

リスク工学初学者むけ微生物感染リスクシミュレーションプログラムの作成

金沢工業大学大学院環境土木工学専攻 学生会員 ○宮田 豊暢
 金沢工業大学バイオ・化学部応用化学科 正会員 土佐 光司
 金沢工業大学環境・建築学部環境土木工学科 正会員 鹿田 正昭

1. はじめに

現在、水道水中の病原性微生物などの、感染リスクへの関心が高まっている。そのため、住民に納得ができる感染リスク評価が必要になっており、評価方法として、シミュレーションを行うことが通例となっている。しかし、リスク工学初学者には、リスク計算が難しいと考えられる。理由としては、微生物により計算式やパラメータが変化することがあげられる。また、年間感染確率を計算するにはモンテカルロシミュレーションを使う。この方法は最低1万回繰り返す計算を行うため、計算ソフトで計算するには限界がある。本課題では、初めてリスク計算を行う人でもすぐに使えるように、プログラム化を行うことが目的である。

2. ジアルジアを対象とした感染リスク評価プログラム



図2-1. 感染リスク評価プログラム(ジアルジア)

図2-1はジアルジアを対象とした感染リスク評価プログラムである。このプログラムはジアルジアの原虫の濃度(個/L)と暴露年数を入力することにより、それぞれ1日、年間、生涯感染リスクを計算することができる。

3. 微生物選択可能な感染リスク評価プログラム



図3-1. 感染リスク評価プログラム(ジアルジア選択)

図3-1、2は微生物を選択可能にすることにより微生物ごとの計算方法の

キーワード：初学者、感染リスク、モンテカルロ、プログラム

連絡先：〒921-8501 金沢工業大学バイオ・化学部応用化学科 土佐 光司 TEL.076-248-9426

違いによる難しさを軽減しようと考えたプログラムである。図3-1はジアルジアを対象とした感染リスク評価であり、3-2はクリプトスポリジウムを対象とした感染リスク評価である。この方法では処理方法による除去率も設定可能であるためより細かい評価が可能である。

4. モンテカルロシミュレーションの意義

上記までの計算方法では微生物濃度、水道水摂取量が一定であることが条件であったが、微生物濃度は測定する時

間や場所により異なる上、毎日水道水を2L(ヒトの水道水摂取量の平均¹⁾)ではない。そのため、その日のずれを考慮する必要がある。そこで微生物濃度と水道水摂取量が対数正規分布に従うと仮定し、その分布に従う乱数を発生させ感染リスク評価を行った方がよい²⁾。そのための方法がモンテカルロシミュレーションと言われ、乱数を発生させ、膨大な数を繰り返す計算である。

5. モンテカルロシミュレーションによる感染リスク評価

図4-1はモンテカルロシミュレーションによる感染リスク評価のプログラムである。条件の例はクリプトスポリジウムである。下の図は、年間感染確率を10000回行った時の一部の結果である。このように

表計算ソフトでは365回+10000回という膨大な計算内容を行うことは厳しい話ではあるが、プログラムを組むことにより計算が可能となる。

年間感染確率を算術平均と幾何平均で求めた際、桁がずれてしまうのは繰り返し計算の過程で無限大に匹敵する値があるためだと推測される。



図3-2. 感染リスク評価プログラム(クリプトスポリジウム選択)

水道水中の存在濃度に対する対数正規分布の平均	-8.01
水道水中の存在濃度に対する対数正規分布の標準偏差	1.71
1人1日当たりの水道水摂取量に対する対数正規分布の平均	-1.88
1人1日当たりの水道水摂取量に対する対数正規分布の標準偏差	1.12
年間感染確率	0.000710315958909
年間感染確率	0.000383868874462
年間感染確率	0.000478711487642
年間感染確率	0.000503038328148
年間感染確率	0.000438474878491
年間感染確率	0.000563896958392
算術平均	0.012415768943806
幾何平均	0.000647658853261

図4-1. 感染リスク評価プログラムの結果

6. おわりに

今後の展望としては、最後に紹介したモンテカルロシミュレーションプログラムをユーザーインターフェイス考慮の形にプログラム化を行いたいと考えている。さらに微生物を選択できるようにすることも視野に入れることにより、初学者でも微生物にとらわれることなく計算が容易になるのではないかと考えている。

参考文献

- 1) 中西準子、益永茂樹、松田裕之編 「演習 環境リスクを計算する」 pp.61-64
- 2) 金子光美編著 「水道の病原微生物対策」 pp.230-235