

海水のサルモネラ汚染ならびに汚染指標菌に関する研究

I. 海水中のサルモネラと汚染指標菌の分布

橋本秀夫・川上英之・村田昌芳*・牛島治義・中尾典隆・柳 加起*・河野光貴*

広島大学水畜産学部食品工業化学科・畜産学科*

1976年9月13日 受理

On the Contamination of Sea Water with *Salmonella* and Fecal Indicator Organisms

I. Occurrence and Distribution of *Salmonella* and Fecal Indicator Organisms in
Coastal Sea Water of Fukuyama

Hideo HASHIMOTO, Hideyuki KAWAKAMI, Masayoshi MURATA*, Haruyoshi USHIJIMA,
Michitaka NAKAO, Masuki YANAGI* and Kōki KŌNO*

Department of Food Chemistry and Technology and Department of Animal Husbandry*,
Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University, Fukuyama

(Figs. 1 - 7; Tables 1 - 4)

諸外国に比べてサルモネラ汚染が低いと考えられていたわが国も、家畜、家禽、食品、飼料および環境などに関する調査成績¹⁻⁹⁾から、ここ10数年の間に急速に汚染が高まってきたと指摘されるようになった。とくに、サルモネラによる環境汚染の進行と広がりとは各方面で重視され、現在、世界共通の問題としてその対策が望まれている¹⁰⁻¹³⁾。

自然環境におけるサルモネラ汚染のうち、河川や下水については著者らをはじめ、多くの研究⁷⁻⁹⁾がみられるが、これらが最終的に流入する海域のサルモネラ汚染についての報告例はまだ比較的少ない。

そこで著者らは、近年、生活排水や産業排水によって急速に汚染が進行していると指摘されている瀬戸内海の汚染状況について、微生物学的な面からの調査の一端として、まず沿岸海水を対象にサルモネラによる汚染状況を検討し、これに関連する各種汚染指標菌の分布調査を行った。

試料および方法

1. 試料

海水中のサルモネラおよび各種汚染指標菌の分布調査のため、1972年6月から1974年3月にわたって、図1に示すような福山市沿岸部の各定点から、何れも表層海水を採取して検査に供した。

試料として、1972年6月～12月(8月を除く)には沿岸部の4地点(A～D)から毎月数回ずつ計15回、1973年4月～1974年3月には計31回、また沖合部地点(E～H)から12回、合計58回、232検体の海水を採取した。これらの試料はA～D地点については潮の干満と関係なく、E～H地点については大潮の満潮時に採水したもので、1,000 ml容のポリエチレン容器に入れて研究室に持ち帰り、直ちに試験に供した。

試料の採取場所は図1に示す各地点である。

2. 実験方法

1) サルモネラの検出

サルモネラの検出は、以前に著者ら⁹⁾が河水のサルモネラ調査で行った方法に準じて、大量培養法^{7,8)}と高温培養法¹⁴⁾とを組み合わせで行った。

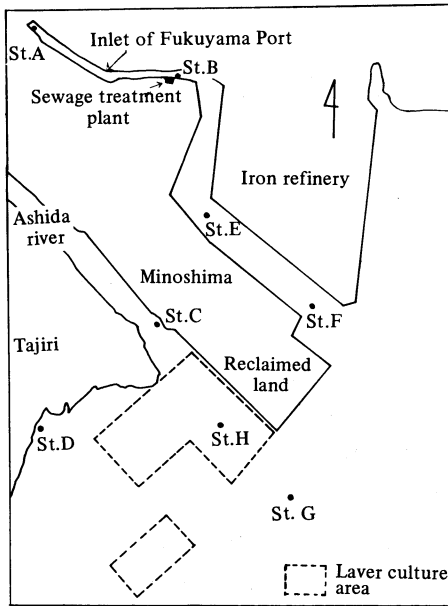


Fig. 1. Location of sampling stations.

- A : 福山港内港最奥部
- B : 新浜下水処理場放流口附近
- C : 広島大学水畜産学部箕島水産実験所前(芦田川河口部)
- D : 福山市田尻町海岸
- E, F : 福山港入江中央部
- G : 箕島埋立地沖合部
- H : 芦田川河口沖合部

まず、海水 300 ~ 500 ml を同量の濃厚普通ブイオンに加えて 43 °C, 18 ~ 20 時間培養後、菌が増殖したブイオン 1 ~ 2 ml をハーナテトラチオン酸塩培地(栄研) 2 本に移殖し、再び 43 °C, 18 ~ 24 時間増菌培養を行った。分離培養については、ブリリアントグリーン寒天培地(栄研)とマッコンキー寒天培地(栄研)を併用した。

分離培地に発育した集落を観察し、サルモネラ類集落については 1 平板当り 3 ~ 5 個の集落を釣菌して、TSI 寒天培地、SIM 培地およびリジン脱炭酸用培地などに培養して生物学的性状の確認を行い、サルモネラの性状を示した菌株については、さらに生化学的試験および血清学的試験を行って菌型を決定した。血清型別は市販のサルモネラ診断用血清(東芝化学)を用いた。

以上の試験は著者らによる既報の飼料および河川のサルモネラ検査方法と同様、常法^{15,16)}により行った。

2) 各種汚染指標菌の菌数測定

サルモネラ検査と平行して汚染指標菌としての大腸菌群、大腸菌および腸球菌の分布と菌数を測定した。大腸菌群および大腸菌は食品衛生検査指針¹⁷⁾に準拠し、腸球菌の検出は既報^{18,19)}に従った。

すなわち、大腸菌群は BGLB 培地、大腸菌は BGLB 培地で陽性を示した発酵管から EC 培地(栄研)に培養して、腸球菌は BTB Azide Dextrose 培地を用いて、それぞれ MPN 法により菌数を測定した。

3) 理化学的試験

以上の各種微生物分布調査の他に、水温、pH、COD および DO についても測定した。海水温は採水地点において直接温度計により測定した。その他の項目については今回の成績に含めないで省略する。

成績および考察

1. サルモネラの検出状況

1972 年 6 月から 1974 年 3 月に至るサルモネラの検出状況を試料採取の地点別に示した(表 1)。

サルモネラ陽性例は 28 例で、12.1% の陽性率であった。地点別のサルモネラ陽性率では E 地点がもっとも高く、ついで A, B 地点であり、これらの陽性率はどれも 20% 以上を示した。一方、沖合部の G, H 地点ではサルモネラは検出されなかった。

一般にサルモネラの検出は沿岸部の海水では陽性であったが、沖合部では陰性であり、また、港内から港外に遠ざかるに従って陽性率は低下する傾向がみられた。この成績は従来予想されていたように、潮の干満

Table 1. Frequency of occurrence of *Salmonella* from samples of surface sea water collected at the eight stations along the coast of Fukuyama (June 1972 - March 1974)

Station	No. of samples examined	No. of samples positive	Per cent positive
A	46	11	23.9
B	46	10	21.7
C	46	2	4.3
D	46	1	2.1
E	12	3	25.0
F	12	1	8.3
G	12	0	0
H	12	0	0
Total	232	28	12.1

による汚染海水の拡散、希釈の影響があるためと考えられる。しかしながら、E、F地点でもサルモネラが検出されたのは本地点が狭い入江の中央部に位置し、海水の出入や船舶の航路に当たっているためと考えられ、入江部分の地形的関係から、すべて汚染が行きわたっている様子も判明した。

入江のような地形的構造の海水にサルモネラ汚染があることはSAYLERら²⁰⁾によっても報告されている。

なお、サルモネラ陽性率の高かったA地点は、福山港内港のもっとも奥に位置しており、船舶が常時停泊し、また、河水も流れこんでおり、海水は黄褐色を呈して異臭も感じられたことから、サルモネラの検出が予想されるような地点であった。

また、B地点は福山市の下水処理場の排水口から約100 m離れた場所であり、海水は混濁して淡黄色を呈し、本地点もまたサルモネラ陽性の可能性が予想されていた。

Table 2. Monthly results of *Salmonella* isolated from sea water

Month of sampling	No. of samples examined			No. of samples positive	Per cent positive
	Sampling stations		Total		
	A-D	E-H			
Apr., 1973	4	0	4	0	.
May	16	4	20	3	15.0
Jun.	12	8	20	3	15.0
Jul.	12	4	16	5	31.3
Aug.	8	4	12	0	.
Sept.	12	4	16	4	25.0
Oct.	12	4	16	2	12.5
Nov.	12	4	16	1	6.3
Dec.	12	4	16	1	6.3
Jan., 1974	8	4	12	0	.
Feb.	8	4	12	0	.
Mar.	8	4	12	1	8.3
Total	124	48	172	20	11.6

CおよびH地点は、芦田川河口部およびその沖合部で、冬期はノリの養殖が行われアサリもよくとれる場所、海水は比較的清澈であった。

D地点は家庭排水が若干流入していたが海水は清澈であり、その沖合部はやはりノリ養殖が行われている地点である。しかし、本地点からも1回、サルモネラが検出された。

つぎに、1973年度におけるサルモネラの検出状況を月別にまとめた成績は表2に示すとおりで、8月に陰性であった点を除き、海水温が上昇する5～10月の陽性率が高かった。これに反して11～4月の低温の時期ではサルモネラ陽性率は低いか陰性であり、本菌の動態と海水温との関係がみられた。

各地点から分離されたサルモネラを血清学的に検討した結果、*S. typhimurium* をはじめとして12型に型別され、また、使用した市販診断用血清で型別不能の菌株はそれぞれO群のB, C₁, D, E₁に群別された。これら各血清型の採水地点別検出状況は表3に示すとおりである。

Table 3. Serotypes or O groups of *Salmonella* isolated from sea water

Serotype or O group	Sampling stations						Total	Water*	Feed**
	A	B	C	D	E	F			
<i>S. typhimurium</i>	2	1			2		5	****	-
<i>S. thompson</i>	1	2		1		1	5	+	+
<i>S. anatum</i>	2	1	1			1	5	-	+
<i>S. infantis</i>	1	2		1			4	-	+
<i>S. give</i>	1		1				2	+	+
<i>S. schleissheim</i>		1					1	-	-
<i>S. schwarzengrund</i>		1					1	-	-
<i>S. derby</i>		1					1	+	-
<i>S. montevideo</i>	1						1	+	-
<i>S. meleagridis</i>			1				1	+	+
<i>S. binza</i>		1					1	-	-
<i>S. senftenberg</i>		1					1	+	+
O group : B	1	1			1		3	.	.
C ₁	5	2					7	.	.
D		1					1	.	.
E ₁	1	1			1		3	.	.
Total	15	16	3	2	5	1	42		

* : River and sewage water in Fukuyama⁹⁾.

** : Animal feed-stuff in the manufacturing plants in the eastern district of Hiroshima prefecture⁵⁾.

*** : + : Positive isolates, - : Negative isolates.

これらの菌型のうち、もっとも検出率の高かったものは *S. typhimurium*, *S. thompson* および *S. anatum* であり、ついで *S. infantis* であった。

検出されたサルモネラの菌型または菌群を各地点別にみると、B地点からのそれがもっとも多岐にわたっており、13菌型・群が検出された。このように多数のものが検出されたのは、本地点の海水が下水処理場の排水によって影響を受けていたためと考えられた。

ついで多かったのはA地点で9菌型・群が検出された。

なお、表3の右端には、以前に著者らが福山市内の河水および下水から分離した菌型⁹⁾、および福山、尾道両市の飼料工場から分離した菌型⁵⁾を示した。それらの分離菌と今回のそれとを比較すると、今回の検出菌型の大部分は既に当地方で分離された菌型であった。

すなわち、陸上の環境を汚染しているサルモネラによって、最終的には海水まで汚染の影響を受けていることが今回の成績からも明らかとなった。しかも、世界的にヒトの感染例や食中毒、各種の食品その他からもっとも検出されている *S. typhimurium*^{21,22)}が今回の調査でも多数検出されたことは、サルモネラの生態学的見地からみても注意すべき点である。

なお、秋山ら²³⁾は神奈川県下の海水調査で *S. schwarzengrund*, *S. typhimurium* など13菌型を検出したと報告しているが、今回の成績でも両者が分離されていた。

2 汚染指標菌の分布状況

各種汚染指標菌の分布がサルモネラの出現とどのように関係しているかをみる目的で、汚染指標菌の動態について検討した。

1) 1972年の成績

大腸菌群、大腸菌および腸球菌の分布状況は表4に示すとおりで、大腸菌群の菌数をもっとも多く、ついで大腸菌、腸球菌の順であった。大腸菌群は何れの地点でも常に陽性であったが、他の2者では地点によっては陰性例もみられた。

Table 4. Most probable numbers of coliforms, *E. coli* and enterococci in sea water off Fukuyama in 1972

Station	Indicator organisms	No. of fecal indicator organisms in sea water (MPN/100 ml)					
		0	<10 ¹	10 ² -10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵
A	Coliforms	.	.	.	4*	7**	4*
	<i>E. coli</i>	3*	.	1	8**	3*	.
	Enterococci	.	.	12***	3*	.	.
B	Coliforms	.	.	.	1	4	10**
	<i>E. coli</i>	1	.	.	2	12**	.
	Enterococci	1	1*	7	5	1*	.
C	Coliforms	.	2	6	6	1*	.
	<i>E. coli</i>	5	3	6*	1	.	.
	Enterococci	3	8	3	1*	.	.
D	Coliforms	.	1	7	3*	4	.
	<i>E. coli</i>	2	6	3	4*	.	.
	Enterococci	5	6*	4	.	.	.

* : *Salmonella* positive samples.

菌数の比較ではAおよびB地点の各汚染指標菌とも多く、これらに比べるとCおよびD地では1/10~1/100の菌数であった。

サルモネラ陽性例はA地点4例、B地点2例、C、D地点各1例であったが、これらのサルモネラ陽性例と汚染指標菌との関係を検討すると、A地点の大腸菌、B地点の腸球菌では菌数の少ない例でもサルモネラ陽性例がみられたが、その他は一般に菌数が多い例、あるいはその地点での最高例でサルモネラが陽性であり、やはり汚染指標菌の菌数の多い方がサルモネラ陽性の傾向にあった。

2) 1973年度の成績

1973年度は年間を通して汚染指標菌の変化を検討した。大腸菌群の分布状況は図2に示すとおりで、前年の成績同様にB地点の菌数をもっとも多く、ついでA地点の順であり、やはりこれら兩地点の菌数は他地点に比べて高かった。つぎに多いのはE地点であった。

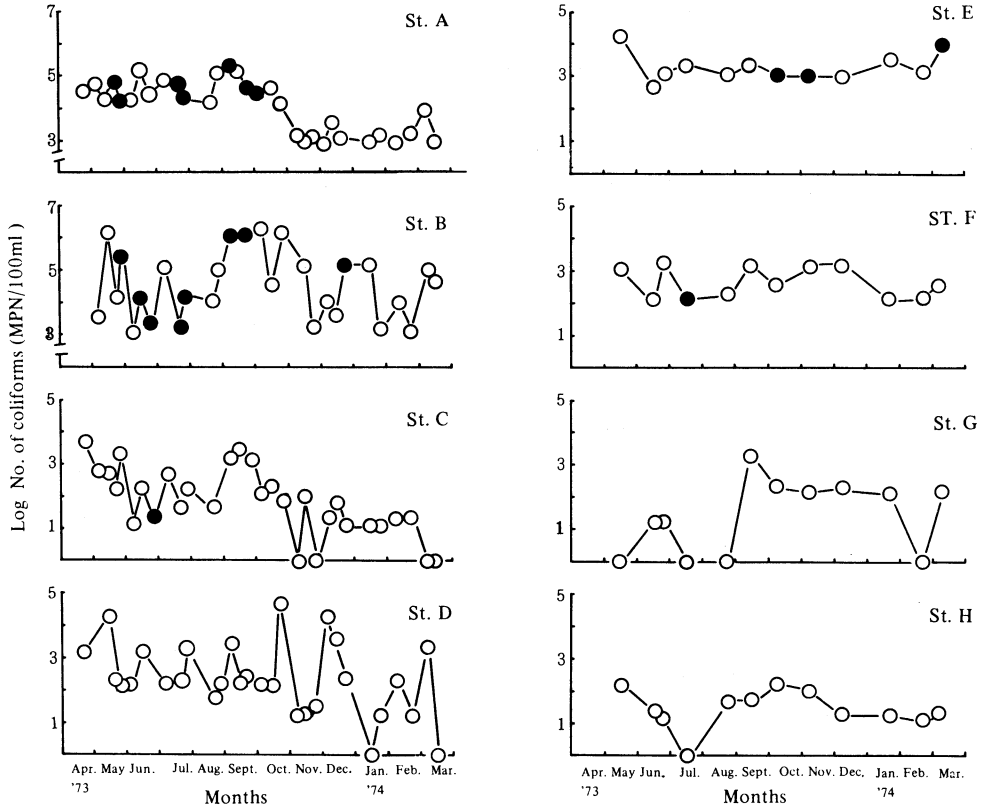


Fig. 2 Seasonal variations of coliforms MPN in sea water (Station A - H).

Symbols : ●, case with *Salmonella* recovery;

○, case without *Salmonella* recovery.

なお、各地点とも菌数のもっとも多いのは9月前後であったが、8月はこれに比べると全般に低い。8月にサルモネラが陰性であったことと何か関係があったのかも知れない。サルモネラ検出例は黒丸で示した。

大腸菌の分布状況は図3に示すとおりで、菌数は大腸菌群の約 $1/10$ 程度の成績であり、出現傾向はそれぞれ平行し、A、B地点が高く、C、D、G、H地点は低かった。

腸球菌の成績(図4)も出現傾向は前2者と同じであるが、C~H地点では陰性例が多かった。G地点は陰性例がほとんどなので省略した。

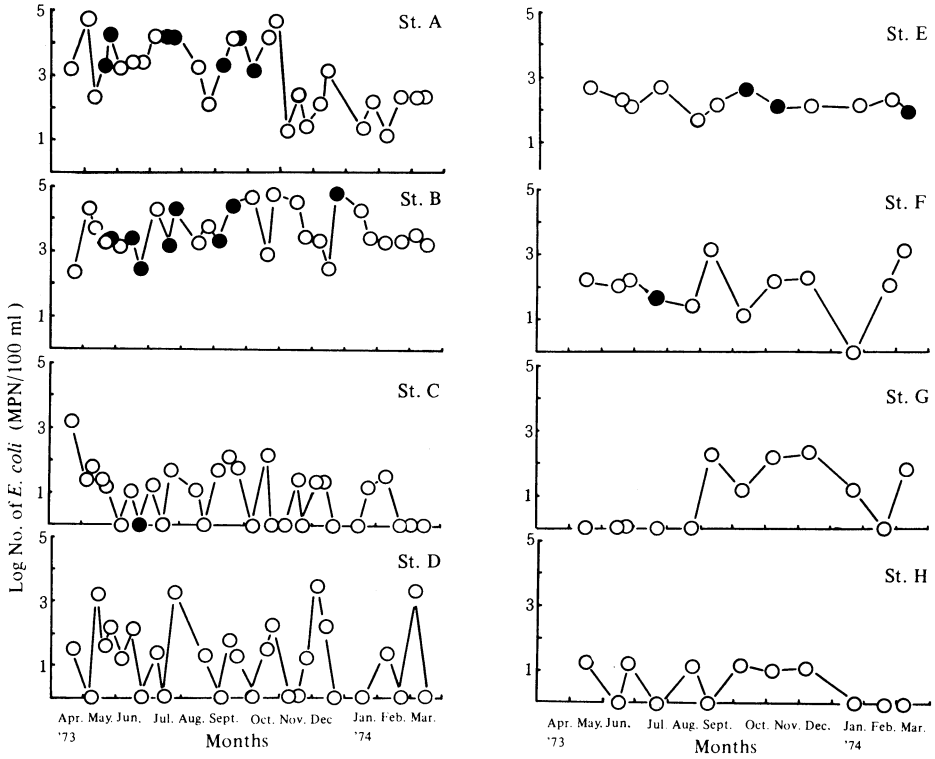


Fig. 3 Seasonal variations of *E. coli* MPN in sea water (Station A-H). Symbols : See Fig. 2.

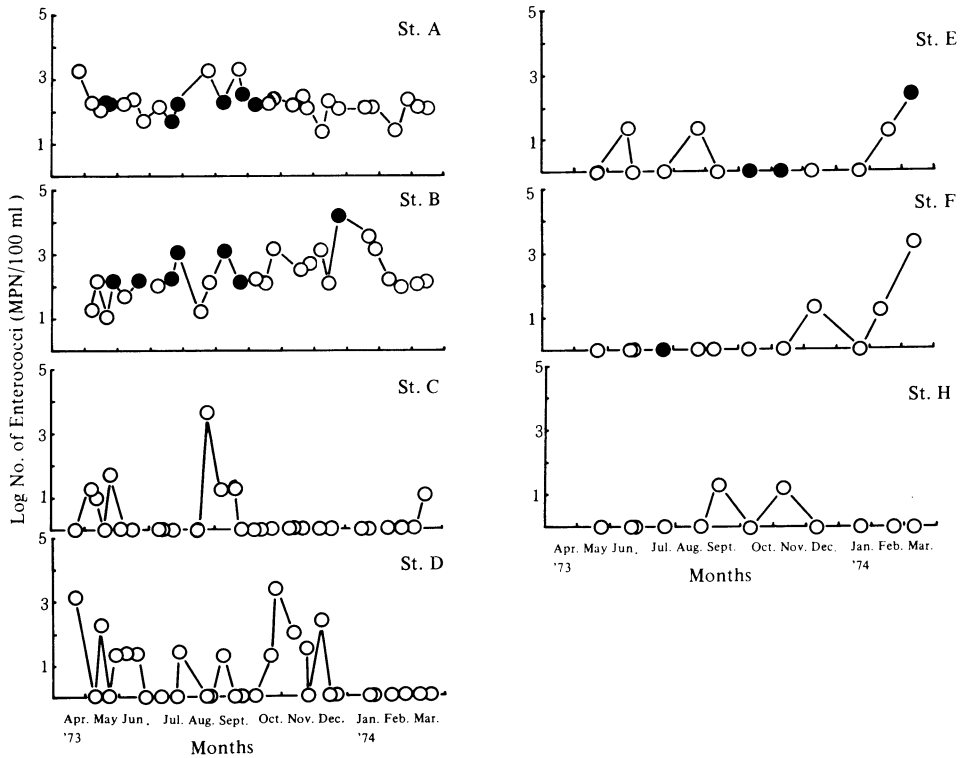


Fig. 4 Seasonal variations of enterococci MPN in sea water (Station A-H). Symbols : See Fig. 2.

3) サルモネラ陽性例と水温および汚染指標菌出現菌数との関係

表2に示されたように年間を通しての観察でサルモネラの検出率が高いのは5～10月の気温の高い時期であり、また、図2～4に示されたような汚染指標菌の出現菌数の多い地点であった。そこで、1973年度におけるA～D地点のサルモネラ陽性例と水温および汚染指標菌の出現菌数との関係を検討した。

まず、大腸菌群の出現菌数との関係(図5)をみると指標菌の菌数は全般に分布しているが、サルモネラ陽性例は右側上方に集中している。そこで菌数を 10^3 以上、水温は左端のサルモネラ陽性2例を含む 19°C 以上として、その範囲内の分布をみると、サルモネラ陽性例は16例中14例(87.5%)が含まれていた。

つぎに大腸菌の場合も同様の条件で菌数は 10^3 以上、水温 19°C 以上として検討すると13例(81.2%)が概当した(図6)。

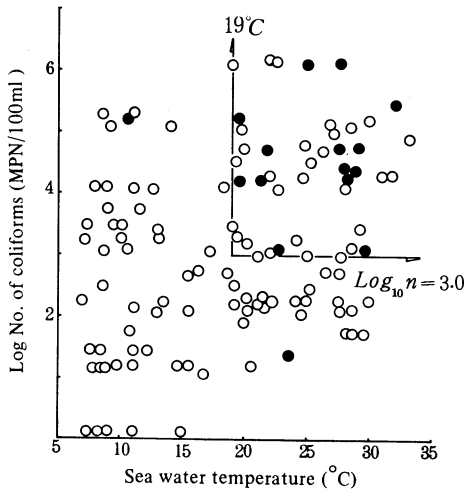


Fig. 5. Correlation between occurrence of *Salmonella*, MPN of coliforms, and sea water temperature.

Symbols: See Fig. 2.

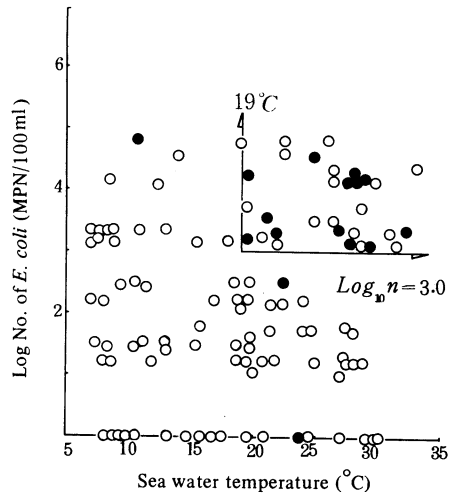


Fig. 6. Correlation between occurrence of *Salmonella*, MPN of *E. coli*, and sea water temperature.

Symbols: See Fig. 2.

腸球菌の出現菌数は以上の二者に比べると全般に低く(図7)、サルモネラ陽性例は 10^2 以上の線上に分布している。そこで菌数は 10^2 以上、水温 19°C 以上としてみると、この場合は14例中12例(85.7%)、2例欠)が概当した。

上記の成績から判明するように、夏期に水温が上昇して 19°C 以上となり、各汚染指標菌の菌数も高い数値が得られるような状態にあってはサルモネラの検出される頻度が高かった。

以上、瀬戸内海の汚染進行が指摘されている中で、著者らは福山市沿岸海水を試料としてその汚染状況の一端を、サルモネラおよび汚染指標菌分布の面から検討した。

その結果、サルモネラは平均12.1%の陽性率であった。海水のサルモネラ調査の成績では来住ら²⁴⁾が大坂港について調査し、平均68.4%もの陽性率であったと報告しているが、今回の調査成績でも都市近郊

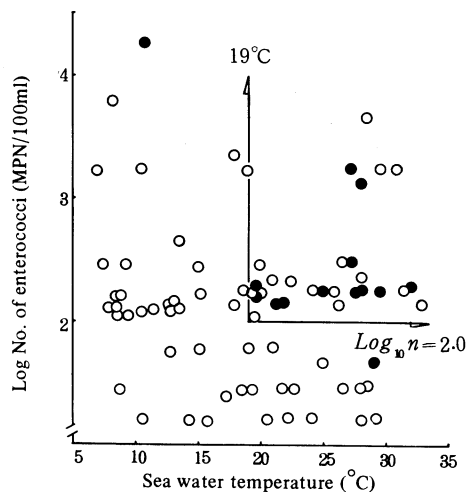


Fig. 7. Correlation between occurrence of *Salmonella*, MPN of enterococci, and sea water temperature.

Symbols: See Fig. 2.

の沿岸海水を対象としたにもかかわらず平均陽性率はそれに比べて低かった。この成績の差は、大阪港のサルモネラ汚染に比べて福山市沿岸のそれがまだ低いいためか、あるいは年間を通しての平均値であったため、このような結果が得られたものと考えられた。

そこで、1973年度におけるサルモネラ陽性例の多かったAおよびB地点に限定して月別に検討すると、A地点では5月50%、7月および9月は66.6%であり、B地点でも6、7、9月の3カ月はどれも66.6%の陽性率を示した。

このような成績は福山市の沿岸海水においても、状況によっては高汚染の大阪港に匹敵するサルモネラ汚染があることを示すものである。ただし、これら陽性率の高かったA、B両地点の現況をみると、前者は船舶が常時停泊している港内であり、後者は市の下水処理場の排水口に近いという地理的環境条件があり、これらが大きく関係していたものと推察された。

これらに比べるとその他の地点では、港外および沖合部に行くに従ってサルモネラ陽性率は低下した。

つきに、汚染指標菌の分布状況についてみると、各汚染指標菌とも菌数が多いほど、サルモネラ陽性率は高い傾向にあった。

わが国および米国における生食用カキの衛生基準としては、これらの原料用カキを採取する海域の大腸菌群最確数は100 ml当り70以下とされている。ANDREWS²⁵⁾は、米国各地から集められたカキおよび海水について大腸菌群、大腸菌およびサルモネラを調査し、汚染指標菌の出現菌数が多いほどサルモネラ陽性率は高くなるが、大腸菌群の菌数が70以下の海域から採取されたカキの中にも多数のサルモネラ陽性例があると指摘している。

今回、調査したC、D、H地点およびその附近は古くからノリの養殖が盛んな場所で、またモガイ、アサリなどの養殖も行われてきた。従って海水のサルモネラ汚染はこれらの水産物汚染にも影響を及ぼすものと考えられる。今回の調査とは別に、市内のスーパーマーケットから購入したアサリおよびカキについてのサルモネラ検査でもそれぞれ陽性例を得ている。また、ANDREWS²⁶⁾はハマグリ²⁶⁾のサルモネラ汚染も報告しており、水産物のサルモネラ汚染も進行しつつあると推定される。

さて、汚染指標菌の年間を通しての変動を検討すると、5～10月の気温の高い時期に菌数値は高くなり、同時にサルモネラの検出率も高くなった。このような状況について、さらに海水温の変動から水温とサルモネラ陽性例との関係を検討した。図5～7に示されたように、大腸菌群および大腸菌はMPNが 10^3 以上、腸球菌のそれは 10^2 以上であって、しかも海水温が19℃以上の範囲内にサルモネラ陽性例が集中しており、サルモネラが検出された試料の80%以上がこの条件内に含まれていた。

湯田²⁷⁾は、腸炎ビブリオ食中毒の発生が、海水温が19.0～19.5℃以上になると多発する傾向にあると報告しているが、サルモネラの検出されるのも海水温が19℃以上になったときに高かった。すなわち、19℃以上の海水温が腸炎ビブリオやサルモネラの動態と密接に関係があるようで、自然界における気温、水温との関係は注目すべき点である。

今回の成績は19℃以上の海水温が、魚介類もしくは海水と関係が深い腸炎ビブリオのみならず、サルモネラに対しても増殖あるいは生残性に重要な影響を及ぼしていたという点で、サルモネラの生態学の面からもきわめて興味深い。

要 約

瀬戸内海的环境汚染調査の一環として1972年6月から1974年3月にわたり、福山市沿岸海水を対象にサルモネラと汚染指標菌の動態について調査した。その結果、以下のような成績が得られた。

1. 8地点(A～H)から採取した海水のサルモネラ陽性率は、平均12.1% (28/232)であった。
2. サルモネラ陽性率は地点および季節によって異なり、A地点23.9% (11/46)、B地点21.7% (10/46)およびE地点25% (8/12)と陽性率が高く、また季節別では5～10月に高かった。
3. サルモネラ陽性率は港内から港外および沖合部に行くに従って低下した。
4. 分離された42株のサルモネラの菌型またはO群は、*S. typhimurium*, *S. thompson*, *S. anatum*,

S. infantis, *S. give*, *S. schleissheim*, *S. schwarzengrund*, *S. derby*, *S. montevideo*, *S. meleagridis*, *S. binza*, *S. senftenberg* および型別不能のO群B, C₁, D, E₁であった。

5. これらの菌型・群は、以前に著者らが当地方の飼料工場や河川から分離した菌型と大多数は同じであったことから、陸上環境を汚染しているサルモネラが最終的には海水まで汚染していることが明らかとなった。

6. 従って海水のサルモネラ汚染は水産物のサルモネラ汚染にも影響を及ぼしている。

7. 汚染指標菌は大腸菌群、大腸菌および腸球菌の順で菌数ならびに検出率が高く、大腸菌群はほとんどが陽性であったが、他の2者では陰性例も多かった。

8. これら汚染指標菌の菌数が多い海水ほど、サルモネラ検出率が高い傾向にあった。

9. サルモネラならびに汚染指標菌の検出状況と海水温との関係を検討した結果、サルモネラは汚染指標菌の菌数が多く、しかも、水温が19℃以上の海水から検出される傾向があった。

本研究の一部は昭和47～49年度文部省科学研究費（特定研究1「瀬戸内海の汚染と指標生物の動態に関する研究 — 代表者藤山虎也教授」）によったことを付記し謝意を表する。

文 献

- 1) 深沢 平・増田敬三：メディヤサークル，**14**, 333-339 (1969).
- 2) 佐藤儀平：鶏病研究会報，**6**, 113-122 (1970).
- 3) 鈴木 昭：メディヤサークル，**14**, 306-315 (1969).
- 4) 坂井千三：同上誌，**14**, 315-320 (1969).
- 5) 橋本秀夫・広森 旭・曾我部 誠・波岡茂郎：食衛誌，**7**, 428-432 (1966).
- 6) 橋本秀夫：メディヤサークル：**14**, 346-352 (1969).
- 7) 善養寺 浩：同上誌，**12**, 437-446 (1967).
- 8) 秋山昭一：同上誌，**14**, 339-345 (1969).
- 9) 橋本秀夫・平田泰治・原田 慧・清水 健：広大水産学部紀要，**10**, 153-160 (1971).
- 10) 善養寺 浩：日本公衛誌，**16**, 680-684 (1969).
- 11) 善養寺 浩：同上誌，**16**, 729-735 (1969).
- 12) THOMASON, B.M., BIDDLE, J.W. and CHERRY, W.B.: *Appl. Microbiol.*, **30**, 764-767 (1975).
- 13) TOMPKIN, R. B.: *J. Milk Food Technol.*, **39**, 359-361 (1976).
- 14) SPINO, D.F.: *Appl. Microbiol.*, **14**, 591-596 (1966).
- 15) 坂崎利一：腸内細菌とその類似菌の簡易なしらべかた，改訂版，栄研化学，東京(1964)。
- 16) EDWARDS, P.R. and EWING, W.H.: *Identification of Enterobacteriaceae*, 2nd ed., Burgess, Minneapolis (1962)〔中谷林太郎・坂崎利一訳：腸内細菌同定法，pp. 101-210，一成堂，東京(1964)〕。
- 17) 厚生省環境衛生局監修：食品衛生検査指針I，検査法別，pp. 107-119，日本食品衛生協会，東京(1975)。
- 18) 橋本秀夫：メディヤサークル，No.54, 163-169 (1964)。
- 19) 橋本秀夫：モダンメディア，**16**, 290-298 (1970)。
- 20) SAYLER, G.S., NELSON, J.D., JR., JUSTICE, A. and COLWELL, R.R.: *Appl. Environ. Microbiol.*, **31**, 723-730 (1976)。
- 21) FOX, M.D., LOEWENSTEIN, M.S. and MARTIN, S.M.: *J. Inf. Dis.*, **125**, 196-198 (1972)。
- 22) 橋本秀夫：食品衛生学，pp. 9-15，共立出版，東京(1975)。
- 23) 秋山昭一・坂井千三・鈴木 昭・仲西寿男・坂崎利一：食品衛生研究，**21**, 1010-1022 (1971)。
- 24) 来住輝彦・伊藤尚夫・井上三郎：日本公衛誌，**17**, 964 (1970)。

- 25) ANDREWS, W.H., DIGGS, C.D., PRESNELL, M.W., MIESCIER, J.J., WILSON, C.R., GOODWIN, C.P., ADAMS, W.N., FURFARI, S.A. and MUSSELMAN, J.F. : *J. Milk Food Technol.*, **38**, 453–456 (1975).
- 26) ANDREWS, W.H., DIGGS, C.D., MIESCIER, J.J., WILSON, C.R., ADAMS, W.N., FURFARI, S.A. and MUSSELMAN, J.F. : *J. Milk Food Technol.*, **39**, 322–324 (1976).
- 27) 湯田和郎・山司男七・我妻正三郎：医学と生物学，**90**, 249–252 (1975).

SUMMARY

As a part of the survey on environmental pollution of the Seto Inland Sea, Japan, a survey on the ecology of *Salmonella* and fecal indicator organisms in the sea water samples collected at eight stations (A to H) located on the coast of Fukuyama, was conducted in June 1972 through March 1974.

The results obtained were as follows:

1. The positive rate for occurrence of *Salmonella* in the samples collected at the eight stations was 12.1% (28/232) in average.

2. It was observed that the frequency of occurrence of *Salmonella* in the samples varied depending on the sampling stations and on the seasons. Positive rates in *Salmonella* detection as high as 23.9% (11/46) at St. A, 21.7% (10/46) at St. B, and 25.0% (3/12) at St. E were observed. In the seasonal observations, a higher positive rate of occurrence of *Salmonella* was observed in the samples collected during May through October.

3. The frequency of incidence of *Salmonella* in the samples lowered as the sampling station went from the inner part of Fukuyama Port to the outer part of the Port and the offshore area.

4. Some of the forty-two strains of *Salmonella* isolated were serotyped to *S. typhimurium*, *S. thompson*, *S. anatum*, *S. infantis*, *S. give*, *S. schleissheim*, *S. schwarzengrund*, *S. derby*, *S. montevideo*, *S. meleagridis*, *S. binza* and *S. senftenberg*, and the O-groups B, C₁, D and E₁.

5. Most of the serotypes isolated in the present study were similar to those isolated previously from the river waters and feed-stuffs in this district by the authors. According to the results, it was proved that those serotypes of *Salmonella* contaminating the terrestrial environment have also contaminated the coastal marine environment as a terminal stage in the pollutive circulation.

6. The marine contamination with *Salmonella* may result into the contamination of marine products.

7. The higher values of the MPN and frequency of occurrence of the fecal indicator organisms were observed according to the order to coliforms, *E. coli* and enterococci. The incidence of coliforms was positive in most of samples examined, but those of the others were negative in some cases.

8. A high tendency of *Salmonella* recovery was observed in cases that represented high values in the MPN of fecal indicator organisms.

9. As a results of consideration on the relationship between the sea water tem-

perature and the frequency of occurrence of *Salmonella* and of fecal indicator organisms, it was recognized that there is a high tendency of *Salmonella* recovery in the sea water samples that showed a high MPN value of fecal indicator organisms and were on a temperature higher than 19°C.

(Received September 13, 1976)