を知り、データ解釈に偏りを生ずることのない安全なサンプリング数の検討が必要となる。

### 2. 研究目的

河川や湖沼の水質測定はすべてサンプリングにより始まる。しかし、サンプリングして得られる値には必ずばらつきがある。当該測定において得られる水質指標を代表値とするために十分なサンプル数はどれだけののかという疑問への明確な答えはあるのだろうか。また、それら“十分なサンプル数”は異なる水質指標に対して違いがあるのだろうかとの問いかけもある。これらを検討するためにはまず、サンプリングによってどの程度の誤差が生じるのかを知る必要がある。そこで本研究では、測定結果に含まれるサンプリング誤差を水質指標別に調べることを目的とした。また、得られたサンプリング誤差の範囲から必要サンプル数も検討するものとした。

### 3. 測定水質指標と対象河川

本研究において測定する水質指標の選定は、水質調査で頻繁に測定され、また手順が簡潔で測定者の熟練度による誤差が出にくい4項目にした。それらは、溶存酸素量(DO)、電気伝導率(EC)、水素イオン濃度(pH)、濁度、である。

採取する河川の状態は、流速と水質状況から、大きく4タイプに分けた。流速が速く、比較的清浄度の高い川、流速が遅く、比較的清浄度の高い川、流速が速く、比較的清浄度の低い川、流速が遅く、比較的清浄度の低い川、の4ケースである。

### 4. 測定結果と誤差許容区間

各指標に対する測定サンプル数は、どの河川でも33個とした。以下、表1. から表4. に、各指標に対しての誤差許容区間を区間推定法により求めた値を示す。

表1. 溶存酸素飽和度 (単位: %)

河川環境	誤差許容区間( )内は有意水準		
	( 5 % )	( 2 % )	( 1 % )
速・清	80.41 ± 0.79	80.41 ± 0.95	80.41 ± 1.06
速・汚	75.02 ± 0.80	75.02 ± 0.96	75.02 ± 1.08
遅・清	82.07 ± 1.03	82.07 ± 1.24	82.07 ± 1.39
遅・汚	74.97 ± 0.69	74.97 ± 0.83	74.97 ± 0.93

表2. 電気伝導率 (単位: μS/cm)

河川環境	誤差許容区間( )内は有意水準		
	( 5 % )	( 2 % )	( 1 % )
速・清	326.79 ± 10.34	326.79 ± 12.43	326.79 ± 13.90
速・汚	409.53 ± 5.43	409.53 ± 6.52	409.53 ± 7.29
遅・清	352.97 ± 2.04	352.97 ± 2.45	352.97 ± 2.74
遅・汚	185.18 ± 4.52	185.18 ± 5.44	185.18 ± 6.08

キーワード: サンプリング誤差, 水質指標, 水環境情報, 河川水

連絡先: 〒471-8525 愛知県豊田市栄生町2丁目1番地 豊田高専環境都市工学科 TEL 0565-36-5879

表3．水素イオン濃度（pH）

河川環境	誤差許容区間（ ）内は有意水準		
	（ 5 % ）	（ 2 % ）	（ 1 % ）
速・清	9.70±0.013	9.70±0.015	9.70±0.017
速・汚	7.01±0.006	7.01±0.008	7.01±0.009
遅・清	7.00±0.010	7.00±0.012	7.00±0.013
遅・汚	6.88±0.006	6.88±0.007	6.88±0.008

表4．濁度（単位：NTU）

河川環境	誤差許容区間（ ）内は有意水準		
	（ 5 % ）	（ 2 % ）	（ 1 % ）
速・清	7.46 ±0.21	7.46 ±0.25	7.46 ±0.28
速・汚	12.90±0.23	12.90±0.28	12.90±0.31
遅・清	2.58 ±0.09	2.58 ±0.011	2.58 ±0.12
遅・汚	7.60 ±0.17	7.60 ±0.21	7.60 ±0.23

## 5．必要サンプル数の検討

各河川、各指標において、どれだけのサンプル数を採取すると、その平均値が誤差許容区間に確実に入る値となるのかを検討した。この必要サンプル数とは、必ずその数のサンプリングを行わなくてはならないという数ではない。必要サンプル数だけサンプリングすれば、その平均値は、まず間違いなく誤差許容区間に入るとされる数である。

### （1）測定結果による検討

測定データから任意に3つの値を抜きだし、その平均値を求める。この作業を繰り返し、平均値の全てが有意水準1%の誤差許容区間に入るか調べる。その結果、範囲外のものがひとつでもあった場合は不合格とし、抜き出す値を4つにして同様の作業を行う。必要があれば抜き出す数を、1つずつ増加していく。合格となったときの数を必要サンプルとした。表5．に示すのが必要サンプル数である。

表5．必要サンプル数（測定結果から）

河川環境	DO	EC	pH	濁度
速・清	15	25	21	15
速・汚	20	22	8	15
遅・清	15	10	15	8
遅・汚	10	15	10	5

### （2）機器の精度による検討

測定機器に固有の測定精度から誤差許容区間を求めて、（1）の測定結果による検討と同様のプロセスを経て必要サンプル数を求めた。測定に用いた機器の精度は、DO計：±0.2mg/λ EC計：±8% pH計：±0.1 濁度計：2% であった。

表6．機器の精度による誤差許容区間

河川環境	誤差許容区間			
	DO(mg/λ)	EC(μS/cm)	pH	濁度(NTU)
速・清	7.57±0.2	326.79±26.14	9.70±0.1	7.46 ±0.15
速・汚	7.51±0.2	409.53±32.76	7.01±0.1	12.90±0.26
遅・清	7.60±0.2	352.97±28.24	7.00±0.1	2.58 ±0.05
遅・汚	7.04±0.2	185.18±14.81	6.88±0.1	7.60 ±0.15

表7．必要サンプル数（機器精度から）

河川環境	DO	EC	pH	濁度
速・清	8	15	3	30
速・汚	4	3	3	20
遅・清	5	3	3	23
遅・汚	8	10	3	9

## 6．まとめ

各河川、各指標について30個以上の測定を同一箇所同時刻で行って、それらの測定のばらつきから有意水準を1%とした場合の必要サンプル数を推定した。測定機器のもつ測定精度からも必要サンプル数を求めたが、測定結果からのものくらべて濁度以外では少ない数値が算出された。概して、通常の水質測定では試料数3個は不十分という結果であった。

### 【参考文献】

- 1) 半谷高久，西條八束，片瀬隆雄：水分析におけるサンプリング，講談社，1974
- 2) 佐竹研一：酸性雨研究と環境試料分析，愛智出版，2000