海水浴場の大腸菌群細菌汚染について (第1報)

山中正一, 水野大二, 石井 茂,^{1a)}

林 万喜, 畝本 力, 林 誠^{1b)}

千葉県学校薬剤師会,^{1a)} 千葉大学腐敗研究所^{1b)}

Pollution by Coli-form Group Bacteria in Sea Water of Swimming Resorts. I

SHOICHI YAMANAKA, DAJI MIZUNO, SHIGERU ISHII,^{1a)}

MAKI HAYASHI, TSUTOMU UNEMOTO and MAKOTO HAYASHI^{1b)}

Chiba School Pharmaceutical Association^{1a)} and

Institute of Food Microbiology, Chiba University^{1b)}

(Received July 13, 1970)

Pollution of sea water in Tateyama beach in Chiba Pref. by coli-form group bacteria was examined and following results were obtained. Sea water has bactericidal activity against *Escherichia coli* B. Linear correlation coefficient, calculated between the concentration of halogen ions and the logarithmic transformed MPN-value for coli-form group bacteria, was -0.774 ($N=10$) and showed clear significance at 1% level. The extent of pollution by these bacteria being introduced from rivers and sewages seemed to be mainly affected by the bactericidal nature of the sea water in addition to the dilution by the sea water.

ここ数年間、毎年海水浴シーズンになると、海水浴場の大腸菌群細菌汚染について散発的に調査結果が新聞紙上で報道されていたが、昭和44年初夏、海水浴シーズン直前に各地海水浴場の大腸菌群細菌汚染状況が報道され、社会的関心がたかめられ、特に例年夏期臨海学校を開設していた学校関係者は参加学童の保健の面で憂慮せねばならなかった。

そこで、著者らは海水浴場における大腸菌群細菌汚染の実態を明らかにする目的でこの調査を実施したが、いくつかの知見を得たのでここに報告する。

調査・実験方法

1. 調査海洋及び時期 千葉県館山市北条海岸海水浴場遊泳区域とその周辺海岸および流入する川や下水溝ならびに太平洋の勝浦市守谷海岸および鴨川海岸を調査の対象とした。干満の差の比較的小ないいわゆる中潮の日(昭和44年8月7・8日)の午後1時前後に水深1mの地点で水面下約20cmの海水を滅菌試薬瓶に採取した。また、川と下水溝の流水はその中央部で採取した。

2. 大腸菌群細菌数の測定 検体採取後、可及的すみやかに、衛生検査指針に準じ、BGLB酸酵管により大

腸菌群細菌最確数(MPN)を求めた。

3. 塩素イオン濃度の定量 衛生試験法に準じ、クローム酸カリを指示薬とし硝酸銀による滴定法で塩素イオンを主体とするハロゲンイオンを定量し、便宜的に食塩濃度に換算して表わした。

4. 海水の殺菌作用 館山北条海岸より約2km沖の海水を採取し、ザイツ細菌ろ過器により無菌化し、これを海水原液(食塩濃度3.2%)とし、蒸留水による2倍希釈海水、対照として生理食塩水ならびに3%食塩水に対し、ブイヨン培地にて37°、約18時間培養した。*Escherichia coli* B株を生理食塩水で洗滌後、約 4×10^5 /mlの割合に懸濁、20°に静置、各時間毎にその生菌数を柳田のcapillary tube法²⁾により計数した。

結果と考察

無菌海水に接種した*E. coli* Bの消長(海水の殺菌作用)

大腸菌群細菌が海水中でいかなる挙動を示すかをしらべる目的で、定常期の*E. coli* Bを接種し、その生存率を時間毎に追求した結果はFig. 1に示した。この実験で*E. coli* Bを使用したのは、その性質が比較的よ

1) Location : a) 204 Shinmeicho, Chiba ; b) Izumicho, Narashino, Chiba.

2) T. Yanagita, *J. Bact.*, 71, 381 (1956).

Fig. 1. Bactericidal Action of Sea Water against *E. coli* B

E. coli B in the stationary phase of growth was harvested and washed with 0.9% NaCl by centrifugation. The washed cells were inoculated into sea water (○), a half-diluted sea water (×), 3% NaCl (Δ), or 0.9% NaCl (●) at the concentration of 4×10^5 /ml. After standing at 20° for the different time intervals, the survivals were measured by the capillary tube method.²⁾

く知られていることによった。また、定常期の細胞を用いたのは、環境の変化に対し、対数増殖期の細胞より死滅し難いためであった。Fig. 1 から明らかなように、海水原液または50%海水中では *E. coli* B の生菌数は約2時間以後、時間経過とともに激減したが、生理食塩水の場合、50時間以上経過しても、ほとんど生菌数は変わらず、海水の食塩濃度に近い3%食塩水中でも *E. coli* B の生存率は比較的高かった。このことは海水中では単なる食塩濃度による以外の機構で *E. coli* B は死滅して行くことを示している。海水の殺菌性については ZoBell,³⁾ Krassilnikov,⁴⁾ Rosenfeld & ZoBell⁵⁾ や Johannesson⁶⁾ などにより報告され、Rosenfeld & ZoBell⁵⁾ は海水の殺菌作用の本態は、海棲細菌により産生される抗生物質によるのではないかと考えたが、抗生物質についての実証はなかった。Johannesson⁶⁾ は海水に含まれる微量のヨード酸塩を定量し、このヨード酸塩による殺菌作用を推定した。本実験では2 km 沖の海水を使用した。果して微量ヨード酸塩による殺菌作用ならば、海水浴場のような海岸線に近い地点の海水においても、その殺菌性はなお保持されているか否かという問題があるが、この点については今回の調査では実施しなかった。次報にゆずりたい。なお、この実験を20°で行なったのは、館山北条海岸の夏期平均水温が19°であることによった。

海水浴場の大腸菌群細菌汚染状況

本調査で明らかにされた海水浴場の大腸菌群細菌汚染

状況はつぎのとおりであった。

1) 館山市北条海岸の海水浴遊泳区域内測定点のMPN値は1400—13000であり、比較的汚染度は低かったが、遊泳区域外測定地点のMPN値は130—1600000を示し、きわめて高い汚染度を示す地点が多かった。これは、遊泳区域外測定点では川や下水溝の流入部あるいはその隣接地点や定期航路桟橋待合所附近などもあり、汚染度も高かったと考えられた。なお、川および下水溝の流水はいずれも3500000—7000000のMPN値を示した。また、塩素イオン濃度から換算した食塩濃度は遊泳区域では2.5—2.61%、遊泳区域外では2.11—2.9%であり、2 km 沖の海水の3.2%にくらべ予想した濃度よりかなり低く、かつ、採水地点により非常に差が大きかった。

2) 勝浦市守谷海岸および鳴川海岸では、遊泳区域のみ調査したが、MPN値の最高は前者で2200、後者で1300であったが、それ以外は45—330で汚染度は低かった。また、食塩濃度はいずれの地点でも3.0—3.11%であり、北条海岸にくらべ、高濃度であった。

検体中の大腸菌群細菌数と食塩濃度との関係

前述のごとく、食塩濃度が低いとMPN値が大である傾向が見られたので、両者の間になんらかの相関がある

Fig. 2. Correlation between the MPN-Values and the Concentrations of NaCl in Sea Water at Tateyama Beach

Concentrations of NaCl in the sea water were calculated from the value of halogen ions determined by the titration.

- 3) C. E. ZoBell, *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.*, **34**, 113 (1936).
- 4) N. A. Krassilnikov, *Microbiologiya*, **7**, 329 (1938).
- 5) W. D. Rosenfeld, C. E. ZoBell, *J. Bact.*, **54**, 393 (1947).
- 6) J. K. Johannesson, *Nature*, **180**, 285 (1957).

のではないかと考えられた。館山市北条海岸における検体の食塩濃度と MPN 値の対数をプロットしたのが Fig. 2 である。回帰直線は最小 2 乗法で求め、相関係数は -0.774 ($N=10$) であった。これは 1% 水準で相関の成立することを示している。このことは、海水浴場の大腸菌群細菌による汚染は、流入する川や下水溝が主な汚染源で、この汚染淡水が海水により希釈されると同時に海水のもつ殺菌作用により単なる希釈以上に細菌が減少するものであることを示していると考えられた。しかし、細菌数の対数と食塩濃度との相関が一応成立しているが、検体数が 10 であり、特に食塩濃度に関してプロットが偏りすぎているということは考慮せねばならない。食塩濃度が予想外に低かったことは、その水量からみて必ずしも川や下水溝の流入淡水によるものばかりとは考えられず、むしろ、山地が海岸線近くまで迫っている房総半島の地形から見て地下水の湧出による希釈の可能性が大であろう。また、本調査では遊泳人数や潮流という条件は全く考慮しなかった。

結 論

海水浴場の大腸菌群細菌汚染実態調査により、つぎのことが指摘し得ると考えられた。

- 1) 海水は *E. coli* B に対し殺菌作用を有していた。
- 2) 館山北条海水浴場ならびにその周辺部から採取した検体中の塩素イオン濃度から換算した食塩濃度と大腸菌群細菌最確数の対数との間には 1% 水準で相関が成立することが認められた。

これらのことから海水浴場の大腸菌群細菌の汚染源の主たるものは、その海岸に流入する川や下水溝であり、汚染淡水が海水で希釈されると同時に海水の殺菌作用により、単なる希釈以上に生菌数は減少するものと考えられる。

謝辞 本調査に御協力いただいた千葉県衛生部ならびに館山保健所の各位に感謝の意を表する。