

# 荒川流域における重回帰分析を用いた水源汚染要因の水道原水への影響度の推定

鳥取大学大学院工学研究科 学生会員 ○山口巖  
鳥取大学大学院工学研究科 正会員 増田貴則  
鳥取大学大学院工学研究科 正会員 細井由彦

## 1.はじめに

厚生労働省が平成9年3月に策定した飲料水健康危機管理実施要領に基づいて報告される飲料水に係る健康危険情報は、事故までに至らなかったが事故に発展する可能性のある事象も含めて毎年100件程度あり、平成18年8月までに報告された事例はおよそ900件にのぼる。飲料水の汚染は直接的であれ、間接的であれ水道原水水質にほとんどが関連する。しかし、水道原水が著しく汚染される事象は、低頻度でしか発生しないため、過去数年分の水道統計の原水水質データだけでは、水道原水の汚染への影響度が高い水源を明らかにすることは難しい。そこで、本研究では重回帰分析を用いて、水道原水に対してどの汚染要因がどの程度、影響を与えているかを推定することを目的とした。

## 2.研究方法

重回帰分析で用いる目的変数を一般細菌と濁度の原水水質データ、説明変数を畜産、し尿処理施設等の汚染要因とおいた。原水水質データは表流水・伏流水のみを対象とし、水道統計より、原水水質データの8年間の年間最大値の中での最大値を整理した。汚染要因は水道水源流域の汚染状況、汚染の発生原因の把握を地理情報システム(GIS)上で行う際に利用可能と考えられるインターネット地図情報や農業センサス等を用いた。それら元データを収集・整理し、その後、GISを用いて、上流解析を行い、埼玉県内の20ヶ所の浄水場の取水点より作成した上流集水域中の汚染要因数、その規模等を抽出し、データの集計・整理をした。上流解析を行った上流集水域の一例をGISで表した図を図1に示す。本研究で用いた汚染要因として、し尿起因では下水処理場の汚濁負荷量(大腸菌群数、全窒素、全リン)、農業集落排水処理施設の計画戸数、し尿処理施設の規模、人口を整理した。畜産起因では乳用牛頭数、肉用牛頭数、豚頭数、採卵鶏羽数を整理した。地形では段丘、山地、山麓地、丘陵地、ローム台地・段丘、砂礫台地、扇状地性低地、氾濫源性低地、自然堤防・砂州の地形別面積を整理した。地質では礫、泥、泥・砂・礫、碎屑物、礫岩、砂岩、泥岩、珪岩質岩石、各岩石の互層、輝緑凝灰岩、石灰岩、火山性岩石、深成岩類、変成岩類の地質別面積を整理した。その他の起因では土地利用としての森林、荒地、田、建物用地、その他の用地、幹線交通用地、河川値及び湖沼、ゴルフ場、その他の農用地、海浜の土地利用別面積を整理し、それぞれを説明変数とした。

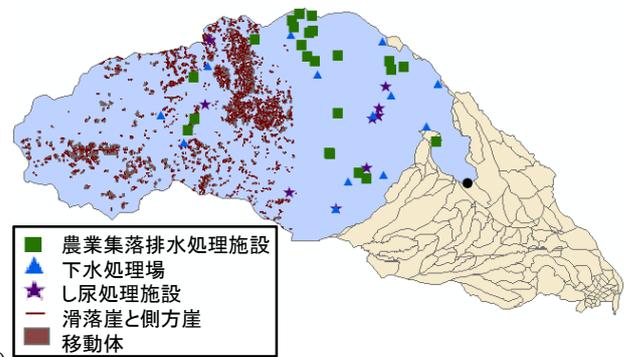


図1 大久保浄水場集水域の汚染要因数

表1 重回帰分析に用いた浄水場

NO.	浄水場名	取水源	原水の種類
1	大久保浄水場	荒川	表流水
2	吉見浄水場	荒川	表流水
3	秩父市別所浄水場	荒川	表流水
4	飯能市小岩井取水場	入間川	表流水
5	入間市鎌山浄水場	入間川	伏流水
6	寄居町折原浄水場	荒川	表流水
7	狭山市第1浄水場	入間川	伏流水
8	毛呂町金塚浄水場	毛呂川	伏流水
9	深谷市川本浄水場	荒川	表流水
10	飯能市本郷浄水場	入間川	伏流水
11	飯能市両吾野浄水場	長沢川	伏流水
12	飯能市上吾野浄水場	北川	伏流水
13	寄居町象ヶ鼻浄水場	荒川	表流水

そして、用意した変数を用いて重回帰分析を行った。サンプル数である浄水場は原水水質データが8年間の中で測定された年がある浄水場数より、濁度、一般細菌ともに13ヶ所を用いた。まず、汚染要因のし尿起因、動物・家畜起因、自然起因、その他の要因毎に重回帰分析を行い、そして、汚染要因全体としても重回帰分析を行った。用いる説明変数についてはクラスター分析より、その分類を行い、その後、変数選択法として変数増加法、変数減少法、変数増減法を用いて、最終的に採用する説明変数の選択を行った。採用する説明変数を変更しながら、重回帰分析を繰り返していき、最終的に水源汚染要因と水道水源の関係性を明らかにした。

## 3.研究結果と考察

### 3.1 一般細菌について

式(1)に重回帰式を示す。図2に重回帰分析の理論値と原水水質データの実績値の比較を表した図を示す。説明変数は農業集落排水処理施設の計画戸数(戸)と下水処理場の大腸菌群数汚濁負荷量(億個/日), 扇状地性低地と段丘の地形別面積(km<sup>2</sup>), 火山性岩石と泥・砂・礫と礫の地質別面積(km<sup>2</sup>), 豚頭数(頭)と乳用牛頭数(頭), 田と河川値及び湖沼の土地利用別面積(km<sup>2</sup>)の中より, 変数増加法と変数減少法で行った際, ともに F 値でみた場合の影響度が高かった扇状地性低地と泥・砂・礫を選択した。決定係数が 0.8523, 重相関係数が 0.9232, 分散分析の P 値が  $7.020 \times 10^{-5}$  という値から, この重回帰式の精度は良いと判断できた。図2では理論値と実績値がほぼ同じ値を示してはいるが, 取水源が入間川の浄水場の場合での残差が大きかった。標準偏回帰係数が扇状地性低地で 0.7690, 泥・砂・礫で 0.2532 ということから, 扇状地性低地がより一般細菌への影響度が高い。また, 扇状地性低地と相関の高かった田と火山性岩石, 下水処理場からの大腸菌群数汚濁負荷量も影響度が高いと言える。

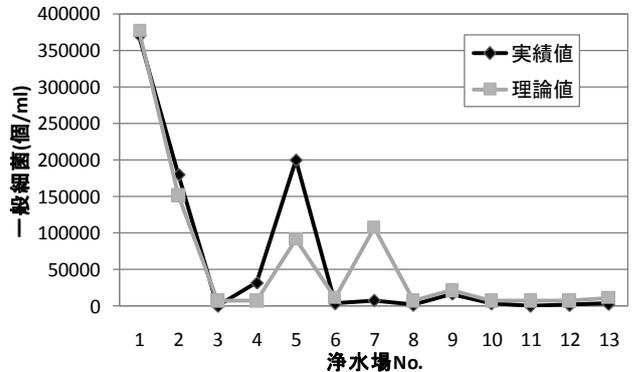


図2 重回帰式(1)の理論値と実績値の比較

$$Y=7519+4110X_1+31663X_2 \quad (1)$$

X<sub>1</sub>:扇状地性低地(km<sup>2</sup>), X<sub>2</sub>:泥・砂・礫(km<sup>2</sup>)

### 3.2 濁度について

式(2)に重回帰式を示す。図3に重回帰分析の理論値と原水水質データの実績値の比較を表した図を示す。説明変数はし尿処理施設の規模(kl/日)と人口(千人), 扇状地性低地と山地の地形別面積(km<sup>2</sup>), 礫と泥の地質別面積(km<sup>2</sup>), 肉用牛頭数(頭)と採卵鶏羽数(羽), 田と森林の土地利用別面積(km<sup>2</sup>)の中より, 変数増加法で行った際の F 値でみた影響度の高さと目的変数に対する単相関の結果を考慮して, 採卵鶏羽数と礫を採用した。決定係数が 0.8783, 重相関係数が 0.9372, 分散分析の P 値が  $2.671 \times 10^{-5}$  という値から, この重回帰式の精度は良いと判断できた。図3でも理論値と実績値がほぼ同じ値を示してはいるが, 規模の大きい浄水場である大久保浄水場と吉見浄水場での値の残差が大きかった。標準偏回帰係数が採卵鶏羽数で 0.9237, 礫で 0.0157 ということから, 採卵鶏羽数がより濁度への影響度が高い。また, 採卵鶏羽数と相関の高かった扇状地性低地も影響度が高いと言える。

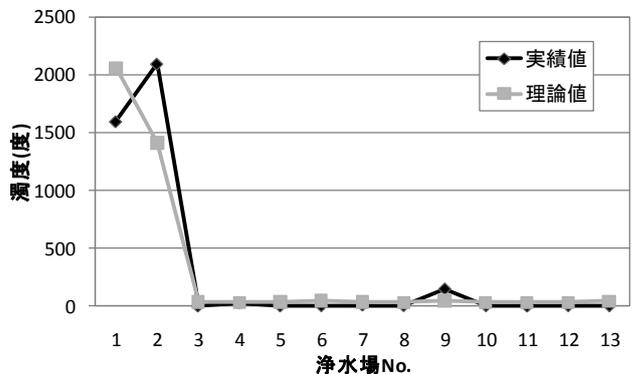


図3 重回帰式(2)の理論値と実績値の比較

$$Y=35.00+13.03X_1+0.2018X_2 \quad (2)$$

X<sub>1</sub>:採卵鶏羽数(羽), X<sub>2</sub>:礫(km<sup>2</sup>)

### 4.まとめ

重回帰分析での目的変数を水道原水の水質データの最大値と置くことで, 水道原水がより汚染された場合での水道原水への水源汚染要因の影響度の推定を行った。一般細菌では扇状地性低地や泥・砂・礫, それらと相関の高かった田と火山性岩石, 下水処理場からの大腸菌群数汚濁負荷量, 段丘の影響度が高いという結果が出た。濁度では採卵鶏羽数や礫, それらと相関の高かった扇状地性低地と肉用牛頭数の影響度が高いという結果が出た。これらのことから, 比較的に地質, 地形による水道原水への影響がより高いことが推定された。また, 浄水場の規模や取水源となる河川によって, 推定された重回帰式との残差が存在したため, その他の水系でも同様の結果を得ることができるかの調査が必要だと考えられる。

謝辞:本研究は JST, CREST の補助によって実施された。