

海水中の細菌検査に関する一考察1

誌名	水産増殖 = The aquiculture
ISSN	03714217
著者	松永, 順夫
巻/号	22巻1号
掲載ページ	p. 20-26
発行年月	1974年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



海水中の細菌検査に関する一考察—I

大腸菌群を指標とした蓄養殖場の水質判定を目的として

松 永 順 夫

(千葉県水産共同実習所)

はじめに

栽培漁業の伸展と共に、浅海増殖も盛んになりつつある時、一方では海洋汚染がその度を増しつつあることは遺憾なことである。

海洋汚染の原因には工場排水、家庭の生活排水、し尿の海上投棄等々が考えられる。その中でも、工場排水による汚染は規制の強化にともない、最近では減少しつつあるのに対し家庭からの生活排水やし尿関係による汚染は逆に増加しつつあり、COD換算量では後者が前者の工場排水による汚染を上回る傾向さえ見られる。

筆者は先に蓄養殖場の飼育水中の好塩性ビブリオの菌数の多少が魚病の発症に関与していることを認めた¹⁾が、今後は蓄養殖場の適地の選考や水質管理面にも、その海域における周年の大腸菌検査の結果を用いることが考えられる。

そこで、大腸菌群を指標とした館山市周辺の水域の水質調査を手がけ、人畜由来の大腸菌群が河川の水系を通じて海洋に流入する経緯を調べると共に、流入海域における大腸菌群最確数(以下MPNという)の経時的変動について検討した。又、人由来の大腸菌の淡・海水中での消長等についても検討を加えた。

海洋中のMPNは海洋気象の変化や採水場所、採集時刻等によって経時的にも複雑かつ大幅に変動することを確認し、海底土中のMPNについても検討を加えたところ、2,3の知見が得られたのでここに報告する次第である。

本論に入るに先だち、本研究の遂行にご協力いただいた千葉県館山保健所長の稲田正実氏、鈴木貞三氏、松枝張氏はじめ木内良春、大石美喜雄、

中山礼子の各氏に深甚なる謝意を表する次第です。

材料と方法

1) 千葉県安房郡富山町久枝海岸(全長約2km)に約150~200m間隔に12Stationを設けて1日3回(9時,13時,17時)MPNを測定した。

2) 千葉県安房郡富浦町原岡海岸に流入する岡本川水系の4Station(青木山,大井橋,坂田橋,岡本橋)および河口海域の6Station(原岡2St.,多田良,豊岡,南無谷2St.)においてMPNと海洋気象状況を毎月1回測定した。

3) 千葉県の館山棧橋(全長約200m)およびその延長線上の約7,000m沖合まで、去岸距離別、深度別および経時的にMPNを測定し、気象の経時的变化を調査した。(第2,3図)

4) 底層水の採水は第1図に示した滅菌採水ビンを用い、棧橋上や船上から遠隔操作で無菌的に採水した。また、10m以深の採水法は顛倒採水器を用い、採泥はエクマンバージの採泥器を使用した。

5) 人由来の大腸菌の海洋での消長を調べるために次の7種類の海水、溶液を用い、その溶液300ml中に1白金耳の大腸菌を懸濁させたものを0.1mlとり、ディスオキシコレート培地による混積培養(37°C24時間)で経時的に繰り返し調べた。

- ① 館山湾の海水
- ② 外房千倉町地先の海水
- ③ 1%ペプトン加海水
- ④ 蒸留水
- ⑤ 1.0%, 2.0%, 3.2% NaCl水

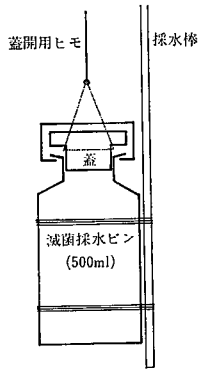


図1 採水ビンの模式図解

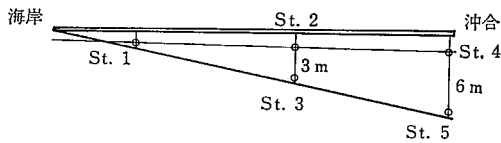


図2 館山市、館山棧橋における海水採水場所の模式図解

⑥ 河川水（館山市汐入川）

⑦ 池水（貯水槽）

6) 大腸菌群最確数 (MPN) は B. G. L. B. 培地で 1 ml より 4 段階培養法を用い、48 時間後にガス産生の場合を (+) と判定し、最確数表から

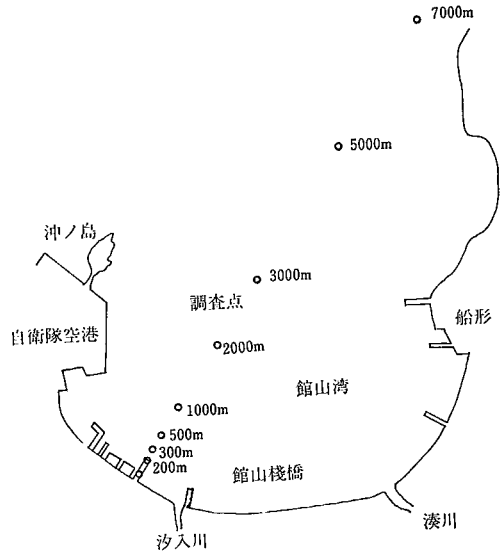


図3 館山湾における調査点の模式図解

100 ml 中の MPN を求めた。

結 果

1) 久枝海岸の 12 Station における MPN の経時的変化

全長約 2 km の久枝海岸の 12 Station で 4 時間ごとに測定した MPN を第 1 表に示した。これ

第 1 表 千葉県安房郡富山町久枝海岸における海水中大腸菌群最確数 (MPN) の経時的変化

月 日	7 月 15 日				8 月 31 日			
	09 : 00	13 : 00	17 : 00	平均	09 : 00	13 : 00	17 : 00	平均
調 査 点								
1	170	230	45	148	0	0	0	0
2	330	45	45	140	0	0	0	0
3	490	130	5400	2007	20	0	0	6
4	330	0	0	110	0	0	0	0
5	330	0	0	110	0	0	0	0
6	230	0	20	83	93	78	2400	857
7	790	3500	5400	3230	1300	1700	330	1110
8	2400	330	0	910	0	110	0	366
9	790	0	78	289	0	0	20	6
10	1700	0	170	623	20	0	20	13
11	16000	790	790	5860	230	1400	20	550
12	490	3500	9200	4397	230	3500	230	1320
平 均	2004	710	1762	1492	157	565	251	324

* [0 の数値は 1.8 以下を示す統計推定値である。]

第2表 千葉県安房郡岡本川および富浦湾海域における大腸菌群最確数 (MPN) の季節化

月 日	4/25	5/25	6/19	7/19	8/29	9/25	10/23	11/21	12/12	1/23	2/28	3/26
岡本川												
青木山	78	45	—	130	16000	490	230	—	20	45	45	18
大井橋	160000	9200	17000	9200	11000	160000	4900	3500	330	1300	490	3500
坂田橋	7000	1700	5400	9200	92000	35000	13000	3500	16000	1400	170	3300
岡本橋	240000	240000	240000	240000	240000	160000	92000	240000	240000	2200	240000	5400
富浦湾												
南無谷(北)	18	18	20	45	170	790	4900	330	45	20	18	18
南無谷(南)	18	18	20	20	130	78	230	45	230	18	45	45
豊岡	18	490	20	790	2200	1300	700	35000	440	1300	18	790
原岡(北)	18	20	18	20	40	790	330	260	230	130	18	—
原岡(南)	18	18	20	270	78	—	—	—	—	—	—	—
多田良	790	18	130	170	1700	1300	2300	330	46	490	330	110
天候												
天気	C	C	C	C	F	C	R	F	*	C	F	F
風向	ESE	NNW	E	SE	ESE	NE	N	SSW	*	NNE	WEW	NNE
風速	4.8	2.7	4.8	3.8	2.5	1.0	2.7	3.3	*	3.5	0.8	4.2

* [240,000 は 24 万以上, 18 は 18 以下を示す統計数値である]

によると, St. 10 に見られるように, 採水時刻の僅か 4 時間のずれで, 1,700 倍の差が生じ, 7 月 15 日 17 時の採水では採水場所が約 200 m 離れただけでも 5,400 倍, 数 100 m 離れると 9,200 倍もの差が生じた。

このように, ごく限定された狭い海域の大腸菌群数を算定する際にも, 採水場所や時刻の違いで, 測定結果に著しい差が認められた。

2) 岡本川水系における MPN の季節的变化

岡本川水系 (全長約 10 km) の上流域から河口までの 4 Station における MPN は第 2 表に示したとおり, 上流に少なく, 下流に多い傾向が見られた。すなわち, 季節によって多少の変動はあるが, 上流域では 100 ml 中 100 個体未満であるが, 河口付近では概ね 24 万個体以上に増加していた。

このように多数の大腸菌が海中に供給される河口付近の海域では当然多くの大腸菌があり, 河口から遠ざかるにつれて減少すると考えられたので, 海岸線を河口から 200~300 m ごとに区切って 6 Station を設け, 岡本川水系と同時に海水中の MPN を調査した。この結果も第 2 表の下段に示したとおり, 予想外に河口付近 (原岡) でも海

水中の大腸菌群数が少ないことを認めた。

3) 館山棧橋における去岸距離別, 深度別, MPN の経時的変化

海岸線から沖へ約 200 m, 水深 6 m のところまで突き出した棧橋で, 表層水と底層水中の MPN を 4 時間おきに昼夜測定したところ, 第 4, 5 図に示すような結果が得られた。すなわち, MPN は潮汐および気象条件によっても影響を受け, 干潮時には浅くなって濁度が増すために透視度が低下すると, COD が増加し, それに伴って MPN が高い値を示す。したがって, 満潮時には通常 MPN は減少し, 干潮時には増加する。第 5 図では急激に風波が強くなって海底土が舞い上がったために COD と MPN が急上昇をした。

深度別の MPN は第 6, 7 図で見られるように表層水に多く, 底層水に少なく共に沖合に行くにつれて減少し沖合 1 km 以遠にはほとんど認められなかったが, 海底土中には 3 km 以遠でも認められた。

この傾向は水槽中の模擬実験によって汚濁物の拡散が波打際に始まり, まず表層を沖合に向かって拡散して行くことがわかり, したがって表層水の方が底層水よりも汚染度が高い値を示すことが立

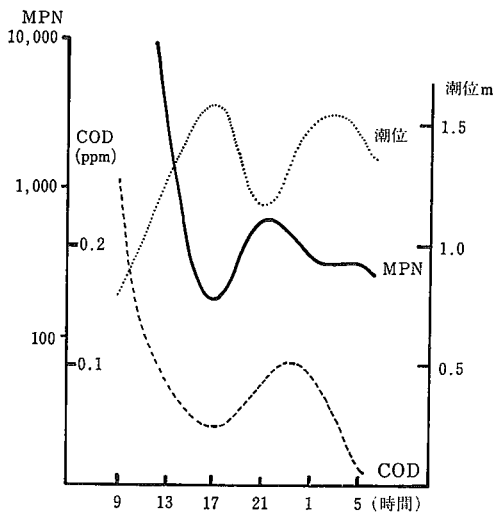


図 4 館山湾における海水中大腸菌群最少数 (MPN) と COD と潮位の日変化

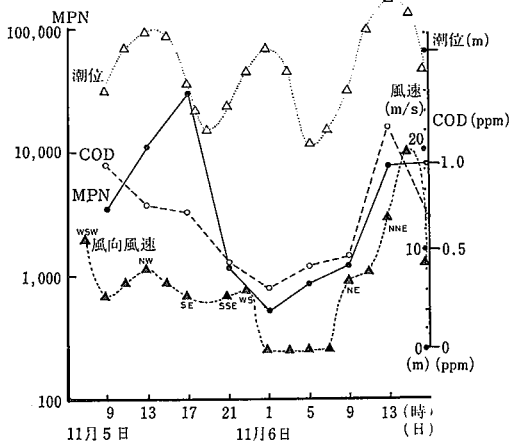


図 5 館山湾における海水中大腸菌群最少数 (MPN), COD, 風向風速および潮位の日変化

証された。

以上に述べたように、MPN と COD とは正の相関があり、海水中の大腸菌の海底泥中の大腸菌とは密接な関係があることが認められた。

4) 人由来の大腸菌の海水中之での消長
大腸菌が海水中に入った場合、第 8 図に見るよ

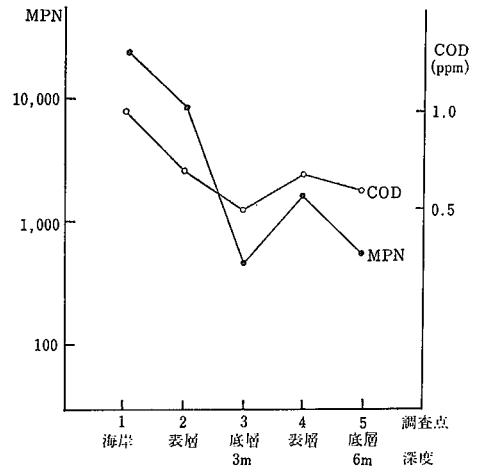


図 6 館山市館山棧橋における海水中大腸菌群最少数と COD に関する調査点別の比較

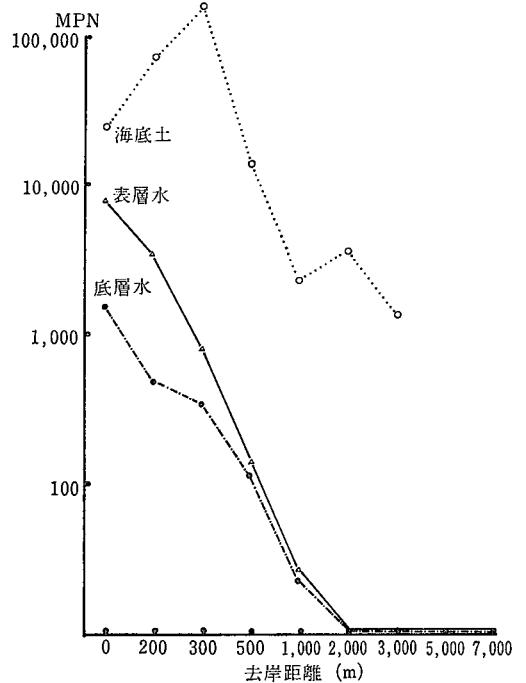


図 7 館山湾の表層海水、底層海水および海底泥中における大腸菌群最少数 (MPN) の去岸距離別の比較

うに、2～3時間以内に死滅し、蒸留水中では僅かに30分～1時間以内に死滅した。

反面、1% ペプトン加海水中では対照的に増殖し、汚染された淡水では蒸留水中のように急激に

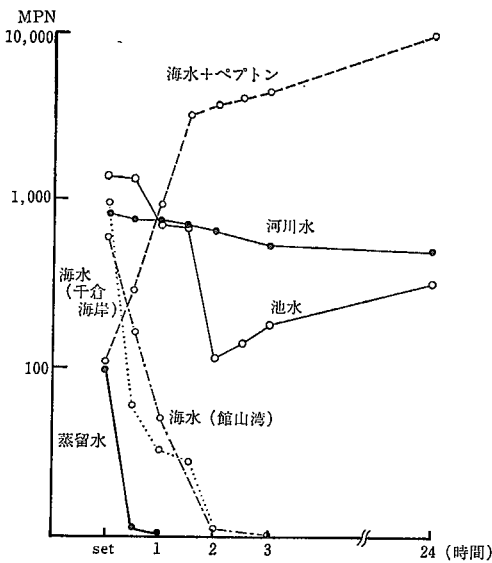


図 8 海水、河川水等各種水溶液中における大腸菌群生残数の経時的変化

は死滅しない。また、第 9 図に示したように、1.0, 2.0, 3.2% の NaCl 水中の大腸菌は蒸留水よりも生存時間は長く、数時間生存するが、24 時間以内に死滅した。

5) 館山湾と千倉海域における海水と海底泥中の MPN の比較

第 3 表に示したように 3 月 22 日現在太平洋側の千倉海域の表層水と海底泥中には、大腸菌が全く生存していないのに、東京湾側の館山湾では表層水中に 230~3,300 個/100 ml、海底泥中には 5,400~130,000 個/100 g 湿泥の大腸菌群が認められた。このことは先の実験結果から両者の海洋環境が大腸菌群の生存や、繁殖を促す要因の有無を示した

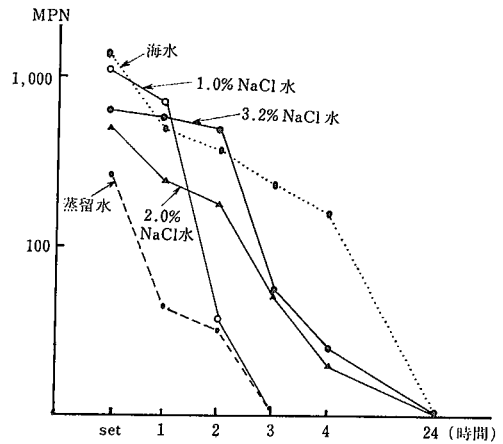


図 9 人由来大腸菌の塩分濃度別溶液中における生残数の経時的変化

ものといえる。

また、館山湾の海底泥中の灼熱減量と MPN とは相関があり、つまり汚濁性有機物の多い海底泥中には大腸菌群が多いことを示している。一方、千倉海域の海底泥中には汚濁物質はほとんどないが、その代りに岩礁上の石灰藻類や貝殻由来の砂質があるためか灼熱減量が大変に多くなり、MPN との相関が認められなかった。

考 察

これまで、海水浴場等の汚染度の調査は、公衆衛生の面から全国各県で定期的に行なわれており、その結果は直接行政指導の資料に使用され、衛生学、疫学的な各分野で大腸菌群を指標とした調査研究がなされてきた。

大腸菌は人畜由来の腸内細菌相の指標菌として古くから知られており、人畜の生活にかかわる物

第 3 表 館山湾と千倉海岸における海水中および海底泥中の大腸菌群最確数の比較 ('74. 3. 22)

場 所 館 山 湾				千 倉 海 岸			
去岸距離	深 度	MPN	灼熱減量	去岸距離	深 度	MPN	灼熱減量
10 m	0 m	1.4×10 ³		10 m	0 m	1.8 以下	
	1 m	1.3×10 ⁵	5.64%		1 m	1.8 以下	14.66%
100 m	0 m	3.3×10 ³		100 m	0 m	1.8 以下	
	3 m	5.4×10 ³	2.94%		3 m	1.8 以下	15.62%
200 m	0 m	2.3×10 ²		200 m	0 m	1.8 以下	
	6 m	1.3×10 ⁴	4.93%		6 m	1.8 以下	5.88%

質が水系中へ流入した量を示すものとして利用されてきているので、海洋汚染や漁場環境の調査研究にも利用できると考えた。

しかし、結果でも述べたように大腸菌の水中での生理、生態および海洋気象の特性が複雑にからみ合い、海水中の大腸菌群数が陸水からの大腸菌の流入量を示すものではないことが示唆された。つまり、陸上からの有機性汚濁物質の流入による海底のヘドロ化の度合いが海底泥中の大腸菌群数を決定し、海水中の大腸菌群数は風波、潮汐等による海底土の舞い上りの度合いによって決まるというメカニズムが考えられる。

したがって、本研究では表題が示したような大腸菌を指標とした蓄養殖場の水質判定を目的としたにもかかわらず、主として海水中の大腸菌群数の不安定性に起因する海洋気象や、大腸菌の水中における消長に関連して考察がなされた。

人畜由来の大腸菌が海水中に存在するのは当然河川を経て海に流入すると考えられ、河口近くの海域と遠く離れた海域とでは大腸菌群数に差があり、前者に多く、後者に少ないと考えられた。ところが、大腸菌は海洋に入ると2～3時間内に発育能力を失なうことや海洋気象によって変化するために必ずしも上記の仮説どおりにはならなかった。また、沖合1,000 m以遠の表層水中に大腸菌群は認められなかったが、その海底泥中には大腸菌群がかなり認められた。

海底のヘドロ中の大腸菌が舞い上るのは海岸線近くの波砕帯であり、その泥の濁りは表層に沿って拡散して行く。そのために大腸菌群数は表層水に多く、底層水には少ないという奇妙な結果が生じた。また、大潮の干潮時には泥が舞い上り、海水は濁って、当然のことながら透視度が下がるため、CODや海水中の大腸菌群数は高くなり、逆に満潮時には低くなる傾向があった。

以上考察したように、海水中の大腸菌群数の測定結果が極めて不安定で、経時的に著しく変化するので、この測定結果をそのまま海洋の汚染度と判断することは危険である。

ただし、本研究で海水中の大腸菌群数とCODとの正の相関などが認められ、これが蓄養殖場の

水質判定に資するものと考えられるが、今後はさらに大腸菌の生理、生態的な検討および海底土の組成と大腸菌群の発育との関係等に検討を加える必要がある。なお、海の汚染度調査の際、海水中のMPNよりも海底土中のMPNを調べるのが、一層適確であると考えられる。

要 約

1) 海水中の大腸菌群最確数(これをMPNと呼ぶ)は経時的にも、また場所(去岸距離別、地理的、水深別)によるわずかな違いによっても著しい差が生じた。

2) MPNの経時的な変化は潮位と気象の経時的な変化の影響と見られた。

3) MPNは風波やCODと関連し、風波で海底土が舞い上るにつれてCODとMPNの値が高くなった。

4) MPNは風波の静かな時には潮位と負の相関をし、干潮時に多く、満潮時には少なかった。

5) 海水中のMPNは沖合に行くにつれて減少し、沖合1 km以遠にはほとんどないが、海底土中には3 km以遠でも認められた。

6) 河川水中のMPNは上流に少なく、下流に多い傾向がある。しかし、河口付近(200 m以内)の海水中や河口からの距離が遠ざかるにつれての傾斜的な減少傾向が見られなかった。

7) 海水中に流入した大腸菌群の消長については急激な減少傾向が見られ、3時間以内にほぼ全滅することが確認された。ただし、1%ペプトン加海水や有機性汚濁物質を含む海水中では大腸菌群はむしろ増殖した。

8) 海へ流入した大腸菌群のごく一部は海水中でも生存し、特に有機性汚物の多い海底土中には多数の存在が認められた。しかし、海水や海底土中に有機性汚濁物質がない場合には全く大腸菌群の存在が見られなかった。

9) 上記のことから、海水中のMPNを指標にした海水の汚染度調査および水質判定は充分可能である。ただし、海水中の大腸菌群のMPNは陸水から海への大腸菌群の流入量を直接表わしていない。

10) 本検査結果は、海水中の大腸菌群の生存と する資料としての価値が高い。
繁殖をどの程度許容する海洋環境であるかを判定

Abstract

Recently, sea water pollution has been reported not only in Japan but also throughout the world, and it should also be faced here in Tateyama area.

The Most Probable Number (MPN) of the group related to *Escherichia coli* in the sea water has been examined as a biological indicator of the sea water pollution, nevertheless, the results of the inspection often showed greatly variable data. That is to say, it is very difficult and hard to obtain constant data on an inspection of this kind. The present author would like to point out the following problems, that these unstable data are caused by the changes of the weather or the tidal conditions.

Therefore, in this paper are discussed the relations between the aforementioned conditions and the MPN.

The following results were obtained:

- 1) MPN in the sea water showed considerable changes from one to another, and these were owing to the tidal level and oceanic climate.
- 2) MPN was correlative with COD, wind velocity and height of wave.
- 3) MPN in the surface water was much more than the bottom water, and none of it was found in the sea water far 1000 meter off beach, but so many MPN was found in the bottom mud.
- 4) As for the accuracy of this inspection, it should be better to examine the MPN in the bottom mud than in the sea water.
- 5) *E. coli* out of the human became extinct within 3 hours in the sea water, nevertheless, they increased in the sea water containing 1% pepton or organic substances.

文 献

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1) 千葉県水産試験場 (1960): 東京湾口海洋汚水調査 2) 厚生省, 衛生検査指針 (IV) 3) 松江吉行 (1961): 水質汚濁の調査法 | <ol style="list-style-type: none"> 4) 日本下水道協会 (1970): 上水試験方法 5) 松永順夫 (1961): 傷アワビ症に関する研究 (II), 魚病研究 2 (1) pp. 11~21 6) 松永順夫, 傷アワビ症に関する研究 (III) 未発表 |
|---|---|