

地方都市における河水、下水のサルモネラ汚染について

橋本秀夫・平田泰治・原田 慧・清水 健*
(広島大学水畜産学部食品工業化学科)

Salmonella Contamination of Rivers and Sewages in Fukuyama City

Hideo HASHIMOTO, Yasuharu HIRATA, Satoshi HARADA,
and Takeshi SHIMIZU*

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

(Fig. 1; Tables 1-5)

近年、わが国においても欧米諸国と同じような要因から、次第にサルモネラ食中毒が増加の傾向をみせているが、それと関連してわれわれの生活環境におけるサルモネラ汚染の増加が指摘されている。

わが国におけるサルモネラ汚染の増加は、英国などの例と同様に、諸外国から輸入された生肉、卵および動物性飼料などにサルモネラが付着して侵入したのが大きな原因とされ、とくに生肉と飼料の影響については既に多くの報告^{1), 2)}にみられるとおりである。

一方、これらの事実と関連して、われわれの生活環境がサルモネラによって汚染されてきている例として、東京³⁾、大阪⁴⁾、神奈川⁵⁾など、いわゆる大都市周辺における河川ではサルモネラによって高濃度に汚染されている事実も報告されている。

著者らは、サルモネラによるこのような環境汚染を重視して、まだ余り調査の行なわれていない地方都市の河川におけるサルモネラ汚染の実態を知る目的で今回の調査を行なった。

検体および検査方法

検査対象は広島県東部地区福山市における河水、下水および場汚水である。

河水については、昭和43年7月から12月までの間に、第1図に示すような5地点(A~E)から11回採取したものの55例、下水は同じく6月から10月の期間に6地点(a~f)から6回採取したものの36例であり、と場汚水は前年の10月から12月までの間に採取したものの19例で、合計110検体である。

検水は1lのポリ容器に採取して実験室に持ち帰り、直ちに以下に述べるような方法に従って検査に供した。

検査方法は善養寺³⁾、秋山⁵⁾らの方法を参考として大量培養の方法を取り入れ、これに高温培養法を組合わせて検査を進めた。これは本研究の試験に先立ち、予備的にSPINO⁶⁾の方法に従ってガーゼスワブ法、あるいはメンブランフィルター法などを検討したが、前者では検出率が悪く、また後者では河水の汚濁が甚だしいため汙過に時間がかかりすぎて実際的でないことなど、余りよい結果が得られなかったためである。

検査の順序は以下のとおりで、まず、検水を500mlと200mlとに分け、それぞれ倍濃度の普通ブイオンに等量に加えて43°C、18~24時間の前培養を行なった。ついで増殖したブイオンの1~2mlずつをセレナイト培地とハーナーのテトラチオン酸塩培地に移植し、再び43°Cで18~24時間の選択増

* 農林省家畜衛生試験場, *National Institute of Animal Health, Kodaira, Tokyo*

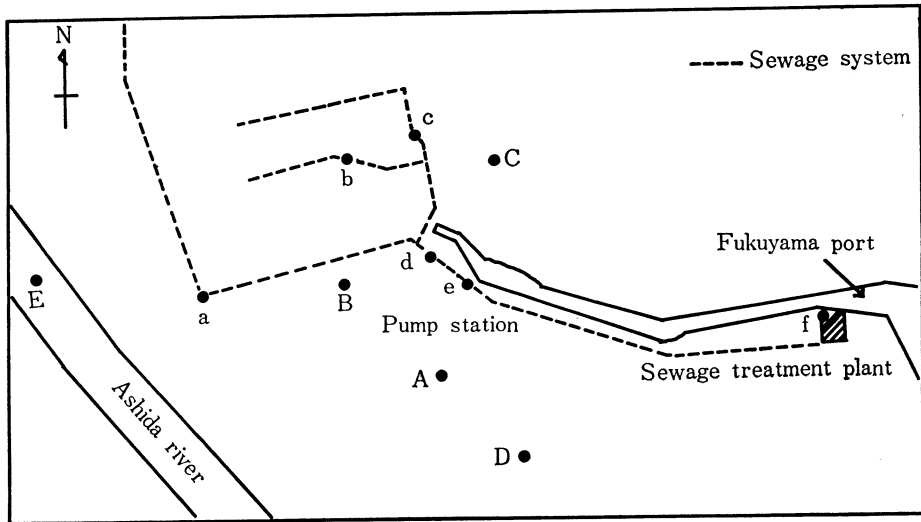


Fig. 1. Map showing the location of sampling
 A~D: Locations of sampling in stream and river
 a~f: Locations of sampling in sewage system

菌培養を行なった。分離培地としては DHL 寒天培地とブリリアントグリーン寒天培地を併用して、菌検出の確実を期した。

以上が河水と下水からのサルモネラの検出方法であるが、この前年に行なったと場汚水の検査では、濃厚ブイヨンによる前培養を 37°C で行っており、その他は大体同じ方法で行なった。

なお、検査の途中でセレナイト培地の選択能力を検討した結果、ハーナー培地に比較してサルモネラの検出率がやや劣る傾向がみられたことから、後半はハーナー培地のみとして、代りに 1 検体当たり 2 本を使用することとし、1 ml と 2 ml のブイオンを移植した。

分離培地から鈎菌した疑わしい集落については、TSI 培地、SIM 培地およびジン脱炭酸培地などにより確認を行ない、サルモネラの性状を示したものについては、さらに生化学的性状試験および血清学的試験により同定を行なって菌型を決定した。これらの試験は、以前に報告した飼料のサルモネラ検査²⁾の方法と同様に行なった。

なお、下水からの採水に当っては福山市職員の協力を得て、マンホールの部分を開けて採水したもので、ここに御協力を感謝する次第である。

検査成績

1. 河水

検体は A~E の 5 地点から採取したものであるが、各採水地点における川の大きさは、川巾 4~5 m の用水路から、E のように 100 m 以上の大きいものまで区々に分かれていた。

なお、E 点の上支流約 5 km の地点には公立と場があり、浄化槽からの排水が放流されている。

河水における検査成績は第 1 表に示すとおりで、A および B 地点では *S. thompson* と *S. meleagridis* がそれぞれ 1 回ずつ検出されたのみであった。これに対して C 点では 11 回中 6 回 (54.5%) と陽性率が高く、また出現菌型も *S. westerstede* と *S. thompson* がそれぞれ 3 回、その他 *S. meleagridis*, *S. derby*, *S. senftenberg* と検出菌型も多かった。

C 点は川巾が 30 m 位で流れがゆるくゴミ投棄の根跡があり、ちゅう芥やその他の浮遊物が常時み

Table 1. *Salmonella* isolations from streams and rivers.

Date of sampling	Location of sampling				
	A	B	C	D	E
1968 :					
Jul. 4	—	—	—	—	—
Jul. 22	—	—	<i>S. meleagridis</i>	—	—
Sept. 11	—	—	(<i>S. westerstede</i> <i>S. thompson</i>)	<i>S. thompson</i>	—
Sept. 27	—	—	<i>S. thompson</i>	—	—
Oct. 16	—	—	—	—	—
Oct. 29	—	—	—	—	—
Nov. 6	—	—	—	<i>S. thompson</i>	—
Nov. 11	—	—	<i>S. westerstede</i>	—	—
Nov. 19	<i>S. thompson</i>	<i>S. meleagridis</i>	(<i>S. derby</i> <i>S. thompson</i>)	—	—
Dec. 2	—	—	—	<i>S. thompson</i>	—
Dec. 10	—	—	(<i>S. westerstede</i> <i>S. senftenberg</i>)	<i>S. thompson</i>	(<i>S. enteritidis</i> <i>S. thompson</i>)

られるような場所であったことから、このようなちゅう芥などの投棄が原因で陽性率が高かったものとも考えられる。

D点は川巾 4 m 位の用水路であるが、11 回中陽性は 4 回で、しかも出現菌型はすべて *S. thompson* のみであった。

同じ菌型が何度も検出されているのは C 点 (*S. westerstede* と *S. thompson*) も同様であるが、このような成績がみられるということは、本タイプによる汚染が付近に濃厚であり常在化しているためか、あるいは何か汚染源があって常時同じタイプの菌によって汚染があったのではなからうかと考えられるが、詳細は不明である。

E 点は前述のごとく、川巾は 100 m 以上の 1 級河川であり、水量も多い川から採水したのであるが、夏季には 1 例も検出されず 12 月に入って 1 回だけ陽性を示した。しかも出現菌はサルモネラ食中毒の原因菌として頻度の高い *S. enteritidis* と *S. thompson* の 2 菌型であった。

以上、河水におけるサルモネラの出現状況は 55 例中 13 例から検出され、23.6% の陽性率であった。また出現菌は 1 検体から 2 種類のタイプが検出されたもの 4 例があり、結局 13 検体から 17 株 (6 種類) の菌が検出された。

2. 下水

下水については第 1 図に示したように市内を走る 3 つの各幹線下水溝から 1 カ所ずつ (a ~ c) と、それらの合流点 (d)、水位が低いために強制圧送の手段として設けられているポンプ場 (e) および終末処理場 (f) の 6 地点から検水の採取を行なった。

試験の結果は第 2 表に示すように a, b の両地点ではすべて陰性であった。このうち a 点の状況をみると、付近の染色工場から排出される染料に染まった水が流れこんでおり、従って下水の色は何時も赤や青黒色に着色していた。サルモネラ陰性にはこのようなことが関係していたのかも知れない。

C 点では 6 回中 3 回陽性を示した。採水時の観察では、簡易浄化槽からの排水の流入がみられていたことから、陽性が予想されていた地点である。陽性 3 回のうち 2 回は同じ菌型の *S. mikawashima* が検出された。

d および e 点は a, b, c の合流したものであるから陽性例は当然のことと考えられる。

最後の地点である終末処理場 (f) では活性汚泥法による処理と塩素滅菌が行なわれていた。しかし、検体の採取時には施設はまだ建設整備の途中であり、完全に稼動していなかった。そのせいもあってか

Table 2. *Salmonella* isolations from sewages.

Date of sampling	Location of sampling					
	a	b	c	d	e	f
1968 :						
Jun. 18	—	—	<i>S. mikawashima</i>	—	—	—
Jun. 27	—	—	<i>S. narashino</i>	—	—	<i>S. thompson</i>
Sept. 17	—	—	<i>S. mikawashima</i>	<i>S. thompson</i>	—	—
Oct. 1	—	—	—	—	—	<i>S. senftenberg</i>
Oct. 11	—	—	—	—	—	<i>S. montevideo</i>
Oct. 22	—	—	—	—	<i>S. meleagridis</i>	—

6回中3回に陽性がみられた。

以上、下水におけるサルモネラの出現状況は、前記の河水と同じ程度の陽性率 (22.2%, 8/36) であり、出現菌型も6型に分けられた。

3. と場汚水

福山市立食肉センター内に設けられていると場の汚水浄化装置の流入口 (解体処理室汚水) と排出口 (浄化槽排出汚水) の2カ所および浄化槽からの汚水が放流されている地点の河水について調べたものである。

その成績は第3表に示すとおりで、未処理の解体処理室の汚水からは10例中4例、浄化槽排出汚水では6例中3例が陽性を示した。

Table 3. *Salmonella* isolations from sewages of slaughterhouse.

Date of sampling	Untreated sewage	Treated sewage	Waste water
1967 :			
Oct. 24	<i>S. give</i>		—
Oct. 30	<i>S. meleagridis</i>		—
Nov. 7	—		—
Nov. 13	—	<i>S. derby</i>	
Nov. 22	—	<i>S. meleagridis</i>	
Nov. 29	—	—	
Dec. 5	{ <i>S. thompson</i> <i>S. typhimurium</i> —	—	
Dec. 13	<i>S. senftenberg</i>	<i>S. senftenberg</i>	
Dec. 18	—	—	
No. of samples examined	10	6	3
No. of positive samples	4	3	0
Per cent positive	40.0	50.0	

これら陽性例の出現菌型は *S. meleagridis* と *S. senftenberg* が2回ずつ検出された他は *S. typhimurium* など6種類の菌が分離された。

浄化槽汚水の放流口より約10m下流の地点から採取した放流河水では、稀釈の影響のためか、3例とも陰性であった。

以上、と場汚水におけるサルモネラの出現状況は、河水および下水の陽性率よりやや高く36.8% (7/19) の陽性率であり、出現菌型は6型に分けられた。

と場におけるサルモネラ汚染の現状は、以前に比べて非常に濃厚になりつつあるといわれている⁷⁾。なお、河水、下水および場汚水のサルモネラ汚染状況をまとめて示すと第4表のとおりである。

Table 4. Frequency of *Salmonella* contamination in rivers and sewages.

Source of samples	No. of samples examined	No. of positive samples	Per cent positive
River	55	13	23.6
Sewage	36	8	22.2
Sewage of slaughterhouse	19	7	36.8
Total	110	28	25.4

合計 110 検体中、陽性例は 28 例であり、陽性率は 25.4% であった。この成績は大都市の成績に比べると 1/2 程度の陽性率である。

4. 分離サルモネラの菌型

つぎに各検水から分離されたサルモネラの菌型を一括して示すと第5表のとおりで、合計 33 株、11 菌型に分けられた。

Table 5. *Salmonella* serotypes isolated from rivers and sewages.

Serotype	River	Sewage	Sewage of slaughterhouse
<i>S. derby</i>	1		1
<i>S. typhimurium</i>			1
<i>S. montevideo</i>		1	
<i>S. thompson</i>	9	2	1
<i>S. mikawashima</i>		2	
<i>S. narashino</i>		1	
<i>S. enteritidis</i>	1		
<i>S. meleagridis</i>	2	1	2
<i>S. give</i>			1
<i>S. senftenberg</i>	1	1	2
<i>S. westerstede</i>	3		
Total	17	8	8

わが国および世界的にもサルモネラ食中毒の中で最も発生頻度の高いのは、*S. typhimurium* と *S. enteritidis* によるものであるが、これらの両菌型が河水および場汚水から検出された。われわれが以前に報告したフィッシュミールのサルモネラ検査の成績⁸⁾では、福山市所在の工場から、また上田ら⁹⁾もと場から *S. enteritidis* を数例分離していることから、本菌型は当地方に常在分布しているものと考えられる。

河水および場汚水から分離された *S. derby* は、米国において数年前までは、ヒトから分離されるサルモネラの中で上位に属していた菌型であり¹⁰⁾、わが国でも近年、比較的と場などから分離されるようになった菌型である。広島県では、衛研の中森ら¹¹⁾が、昭和42年にはじめて福山市の野犬から分離しておることから、本菌型の常在化も考えられる。

その他、昭和33年頃、三原市を中心として数回にわたって発生したサルモネラ食中毒¹²⁾の原因菌は *S. senftenberg* であったが、本菌型をはじめ *S. thompson*, *S. narashino*, *S. meleagridis*, *S. give* などは既にわれわれがこの地方に所在する飼料工場の各種飼料から、あるいは衛研においても、野犬、家禽などの調

査で分離している菌型であることから、広島県東部地区に分布している菌型が想像される処である。

しかし、*S. montevideo*, *S. mikawashima* および *S. westerstede* などは当地方としても、また広島県としてもはじめての菌型と考えられる処から、新しいタイプのサルモネラによる汚染の広がりつつあることが、これらの成績からも推察されるものである。

考 察

従来わが国におけるサルモネラ汚染は、諸外国に比べて非常に少ないものと考えられていた。それは例えば、英国などのように生肉や卵製品、動物性飼料その他がサルモネラによって高濃度に汚染されており、サルモネラ食中毒の発生が多く、食品衛生上あるいは家畜の衛生上、その防止対策に悩まされていたという現状に対して、わが国ではサルモネラ食中毒の発生にしても、家畜の保菌率にしてもきわめて低い状況にあったからである。しかもその原因は、わが国が島国という外界からシャ断された地域特殊性によるものと考えられていた。

しかし、近年の望みの自由化に伴ない輸出入物資の増加から、サルモネラに汚染した物資の流入により、今やサルモネラは世界的な規模で流動をはじめているということが指摘されるようになった。

それらの事実はやがてわが国においても現実の問題として現われ、生肉¹⁾や飼料²⁾、ヒナ¹³⁾などの輸入に伴ってサルモネラが国内に持込まれている事実が多くの報告によって明らかにされた。しかも食中毒の発生も増加の一途をたどっている。

すなわち、サルモネラの汚染ならびに食中毒の発生に関しては、わが国も欧米型に近づいてきたものと考えられる。

さらに、このような事実に伴って、従来は考えられなかったようなわれわれの生活環境、とくに河川や下水などにおいてすらもサルモネラによる汚染が高まってきたことが明らかになってきた。

善養寺³⁾は昭和41年に東京都における下水のサルモネラ検査で69.1%(38/55)の陽性結果を得ているが、実際の内容を検討すると、梅雨の時期を除いた成績では100%であったと報告している。

秋山⁵⁾は神奈川県下の主要6河川についてサルモネラ検査を行ない48.7%(38/78)、さらに昭和44年の主要5河川についての検査では70%(7/10)の成績¹⁴⁾を得、とくに検体量がわずか1mlの河水からも陽性例を得ていることから、もはや河川とは呼べないような状況にあるとまで批判している。しかも、このような濃厚汚染は家畜の汚物の不法投棄、新興住宅団地などにおけるし尿浄化槽からの末消毒放流などが原因であると指摘している。

また、大阪市における河川の検査で来住ら⁴⁾は70.5%(12/17)の陽性率を報告している。

このような大都市周辺における河川あるいは下水のサルモネラによる濃厚汚染に対して、同じ神奈川県内でも比較的、団地造成や都市化の影響を受けていないと思われる地域の河川について後藤¹⁵⁾が調べた成績では、18.3%(18/98)の陽性率であったと報告している。

同様を見地から松村^{16, 17)}は、大都市に比べてまだ汚染の進んでいない、すなわち観光県を標榜する長野県のような地方都市における汚染状況をみる目的で、県内の主要4河川についてサルモネラの分布調査を行なった結果、第1回目24%(6/25)、第2回目22.5%(7/31)であったと報告しており、1回目に比べて2回目の成績の内容から、長野県のような地方都市における河川でも菌型の多様化から、次第にサルモネラによる汚染が高まりつつあることが予想されると述べている。

長野県における2回の成績および神奈川県の後藤¹⁵⁾の報告例は、今回のわれわれの得た結果とほぼ同じような成績であり、同様のことが推定できる。

河川や下水のサルモネラ汚染の原因には、養豚場や養鶏場、と畜場、食肉食品の処理加工場の汚水、あるいは一般家庭の台所の排水と共に、簡易浄化槽からの放流水などの流入が大いに関係しているものと考えられる。また、河川では多くのゴミやちゅう芥の不法投棄も問題である。

従って、今後の対策としては、サルモネラの汚染に限らず河川の浄化のためには、各事業所からの汚

水の流入を規制すると同時に、一般市民の衛生観念の向上を計るということも必要なことであろう。

かつて、わが国では家畜のサルモネラ保有率が低く、またサルモネラ食中毒も現在程は多くなかった。そのような10数年前の時点において、大都市に住む野犬のサルモネラ保菌率を調査した結果、これだけは陽性率の高いことが指摘されていた。しかも出現菌型が、われわれ人間社会の生活を反映して、同じような菌型が検出されていたことから、わが国におけるサルモネラ汚染の状況を知る意味では、野犬の調査を行えば、その地方に存在するサルモネラ分布の実態を把握することができるということがいわれていた¹⁸⁾。

しかし、現在のように環境汚染が高度に進み、1mlの河水からもサルモネラが検出されるようになった今日では、河川や下水のサルモネラを調べることが、その地方におけるサルモネラ分布の様相を知る上で、もっとも手近な方法であると考えられることができる。

換言すると、河川や下水のサルモネラ汚染がその地方におけるサルモネラ汚染の縮図を示しているともいうことができる。

近年、環境汚染と公害問題の関係が強く叫ばれ、とくに河川の汚濁が各方面から指摘されている中で、経済企画庁長官の諮問機関である中央水質審議会は本年6月、水質汚濁防止法に基づく河川汚濁の全国一律の基準について答申を行なった。内容は2つの部分に分れており、1つは健康に直接影響を与えるCdなど有害な8物質についての基準であり、他の1つは大腸菌群など生活環境に関係する13項目についての規制である。水質の汚染を知る指標の1つとして、大腸菌群を調べることは従来からも行なわれてきたのであるが、最近の河川における汚濁の激しさから、一部の研究者の間には腸内細菌のすべてを、あるいはサルモネラそのものを汚染指標としてはどうかという考えすらも出てきている現状である。何れにしても河川あるいは下水のサルモネラ汚染は上昇の一途をたどっており、まだ陽性率の低い地方都市においてもゆくゆくは大都市なみの濃厚汚染にまで上昇するであろうことが憂慮されている。

しかも、このように河川の汚濁が進めば、それは当然、流入する海域にまで影響を及ぼすことも予想される。来住ら¹⁹⁾は、そのような考えの下に大阪湾内の海水についてサルモネラ検査を行なった結果、68.4%(26/38)もの陽性率があったことを報告し、公衆衛生上に及ぼす影響の大きさを警告している。

事実、以上のような河川のサルモネラ汚染が進めば、当然の結果として海水の汚染も進む訳で、広島県のように瀬戸内海に面して、カキやノリの養殖が盛んな地帯ではその影響する処が大きく、今後の食衛生対策上、重要な問題に直面するものと考えられる。

以上、色々述べてきたように、わが国におけるサルモネラによる環境汚染の現状は以前に比べて驚くほど汚染が高まってきている。環境汚染の集約と考えられる河川や下水についてサルモネラ汚染をみる目的で検査を行なった処、今回の成績では大都市の成績に比べて、まだ低い結果が得られたが、諸種の状況からみて、このような地方都市の河川においてさえも何れは大都市なみにまで汚染が高まって行くものと予想される。

このような現状にあっては、われわれの生活環境を如何にしたら清浄化できるか、如何したら食中毒などヒトへの感染の影響を断ち切ることができるかということが、これからの取組むべき問題であると考えられる。

総 括

地方都市におけるサルモネラによる環境汚染の実態を知る目的で、昭和41・42年に広島県東部地区福山市における河水、下水などを対象としてサルモネラの検索を行なった。その結果、以下のような成績が得られた。

1. サルモネラ陽性率は河水が23.6%(13/55)、下水が22.2%(8/36)、と場汚水が36.8%(7/19)の

成績であった。

2. これらの陽性率は、東京、大阪など大都市における河川および下水のサルモネラ陽性率に比べると、まだ低い状況にある。

3. 28例の陽性検体から分離された33株の血清型は、*S. derby*, *S. typhimurium*, *S. montevideo*, *S. thompson*, *S. mikawashima*, *S. narashino*, *S. enteritidis*, *S. meleagridis*, *S. give*, *S. senftenberg*, *S. westerstede* の11種類に分類された。

4. *S. westerstede* など、広島県で今までにみられたことが無い新しい菌型が多数検出されたことから、当地方におけるサルモネラによる環境汚染の進みつつあることが推定できる。

5. このようなサルモネラによる環境汚染の実態から、今後の食品衛生上に及ぼす影響などについて指摘した。

文 献

- 1) 鈴木 昭：モダンメディア，**12**，210-224 (1966)。
- 2) 橋本秀夫，他：食衛誌，**7**，428-432 (1966)。
- 3) 善養寺浩：メディヤサークル，**12**，437-446 (1967)。
- 4) 来住輝彦，他：第26回日本公衆衛生学会講演集，No. 2，80 (1968)。
- 5) 秋山昭一：メディヤサークル，**14**，339-345 (1969)。
- 6) SPINO, D.F.: *Appl. Microbiol.* **14**，591-596 (1966)。
- 7) 深沢 平・増田敬三：メディヤサークル，**14**，333-339 (1969)。
- 8) 橋本秀夫：メディヤサークル，**13**，251-260 (1968)。
- 9) 上田貞善，他：広島県衛研所報，No. 11，28-30 (1961)。
- 10) 浜田輔一：メディヤサークル，**14**，298-304 (1969)。
- 11) 中森純三，他：広島県衛研所報，No. 18，9-3 (1968)。
- 12) 上田貞善，他：広島県衛研所報，No. 10，22-26 (1960)。
- 13) 清水 健：メディヤサークル，**14**，320-325 (1969)。
- 14) 中塚 繁，他：日本公衛誌，**17**，962 (1970)。
- 15) 後藤 功：日本公衛誌，**17**，65-71 (1970)。
- 16) 松村紘一：日本公衛誌，**16**，665-668 (1969)。
- 17) 松村紘一：日本公衛誌，**17**，963 (1970)。
- 18) 勝部泰次：メディヤサークル，**14**，327-333 (1969)。
- 19) 来住輝彦・伊藤尚夫・井上三郎：日本公衛誌，**17**，964 (1970)。

SUMMARY

One hundred and ten water samples collected from the rivers, sewages and slaughterhouse in Fukuyama city in the eastern district of Hiroshima prefecture were examined for *Salmonella* organisms, from October 1967 to December 1968.

It was found that 23.6% (13/55) of the rivers, 22.2% (8/36) of the sewages, and 36.8% (7/19) of the sewages of the slaughterhouse were contaminated by this organism.

These results show that the percentage of contamination is smaller in Fukuyama city than that in a large cities, such as Tokyo or Osaka.

Thirty three strains of *Salmonella* isolated from water samples were divided into the following 11 serotypes: *S. derby*, *S. typhimurium*, *S. montevideo*, *S. thompson*, *S. mikawashima*, *S. narashino*, *S. enteritidis*, *S. meleagridis*, *S. give*, *S. senftenberg* and *S. westerstede*.

It might be presumed that the environmental contamination of the area by the organisms is increasing gradually, since new types of *Salmonella*, e. g. *S. westerstede* etc. never found in Hiroshima prefecture before, were isolated in the area.