

II-361

水質環境基準項目としての大腸菌群数の評価

函館工業高等 正員 芦立 徳厚

1. はじめに

大腸菌群の存在が必ずしも糞便汚染を100%証明するものでないという事実が指摘されて久しいが、環境基準をはじめ上下水道関係の細菌指標は依然として大腸菌群が用いられている。環境基準の場合、病原菌汚染(糞便汚染と置き換えてもよい)との関連から数少ない生活環境の保全に関する基準項目に加えられたと考えられるが、大腸菌群が必ずしも糞便汚染の特異的な指標でないとするとは指標の有効性に疑問を生じることになる。大腸菌群の環境基準超過率が他項目に比してきわめて高率なものを英を抜きにしては考えられない。

翻って上下水道について考えてみると飲料水基準のような安全側の指標が求められる場合も別として、流入原水・流入下水・放流水等の水質判定、水処理プロセスの点検等に細菌指標を加えたとすると当然人畜の糞便との関係が明確な指標を選択すべきであることは言うまでもない。

本研究は函館市周辺の河川・湖沼・下水処理場からできるだけタイプの異った試料を築めて、大腸菌群・糞便性大腸菌・糞便性連鎖球菌を同時に試験し、その結果から大腸菌群の問題点について検討を加えたものである。

2. 研究方法

図-1に試料採取地点を示した。試料採取は各水系単位に2~6回行った。なお、流域に人家の全くないM-1・M-2地点や汐泊川の支流については糞便由来細菌がさわめて少いと予想されたので、現地において携帯用発電機により紫外線滅菌器とメンブレンフィルタ装置を運転して可能なかぎり多量の試料水の濾過を行い、フィルタはその場で予め固化した寒天培地表面に密着し実験室に持ち帰った。試験項目は大腸菌群(BGLB法, LB-BGLB法, m-Endo法), 糞便性大腸菌(m-FC法, EC法, 7FC法), 糞便性連鎖球菌(ADB-EVA法, m-EA法, SF法)に加えてpH, 電導度, COD, NH<sub>4</sub>-N, SSを同時に測定した。

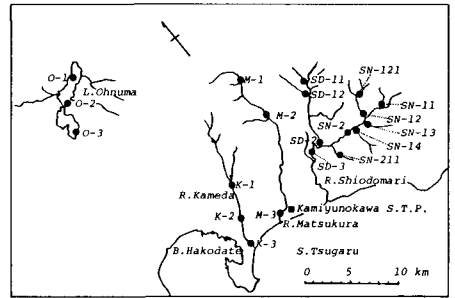


図-1 試料採取地点

3. 実験結果と考察

流域に固定的な人為汚染源がなく、他のすべての分析項目で清浄が証明されているにもかかわらず大腸菌群のみが基準を超えて検出される例が本テーマの最も究明すべき部分であるが、この場合可能性として考えられるのは以下のようなケースである。①実際に人間あるいは温血動物などによる軽微な糞便汚染があった場合。糞便汚染に対する大腸菌群試験の感度はきわめて高いので、他の試験項目にその徴候が現れずに大腸菌群のみが検出されることは十分にあり得る。②過去に何らかの糞便汚染があり、その流水中で糞便性大腸菌が早めに死滅するのがあるいは非糞便性の大腸菌群が増殖するがした場合。③土壌あるいは植物由来の非糞便性大腸菌が流入した場合。

そこで代表的な採水地点について、環境基準の指定試験法であるBGLB法による大腸菌群(以下TCと略)と糞便性大腸菌(以下FCと略)の関係を図-2に示した。当図は各試料のFC

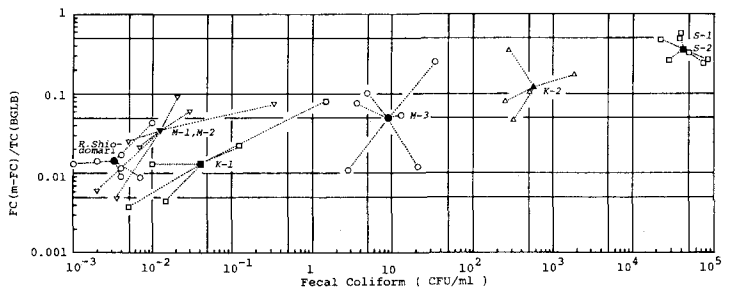


図-2 糞便性大腸菌と [FC(m-FC)/TC(BGLB)]比との関係

に対する[FC/TC]比(以下F/T比と略)がプロットされており各地点の幾何平均値が黒印で示されている。まず人の糞便が直接水域に流入した直後の様相を示しているのが分流式下水処理場のピント流入下水(S-1)と貯留槽流出水(S-2)の値である。FC数、F/T比とも値の変動の小さいのが特徴でF/T比の幾何平均値は0.36となった。この比率が水域でも常に保たれるなら軟て大腸菌群を否定する必要はない。しかし汚濁河川(K-2)河川下流部(M-3)とFCが減少するに従いF/T比は0.12, 0.049と減少の一途を辿っている。河川の上流部(K-1, M-1, M-2)に至るとさらにF/T比が低下するとともに、その地点のデータ間でもFC数の多い時F/T比が上昇し少い時に低下する傾向が認められる。さらに人家の全く認められない沙泊川の支流部の結果によれば、TCは100ml中に数十のオーダーで検出されているにもかかわらずFCは100ml中に全く検出されず1000ml 濾過ではじめて数個検出されただけであった(検出されないもの一例)。F/T比の幾何平均値も0.013とさきわめて低い値である。

以上の結果から河川が清浄なほど大腸菌群中に非糞便性の菌群が増加する傾向は明白である。さきあげたケースに戻って考察すると、①の場合は糞便汚染がいかに軽微であってもF/T比は大きな値になるはずであるから(2,3の事例あり)②, ③のケースがその原因と考えられる。③のケースに関連するものとして、同時に測定しているm-Endo法で求めた細菌数とFC数との関係を図-3のように整理して示した。m-Endo法によるTC数にはTCならびにTC類似菌が含まれているが、当図によれば図-2以上にFC数の減少とともにF/T比が減少している。清浄な河川におけるm-Endo法の構成菌の主体はTC類似菌で、そらが自然由来であることは河川の周辺の状況から考えて明白である。これが糞便汚染に無関係に大腸菌群数を過大に検出させよければ潜在的バクテリアとなり、次いで②のケースについて検討するために行った室内実験の結果を略述する。清浄河川水1350mlに流入下水150mlを加え三角フラスコに入れて25℃の恒温水槽に振盪しながら放置した。0, 3, 6, 12, 24時間間に試料水もとり各種の細菌試験を行った。0時間の細菌数を1.0として各細菌間の推移の相違を比較したのが図-4である。本実験は低温下の試料を25℃という条件に移して行ったので実際の河川での現象以上に増殖側に傾いている可能性があるが、この結果から大腸菌群が河川水中で糞便性の細菌を上回る増殖を示すことが予想される。なお、環境基準指定試験法であるBGLB法は同時に試験したLB-BGLB法で確認したところ大腸菌群を過小に検出する傾向が認められた(図-5参照)。

4. おわりに  
 地点や状況により大腸菌群の大部分も非糞便由来のものが占めていることが明らかになったので糞便汚染の指標として大腸菌群を用いることは適当でない。従って適切な代替指標の選取を急ぐことが今後の課題である。なお、本研究は昭和59.60年度文部省科学研究補助金(一般研究C 課題番号59550362)によって進行されたことを付記する。

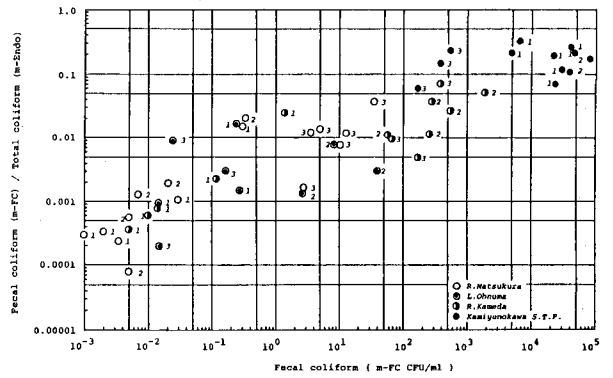


図-3 糞便性大腸菌と[FC(m-FC)/TC(m-Endo)]比との関係

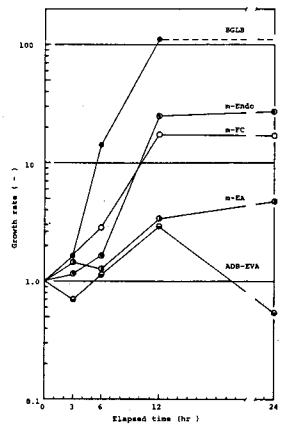


図-4 水中での各種細菌の推移

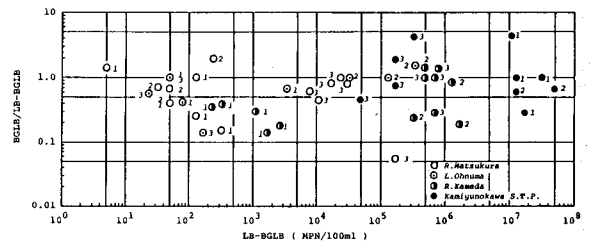


図-5 BGLB法による大腸菌群数の検出