

相模川流域の水供給におけるクリプトスポリジウム起因のリスク評価

東京大学大学院 学生員 真砂 佳史
東京大学大学院 正会員 片山 浩之
麻布大学 正会員 平田 強

東京大学大学院 フェロー会員 大垣 眞一郎
阿南工業高等専門学校 橋本 温

1. はじめに

本研究では、相模川水系でのクリプトスポリジウム濃度の調査結果¹⁾を用いて、相模川からの原水取水による水供給におけるクリプトスポリジウム感染のリスクを算出し、厚生省の暫定基準²⁾に関する考察を行った。

2. 測定データ

1997年4月から1998年6月までの13ヶ月間にわたり、相模川水系の11の測定地点でクリプトスポリジウム濃度調査を行った。同時に、降水量や濁度などの各種指標も測定した¹⁾。本研究では原水水質としてこの測定データを用いた。

3. 河川水中のクリプトスポリジウム濃度分布の推定

晴天時の相模川でのクリプトスポリジウム濃度分布を推定した。分布形の推定には最尤法およびKolmogorov-Smirnovの1試料検定法を用いた。その結果、対数正規分布が最も適当であることがわかった。

次に、降雨時のクリプト濃度推定のためのモデルを作成した。クリプトスポリジウム濃度は降雨時に増加することが知られている。そこで、測定データの中から降雨時のものを抽出し、さらに主に雨が降った日によってデータを分類して相関を調べたところ、当日雨が降り始めたデータを用いて相関をとると、決定係数が高いことがわかった(図1)。しかし、このモデルを全ての降雨に適用すると、100[mm/day]を越す大雨の時などに、クリプト濃度が極端に増加するため、リスクを過大に評価する恐れがある。そこで、このモデルが適用できるのは、モデル作成に用いたデータでの実測最大降雨である20[mm/day]までとし、それ以上の降雨時の濃度変動は20[mm/day]のときと等しいとした。

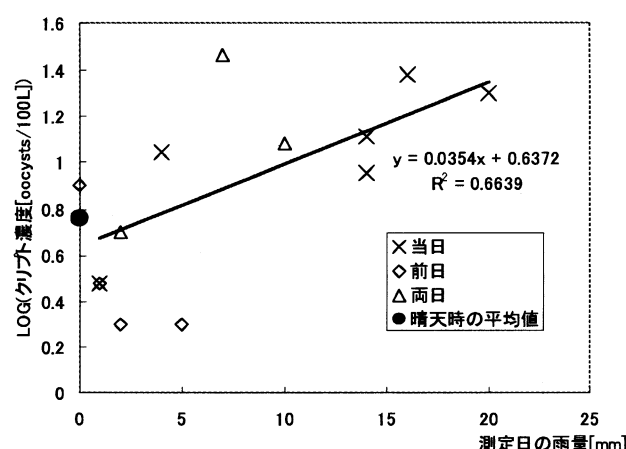


図1 降雨の時期による測定データの分類

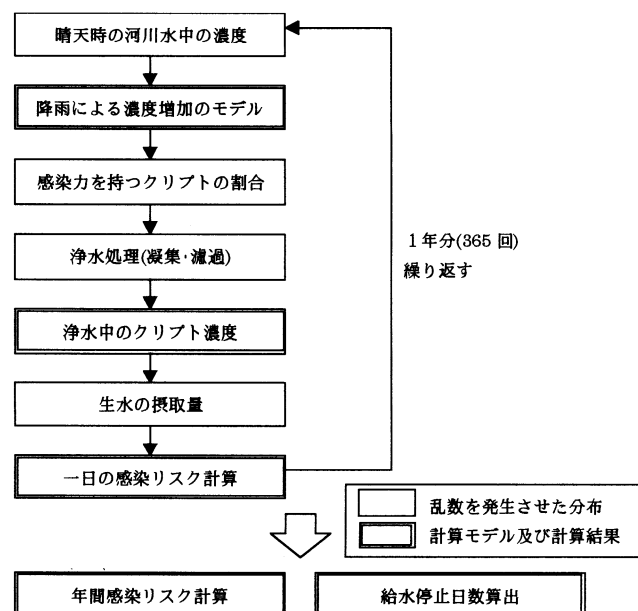


図2 リスク計算シミュレーションの流れ

キーワード；クリプトスポリジウム、感染リスク、モンテカルロ法

連絡先；113-8656 文京区本郷7-3-1 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻

TEL；03-5841-6245, FAX；5841-8533

4. 年間感染リスクの計算

以上のデータを用いて、モンテカルロ法により、各測定地点の水を原水とした浄水の摂取による年間感染リスクを計算した(図2)。感染可能なクリプトスポリジウムの割合の分布、浄水処理による除去のモデル、一日の生水摂取量の分布については、Teunis らのリスク計算フレームワーク³⁾を使用した。

3節で作成した各分布形に従う乱数を発生させ、一日の感染リスクを計算した。この操作を365回繰り返して年間感染リスクを計算し、この操作を1000回行った。寒川町宮山での濃度データを用いて計算した年間感染リスクの分布および累積確率を図3に示す。

厚生省は、浄水20[L]についてクリプトスポリジウム数を検査し、1つでも検出されると直ちに給水を停止するように定めている²⁾。そこで、浄水中のクリプト濃度が0.05[oocysts/L]を超えている日は、給水をしていない(その日の感染リスクが0である)として年間感染リスクを計算した。寒川町宮山での濃度データを用いて計算した年間感染リスクの分布および累積確率を図4に示す。計算の結果、現行の給水停止基準により、年間感染リスクの95%値が約1log低下することがわかった。

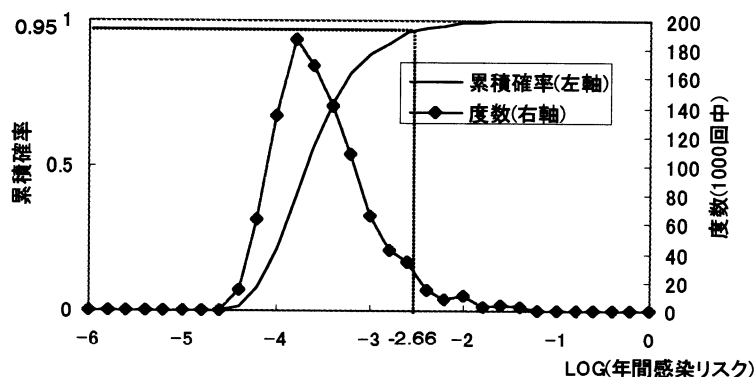


図3 年間感染リスクの分布と累積確率(寒川町宮山)

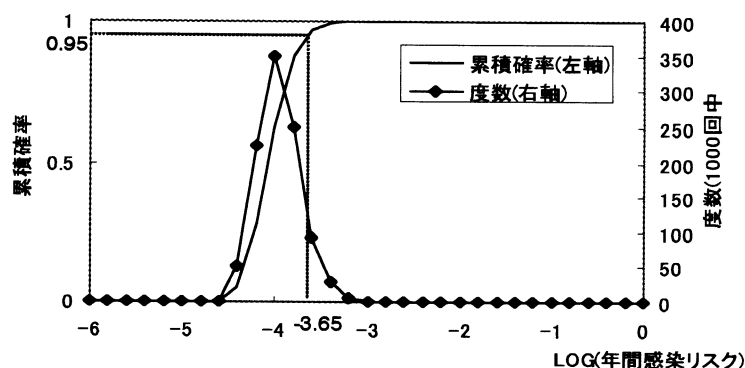


図4 給水停止を行った場合の年間感染リスク分布と累積確率

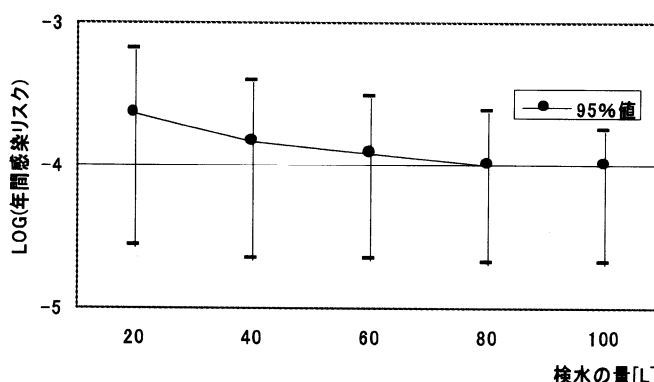


図5 検査水量を増やした場合の年間感染リスクの範囲

5. 暫定基準に関する考察

U.S.EPA は、水道水の飲用による一年間に許容できる感染リスクを 10^{-4} /年としているが、寒川町宮山での年間感染リスクの95%値は、本リスク計算の条件下ではこの値を超えていることになる。

現行の指針では20[L]としているクリプトスポリジウムを測定する際の検査水量を変化させて年間感染リスクを計算し、必要な検査水量を求めた。年間感染リスクの範囲および95%値を図5に示す。計算の結果、本研究におけるシミュレーションでは、検水を80[L]以上にするすることで、年間感染リスクの95%値を 10^{-4} 以下にすることができることがわかった。

参考文献

- 1) 橋本 温, 河井 健作, 西崎 綾, 松本 かおり, 平田 強, 水環境学会誌, 22(4), pp.282-287, 1999
- 2) 厚生省, 水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針 1998
- 3) Teunis, P. F. M. and Havelaar, A. H., RIVM Report no. 284 550 006, 1999