

B-38 多次元尺度法による浄水場の浄水機能 についての検討

○高見澤 光佑^{1*}・平山 けい子¹・平山 公明¹

¹山梨大学大学院 (〒400-8511 山梨県甲府市武田4丁目3-11)

* E-mail: g14mc003@yamanashi.ac.jp

1. はじめに

日本の多くの浄水場が河川水を水源として、何十年にもわたって水道水を供給し続けている。この間、河川水質に変化が起きている可能性があり、浄水過程にも工夫が行われていると考えられる。浄化後の水質や水源の水質がどのような変化を示したかを全国的なスケールでとらえることは、今後の水道事業を考える上で重要だと思われる。

そこで本研究では河川水を原水とする浄水場の浄水機能の検討を行った。検討方法に多次元尺度法を用いた。多次元尺度法は多変量解析の一つであり、高次元の情報を2次元、3次元空間に表現し直す手法である。社会統計学の分野でよく用いられており、人口統計やアンケートの集計などで利用されている。本研究では水質同士を比較する事を行う。水質は多変量の情報を持つため、水質全体としての変化を探る方法として多次元尺度法を用いた解析を試みた。

本研究はこの約15年間で浄水場による浄水効果に変化がみられたかどうかを日本全体のスケールでとらえることを目的としている。本研究では、水源の河川水質と浄化後の水質に多次元尺度法を適用した結果について報告する。

2. 研究方法

(1) 解析方法の概要

本研究は平成6年度、平成23年度の「水道統計-水質編」に記載されている水道の原水と浄水の水質データに多次元尺度法を適用し、次の3項目を行った。

- (1)平成6年度と平成23年度との水道原水の比較
- (2)平成6年度と平成23年度との浄水後の水質の比較

(3)平成6年度と平成23年度の原水から浄化後の水質変化

3つの結果から17年間に起こった浄水場による浄水効果の変化について考察した。

(2) 多次元尺度法について

多次元尺度法とは、多変量解析の手法のひとつであり、プロット対象（この場合は浄水場の多次元データ）を低次元の空間における点としてプロットする手法である。本研究では浄水場の違いをまず、距離として表し、その距離が近いものは近く、遠いものは遠くに配置することになる。図上で配置される点は浄水場の水質を示す点となる。この図を、浄水場を水質の違いによって配置した分布図という意味で配置図とする。

(3) 分析に使用するデータ

分析には「水道統計-水質編」の平成6年度版、平成23年度版に記載されている原水水質のデータと浄化後の水質のデータを使用する。

分析の対象とする浄水場を選択した理由について述べる。本研究では、浄水場の浄化による浄水効果の様子を全国的なスケールでつかむ事を目的とした。そのため、対象とする浄水場は浄水量が多い県庁所在都市にある浄水場を対象とした。また、河川水を原水としている浄水場を対象とした。対象とした19か所の浄水場を表1に示す。

解析に用いた水質項目について述べる。多次元尺度法を用いた作図法では、入力する水質項目のデータに空白がない事、具体的な数値が分かっていること、ある水質項目の値が全ての浄水場で同じではない事が条件となる。この条件を満たすものが水道統計では8項目であった。この中から水温、pHは水質を比較する上で不適当だと考えたため、6項目の水質を使い分析を行った。分析に使

用した水質項目は、一般細菌、NO₂-N、NO₃-N、鉄、Na⁺、Cl⁻、TOCである。

表1 分析対象とした浄水場の所在県と名称

浄水場 (番号・所在県・浄水場名)		
1.青森・堤川	8.東京・金町	14.兵庫・東長崎
2.宮城・福岡	9.神奈川・川井	15.奈良・緑が丘
3.秋田・仁井田	10.新潟・青山	16.和歌山・出島
4.山形・見崎	11.富山・流杉	17.福岡・本城
5.茨城・開江	12.山梨・平瀬	18.長崎・矢上
6.栃木・今市	13.三重・片田	19.大分・古國府
7.千葉・北総		

(4) 多次元尺度法により作られる 配置図の移動方向の意味の検討方法

多次元尺度法では各浄水場の平成6年度と平成23年度の位置、又は原水と浄化後の水質の位置が図中に配置される。このとき、移動方向の意味を調べるために次のことを行った。

すべての項目が平均値の浄水場、ひとつの項目だけが低い浄水場、低い浄水場などの仮想浄水場を加えて、それぞれ別の多次元尺度法を行い、配置図上の位置を確かめた。

3. 多次元尺度法による配置図を用いた比較と考察

(1) 平成6年度と平成23年度の平均値の比較

表2 作図に使用した水質データの平均値

水質データの種類	一般細菌 (n/m)	NO ₂ -N、NO ₃ -N (mg/l)	鉄 (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	TOC (mg/l)
原水 h6 年度	3244	0.74	0.44	118	133	0.7 (換算値*)
原水 h23 年度	3795	0.78	0.42	90	98	1.3
浄水 h6 年度	0	0.73	0.01	146	157	0.2 (換算値*)
浄水 h23 年度	0	0.79	0.00	128	147	0.6

*過マンガン酸カリウムによる換算値
TOC(mg/l) = (0.25/1.29) × KMnO₄ 消費量(mg/l)

表2に19浄水場の水質データの平均値を示す。

多次元尺度法を行う前に、平成6年度と平成23年度の平均値を比較した。その結果、平均値でみれば平成6

年から平成23年にかけては原水は一般細菌、TOCは増え、Na⁺、Cl⁻は減少している。浄化後の水はTOCが増え、Na⁺が減少している。

(2) 平成6年度と平成23年度の原水における浄水場の比較

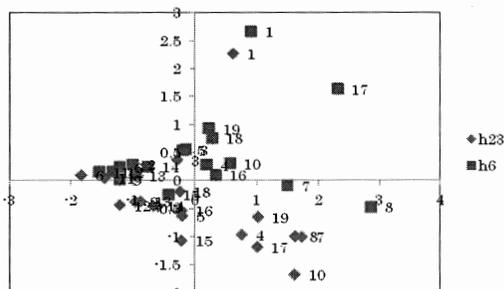


図1 平成6年度と平成23年度の原水水質の配置図 (図中の数値は表1の浄水場の番号)

図1に平成6年度と平成23年度の原水水質データの配置図を示す。

図1では、全体として平成6年度より平成23年度の点が下の位置に配置されるように分布している。2.(4)で述べた方法により下方向の移動の意味を検討したところことを行ったところ、下方向に移動することは、TOCが増加することによると思われることが分かった。

(3) 平成6年度と平成23年度の浄水後の水質比較

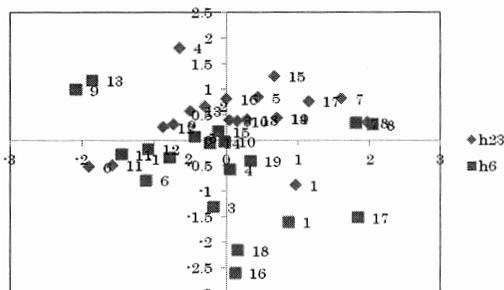


図2 平成6年度と平成23年度の浄水後の水質の配置図 (図中の数値は表1の浄水場の番号)

図2に平成6年度と平成23年度の浄水水質データで作図した配置図を示す。

図2より平成23年度の点が平成6年度の点より上に分布している。また、分布の広がりを見ると平成6年度は上部以外の場所に広く分布している。平成23年度は原点を通過するような右上向きの斜めの一直線上に乗るよ

うな分布している。広がり大きさを比べると平成6年度より平成23年度の方が狭くなっている。17年間の浄水水質の変化は平成6年度に比べ平成23年度の分布の広がりが狭い事から浄水場同士の違いが少なくなっている。

(4) 原水から浄化後への水質変化の平成6年度と平成23年度の比較

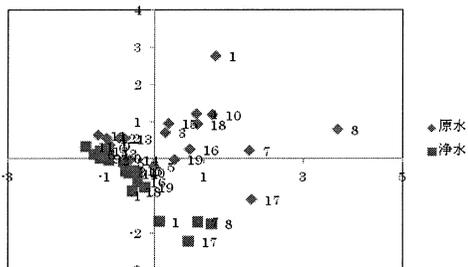


図3 平成6年度の原水、浄化後水質での浄水場の配置
(図中の数値は表1の浄水場の番号)

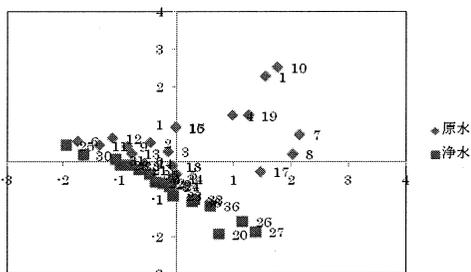


図4 平成23年度の原水、浄化後水質での浄水場の配置図
(図中の数値は表1の浄水場の番号)

図3に平成6年度の原水、浄化後水質の配置図、図4に平成23年度の原水、浄化後水質の配置図を示す。

図3上では原水から浄化後の水への変化は、右上から原点方向へ移動していた。図3、図4を比べると、浄化後の水質を表す点の分布の違いがある。図3、図4の浄水の分布は共に右肩下りの直線に近い形に分布している点は共通している。しかし、平成6年度は直線に近い形にややバラつきがあるようにみられたのに対し、平成23年度は一直線上に並ぶような配置をしていた。2.(4)で述べた方法により、配置図上の意味を検討したところ直線的に並ぶのはCIの値が違うことにより起こることが判明した。また、直線的に並ぶのは、他の水質項目の値が大きくない事が必要であった。平成23年度の方が

値の均一化がおこっているので直線的に並んでいるものと推定される。

4. まとめ

本研究の目的は平成6年度と平成23年度で浄水場による浄水効果に変化がみられたかどうかを検討する事であった。また変化があるとしたら、その変化はどのような変化であるのかを明らかにする事であった。検討の結果、浄水水質は浄水場のちがひによる水質のばらつきが小さくなってきている事が示唆された。それも、CI-以外の項目の均一化が起こっていることが示唆された。

5. 参考文献

- (1) 厚生省生活衛生局水道環境部水道整備課 (1996) 「平成6年度 水道統計—水質編 (平成6年4月1日～平成7年3月31日) 第77—2号」 (社) 日本水道協会
- (2) 厚生省生活衛生局水道環境部水道整備課 (2013) 「平成23年度 水道統計—水質編 (平成23年4月1日～平成24年3月31日) 第94—2号」 (社) 日本水道協会
- (3) 厚生労働省-有機物の指標について (TOCの基準値案について)
<http://www.mhlw.go.jp/shingi/2003/02/s0217-5d.html>
(2014/09/13アクセス)