

大腸菌数の環境基準値に関しての一考察(その2)

金藤 浩司 データ科学研究系 教授

1. はじめに

環境省は、令和3年10月7日に公共用水域¹の水質汚濁に係る環境基準および地下水の水質汚濁に係る環境基準の改正について公示し、人の健康の保護に関する環境基準のうち、六価クロムについて基準値を見直すとともに、生活環境の保全に関する環境基準のうち、大腸菌群数を新たな衛生微生物指標として大腸菌数へ見直しました。施行期日は令和4年4月1日です。環境基本法に基づく水質汚濁に係る環境基準のうち、生活環境の保全に関する環境基準(以下、「生活環境項目環境基準」という。))については、化学的酸素要求量(COD)、全窒素、全燐等、現在、13項目が定められている。そのうち、大腸菌群数は、赤痢菌、コレラ菌、チフス菌等の水系感染症が温血動物のふん便を媒介に感染することから、ふん便による汚濁の指標として用いられてきた。しかしながら、大腸菌群数はその指標性が低いことが指摘されている。一方、水道法第4条2に基づく水質基準(以下「水道水質基準」という。))に関する省令においては、簡便な大腸菌の培養技術の確立により、平成15年3月に水道水質基準の大腸菌群が大腸菌に改正され、平成16年4月に施行されている。このような状況を踏まえ、平成25年8月の「水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の見直しについて(諮問)」を受け、良好な水環境の実現に向けた施策を効果的に実施するため、生活環境項目環境基準のうち、大腸菌群数について新たな衛生微生物指標である大腸菌数へ見直すことについて検討が行われ、今回の改正につながっています。

(<https://www.env.go.jp/press/110052.html>)

※公共用水域¹とは「河川、湖沼、港湾、沿岸海域その他公共の用に供される水域及びこれに接続する公共溝渠(こうきょ)、かんがい用水路その他公共の用に供される水路」

2. US EPA Recreational Water Quality Criteria

環境省は、大腸菌数の基準の制定において、US EPAが2012年に改訂した「Recreational Water Quality Criteria」を参考にした。この基準は、レクリエーション水域(海水浴、湖での水浴レジャー)を対象とした疫学的観点からの調査データに基づいた基準であり、今回の日本での規制項目として取り上げられた大腸菌のみならず腸球菌もその重要な指標として取り上げられている。しかし、環境省の行った国内での海域の水質調査では、腸球菌が検出された地点が少なく、またそれが検出された地域でも大腸菌数に比べて非常に小さいため日本では腸球菌を採用しないことになった。US EPAは、STVについて、水質測定値に予想される変動性を考慮するために、水域毎の水質分布の推定値の90パーセンタイルを基準値として選択している。

表1 環境基準値【河川】

類型	利用目的の適応性	大腸菌数環境基準値 [0%値]	基準値の導出方法
AA	水道1級 自然環境保全 及びA以下の欄 に掲げるもの	20 CFU/100ml 以下 ¹⁾	・水道1級の水道原水及び自然環境保全の実態から基準値を導出
A	水道2級 水浴 及びB以下の欄 に掲げるもの	300 CFU/100ml 以下	・水道2級の水道原水の実態及び諸外国における水浴場の基準値等を参考に基準値を導出
B	水道3級 及びC以下の欄 に掲げるもの	1,000 CFU/100ml 以下	・水道3級の水道原水の実態から基準値を導出

備考 1 水道1級を利用目的としている地点(自然環境保全を利用目的としている地点を除く。)については、大腸菌数400CFU/100ml以下とする。

「水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の見直しについて」(第2次報告案) 令和3年3月、中央環境審議会水環境・土壌農薬部会生活環境項目環境基準専門委員会、5ページ

3. 解析

「水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の見直しについて」(第2次報告案) 令和3年3月、中央環境審議会水環境・土壌農薬部会生活環境項目環境基準専門委員会の報告書で参考とされており、本委員会でも前提とされている大腸菌数の分布として対数正規分布が適切であるとあります(Barttram and Rees, 2000; Kay et al., 2004; Wyer et al., 1999; RWQC2012より)。しかし、これは本データの有する特徴から、2点において適切ではないと考えた。

大腸菌数のような整数値のみからなるデータに連続型の確率分布を適用することには課題がある。もう一点は、形式的にデータの状況を確認するためなら許容範囲と想定できるかもしれない検出限界の取り扱いです。委員会での取り扱いはその値を「1」に置き換えて解析されていました。なぜなら、「0」だと対数変換できないからです。本報告書では、上記のように検出限界のデータは「0」として取り扱う。

はじめに仮定した確率分布はPoisson-lognormal distribution(PLN)であり、本分布に本データを当てはめてみたところ、本分布で想定される以上の「0」の値を本データは示していた。そこで、ゼロ過剰Poisson-lognormal分布(Zero-inflated Poisson-lognormal distribution; ZIPLN)を導入し、再度解析を行なった。その結果AICの観点からは、二つの確率分布の比較においてZIPLN分布の当てはまりの良さが確認できた。

次に、今回の環境省での大腸菌数の水質基準値の決め方をZIPLNを仮定したシミュレーションで検証した。

表2: ZIPLNに基づく90%タイル値の推定

	90%タイル値	90%タイル値の標準偏差	環境基準値
水道1級 (n=288)	171	7.33	100
水道2級 (n=2424)	246	12.06	300
水道3級 (n=4152)	912	40.68	1000

本シミュレーションから推定された環境基準値と実データから規定された環境基準値は、必ずしも一致する値は取っていない。特に、水道1級においての差は、特に大きいと思われる。この点については、実データを詳細に再検討すると、対数変換後のデータにおいてゼロの値が過剰であるのみならず、二つのピークがみと取れる。つまりゼロの点のみからなる1点分布にさらに二つの分布が混ざっているような混合分布がみられる。このことから、水道1級のデータは何かしら原因で同じ母数団ではなく二つの母数団が混ざり合った集団からのデータの測定であるか、もしくはデータの数(測定された浄水場の数や場所)が少ないため、適切な大腸菌数の分布を適切に表現していない可能性が検討される。

4. まとめ

日本では、対象が3種類(水道利用、水浴利用、自然環境保全)があるが、参考としたUS EPA RWQC2012は水浴のみでのガイドラインのため、日本での3種類の基準の目的に適切に対応できていない可能性は否定できない。共通する対象である水浴に限るとしても、両方の基準設定で用いられているデータの取得期間やデータの数、基準設定の手法は異なっている。(※各国の行政が決めることなので、どちらのやり方が正しい間違っているといったことはない。)

環境省の河川等の大腸菌数のデータ利用許可が降りれば、より詳細なデータの取得とそれに基づく手法の比較・検証等を行い、次回以降の環境基準値の改正に向けて環境省に情報提供を行うことを検討している。一→今回「水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の見直しについて」(第2次報告案) 令和3年3月、中央環境審議会水環境・土壌農薬部会生活環境項目環境基準専門委員会において基準値設定に活用されたデータと同じデータ(※本報告書の解析では、令和3年11月9日付で環境省水・大気環境局水環境課環境基準係に申請し、水道データの利用許可を得た。)を用いて解析した。一→環境省水・大気環境局 水環境課に令和5年3月31日付で、解析結果を報告した。