



## 水質基準に関する省令の改正について

麻布大学 環境保健学部 微生物学研究室 古畑勝則

### はじめに

現在の水道法水質基準では、微生物学的な試験項目として「一般細菌」と「大腸菌群」の2項目が定められている。前者は消毒効果の評価として、また後者は糞便汚染指標として意義があり、長年に亘って採用されてきた歴史がある。

一方、2003年のWHO飲料水水質ガイドラインの全面改訂にともない、我が国の水道水質基準も見直す必要性がでてきた。そのなかで、特に「大腸菌群」から「大腸菌」への指標微生物の移行と、「一般細菌」の是非について検討が進められた<sup>1)</sup>。今回は検討内容の概要と最終的に提出された水質基準等の改正について解説する。

### 1. 糞便汚染指標細菌の選択

飲料水は微生物学的な安全性が確保されていなければならない。本来は飲料水中に存在するあらゆる病原微生物を検査してその存在を否定する必要がある。しかし、病原微生物の種類も様々で、その種類によって検査法が異なり、試験操作も煩雑なことが多い。そのうえ、高度な専門的知識と技術を要するものもあるため、汚染の可能性のある病原微生物のすべてを検査することは困難である。また、安全性を保証するには検水量の議論も避けられない。1mLの飲料水で病原微生物が検出されなかったら安全といえるだろうか？リスクを考慮した試算によると、数リットルから病原微生物の種類によっては数百リットルについて検査する必要がある。しかし、これは非現実的で実際の検査ではとても行えるものではない。

そこで、汚染指標細菌という概念を導入し、汚染の可能性の有無を評価している。水の衛生学的観点から腸管系病原細菌による汚染の指標として、次のような9項目の要件があげられている<sup>2)</sup>。

- a. 病原体が存在する場合には必ず存在すること
- b. 汚染源において病原体よりも高濃度に存在すること
- c. 汚染のないところには存在しないこと
- d. 病原体が増殖できない水環境では増殖しないこと
- e. 生残性が病原体と等しいか、より高いこと
- f. 水処理における除去性が病原体と等しいか、低いこと
- g. 消毒剤に対する耐性が病原体と等しいか、より抵抗性であること
- h. 比較的簡単な方法で精度よく定量できること
- i. 他の微生物による抑制効果がなく、類似微生物が共存しても分離定量が可能であること

このような要件を考慮して糞便汚染の代表的な指標細菌として「大腸菌群」が採用されてきた。しかし、大腸菌群が完璧な指標細菌であるわけではない。近年、糞便に由来しない大腸菌群の存在、下水や環境水中での増殖、定量性に関する問題、ウイルスや原虫類に関する指標性の問題、などが指摘されている。これに替わってより指標性を明確にするために糞便本来の汚染を強く反映する「大腸菌」を指標細菌にすることが提案された。ところが、大腸菌だけを簡単にしかも効率よく検出できる方法論がなかった。このため、大腸菌の代替法としてやむを得ず「糞便性大

腸菌群」が採用され、海水浴場の指標細菌として用いられている。3者の指標性の関係は図1に示したとおりである。

ところが、近年、大腸菌を特異的に検出できる試験方法が開発され、水道水の試験方法に採用されるに至った<sup>3)</sup>。この方法は、大腸菌群と大腸菌が同時に検出できる方法で、従来法より試験操作が簡単であり、しかも短時間で試験結果が得られる。こうした方法を利用することによって、大腸菌を指標細菌として採用することも可能となり、今回の改正ではより高い汚染指標性を期待して大腸菌群から大腸菌に指標微生物を変更した。

## 2. 簡単な大腸菌の測定方法

今回の改正により、大腸菌の検査方法は特定酵素基質培地法に限定される。この方法は従来の大腸菌群の試験法にも採用されていたものである。これまでは大腸菌群の判定が主で、大腸菌の判定は参考程度であったが、今後は試験項目の変更により、逆転する。

特定酵素基質培地法の原理は周知のことと思われるが、大腸菌の反応原理を図2に示した。すなわち、大腸菌特有の $\beta$ -グルクロニダーゼがMUG(4-メチルウンベリフェリル- $\beta$ -D-グルクロニド)を加水分解してグルクロン酸と蛍光物質である4-メチルウンベリフェロンを遊離する反応である。 $\beta$ -グルクロニダーゼの特異基質としてX-GLUCなどもあるが、今回の提案では、MMO-MUG培地、IPTG添加ONPG-MUG培地、XGal-MUG培地、ピルビン酸添加XGal-MUG培地の4種類が記載されており<sup>1)</sup>、いずれの培地もMUGを利用した培地である。

試験操作は大変簡単で、検水100mLに上記いずれかの培地を入れて36°Cで24時間培養後、366nmの長波長紫外線を照射して蛍光の有無を確認するだけである。青白色の蛍光が認められれば大腸菌陽性、変化がなければ陰性である。今回の改正では検水量が従来の50mLから100mLに変更された。これは指標微生物の変更に伴い、リスク評価を行った結果である。

大腸菌は通常非病原性であるが、なかにはヒトの腸管内で増殖し、毒素を産生するなどの原因から下痢症を引き起こす種類がある。これらの下痢原性大腸菌のなかには $\beta$ -グルクロニダーゼを産生しない大腸菌もいるため、MUGを用いた試験では検出できない。しかし、このことは特定酵素基質培地法の欠点にはならない。この方法はあくまでも糞便汚染指標としての大腸菌を検出するための方法論であり、下痢原性大腸菌の検出方法ではないからである。

## 3. 「従属栄養細菌」の測定意義

これまで「一般細菌」は消毒効果の指標、あるいは細菌の現存量評価の指標として長く採用されてきた。しかしながら、近年では水中の細菌現存量の把握は「一般細菌」では困難であることが認識され、「従属栄養細菌」への移行が提案された<sup>1)</sup>。こうした背景から、両指標微生物の妥当性について多くの意見が出された。そして最終的には「一般細菌」によって蓄積された莫大なデータに比べ、「従属栄養細菌」による十分な知見が得られていないこと、また、「従属栄養細菌」の試験法が必ずしも確立されておらず、培養日数も「一般細菌」より長時間かかることなどから、今回の改正では「従属栄養細菌」の採用は見送りとなった。しかし、こうした議論がでてきたこと自体評価されるべきであり、報告書の付帯事項にも「従属栄養細菌」について今後積極的に情報収集を推進していくことが記されている。「従属栄養細菌」が水質基準項目として採用されることもそう遠くないであろう。

## 4. おわりに

以上、今回の水質基準改正に関する要点を解説した。紙面の関係で十分な内容でないと思わ

れる。また、別の機会に補足したい。最後に、新たに提案された水質基準を記す。  
 一般細菌：1mLの検水で形成される集落数が100以下であること。  
 大腸菌：検出されないこと(但し、検水量は100mL)。

参考文献

- 1) 厚生科学審議会生活環境水道部会水質管理専門委員会：水質基準の見直し等について(2003)
- 2) 金子光美編著：水質衛生学、p.468～489、技報堂出版、東京(1996)
- 3) 古畑勝則：水道水の大腸菌群試験方法として新たに採用された特定酵素基質培地法について、防菌防黴誌、22、109～116(1994)

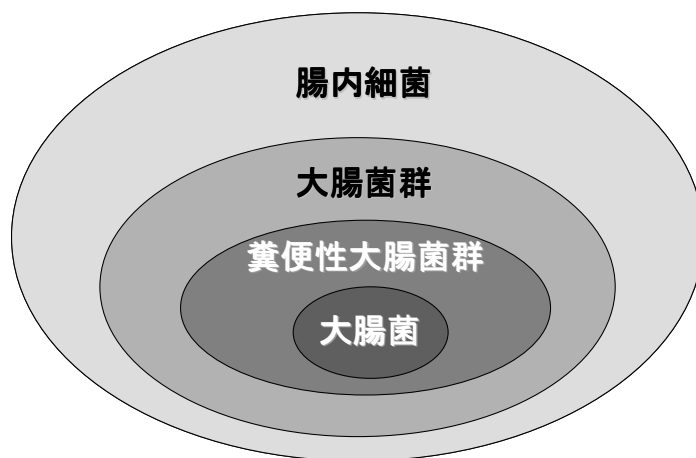


図1 指標微生物の関係

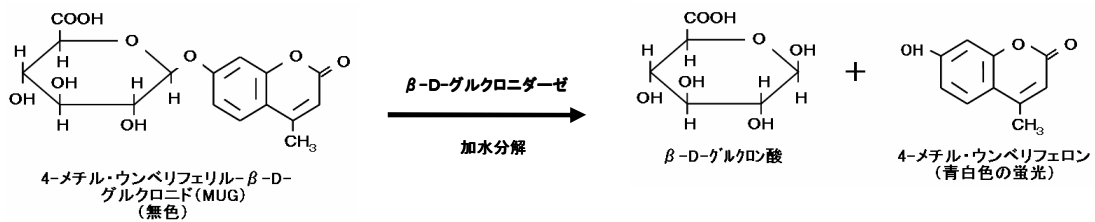


図2 beta-グルクロニダーゼ(MUG)反応