

長崎県衛生研究所報

(昭和40年度)

VII

1 9 6 6

長崎県衛生研究所

長崎市中川町128番地

第7号発刊によせて

衛生研究所の担う第一義的な使命は、衛生行政に科学的基礎を与える事である。従ってその運営は具体的にこの線に沿って展開さるべきであるが、複雑多岐に渉る衛生行政全般について当所がその使命を遺憾なく達成するには、率直にいつて現在の人的物的諸要素において可成り不十分な実態にある事は否定出来ない。然し乍ら、これ等の諸要素も逐次改善され、漸次向上しつつあるが、尚現実には厳しい環境の中で、昭和40年度において当所が直面した公衆衛生上の諸問題について、兎も角も全力投球した姿をこの所報第7号のささやかな小冊の内容として御理解願いたい。

衛生研究所の使命と性格よりの当然の帰結として、或はその直接の反映としてその調査研究事項は所謂アカデミックなものよりも寧ろフィールドワーク的なものが年々増加の傾向を示している。フィールドワークは多大の労力と時間を要するが、今後とも当所の研究活動の主方向をフィールドに指向したいと思っている。何故ならば、直接フィールドにおいて得られた生のデータこそ衛生行政に密接につながる当所の最も豊かな且価値ある実りと信じているからである。

この所報も馬蹄を重ね第7号を迎えたが、願わくば、号を増すごとに、当所の性格がそのまま色濃くにじみ出た内容のものに致したい。

尚、かねてより懸案の当所庁舎の全面改築は、関係方面の御理解と御支援により、昭和40年度の第1期工事に引き続き昭和41年度よりの第2期工事着工が決定され、現在、長崎市百合野において諸工事は進行中であり、本年度内に完成の予定である。当所に寄せられる各方面の御期待に沿うべく、今後とも一層の努力を職員一同と共に決意している次第である。

本所報7号の発刊に当り、平素御支援と御協力を賜っている関係各位に衷心より深甚の謝意を表す。

昭和41年4月15日

長崎県衛生研究所長

高橋克巳

目 次

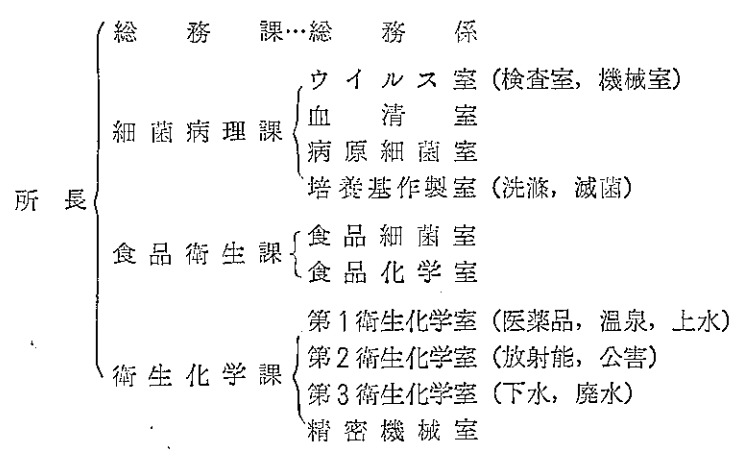
I	総 務 課	1
	A 組織と職員配置	1
	B 昭和40年度歳入歳出一覧表	1
	C 年間処理件数一覧表	3
	D 業務概要	5
	E 人事異動	5
	F 昭和40年度取得検査用主要備品	5
	G 職員名簿	6
II	細菌病理課	7
	A 検査業務	7
	B 調査研究	9
	1965年. 長崎県における日本脳炎流行の疫学的研究	
	第1報 コガタアカイエカよりの日本脳炎ウイルス分離状況	9
	1965年. 長崎県における日本脳炎流行の疫学的研究	
	第2報 県下各飼育屠場豚の日本脳炎ウイルス赤血球凝集抑制抗体保有の季節的消長について	16
	1965年. 長崎県における日本脳炎流行の疫学的研究	
	第3報 日本脳炎ウイルスの蚊, 豚, 人感染の総括的関連性について	26
III	食品衛生課	37
	A 検査業務	37
	B 調査研究	38
	川水から分離される好塩菌の生態に関する若干の検討	38
	腸炎ビブリオに関する研究	
	第4報 ハワイ群島南方の外洋の魚類ならびにホノルルの魚類, 海泥における腸炎ビブリオの分布について	54
	薄層クロマトグラフィーによる合成保存料およびズルチンの分析	63
IV	衛生化学課	69
	A 検査業務	69
	B 調査研究	70
	4-アミノアンチピリンによるパラオキシ安息香酸エステルの色定法	70
	サイクラミン酸塩の分解産物サイクロヘキセンに 起因すると推定されるびん詰ジュースによる飲用事故	74
	長崎県における放射能汚染(昭和40年度)	80
	遊泳用プールの水質と衛生管理の実態	89
	長崎市のし尿浄化槽の実態	95
	長崎市内河川, および港湾の水質汚濁の実態	103
V	研修状況	117
	A 受 講	117
	B 指 導 講 習	117
	C 長崎県衛生研究所集談会	117
	D 発表業績一覧表	118

I 総務課

A 組織と職員配置

昭和41年3月31日現在における所の組織と職員配置は次のとおりである。

1. 組織



2. 職員配置

職種別	総務課	細菌病理課	食品衛生課	衛生化学課	計	備考
事務吏員	3				3	
技術吏員	1*	2(1)**	3	3	9(1)	*所長 **研究嘱託
事務職員	1	(1)*	1		2(1)	*食品衛生課と兼務
技術職員		2			2	
労務職員	1				1	
臨時事務補助員	1				1	
臨時労務補助員				1	1	
計	7	4(2)	4	4	19(2)	()内数字は含まない。総務課は全員保健婦学校兼務

B 昭和40年度歳入歳出一覧表

1. 収入

款項目節	収入済額	款項目節	収入済額
使用料及び手数料	1,177,670	雑入	295
手数料	1,177,670	小切手未払資金組入れ	295
衛生手数料	1,177,670	小切手未払資金組入れ	295
公衆衛生手数料	1,177,670		
雑収入	295	計	1,177,965

2. 歲 出

科 目	支出濟額	科 目	支出濟額
總 務 費	495,955	(光 熱 水 費)	45,000
總 務 管 理 費	448,955	(飼 料 費)	54,000
一 般 管 理 費	430,945	(修 繕 料)	14,800
職 員 手 當	430,945	(醫 藥 材 料 費)	122,226
(時間外勤務手当)	430,945	役 務 費	11,000
人 事 管 理 費	18,010	備 品 購 入 費	77,000
旅 費	18,010	衛 生 研 究 所 費	3,893,355
防 災 費	47,000	賃 金	29,900
防 災 總 務 費	47,000	報 償 費	84,000
需 用 費	41,000	旅 費	407,000
役 務 費	6,000	需 用 費	1,752,902
衛 生 費	18,344,287	(消 耗 品 費)	882,601
公 衆 衛 生 費	17,272,887	(燃 料 費)	62,000
公 衆 衛 生 總 務 費	12,039,676	(食 糧 費)	48,998
給 料	7,400,403	(印 刷 製 本 費)	192,960
職 員 手 當	3,844,496	(光 熱 水 費)	435,396
(扶 養 手 當)	209,594	(修 繕 料)	80,947
(暫 定 手 當)	193,541	(飼 料 費)	50,000
(通 勤 手 當)	138,006	役 務 費	123,553
(特 殊 勤 務 手 當)	78,900	(通 信 運 搬 費)	91,553
(宿 日 直 手 當)	191,520	(手 數 料)	32,000
(管 理 職 手 當)	86,610	使 用 料 及 賃 借 料	21,000
(醫 師 手 當)	108,000	工 事 請 負 費	1,038,000
(期 末 手 當)	2,166,555	備 品 購 入 費	432,000
(勤 勉 手 當)	671,770	負 担 金 補 助 及 交 付 金	5,000
共 濟 費	748,137	環 境 衛 生 費	863,410
旅 費	46,640	食 品 衛 生 指 導 費	296,410
結 核 對 策 費	114,950	旅 費	17,260
賃 金	4,950	需 用 費	129,150
旅 費	15,000	(消 耗 品 費)	32,395
需 用 費	95,000	(光 熱 水 費)	8,500
(食 糧 費)	10,000	(醫 藥 材 料 費)	88,255
(醫 藥 材 料 費)	85,000	備 品 購 入 費	150,000
予 防 費	1,224,906	環 境 衛 生 指 導 費	5,000
賃 金	82,800	需 用 費	5,000
報 償 費	50,000	環 境 整 備 指 導 費	562,000
旅 費	332,440	賃 金	249,800
需 用 費	671,666	旅 費	108,893
(消 耗 品 費)	305,941	需 用 費	79,847
(燃 料 費)	72,331	(消 耗 品 費)	42,041
(食 糧 費)	22,368	(印 刷 製 本 費)	5,000
(印 刷 製 本 費)	35,000	(光 熱 水 費)	20,000

科 目	支出済額	科 目	支出済額
(医薬材料費)	12,806	旅 費	68,000
役 務 費	33,460	需 用 費	32,990
備 品 購 入 費	90,000	(消 耗 品 費)	14,000
保 健 所 費	90,000	(食 糧 費)	4,990
保 健 所 費	90,000	(医 薬 材 料 費)	14,000
備 品 購 入 費	90,000	役 務 費	17,000
医 薬 費	117,990		
薬 務 費	117,990	合 計	18,840,242

C 年間処理件数一覧表

(厚生省報告例による)

(40.4.1~41.3.31)

検 査 項 目	件数	検 査 項 目	件数			
細菌検査	腸内細菌	428	病理生化学検査	尿 { 定性検査	6	
	分離 { レンサ球菌	5		血液 { 血球検査	2	
	シフテリヤ菌	10		血液 { 理化学反応	6	
	その他の細菌	6		血液 { 血液型	20	
	血清検査	423		清掃検査 { 細菌学的検査	22	
ウケツチアス・検査	動物実験	423	清掃検査 { 理化学的検査	56		
	ボリオ脳炎	414	公害検査 { 河川汚濁	理化学的検査	6	
分離 { 日本脳炎	4,491	公害検査 { その他		14		
性病	梅毒	387	一般環境 { プール	水	55	
食衛生	細菌学的検査	597		一般環境 { その他	水・陸	73
	理化学的検査	934	放射能 { 雨水・陸	食品	28	
飲料水検査	水道水 { 原水	細菌学的検査		3	温泉 (鉍泉) 泉質検査	その他
		理化学的検査	86	薬品 { 医薬品		検査
	浄水	細菌学的検査	3		薬品 { その他	55
		理化学的検査	19	計	8,379	
井戸水	細菌学的検査	40	(食中毒ほ食品衛生件数に含む)			
	理化学的検査	72				
下水関係理化学検査	2					

行政検査

細菌病理課

種別	件数
赤痢菌耐性試験	431
梅毒血清反応	16
沈降反応	8
補体結合反応	8
溶連菌分離試験	5
グイダール反応	1
ポリオウイルス分離試験	3
腸チフス菌試験	1
計	457

食品衛生課

食中毒検査	7
食品衛生検査	143
計	150

衛生化学課

井水水質試験	38
プール水検査	55
比重測定用硫酸銅液	36
廃水及び河川汚濁	5
放射能	192
計	326

有料検査

細菌病理課

検査種類	件数	金額
グイダール反応	5	300
細菌学的検査 日本脳炎	129	38,600
血清液型	40	1,600
臨床検査	6	980

性病	梅毒反応	定性	395	39,500
		定量	2	1,400
糞便検査	腸内細菌培養		11	1,650
	寄生虫		2	40
無菌試験			20	3,000
計			610	86,070

食品衛生課

細菌学的検査	乳及乳製品	85	47,750	
理化学的検査	製品	甘味剤	41	123,000
		かん水	744	372,000
	乳及乳製品		7	4,900
	その他		18	28,850
	容器包装	2	200	
計		897	576,700	

衛生化学課

環境衛生	水道水	85	253,000
	井戸水	18	8,000
	その他	14	42,200
	浄化槽(下水)	52	94,600
	温泉	15	40,000
薬品	その他	59	55,600
	医薬品	7	2,350
	その他	6	2,200
計		256	497,950
合計		1,763	1,160,720

D 業 務 概 要

1. 衛研と保健所の業務の連携強化については、保健所検査室の昭和37年4月1日から昭和40年1月までの作業実績を調査し、第5回衛研運営協議会（昭和40年11月22日）に所立案の草案を提出し、この草案を各保健所に送付して、昭和41年3月31日までに内容検討の上意見要望を聞くこととし、全回答を得次第集約して小委員会に提案、成案を得て5月開催予定の第6回衛研運協に提出する予定である。
2. 定員増加要求については、9月16日付で衛生検査

技師1名が配置され、現在定員14名、現員17名である。引続き当所新庁舎竣工を目標とし、抜本的整備を実現する為8名（運転手1、動物飼育人1、細菌関係技術員2、化学関係技術員3、洗滌員1）増員要求中である。

3. 衛研の新築は、本館156坪、車庫6坪、動物舎24坪を着工、さらに41年度の建増分156坪の建築費が予算化されたが、内部の整備については、6月県会に追加要求することとなった。

E 人 事 異 動

年 月 日	役 職 名	氏 名	備 考
40. 4. 1	細菌病理課長	松 尾 礼 三	昇 任
〃	(〃)	(高 橋 克 巳)	免 兼 補
〃	主 事	太 田 徹	婦人児童課より
〃	用 務 員	荒 木 正 義	長崎保健所より
〃	(事 務 雇)	(菊 谷 悟)	大瀬戸保健所へ
40. 5. 15	(用 務 員)	(渡 辺 久)	退 職
40. 9. 16	衛生検査技術員	東 房 之	採 用
40. 10. 1	総 務 係 長	三 浦 秀 雄	薬務課より
〃	主 事 補	田 中 友 子	諫早耕地事務所より
〃	(主 事)	(太 田 徹)	人事課へ
〃	(主 事 補)	(野 口 フ キ 子)	企画部企画調整課へ

F 昭和40年度取得検査用主要備品

品 名	数 量	金 額	備 考	品 名	数 量	金 額	備 考
電気マツフル炉(池本)	1	90,000	※	真空ポンプ (加減圧両用)	1	77,000	※
ふらん器(サクラ)	1	170,000		冷却高速遠心沈澱器	1	380,000	{環境衛生課より所管転換
高速遠沈用ローター	1	60,000		計		1,780,410	
pHメーター(堀場)	1	130,000	※				
高圧滅菌器(富永)	1	93,000					
電気水質計(給水化学)	1	101,000					
歯科用ドリル	1	34,110	○				
自記温度湿度計	1	29,500					
ライトトラップ	4	24,800					
北川式ガス検知器	1	7,000					
CO ₂ 細胞培養装置	1	584,000	医務課より所管転換				
				「註」 ※印…環境衛生課よりの令達予算で購入			
				○印…環境衛生課予算20,000円、医務課			
				14,110円			
				表示のないものは医務課よりの令達予算で購入			
				入			

G 職 員 名 簿

(昭和41. 3.31現在)

役 職 名	氏 名	備 考
所 長	高 橋 克 巳	
綜 務 課 長	山 本 大	保健婦学校兼務
綜 務 係 長	三 浦 秀 雄	〃
	山 本 サ 力	〃
	田 中 友 子	〃
	荒 木 正 義	〃
	黒 田 好 江	
細菌病理課長	松 尾 礼 三	
	熊 正 昭	
	東 房 之	
	野 口 英 太 郎	
	林 薫 彦	{ 長崎大学風土病 研究所助教授
食品衛生課長	黒 田 正 彦	
	安 永 統 男	
	貞 松 厚 子	
	近 藤 和 子	細菌病理課兼務
衛生化学課長	寺 田 精 介	
	伴 与 一 郎	
	山 口 道 雄	
	北 野 千 穂	

II 細菌病理課

A 検査業務

細菌病理課の昭和40年度における試験検査業務の概要は次のとおりである。

1. 窓口依頼業務

昭和40年度の検査処理件数は610件である。検査種目別にみると、その殆んどが梅毒血清反応検査であり、次いで日本脳炎患者の血清学的検査（町村依頼、成績は調査研究の項に掲載）、保存血液の検査、その他腸内細菌検査、血清学的諸検査である。

2. 行政依頼業務

行政機関よりの依頼検査は下記のとおりである。

a. 猩紅熱 6月中旬大村保健所管内で集団的に発生した学童の泉熱様疾患について、患児5名より菌検索を行い、全例よりA群溶連菌を検出し猩紅熱と断定した。

b. 梅毒血清反応検査 県下各保健所で沈降反応による梅毒血清検査の結果、判定保留として送付をうけた8検体について補体結合反応、沈降反応による検査を実施した。

c. ポリオ 福江保健所管内で8月上旬発生したポリオ容疑患者2名および3月中旬島原市で発生したポリオ容疑患者1名、計3名について検査を実施した。うち福江の1名については血清診断の結果、エコー4型によるものと断定し得たが、他の2名についてはポリオ、エコー、コクサッキー、アデノ、日脳は否定された。

d. 赤痢菌々型分布及び抗生物質感受性測定

i) 菌型分布 昭和40年度県下各保健所（長崎市を除く）において分離され送付をうけた赤痢菌株数は431株で、その菌型分布は表1、2のとおりである。この431株について集発、散発例別に分けると、集発株数は330株（76.5%）、散発株数は101株（23.5%）である。集発例についてその流行菌型をみると *Sh. sonnei* 菌が262株（79.4%）、*Sh. flexneri* VX 68株（20.6%）となっており、集発例の流行菌型は *Sh. sonnei* 菌が80%と主流をなしている。また散発例についてみると、101株中 *Sh. sonnei* 菌は70株（69.4%）を占め、ついで *Sh. flexneri* 3a（10.9%）、2a（7.92%）、4型（7.92%）がそれぞれ10%前後の頻度で出現している。

近年 *Sh. sonnei* 菌の出現率は年々増加の傾向にあ

り、39年度67.7%より40年度は集発例で79.4%、散発例では69.4%と上昇を示した。

表1. 昭和40年度長崎県下分離赤痢菌の菌型分布

分離菌	<i>Sh. flexneri</i>						<i>Sh. sonnei</i>	計
	2a	2b	3a	4型	VX	VY		
菌株数	8	1	11	8	72	2	329	431
%	1.8	0.3	2.5	1.8	16.7	0.5	76.5	100.0

表2. 昭和40年度長崎県保健所管内別赤痢菌型分布

保健所名	<i>Sh. flexneri</i>						<i>Sh. sonnei</i>	計
	2a	2b	3a	4型	VX	VY		
長崎	1	—	1	—	—	—	—	2
諫早	1	1	3	—	1	—	57	63
大村	1	—	1	—	3	—	212	217
大瀬戸	—	—	—	—	—	—	7	7
松浦	1	—	—	—	—	—	—	1
福江	—	—	—	—	—	—	5	5
壱岐	—	—	—	—	—	—	3	3
厳原市	3	—	2	4	68	2	3	82
佐世保市	1	—	4	4	—	—	42	51
計	8	1	11	8	72	2	329	431

ii) 抗生物質感受性測定

使用した薬剤はストレプトマイシン(S.M.)、クロラムフェニコール(C.P.)、テトラサイクリン(T.C.)の3剤で、ハートインフュージョン平板培地による希釈法を行った。尚感受性測定値100 ν /ml以上を耐性とした。

成績は表3に示すとおりで、各型とも3剤耐性が45.0%と最も多く、T.C.、C.P.の2者耐性が3.7%、ついでT.C.単独耐性、S.M.単独耐性が僅かではあるが若干みられ、C.P.単独耐性株は認められなかった。

菌型別に薬剤耐性をみるとB群各型は例数が少いために確定的には云えないが、かなりの頻度に耐性菌の出現をみている。又 *Sh. sonnei* 菌は、近年、本菌種による集団発生例の急増と相俟って、多剤耐性菌の出現増加が注目される。因みに耐性菌出現率の年次推移をみると昭和38年、15.2%、昭和39年23.6%、40年度59.8%となっている。

表3. 耐性赤痢菌の菌型別, 薬剤別分布

(昭和40年度)

菌型	被検株数	T.C.	S.M.	C.P.	T.C. S.M.	T.C. C.P.	C.P. S.M.	T.C. S.M. C.P.	計
B群	2 a	8	—	—	—	1(12.5)	—	2(25.0)	3(37.5)
	2 b	1	—	—	—	1(100.0)	—	—	1(100.0)
	3 a	11	—	—	—	—	2(18.2)	4(36.4)	6(54.6)
	4型	8	1(12.5)	—	—	—	—	2(25.0)	3(37.5)
	VX	72	—	—	—	—	—	8(11.1)	8(11.1)
VY	2	—	—	—	—	—	—	—	
D群	329	3(0.9)	2(0.6)	—	—	14(4.2)	—	178(54.1)	197(59.8)
計	431	4(0.9)	2(0.5)	—	—	16(3.7)	2(0.5)	194(45.0)	218(50.5)

()は%

e. 日本脳炎届出患者の血清学的検査

昭和40年度の県下の日本脳炎患者発生数は68名で(転症は含まず), うち1回以上血清が採集された59名について, HI及びCFテストを行った。成績は別記調査研究報告に示すとおりで陽性確認数は34名であった。又確認された初発患者は7月5日, 最終患者は9月20日にそれぞれ発病をみている。

次に死亡者は22名で届出患者の32%にあたる。又これら届出患者の68名中11名(16%)にワクチン接種歴がある(接種年度不明)。内訳は, 死亡1名(1才の男子), 血清学的に日本脳炎と確認されたもの3名, 疑わしい者1名, 日本脳炎を否定できる者6名である。詳細は別記調査研究の部で述べる。

B. 調 査 研 究

1965年、長崎県における日本脳炎流行の疫学的研究

第1報 コガタアカイエカよりの日本脳炎ウイルス分離状況

長崎県衛生研究所（所長：高橋克巳博士）

高橋 克巳, 松尾 礼三, 熊 正昭

野口 英太郎, 東 房之

Studies on Epidemic of *Japanese encephalitis virus* in Nagasaki
Prefecture, in the 1965 Season.I Isolation of *Japanese encephalitis virus* from the vector mosquito
of *Culex tritaeniorhynchus* Giles collected in Aino, Nagasaki
prefecture, in 1965.Katsumi TAKAHASHI, Reizo MATSUO, Masaaki KUMA,
Hidetaro NOGUCHI & Fusayuki HIGASHINagasaki Prefectural Institute of Public Health
(Director : K. TAKAHASHI, M. D.)

Abstract : The authors have reported an unusual pattern of infection of the vector mosquito of *Culex tritaeniorhynchus* with *Japanese encephalitis virus* (JEV) in 1964 in Aino-machi, Nagasaki prefecture, namely, the mosquito infected with JEV was seen in mid-May which was the notable early stage of the season. This fact was also verified by Hayashi et al, in 1964, who had succeeded in isolation of JEV from the mosquitoes collected in Omura district which is located 25 kilometers north east of Aino.

The problem whether this unusual pattern of the mosquito-infection in Nagasaki area is constant or not is remarkably interesting in relation to the ecology of JEV in Japan.

Therefore, viral isolations from the mosquitoes and observation on the seasonal fluctuation of the mosquito were again carried out at Aino in the season of 1965.

The results are as follows :

1) The pattern of the seasonal fluctuation of the mosquito in 1965 was fundamentally similar to that of 1964, but after the peak, seen in the beginning of August both 1964 and 1965, the dropping curve of the mosquito was gradual in contrast to that of 1964.

2) The mosquitoes which seemed to be hibernated females of *Culex tritaeniorhynchus* made their first appearance at livestock pens in the evening of April 14. During mid-April and mid-May a few mosquitoes were collected and there was no evidence of increase in number. Then, on May 24, simultaneously with the first appearance of the male mosquito, a large number of the mosquitoes was collected. This may suggest that the new mosquitoes emerged in this year for the first time.

3) The viral isolations were carried out from the mosquitoes collected from April 14 to October 1. A total of 38,443 mosquitoes were tested in 402 pools. The first mosquito infected with JEV was seen on June 21 and from that time on the viruses were continually isolated from the mosquitoes until July 20. During this period, a total of 46 strains of JEV were obtained and the peak of isolation rate was on July 7.

4) The isolation rate of JEV between the fed mosquitoes and the unfed mosquitoes which were differentiated by the naked eye at the collecting time did not show striking disparity.

5) It seems to be a constant phenomenon that the mosquitoes infected with JEV appear in the early stage of the season in Nagasaki area.

緒 言

私共は、さきに1964年、長崎県南高来郡愛野町順手部落において調査したコガタアカイエカ (*Culex tritaeniorhynchus* Giles, 以下*C. tritaen.*と略す。又単に蚊と称する。)の季節的消長と、その消長過程に出現する日本脳炎(以下JEと略す)ウイルス(以下Vと略す)保有蚊の関係が極めて特異な様相を呈した事を報告⁽¹⁾した。即ち日本⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾(沖縄⁽⁶⁾を含む)、台湾⁽⁷⁾における従来のこの種の調査報告に比べ、愛野町においてはJEV保有蚊の出現が、*C. tritaen.*の季節的消長のピーク(8月上旬)の約11週間前に当たる5月19日と云う異常な早期であり、更に又、県下の人のJE確認第1号患者の発病月日、7月14日と、この5月19日との間には約8週間の完全な空白期があった等の所見である。この様な特異な現象は、単に愛野町のみにおいて観察された所見ではなく、同年、愛野町より直線距離で北面に25km距る大村市黒丸郷部落で同様な調査を行なった林等の報告⁽⁸⁾でも見られ、同地ではJEV保有蚊の出現は愛野町よりやや遅れたが、やはり6月8日と云う早期であった。従って、1964年の長崎地方におけるJEV保有蚊の早期出現は、かなり普遍的な

現象であったと考えられる。この長崎地方のJEV保有蚊早期出現が、年次的変動のない恒常的な現象であるか、どうかは我国におけるJEVの生態学上、疫学上頗る興味ある問題である。JEV保有蚊の出現パターンが長期に渉る調査によって、ほぼ確定されている他の地方、例えば関東平野では⁽³⁾⁽⁴⁾7月中旬以前には、蚊の発生数が多いにも拘わらずJEV保有蚊は発見されず、且、その出現は*C. tritaen.*の季節的消長のピークの後に現われると云う恒常性があるのに対し、関東平野より2ヶ月も早い5月中、下旬にJEV保有蚊が出現した長崎地方の1964年の現象に恒常性があると思えば、両者のJEVによる蚊感染パターンは全く逆の関係にあり、この両パターン、各々の起因するメカニズムの差異は、基本的に我国の自然界におけるJEVの存在様式、乃至導入様式の違いを示唆するものと考えられる。

この意味から、私共は1964年に引き続き、1965年も愛野町において*C. tritaen.*よりJEVの分離を行なったので、以下その所見について述べる。

材料及び方法

1. 蚊採集地

1964年と全く同様に⁽¹⁾, 長崎県南高来郡愛野町順手部落の牛舎, 豚舎, 鶏舎において行なった。

2. 蚊採集方法

1964年の蚊採集と, その季節的消長の観察⁽¹⁾は, 同年5月19日より開始したが, その時点で既にかなり多数の *C. tritaen.* が発生しており, 同時にその採集蚊のプールより JEV が分離された為, それ以前の *C. tritaen.* の消長と, その JEV 保有状況は全く不明に終わったのに鑑み, 1965年は3月11日より採集を開始した。即ち, 昼間は順手部落周辺の叢林, 下籾, 田畑, 川堤, 旧防空壕等で *C. tritaen.* 成虫の潜伏場所の発見に努力し, 夜間は部落内の点灯した畜舎で, *C. tritaen.* の発見と採集を行なった。4月14日, 畜舎内で夜間初めて *C. tritaen.* の発見と採集を行なってからは, 昼間の作業は総て中止し, 夜間畜舎内採集のみを行なった。蚊の採集には, ドライアイス誘引法は全く行なわず,

自然な状態で夜間畜舎に出現する蚊のみについて行なった。 *C. tritaen.* の季節的消長の観察は, 1964年と全く同一箇所, 日没後2時間の定時間採集法によって行なった。

3. JEV分離法

1964年と同様に⁽¹⁾, 蚊体乳剤遊心上清を哺乳マウス (g.p.c.系, 生後3~5日) 脳内に接種し, JEV の分離を行なった。尚, 今回は採集蚊を総て採集時点で肉眼的に吸血蚊と未吸血蚊に分け, 各々, 1プール, 100匹を標準として, プールを構成した。

4. 分離V同定法

分離Vは, 総て哺乳マウス脳を2~3代継代通過して, その発症を確認すると共に, そのレベルで哺乳マウス脳より蔗糖アセトン抽出抗元を作成し, 各V株の至適赤血球凝集 pHを見, 更に抗 JaGAR # 01株及び中山 (NIH) 株マウス免疫血清を用いて赤血球凝集抑制反応を行ない, JEV の同定を行なった。

成 績

1. *C. tritaen.* の季節的消長

3月11日より11月5日迄の間に, 計34回に渉り, ほ

ぼ定期的に観察した *C. tritaen.* の季節的消長を図1に示した。

Table 1. Isolation of JEV from *Culex tritaeniorhynchus* collected in Aino, Nagasaki prefecture, in 1965.

Date collected	Number of mosquitoes	Number of pools	Pools positive	Isolation rate
May 11	-	-	-	-
May 30	-	-	-	-
April 7	-	-	-	-
April 14	7	1	0	0
April 16	34	1	0	0
April 19	6	1	0	0
April 22	24	1	0	0
April 27	92	1	0	0
April 30	26	1	0	0
May 4	40	1	0	0
May 7	54	1	0	0
May 11	138	2	0	0
May 17	62	1	0	0
May 24	1,103	11	0	0
May 31	1,820	19	0	0
June 8	1,130	12	0	0
June 10	1,952	20	0	0
May 14	2,566	26	0	0
May 21	3,382	34	12	35.4%
May 28	2,052	21	14	66.7%
July 7	1,236	13	10	77.0%
July 14	920	10	6	60.0%
July 20	2,075	23	4	17.4%
July 28	2,118	23	0	0
August 4	5,304	54	0	0
August 13	3,979	40	0	0
August 23	2,603	27	0	0
September 2	4,000	40	0	0
September 14	13	1	0	0
September 20	1,107	11	0	0
September 30	300	3	0	0
October 1	300	3	0	0
Total	38,443	402	46	11.9%

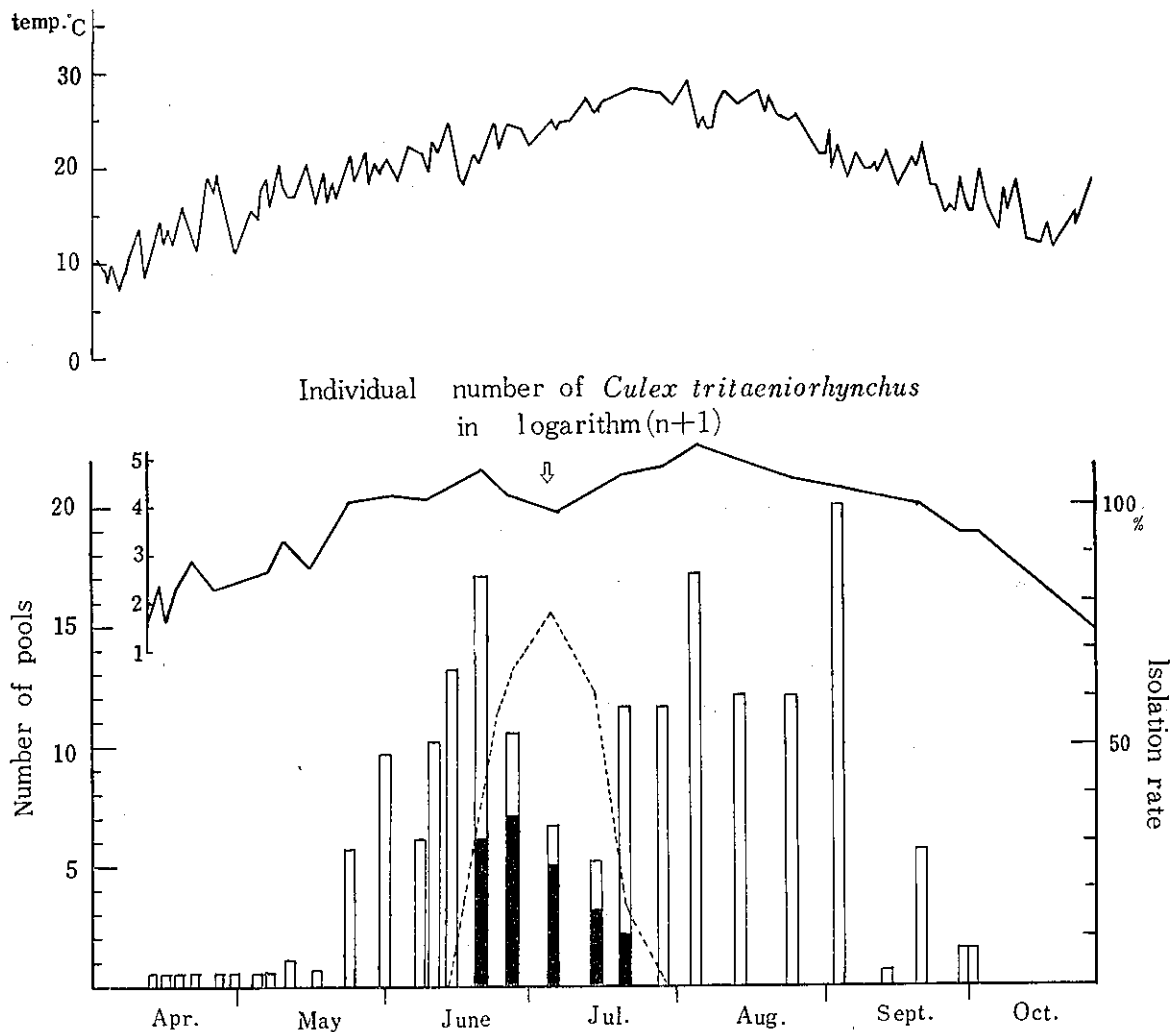


Fig. 1. Seasonal appearance and natural infection with JEV in *Culex tritaeniorhynchus* in Aino, Nagasaki prefecture, in 1965.

Remarks : The solid parts of the rods show the numbers of the mosquito pools yielded JEV. The dotted line indicates the isolation rate of JEV from the mosquitoes.

3月11日, 同30日, 4月7日の採集では, 昼間, 夜間共に *C. tritaen.* を発見する事は出来なかった. 唯 *Culex pipiens pallens* は, 3月11日昼間, 竹籾横の石垣で1匹採集され, 又同日夜間鶏舎でも1匹採集されており, 更に3月30日は旧防空壕内で昼間40匹採集されている. *Anopheles sinensis* は3月30日, 初めて夜間牛舎で採集された.

C. tritaen. は4月14日, 夜間牛舎と鶏舎で小数採集され, 以後, 毎回恒常的に発見採集されたが, 5月上旬迄はその各採集個体数は概ね100匹以下で, その数も著しい増減を見ないが, 5月中旬頃より増加の傾向が見られ, 5月24日に初めて採集蚊数は一躍1,000匹代となり, 同時にこの日に *C. tritaen.* が最初に発見された. これ以後は *C. tritaen.* は徐々に増加して, 6月下旬に先ず小さい山をつくり, それから逆に減少の傾向を見せて, 7月中旬には小さな谷をつくるが,

7月下旬よりは再び急激な増加を見せて8月上旬から同中旬に涉って最高のピークを作る. 8月下旬よりは徐々に減少し, ゆるやかな下降線を描き乍ら, 11月5日にも尚小数の残存が発見された,

2. JEV分離

4月14日より10月1日迄の間に採集された *C. tritaen.* からの JEV 分離成績は, 表1, 及び図1, に示す様に, 被検蚊の総数, 38,443匹, 402プールから46株の JEV が分離された. 最初に JEV が分離されたのは, 6月21日の採集蚊からで, 以後, 7月20日迄の間は連続して毎回採集蚊から JEV が分離された. この間, 分離率が最高を示したのは7月7日の10/13 (77.0%) で, この前後, 6月28日より7月14日迄の間は, 常に分離率は60%以上の高い率を示した.

この6月21日より7月20日迄の間の採集蚊より JEV が分離された期間に, JEV 分離に供された

Table 2. Comparison among the isolation rate in fed and unfed female of *Culex tritaeniorhynchus* collected in Aino, Nagasaki prefecture, in 1965.

Date collected	Unfed <i>Culex tritaeniorhynchus</i>			Fed <i>Culex tritaeniorhynchus</i>			
	No. of pools	positive pools	Isolation rate	No. of pools	positive Pools	Isolation rate	
June	21	13	5	38.4%	21	7	33.3%
	28	3	2	66.6%	18	12	66.6%
July	7	2	0	0	11	10	91.0%
	14	2	1	50.0%	8	5	62.5%
	20	7	1	14.3%	16	3	18.7%
Total	27	9	33.3%	74	37	50.0%	

*C. tritaen.*の吸血蚊と未吸血蚊、各々のJ E V分離率を比較すると、表2に示す様に、吸血蚊プールのJ E V分離率は、未吸血蚊プールのそれに比べ、両者間に顕著な分離率の差を見ない。寧ろ、吸血蚊プールの分離率の方が、総体的に未吸血蚊プールの分離率より若干高い傾向が見られた。

7月28日以降、*C. tritaen.*の季節的消長が最大のピークを示す8月中を通じて、極めて多数の蚊がJ E V分離に供されたが、全くJ E Vは分離されなかった。

考

私共の1964年の調査成績より⁽¹⁾、長崎地方における*C. tritaen.*の季節的消長で特に重要な問題は、*C. tritaen.*越冬成虫の出現、乃至吸血活動開始時期と、この越冬蚊と新生蚊の出現における両者の世代交替期の把握である。

1964年の愛野町における調査では、5月19日以前のこと等の状況は全く不明で、その為、5月19日に採集された蚊からJ E Vが分離された時、その時点でJ E V保有蚊が、越冬蚊か、或は新生蚊かの判断は、その蚊がJ E Vを獲得した時期を推定するのに関連して極めて重要な事であるが、その手掛りが皆目なく、可能性を推測する事すら出来なかった。1965年は、この経験に鑑み3月11日より調査を開始し、*C. tritaen.*の初期季節消長を自然な状態で把握するのに意を払った。その結果、*C. tritaen.*は*Culex pipiens pallens*や*Anopheles sinensis*に比べると、夜間畜舎への出現、或はその吸血行動の開始はやや遅れ、4月7日より4月14日迄の間に初めて出現するものと思われる所見を得た。この成績は、1965年、長崎地方で*C. tritaen.*越冬成虫の採集を、主としてドライアイス誘引法を用い、広範囲に実施した大森等の報告⁽⁹⁾の、愛野町で最初に夜間畜

尚1965年は、*C. tritaen.*より分離されたVは、総てJ E Vと同定され、non-J E Vのarbovirusは全く分離されなかった。

3. 分離J E Vの血清学的性状

1965年、*C. tritaen.*より分離された46株のJ E Vは、総て赤血球凝集能の至適pH (pH dependency) は、pH 6.6~6.8で、その赤血球凝集抑制反応の性状と共に、何れもJaGAR型と判定された。

察

舎で*C. tritaen.*が採集されたのは、4月9日であったと云う成績とよく一致する。長崎地方における*C. tritaen.*のその年の最初の出現は、藤崎等⁽¹⁰⁾の1952年、1956年の諫早地方での調査、及び大利等⁽¹¹⁾の1951年の長崎市内での調査等でも、4月中、下旬となっており、愛野町の1965年私共、及び大森等⁽⁹⁾の調査を加える時、概ね、長崎県本土南部地域では、*C. tritaen.*はかなり恒常的に4月上旬頃より出現すると云えるであろう。

次に*C. tritaen.*の初期季節消長で、何時頃までの蚊が完全に越冬蚊で占められるのか、又、新生蚊の出現は何時頃から始まるか、更に両者が混在し移行するのは何時頃か等の問題については、遺憾乍ら私共は、採集蚊の解剖学的観察を行っていないので言及する事は出来ない。1964年は、5月19日第1回の採集時点で950匹採集され、以後1,000匹以上の採集が持続したが、1965年は5月24日に初めて1,000匹以上の採集が行なわれ、以後9月上旬まで1,000匹以上の採集が続いている。両年のこの時間的遅速は僅少であり、愛野町における新生蚊の確実な出現はかなり恒常的に5月中旬乃至下旬と推測される。この新生蚊出現以降の

C. tritaen. の季節的消長は、1964年と1965年では基本的な差異は認められない。即ち、6月下旬に見られる小さな山、それに引き続き起る7月中旬頃の小さな谷、更に8月上旬に起る最大のピーク等は、両年に共通して見られた現象であった。唯、1965年は1964年に比べ、8月中旬以後の減少カーブの傾斜がゆるやかであった事が若干特異的であった。1964年は、8月中旬の台風14号の影響の為か、それ以後は急激な *C. tritaen.* の減少を認めたが、1965年は8月上旬のピークが、同月中、下旬に向って持続される傾向にあり、9月に入って初めてその減少が著明になったが、それも急激には消失せず、ゆるやかな曲線を描き乍ら11月5日迄続いた。斯様に、1965年の *C. tritaen.* の季節消長は、1964年に比べると、消長後半における減少曲線の傾斜が緩やかであった事が注目された。

以上の様な、1964年と1965年の愛野町における *C. tritaen.* の季節的消長の比較において、両年の間に基本的なパターンに差が認められなかった事を前提にすれば、1964年5月19日の時点で発見された J E V 保有蚊が越冬蚊であったか、又は新生蚊であったかの判断、乃至推定は依然として困難である。何故ならば、5月中、下旬の時点は、愛野町においては、越冬蚊と新生蚊の混在期であり新生蚊の優占度が急激に昂まりつつある時期とは云え、尚越冬蚊の存在を完全に否定する事は出来ないからである。この点は尚、今後の実証的追求に俟たなければならない。

1965年の愛野町における *C. tritaen.* よりの最初の J E V 分離時期、6月21日は、1964年の5月19日に比べ約1ヶ月遅れたが、それでも同年我国各地で行なわれた蚊よりの J E V 分離時期に比べると非常に早い。然し、林等⁽¹²⁾が長崎市周辺地区で行なった1965年の J E V 蚊感染調査では、最初に蚊より J E V が分離されたのは、市内戸町の5月30日で、引続き6月上、中旬に涉り各地で採集蚊より J E V が分離され、1964年の愛野町⁽¹⁾、大村市⁽⁸⁾で観察されたのと、ほぼ同様な所見が得られている。従って、長崎地方の自然界における J E V 保有蚊の出現時期は、その特定地区の多少の年次的変動は別として、総体的には、既知の他府県地方に比べると非常に早期であり、然もその特異なパターンには恒常性があると考えられる。

1965年、愛野町における蚊からの J E V 分離率が最

高を示した7月7日は、1964年のそれに比べると約10日間遅れている。又最終分離時期は、1965年の7月20日を、1964年の7月6日に比べると、約2週間の遅れであった。この様な愛野町における現象は、林等⁽¹²⁾の大村、諫早地区における同様な調査成績と極めてよく一致しており、総体的に長崎県本土県南地域では、J E V 蚊感染が1965年の方が1964年に比べ時間的に遅延している様相が伺われた。然し、J E V 保有蚊の密度と関連する分離率は、1965年の方が1964年より明らかに高く、最高分離率では約2倍大きかったと推定される。

夜間畜舎において採集される *C. tritaen.* の中には、明らかに吸血直後と肉眼的に判定されるものも多く、これ等の蚊体乳剤はかなり濃厚な赤血色を呈する。しかも *C. tritaen.* を採集した畜舎の家畜は、多くは生後数夏を経過した成牛が主で、豚も第2報で述べる様に7月上旬以降は、ほぼ100%既に J E V の感染を受けており、従って蚊体乳剤を材料として哺乳マウス脳内接種法により J E V 分離を行なう時、材料中の J E V が蚊の吸血液に由来する J E V 中和抗体によって不活化される可能性がある。更に又、逆に採集時吸血直後の蚊では、同夜直に種類同定後ドライアイス中に凍結保存される為、viremia 血液を吸血した蚊では、その血中 J E V がそのまま分離される可能性もある。この様な両者の可能性は、蚊よりの J E V 分離に何等かの影響を与える事が考えられる。然し、吸血蚊、未吸血蚊を各々別々にプール構成し、その J E V 分離率を比較した結果は、両グループ間に顕著な分離率の差がなく、寧ろ全般的には吸血蚊からの J E V 分離率の方が高く、第一の可能性は殆んど無視してもよい様に思われる。この事は、中和抗体が接種材料中に存在していても、蚊体乳剤作製時の稀釈液添加によって中和抗体が大きく稀釈されたり、或は又蚊体の凍結保存、乳剤作製、接種の全過程を通じて慎重な低温操作を行なう為 J E V の中和抗体結合が起らない等の理由によるものであろう。第二の可能性については私共の成績は明瞭でない。この点は尚今後検討を要する問題である。

以上述べた様な1965年の長崎県における蚊の J E V 保有状況と、人の J E V 流行との関連については、第3報で述べる。

摘 要

1965年3月11日より、同11月5日迄の間、県下南高来郡愛野町畜舎において、*C. tritaen.* の季節的消長を

観察すると共に、同年4月14日より10月1日迄の間に採集した *C. tritaen.* ♀, 38, 443匹, 402プール (1プー

ル, 100匹を標準とする)より哺乳マウス脳内接種法により J E V 分離を行ない, 次の所見を得た.

1) *C. tritaen.* が最初に夜間畜舎に出現し, 同時に吸血行動を行なっているのが発見されたのは4月14日であり, 5月24日には否蚊の出現と共に急激に採集個体蚊数が増加し, 以後6月下旬に小さい山をつくり, 7月中旬の一時的減少後又急激に増加して, 8月上旬に最大のピークを作り, 以後徐々に減少し, 11月5日にも尚小数の残存を認めた. この季節的消長は, 1964年5月19日以後の消長に比べ大差を認めなかった.

2) *C. tritaen.* より J E V が分離されたのは, 6月21日より7月20日迄の間で, この間, 分離率が最高を示したのは7月7日である. これを1964年の所見に比べると分離期間の時間的遅延が顕著であったが, 分離率は1965年の方が高かった.

3) 採集時肉眼的に判定した吸血蚊と未吸血蚊の別々に構成したプールからの J E V 分離率は両群間に顕著な差を認めなかった.

この論文の原著は長崎大学風土病紀要, 8(1): 1~7, 1966年3月. に掲載した.

文 献

1) **Takahashi, K., Matsuo, R., Kuma, M., & Noguchi, H.** : Studies on mosquito infection with Japanese encephalitis virus in 1964 in Nagasaki Prefecture. *Endem. Dis. Bull. Nagasaki.*, 7 (3) : 165-177, Sept. 1965.

2) **Buesher, E. L., Scherer W. F., Rosenberg, M. Z., Gresser, I., Hardy, J. L., & Bullock H. R.** : Ecologic studies of Japanese encephalitis in Japan. II. Mosquito infection. *Am. J. Trop. Med. & Hyg.*, 8 : 651-674. 1959.

3) 大谷明, 高橋三雄, 緒方隆幸, 片岡政夫, 奥野剛, 松山達夫, 中村忠義: 群馬県におけるコガタアカイエカの日本脳炎ウイルス保有の年度別変化と, その人の日本脳炎流行との関係について. 第11回日本ウイルス学会総会講演要旨. 12. 1963.

4) 大谷明, 高橋三雄, 緒方隆幸, 奥野剛: 節足動物媒介ウイルスに関する研究. 1, 1963年度における野外研究. 国立予防衛生研究所年報. XVII. : 75-76. 1963.

5) **Yamamoto, H., Takahashi, K., & Manako, K.** : Brief note on the natural infection of *Culex tritaeniorhynchus* Giles with Japanese encephalitis virus in Fukuoka Prefecture in the year 1963. unpublished records.

6) **Hurlbut, H. S., & Nibley, Jr.**

C. : Virus isolation from mosquitoes in Okinawa. *J. Med. Ent.*, 1, 78-83. 1964.

7) **Wang, S. P., Grayston, J. T., & Hu, S. M. K.** : Encephalitis on Taiwan. II Virus isolation from mosquito. *Am. J. Trop. Med. & Hyg.*, 11 : 141-148. 1962.

8) **Hayashi, K., Mifune K., Motomura, I., Matsuo, S., Kawasoe, H. & Futatsuki, K.** : Isolation of Japanese encephalitis virus from mosquitoes collected in Omura district, Nagasaki Prefecture, in 1964. *Endem. Dis. Bull. Nagasaki.*, 7 (3) : 155-164. 1965.

9) **Omori, N., Wada, Y., Kawai, S., Ito, S., Oda, T., Suenaga, O., Hayashi, K. & Mifune, K.** : Preliminary note on the collection of hibernated female of *Culex tritaeniorhynchus* in Nagasaki. *Endem. Dis. Bull. Nagasaki.*, 7 (2) : 147-153. June, 1965.

10) 藤崎利夫, 横尾秀典: 1952年と1956年に於ける諫早地方での蚊族の季節的消長について. 長崎医学雑誌. 32(11): 1, 446-1, 450, 1957.

11) 大利茂久, 下釜勝: 長崎市内の牛舎における蚊族の季節的消長. 長崎医学雑誌, 28(9): 1, 020-1, 026, 1953.

12) 林薫, 大森南三郎: 未公開資料.

1965年, 長崎県における日本脳炎流行の疫学的研究

第2報 県下各地飼育屠場豚の日本脳炎ウイルス赤血球凝集
抑制抗体保有の季節的消長について

長崎県衛生研究所 (所長: 高橋克巳博士)

高 椅 克 巳, 松 尾 礼 三, 熊 正 昭
野 口 英 太 郎, 藤 原 音 晃, 東 房 之

Studies on Epidemic of *Japanese encephalitis virus* in Nagasaki Prefecture, in the 1965 Season

II Survey for the seasonal fluctuation of hemagglutination inhibition
antibody possessing rate against *Japanese encephalitis virus* among
the slaughtered swine bred in various districts of Nagasaki
prefecture, in 1965.

Katsumi TAKAHASHI, Reizo MATSUO, Masaaki KUMA,
Hidetaro NOGUCHI, Otoaki FUJIWARA & Fusayuki HIGASHI.

Nagasaki Prefectural Institute of Public Health
(Director: K. TAKAHASHI, M. D.)

Abstract: For the purpose of learning the dissemination period of *Japanese encephalitis virus* (JEV) in the various parts of Nagasaki prefecture in 1965, a survey for the seasonal fluctuation of hemagglutination inhibition (HI) antibody response against JEV as an indicator for JEV infection among the slaughtered swine (6-8 months old) was made from February 12 to December 20 in 1965.

1) The HI antibody possessing rate among the swine still remained fairly high during winter and early spring, but during the period from spring to early summer there was scarcely any remaining HI antibody noted except for a temporally increase of the

* 長崎県有川保健所

possessing rate seen at the end of May in Shimabara district. Then, the sudden increase of the possessing rate of HI antibody occurred in late June among the swine bred in Shimabara and Isahaya district. This seems to indicate definite JEV infection among the swine. Subsequently the JEV dissemination spread progressively from the southern area of the mainland of Nagasaki prefecture to the northern area. On the other hand, in Miiraku and Arikawa district, in the outlying Goto islands, the possessing rate of HI antibody among the swine began to increase slowly in early July. This was 2-3 weeks later than in the southern area of the mainland. Furthermore, in those districts the possessing rate did not reach as high level as in the mainland where the possessing rate rapidly reached the level of hundred percent.

2) The HI antibody titer distribution among the slaughtered swine increased simultaneously with the rapid increase of the possessing rate.

結 言

我國の自然界に存在する脊椎動物の日本脳炎（以下JEと略す）ウイルス（以下Vと略す）に対する感受性は、その種類によって様々で、かなり幅広いスペクトルの分布をなしているが、中でも豚は注目をひく特性を持った動物である。清水等¹⁾、Hale等²⁾、Schelere等³⁾、三舟⁴⁾によれば、豚はJEVの感染によって高い力価の viremia を起し、且、速やかに抗体を産生し、Hale等²⁾はその viremia 血液を吸血したコガタアカイエカ (*Culex tritaeniorhynchus*, 以下蚊と称す) は総て感染を受けて有毒化すると云う。又 Scherer 等⁵⁾ は豚は蚊の吸血源として強い誘引力を有し、その attractor としては好適の動物であるという。加うるに、豚は家畜として最も普遍的に広範囲に飼育されており、然もその肥育期間は6~8ヶ月位の短期間の為、屠殺による世代更新が非常に頻繁で、年間を通じて常にJEVに対し感受性を有する抗体未保有

豚が継続的に多数存在する等の特異な性格を持っている。これ等の特性によって豚は我國のJEV疫学、並びに生態学上極めて重要な動物と考えられている。即ち、我國の夏期、JE流行期にJEV保有蚊を増やす所謂、増幅動物 (Amplifier) の一として豚は最も重視されており、同時に又、その感染はJEVの自然界撒布汚染を示す鋭敏な指標動物 (Indicator) としても利用されている。既に遠藤等⁶⁾ (宮城県)、根津⁷⁾ (東京都) は、同地方の屠場豚の血中赤血球凝集抑制抗体保有率 (以下HI陽性率と略す) の季節的变化を観察する事により、その地方のJEV撒布時期を把握し、同地方の人のJE流行予測に資している。私共も1965年の長崎県下の人のJE流行予測にこの方法を実施し、県下各地区のJEV撒布汚染状態の観察を行ったので、以下その所見を述べる。

材料及び方法

1. 材料

長崎県のように地形が極めて複雑で、且、本土を遠く距る海上に大きな離島を有する地域では、県内各地区毎にJEVの撒布状況が異なる可能性がある。従って被検豚は出来るだけ広く県下各地区のものを広く、且、継続的に調査することが必要である。この為、被検豚は県本土南部地区の飼育豚が集中的に集荷される諫早屠畜場屠殺豚に重点をおいて採血し、他方離島地区の被検豚は、上五島有川屠畜場と、下五島福江屠畜場屠殺豚を採血した。被検豚は総て生後6~8ヶ月の肥育豚に限定し、屠殺時、心臓より直接放血される血液を採取し、凝固放置後血清を分離した。諫早屠畜場での採血は、1965年2月16日より開始し、11月、12月は月

1回、2月、3月、10月は月2回、3月、4月、5月は月3回、6月、7月、8月、9月は月4回以上 (概ね週1回) 採血した。離島屠畜場は主として5月から9月迄の間に月3~5回採血した。

2. HI検査法

HI抗体価の測定は予研法に準じた。被検豚血清は、総て非特異的インヒビター除去の為、アセトン抽出法によって処理をし、更に非特異凝集素を除去する為、1日雛血球で低温吸収を行った。HI試験は1日雛血球を用い、予研分与のJaGAR# 01株AE抗元の8単位を使用した。HI陽性率は、HI抗体価10倍以上を以って陽性として算出した。

成 績

Table 1. Seasonal fluctuation of possessing rate of HI antibody against JEV in the serum among the slaughtered swine (6-8 months old) bred in various districts of Nagasaki prefecture, in 1965.

Date of serum drawn	Shimabara district	Isahaya district	Omura district	South Goto Miraku district	South Goto Fukue district	North Goto Arihara district	Nagasaki district	Nishisonogi district	Hobuho district	Total
Feb. 16		1/8 (12.3%)	9/18 (50.0%)	5/30 (16.6%)					11/25 (44.0%)	26/81 (32.0%)
25	2/13 (15.3%)	7/39 (17.9%)	2/23 (8.7%)							11/75 (14.6%)
March 12	0/10	6/53 (11.3%)	1/7 (14.3%)							7/70 (10.0%)
30		3/45 (6.6%)	1/44 (2.3%)	0/11						4/100 (4.0%)
April 7	1/19 (5.3%)	0/20								1/39 (2.5%)
16		3/21 (14.3%)	0/39							3/60 (5.0%)
28	0/9	0/24	0/14							0/47
May 4		4/57 (7.0%)								4/57 (7.0%)
12	0/37	0/10	0/12				3/5 (60.0%)			3/64 (4.8%)
19						0/7				0/7
24	7/43 (16.3%)	0/10	0/16							7/69 (10.1%)
27						0/4				0/4
June 2	0/34	0/14					0/17			0/65
8		1/49 (2.0%)		0/32						1/81 (1.2%)
15	0/20	0/10	0/12							0/42
18						0/13				0/13
22	7/17 (41.0%)	6/33 (18.2%)								13/50 (26.0%)
29	15/19 (79.0%)	7/30 (23.4%)		0/24						22/73 (30.1%)
July 7	11/14 (78.0%)	50/58 (86.2%)	13/28 (46.8%)			6/18 (33.3%)	16/18 (88.8%)	5/9 (55.5%)		101/145 (69.6%)
14	4/4 (100.0%)	42/44 (94.4%)	17/18 (94.4%)	7/56 (12.5%)						71/122 (58.1%)
21	15/16 (93.7%)	39/39 (100.0%)	12/12 (100.0%)			11/14 (78.5%)				77/81 (95.0%)
26	19/20 (95.0%)	15/15 (100.0%)		17/51 (33.3%)		14/19 (73.6%)				65/105 (61.9%)
Aug. 2	13/13 (100.0%)	21/21 (100.0%)	17/17 (100.0%)		18/18 (100.0%)	10/16 (62.5%)			15/15 (100.0%)	94/100 (94.0%)
9	10/10 (100.0%)	36/37 (97.3%)	15/15 (100.0%)							61/62 (98.3%)
17			18/18 (100.0%)	40/50 (80.0%)	10/11 (91.0%)	13/15 (86.6%)				81/94 (86.2%)
23		26/26 (100.0%)	18/20 (90.0%)		25/26 (96.1%)		5/5 (100.0%)	7/8 (87.5%)		81/85 (95.2%)
26						15/16 (93.7%)				15/16 (93.7%)
31	10/15 (66.6%)	7/7 (100.0%)	35/35 (100.0%)			7/8 (87.7%)				59/65 (90.7%)
Sept. 6		35/38 (92.1%)	17/19 (89.4%)							52/57 (91.2%)
9						13/17 (76.4%)				13/17 (76.4%)
16		38/51 (74.5%)	12/19 (63.1%)			9/10 (90.0%)				54/80 (67.5%)
20	16/17 (94.1%)					49/49 (100.0%)				65/66 (98.6%)
28	12/12 (100.0%)		12/12 (100.0%)	31/38 (81.5%)						55/62 (88.7%)
Oct. 7						13/18 (72.2%)				13/18 (72.2%)
12		13/15 (86.6%)								13/15 (86.6%)
26	15/18 (83.3%)	12/12 (100.0%)	13/17 (76.4%)							40/47 (85.1%)
Nov. 30		16/29 (55.1%)	7/12 (58.3%)					3/9 (33.3%)		26/50 (52.0%)
Dec. 20		13/30 (43.3%)				16/30 (53.3%)				29/60 (48.3%)

Number of total swine tested: 360 845 427 292 55 271 28 26 40 2344
 Numerator: Number of those possessing antibody against JEV
 Denominator: Number of swine tested.

1. HI陽性率の季節的变化

2月16日より12月20日迄の間に、県下3屠殺場において採血された屠場肥育豚、計 2344 匹の飼育地別HI陽性率の季節的变化を一括して表、1に示した。

表1に示した各飼育地区は、行政区画のみにならず、主として地形を考慮して図、1のように区分した。

- a) 島原地区. 愛野町を含む島原半島全域.
- b) 諫早地区. 諫早市を中心とした諫早平野とその周辺地区
- c) 大村地区. 大村市を中心とした川棚を含む大村湾東岸一帯
- d) 三井楽地区. 下五島福江島の三井楽町
- e) 福江地区. 下五島福江島福江市
- f) 有川地区. 上五島全域
- g) 長崎地区. 長崎市及び野母崎を含む.
- h) 西彼杵地区. 西彼杵半島全域
- i) 北松地区. 佐世保市を含む県本土北部.

以上の各地区の中で、各回採血頭数が多く、且、全調査期間を通じてほぼ継続的に観察出来たのは、島原、諫早、大村の県本土南東地域で、その他の地区は、有川地区が5月～9月の間のみ比較的継続して調査されている他は断片的な調査に終わっている。全地域を通じて総括的に云えることは、2月の時点で、屠場豚のHI陽性率はかなり高く、各地区とも12%～50%位であるが、その後徐々に低下して、概ね4月下旬より6月中旬迄の間は殆んど、0%程度に迄低下する。但し、長崎地区の5月12日

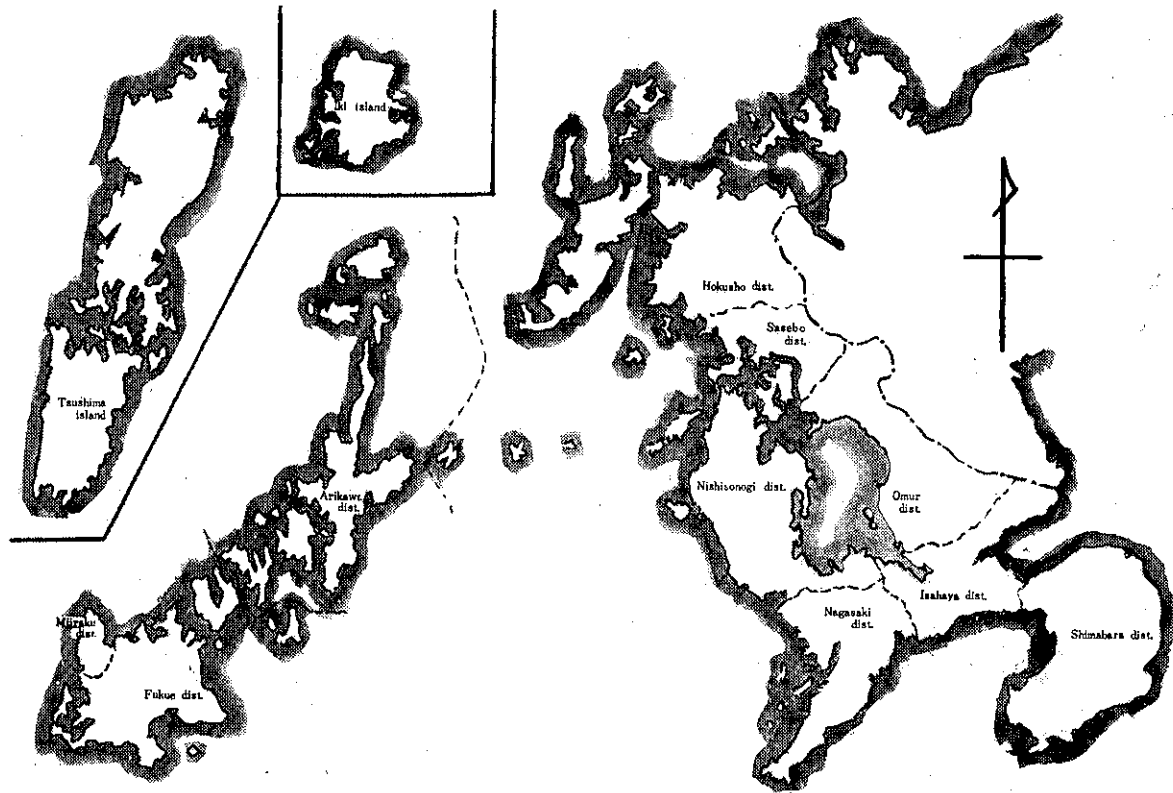


Fig. 1. Topographical division of studied area in Nagasaki prefecture.

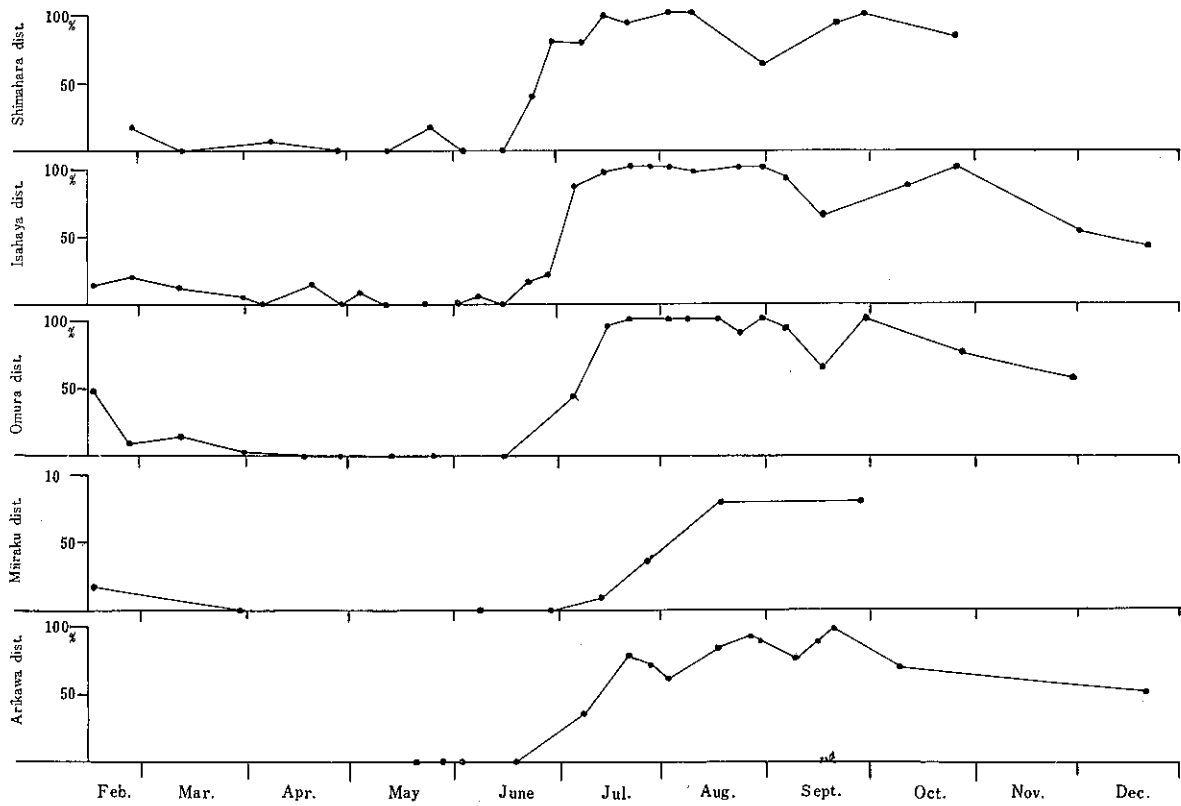


Fig. 2. Seasonal fluctuation of possessing rate of HI antibody against JEV in the serum among the swine(6-8 months old) bred in various districts of Nagasaki prefecture, in 1965.

採血の% (60.0%) は被検豚数が少い為明瞭でないが、島原地区の5月24日採血の% (16.3%) は、その意味する内容について検討を要するものがある。6月下旬になると、島原、諫早地区に初めてHI陽性率の上昇が見られ、以後急激に本土県南部地域全般の被検豚にHI陽性率の上昇が拡がり、7月中旬にはほぼ100%のHI陽性率を示す様になる。離島地区は、本土よりやや遅れて、その地区被検豚のHI陽性率の上昇が始るが、そのHI陽性率の上昇速度は本土より遅く、且、頻々100%に満たない傾向が伺はれた。この様な傾向は特に三井楽地区において著明である。9月に入ると各地区のHI陽性率に低下が見られる様になり、10月、11月、12月と、時間の経過に伴いこの傾向は著るしくなった。この間の各地区毎のHI陽性率の変化を図、2に示した。

この様な、地区毎のHI陽性率上昇の時間的差異を、更に各地区内の飼育地別に詳細に見ると図、3、

4、に見る様に6月29日の時点においては、島原、諫早地区のみにHI陽性豚の分布があり、両地区の中でも島原地区の方が諫早地区よりもそのHI陽性率が高く、又、諫早地区でも諫早市の飼育豚にHI抗体保有豚が見られるのに対し、同地区内の小長井産の豚には未だ全くHI陽性豚は発見されていない。如が7月10日前後頃には既に五島を含め県下全調査地区にHI陽性豚が分布している。然し、各地区毎のHI陽性率には大きい高低の差があり、早期にHI陽性豚が出現した地区程、遅れてHI陽性豚が出現した地域に比べそのHI陽性率は高い。

この様に、継続的に調査した地区に関する限り、1965年のJEV撤布は、各地区の屠場豚のHI陽性率の上昇を指標として見た場合、島原半島に始まり県本土南部より北部に向って北上拡大し、最後に五島地域に波及する様相が現象的には把握された。

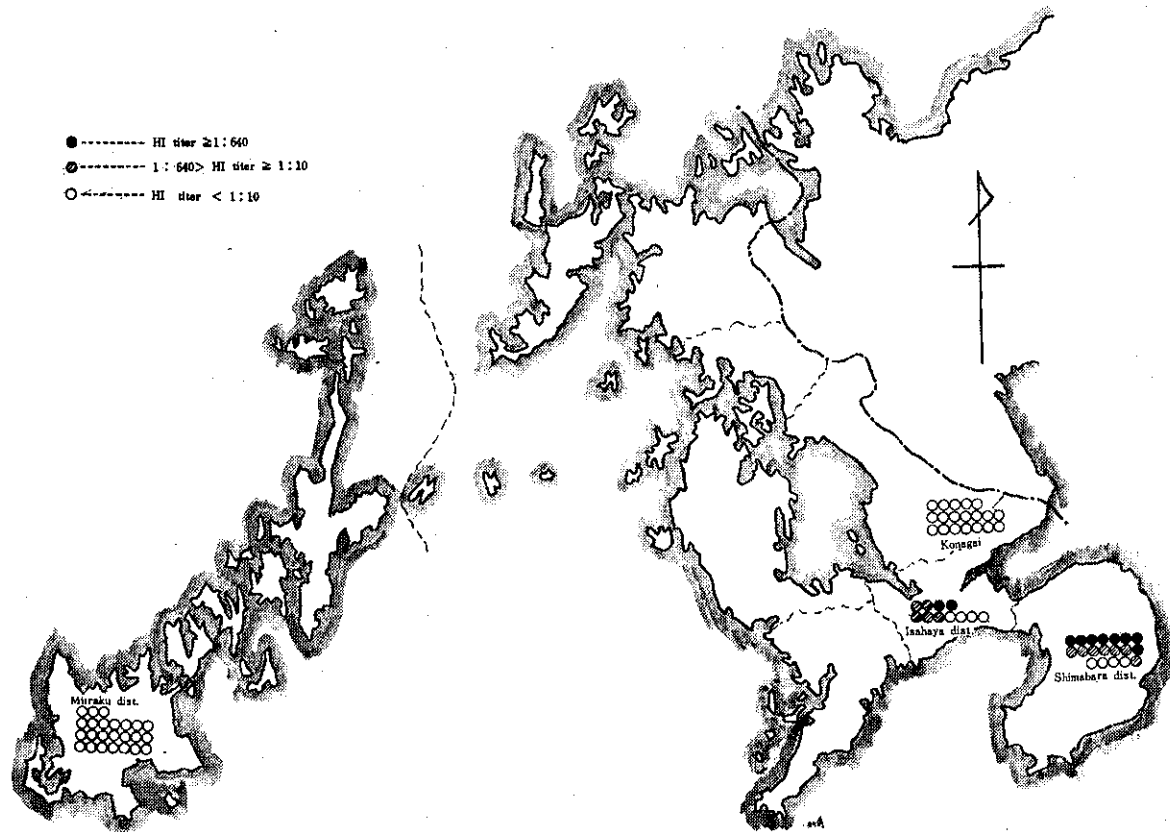


Fig. 3. Geographical and time distribution of the slaughtered swine (6-8 months old) possessing HI antibody against JEV in various parts of Nagasaki prefecture on June 29, 1965.

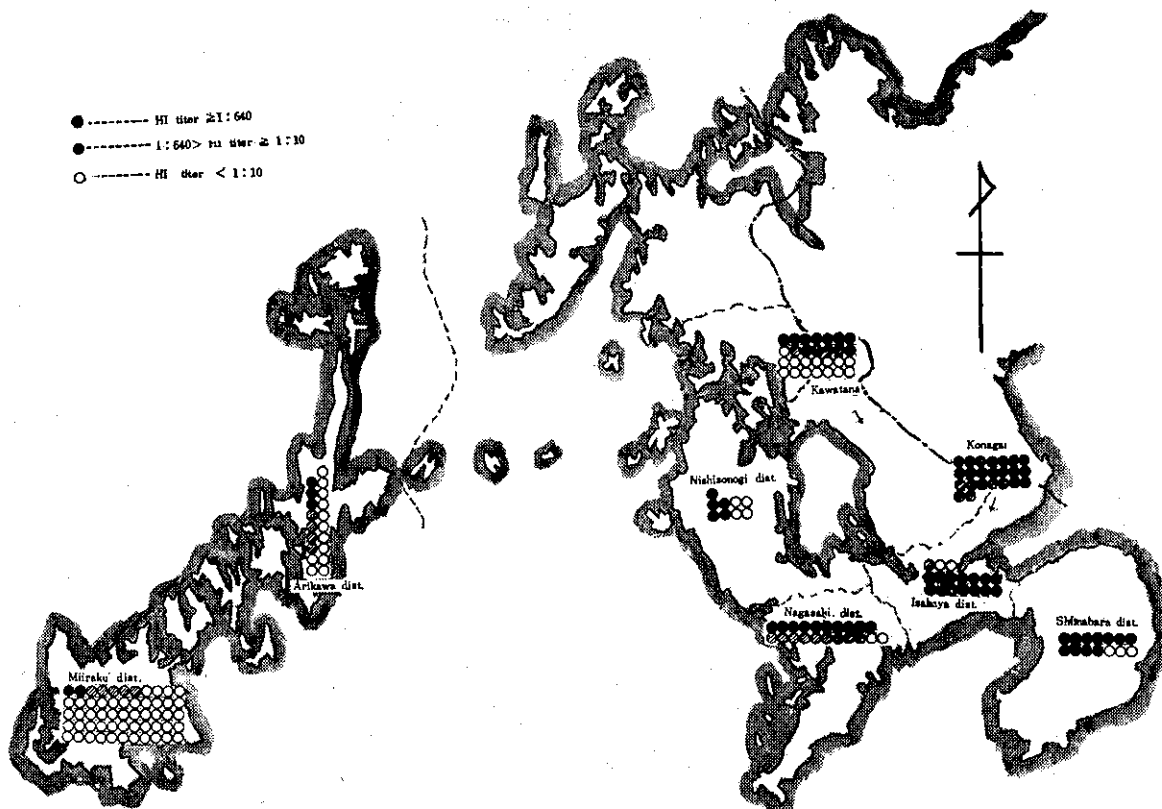


Fig. 4. Geographical and time distribution of the slaughtered swine (6-8 months old) possessing HI antibody against JEV in various parts of Nagasaki prefecture during 7 to 14 July, 1965.

2. HI 抗体価の季節的变化

2月16日より12月20日迄の間、屠場豚血中HI抗体価の季節的分布を、被検豚数も多く、且、ほぼ、定期的に継続して採血し、然も、そのHI陽性率の上昇に著るしい時間的差異のなかった島原、諫早、大村三地区飼育豚について観察した成績を、表、2、図、5に示した。2月16日より5月12日迄の間のHI陽性豚の示すそのHI抗体価は、概ね低く、640倍以上のHI抗体価を示すものはこの間のHI陽性豚40頭中僅に11頭(27.5%)であり、その中で1,280倍以上を示すものは2頭(5%)に過ぎず、2,560倍以上のものは全く存在しなかった。然るに、三地区の飼育豚がHI陽性率の急激な上昇を見せた6月22日以降、ほぼ100%のHI陽性率に達した7月21日迄の1ヶ月間におけるHI陽性豚239頭中、640倍以上のHI抗体価を示した豚は170頭(71.1%)であり、又、1,280倍以上のもの

は102頭(42.7%)、2,560倍以上のものは54頭(22.6%)であり、明らかに両期間の間には、単にHI陽性率の差のみでなく、その抗体価分布に質的な差がある事を示している。唯、5月24日採血の島原地区産被検豚43頭中、7頭のHI陽性豚があり、その中で1,280倍のHI価を示したものが2頭いた事は、その前後の様相に比べ頗る特異でありその解釈は慎重を要する。以上の様に、調査全期間を通じて屠場豚の平均HI価(HI陽性豚の抗体価の合計を被検豚数で除した商)の各採血時点毎の分布は、図6、に示す様に、2~3月の候は未だかなり高いが、除々に低下し、4月下旬より6月中旬迄の間は、前述の5月24日の島原地区を除けば概ね10倍以下の線に留るが6月下旬を境として急激な上昇を来して7月上旬をピークとし、高い水準で7月下旬まで続くが、やがて緩やかな下降線を描きながら低下する様相が観察された。

Table 2. Seasonal distribution of hemagglutination inhibition titers against JEV among the slaughtered swine (6-8 months old) bred in Shimabara, Isahaya and Omura district in 1965.

Date of sera drawn	Number of sera tested	Hemagglutination inhibition titers											Number of sera possessing HI antibody (%)			
		1:10	1:10	1:20	1:40	1:80	1:160	1:320	1:640	1:1,280	1:2,560	1:5,120		1:10,240		
Feb. 16	26	16	2	1		1	3	2	1							10(38.5%)
Feb. 25	75	64	1		1		2	7								11(14.6%)
March 12	70	63	3		1			1	1							7(10.0%)
March 30	89	85					2	1		1						4(4.5%)
April 7	39	38				1										1(2.5%)
April 16	60	57	1	1			1									3(5.0%)
April 28	47	47														0
May 4	57	53		2	1		1									4(7.0%)
May 12	59	59														0
May 24	69	62	1		1	1	2			2						7(10.1%)
June 2	48	48														0
June 8	49	48					1									1(2.0%)
June 15	42	42														0
June 22	50	37	3	2	1	1	1	2	1	2						13(26.0%)
June 29	49	27	1			2	3	6	8	1				1		22(44.0%)
July 7	100	26	3	1	7		1	1	15	13	14	11	8			74(74.0%)
July 14	66	2					3	11	25	14	7	4				64(96.9%)
July 21	67	1					3	17	19	18	5	3	1			64(98.5%)
July 26	35	1	2	1					12	11	5	3				34(97.1%)
August 2	51	4						5	17	14	8	2	1			51(100.0%)
August 9	62	1				2	6	11	24	12	6					61(98.3%)
August 17	18				1	1	2	4	9	1						18(100.0%)
August 23	46	2	1	4	1	4	10	8	13	3						44(95.7%)
August 31	57	5			1	4	2	17	16	8	2	1				52(91.2%)
Sept. 6	57	4				4	3	20	14	3	1					53(92.9%)
Sept. 16	70	25	2	2	2	2	11	19	8	1	1					45(64.3%)
Sept. 20	17	1	1	2	1		10	2	6	1			1			16(94.1%)
Sept. 28	24	2	2	1	3	4	1	6	2							24(100.0%)
Oct. 11	45	2			1	2	6	4	3							13(86.6%)
Oct. 26	17	7	12	1	5	6	3	5	1	2						40(85.1%)
Nov. 30	41	18	2	2	3	8	8	7	4		2		1			23(56.0%)
Dec. 20	30	17	1	1	3	4	1	2								13(43.3%)
Total	1,632															

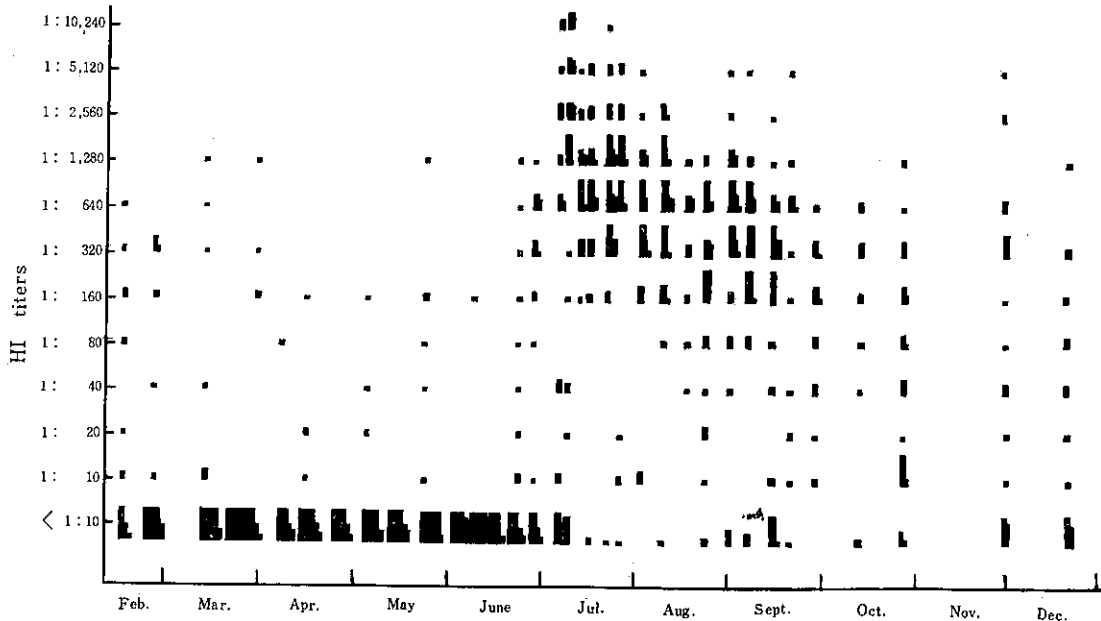


Fig. 5. Time distribution of HI antibody titers against JEV among the slaughtered swine (6-8 months old) bred in Shimabara, Isahaya and Omura district, the southern area of the mainland of Nagasaki prefecture, in 1965.
 Remarks : ■..... one case 10 cases ■..... 50 cases

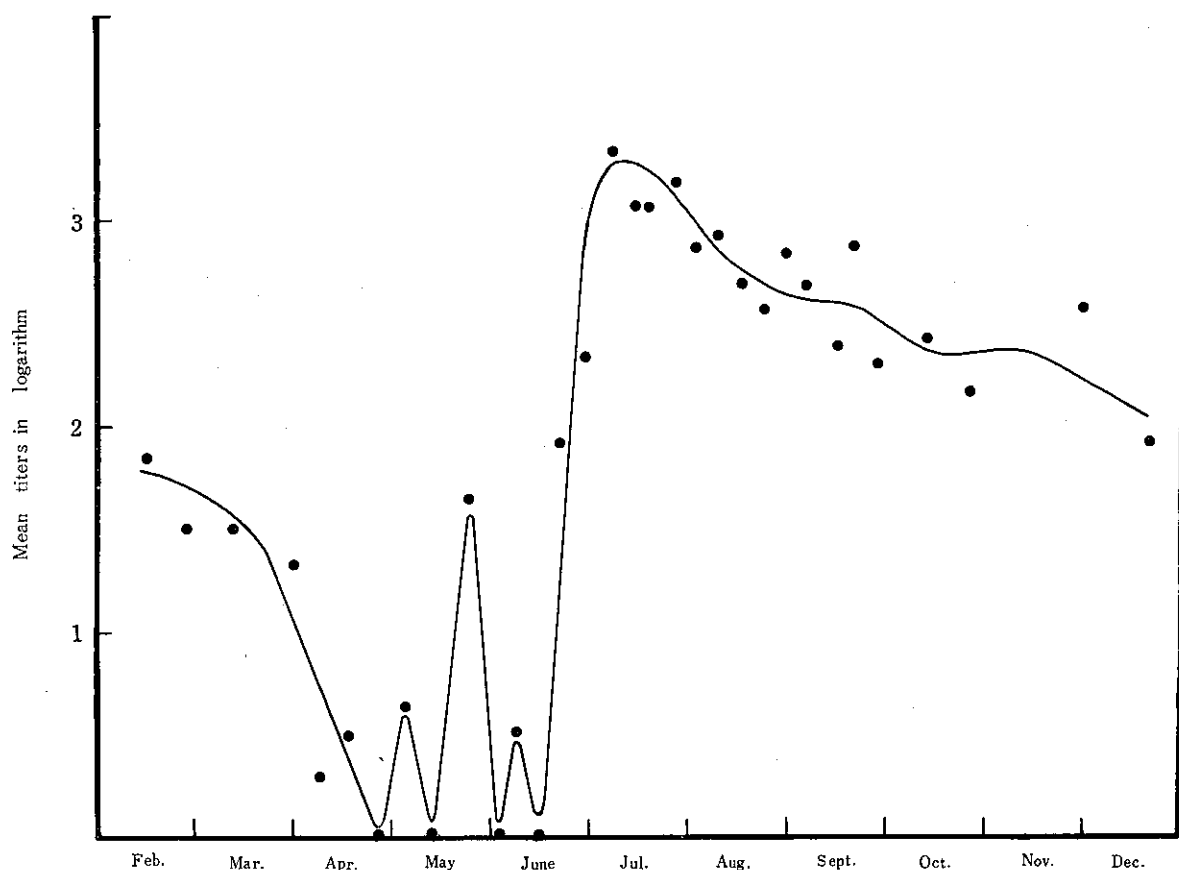


Fig. 6. Time distribution of mean titers of HI antibody against JEV among the slaughtered swine (6-8 months old) bred in Shimabara, Isahaya [and Omura district, the southern area of the mainland of Nagasaki prefecture in 1965.

Remarks: Mean titers were calculated by total of HI antibody titers, which were above 1:10 in dilution, divided by the number of sera tested.

考

1965年、ほぼ1ヶ年を通じて私共が観察した長崎県下肥育屠場豚の血中HI陽性率の季節的変化の基本的なパターンは、遠藤⁶⁾、根津⁷⁾の報告と何等異った所見はない。即ち、春頃迄見られた若干のHI陽性率は、晩春、初夏の候には殆んど0、或は全く0にまで低下するが、或る時点で突然、急激な上昇を来し短期間ではほぼ100%、或は完全に100%に達して、暫時、そのレベルで持続するが、初秋より冬にかけて徐々に低下を示す様相は、長崎県においても全く同様であった。然し長崎県の特異な点は、そのHI陽性率上昇時期が極めて早期に始る事にある。私共が調査した県下各地区では、6月22日採血の島原、諫早地区飼育屠場豚のHI陽性率の上昇が、その前後の様相より見て最も確実なJEVの撒布汚染を示す最初の徴候として把握されたが、この時点におけるJEVによる感染の開始は、全日本的な視野に立って見る時、非常に早期な現象である。厚生省が1965年、各都府県毎に、その屠場豚のJEV、HI陽性率の季節的変化を指標として、全国

察

的規模で実施したJEV流行予測事業の全国JEV流行情報⁸⁾によれば、実施府県中、本県が最も早く、6月30日にJEV汚染確定地域とされており、第1報⁹⁾で述べた県下におけるJEV蚊感染の開始時期の早期現象とも関連し注目される。

次に、県下各地区毎のJEV撒布汚染の時間的浸透状況は、観察が不十分であった長崎地区、西彼杵地区、北松地区、杵岐、対馬地区を除外すれば、島原地区より始めて本土県南部地域を北上し、諫早、大村地区へと拡大して、五島地域へと浸透波及する様相が現象的には伺はれた。この間、5月24日採血の島原地区屠場豚のHI陽性率 $7/48$ (16.3%)は、そのHI抗体価分布と共に特異な現象である。豚が、蚊に対するJEV供給者としての役割りを演じ amplifierの一として、JEV保有蚊の数を増加してゆく、所謂増幅過程のメカニズムより推測すれば、当然理論的には、一次増幅、2次増幅、或は3次増幅等の段階的増幅過程の存在が予想され、その各段階を通じてJEV保有蚊と

HI陽性豚が共に幾何級数的に増加してゆき、一定の時間と空間内におけるJEV抗体未保有豚を含む増幅動物の感染終了によって、このサイクルは終止符を打つと考えられる。又、この蚊—豚—蚊のサイクルの循環速度を規定する因子は、一定地区内の蚊と感受性豚の絶対数である。1964年の愛野町(島原地区)におけるJEV保有蚊の出現¹⁰⁾が5月19日、或はそれ以前であったかもしれない可能性とその時点における新生蚊の発生を考慮すれば、同じ島原地区内で5月24日の時点でJEVの感染を新に受けた豚の存在を否定することは出来ないであろう。従って、この5月24日採血屠場豚の示すHI陽性率は、6月22日の同地区屠場豚の確実なJEVの撒布汚染を示すHI陽性率上昇に先行する。第一次増幅を示す現象としての疑いが極めて濃厚である。

屠場豚のHI陽性率上昇を指標として観察された、県下各地のJEV撒布汚染の淫侵拡大の現象は、県下のみならず全日本的な視野においても、ほぼ同様に認められている。即ち、前記、厚生省の1965年、全国JEV流行情報⁹⁾によれば、長崎県の6月30日のJEV汚染確定を最初とし、以後引続き、熊本県、福岡県、大分県等の九州地方より始り、三重県、高知県等の低緯度地方の我国西南部地域より、ほぼ隣接地域への連続的波及様相を呈し乍ら、高緯度地方の東北部地域へ向って拡大し、最終的には8月30日の宮城県でのJEV汚染確定を以て、全日本的なJEV汚染が完了している。この様な、小は県内各地区から、大は全日本各地域に渉るJEV撒布汚染の淫侵拡大現象は、基本的には何に基因するものであろうか。端的に云えば、1965年、JEVの撒布汚染が確認された長崎県の6月下旬と、宮城県の8月下旬との間にある約2ヶ月の時間差の由来するメカニズムの解析にこそ、我国におけるJEV生態学の謎を解く鍵があると考えられる。

五島地区の屠場豚HI陽性率の上昇が県本土地域に比べ非常に遅延し、且、その陽性率が最終的に100%に達せず、かなり低い水準で推移する現象は奇妙である。この傾向は下五島、福江島、三井楽地区産の豚において特に著明であった。三井楽地区は、その立地条件、産業構造が本土各地区に比べ非常に特殊である。同地区は福江島の北西部に突出し隔離された丘陵性半島で、その全耕地面積1,578町歩中、水田は一部海岸低地に僅に63町歩(4.0%)あるに過ぎず、畑作農業と畜産(常時飼育豚数、約2,500頭、肉牛1,300頭)を主体とする産業構造を持っている。この様な立地条件。

は、主として水田を発生源とするJEV媒介蚊の発生絶対数をかなり制限すると考えられる。この様な本土と異なる立地条件は五島の各島にほぼ共通する地形及び産業形態であり、その環境条件が、本土各地区と異なるJEV撒布汚染の様相を齎らしたものであろう。

調査全期間を通じて、HI陽性豚の示すその抗体価分布は、この年初めてJEV感染を受けたと思われる6月下旬以降の豚の方が前年越夏豚と思われる5月中旬以前の豚に比べると明らかに高い。私共が、本調査とは別個に飼育豚20頭について、各個体別にそのJEV自然感染による血中HI抗体価の消長を定期的に継続して追跡調査した成績¹¹⁾では、JEV自然感染を受けた感受性豚は、程度の差こそあれ、例外なく、その直後より急激なHI抗体価の上昇を来すが、そのピークの持続は約2~3週間程度の比較的短期間で、以後一定のレベル迄急速に下降して、暫時そのレベルを維持し乍ら、やがて徐々に低下する所見を得ている。従って、屠場豚の場合、その各個体がJEV感染を受けて採血される迄の経過日数は、採血時点毎に異なる為、感染後の経過日数の長いもの程、そのHI抗体価の分布は低く、逆にその経過日数の短いもの程その抗体価分布は高い結果を示すものである。又、この様な観点から、6月中旬以降の新しくこの年にJEV感染を受けた屠場豚HI抗体価の分布推移を見ると、6月下旬より7月下旬に渉って高い分布を示したものが、8月上旬頃より徐々にその分布の下降現象が見られる。この現象は、8月上旬頃にはそのHI陽性率の100%到達にも伺われる様にJEVの豚感染が、感受性豚の欠乏乃至非存在や、或はJEV保有蚊の稀薄乃至非存在によってほぼ終了した事を示唆するものであり、且、JEVの豚感染継続期間は約1ヶ月程度の比較的短期間に終了する事をも示唆するものであろう。

6月下旬より、7月下旬に渉り、豚のJEV感染が拡大進行する期間に、屠場豚のHI抗体価が10倍乃至20倍程度の非常に低い分布を示すものが少数ある。これは、感染後採血迄の経過日数が短か過ぎ、そのHI抗体価がピークに達する前の中途段階のHI価とも考えられるが、前述の私共が飼育豚のJEV自然感染のHI価消長を個体別に追跡調査した成績¹¹⁾では、被検豚20頭中2頭はその自然感染後5ヶ月間を通じて遂にそのHI価は20倍以上を示さなかった例があった事からも示唆される様に、或はこれ等は、HI抗体産生不良豚(poor reactor)の可能性がある。

摘 要

1965年、2月16日より同12月20日迄の間、長崎県下、諫早、有川、福江屠畜場において、ほぼ定期的に採血した肥育屠殺豚（生後6～8ヶ月）、合計2344頭の血中HI陽性率、及びそのHI価分布の季節的消長を調査し、その変動を指標として各被検豚生産地別にJEVの撒布汚染状況を推測し、次の所見を得た。

1) 調査地区の中で、島原地区産被検豚に5月24日採血の47頭中、7頭のHI陽性豚が認められた事は、その前後のHI陽性率と、その抗体価分布より見て、この年最初のJEV感染豚の出現を示唆するものがあり、注目された。

2) 確実にJEVの自然界撒布開始を示すと思われる屠場豚のHI陽性率上昇期は、島原、諫早地区の6月

22日で、以後引続き県本土南部地域より北部地域に向けて北進的に汚染地区の浸透拡大が認められた。五島地域は本土より時間的に2～3週間遅れて、その屠場豚HI陽性率の上昇が始まったが、その上昇速度は遅く、且、100%代に達せぬまま推移する傾向が見られた。

3) 県本土南部地域で観察された屠場豚のHI陽性率とその抗体価分布の変化より見て、この地区におけるJEV感受性豚のJEV感染の進行期間は、概ね6月下旬より7月下旬迄の約1ヶ月間であり、8月上旬にはこの地区の豚感染はほぼ終了したと推定された。

この論文の原著は、長崎大学風土病紀要、8(1): 8～17、1966年3月、に掲載した。

文 献

- 1) Shimizu, T., Kawakami, Y., & Matsumoto, M. : Fate of the virus of Japanese encephalitis inoculated intradermally into swine. *Kachiku-Eisei-Shikenjo Kenkyu-Hokoku.*, 23 : 85-92, 1951.
- 2) Hale, J. H., Lim, K. A., & Colles, D. H. : Investigation of domestic pigs as a potential reservoir of Japanese encephalitis virus on Singapore Island. *Ann. Trop. Med. & Parasitol.*, 51 : 373-373, 1957.
- 3) Sherere, W. F., Moyer, J. T., & Izumi, T. : Immunologic studies of Japanese encephalitis virus in Japan. V. Maternal antibodies, antibody responses and viremia following infection of swine. *J. Immunol.*, 83 : 620-626, 1959.
- 4) Mifune, K. : Transmission of Japanese encephalitis virus to susceptible pigs by mosquitoes of *Culex tritaeniorhynchus* after experimental hibernation. *Endem. Dis. Bull. Nagasaki.*, 7 (3) : 178-191, 1965.
- 5) Sherer, W. F., Buescher, E. L., Fleming, M. B., Noguchi, A., & Scanlon, J. : Ecologic studies of Japanese encephalitis virus in Japan. III Mosquito factors. Zootropism and vertical flight of *Culex tritaeniorhynchus* with observation on variations in collections from animal-bated traps in different habitats. *Am. J. Trop. med. & Hyg.*, 8 : 665-677, 1959.
- 6) 遠藤好喜, 我妻仁, 日下君子, 今野二郎, 野家美夫, 山司男七, 茂庭秀高, 石田名香雄: プタ血中HI抗体より見た日本脳炎の流行予測について. 第22回日本公衆衛生学会総会演説要録. 86, 1965.
- 7) 根津尚光: 日本脳炎の血清疫学的考察. 第22回日本公衆衛生学会総会演説要録. 86, 1965.
- 8) 厚生省公衆衛生局防疫課: 全国日本脳炎情報. No. 1-No.23. 1965.
- 9) 高橋克巳, 松尾礼三, 熊正昭, 野口英太郎, 東房之: 1965年長崎県における日本脳炎流行の疫学的研究. 第1報. コガタアカイエカからの日本脳炎ウイルス分離状況. 長崎大学風土病紀要. 8(1): 1-7, 1966.
- 10) Takahashi, K., Matsuo, R., Kuma, M., & Noguhi, H. : Studies on mosquito infection with Japanese encephalitis virus in 1964 in Nagasaki Prefecture. *Endem. Dis. Bull. Nagasaki.*, 7 (3) : 165-177, 1965.
- 11) 高橋克巳, 松尾礼三, 熊正昭, 野口英太郎, 田口末春, 坂井穰: 幼豚の日本脳炎HI移行抗体の推移と、その自然感染について. 第18回日本細菌学会九州支部総会演説要旨. 1965.

1965年,長崎県における日本脳炎流行の疫学的研究

第3報, 日本脳炎ウイルスの蚊, 豚, 人感染の総括的関連性について

長崎県衛生研究所 (所長: 高橋克巳博士)

高橋克巳, 松尾礼三, 熊正昭

野口英太郎, 藤原音晃*, 東房之

Studies on Epidemic of *Japanese encephalitis virus* in Nagasaki Prefecture, in the 1965 Season

III Correlation among the human epidemic, mosquito infection and swine infection with *Japanese encephalitis virus* in Nagasaki prefecture, in 1965.

Katsumi TAKAHASHI, Reizo MATSUO, Masaaki KUMA,
Hidetaro NOGUCHI, Otoaki FUJIWARA & Fusayuki HIGASHI

Nagasaki Prefectural Institute of Public Health
(Director: K. TAKAHASHI, M. D.)

Abstract: The observations on correlation among human epidemic, mosquito infection and swine infection with *Japanese encephalitis (JE) virus (V)* in Nagasaki prefecture in the 1965 season were carried out by the serological confirmation of the reported cases of the overt JE patients, the JEV isolations from the vector mosquitoes of *Culex tritaeniorhynchus* in Aino-machi and the survey for the possessing rate of hemagglutination inhibition (HI) antibody against JEV among the slaughtered swine bred in the various districts of Nagasaki prefecture.

The results are as follows:

1) Serological confirmation for the reported cases were made by HI test and complement fixation test against JEV. Fifty nine out of 68 cases reported in this year were examined and

* 長崎県有川保健所

the following results were obtained: positive; 34, doubtful; seven, negative; 10 and quantity not sufficient for definitive confirmation; eight. Remaining nine cases were not tested because of sudden death of the most patients. These results may suggest that the epidemic in 1965 in Nagasaki prefecture was evidently large as compared with that of the past in Nagasaki prefecture and other prefectures in Japan.

2) The onset of the first confirmed case of JE in Nagasaki prefecture occurred on July 5 in the southern area of the mainland of Nagasaki prefecture. Subsequently, the occurrence of the confirmed patients of JE was seen until September 20 spreading progressively from the southern area of the mainland to the northern area, Nagasaki district, Shimabara district, Isahaya district, Omura district, Nishisonogi district, Sasebo district, Hokusho district, Goto district, and Iki-Tsushima district in that order. During this period, 60 percent of the JE patients occurred from the end of July to the beginning of August.

3) In the expansive spread of the JE epidemic, a close time correlation was between the occurrence of the confirmed patients in each district and the dissemination of JEV indicated by the increase of possessing rate of HI antibody among the slaughtered swine bred in that district. The increase of the possessing rate of HI antibody preceded regularly 2-3 weeks to the occurrence of the first confirmed case of JE patients in each district.

4) Each of these phenomena as the first JEV isolation from the mosquitoes on June 21, the sudden increase of the possessing rate of HI antibody among the slaughtered swine bred in Shimabara district on June 22 and the onset of the first confirmed case of JE patients on July 5 was the earliest case in comparison with that of other prefecture reported throughout in Japan in the 1965 season.

5) It is of interest that although the fundamental pattern of the seasonal fluctuation of the vector mosquito of *Culex tritaeniorhynchus* was similar in both 1964 and 1965 in Aino, the JE epidemic was smaller in 1964 in which appearance and disappearance of the mosquito infected with JEV was earlier and the epidemic was larger in 1965 in which appearance and disappearance of the infected mosquito was late.

結 言

我国における人の日本脳炎（以下JEと略す）の流行は、年次的変動が大きく、大流行と小流行が必ずしも規則的ではないが、或る程度週期的に交替して訪れる現象が見られる。又大流行の年でも、そのJE患者の発生状況は全国各府県に均一的に分散するのではなく、寧ろ特定地域に集中して多発する傾向がある。例えば、1965年の我国JEの流行は、過去11年間の最低（患者数、1,636名、死者数、497名、人口10万対罹患率1.7）であるが、患者の多発地は西日本地域、特に九州地方であり、長崎県ではその届出患者数（軽症患者を除く）68名は、過去のそれと比較した時大きい流行であると考えられる。尠が、1964年の流行は、全国的には近年稀な大流行（患者数、2,683名、死者数、

1,365名、人口10万対罹患率2.8）で、その患者多発地は、中国、四国、近畿地方で、九州地方では少く、長崎県でも届出患者数は48名、血清学的確認患者数は14名であった。この様に、JE流行に見られる年次的、地域的変動は、基本的には、一定の時間、空間におけるJEウイルス（以下JEVと略す）の撒布汚染密度の変動の投影と考えられるが、このJEVの撒布汚染密度を規定する因子は何であろうか。既に大谷等¹⁾は長年に渉る群馬県のフィールド調査で、JEV保有蚊の動態と人の流行との間に密接な相関性の存在を認め、それより流行のパターンを予測する一定の法則を推定している。私共が1964年来、長崎地方においてJEVの生態学的、疫学的研究を開始した一半の目的

は、当地方の自然界における JEV サイクルを巡る蚊、脊椎動物、人の相互間における JEV の出現、撤布及び感染の時間的、空間的関連現象を把握し、その解析による JE 流行の予測法則の確立にある。

1965 年は、この研究の第 2 年目に当り、未だデータ

一の集積は僅少であるが、以下 1965 年の JE 流行に当り観察された、蚊、豚、人の JEV 感染状況を関連総括し、併せて、これ等の成績を 1964 年の成績²⁾と比較検討して述べる。

材料及び方法

蚊及び豚の JEV 感染については、既に第 1 報⁴⁾及び第 2 報⁵⁾で述べたので省略し、人の感染流行事項について述べる。

1. 届出患者

長崎県下に発生した JE 顕性感染患者は、先づ臨床的診断により一応真性、或は疑似患者として届出られるが、周知の様子、JE の正確な診断は後述のウイルス学的、血清学的検査に俟たなければならない。しかしこれ等の届出患者の中には、その後の臨床経過の観察によって明らかに非 JE として臨床的に鑑別可能なものもあり、この患者等は他の病名に転症される。従って、ここに届出患者として扱われるものは、この転症患者を除外した届出患者の謂である。

2. JE 確認患者

届出患者の血清学的検査は、赤血球凝集抑制試験（以下 HI と略す）と補体結合反応（以下 CF と略す）を併用して行なった。

a. HI

HI は予研法に準じた。使用抗原は中山 (NIH) 株と JaGAR # 01 株を併用し、各々その AE 抗原の 8 単位を使用した。被検血清は総てアセトン処理を行なった後、一日離血球を用いて HI 価を測定した。患者血清は発病直後に第 1 回目の採取を行ない、以後 1 週間々隔で計 4 回採取を原則としたが、発病後の早期死亡や、僻地等の理由で採血不能の者や、採血回数が 1 回に留る者もあった。これ等の患者の各回採取血清は、 -20°C に保存し、試験は各回血清を揃えて同時に行なった。

この試験成績による JE 患者の判定は、その中山株抗原に対する HI 価を次の基準に従って適用し、

JaGAR # 01 株抗原に対する HI 価をも参考として用いた。

- 1) JE 確認患者。対血清の HI 価が 4 倍以上々昇して、且、その最高価が 1 : 160 以上のもの。単一血清の場合は、その HI 価が 1 : 320 以上のもの。
- 2) JE 容疑患者。対血清の HI 価が 4 倍以上々昇しているが、その最高価が 1 : 40 乃至 1 : 80 のもの。単一血清の場合は、その HI 価が 1 : 160 のもの。
- 3) JE 否定患者。血清採取時期が適当であるにも拘らず、全経過中 $< 1 : 10$ のもの。
- 4) 不明患者。以上の 1), 2), 3) 何れにも該当しないもの。

b. CF

被検血清は HI と同様である。使用抗原は中山 (NIH) 株の AE 抗原で、その 4 CF 単位を使用した。補体は 2 単位を用い、小量法により、終末点は 75% 不溶血 (3) をとり実施した。対照に正常マウス脳抗原を用いた。この判定基準は次の通りである。

- 1) JE 確認患者。対血清の CF 価に 4 倍以上の上昇があり、且、その最高価が 1 : 8 以上のもの。単一血清の場合は、その CF 価が 1 : 16 以上のもの。
- 2) JE 容疑患者。対血清の CF 価が $< 1 : 4$ より 1 : 4 に上昇したもの。単一血清の場合は、その CF 価が 1 : 8 のもの。
- 3) JE 否定患者。血清採取時期が適当であるに拘らず全経過中 $< 1 : 4$ のもの。
- 4) 不明患者。以上の 1), 2), 3) 何れにも該当しないもの。

成

1. 人の JE 流行状況

1965 年の長崎県下届出患者数は、合計 68 名で、その中、死亡者数は 22 名である。

その初発は長崎市の 7 月 5 日で終発は諫早地区の 10

績

月 23 日で、発生地区は県下全域に及んでいる。これ等の届出患者中、血清学的検査を実施した者は 59 名で、その実施率は 86.8% に達する。残りの 9 名中の 7 名は、死亡によって血清の採取が不能に終わった者である。

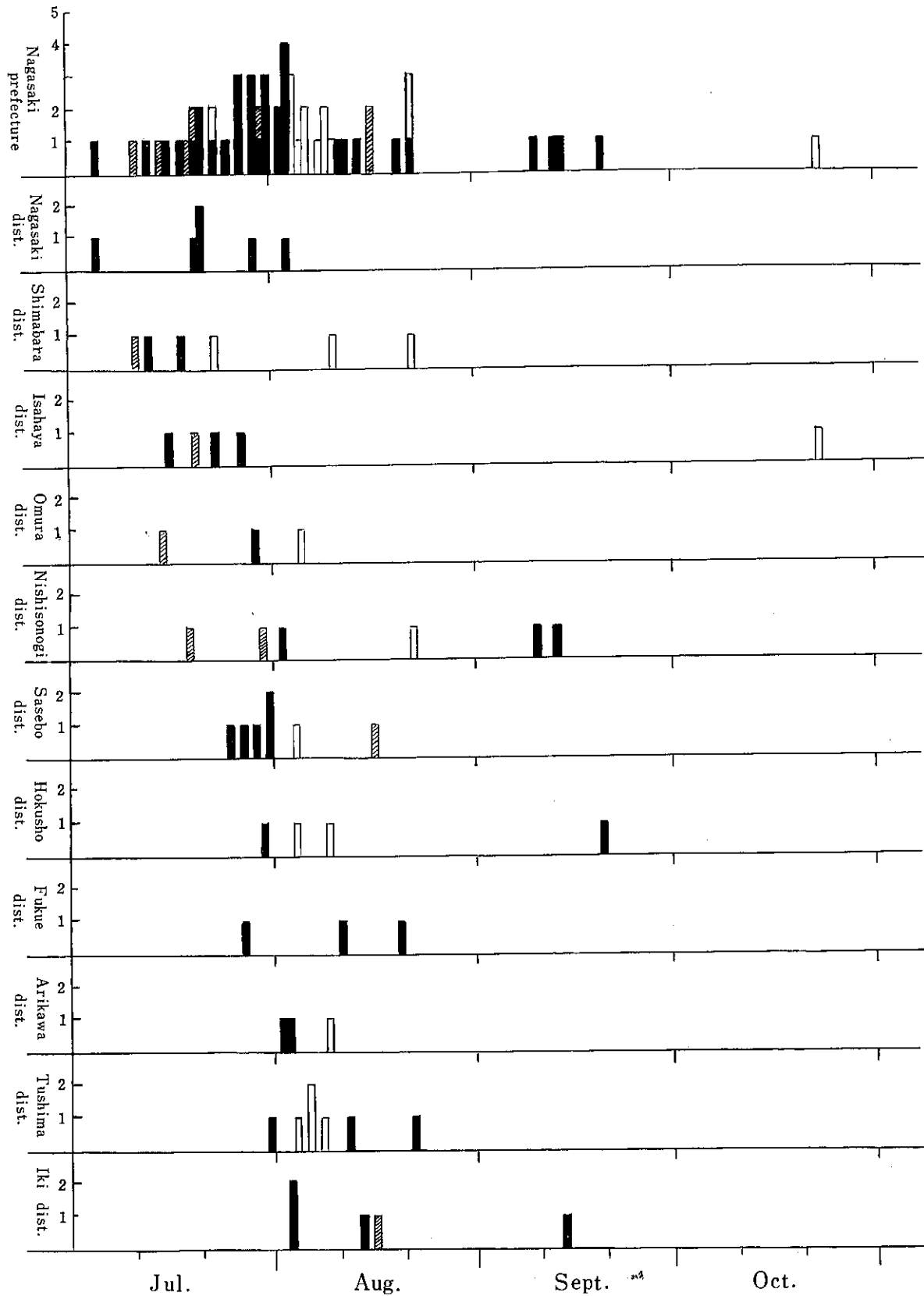


Fig. 1. Occurrence time of JE patients in various districts of Nagasaki prefecture in the 1965 season. Remarks : The black sticks show the serologically confirmed cases of JE, the obliquely lined sticks denote the serologically doubtful cases of JE and the white sticks show the deaths due to possibly JE but not confirmed.

Table 1. The results of serological confirmation of JE patients reported in Nagasaki prefecture in the year 1965.

District	Number of reported cases	Laboratory examination				Number of not examined
		Number of positive	Number of doubtful	Number of negative	Number of Q. N. S.※	
Nagasaki district	6 (0)	6 (0)				
Isahaya district	5 (4)	3 (2)	1 (1)		1 (1)	
Omura district	4 (3)	1 (1)	1 (1)		1 (1)	1 (0)
Shimabara district	8 (3)	2 (0)	1 (0)	1 (0)	3 (2)	1 (1)
Nishisonogi district	6 (2)	3 (0)	2 (1)	1 (0)	1 (1)	
Arikawa district	4 (1)	2 (0)				2 (1)
Fukue district	4 (0)	3 (0)				
Iki district	7 (4)	3 (0)				4 (4)
Tsushima district	5 (1)	4 (1)	1 (0)			
Sasebo district	15 (2)	5 (1)	1 (0)	8 (0)	1 (1)	
Hokusho district	4 (2)	2 (0)			1 (1)	1 (1)
Total	68 (22)	34 (5)	7 (3)	10 (0)	8 (7)	9 (7)

Remarks : Number of parenthesis denote the number of deaths.

※ Q. N. S. Quantity not sufficient for definite confirmation

この検査成績は、表1に示す様に、JE確認患者は34名で、JE容疑患者は7名、更にJE否定患者は10名、不明患者が8名である。この8名の不明患者と、9名の検査を実施出来なかった患者の計17名中、死亡者が14名も含まれており、JEの死亡率が極めて高い事と、JE否定患者には1名も死亡者がいない事を考えると、この14名の死亡者はJE患者である可能性が極めて大きい。

この様に、臨床診断による届出患者には、明らかにJEを否定された者がかなりおり、次の人の流行と蚊感染、豚感染との関連性を検討する場合、混乱を来す恐れがあり、且は、届出患者に対する検査実施率が非常に高い事をも考慮して、JE否定患者、10名と、検査を実施したが不明の生存者、1名、及び未検査中の生存者、2名の計13名は除外し、JE確認患者、34名と、JE容疑患者、7名、及び未確認死亡患者、14名、計、55名を対象として、以下記述を進める。

この55名の患者の地区別、日別発生状況は、図1に見る様に、そのJE確認患者の初発は、長崎市の7月5日(1965年の我が国JE確認患者の初発第1号)であり、終発は北松浦郡の9月20日である。此の間集中的に患者の発生があったのは、主として7月下旬より8月上

旬に渉る間で、55名中32名(58.2%)がこの間に発生している。又、患者の発生は、長崎地区、島原地区、諫早地区、大村地区、西彼杵地区、佐世保地区、北松地区の順に、県本土南部地域より、北部地域へ向って北進的に進行していて、有川地区、福江地区、壱岐地区、対馬地区は明らかに、本土地域より遅れて患者の発生が起っている。

地区別患者の発生頻度は、対人口当りでは壱岐地区が最も大きい、その他の地区では顕著な差は認められなかった。

2. 屠場豚HI陽性率の季節的変動と、JE患者発生との関係

第2報³⁾で述べた県下各地区の飼育屠場豚のHI陽性率の季節的変動と、その地区におけるJE患者の発生状況を、図2に示した。即ち、豚のHI陽性率の上昇を指標としたその地区におけるJEVの撒布汚染開始時期と、その地区内のJE患者発生時期とは、各地区共、極めて密接な時間的相関性が認められ、各地区共、何れも確実な屠場豚HI陽性率の上昇期の前にはJE患者の発生は認められず、屠場豚HI陽性率の急上昇後約2~3週間前後で、その地区内に必ずJE患者の発生が始まっている。

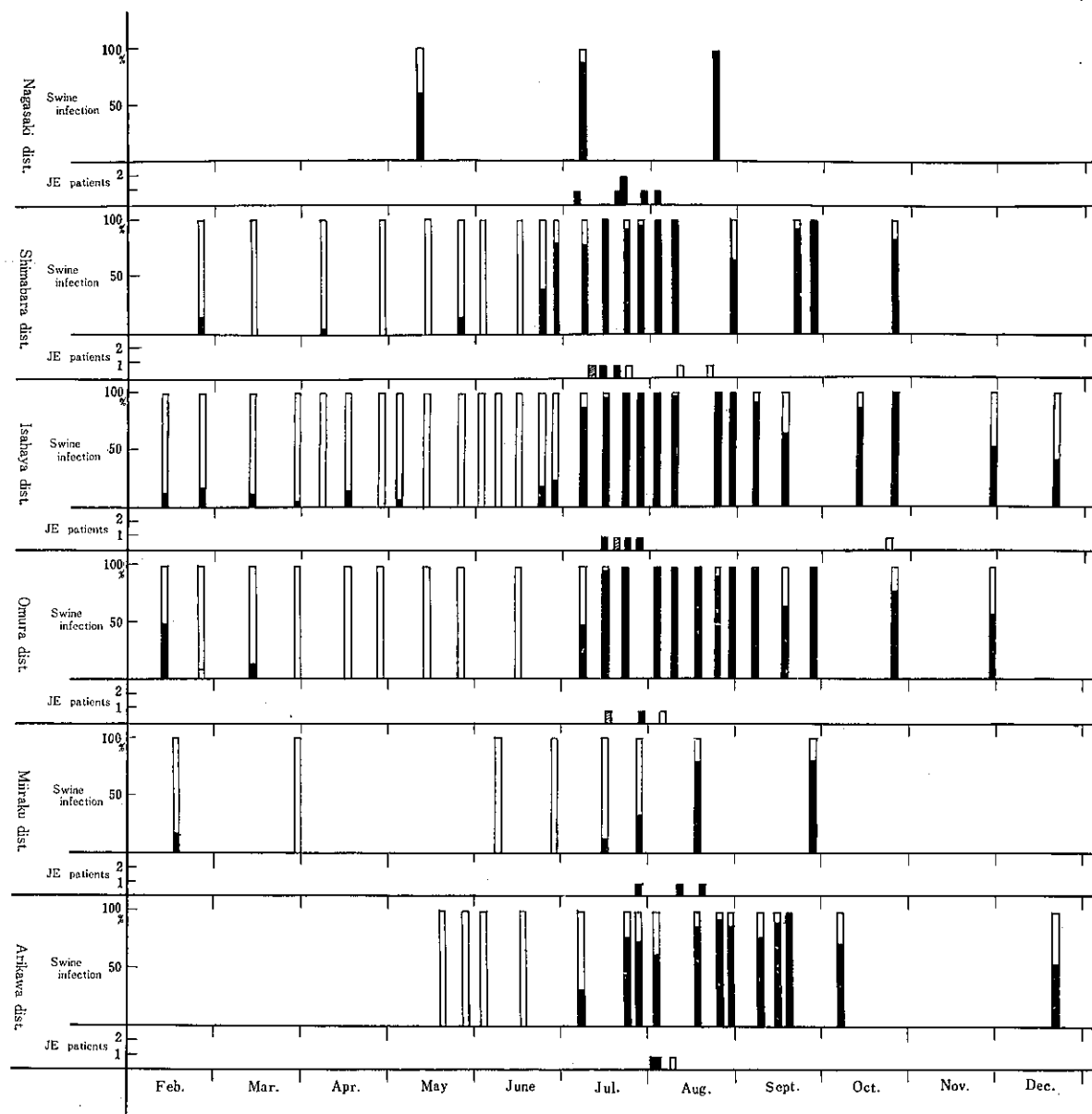


Fig. 2. Time relationship between the rise of HI antibody against JEV among the slaughtered swine and occurrence of JE patients in various districts of Nagasaki prefecture in 1965.

Remarks: In swine infection, the solid parts of rod show the possessing rate of HI antibody. In human infection, the black sticks denote the serologically confirmed cases of JE, the obliquely lined sticks show the serologically doubtful cases of JE and the white sticks denote deaths due to possibly JEV but not confirmed

従って、県下各地区屠場豚のHI陽性率の上昇が、県本土南部地域より始り、北部地域へ北進的に進行し、五島地域は本土地域よりかなり遅れて始まった現象に衔接して、概ねJE患者の発生が相似的に継続している。

県下で最初にJE確認患者の発生を見た長崎地区では、その屠場豚HI陽性率の変動が定期的、且、継続的に調査されていないが、5月12日採血豚のHI陽性率、% (60.0%) は、被検豚数が少い為明確なJEV

の撒布開始を意味するかどうかは不明であるが、7月6日採血豚の示すそのHI陽性率、16/18 (88.8%) は、その頃の島原、諫早、大村地区の屠場豚のHI陽性率と比較すると明らかに高く、長崎地区の豚感染は、これらの地区よりかなり早期に始っていたと推定される。この事は、第1報⁴⁾で述べた様に、林等⁵⁾のこの地区における蚊よりのJEV分離が他の地区より非常に早期であった事と関連し、この推定をより確実にするものであろう。

3. コガタアカイエカよりのJ E V分離と、屠場豚H I陽性率の上昇、及びJ E患者発生との関係

第1報⁴⁾で述べた、愛野町におけるコガタアカイエカ (*Culex tritaeniorhynchus* Giles, 以下 *C. tritaen.* と略す) の季節的消長観察と、その過程で行なわれた *C. tritaen.* よりのJ E V分離状況、及び第2報⁵⁾で述べた愛野町を中心として、その東南部と西北部に連る諫早地区と島原地区の飼育屠場豚のH I陽性率の変化、並びにこの両地区におけるJ E確認患者の発生状況の

時間的相関性は極めて密接であり、愛野町におけるJ E V保有蚊の出現とはほぼ時を同じくして、両地区の確実な豚感染が開始され、*C. tritaen.* よりのJ E V分離率がピークを示す7月7日頃には、既に両地区の豚感染率は80%台に達しており、7月14日には100%になり、同時にこの頃、両地区にJ E確認患者の発生が起っている。この様に、蚊、豚、人の三者間のJ E V感染は可成り時間的に規則正しい継起性が見られた。

考 察

1965年の長崎県における人のJ E流行は、その届出患者数、死亡者数、日別発生状況を、過過5年のそれと比較すれば、図3に示す様に、患者数では1961年の106名、死亡者数でも同年の31名に次ぎ、又日別発生状況でも、7月下旬より8月上旬に渉る間に集中的に多数の患者が発生する所謂流行年のパターンを示して、この年のJ E流行がかなり大きいものであった事を示唆している。然し、届出患者数のみで、その年のJ E流行を比較解析する事は危険である。1963年以前は、届出患者の血清学的検査の実施率は頗る低い為、1965年のJ E確認患者数を直に過去のそれと比較出来ない。

長崎県と、ほぼ同一程度の県人口、約160万を有する群馬県では、過去5年に渉り各年の届出患者について精力的に血清学的検査を実施し、適確にそのJ E流行の様相を把握しているが、その確認患者数の変動を、1965年の長崎県の確認患者数と比較すると、群馬県の最大流行年と云われた1961年の確認患者数は33名であり、これより1965年の長崎県のJ E流行は明らかに大きい流行であったと云える。この様な、1964年、1965年の長崎県の人々のJ E流行規模の大小に対し、愛野町で観察した *C. tritaen.* よりのJ E V分離状況は、第1報⁴⁾で述べた様に1965年の蚊のJ E V保有期間は、1964年のそれ²⁾に比べ、その時間的遅延現象が顕著であった。ここで問題となる事は、愛野町の蚊感染パターンの適用範囲であるが、長崎地方におけるJ E V保有蚊出現パターンは、私共の愛野町での1964年²⁾、1965年⁴⁾両年の観察、及び林等の両年⁶⁾⁵⁾に渉る大村市での観察、更に1965年の長崎市周辺地区での観察⁶⁾等、県本土南部地域に広く分散する観察地点の成績が、基本的には相互によく一致している事実や、第2報⁵⁾で述べた屠場豚H I陽性率の上昇を指標として観察したこれ等地域のJ E V撒布開始時期との符合は、愛野町

のJ E V蚊感染パターンが、決して同地だけに局限される特異、且、局地的な現象ではなく、少くとも県本土南部地域のJ E Vの自然界撒布を示す現象として、かなり広範な地域に普遍的に適用され得る事を示唆している。従って、図4に示す様に1964年と、1965年の愛野町における *C. tritaen.* の季節的消長が、ほぼ同一のパターンであったのに対し、その過程に表れたJ E V蚊感染パターンに時間的差異があったと云う事は、県本土南部地域のJ E V撒布汚染状況が、この兩年では、それぞれ、かなり異った様相であったと推定させる。即ち、兩年の *C. tritaen.* の季節的消長のピークは共に8月上旬にあったと見られるが、この蚊の最盛時期に対し、1965年の方が、1964年に比べてより接近して蚊のJ E V保有期間が存在していたと云う事は、兩年の蚊感染の時間的ズレが、初回J E V分離時期で約4週間、分離率のピーク時期で約1週間、最終分離時期で約2週間程度であっても、各時点でのJ E V保有蚊の分布密度に大きな変動を来すと考えられるからである。年間を通じての *C. tritaen.* の季節的消長曲線において、そのピーク前後の蚊数の増減は非常に急激で、中田⁷⁾によれば、*C. tritaen.* の年間発生は約6世代と推定されており、原田⁸⁾は、関東地方ではその第3世代と第4世代の発生時期が、その消長ピークに当り、その頃、所謂山田の頂の時点にJ E V保有蚊の出現が関連づけられると云う。又各世代のインターバルは、越冬世代から第一代世代迄の間が最も長く、51日であるのに対し、第3世代から第4世代の間は約2週間であると云う。これ等の関東地方における成績を直に愛野町の *C. tritaen.* の発生消長に結びつける事は出来ないが、基本的には同様な傾向と考えられる。従って愛野町で1964年と1965年に見られた、7月の候におけるJ E V保有蚊の存在は、*C. tritaen.* が爆発的增加を示す時期に当っており、たとえ、その時間的ズレが1~2

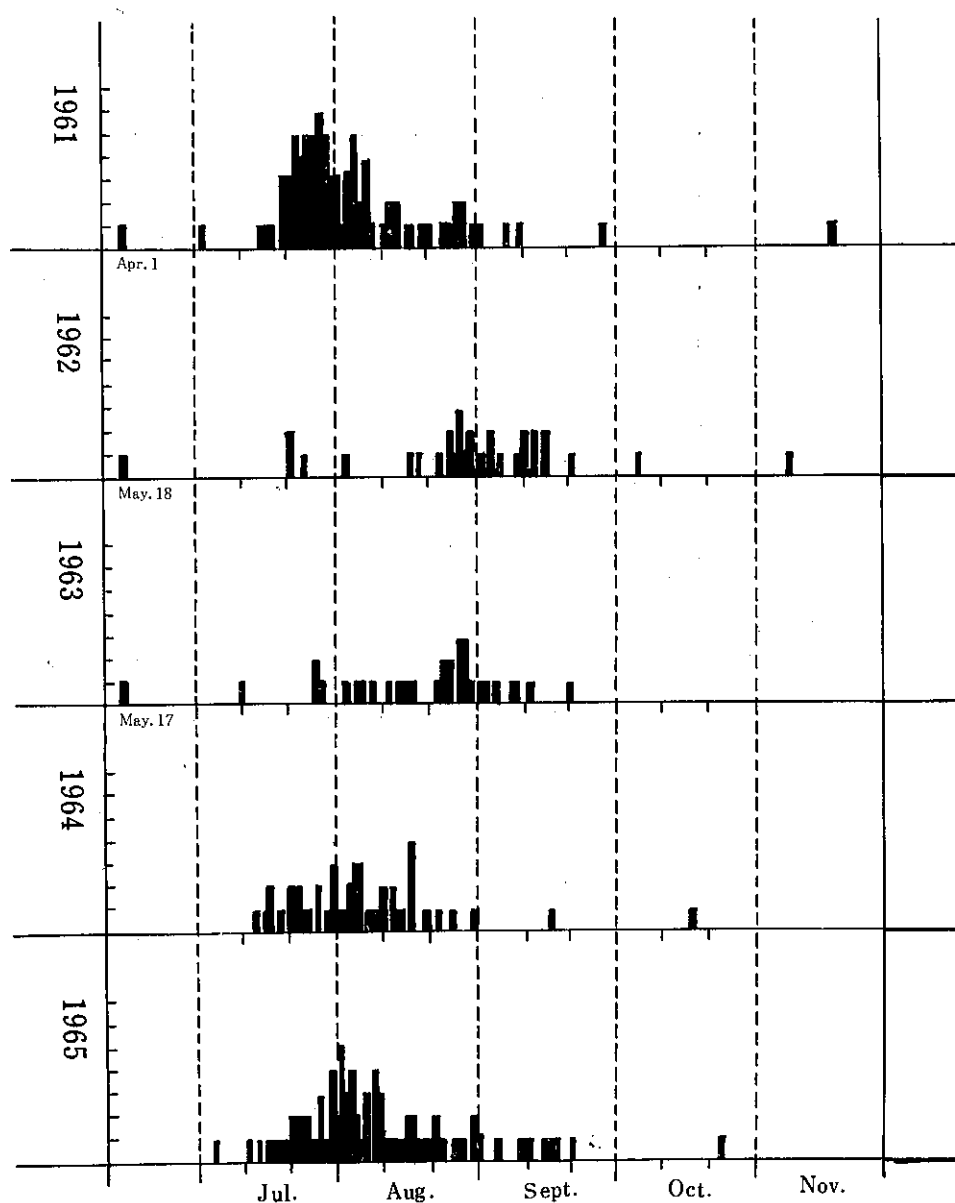


Fig. 3. The number and time distribution of yearly occurrences of clinically apparent JE patients reported in Nagasaki prefecture in 1961-1965.
Remarks : The black sticks denote the reported JE patients.

週間であっても、その早晚は、JEV保有蚊の絶対数には極めて大きな量的差異を齎すものと考えられる。加うるに1965年のJEV分離率は、1964年のそれに比べると、分離率のピーク時で約2倍大きかったと推定される。この様に、1964年と1965年の長崎地方の*C. tritaen.*の発生活消長と、そのJEV分離より見たJEV保有蚊消長の、時間的差異より推定される両年のJEV散布密度の差と、両年の人の流行規模の大小との相関より、理論的には、一定地区の人のJE流行は、その地区住民のJE免疫度を別にすれば、JEV保有蚊の分布密度によって規定されると云えるであろう。勿

論、私共の調査は、僅に2ヶ年間の観察に過ぎず、これを以って今後の長崎地方の人のJE流行の予測原則とするには、尚慎重さが要求されるが、この二ヶ年の成績よりの推論が大谷等¹⁾の1959年以来現在迄に渉る長期間、群馬県で観察された同地の人の流行とJEV蚊感染の相関性としての、JEV保有蚊の出現が早期（7月中旬頃）の年は、晩期（8月中旬以降）の年に比べ、人のJE流行が大きいと云う現象と全く逆の傾向を示している事は興味深い。

次に、1964年は、愛野町において*C. tritaen.*より最初にJEVが分離された5月19日で、県下で最初のJ

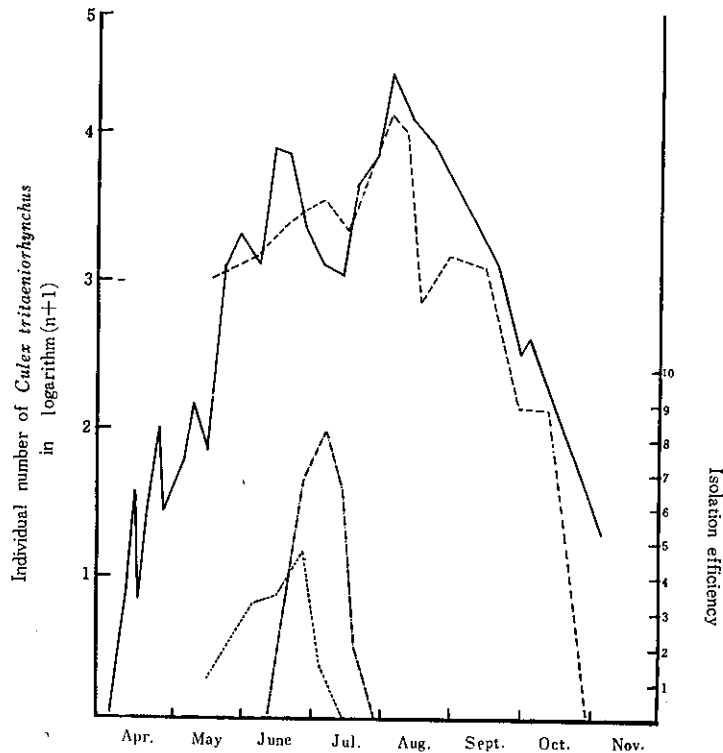


Fig. 4. Comparison between the seasonal fluctuation of the vector mosquito of *Culex tritaeniorhynchus* and the JEV isolation from the mosquitoes in 1964 and 1965, in Aino, Nagasaki prefecture.

Remarks :
 - - - - - The seasonal fluctuation in 1964.
 _____ The seasonal fluctuation in 1965.
 The isolation efficiency in 1964.
 - · - · - The isolation efficiency in 1965.

E 確認患者が発生したのは7月16日(諫早市)であり、その間、約8週間の空白が見られたが、1965年は、初回の蚊よりのJEV分離の6月21日と、県下確認第1号患者発生の日(7月5日(長崎市)の間には僅に2週間の空白があったに過ぎない。尤も、林等⁵⁾の長崎市戸町での最初の蚊よりのJEV分離、5月30日をとれば、この間は約5週間となる。又、両年の愛野町における蚊よりのJEV分離率のピーク時点と、各年の県下第1号確認患者発生日との間隔は、1964年の、約2週間に対し、1965年は、ほぼ同時であった。この点は、林等⁵⁾の1965年の長崎地区、諫早地区、大村地区の蚊からのJEV分離率ピーク時期をとつてもその何れもが愛野町と同様に7月初頭にある為同様である。この様に、蚊からのJEV分離開始時期、或はその分離率ピーク時期と、県下の人々のJEV確認患者の発生開始との時間的関連性は、年次的に大きく変動している。然し他の地方、例えば群馬県での大谷等⁷⁾の観察によれば、JEV保有蚊の出現と、JEV確認患者の発生開始との空白期は、概ね2~3週間に限定され、長崎地方

の様な長期の空白や、その不規則性は存在しない。この両地方の時間的不一致は何に起因するのであろうか。人のJEV流行が、JEV保有蚊の分布密度で規定されると考えられる以上、当然その流行開始時期も、JEV保有蚊の分布密度が関与すると推定される。然し、私共が実際問題として把握出来るのは、現象的な蚊からのJEV分離率であって、真のJEV保有蚊の動態、分布密度、絶対数は一応この分離率を基礎にして間接的に推測しているものである。分離率の変動は、基本的には各時点において新にJEV保有蚊となった蚊数(+の要素)と、既存のJEV保有蚊の死滅数(-の要素)の総和と、その各時点において存在する総蚊数の比であるが、時間的連続の中ではJEV未保有の新発生蚊の変動が加わり、存在するJEV保有蚊の稀釈現象が加わる。私共が分離率の変動と称するものは、この三要素が時々刻々に変動し乍ら描くその総和の連続的変化である。この変動曲線は、大別して上昇期、極期、下降期の3期に分ける事が出来る。その上昇期は+の要素の増加速度が、-の要素の増加速度を抑え、更に稀

積速度をも上廻る時期であり、下降期はこの逆の現象期で、極期は、両期の数学的均較の分れる時点である。

従って、J E V 保有蚊の絶対数は、この一連の各要素のダイナミックな変動が、その季節的消長のどの部分で開始されるかによって、結果的に大きな量的差異を齎す事は先述の *C. tritaen.* の世代発生間隔の差によって充分推測される処である。長崎地方の様に、恒常的、且、普遍的に J E V 保有蚊が早期に出現する地域では、その余りにも早期出現の年は、その時点で存在する蚊の絶対数が未だ少く、然もその増加速度は未だ遅い為稀釈率も低く、初期の見せかけの分離率は高くても J E V 保有蚊の絶対数は少く、人に J E 流行を起さしめるに必要な一定臨界量としての J E V 保有蚊数に達する迄の間、長期の空白期を必要とするのであろう。この事が、蚊よりの J E V 分離開始が早かった 1964 年の J E 流行開始が分離開始の遅かった 1965 年のそれに比べ、逆に遅れている奇異な現象の説明にも結びつき、又年次による空白期の不一致の理由でもあろう。関東地方の様に、J E V 保有蚊の出現が、常にその蚊の季節的消長のピークに接近した期間に限定される地域に比べて、長崎地方の J E V 蚊感染と人の J E 流行開始の時間的様相が全く異なる所以であろう。

以上の様な、長崎地方の J E 蚊感染とその人の流行との時間的不規則性に対し、肥育屠場豚を一種のおとり動物として、その血中 H I 陽性率の上昇を指標として観察した 1965 年の、県下各地区の J E V 撤布開始時期とその地区の人の J E 流行開始時期との間の時間的相関性は極めて直線的であり、両者の間の空白期は、2～3 週間前後に限定される。この事は、屠場豚血中 H I 陽性率の明確な急上昇時期が、その時点におけるその地区の J E V 保有蚊の豚の感染流行を起さしめる臨界量到達時期と鋭敏に対応し合う事を示すものである。J E V 保有蚊の豚感染の流行を起す臨界量と、人流行を起す臨界量とは *C. tritaen.* の人と豚に対する吸血嗜好性の差により当然、同一閾ではあり得ない。Scherer 等⁹⁾の成績は、人と豚の *C. tritaen.* に対する誘引力は、1:433、乃至、1:21 程度の差がある事を示している。尤も豚は不顕性感染率として、その H I 陽

性率は意義づけられるのに対し、人の流行は顕性感染としてしか把握されていない。然し、人の顕性感染は、その影にあるかなり広範な不顕性感染の露頂であり、この顕性感染と不顕性感染とは、相互の時間的な継起性がない事を考慮すれば、本質的には同一次元で比較する事が妥当であろう。故に、豚感染が人の流行に必ず先行し、或は、その広範な豚感染開始後 2～3 週間して人の流行が始る所以は、豚と人に対して、各々その感染流行を開始せしめる J E V 保有蚊の臨界量到達時期に先後がある事を示すものであろう。1965 年の五島を除く県土地域各地区の屠場豚の H I 陽性率が、時間的に多少の遅速があっても最終的には、急速に 100% になっているにも拘らず、有川、三井楽等の離島地区屠場豚の H I 陽性率の上昇は、緩やかであり、又 100% に達せずに終始している事実は、この地区の J E V 保有蚊の分布密度が本土地区のそれより稀薄な事を物語るものであろう。遠藤等¹⁰⁾は、1963 年の宮城県の屠場豚 H I 陽性率は、9 月末でも僅に 5% に留り、この年の人の J E 流行が極めて小さかったと報告しているが、五島地区の豚 H I 陽性率に見た現象が年次の差異か、或は離島と云う特殊な環境による恒常的なものかは、今後の継続調査に俟たねばならない。ともあれ、1965 年の長崎県の人の J E 流行において、その各地区の J E V 撤布指標として観察した屠場豚 H I 陽性率の季節的変動は、この方法が極めて有効、且、適切なものである事を証明した。但し、J E V 保有蚊の出現が非常に早期で、その絶対数が僅少の時はその指標としての反応性は尚検討を要する。1965 年 5 月 24 日採血の、島原地区飼育屠場豚に見られたその H I 陽性率の弱い一時的上昇の判定がその例である。

要するに自然界における J E V の撤布汚染を知る方法として、蚊よりの J E V 分離法が、より本質的、且、定量的な方法であるのに対し、豚の H I 陽性率の変化を指標とする方法は、より現象的、且、定性的な方法であるが、後者の技術的容易性と観察地域の広域性は、労力、経費の問題と共に、人の J E 流行予測には適切な方法である。

摘 要

1965 年、長崎県の人の J E 流行について、蚊よりの J E V 分離、屠場豚 H I 陽性率の季節的変動の観察、J E 届出患者の血清学的確認等を実施し、蚊、豚、人

の J E 感染の時間的、空間的関連性を検討し、次の所見を得た。

1) 1965 年の長崎県の人の J E 流行は、大きい流行

であった事が、届出患者の血清学的検査によって証明された。

2) この人の流行は、県下各地区の飼育屠場豚の血中HI陽性率の上昇を指標として観察した各地区のJEV撤布開始時期と極めてよく一致して時間的、空間的に進行した。即ち、各地区共、その屠場豚HI陽性率の上昇後2~3週間して、人のJE確認患者の発生が始り、先ず、県本土南部地域の長崎地区、島原地区より開始して、県本土南部地域より北部地域へ向って連続的に波及北上する様相が伺われた。離島地域では、五島地区が県本土地域よりかなり遅れて始り、壱岐、対馬地区は、これより更に遅れた。

3) 1965年の長崎県、愛野町における *C. tritaen.* よ

りのJEV分離開始時期や、島原地区、諫早地区飼育屠場豚のHI陽性率上昇開始時期、更に県下の人のJE確認初発患者の発生時期は、何れも同年の我国の他府県におけるこの種調査報告に比べ最も早期であった。

4) 1964年と1965年、両年の長崎県における人のJE流行規模の大小に対し、愛野町において観察した *C. tritaen.* の季節的消長と、その過程に表れたJEV保有蚊の出現の早晚との間には、一定の相関性があると思われる。

この論文の原著は、長崎大学風土病記要、8(1):18~28, 1966年3月、に掲載した。

文

- 1) 大谷明, 高橋三雄, 緒方隆幸, 片岡政夫, 奥野剛, 松山達夫, 中村忠義: 群馬県におけるコガタアカイエカの日本脳炎ウイルス保有の年度別変化と、その人の日本脳炎との関係について. 第11回日本ウイルス学会講演要旨. 12, 1963.
- 2) Takahashi, K., Matsuo, R., Kuma, M., & Noguchi, H.: Studies on mosquito infection with Japanese encephalitis virus in 1964 in Nagasaki Prefecture. *Endem. Dis. Bull. Nagasaki.*, 7 (3): 165-177, 1965.
- 3) 高橋克巳, 松尾礼三, 熊正昭, 野口英太郎, 藤原音晃, 東房之: 1965年、長崎県における日本脳炎流行の疫学的研究. 第2報. 県下各地飼育屠場豚の日本脳炎ウイルス赤血球凝集抑制抗体保有の季節的消長について. 長崎大学風土病紀要. 8(1): 8-17, 1966.
- 4) 高橋克巳, 松尾礼三, 熊正昭, 野口英太郎, 東房之: 1965年、長崎県における日本脳炎流行の疫学的研究. 第1報. コガタアカイエカからの日本脳炎ウイルス分離状況. 長崎大学風土病紀要. 8(1): 1-7, 1966.
- 5) 林薫, 大森南三郎, 未公刊資料.
- 6) Hayashi, K., Mifune, K., Motoura,

献

- I., Matsuo, S., Kawasoe, H., & Futatsuki, K.: Isolation of Japanese encephalitis virus from mosquitoes collected in Omura district, Nagasaki prefecture, in 1965. *Endem. Dis. Bull. Nagasaki.*, 7 (3): 155-164, 1965.
- 7) 中田五一: 生態学的に見た日本の蚊. 日本環境衛生協会. 東京, 1959.
- 8) 原田文雄, 小林一郎, 森谷清樹: 日本脳炎の疫学に関する野外実験(3). 神奈川県衛生研究所報. 13: 84-91, 1963.
- 9) Sherer, W.E., Buescher, E. L., Flemings, M.B., Noguchi, A., & Scanlon, J.: Ecologic studies of Japanese encephalitis virus in Japan. III. Mosquito factors. Zootropism and vertical flight of *Culex tritaeniorhynchus* with observations on variations in collections from animal-baited traps in different habitats. *Am. J. Trop. Med. & Hyg.*, 8: 665-677, 1959.
- 10) 遠藤好喜, 我妻仁, 日下君子, 今野二郎, 野家美夫, 山司男七, 茂庭秀高, 石田名香雄: プタ血中HI抗体より見た日本脳炎の流行予測について. 第22回日本公衆衛生学会総会演説要録. 86, 1965.

Ⅲ 食 品 衛 生 課

A 検 査 業 務

昭和40年度の試験検査業務の概要は、次のとおりである。

1. 窓 口 依 頼 検 査

- a. 検査件数 130 件で、食品の栄養分析や添加物、特に保存料含有量に一般の関心が向けられてきたことがうかがわれる。

検 査 項 目	検査件数
栄養分析 (はつ酵乳, みそ)	14件
保存料分析 (はつ酵乳, 乳酸菌飲料)	6件
漂白剤分析 (みそ)	4件
容器, 包装の検査	3件
乳酸菌数, 大腸菌群検査 (はつ酵乳, 乳酸菌飲料)	82件
その他の微生物検査 (牛乳, 粉乳)	21件
計	130件

b. 製 品 検 査

甘味剤の検査41件, かんすいの検査744件で, ここ数年間毎年倍増の傾向を示してきたが検査件数はやや減小した。しかし依然として当課の主要検査業務となっている。

2. 行 政 検 査

a. 夏期および年末年始の食品一斉取締り検査

食品の工業化に伴い保存料添加食品が巷に氾濫し, 許可外の保存料使用や過量使用が食品衛生上の問題になっている。行政庁の要請によって, 本年度は食品の保存料使用の実態を把握するために収去食品110検体について検査を実施した。その結果31検体を違反品として摘発することができた。

食 品 別	違反件数	違反保存料, その他
はつ酵乳, 乳酸菌飲料	12/25件	デヒドロ醋酸
野菜加工品 (つけもの, つくだ煮)	6/33件	ソルビン酸 サルチル酸 パラオキシ安息 香酸エステル類
魚介類加工品(魚肉ハム, ソーセージ, するめ)	2/26件	ソルビン酸

パン, 菓子類	5/12件	水分過量
生 あ ん	4/4件	シアン化合物
合成甘味剤	2/2件	無 証 紙
そ の 他	0/8件	

計 31/110件

すなわち違反品の多い発酵乳ではデヒドロ醋酸を許可量 (0.04g/Kg) の5~20倍添加し, つけもの類では, 粕漬にサルチル酸, 保存料の添加を認められていない高菜漬にソルビン酸が検出された。またシアン配糖体を含有する輸入雑豆を原料として作られた生あんからシアン化合物が検出された。これは製造基準通りに製造されていないために起ったものである。次に合成甘味料製剤はズルチンまたはサッカリンナトリウムの何れかを0.5%以上含有する場合, 製品検査の対照となるが, これらの無証紙の製品は県北で販売されていたものである。

b. 輸入肉のサルモネラ検査

アルゼンチンからの輸入馬肉よりパラチフスB菌を含むサルモネラ菌が多数検出され, 社会問題となったが, 9月10日, 行政庁の依頼で県下に搬入された輸入馬肉7検体につきサルモネラによる汚染の有無を検査した。その結果, 大腸菌が検出された2件の外すべて陰性であった。被検馬肉はすべて濠州からの輸入肉で, 本県にはアルゼンチンからの輸入肉は搬入されていなかった。

c. 食 中 毒 検 査

本年度の食中毒検査は送付件数3件で大部分の食中毒は保健所の段階で処理された。

注目される食中毒事例として, 7月30日, 南高来郡千々石海水浴場におけるびん詰ジュースによる事故例があげられる。原因はジュース中に混入していた鉄片により原料水中の硝酸イオンが亜硝酸に還元され, ここに生じた亜硝酸が合成甘味剤サイクラミン酸と反応し, シクロヘキセンが生成されたものと考えられる。このジュースは味に異常はないがゴム乃至石油様の異臭を発生し, 嘔吐を催させるものである。詳細は調査研究で述べる。

B 調 査 研 究

川水から分離される好塩菌* の生態に関する若干の検討

長崎県衛生研究所 (所長: 高橋克巳博士)

安 永 統 男

Some Experiments on Ecology of the Halophilic Bacteria *
Isolated from River Water

Norio YASUNAGA

Nagasaki Prefectural Institute of Public Health
(Director : K. TAKAHASHI, M. D.)

Abstract : In the previous investigations carried out by the present authors, it was shown that a great number of halophilic bacteria belonging to the Miyamoto's so-called euryhaline form were isolated from the river water not mixed with sea water in Nagasaki throughout the four seasons, especially *Vibrio parahaemolyticus* and *V. alginolyticus* in the summer season, and it was suggested that the fact might explain to some extent the predominant distribution of the bacteria of the euryhaline form in coastal sea-area in the summer season in Japan.

The present investigation was made to clarify the origin of the halophilic isolates from the river water with special reference to ecology of them. The results obtained are as follows :

(1) Surveying the literature, some of the other halophilic isolates from the river water than the vibrios mentioned above were observed to be similar in most biological characters to the isolates from sea water and human patient, as did the vibrios. It is therefore indicated that the bacteria of the euryhaline form found in coastal sea-area have similar original source and ecological cycle in nature.

(2) The bacteria of the euryhaline form were isolated in a great number from riverside mud in Nagasaki. However, no vibrio of the first kind was detected, and only a bacteria considered to be corresponding to that of the second kind was isolated. Therefore, it seems that the riverside mud is not original source of the halophilic isolates from the river water.

(3) The bacteria related to the vibrios, but not halophilic, were isolated at a high percentage from such fresh waters as river, well, spring and reservoir waters in Nagasaki. Furthermore, it was revealed that some of the isolates could acquire a halophilic character and sodium chloride tolerance similar to vibrio of the first kind, after a long period of cultivation in 3% sodium chloride containing media, although some of basic biological characters were mutated.

(4) The halophilic isolates from the river water were killed in 18 hours when brought in the same water, or in some cases the isolates were transformed to sodium chloride inde-

* 食塩無添加ペプトン水では全く増殖しないが, 0.5~7%食塩加ペプトン水では発育し, 3~5%に至適食塩濃度を有するグラム陰性の桿菌を指す。

* The Gram-negative rods which fail to grow in no NaCl peptone water but grow in 0.5~7% NaCl peptone water, indicating optimum growth in 3~5% NaCl peptone water.

pendence not transformed by ordinary methods to sodium chloride dependence. In addition, it was confirmed that isolation of halophilic bacteria from the river water was inhibited by selective substances of the vibrios added to enrichment medium, such as bile salts, Teepol (a kind of artificial detergent) etc.

(5) Since no halophilic bacterium was obtained from terrestrial waters other than the river water and not so polluted as the latter, it is presumed that some factor or other existing in the river water is indispensable for immediate occurrence of salt dependent cell in non-halophilic bacteria, when the river water is inoculated into medium with a certain concentration of sodium chloride and incubated.

(6) From these results, it may be inferred possible that the halophilic bacteria isolated from the river water had arisen by adaptation of non-halophilic bacteria in the enrichment culture, and that some strain of the non-halophilic bacteria inhabiting fresh waters acquires a halophilic character when carried into the river water and brought in contact with salt in sea water on reaching coastal area. Consequently, the hypothesis about the ecological cycle of the bacteria of the euryhaline form in nature is proposed. However, further work in the other regions than Nagasaki is needed to prove this hypothesis.

は し が き

腸炎ビブリオ (*Vibrio parahaemolyticus*) やアルギノリテイクス菌 (*Vibrio alginolyticus*) を含む多種類の好塩菌が長崎市内の感潮地点より上流の淡水性川水から分離されることについては既に報告し¹⁾²⁾、その分離菌株の殆んどが宮本ら³⁾ のいわゆる広塩型のもので、これらの好塩菌の真の源郷はあるいは陸上にあるのではないかと示唆しておいた。腸炎ビブリオおよびアルギノリテイクス菌は冬季には全く検出し得なかつたが、共通の棲息場所からもたらされたものと想像されるその他の好塩菌は冬夏にかかわらず高率に検出できる。現在では腸炎ビブリオを真の海洋細菌とみなすことに対し、著者⁴⁾ をはじめ否定的な見解を持つ研究者⁵⁾⁶⁾ も多いことから、腸炎ビブリオの本来の棲息地または越冬場所を考究する上にこれらの好塩菌群の生態との関連は無視できないものがある。

川水から分離せられる腸炎ビブリオ、アルギノリテイクス菌以外の好塩菌群が自然界において前二者と同様な生活環を形成するものであれば、当然に海水環境やヒトからも検出できるものと考えられる。かかる観点から、これらの好塩菌群について、その後文献的考察を行なつて諸性状を比較検討したところ、海水⁷⁾ ならびにヒト⁸⁾ 由来の菌株に類似するものが存在していることを確認した。

また他方、好塩性という特殊性状から川水由来の好塩菌について疑念が持たれる点は、川水中における生存能力ないしは生存機作である。このことは、一般に陸地環境から分離せられる好塩菌に関してこれまで

も問題とされてきたことであるが、この疑問に対して、検体に含まれていた非好塩性の細菌が分離培養経過で一定濃度の食塩と接触することにより好塩性を獲得するとみなす説、または土壌などでは“dry” air と平衡状態で表層では高い塩濃度が保持されており好塩性状を有するまま生存できるという説が出されている⁹⁾。

川水から分離される好塩菌には、研究当初より低温では非好塩性を示すものが存在することに気付いていたが、これらの菌を除き大部分は川水中では好塩性の維持が不可能でかなり短時間で死滅することがその後の実験で判明したことから、川岸泥土を最も可能性のある好塩菌の由來源とみなし、分離試験に供してみた。最初夏季に採取した泥土から二三の性状検査の結果アルギノリテイクス菌と思われる好塩菌が検出できたので、以後は主として腸炎ビブリオの分離を目標に実験を行なつたが、この調査においても好塩菌は高率に検出せられ、しかも長期間室内に放置しておいた検体からも分離できた。しかしながら、腸炎ビブリオは全く、アルギノリテイクス菌も完全に特性の一致するものは得られなかつたことから、その他の好塩菌はともかく腸炎ビブリオやアルギノリテイクス菌にとっては、川岸泥土は定着する場所としては不適当な環境に思える。

次に非好塩菌における好塩性の獲得という問題に目を転じ、腸炎ビブリオおよびアルギノリテイクス菌に対象を絞つて、先づこれらの菌に類似する非好塩菌が

川水等の淡水中に棲息しているものか否かを調査した結果、四季を問わず広汎に陸水中に分布していることが実証された。そしてさらに、一部の菌で実験したところ、生化学的性状は相当に変異をみたが腸炎ビブリオと同様な好塩性および食塩耐容性の出現が認められ

た。

ここに報告するのは以上記述してきた如き一連の研究結果についてであるが、さらに総合的見地から陸地由来の好塩菌の生態について若干の考察を加え都市河川を介し陸海を結ぶ生活環を新たに提出しておいた。

実験ならびに結果

1. 川水由来の好塩菌と海水およびヒト由来の好塩菌との比較

(1) 実験材料と性状検査方法

川水由来菌株については既報¹⁾の通りである。

(2) 結果

実施した性状検査の範囲内で相互に比較したところ、Table 1 および Table 2 に示したように、相磯

ら²⁾が千葉の鴨川沿岸の海水から分離した菌、また皆川³⁾が千葉県海岸地方で夏季に発生した急性腸炎下痢患者から分離した菌に性状の一致するものが長崎市内の淡水性川水から分離された好塩菌の中に見出された。各濃度の食塩に対する増殖態度については、参照論文中表示されていないものもあったが文中の記載より推定し対比させた。また Type VII のうち冬季

Table 1. Comparison of Halophilic Bacteria Isolated from River Water and Those from Human Patient in Biological Characters

Strain isolated	Type IV	86-1	Type VII	Group I
Source	River Water	Human Patient	River water	Human patient
Season	Summer	Summer	Winter	Summer
Gram-negative rod	+	+	+	+
Motility	+	+	+	+
Indol	-	-	-	-
Cytochrome oxidase	+	+	+	+
Nitrate	+	+	+	+
Gelatin	+	+	+	+
Glucose	Oxidation	+	+	-
	Fermentation	+	+	-
	Gas	-	-	-
Hydrogen sulfide	-	-	+	+
Citrate	+	+	-	-
Voges Proskauer	+	+	-	-
Methyl red	-	-	-	-
Lactose	-	-	-	-
Sucrose	+	+	-	-
Sodium chloride demand*	0 %	-	-	-
	0.1	-	-	±
	0.2	-	-	+
	0.5	+	+	±
	3	卅	卅	卅
	5	卅	卅	卅
	7	卅	+	±
10	+	+	-	
Red pigment			+	+

+ ... positive, - ... negative.

* Sign (- ~ 卅) represents degree of growth after cultivation at 37°C for 24 hrs.

Table 2. Comparison of Halophilic Bacteria Isolated from River Water and Those from Sea Water in Biological Characters

Strain isolated	Type IV	Group 14	Type V	Group 2
Source	River water	Sea water	River water	Sea water
Season	Summer	Winter and spring	Summer	Spring
Gram-negative rod	+	+	+	+
Motility	+	+	+	+
Indol	-	-	-	-
Cytochrome oxidase	+		+	
Nitrate	+	+	+	+
Gelatin	+	+	+	+
Glucose	Oxidation	+	+	+
	Fermentation	+	+	+
	Gas	-	-	-
Hydrogen sulfide	-	-	+	+
Citrate	+	+	+	+
Voges Proskauer	+	+ or -	+	+
Methyl red	-		-	
Lactose	-	+ or -	-	-
Sucrose	+	+ or -	+	+
Sodium chloride demand *	0 %	-	-	-
	0.1	-	+	-
	3	+++	+++	+++

+ ... positive, - ... negative.

* Sign (-~+++) represents degree of growth after cultivation at 37°C for 24 hrs.

の株における水溶性赤色色素の産生は既報文中¹⁾では性状として特に記録していない。

これらの相類似する菌株が、同一の“種”または“属”に包括されるものか否かについては、さらに多数の性状についての比較が必要とせられるが、極めて近縁のものであるとはいえるであろう。それ故に、これらの菌株は元来が共通の棲息場所を有するものと想像される。なお、Group 14と86-1の菌株が近似していることも指摘しておきたい。

最近、小瀬ら¹⁰⁾は汲取りし尿から分離した腸炎ビブリオ類似菌中にこれまで諸家によって海水や魚介類から分離報告されている腸炎ビブリオ類似菌と諸性質において類似するものがあることを見出し、氏ら⁵⁾が先に提出した腸炎ビブリオの陸海にまたがる生活環を支持するための傍証としている。しかし、腸炎ビブリオは本邦のみならず海外にも広く棲息しており、しかも熱帯地方の外洋では常態に近い分布を示していることから¹⁴⁾¹¹⁾¹²⁾¹⁵⁾、海洋へのし尿投棄原因説のみでは部分的に説明できても全般的には理解され難いものがあ

り、陸地環境から海洋への好塩菌の供給源としては都市河川の存在が最も重要視せられるべきであろう。

2. 川岸泥土からの好塩菌の分離

(1) 分離用検体

長崎市の中心部を貫流する中島川の川岸数ヶ所を選定し、雨天の日を避けて表面より5~10cm下の土壌を100ml容の滅菌瓶(摺合せ蓋付)に無菌的に採取した。採取場所は感潮点より約3km上流で、大量の降雨または小雨でも長期に亘る際は河床になるが、通常は流域から0.5~2m程度離れた地点である。これらの地点の川水からはこれまでしばしば腸炎ビブリオが検出されている。検体は黒褐色の砂質または泥質のもので、化学的性状や大腸菌群数、総菌数等は特に検査しなかったが、これまで調べた川水の性状²⁾ないしは家屋が密集した周辺の環境状態からは汚染の程度は著しいものと考えられる。

(2) 菌株の分離ならびに性状検査

各検体は、採取後直ちにまた一部については一定期間室内に密栓して放置した後、適当量を5~10本の4

%食塩加ペプトン水 (pH=7.2) に投入し増菌培養を実施した。次いで白金耳にて白糖1%含有胆汁酸BTB寒天培地 (栄研製) 上に画線培養後、主として白糖非分解性の豊かな発育集落を釣菌し好塩性試験に供した。好塩性は2回試験を行なって確認したが、食塩無添加ペプトン水で多少とも増殖を示した場合は、たとえ3%食塩加ペプトン水で旺盛なる増殖を示しても好塩菌から除外した。各種性状検査については既報²⁾と同様な方法で行なったが、腸炎ビブリオの検出に重点を置いたので最初インドール試験で陽性を示した菌のみその他の性状を検査した。以上の各培養は37°Cにて20~24時間実施した。なお、一部の菌は食塩無添加ペプトン水に接種して室温または25°Cに数日~1週間放置し増殖がみられるかどうかを調べた。

(3) 実験結果

Table 3 に示したように、長崎市内の川岸泥土中か

らも好塩菌が高率に分離できた。インドール産生能試験ではこれら菌株の大多数が陰性を示した。チトクローム酸化試験は一部の菌を供試したところすべて陽性であったことから、腸内細菌でないことは確実であるが、川水由来菌株¹⁾と同様に雑多な菌種が混在しているものと想像される。また、食塩耐容性については Table 4 に示したように供試菌株のすべてが広塩型のものであったことも川水由来菌株の場合と類似していた。しかしながら、腸炎ビブリオは全く検出できず、またアルギノリテイクス菌はセロビオース分解能で多少相違するものが3月に1株分離できたのみであった。アルギノリテイクス菌のみを検索の対象に調査するとあるいは分離し得たかも知れない。しかし平板培地上で白糖非分解性を示した菌にのみ好塩性が認められる傾向にあったことから期待できそうにない。

次に採取した泥土を長期間に亘り室内に放置した後

Table 3. Isolation of Halophilic Bacteria from Riverside Muds

Month collected Sample (1964)	No. of sample	No. of isolate	Sucrose fermentation on agar medium *	No. of halophilic isolate **
January	2	19	S(-)	19(1/8)
February	2	6	S(-)	3
March	3	18	S(-)	15***
April	5	38	S(-) or S(+)	24(3/20)
May	9	30	S(-)	21(3/9)
June	4	19	S(-)	11(1/11)
Total	25	120		90(8/48)

* S (-) indicates culture which did not ferment sucrose, and S (+) indicates culture fermented.

** The denominators indicate the number of culture employed and the numerators indicate the number of culture grown in peptone water containing no sodium chloride at room temperature.

*** One of them, which was isolated in 23rd of March, had distinctive characters of *V. alginolyticus* other than cellobiose fermentation (±).

Table 4. Growth of Halophilic Bacteria Isolated from Riverside Muds in Nagasaki in Various Kinds of Peptone Water Varying in Sodium Chloride Concentration

Sodium chloride % (pH)	0	3	7	10
No. of culture	(7.0)	(7.0)	(7.6)	(7.6)
15	-	++~###	++~###	++~###
20	-	++~###	+~++	±
11	-	++~###	+~##	-

Sign (-~##) represents degree of growth after cultivation at 37°C for 24 hrs.

Table 5. Isolation of Halophilic Bacteria from Riverside Muds Preserved in Room During Long Period of Time After Collection

Sample*	Preserved period in days (Date)	0	82	157
		(16, January)	(7, April)	(22, June)
A		8/9	11/18	2/2
B		8/10	9/14	0/0

* Samples common with those collected in January indicated in Table 3.
The denominators indicate the number of isolate and numerators indicate the number of halophilic strain.

好塩菌の検出試験を行なったところ、Table 5 に示した如く82日後では採取直後と検出率に顕著な差異はなく、さらに157日後でもなお分離可能なことが分った。この結果は、分離に際し平板培地上の集落が殆んど白糖分解性のもので占有されていたことと共に興味あるものがある。これらの分離菌株が好塩性を有する状態で泥土中に長期間生存していたものか否か疑問とされるところで、腸炎ビブリオを含め陸地環境から分離される好塩菌についての生態上の重要な問題点でもある。

これまで川水から分離された腸炎ビブリオやアルギノリティクス菌以外の好塩菌中に、食塩無添加ペプトン水に接種して室温に放置しておくとの経過と共に次第に増殖による混濁が認められるようになるものが含まれていたが、川岸泥土由来の好塩菌株について室温と25°Cで同様な現象の観察を行なってみたところ、供試48株中8株に数日ないし1週間後に増殖が確認せられた。このような菌株は川水や川岸泥土中で季節に関係なく十分に生活を維持し得るものと考えら

れ、むしろ陸水域が常在の棲家とみなしても良いのではなかろうか。かかる温度の上昇に伴い好塩性を呈するようになる細菌の存在は既に知られているが¹⁴⁾、このような性状は適応や変異によって出現したものではなく、その菌に固定した性質と思われる。これらの菌が腸炎ビブリオと同時に分離される場合もあることから、相互の生態的関連性は留意すべきものがあろう。

なお、本実験に関連して川底泥土を2検体供試してみたところ、8株の白糖非分解性の好塩菌が分離できたが、腸炎ビブリオやアルギノリティクス菌は検出されなかった。

3. 陸水からの腸炎ビブリオならびにアルギノリティクス菌に類似する非好塩菌の分離

(1) 分離用検体

長崎市内の川水(浦上川, 中島川), 井水(浦上), 湧水(中島川畔), および中島川上流の水源池水(本河内)を無菌的に大型試験管に採取し分離源とした。いずれも海水の混入の恐れは全くない箇所のものである。検体の採取日ならびに性状はTable 6の通りである。

Table 6. Characters of Terrestrial Water Samples for Isolation of Non-Halophilic Bacteria Related to *V. parahaemolyticus* and *V. alginolyticus*

Kind of water	River *		Well	Spring	Reservoir
	A	B			
No. of sample	8	1	1	1	1
Total counts of viable cells per ml	380~23×10 ³	15×10 ³	8	25×10 ²	35×10
Coliforms per ml	30~20×10 ²	20×10 ²	0	1	6
pH	6.5~7.2	7.4	6.8	7.0	7.0
Cl ⁻ (ppm)	16.8~24.0	20.3	35.6	10.0	12.0
KMnO ₄ consumed (ppm)	7.2~8.8	20.5	5.7	8.2	8.8
Date of collection (1965)	8, March~ 20, December	13, April	23, January	14, April	14, April

* A.....Nakashima river B.....Urakami river.

(2) 菌株の分離ならびに性状検査

各検体0.1~1.0mlを接種して培養し大腸菌群数の測定を行なったデスオキシコーレイト培地(栄研製)上の集落から乳糖非分解性のものを可能なだけ釣菌したが、また胆汁酸BTB寒天培地(栄研製)ならびにドリガルスキー改良培地(栄研製)を用いた場合もあった。ただし、井水の場合は、5mlを最終濃度3%の食塩加ペプトン水(pH=7.2)にて増菌培養後、BTBティボール寒天培地(栄研製)上に塗抹培養を行ない発育集落を釣菌した。上記各培養はいずれも37°Cで20~24時間実施した。分離菌株の生物学的性状検査は既報¹⁾²⁾に記載した方法で行なった。使用培地は糖分解用半合成培地(日水製)以外は栄研製もしくは実験室で調製したものであるが、好塩菌としての性状検査以外は勿論通常の食塩濃度の培地を用いた。また、K抗原の型別、マウスに対する毒性、および溶血能試験は

概ね先の報告¹⁵⁾に準じた。電子顕微鏡による観察は長崎大学医学部中央電子顕微鏡室で行なった。

(3) 実験結果

分離菌株の各種性状はTable 7およびTable 8にかかげた。これらの菌はすべてグラム陰性の桿菌で、J 7株およびC 5株について電顕像で鞭毛の位置と数を調べた結果Fig. 1.に明らかな如く一端一毛であった。また菌体に多少彎曲を呈するものも認められた。

この結果から、川水のみならず他の陸水中にも、腸炎ビブリオまたはアルギノリテイクス菌と特性において好塩性のみ相違する類似菌が常時広汎に分布していることが推察される。この中にはセロビオース分解能が異なるものも存在しているが、この性状はかなり不安定なことを腸炎ビブリオの検索試験でしばしば経験しているのでここでは一応無視した。

今回分離した菌株は、最近の*Vibrio*分類上の定義¹⁶⁾に従うと、すべて*Vibrio*属に包括せられる。ガス非

Table 7. Biological Characters of Non-Halophilic Bacteria* Related to *V. parahemolyticus* and *V. alginolyticus* Isolated from Various Fresh Waters

Group	I	II	III	IV	V		
Gram-negative rod	+	+	+	+	+		
Motility	+	+	+	+	+		
Indol	+	+	+	+	+		
Cytochrome oxidase	+	+	+	+	+		
Nitrate	+	+	+	+	+		
Gelatin	+	+	+	+	+		
Glucose	Oxidation	+	+	+	+		
	Fermentation	+	+	+	+		
	Gas	-	-	-	-		
Hydrogen sulfide	-	-	-	-	-		
d-Tartrate	+	+	+	+	+		
Voges Proskauer	-	-	+	+	+		
Lactose	-	-	-	-	-		
Sucrose	+	+	+	+	-		
Cellobiose	-	+	-	+	-		
Sodium chloride demand	0%	+	+	+	+		
	3	+	+ or -	+	+		
	7	-	-	-	-		
No. of isolates	River	March	0	1	0	0	0
		April	2	5	0	0	0
		June	1	0	1	0	0
		July	0	1	2	0	2
		December	1	10	5 ^A	1	1
	Well	0	0	1	0	0	
	Spring	0	0	0	1	0	
	Reservoir	0	2	0	0	0	

+ ... positive, - ... negative.

* Majority of them fermented arabinose, and decolorized and coagulated litmus milk.

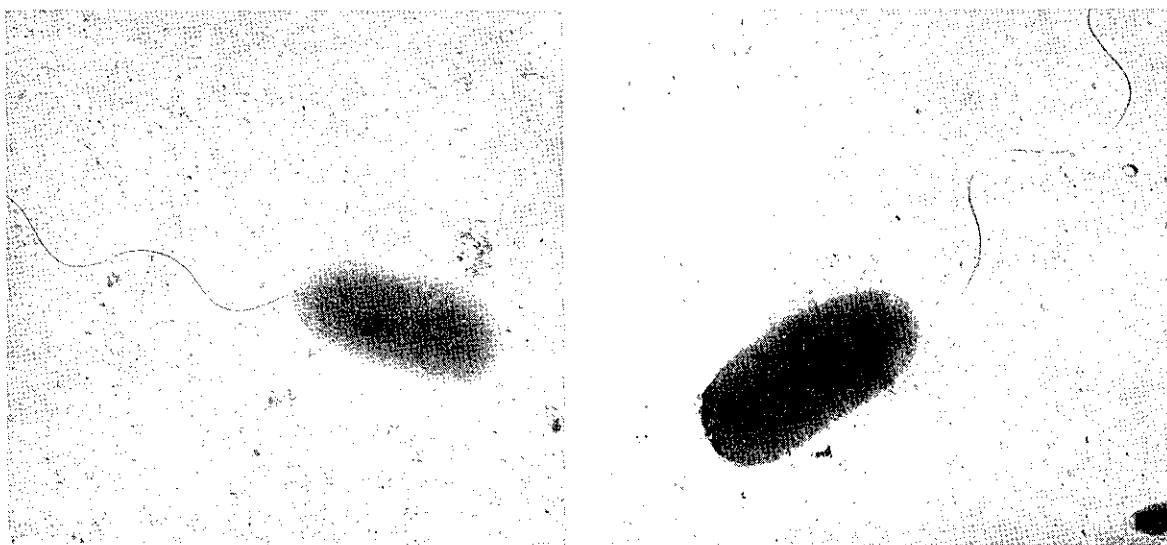
Sixteen of 37 strains isolated could be classified into K-antigenic types of *V. parahemolyticus* as indicated in Table 8.

Table 8. Serological Type by K Antigen of *V. parahaemolyticus*, Toxicity for Mice, and Hemolytic Activity of Non-Halophilic Isolates from Various Fresh Waters

Strain	Source	Group	K Antigen	Toxicity for mice (1)	Toxicity for mice (2)	Hemolytic activity **
R308	River	II	K26	0/5	1/5	+
M70	River	I	K2	0/5	1/5	-
M80	River	II	K18			
M140	River	II	K22	0/5	1/5	
A2	River	II	K32			
A4	River	II	K21			
B4	Spring	IV	K32			
C3	Reservoir	II	K17	2/5	5/5	
C5	River	II	K21	2/5	5/5	-
J7	River	III	K24			+
I1	River	V	K21			
A6	River	V	K26			
D2	River	III	K6			
D6	River	I	K2			-
D151	River	II	K31			
D2014	River	II	K3			+

* Mice, gpc strain weighing about 18g, received intraperitoneally 0.5 ml of the 3% sodium chloride containing broth cultures (1) and 0.5 ml of the tenfold diluted broth cultures (2), and the denominators indicate the number of mice used and the numerators indicate the number of mice that died after 48 hrs.

** One drop of the brain-heart infusion broth cultures incubated for 20 hrs. at 37°C was inoculated on the brain-heart infusion agar medium added 0.0001% crystal violet and 5% preserved human blood, and after incubation for 18 hrs. at 37°C an observation was made about the presence of the transparent hemolytic-ring around the culture.



C 5 ($\times 3900$)

J 7 ($\times 7000$)

Fig. 1. Cell-Form of Non-Halophilic Bacteria Related to *V. parahaemolyticus* and *V. alginolyticus*

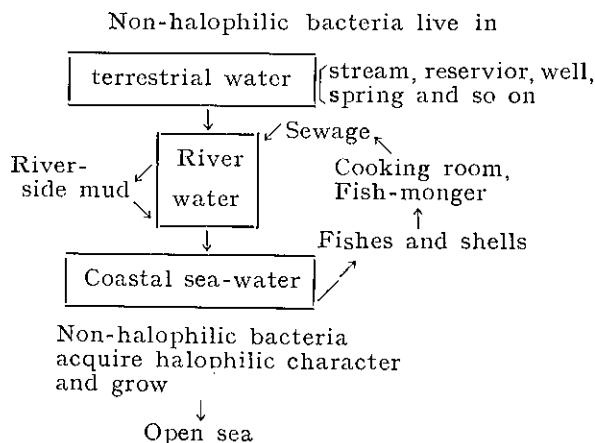


Fig. 2. Ecological Cycle of Halophilic Bacteria Isolated from River Water

産生の *Aeromonas* との鑑別についても, *Aeromonas*¹⁷⁾ が利用しない d-酒石酸塩を全株が利用することは強調されよう。白糖非分解性で VP 反応陰性の菌株は全く検出できていないが, 腸炎ビブリオの K 抗原に明瞭に型別できるもの, マウスに対し毒性を示すもの, 加藤ら¹⁸⁾の方法に準ずる実験で溶血能を有するものが含まれていることから, 腸炎ビブリオとの関係は極めて密接なものがあると見られる。

川岸泥土の数検体について今回分離した如き菌の検出試験を行なってみたが分離はできなかつた。したがって, 現在のところ陸水固有の細菌である可能性が高いようである。なお, 検査した範囲内の性状において, 例えば D 6 株と全く同一の性状を有する菌を小瀬ら¹²⁾が汲取りし尿から, 北村ら¹⁹⁾が近海魚の体表から分離しているが, これらの菌株も本調査結果から推考すると元来は陸水が源郷と想像せられる。

ある種の細菌では好塩性と非好塩性との間の相互変

化は実験的に可能なことが認められているが²⁰⁾, 今回分離した菌株にも好塩菌の出現を確かめることができた。すなわち, 3%食塩加 I N ペプトン培地に M10 株を, 3%食塩加血液寒天に R 308 株をそれぞれ接種培養し, その後約 1 ヶ月室内に放置しておいたものを B T B テイポール寒天に再塗抹したところ, 白糖非分解性の豊かな集落の形成がみられた。好塩性試験の結果, 3%食塩加ペプトン水で良好な増殖を示し, 食塩無添加ペプトン水では全く生育できず完全なる好塩性状を呈した。しかし, その他二, 三の生化学的性状を調べてみると, Table 9 に示すごとくチトクローム酸化, 硝酸塩還元以外の性状は全く変異をしておいた。ただし食塩耐容性が腸炎ビブリオに類似していたことは興味がある。その後ペプトン水のような簡単なものからブレインハートインフュージョン, 酵母エキス等の複雑な成分組成のものまで, 各種の培地を用いて同様な実験を各菌株について行なってみたが, 好塩性の獲得の条件は極めて厳しいようで, 今までのところ再現性のある成績は得られておらず, また好塩性以外の性状の変異が常に認められた。

なお, J 7 株については, 白糖含有培地で, Massini が観察した如き一種の娘集落変異²¹⁾とみなされる現象が認められた。すなわち, この菌株の白糖含有 B T B 寒天培地上の集落中には, 殆んど毎常白糖非分解性の集落が極く低率で混在することが分つたが, この集落をさらに上記培地上で画線培養すると発生した白糖非分解性集落上に分解性の娘集落が発育してくることを確認した。K 抗原は母娘両集落共に K 24 に型別できている。腸炎ビブリオの白糖分解能にも変異現象が知られているので¹¹⁾, J 7 株の娘集落変異は示唆的なものがある。

Table 9. Occurrence of Halophilic Character and Mutation of Basic Characters in Non-Halophilic Bacteria Isolated from River Water

Strain	Sodium chloride demand *				Cytochrome oxidase	Indol	Glucose	Gelatin	Nitrate	Sucrose
	0%	3%	7%	10%						
M10	A	++	+	-	-	+	+	+	+	+
	B	-	+++	+	-	+	-	-	+	-
R308	A	+	-	-	-	+	+	+	+	+
	B	-	+++	+	-	+	-	-	+	-

Mutated strains were obtained from cultures in 3% sodium chloride containing nitrate medium in case of M10 and on 3% sodium chloride containing blood agar medium in case of R 308, which were preserved for about a month in room after cultivation at 37°C for 24 hrs.

A.....original parent strain, B.....mutated strain.

+ ... positive, - ... Negative.

* Sign (-~+++) represents degree of growth after cultivation at 37°C for 24 hrs.

4. 川水中における好塩菌の生存能力

(1) 実験材料

供試菌株の由来源は Table 10 に示しておいた。川水は前記中島川のものである。

(2) 実験方法

各種滅菌処理をした川水中に、好塩菌の場合は3%食塩加ペプトン水で非好塩菌は食塩無添加ペプトン水にて培養後、各菌液1滴を滴下混入し一定時間放置して生死を観察した。生死の判定は後培養法によって行なった。なお菌数の測定は、生理食塩水または3%食塩水で10倍稀釈法により適宜稀釈したものを、普通寒天培地（好塩菌の場合は3%になるように食塩を添加）にて培養後行なった。

(3) 実験結果

川水から分離の好塩菌2株を選び、高圧滅菌した川水中での生存能力を調べた結果を Table 11 に示した。すなわち、川水由来の好塩菌は10数時間以内に死滅することがおよそ推定できた。

腸炎ビブリオについて類似の実験を行なってみたところ、

Table 12 に明らかなように12時間以内に死滅が認められた。比較のために蒸溜水と0.05%食塩水および川水と蒸溜水との混合水でも実施したが、蒸溜水と0.05%食塩水中とでは著差がなく、また蒸溜水への川水の混入量が多い程菌の死滅が遅れる傾向を示したことから、川水成分の好塩菌の生存に対するある程度の保護作用が考えられる。

次に加熱滅菌した川水と Millipore filter で濾過滅菌した川水中での腸炎ビブリオの6時間後の生残率を比較した結果は、Table 13 に示した通り両者の間で殆んど差異がないことが判明した。

なお、後培養用培地として3%食塩加普通寒天培地に胆汁酸塩（栄研製No. 2）またはティボール（シエル石油製）をそれぞれ0.1%と2%の割合に添加したものをを用いて、生川水中での腸炎ビブリオの生存能力の実験を行なってみたが、これらの選択的抑制物質が含まれた培地では極端に発育集落数の減少がみられ、特に胆汁酸塩の抑制作用は強かった。したがって、信頼できる成績は得られなかったが、対象として用いた

Table 10. Species and Source of Halophilic Bacteria Employed for Viability Test in River Water

Strain	Species	Source
N50	No identification	River water
N68	No identification	River water
T2	<i>V. parahaemolyticus</i> (02)	Human patient
3626	<i>V. parahaemolyticus</i> (02)	River water
3726	<i>V. parahaemolyticus</i> (04)	River water
3715	<i>V. alginolyticus</i>	River water
3802	<i>V. alginolyticus</i>	River water

Table 11. Relation Between Time Exposed and Survival in River Water of Halophilic Bacteria Isolated from River Water

Strain	Time in hours	
	N50	N63
0	63200	21800
3	20700	17100
6	2000	11700
9	36	7200
12	0	2900
15	0	84
18	0	0

One drop of 3% sodium chloride containing peptone water cultures incubated at 37°C for 18 hrs. was added to 50 ml of river water sterilized by heating at 115°C for 15 mins. and the exposure was carried out at room temperature in July, and survival was indicated by bacterial counts per ml in nutrient agar containing 3% sodium chloride after incubation at 37°C for 24 hrs.

3%食塩加普通寒天培地上の集落から生川水中の菌と
思われるものを除いた集落の数からみて、各種滅菌処
理した川水中よりは未処理の川水中においてより長く
生残できることが推測せられた。以上の如き菌の発育

阻害作用はブイオンでも観察せられ、川水に混入直後
からこれらの選択的抑制物質に対する抵抗性の低下が
起ることが認められた。一例を Table 14 に示してお
く。このような現象は滅菌川水でも勿論みられるが、

Table 12. Relation Between Time Exposed and Survival in River Water and Distilled Water of *V. parahaemolyticus* (T2)

Composition of water		Time in hours						
River water	Distilled water	0	0.5	1	3	6	9	12
0ml	50ml	320000	26	0	0	0	0	0
5	45	320000	3240	1650	280	50	10	0
25	25	320000	7630	3250	950	110	60	0
50	0	320000	13900	5340	1840	130	60	0
0.05% sodium chloride containing distilled water 50ml (pH7.0)		320000	24	5	3	3	0	0
Characters of river water		Pre-sterilization Post-sterilization (115°C, 15mins.)						
pH		7.4		7.4				
Cl' (ppm)		22		20				
KMnO ₄ consumed (ppm)		12		8				

The experimental method was same as that indicated in Table 11, but the exposure was carried out at room temperature in October.

Table 13. Relation Between Time Exposed and Survival in River Water Sterilized by Heating or Filtering of *V. parahaemolyticus* and *V. alginolyticus*

Strain	Time in hours		
	0	6	
		A	B
T 2	110000	90	120
3626	100000	140	70
3726	130000	70	6
3715	100000	0	0
3802	110000	30	0

A.....heated at 100°C for 30 mins. B.....filtered with Millipore filter (PH 0.3 μ)

The experimental method was same as that indicated in Table 11, but the exposure was carried out at room temperature in September.

Table 14. Development of Sensitivity During Exposure in River Water to Selective Substances of *V. parahaemolyticus* in Halophilic Bacteria Isolated from River Water

Strain	Bacterial counts per ml after 3 hours		
	No addition	Teepol 2%	Bile salts 0.1%
3626	2230	50	0
3726	4750	1210	30
3715	3410	0	0
3802	31600	4	0

The experimental method was same as that indicated in Table 11 with the exception of using nutrient agar medium containing selective substances as subculture, but the exposure was carried out at room temperature in September.

3%食塩水中でも同様であること、また一方3%食塩加培地で培養後または培養中のものは感受性が殆んどないことから、静菌もしくはそれに近い状態にある菌にのみ起るものと考えられる。既報¹⁾で述べた、川水から好塩菌を分離する場合、3%食塩加ペプトン水での増菌培養が必要で直接の川水の平板培養からは分離できなかったのは、平板培地中に含まれていた胆汁酸塩の影響であったことが推察される。

その後如何なる選択的抑制物質も含有しない平板培地を用いて、直接川水から好塩菌の分離に成功したが、このことから上記阻害作用は明らかであろう。胆汁酸塩や、ティポール以外では、亜硫酸ビスマスが同じく抑制的に働くが、エチルパイオレットは低濃度ではあまり影響がないようである。また、後述するように非好塩菌が好塩性を獲得するものであっても、非好塩性の状態では選択的抑制物質に対し感受性を有し、好塩性を獲得後は抵抗性を有するものと考え、川水の如きものを検体として好塩菌を分離する際は、増菌培地中の選択的抑制物質の存在は十分に注意すべき必要がある。

いずれにしても好塩菌は川水中では長時間生存不可能であることが判明したが、興味あることには後培養

考

地球上の生命は海洋に起源するとの生物学上の根本命題からは、細菌も海洋由来と考えるべきであろうが、そのような生物発生に基づく思想は別として、現時点では棲息域によっておおまかに陸地棲、海洋棲に大別せられる細菌叢が存在するとみなし得ることから、陸と海の接点では各種の媒体による両者間の相互移動が間断なく行なわれているとみるべきで、その中のある種の細菌は新しい環境に適応して生存を続けて行くものと思われる。そして、陸から海への経路としては、量的には河川なかずく都市河川の存在が最も重要視せられよう。

清水ら²²⁾の四季に亘る千葉県鴨川沿岸における海水中の細菌についての調査では、分離細菌の84%は *Vibrio*, *Photobacterium* に属する好塩菌で、冬季の分離菌の大部分は37°Cで発育しなかったが他の時期のものは大多数が発育したと述べている。日高ら⁶⁾は海洋固有菌とみなされる氏らの定義するところのM型菌の大部分のものは37°Cでは発育しないとの結果を得ているので、近海で見出される37°Cで発育できる好塩菌のうち広塩型のものは殆んど陸上からの混入菌ではないかと想像せられるが、今回の調査で、腸炎ビブリオ

では完全に死滅したものと判断せられた滅菌川水中の腸炎ビブリオが、川水をそのまま放置しておく次第に増殖し、数日後にはわずかながら器底に混濁を生ずるようになる場合があることを知った。このような菌の好塩性は完全に消失し食塩無添加培地でもかなり明瞭な増殖を示すようになり、またその他の生化学的性状も著しい変異がみられた。腸炎ビブリオにおけるかかる変異菌の出現はペプトン水、ブイヨンならびに魚介類のエキス中でも認められたが、通常の手段では元の性状への復帰は起らなかった。それ故に、川水から分離せられる腸炎ビブリオをはじめその他の好塩菌の陸地環境における真の生存形態とは考え難いが、自然界でもこのような変異が起る可能性は十分に考えられ、さらに陸地環境で長期にわたり生存できるとも考えられるので生態上注目される。

他方、先述の低温では非好塩性を示す好塩菌、および非好塩性の腸炎ビブリオ類似菌は、いずれも長時間川水中で生存し、むしろ増殖もできることが分った。これに反し、海水由来の狭塩型菌の川水中での死滅は広塩型菌に較べて遙かに速やかで、狭塩型菌が陸地環境では見出せないといわれていることと関連して興味がある。

察

やアルギノリテイクス菌以外にも、川水と海水に類似の性状を有する好塩菌が存在していることが判明したことから、以上の推測が大凡そ裏付けできた。

海水に混入後は、夏季であれば沿岸の海水環境中で好適な生活条件に恵まれて活発な増殖を行なうが、逆に冬季においては水温の低下および栄養分の欠乏から生物活動は殆んど停止し、わずかに生残したものが近海中に見出されるに過ぎなくなるものと考えられる。そしてさらに、ある種の好塩菌は潮流等によって外洋まで運ばれ生存を続けるものであろう。熱帯地方の外洋で分離された腸炎ビブリオ⁴⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾は正にこのような菌であるとみなされる。

川水から分離される好塩菌は、本実験で川水中では好塩性を保持する状態で長時間生存不可能であることが分ったが、先述した低温では非好塩性を呈する菌および生活廃水¹⁴⁾によって導入せられた菌以外は、川水由来の非好塩菌に生化学的性状の変異は起るにしても好塩性の出現が明らかに認められたことから、大多数のものは分離培養中に好塩性を獲得したものと推察される。したがって自然界においても、沿岸海水環境中では、かかる適応現象が常時起っていると想像せられ

る。これは環境の変化に対する一種の生残機構とも考えられるが、このような見方からは、広塩型菌は陸地環境から海水環境へ導入後沿岸海域で第二の源郷を形成するものとみなされ、その意味では両棲（陸と海）細菌といえそうである。川水から検出される腸炎ビブリオ類似の非好塩菌に相当する菌が魚類からも分離されているが¹⁹⁾ 海水中で好塩性を獲得できないまたは獲得以前のもを捕えたものかも知れない。

しかし、非好塩菌における好塩性の獲得は、試験管内での実験からすると極めて条件が厳しいようである。これまでの好塩性の出現がみとめられた他の研究者の実験でも、多くの継代培養を経た後好塩菌を得ている²⁰⁾。川水からの好塩菌の分離は極く単純な培地、簡単な方法でできることにおいて、好塩性の出現に及ぼすならんかの川水成分の影響が考えられよう。既報¹⁾した川水からの分離好塩菌では、冬季と夏季の分離菌株間で種類ならびに好塩性、耐塩性の程度にかなりの差異が認められ、また腸炎ビブリオやアルギノリティクス菌は冬季には全く検出できなかったが、その理由として漠然と川水の性状の相違に基づくものであろうと記しておいた。この現象についても上記好塩性の出現と共通したある作用因子が考えられる。今のところそれが物理的なものか化学的なものか全く不明であるが、著者のこれまでの調査で、井水や水源池水、および川水でも総菌数や大腸菌群数の比較的少ない箇所のものからは好塩菌は全く検出できなかったことから、生物学的なものを加味した要因の作用が想像せられる。

他方、川水中には、海から魚介類等によって一度陸に揚げられた好塩菌が、一般家庭の下水等の生活廃水と共に混入存在することも考えられるが、この場合好塩菌が分離される箇所から感潮地点までの距離および流速からみて、生存時間内に十分に海に達するものと思われる。なおこのような生存時間との関係から考えると、仮え川水中の好塩菌が陸地環境例えば土壤表層で好塩性を既に獲得したものだとしても、さらにはまた陸地環境のどこかに元来が好塩性を有するままに存在できる場所がありそこからもたらされたものであるとしても、近海中の広塩型菌の分布は陸棲細菌の混入によって形成されているとの推測は成り立ってであろう。ただしいずれの場合も、好塩菌の長期間に及ぶ生存または増殖を可能ならしめる好適な環境が陸上に存在する必要がある。しかし、このような場所は海を除いて自然界では普遍的に求めようもないが、示唆的な実験結果は散見される。例えば、Sakazaki et al.¹⁷⁾

は、腸炎ビブリオの好塩域が培地や培養条件等によってかなり変化し、血液寒天、ブレインハートインフュージョン培地では殊更に食塩を添加しなくても良く発育すると述べており、また石母田ら²³⁾は腸炎ビブリオは食塩無添加3%ペプトン水中で5日後も生存していること、ペプトンの含量がさらに多いと増殖できるようになることを観察している。著者も、今回の研究に関連した実験で、腸炎ビブリオはペプトン濃度が4%では、37°Cにおける発育は不良であったが30°Cおよび25°Cにおいてはかなり良く発育し、6~7%になるといづれの温度でも3%食塩加1%ペプトン水中と殆んど差がなく良好に増殖を示すことを確かめ、さらに3%ペプトン水に1%程度の澱粉等の高分子化合物を付加すると生存時間の延長または増殖がみられるようになることも知った。恐らく高濃度のペプトン水中では溶菌を防ぎ増殖を支持するだけの適当な浸透圧が与えられるものと思われる。また実際上の見地から魚介肉エキスをを用いて実験したところ、イカのエキス中では普通の抽出条件でも腸炎ビブリオの発育は十分可能であった。また、タイのエキス中ではそのままでは発育せず魚肉蛋白質が同時に存在すると増殖できるようになることが分ったが、この結果からは、澱粉などと同じく高分子化合物の無塩類環境における腸炎ビブリオの発育に及ぼすならんかの影響が考えられる。しかしこれまでの研究からは、魚介類やその他類似食品またはヒトや動物の腸管内等を除いては、自然界において陸上では好塩菌の生存を長期に亘って可能ならしめさらには発育を行なわしめる環境は極めて制限されるものと思われる。強いて挙げれば土壤等が存在するが、これとてもそこに含まれる好塩菌は海から再度陸上にもたらされたものが偶々生残しているものとみなされよう。

以上の推論から、陸地環境で見出される好塩菌の殆んどは過去において好塩性を獲得したものと考えるのが妥当のようである。片桐²⁴⁾も好塩性微生物の起源について同様な見解を述べているが、さらにまた微生物の分類学上から同種と考えられる“種”においても、その塩濃度耐性や塩類要求性の程度が小さいものから極端に大きなものにまたがって存在していることを強調し、塩濃度要求性と微生物学的分類との直接の関係を考える必要性はないとの見方をしている。このような観点からは、今回分離された非好塩性の *Vibrio* は腸炎ビブリオまたはアルギノリティクス菌に包括され得るかも知れない。また、先に川水から分離した好塩菌¹⁾のうち夏季の菌株については、生化学的性状による類別と食塩要求性の程度とが良く一致したことにお

いて、非好塩菌が好塩性を獲得する場合、ある種の特定の菌では同時に好塩域も自から定まることも想像され、その意味では好塩性の出現は固有の性状ともみられよう。腸炎ビブリオおよびアルギノリテイクス菌はあるいはこのような細菌であるのかも知れない。しかしながら他方、Sakazaki et al.¹⁷⁾はコレラ菌やいわゆる水ビブリオ等を含む供試 *Vibrio* のすべてが多少なりとも好塩性を示すことを確かめ、*Aeromonas* との鑑別に利用できることを主張している。このことから、陸棲の *Vibrio* の好塩性が真に固有なものかどうかについては、著者が分離した如き非好塩性の *Vibrio* とみなされる菌における好塩性の出現とも関連するもので、今後一層の検討を要する問題と思われる。

Fig. 2 に川水から分離される好塩菌について、現在までの研究段階から総合的に判断し、可能性のある陸海にまたがる生活環を提示しておく。これによって、以前に宮本ら²⁵⁾が提出した、夏季のわが国沿岸海域における近海性の広塩型菌の分布が遠海性の狭塩型菌の沿海への適応によって形成されるという仮説は否定せられるが、また小瀬ら⁵⁾の腸炎ビブリオの近海における分布を尿投棄と関連づけて想定したところの生活環も局地的な説明に留まるもので、日高ら⁶⁾の推考した陸地環境から沿岸海水環境へ、それからさらに外洋へという適応過程が合理的なものとして支持できる。しかしながら、腸炎ビブリオやアルギノリテイクス菌を含む広塩型菌が、夏季になると本邦の沿岸海域一帯に広汎に分布するようになり、特に都市河口周辺域では濃密であることは周知の事実である²⁶⁾²⁷⁾にせよ、上記の生活環を支持するための淡水性川水からの分離例は著者ら¹⁾²⁾の長崎市内におけるもの以外は見当らない。ただし、石母田ら²³⁾は岩手県の気仙川で食塩含有量の比較的低い箇所の川水から腸炎ビブリオを検出しており、もしかすると上流からの混入菌とも考えられる。また重見ら²⁸⁾は、著者らの報告に基づいて愛媛県の肱川の川水を対象に検出を試みているが、この方は腸炎ビブリオは分離することができなかつたと述べて

いる。淡水性川水からの好塩菌の分離が、長崎市と類似の地形、風土の地域でのみ行なわれ得るものか否かについては、なんとも今のところいえず、さらに多くの本邦主要都市での川水調査の実施が望まれる。その場合、川水からの好塩菌の分離に際しては、既述した如く増菌用培地中の選択的抑制物質の種類および含有量の及ぼす発育阻害作用を十分に留意することが肝要である。

なお、加藤ら¹⁸⁾によって最近提出された、腸炎ビブリオのうちからヒト血液の溶血能に基づいて起病性菌株を鑑別する方法では、著者が東南アジアで分離した腸炎ビブリオ82株中わずかに1株¹⁵⁾、中部太平洋およびハワイで分離されたものでは18株中1株⁹⁾に食中毒由来株の殆んどが示すところの溶血能が認められているが、これらの溶血性菌株は共に港湾内の海泥由来株であったことは、陸地環境との密接な関連性が考えられよう。その後も先述の非好塩性の腸炎ビブリオ類似菌における好塩性の出現条件を検討しているが、これに関連した実験で、昭和40年10月に長崎市内の淡水性川水から分離した腸炎ビブリオ2株のうち1株(K19)に明瞭な溶血能が認められており極めて興味を持たれる。他の1株は白糖分解性菌で溶血能は調べていない。これらの菌は、川水を3%食塩加ペプトン水で増菌培養後 Millipore filter で濾過し、その中に前記 J 7 株を接種して培養濾液の好塩性の出現に及ぼす影響を実験した際に得られたもので、あるいは J 7 株の変異した好塩性株とも考えられ目下追試を行なっているが、今のところ再現性のある条件が見つかっていないので濾過時のミスで川水から直接検出されたものとの見方をしている。しかしいづれにせよ、わずか1検体では全般を測るわけにはゆかず、今後非好塩菌における好塩性の出現実験と共に、川水から分離されるさらに多数の腸炎ビブリオについて溶血能を有する菌株の出現率を調べ、また溶血性株の陸地環境における生態をも追究してみたい。

ま と め

長崎市内の淡水性川水からいわゆる広塩型の好塩菌が四季を通じて多数に分離され、特に夏季においては腸炎ビブリオやアルギノリテイクス菌も高率に検出できることから、これらの菌について自然界における生態と関連し、真の由来源を明らかにする目的で若干の検討を行なったところ、次の如き結果が得られた。

(1) 腸炎ビブリオおよびアルギノリテイクス菌以外にも、川水から分離せられた好塩菌の中に、ヒトおよび海水から分離された菌に類似のものが存在していることが見出された。広塩型の好塩菌は恐らく共通の源郷を有し、自然界では類似の生活環を形成しているものと想像せられる。

(2) 川岸泥土からも好塩菌は冬夏にかかわらず高率に検出されるが、腸炎ビブリオは全く、アルギノリテイクス菌も近似するものが1株分離された以外は検出できなかった。したがって、川岸泥土が川水から分離される好塩菌の本来の棲息場所とは思えない。

(3) 腸炎ビブリオまたはアルギノリテイクス菌に類似の非好塩菌が広く陸水に分布していることが確かめられた。さらにまた、これらの菌にある条件で好塩性の出現がみられることも実証できた。

(4) 川水から分離された好塩菌は川水の中では長時間生存不可能であることが認められた。一部の菌は川水の中で好塩性を消失して生存できるが、通常の手段では好塩性の回復は不可能であった。なお、川水からの好塩菌の分離に際しては増菌用培地中に添加された選択的抑制物質の発育阻害作用を十分に考慮すべきことが

分った。

以上の知見から、川水から分離された好塩菌は元来が非好塩性であったものが分離用増菌培地で培養中に好塩性を獲得したものと推定せられ、自然界においても陸水中に棲息する非好塩菌が川水と共に海に達した後、好塩性を獲得するものと想像される。この想定に基づいて、川水から分離される好塩菌の陸海にまたがる生活環を提出した。

終わりに臨み、本研究を通じて終始ご鞭撻を戴いた佐賀大学農学部富安行雄教授（九州大学名誉教授）、ならびに本文のご校閲を賜った長崎県衛生研究所高橋克巳所長に深謝の意を表す。また、長崎大学医学部中央電子顕微鏡室の末松正氏には電顕像の観察と撮影にご尽力を戴き厚く御礼申し上げる。

文 献

- 1) 安永統男, 銭谷武平: 河水から分離した好塩性細菌について。長崎大学水産学部研究報告, (14): 35-41, 1963.
- 2) 安永統男: 病原性好塩菌に関する研究(第1報)。長崎市内の河水から分離した病原性好塩菌について。食品衛生学雑誌, 5: 112-115, 1964.
- 3) 宮本泰, 中村一成, 滝沢金次郎, 児玉威: アジ中毒の調査研究(第2報)。海洋調査, 第1回~第3回。日本公衆衛生雑誌, 8: 673-678, 1961.
- 4) 安永統男: 腸炎ビブリオに関する研究 4. ハワイ群島南方の外洋の魚類ならびにホノルルの魚類, 海泥における腸炎ビブリオの分布について。長崎大学風土病紀要, 7: 272-282, 1965.
- 5) 小瀬洋喜, 池田 坦: 汲取りし尿中の腸炎ビブリオに関する研究(第1報)。汲取りし尿よりの腸炎ビブリオの分離。食品衛生学雑誌, 5: 206-210, 1964.
- 6) 日高富男, 坂井 稔: 腸炎ビブリオと海洋細菌および陸棲細菌との無機塩要求性の比較。食品衛生学雑誌, 6: 235-241, 1965.
- 7) 相磯和喜, 清水 潮, 加藤 博, 辰己和世, 沢田文枝, 加藤翠子: 沿岸海水から分離された病原性好塩菌およびその類似菌について。千葉大学腐敗研究所報告, 15: 12-20, 1963.
- 8) 皆川 勝: 腹痛, 下痢を伴う急性腸炎患者下痢便から分離される病原性好塩菌類似菌並に非水溶性赤褐色色素を産生する1種の *Pseudomonas spp.* 好塩菌について。千葉大学腐敗研究所報告, 16: 9-23, 1963.
- 9) Ingram, M.: Microorganisms resisting high concentrations of sugars or salts. Microbial Ecology: 90-133, Cambridge Univ. Press, London, 1957.
- 10) 小瀬洋喜, 池田 坦, 古山嘉美, 高木 勇: 汲取りし尿中の腸炎ビブリオに関する研究(第2報)。汲取りし尿中の腸炎ビブリオ類似菌。食品衛生学雑誌, 6: 513-517, 1965.
- 11) 安永統男: 腸炎ビブリオに関する研究 2. 東南アジア地域の港湾内の海底泥土ならびに捕獲, 市販魚介類における腸炎ビブリオの分布。長崎大学風土病紀要, 6: 201-208, 1964.
- 12) 高平好美: 東南アジアにおける腸炎ビブリオの海洋調査, 長崎大学風土病紀要, 7: 247-256, 1965.
- 13) 原田 嘉英: 中部太平洋及びホノルル沿岸における腸炎ビブリオの分布(会)。第16回日本伝染病学会西日本地方会総会, 1965.
- 14) Galdman, M., R. H. Deibel, and C. F. Niven, Jr.: Interrelationship between temperature and sodium chloride on growth of lactic acid bacteria isolated from meat-curing brines. J. Bacteriol., 85: 1017-1021, 1963.
- 15) 安永統男, 黒田正彦: 腸炎ビブリオに関する研究 3. 東南アジア地域の海底泥土ならびに魚介類から

- 分離した腸炎ビブリオの血清学的性状，マウスに対する毒性および溶血能について．長崎大学風土病紀要，7：107-113，1965.
- 16) 坂崎 利一：ビブリオの分類と命名．ビブリオ分類に関する国際委員会の決議から．モダンメディア，11：286-292，1965.
- 17) **Sakazaki, R., S. Iwanami, and H. Fukumi** : Studies on the enteropathogenic, facultatively halophilic bacteria, *Vibrio parahaemolyticus* I. Morphological, cultural and biochemical properties and its taxonomical position. Japan. J. Med. Sci. Biol. 16 : 161-188, 1963.
- 18) 加藤貞治，小原 寧，一戸治江，長島喜美子，秋山昭一，滝沢金次郎，松島肇喜，山井志朗，宮本 泰：腸炎ビブリオ(1亜群菌)の溶血反応による群別．食品衛生研究，15 (8) : 83-86，1965.
- 19) 北村直次，浅沼喜嗣雄，長尾 寛，中山健治，梶谷 勉，糸島 充，佐々木信孝：病原性好塩菌に関する研究第1報．夏季における市販魚介類の病原性好塩菌の分布状況特にその生物学的性状について．岡山県衛生研究所年報，11：8-19，1961.
- 20) **Larsen, H.** : Halophilism. The Bacteria. Vol. IV. The Physiology of Growth : 297-342, Academic Press, Inc., New York, 1962.
- 21) 牛場 大蔵：細菌の変異．中村敬三，秋葉朝一郎編集：細菌学．総論：135-154，南山堂，東京，1954.
- 22) 清水 潮，相磯和嘉：千葉県鴨川沿岸の海水細菌．日本水産学会誌，28：1133-1141，1962.
- 23) 石母田四郎，飯岡邦夫：病原性好塩菌の県内分布とその性状．岩手県衛生研究所年報(6)：25-27，1962.
- 24) 片桐 正之：好塩性，耐塩性の化学．芦田譲治，江上不二夫，吉川秀男編集：生命現象の化学Ⅱ：405-424，朝倉書店，東京，1961.
- 25) 宮本 泰，中村一成，滝沢金次郎，大住 亨，児玉 威：アジ中毒の調査研究(第3報)．海洋調査第4回～第5回．日本公衆衛生雑誌，8：703-707 1961.
- 26) 児玉 威：海洋調査．藤野恒三郎，福見秀雄編：腸炎ビブリオ，初版：241-262，一成堂，東京，1964.
- 27) 大城 俊彦：自然分布．同上：263-288，1964.
- 28) 重見利治，三宅平八郎，高須賀信之，小野郷一：愛媛県における腸炎ビブリオの海洋調査について，四国公衆衛生学会雑誌(10)：7-9，1965.
- 29) 青木義勇，池田秋子，原田嘉英，高平好美，安永統男，黒田正彦，杉山友吉：外洋及び外国港湾における *Vibrio parahaemolyticus* の分離，特に分離菌株の性状(会)．第39回日本細菌学会総会，1966.

腸炎ビブリオに関する研究

4. ハワイ群島南方の外洋の魚類ならびにホノルルの魚類, 海泥における

腸炎ビブリオの分布について

長崎県衛生研究所 (所長: 高橋克巳博士)

安 永 統 男

Studies on *Vibrio parahaemolyticus*.

4. On the distribution of *Vibrio parahaemolyticus* in fish in pelagic ocean to the south of the Hawaiian Archipelago, and fish and sea mud in Honolulu.

Norio YASUNAGA

Nagasaki Prefectural Institute of Public Health

(Director : K. TAKAHASHI, M. D.)

Abstract : The present survey was carried out to obtain a further information on the distribution of *V. parahaemolyticus* in other regions than Japan, following the previous survey in the Southeast Asia. Fishes, sea muds and sea sands were collected for isolation of the organisms in the stations shown in Fig. 1 and 2. The selective media, TGE liquid medium A and TCBS agar medium, were adopted, and isolation of the organism from these samples was carried out by the streak method on the agar medium directly or after cultivation in the liquid enrichment medium. Of the cultures isolated, the 18 cultures were identified as *V. parahaemolyticus*, and the 27 cultures as *V. alginolyticus* after the biological examinations. In addition, the strains of *V. parahaemolyticus* were tested for determination of serological type and group, and toxicity for mice. The experimental results are shown in Table 1, 2 and 3. The 12 strains of *V. parahaemolyticus* were isolated from pelagic fishes caught in the Middle Pacific, and the 4 and 2 strains from fishes caught inshore and sea muds collected in Honolulu respectively. These results indicate that the distribution of *V. parahaemolyticus* in tropical ocean may not be unusual, and that vibrio inhabits the inshore sea-area around the islands locating in the ocean. None of the vibrio was detected from the fishes obtained at a fish market. The main reason may be that the majority of fish samples was brought from the American Continent and a part was from fishing grounds near Hawaii, and that they were preserved in good condition. It seems that more researches in fish markets are necessary to get the information about the vibrio. The *V. parahaemolyticus* strains isolated were divided into 8 types of K antigens and 01~05 of O groups, and all of them were confirmed to have virulence for mice. It is noted that the 4 strains of them were sucrose fermenting ones.

Since it has been presumed from the previous and present survey that the organism is

widely distributed throughout the tropical sea-area of the world, it is probable that the *V. parahaemolyticus* food-poisoning implicated in marine fish is apt to break out in the Pacific. Fish poisoning has affected more than 433 persons in over 54 recorded outbreaks in Hawaii since 1900. It is of interest that some case of fish poisoning resulted in undetermined classification in Hawaii displays similar symptoms to the *V. parahaemolyticus* poisoning. At the present time, ciguatera fish-poisoning is considered to be of the most serious potential health disturbance in Hawaii. It appears to be fairly difficult to distinguish the *V. parahaemolyticus* fish-poisoning from ciguatera, which exhibits mild neurological symptoms and a short duration of illness. Therefore, it is possible that outbreaks of the *V. parahaemolyticus* fish-poisoning in the tropical sea-area were so far included in poisoning of the group of undetermined etiology or attributed to ciguatera.

緒 言

著者(1964b)は海外における腸炎ビブリオの分布状態を知る目的で、昭和39年に東南アジア方面において本菌の分布調査を行ない、本菌がこの地域にも広く分布していることを明らかにしたが、昭和40年は引き続き中部大平洋ならびにハワイにおいて本菌の分布調査を試みた。本調査も前回同様に長崎大学水産学部の練習船長崎丸に便乗して実施した。本船は昭和40年8月2日に長崎を出港し同年9月21日に帰港したが、この間北回帰線南方の洋上で180°からホノルル方面にかけて8日間にわたりマグロ延縄操業を行ない、その後8月24日から8月30日までホノルル港に碇泊した。

菌株の分離は延縄捕獲の魚類、ホノルルで一本釣捕獲ないし市販の魚類、およびホノルルで採取した海泥砂を対象に実施した。前回の調査では試験的に行なった印度洋の魚類からの分離試験において腸炎ビブリオが検出できたことから、今回は外洋における調査も沿岸同様に重視して行なった。腸炎ビブリオの生物型2は最近坂崎(1965)によって別種として分類せられ *Vibrio alginolyticus* なる新種名が提出されている

が、さらにまたヒトに対する腸炎起病性についても善養寺ら(1964)の否定的な見解がある。したがって、本調査においても先の調査と同じく主体を従来の生物型1に属する菌の検出におき分離試験を行なった。なお、白糖分解性の生物型1のヒトに対する病原性はまだ無視できないこと、および前回の調査で分離された生物型1の菌株中に、分離当初TCBS寒天培地上で白糖分解性を明瞭に示したが後の検査で非分解性と判定されたものが含まれていたことなどから、今回の調査では捕獲魚の場合に限り白糖分解性集落も釣菌した。

本報においては、先づ今回分離した菌株について行なった生物学的性状、血清学的型群別、ならびにマウスに対する毒性試験の結果について述べ、さらに熱帯地方の外洋、大洋上の島における腸炎ビブリオの生態的分布、および本菌食中毒の存在の可能性等について推論を行なった。なお、坂崎(1965)は従来の生物型2に対し暫定的にアルギノリテイクス菌(以下ア菌と略す)なる和名で呼ぶことを提唱しているが、本文では前記学名と共にこの名称を採用した。

実 験 方 法

1. 検体の採取

採取箇所の地理的位置は Fig. 1 および Fig. 2 に示した通りである。

1) 魚類：中部太平洋ではマグロ延縄で捕獲せられた。操業水域の海水温度は27.0°~27.7°Cであった。ホノルルではアラ・ワイのヨットハーバーで岸または桟橋上から一本釣で捕獲したが、一方市販魚はホノルル港近くの魚市場において入手した。

2) 海泥砂：ホノルル港内、ケワロ湾内ならびにワ

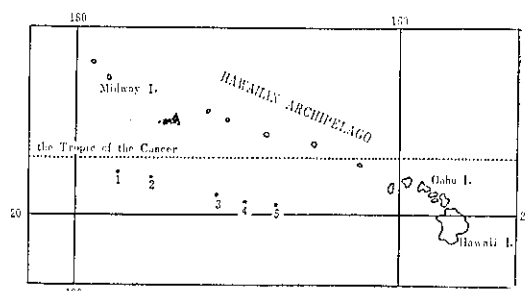
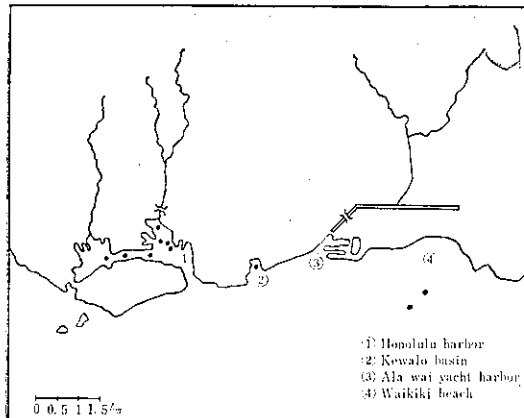


Fig. 1. Location of the sampling stations in the Middle Pacific.



・ Sampling station of sea mud and sand

Fig. 2. Location of the sampling stations in Honolulu.

イキキ海岸沖で長崎丸船上または本船搭載の交通艇上から採泥器を用いて採集した。1箇所毎に1回採取を行ないそれを1検体とした。採取地点の深度はホノルルで港で2~3m, ケワロ湾で7m, ワイキキ海岸で5mであった。

2. 菌株の分離

1) 分離用培地: 増菌用には秋山から(1963)の考案したTGE培地A(実験室にて調製)を, 鑑別用平板には白糖2%添加TCBS寒天培地(栄研製)を使用した。

2) 魚類からの分離: 無菌的に取り出した腸内容および適当な大きさに細切した鰓をTGE培地に入れて増菌し, その後TCBS培地上で分離画線培養を行なった。そのうち, 外洋魚の場合は一尾につき各3本のTGE培地に, 内湾魚の場合は1尾より1ないし3本のTGE培地にそれぞれ接種した。また, 市販魚については1尾より1ないし3本の同液体培地にて培養し

たが, 同時に1尾より1ないし3枚のTCBS培地上に直接に塗抹も行なった。

3) 海泥砂からの分離: 1検体からその適当量を5本のTGE培地に投入する一方, TCBS培地上に各5枚宛直接に塗抹した。

4) 菌株の集取: 上記各培養はすべて船内の機関室を利用して行なったので培養温度は30~37°Cとかなりの変動がみられたが通常は35°C前後であった。また, 培養時間は18~24時間であった。検体が捕獲魚の場合, 平板上の発育集落は白糖非分解, 分解性のいかにかわらず等しく釣菌したが, 市販魚ならびに海泥からのものは白糖非分解性のみを選んだ。これらの菌株は3%食塩, 1%ティボール加普通寒天高層培地(ゴム栓またはスクリーキャップ付小, 中試験管)にて穿刺培養し, その後は当研究所に持ち帰るまで船内に保存しておいた。

3. 分離菌株の各種性状検査

1) 生物学的ならびに血清学的性状検査: 厚生省の病原性好塩菌食中毒検査要領(坂崎 1964)に基づいて実施した。そのうちの糖分解およびヒュー・レイフソン試験には実験室で調製したMOF培地を使用した。その他の性状検査においては, 好塩性ならびに食塩耐容性試験以外は, 栄研製のSIM, TSI, ショルダン, プドウ糖磷酸ペプトン, 食塩加ゼラチンティボール, INペプトンの各培地を用いた。ゼラチン培地を除き, いずれも3%になるように食塩を添加しておいた。K抗原の型別試験は東芝化学工業株式会社製の腸炎ビブリオ診断用家兎免疫血清を用いて行なった。

2) マウスに対する毒性試験: gpc系のマウスを使用し, 前報(安永ら1965)と同様な方法で実施した。

実 験 結 果

各検体からの分離菌株は保存培地で発育しなかった3株を除き総数251株であった。これらの菌株はすべて食塩無添加ペプトン水中では全く増殖がみられず好塩性を示したが, その中には3%食塩加ペプトン水での増殖が不良であったものがかなりの数含まれていた。このような菌株中には再度3%食塩加ペプトン水に接種培養することにより良好な増殖を行なうようになったものがあり, これらの菌を含め147株が以後の腸炎ビブリオの検出を目的とする生物学的性状検査に供せられた。

以上の菌株について, 先ず運動性, インドール産生

および硫化水素産生能を調べたところ, 運動性は全株に認められたが, インドール非産生が19株, 硫化水素産生が1株あった。次に, これらの20株を除いた菌のセロビオース分解性を試験した結果, 104株に非分解能が認められた。このうち41株が7%食塩加ペプトン水で全く増殖を示さず, 18株が不明瞭であったことから, 以後の性状検査では除外せられた。これらの除外菌の殆んどは最初的好塩性試験の際に3%食塩加ペプトン水での増殖が良好でなかったものである。その後は残りの45株についてグラム陰性の桿菌であることを確かめた後, テトクローム酸化, ゼラチン液化, d-酒

Table 1. Isolation of *Vibrio parahaemolyticus* from sample collected in the Middle Pacific.

St. No.	Station of collection	Date of collection	Kind* and No. of sample	Strain isolated**		<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>
				S(-)	S(+)		
1	22°-47' N 177°-19' W	Aug. 16, 1965	Kurokajiki 1 Mebachi 1 Kiwada 1	4	16	1	1
2	22°-21' N 175°-23' W	Aug. 17	Binnaga 2 Akamanbo 1 Sawara 1	3	17	0	4
3	21°-17' N 171°-21' W	Aug. 19	Fūraikajiki 1 Kiwada 2 Mebachi 1 Katuso 1	12	47	7	13
4	20°-54' N 169°-30' W	Aug. 20	Katsuo 1 Sawara 1 Kurokajiki 1	2	21	2	5
5	20°-39' N 167°-34' W	Aug. 21	Makajiki 1 Kiwada 1	4	7	2	2
Total No.			17	25	99	12	25

* Kurokajiki	<i>Makaira mazara</i> JORDAN & SNYDER
Mebachi	<i>Thunnus obesus</i> (ROWE)
Kiwada	<i>Thunnus albacares</i> (BONNATERRE)
Binnaga	<i>Thunnus alalunga</i> (BONNATERRE)
Akamanbo	<i>Lampris regius</i> (BONNATERRE)
Sawara	<i>Scomberomorus niphonius</i> (CUVIR & VALENCIENNES)
Fūraikajiki	<i>Tetrapturus angustirostrostris</i> TANAKA
Katsuo	<i>Katsuwonus pelamis</i> (LINNAEUS)
Makajiki	<i>Makaira mitsukurii</i> JOREAN & SNYDER

** S(-) indicates strain which did not ferment sucrose on TCBS agar medium, and S(+) indicates fermented.

Table 2. Isolation of *Vibrio parahaemolyticus* from sample collected in Honolulu.

Place of collection	Date of collection	Kind and No. of sample	Strain isolated		<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>
			S(-)	S(+)		
Ala Wai yacht harbor	Aug. 25, 1965	Indian fish 1 Undetermined fish 8	7	19	2	2
Fish Market near Honolulu harbor	Aug 29	Pompanos 29 Moi 10 Mahimahi 1 Oio 1 Moana 1 Palani 1	58	-	0	0
Honolulu harbor	Aug. 24, 25, 27	Brawnish mud 7	45	-	4	0
Kewalo basin	Aug. 27	Brawnish mud 1	1	-	0	0
Waikiki beach	Aug. 27	Whitish sand 2	0	-	0	0

石炭塩利用、硝酸塩還元各検査を実施したがすべて陽性と判定せられた。さらに、Voges-Proskauer 反応、10%食塩加ペプトン水での増殖ならびに白糖、アラビノース分解性の各試験に供したところ、18株が腸炎ビブリオ、27株がア菌と同定された。なお、これらの腸炎ビブリオ菌株中には白糖分解性のものが4株、10%食塩加ペプトン水で多少とも増殖の認められたものが5株あった。また、ア菌中の2株は10%食塩加ペプトン水では全く増殖を示さなかったものである。

各検体からの腸炎ビブリオの検出状態は Table 1 および Table 2 にかかげた。比較のためにア菌についての結果も提示しおいた。延縄捕獲魚から分離した12株の腸炎ビブリオのうち、8株がキワダ、3株がクロカジキ、1株がフウライカジキ

由来の菌株であるが、これによって中部太平洋の外洋性洄游魚における本菌の濃密な分布が確認できた。ホノルルにおいては釣獲魚から2株、海泥から4株の腸炎ビブリオが分離されており、ハワイ方面の各諸島の周辺海域にも本菌が棲息していることが明らかにされた。しかし一方、市販の魚類からは腸炎ビブリオ、ア菌ともに検出されなかった。この理由は良く分らないが一つにはハワイ近海産の魚類が少なかったことが考えられる。また、検体の大部分を占めたアジ類はアメリカ大陸方面からの移入魚で、その保存方法の腸炎ビブリオやア菌の生存に及ぼす影響も考慮する必要がある。今回は一箇所の魚市場での調査でありさらには多くの店舗の魚類について検査を行なうことによっては、ホノルルの市販魚からも腸炎ビブリオの検出はなされるかも知れない。ただし、今回の調査結果がハワイ全域の実態を示しているとはいえないが、わが国の店頭魚介類についての調査成績と比較するとかなり希薄な分布状態にあることが推定せられる。

Table 3 には今回分離した腸炎ビブリオの抗原型と

Table 3. Sucrose and arabinose fermentations, serological type and group, and toxicity for mice of *Vibrio parahaemolyticus* isolated in the present investigation.

Place collected sample	Strain No.	Source* of strain	Sucrose fermentation	Arabinose fermentation	Antigen		Toxicity** for mice	
					K	O	(1)	(2)
The Middle Pacific	1	G	-	-	17	3	5/5	4/5
	2	G	+	-	6	3	5/5	3/5
	3	I	-	-	17	5	5/5	3/5
	4	G	-	+	32	1	5/5	3/5
	5	G	+	-	6	3	3/5	0/5
	6	G	-	+	27	2	3/5	5/5
	7	G	+	-	6	3	5/5	3/5
	8	G	-	-	8	4	5/5	4/5
	9	G	-	+	6	3	5/5	2/5
	10	G	-	+	31	3	5/5	4/5
	11	G	-	+	6	3	4/5	3/5
	12	I	-	+	8	4	5/5	2/5
Ala Wai yacht harbor	13	G	+	-	6	3	3/5	0/5
	14	I	-	+	31	3	4/5	3/5
Honolulu harbor	15	M	-	+	28	2	5/5	3/5
	16	M	-	+	30	3	5/5	3/5
	17	M	-	+	6	3	5/5	3/5
	18	M	-	+	6	3	5/5	3/5

* G=gill of fish, I=intestinal content of fish, M=sea mud.

** Mice, 35~40 days old of gpc strain weighing about 18g, received intraperitoneally 0.5 ml of the 3% NaCl broth cultures containing approx. 10^8 cells (1) or 10^7 cells (2) of the strains, and the denominators indicate the number of mice used and the numerators indicate the number of mice that died after 48 hours.

O群、ならびにマウスに対する毒性試験の結果等を示した。K抗原はK6が8株と最も多く、その他K8, K17, K31に各2株、またK27, K28, K30, K32に各1株それぞれ出現がみられた。O群ではO1からO5までに全株が含まれ、またマウスに対する毒性もすべてに認められた。

白糖分解性の4株はすべてK3に型別されたが、マウスに対しての致死作用も明らかで、白糖分解性菌株のヒトへの病原性はなお否定できないものがある。アラビノース分解性については、海泥から得られた4株のすべてが分解能を有していたが、魚類から分離の14株のうち7株に非分解能が認められた。

なお、今回の調査における分離腸炎ビブリオには前回の調査で観察されたごとき白糖分解性菌の非分解への変異現象は認められなかった。しかし、今回啓者と同時に行なった原田(1965)の海水、プランクトンについての本菌分布調査では同様な現象が確認されているので、さらに今後検討を要する問題と思われる。

考 察

今回の調査によって、熱帯地方においては腸炎ビブリオが外洋にも広く分布していること、また大洋上の孤立した島の周辺海域にも本菌が棲息していることが明らかとなったが、この結果必然的に提起される問題は、本菌の自然界における生態と真の源郷、ならびに本菌食中毒の南方洋上の島々における存否であろう。

中部太平洋で捕獲された魚類からの分離試験では、腸炎ビブリオの殆んどが鰓から得られており、魚体付着以前の棲息場所として海水ないしはプランクトン等が考えられる。前記した原田(1965)の調査では、これらの検体から多数の腸炎ビブリオが分離せられており、以上の見解を支持する結果であるといえよう。

いずれにしても、今回の分離成績から、熱帯地方の外洋では本菌の分布は常態であろうことが推察されるが、この事実から本菌が海洋を源郷とする細菌であると考えることにはなお疑問がある。

これまで研究の対象とせられた海洋由来の細菌は真に海洋固有の細菌叢を代表するものではないであろうとの意見も最近出されている(MacLeod 1965)。このことは腸炎ビブリオやア菌についても当然いえることであるが、本菌の場合はさらに積極的に真の源郷を海以外の場所に求めての研究も二三行なわれている。すなわち、腸炎ビブリオは淡水性川水(安永1964a)、海洋投棄糞尿(小瀬ら1964)からも検出せられることから本菌の本来の棲息地は未知のどこかにあるのではないかとの見方がなされており、わが国の沿岸海域における本菌の濃密なる分布が本菌を含んだ川水や糞尿の海水への混入によって成り立っているのではないかとそれぞれ推測が行なわれている。またその後、日高ら(1965)は腸炎ビブリオの無機塩要求性を詳細に調べた結果、本菌が陸棲細菌に近似する菌であることを確かめ本菌の陸地から海水への適応が考えられると述べている。

好塩性を有する細菌の陸地からの分離例はこれまで数多く報告されているが、その中には単に好塩性のみ異なる同一種とみなされる細菌が淡水と海水にまたがって存在し、さらに相互に好塩性の獲得、消失という現象の起ることも認められている(Larsen 1962)。著者ら(安永ら1963, 安永1964a)も先に長崎市内の感潮点より上流の川水から腸炎ビブリオを含む好塩菌を高率に分離することができたが、その後既知のK抗原に型別可能な非好塩性の腸炎ビブリオ類似菌をも淡水から多数に検出し、腸炎ビブリオと同様な好塩性、食

塩耐容性の出現を実験的に確かめている。したがって、陸地環境から分離される好塩菌の大部分は分離用培地中で食塩と接触することによって好塩性を持つようになるとする Hof の見解(Ingram 1957)は腸炎ビブリオやア菌についても無視し得ない示唆的な考えといえよう。

以上のごとき現象が自然界においても沿岸や河口付近で普遍的に起り得るものかどうか今のところ何ともいえないが、本菌を真の海洋細菌でなく陸地と密接な関係を有する細菌であるとみなすと、熱帯地方の外洋で本菌の分布がみられるのは主として気象条件が要因として作用しているためと考えるのが妥当のようである。わが国周辺の外洋では堀江ら(1964)の黒潮流域での調査があるが、ア菌以外は検出できていない。熱帯地方では潮流、海流等による沿岸海域から外洋への本菌の分布移動が年中間断なく行なわれるのに対し、温帯地方では冬季における水温低下、栄養欠乏等の生活環境の変化によって本菌の分布が外洋に及ばないうちに死滅するものと想像せられる。一方、ア菌については、この菌がこのような外的条件の変化に対して比較的抵抗性を有しており、より適応的であるとの見方がなされる。以前に宮本ら(1961)は夏季のわが国沿岸海域における腸炎ビブリオやア菌のごとき近海性の広塩型菌の分布が遠海性の狭塩型菌の沿海への適応によって形成されるという説を出しているが、好塩菌に対するこれまでの各研究、見解を総合すると、むしろ陸地環境から沿岸海水環境へ、さらに外洋へという適応過程を想定する方がより合理的に思える。

ホノルルでは、ワイキキ沖の海砂からは腸炎ビブリオは検出されなかったが、海水汚染がひどい港内の海泥および魚類からは分離されている。原田(1965)のホノルルにおけるプランクトン、海水からの分離試験でも同様な結果が得られ、港湾内では本菌の濃厚な分布が認められている。かかる現象がハワイ諸島以外の太平洋上の各島々にも共通したものであるか否か測り難いが、多分類の分布状態にあるものと想像せられる。このように、太平洋の孤島の沿岸海域にも本菌が棲息しているとなると、本菌の真の源郷の問題とも関連して関心が持たれる。わが国では、寺山(1965)が伊豆諸島の大島で本菌分布を調べているが、同島周辺の海域から本菌が検出されたことから、本菌は人畜糞便とは無関係な海洋起源の細菌であるとみなしている。しかしながら、上述したように現在では本菌を真

の海洋由来菌と考えることに對し否定的な見方をする研究者も多く、したがってハワイ群島のオアフ島のごとき大きな島は勿論のこと伊豆の大島のような小島の周辺海域に本菌の分布がみられることについても、陸地環境の影響は無視できないと思われる。ただし、以上述べてきた見解は無論すべて臆測の範囲を出ず、今後さらに広域にわたる分布調査と生態的な面での追究が必要とされよう。

他方、腸炎ビブリオによる食中毒のわが国以外の地域における発生に関しては現在のところ殆んど不明であるが、食生活の形態や魚介類消費量の問題はあるにしても、熱帯、亜熱帯に位置する島々でも本菌の分布が想定される以上、本菌食中毒の発生の機会は十分に存在するものといえるであろう。

ハワイにおける魚類中毒に関しては Helfrich (1963) の詳細な報告がある。それによると、ハワイでは過去約60年間に54件の魚類による食中毒が発生し、433人が罹患している。この中には勿論腸炎ビブリオ食中毒の記載はないが、原因物質の不明な事例が28%あり、潜伏時間や症状からは腸炎ビブリオ食中毒と明確に識別し得ないものが含まれていることは注目される。あるいはこの中に本菌食中毒が混在しているのではないかと疑念も生ずる。細菌性食中毒としては *Proteus morganii* によるとみなされるアレルギー症状を起すサバ型魚類中毒 (scombroid poisoning) があるが、これが全体の6%を占めている。この型の中毒は通常官能的には何ら腐敗とは関係のない魚肉によって引き起されるものであるが(高瀬ら1959)、この点において腸炎ビブリオ食中毒のハワイ方面における存在の可能性は十分に考えられよう。また、Helfrich (1963) は太平洋で捕獲される遠洋性魚類には未知の毒性物質が含まれているかも知れないことを強調し、さらにハワイ以外の島々に散発している原因不明の魚類中毒についても警戒すべきであると述べているが、今回の外洋、港湾における調査結果から推考すると腸炎ビブリオも考慮に入れられるべき原因物質の一つであろう。

現在ハワイで最も関心の持たれている魚類中毒は、魚体内の biotoxin によると推定されるシガテラ (ciguatera) で全魚類中毒のうち43%に本中毒が認められている。シガテラはハワイのみならずその他の熱帯、亜熱帯地方にも広く知られており、およそ南北両回歸線にはさまれた太平洋、カリブ海、印度洋にある島々で発生しシグ以外の近海性魚類が原因とされている。(Banner et al. 1964, 浅野1965)。しかしながら、シガテラ概念は極めて曖昧で、シガテラを同一

系統の biotoxin による一つの定型の中毒とみなすことには疑問とすべき点がかかなり多いようである。

すなわち、シガテラを特徴づけるものとしては、回復が極めて遅いことが挙げられており通常1月ないし数ヶ月を要するとされているが、必ずしも長いものばかりではなく数日という例もみられる (Banner et al. 1964)。病状としては神経症状、胃腸炎症状が主なるものであるが、これも単一なものではなく非常に多岐にわたっており軽重の度もまちまちである。さらにまた、潜伏時間も数分から10数時間に及ぶものまで幅広くとめられている (Helfrich 1963)。疫学的な面では一層漠然としており全く統一性に欠けているようである。シガテラを起すとみられる有毒魚類は300を越すといわれるほど多種で、また有毒魚の分布は非衛生の孤島付近に多いとされているが同じ島内でもその分布には極端なる局地性が認められている。なおまた、同一種でも有毒魚と無毒魚とがあつて有毒化についてもまだ定説がない(浅野1965)。現在、シガテラを起す biotoxin に関してはコリンエステラーゼ阻害物質との関係が最も重要視せられており、有毒魚からの抽出、結晶化、動物投与試験等がハワイ大学の研究陣を中心に進められているが (Banner et al. 1963)、いまだ本体は明らかでなくその解明は将来も非常に困難な問題とされている (浅野1965)。

南方海域にはかかる biotoxin を有する有毒魚が広く分布していることは疑いのない事実で、またそれに起因する食中毒も確かに存在するであろう。だが、以上述べてきたごとき主として症候学によって中毒を規定している面が多分に存するシガテラ概念からは、それと腸炎ビブリオ食中毒は明確には区別できない。腸炎ビブリオがシガテラの発生地域内に棲息していることが立証せられ、本菌による魚類中毒の存在が推察せられる現時点においては、シガテラから本菌食中毒を除外することの検討がなされるべきではなからうか。

シガテラ毒が細菌毒素であることの可能性は否定せられているが(浅野1965)、腸炎ビブリオがこれまで他の細菌では記録のないような短かい generation time を持つこと (加藤1965) から考えると、感染型中毒であつてもそれとシガテラ毒との関連性については無視できないものがある。なおまた、腸炎ビブリオ食中毒はシガテラ同様に生鮮魚のみならず加熱調理したのものからも発生がみられており、さらに本菌食中毒のなかにはコレラ状を呈するような重症例も知られている (溝口1964)。かかる実状においては、もしもシガテラ

の発生地域内で腸炎ビブリオによる魚類中毒が起った場合、本菌の検索が行なわれなければ、それがシガテラとみなされる危険性は多分に存するものと考えられる。また、さらに推測をおしすすめてみるならば、過去に起ったシガテラ中明らかに神経症状が認められ biotoxin によると確認できる臨床像を呈するものは別として、胃腸炎を主症状とし早期の回復を示す中毒については本菌を原因とする事例ないしは混合発症例が含まれていたのではないかとの疑問が持たれる。

シガテラの場合とは本質的に異なるであろうけれども、かつて裏日本一帯に大発生したイカ中毒が当時原因不明のままにコリンエステラーゼ阻害との関係が取上げられ、有毒成分の抽出、動物実験等が試みられている(高瀬ら1959)、しかしながら、現在ではこのイカ中毒については腸炎ビブリオ原因説が最も有力であることは(堀1962, 相磯1963) 極めて興味深いものがある。これまで報告せられたシガテラにも、このような原因物質の推定に誤謬がなされた症例が存在していたのではないかとの疑問が起る。この点において、上記イカ中毒の研究経緯は極めて示唆的である。シガテラを真に biotoxin によるとみなされる中毒のみで整理統括するためには、個々の事例について詳細に再検討されることが望ましい。できうれば今後シガテラと思

われる発症例については、biotoxin の抽出試験と同時に原因食、患者からの本菌検索試験を行なってみることが要望せられる。

戦後の日本領内ではシガテラの起る区域は沖縄だけであるが(浅野1965)、最近南方漁場の開発と発展にともない食用魚に混って有毒魚類がわが国へも搬入される例が多くなっており、それらの摂取による中毒の発生も増加の傾向にあるといわれる。実情は本格的な調査に俟たねばならぬが、これは明らかにシガテラのわが国への侵入を示すものであろう。シガテラの致命率は低いが(浅野1965)、その防止対策は公衆衛生上ゆるがせにできない問題である。わが国においては腸炎ビブリオ食中毒が、一方南方洋上の諸島ではシガテラを含む有毒魚類中毒が頻発しているので、これらの中毒の明確なる鑑別方法が早急に確立される必要がある。そのためにはシガテラを含めた南方産有毒魚類中毒について、わが国でも強力な総合的研究が推進されねばならないが、それと共に南方漁場からわが国の市場へ水揚げされる有毒魚については有用魚と同様に腸炎ビブリオの汚染の実態調査が必要とされよう。また、さらに広範囲な南方海域での本菌の分布調査の実施が期待される。

要 約

昭和40年8月長崎大学水産学部の長崎丸に便乗し、中部太平洋ならびにハワイ方面において腸炎ビブリオの分布調査を実施した。

180°からホノルル方面にかけて延縄により捕獲された魚類17尾からは本菌が12株分離せられ、熱帯地方の外洋における本菌のかなり濃密なる分布を明らかにした。ホノルルでは沿岸の海泥砂10検体および一本釣捕獲の魚類9尾からそれぞれ4株と2株が分離できたが、この結果太平洋上の島の周辺海域にも本菌が棲息していることが実証せられた。本菌を真の海洋細菌であるとする見方よりも陸棲細菌に近似するとの考えが妥当に思えることから、今回分離された菌も本来は陸地環境からもたらされたものではないかとの推考がなされる。一方、ホノルルの市販魚43尾からは本菌の検出は全くできなかったが、これがハワイ全体の市販魚についての実態を示すものかどうかについては、さらに多くの店舗での調査が必要と思われる。

K抗原の型別では18株の分離腸炎ビブリオのすべてが既知の血清型に分類できたが、K6が8株と半数近くを占めた。また、O群別ではO1からO5までに全株含まれ、マウスに対する毒性もすべてに認められた。なお、これらの菌株中にはK3に型別された4株の白糖分解性のものが含まれており注目される。

ハワイを含め熱帯、亜熱帯地方の諸島ではシガテラやその他未知の有毒魚類による食中毒の発生がみられているが、その中には症候学的、疫学的な面で腸炎ビブリオ食中毒に類似する発症例が散見される。これらの中毒の一部には本菌食中毒の混在が疑われることから、その関連性について考察を加えた。

本報の要旨は第16回日本伝染病学会西日本地方総会で発表した。また原著は長崎大学風土病紀要、7(4):272-282, 1965に掲載した。

文 献

- 1) 相 磯 和 嘉 : 病原性好塩菌食中毒. 化学と生物 1 (5) : 13-19, 1963.
- 2) 秋山昭一, 滝沢金次郎, 小原 寧 : 腸炎ビブリオの増菌培地に対する検討, 特に海水について. 神奈川県衛生研究所年報, 13 : 7-9, 1963.
- 3) 浅 野 元 一 : シガテラ-南洋有毒魚類中毒一. 日本水産学会誌, 31 (7) : 558-569, 1965.
- 4) **Banner, A. H., Helfrich P., Scheuer, P. J., & Yoshida, T.** : Research on ciguatera in the tropical Pacific. Proceed. Gulf. Carib. Fish. Inst., 84-98, 1963.
- 5) **Banner, A. H., & Helfrich, P.** : The distribution of ciguatera in the tropical Pacific. Technical report No. 3. Hawaii Mar. Lab., Univ. of Hawaii, 1964.
- 6) 原 田 嘉 英 : 中部太平洋及びホノルル沿岸における腸炎ビブリオの分布(会). 第16回日本伝染病学会西日本地方総会, 1965.
- 7) **Helfrich, P.** : Fish poisoning in Hawaii. Hawaii Med. J., 22 : 361-372, 1963.
- 8) 日高富男, 坂井 稔 : 腸炎ビブリオと海洋細菌および陸棲細菌との無機塩要求性の比較. 食品衛生学雑誌, 6 (3) : 235-241, 1965.
- 9) 堀 道 紀 : 赤痢と食中毒の疫学と病原, 日本食品衛生協会, 東京, 1962.
- 10) 堀江 進, 佐伯和昭, 小嶋秩夫, 奈良正人, 関根隆 : 外洋のプランクトンおよび魚類における腸炎ビブリオの分布について. 日本水産学会誌, 30 (9) : 786-791, 1964.
- 11) **Ingram, M.** : Micro-organisms resisting high concentrations of sugars or salts. Microbial Ecology : 90-133, Cambridge Univ. Press, London, 1957.
- 12) 加 藤 博 : 各種食品細菌の増殖速度に関する研究. 第1報 *Vibrio parahaemolyticus* の generation time について. 日本細菌学雑誌, 20 (2, 3) : 94-99, 1965.
- 13) **Larsen, H.** : Halophilism. The Bacteria. Vol. IV. The Physiology of Growth : 297-342, Academic Press, Inc., New York, 1962.
- 14) **MacLeod, R. A.** : The question of the existence of specific marine bacteria. Bacteriol. Revs., 29 (1) : 9-23, 1965.
- 15) 宮本 泰, 中村一成, 滝沢金次郎, 大住 享, 児玉 威 : アジ中毒の調査研究 (第3報). 海洋調査第4回~第5回. 日本公衆衛生雑誌 8, (9) : 703-707, 1961.
- 16) 溝 口 輝 彦 : 臨床的研究. 藤野恒三郎, 福見秀雄編 : 腸炎ビブリオ, 初版 : 367-395, 一成堂, 東京, 1964.
- 17) 小瀬洋喜, 池田 坦 : 汲取りし尿中の腸炎ビブリオに関する研究 (第1報). 汲取りし尿よりの腸炎ビブリオの分離. 食品衛生学雑誌, 5 (3) : 296-210, 1964.
- 18) 坂 崎 利 一 : 腸炎ビブリオ検査の問題点について. 食品衛生研究, 14 (7, 8) : 117-133, 1964.
- 19) 坂 崎 利 一 : 腸炎ビブリオから亜群2の除外と菌種名 *Vibrio alginolyticus* の提案, 食品衛生研究, 15 (7) : 23-27, 1965.
- 20) 高瀬 明, 尾藤方過 : 水産食品の腐敗と中毒, 積文堂出版, 東京, 1959.
- 21) 寺 山 武 : 腸炎ビブリオの病原性に関する研究 2. 本菌の自然界における分布とその病原性について. 日本細菌学雑誌, 20 (4) : 162-167, 1965.
- 22) 安永統男, 銭谷武平 : 河水から分離した好塩性細菌について. 長崎大学水産学部研究報告, (14) : 35-41, 1963.
- 23) 安 永 統 男 : 病原性好塩菌に関する研究 (第1報). 長崎市内の河水から分離した病原性好塩菌について. 食品衛生学雑誌, 5 (2) : 112-115, 1964 a.
- 24) 安 永 統 男 : 腸炎ビブリオに関する研究 2. 東南アジア地域の港湾内の海底泥土ならびに捕獲, 市販魚介類における腸炎ビブリオの分布. 長崎大学風土病紀要, 6 (4) : 201-208, 1964 b.
- 25) 安永統男, 黒田正彦 : 腸炎ビブリオに関する研究 3. 東南アジア地域の海底泥土ならびに魚介類から分離した腸炎ビブリオの血清学的性状, マウスに対する毒性および溶血能について. 長崎大学風土病紀要, 7 (2) : 107-113, 1965.
- 26) 營養寺浩, 坂井千三, 寺山 武, 工藤泰雄 : 腸炎ビブリオの生物型と食中毒起炎株との関係について. 疫学調査からみた. メディヤ・サークル, 62 : 79-95, 1964.

薄層クロマトグラフィーによる 合成保存料およびズルチンの分析

長崎県衛生研究所 (所長・高橋克巳博士)

貞 松 厚 子

長崎大学薬学部衛生化学教室 (主任・高島英伍教授)

喜納健夫・有吉敏彦・高島英伍

Detection of Food Preservatives and Dulcin by Thin Layer Chromatography

Atsuko SADAMATSU

Nagasaki Prefectural Institute of Public Health

(Director : K. TAKAHASHI, M. D.)

Takeo KINA, Toshihiko ARIYOSHI and Eigo TAKABATAKE

Department of Hygenic Chemistry,

Pharmaceutical Faculty, Nagasaki University

(Director : Prof. Dr. E. TAKABATAKE)

Abstract : Thin layer chromatography was applied to the detection of benzoic, salicylic, dehydroacetic, and sorbic acids, ethyl, propyl and butyl esters of *p*-hydroxybenzoate and dulcin. Kieselgel G activated at 80°C for 30 minutes or Wakogel B-5 activated at 100°C for 30 minutes was used. For the detection of the spots, 1% ferric chloride solution, 0.1% bromcresolgreen alcohol solution and 1% potassium permanganate solution were successively sprayed. The chromatoplate was developed with chloroform-propionic acid (4 : 1) mixture for the group separation of the esters, the acids and dulcin.

Chloroform-ethyl acetate (9 : 1) mixture was used for the separation of sorbic acid from benzoic acid and dehydroacetic acid, and also for the identification of esters (as *p*-hydroxybenzoic acid). The preservatives were clearly separated with *n*-heptane-propionic acid (4 : 1) mixture, by which the good separation of dehydroacetic acid from benzoic acid and sorbic acid has been achieved.

緒 言

さまざまな食品に多種の食品添加物が使用されている現在、その系統的簡易検出法の確立が望まれている。合成保存料の検出には従来ペーパークロマトグラフィーおよび濾紙電気泳動法^{1)~4)}が用いられ、最近薄層クロマトグラフィー^{5)~8)}による検出法もいくつか報告されている。われわれは食品中の合成保存料(安息

香酸、サリチル酸、パラオキシ安息香酸ならびにそのエステル類、デヒドロ酢酸、ソルビン酸)および合成甘味剤(ズルチン)について、これらの添加物が同時に使用されている場合を考慮し、薄層クロマトグラフィーを用い系統的かつ簡易に検出する方法を検討し、比較的良好な結果を得たので報告する。

実 験 方 法

1. 試 料

市販の安息香酸(BAと略記する、以下同じ)、サリチル酸(SA)、パラオキシ安息香酸(PA)、パラオキシ安息香酸エチル(PE)、パラオキシ安息香酸プロピル(PP)、パラオキシ安息香酸ブチル(PB)、デヒドロ酢酸(DHA)、ソルビン酸(SOA)、ズルチン(DLC)を用い、BAおよびSA(以上一級品)は水から2回、PA、PE、PP、PB、DHA、SOA(以上一級品)およびDLC(添加物)はエタノールから3回再結晶したものをそれぞれ0.1%エタノール溶液とした。

2. 吸 着 剤

吸着剤A. キーゼルゲルG(メルク製、ギブス13%)
20gに水40mlを加え激しく振りまぜ使用した。

Camag 製アプリケーションターを用いて平滑なガラス板上に厚さ約0.25mmの吸着層を作り、30分間放置後、吸着剤Aでは80°、30分間、吸着剤Bでは100°、30分間加熱し活性化したプレートを使用した。

3. 展 開 溶 媒

- I. クロロホルム-プロピオン酸 4:1
- II. クロロホルム-酢酸エチル 9:1
- III. *n*-ヘプタン-プロピオン酸 4:1

4. 展 開

試料の0.1%エタノール溶液約5 μ lを下端より3cmのところの付し原点とし、24cm \times 11cm \times 23cmの展開槽で上昇法により原点から約10cmまで展開する。展開に要する時間は溶媒により差があるが、30~50分間を要する。(たとえば、溶媒I、室温12°で35分間、溶媒II、13°で40分間、溶媒III、14°で40分間)

5. 発 色 剤

- a) 1%塩化第2鉄溶液
- b) 0.1%ブロムクレゾールグリーン(BCG)・エタノール溶液：緑色を呈するまで希水酸化ナトリウム溶液を滴加する。
- c) 1%過マンガン酸カリウム溶液

実 験 結 果

1. 保存料およびズルチンの薄層クロマトグラフィー

a 発色剤について

各試料を展開したプレートに、まず1%塩化第2鉄溶液を噴霧すると、SAは特有の紫色を呈し、PA、DHA、SOAは多量に存在すれば黄色を、BAも淡かつ色を呈する。さらにBCG溶液を噴霧するとBAが暗かつ色~淡紫色を呈し、その上に続けて1%過マンガン酸カリウム溶液を噴霧するとBAは消えて、他

のPA、PE、PP、PB、DHA、SOA、DLCが黄かつ色を呈する。この場合、BAの検出にBCG溶液を噴霧するので展開溶媒に酸を用いたときにはプレートの酸を十分に揮散させる必要がある。以上のように1%塩化第2鉄溶液、BCG溶液および1%過マンガン酸カリウム溶液の順に噴霧することにより1枚のプレート上で同時に各種の添加物を検出できる。発色剤による呈色およびそれぞれの検出限度をTable 1

Table 1. Color of Spots of Food Preservatives and Dulcin on Thin-Layer Plate

Compound	Reagent	1% FeCl ₃	1% FeCl ₃ , 0.1% BCG	1% FeCl ₃ , 1% KMnO ₄
Benzoic acid		light brown	dark brown light purple (50 μ g) purple	dark purple (1 μ g)
Salicylic acid		purple		yellow brown (0.5 μ g)
<i>p</i> -Hydroxybenzoic acid		yellow	,,	yellow brown (0.5 μ g)
Ethyl <i>p</i> -hydroxybenzoate				yellow brown (0.5 μ g)
Propyl <i>p</i> -hydroxybenzoate				yellow brown (0.5 μ g)
Butyl <i>p</i> -hydroxybenzoate				yellow brown (0.5 μ g)
Dehydroacetic acid		yellow		yellow brown (1 μ g)
Sorbic acid		yellow		yellow (0.5 μ g)
Dulcin				yellow brown (0.5 μ g)

() : The values shown in parentheses represent the minimum amount capable of being detected on thin-layer plate.

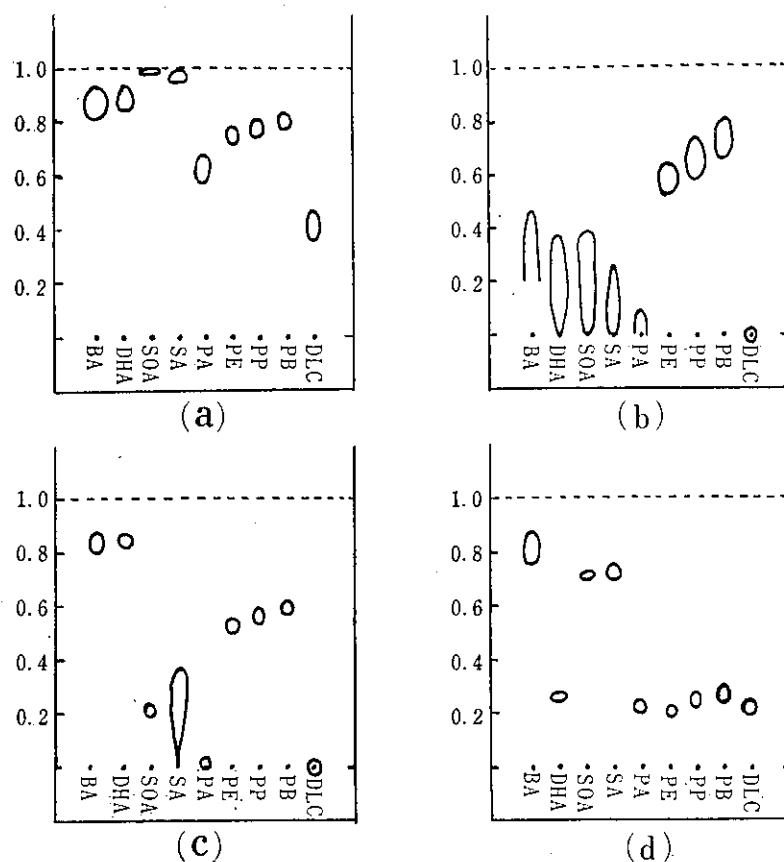


Fig. 1 Chromatograms of food preservatives dulcin

Adsorbent	Solvent system
(a) Wakogel B-5 (B)	Chloroform—Propionic acid 4-1 (I)
(b) Kieselgel G (A)	Chloroform-Ethylacetate 9-1 (II)
(c) Wakogel B-5 (B)	Chloroform-Ethylacetate 9-1 (II)
(d) Kieselgel G (A)	<i>n</i> -Heptane-Propionic acid 4-1 (III)

BA ; Benzoic acid	PE ; Ethyl <i>p</i> -hydroxybenzoate
DHA ; Dehydroacetic acid	PP ; Propyl <i>p</i> -hydroxybenzoate
SOA ; Sorbic acid	PB ; Butyl <i>p</i> -hydroxybenzoate
SA ; Salicylic acid	DLC ; Dulcin
PA ; <i>p</i> -Hydroxybenzoic acid	

に示す。

b 展開溶媒について

1) 溶媒Ⅰを用いるとき (Fig. 1-a) : PA以外の酸性保存料 (BA, SA, DHA, SOA) は R_f 0.9以上, パラオキシ安息香酸およびそのエステル類 (PA, PE, PP, PB) は 0.6~0.8, ズルチンは 0.4に大別して展開される。

2) 溶媒Ⅱを用いるとき (Fig. 1-b, -c) : 吸着剤Aでは Fig. 1-bに示すように PA以外の酸性保存料 (BA, SA, DHA, SOA) は tailing し分離困難であるが, 吸着剤Bでは Fig. 1-cのように, SA, DHA, SOAのうち前2者と SOAとの間の分離は極めて良好である。このように同じ溶媒を用いて

も吸着剤に含まれるギプスの濃度差により保存料の分離に著しい差異が認められる。SAは特有の発色のために容易に SOAと区別して検出でき, DLCはいずれの場合も原点にとどまり他の保存料と分離しうる。

パラオキシ安息香酸エステル類はアルキル基の炭素数が多くなるとともに, いずれの吸着剤でも R_f 値が大きくなるが, 各エステルの R_f 値の差が小さく, スポットが重なり易いので同定は困難である。

パラオキシ安息香酸エステル類 (PE, PP, PB) の検出の際は, 試料の一部を 10% NaOH 溶液 2~3 ml に溶かし, 水を 3 ml 加えて, 還流冷却器を付け石綿金網上で 15分間煮沸し, 加水分解したのち, 希塩酸で酸性としエーテル抽出し, エーテル留去後 PA と並行し

Table 2. Rf Values of Food Preservatives and Dulcin

Compound	Solvent*1	I		II		III	
	Adsorbent*2	B	A	B	A	B	A
Benzoic acid		0.87	0.42	0.83	0.82		
Salicylic acid		0.97	0.20	0.34	0.63		
<i>p</i> -Hydroxybenzoic acid		0.63	0.47	0.02	0.22		
Ethyl <i>p</i> -hydroxybenzoate		0.76	0.56	0.73	0.21		
Propyl <i>p</i> -hydroxybenzoate		0.78	0.61	0.76	0.25		
Butyl <i>p</i> -hydroxybenzoate		0.81	0.67	0.79	0.28		
Dehydroacetic acid		0.88	0.33	0.84	0.27		
Sorbic acid		0.99	0.35	0.22	0.72		
Dulcin		0.41	0	0	0.13		

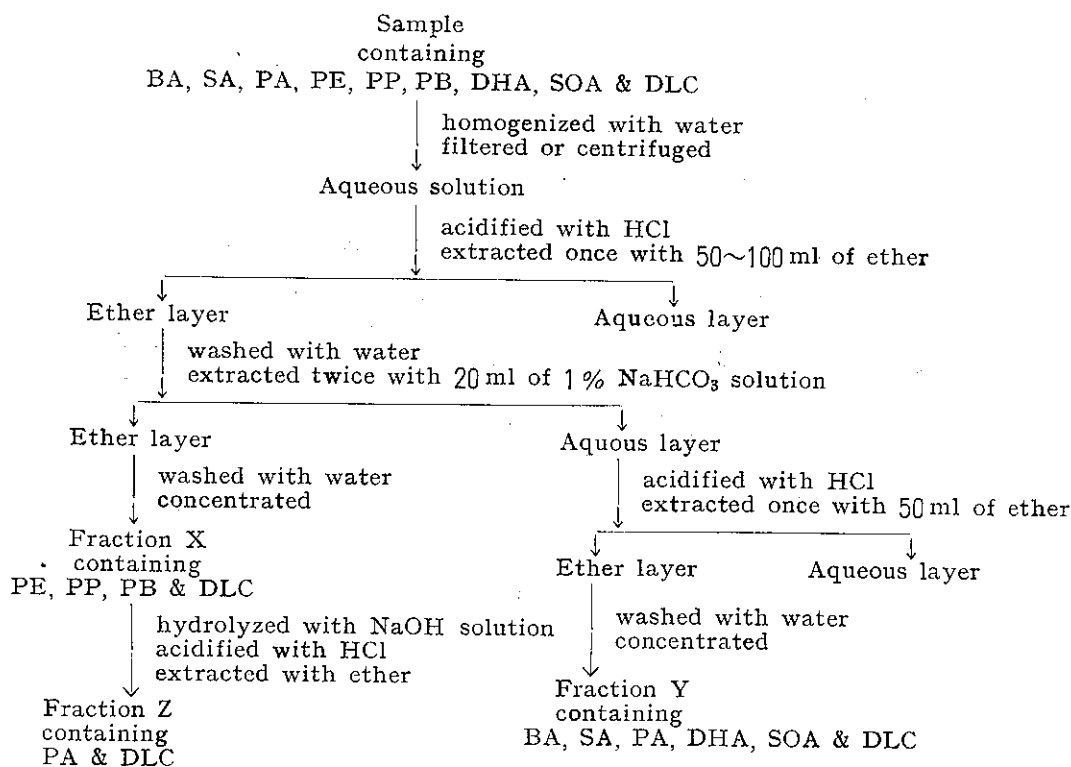
*1 I ; Chloroform-Propionic acid (4 : 1)

II ; Chloroform-Ethylacetate (9 : 1)

III ; *n*-Heptane-Propionic acid (4 : 1)

*2 A ; Kieselgel G

B ; Wakogel B-5



Thin layer chromatography

Fraction	Adsorbent	Solvent
For group separation		
X, Y	A or B	I
For detection of individuals		
Y	B	II
	A or B	III
Z	B	II

Chart 1. A scheme of separation of food preservatives and dulcin in foods

て展開すればよい。

PAの一般的定性反応である Millon-Lintner 反応はDLCでも紅色を呈し、パラオキシ安息香酸エステル類との判定が困難であったが、本法によれば1-b, 1-cのようにエステルのままDLCと容易に分離しうる。

c 溶媒Ⅲを用いるとき (Fig. 1-d) : Fig. 1-d に示すように、スポットが小さくまとまり、酸性保存料が混在している場合、あるいは、酸性保存料からパラオキシ安息香酸エステル類またはDLCを分離するのに比較的よい溶媒である。とくにBAとDHAならびにDHAとSOAの分離によい。

以上の2種の吸着剤と3種の展開溶媒における展開値をまとめると Table 2 のごとくなる。

2. 食品中の保存料およびズルチンの分離検出法

食品よりの抽出法 (Chart 1)

抽出法：日本薬学会協定衛生試験法、保存料試験法の溶媒による抽出分離法に準じて、エーテル50~100mlを用いて1回抽出した。得られたエーテル抽出液を水洗後1%炭酸水素ナトリウム溶液20mlで2回抽出し酸性保存料を抽出する。エーテル層をとりエーテルを留去し残留物をフラクションXとする。水層は塩酸酸性としエーテル50mlで1回抽出し、水洗し、エーテルを

留去し残留物をフラクションYとする。

フラクションX, Yをそれぞれエタノール5mlに溶解し、内径約1mmの毛細管で薄層を剝離しないように径2~3mmにスポットし、さらに同じプレート上に対照品の0.1%エタノール液をつけて、溶媒Ⅰで展開すると、PA以外の酸性保存料はRf 0.9~1.0の位置に、パラオキシ安息香酸類はRf 0.6~0.8に、ズルチンはRf 0.4に検出された。

PA以外の酸性保存料の存在が考えられるときは、吸着剤Bと溶媒Ⅱおよび吸着剤Aと溶媒Ⅲにより展開し、対照品のRf値と比較して判定した。

パラオキシ安息香酸エステル類の存在が考えられるときは、フラクシエンXの一部を加水分解し、フラクションZとする。フラクションXとZならびにPAとそのエステル類の対照品とを並行展開して確認した。

ズルチンは溶媒ⅠおよびⅢで展開して確認することができた。

以上の方法でみそ漬、かす漬、きざみ漬、乳酸菌飲料からDHA、きざみ漬、煮豆からSOA、みそ漬、らっきょ漬、海茸漬、醤油からパラオキシ安息香酸類および乳酸菌飲料からDLCを容易に分離検出することができた。

結

保存料 (BA, SA, PA, PE, PP, PB, DHA, SOA) およびズルチンを薄層クロマトグラフィにより分離検出を試み、つぎの結果を得た。

1) 同じプレート上に発色剤として1%塩化第2鉄溶液、BCG溶液および1%過マンガン酸カリウム溶液を続けて噴霧することにより精度よく各保存料およびズルチンを検出することができた。

2) クロロホルム-プロピオン酸 (4:1) を用いて展開し、PA以外の酸性保存料 (BA, SA, DHA, SOA), パラオキシ安息香酸ならびにそのエステル類 (PA, PE, PP, PB) およびズルチンの3群に大別し、クロロホルム-酢酸エチル (9:1) およびn-ヘプタン-プロピオン酸 (4:1) で展開し、各保

論

存料およびズルチンをそれぞれ分離確認した。

3) PAの定性反応である Millon-Lintner 反応はズルチンでも紅色を呈し、食品にパラオキシ安息香酸エステル類とズルチンが併用されている場合、あるいはズルチン単独でもPAの判定に疑問を生ぜしめるが、著者らの方法で容易に分離検出できた。

4) 以上の方法で食品中の保存料およびズルチンを系統的に容易に検出することができた。

この論文の原著は食品衛生学雑誌・7, 50~54 (1966)に掲載した。概要は、第20回日本薬学大会 (昭和40年4月7日, 福岡市) で発表した。

文

- 1) 菰田太郎, 竹下隆三: 食衛誌. 2: No. 4, 72, 1961.
- 2) 菰田太郎, 竹下隆三: 食衛誌. 3: 374, 1962.

献

- 3) 菰田太郎, 竹下隆三他: 第17回日本薬学大会講演要旨, 43~59, 1963.
- 4) 菅野三郎他: 第17回日本薬学大会講演要旨, 43

- ~64, 1963.
- 5) 菰田太郎, 竹下隆三 : 第19回日本薬学大会講演要旨, 61, 51, 1964.
- 6) **J. W. Copuis-Peereboom H. W. Beekes** : J. Chromatog. 4 : 417, 1964.
- 7) **H. Ganshirt, K. Morianz** : Arch. Pharm. 293 : 1065, 1964.
- 8) **K. Randerath** : Dunschicht Chromatographie p. 175, 163, 1964, Verlag Chemie, Academic.

IV 衛生化学課

A 検査業務

当課における昭和40年度の検査業務は概要次のとおりである。

1. 窓口依頼検査

取扱試料数は昨年度より約37%増の256で、種別は従来通り水道水の精密検査が最も多く、次いで井水その他の水、尿処理水、排水、温泉、薬品類の順である(別表)。

このうち、規格基準に不適か又は何等かの措置或は改善を要すると判定された物件(以下カッコ内の数字は不適物件数および不適理由の項目別数を示す)を総括して不適としてあげると、水道原水では不適率42%(不適32件、うち濁度28、色度15、Fe 14、NH₃・NO₂-N、KMnO₄消費量、蒸発残留物各2、臭味1)で、水道浄水の場合は不適率7%(不適2件、pH高値、Fe各1)、井水その他の水では不適率26%(不適11件、濁度、色度、大腸菌等各5、Fe 3、pH高値、NH₃・NO₂-N、Mn各1)を示しており、飲料水関係は濁度、色度、Fe、大腸菌群等で不適となるケースが多かった。

尿浄化槽放流水では不適率11%(不適2件、いずれもCOD、Alb-Nで不合格)であり、消化槽は大村市の旧施設と新設分、また新規に処理を開始した香焼町、南有馬町の各施設の処理水延35件について検査した結果、時に水質基準に適合しない場合があり、不適率は17%(不適6件、BOD、CODで不合格)であった。

排水及び河川、海域汚濁関係では尿処理施設建設予定地先河川、海域又は予定希釈水(島原市、上五島町、小浜町)の調査、メッキ工場排水及び澱粉工場排水等の検査を行ない、このうち澱粉工場排水は水質が不良であった。

温泉関係は長崎市三川町及び小櫛、諫早市永昌町、佐世保市神島、外海町黒崎及び永田、西海村七釜、平戸市田助及び大久保、南串山村尾登、佐々町芳浦の11ヶ所の湧水を小分析し、うち芳浦のみが新たに温泉として認められた。また5ヶ所の温泉について中分析を実施、次のとおり泉質を決定した。

勝本町湯ノ本(公立老人ホーム)(含臭素食塩泉、泉温59.6°)、西有家町須川(単純温泉、30.5°)、玉ノ浦町荒川2所(いずれも含塩化土類食塩泉、泉温70.0°及び61.5°)、佐々町芳浦(含土類石質食塩泉、18.0°)。

薬品等については脱脂綿、ガーゼ類及び脱臭剤のほ

かパラチオン、フッソール等農薬の検査を行なった。

2. 行政依頼検査及び調査

物件数は別表のとおり総数326で昨年と同数であり、その主なものは次のようである。昭和40年4月、長崎市の異常濁水時に新たに開発された水源及び主要な井戸の水質検査を実施したが、うち80%は濁り、色、大腸菌、Fe等の除去が必要と判定された。次に、環境衛生課の依頼で、遊泳用プール、浴場等の調査及び7月下旬、千々石海水浴場で発生したびん詰ジュースによる飲用事故の原因究明、また科学技術庁の委託で放射能汚染状況調査を行なったが、これらの成績は別項で詳述する。さらに業務課の依頼で長崎市化血研血銀及び佐世保市赤十字血銀の保存血液比重測定用硫酸銅液を検定したほか、小浜・雲仙・島原各温泉の泉質調査を実施した。

昭和40年度 日常検査業務状況

検査区分		試料数	不適数	
窓口依頼検査				
飲料水等	上水	76	32	
	浄水	28	2	
	井水その他	42	11	
尿処理水	浄化槽放流水	19	2	
	消化槽	脱離液	9	0
		二次処理前放流水	11	1
排水及び河川、海域汚濁		15	5	
温泉	小分析	21	1	
	中分析	11	10	
薬品類	衛生材料等	5	0	
	農薬等	12	0	
合 計		7	1	
合 計		256	65	

行政依頼検査及び調査

上水及び井水	29	23
排水及び河川、海域汚濁	3	2
プール及び浴場水	56	46
温泉	9	0
保存血液用硫酸銅液	36	4
放射能	193(11)	0
合 計	326	75
総 計	582	140

()内は分析研への送付試料の処理だけを実施した数

B 調 査 研 究

4-アミノアンチピリンによるパラオキシ
安息香酸エステルの比色定量法

長崎県衛生研究所 (所長: 高橋克巳博士)

伴 与 一 郎・寺 田 精 介

Colorimetric Application of 4-Aminoantipyrine to
p-Hydroxybenzoic Acid and Its Ester

Yoichiro BAN and Seisuke TERADA

Nagasaki Prefectural Institute of Public Health

(Director: K. TAKAHASHI, M. D.)

Abstract: Several conditions were tested for application of 4-aminoantipyrine to *p*-hydroxybenzoic acid (POB) and its ester as a method for colorimetric determination.

The most suitable procedure is as follows. To an aqueous sample solution containing 10~100 μ g of *p*-hydroxybenzoic acid per ml, 2 ml of buffer solution (0.1 N NaOH 7 vol. plus 0.1 M H_3BO_3 3 vol.), 1 ml of 0.5% 4-aminoantipyrine solution and 1 ml of 1.5% $K_3Fe(CN)_6$ solution are added. After the mixed solution was kept within the temperature range of 15~30°C for 30 minutes, the absorbance of the solution (red color) determined at 505 m μ .

The recovery of *p*-hydroxybenzoic acid propyl ester added to foods was tested.

ま え が き

食品保存料として繁用される、パラオキシ安息香酸 (以下 POB) エステルの定量には吸光度法としてミロンリントナー法、ジアゾ化法、UVまたはIR法等が行なわれている。

厚生省編纂、食品衛生検査指針 (II) (1963) によれば、パラニトロアニリンによるジアゾ化法を用いることになっているが、当該法より操作が簡便で、かつ感度、精度の高いものにつき検討を行なってみることにした。

4-アミノアンチピリン (以下 4 AA) は Emerson¹⁾ によりフェノールの呈色試薬として紹介されて以来、フェノール性化合物の定性定量に多くの応用例が報告されている^{2)~5)}。

著者らはとくに Jones ら³⁾ が、水、尿、血漿中の POB エステルの定量に 4 AA を応用した例を参考とし、この方法を食品分析へ応用する際の諸条件について検討した。

実 験 方 法

1. 機 器

島津光電分光光度計 QB-50型

日立 pH メーター H-3型

2. 試 薬

POB 標準液: POB メチルエステルを水酸化ナトリウム水溶液中で加熱加水分解して硫酸で中和後析

出した結晶を集め、水から数回再結晶して得た POB (mp 214°) を 120° で 2 時間乾燥後その一定量を精ひょうし、蒸留水に溶かして 100 $\mu\text{g/ml}$ の標準液を作る。

緩衝液：0.1N 水酸化ナトリウム溶液 7 容に 0.1M ホウ酸溶液 3 容を加える。

その他の試薬：試薬特級品を水に溶かし、所要の濃度とする。ただし、4 A A 液は、かつ色ビンに密せし、冷蔵庫保存で 2 か月間使用可能であるが、フェリシアン化カリウム液は、用時調製する必要がある。

3. 定量操作

試料液の調製については、厚生省編纂食品衛生検査指針に基づき行なうこととし、後述の発色操作を 4 A A 法により行なった。

液体食品としては醤油、固体食品としてはみそを選

んだ。これらはあらかじめ POB 反応を検し、陰性であったものに対し POB のプロピルエステルを一定量添加した。すなわち醤油には使用基準量が POB として 1 L 当り 250 mg 以下であるため、12.5 mg/50 ml およびその 1/10 量を、みそには添加が認められていないので、みそ漬の野菜等の漬物の使用基準、1 Kg 当り 80 mg 以下を参考に、4 mg/50 g とその 1/10 量のもの準備し、ほかに対照として蒸留水 50 ml に 10 mg および 1 mg 含有のものを作成した。

これより調製した最終検液 1 ml に緩衝液 2 ml、0.5% 4 A A 液 1 ml、1.5% フェリシアン化カリウム液 1 ml を加え 15~30° の範囲で一定温に 30 分間保持したのも 505 m μ における吸光度を測定する (呈色はとう赤色)。

実験結果および考察

1. 呈色反応の諸条件

a. 反応時間：POB の 10 μg ~100 $\mu\text{g/ml}$ 溶液 1 ml に、緩衝液 A 液 (0.1N 水酸化ナトリウム 43.9 ml に 0.1M ホウ酸 50.0 ml を加え、水で 100 ml としたもの) 2 ml、1% 4 A A 液 1 ml、1% フェリシアン化カリウム液 1 ml を加え、室温 30° で経時的に吸光度を測定した結果では、POB 10 μg の場合発色は 10 分後から 70 分まで一定し、80 分以降徐々に下降するのに対し、POB 100 μg の場合、30 分後から 60 分まで一定し、70 分後から減少しはじめる。ゆえに反応時間としては 30 分間ぐらいが好ましいと思われる。(Fig. 1)。

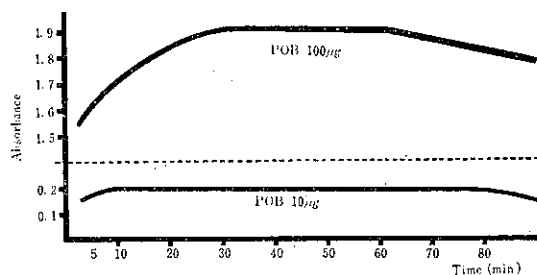


Fig. 1. Relation between reaction time and absorbance

b. フェリシアン化カリウム濃度：POB 50 $\mu\text{g/ml}$ 溶液 1 ml に緩衝液 A 液 2 ml、1% 4 A A 液 1 ml、フェリシアン化カリウム液 (各濃度) 1 ml を加え、室温 30° で 30 分後 505 m μ にて測定の結果、フェリシアン化カリウム液の 1.25% から発色は最高となるが、2.0% 以上では、黄濁あるいは沈澱を生ずるようになる。これらを加水稀釈して沈澱を溶解させ、吸光度を測り、稀釈倍率を乗ずれば、4% まで吸光度は変動していないこ

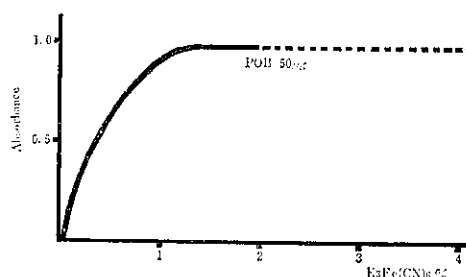


Fig. 2. Relation between concentration of $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ and absorbance (final volume, 5 ml)

とが推定された (Fig. 2)。

また、あらかじめ POB 50 $\mu\text{g/ml}$ の液 1 ml に水 15 ml を加えたものにつき、前述の発色操作を施した結果では、フェリシアン化カリウム液の濃度が 1.5% 以上で最高の発色が得られること、blank の吸収が 9% 付近から大となることがわかった (Fig 3)。

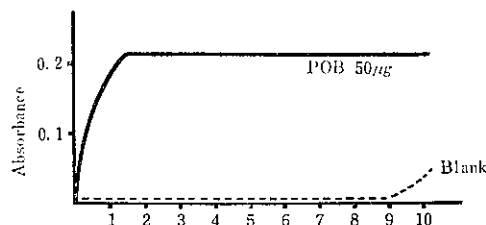


Fig. 3. Relation between concentration of $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ and absorbance (final volume, 20 ml)

なお、各濃度における吸収曲線を描けば、Fig. 4 のごとき結果が得られる。

以上の結果より、フェリシアン化カリウム液は 1.5% のものを用いることとした。

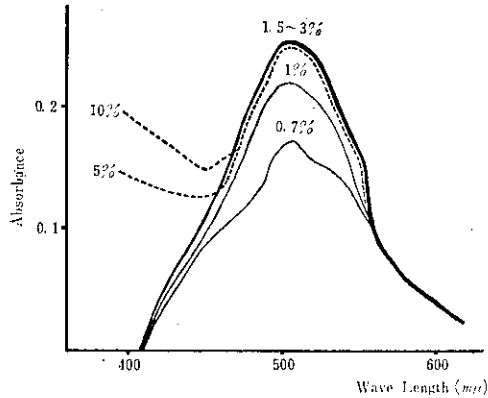


Fig. 4. Absorption spectra at various concentrations of $K_3Fe(CN)_6$

c. 4AA 濃度

POB 溶液 ($50 \mu g/ml$) $1 ml$ に緩衝液 A 液 $2 ml$, 4AA 液 (各濃度) $1 ml$, 1.5% フェリシアン化カリウム液 $1 ml$ を加え, 室温 25° で 30 分後 $505 m\mu$ で測定した結果, 4AA 液の濃度が $0.25 \sim 1.5\%$ ぐらいまでの間で最高の発色を得られているが, 1.0% ぐらいから blank の吸収も大きくなるので 0.5% をとることにした (Fig. 5).

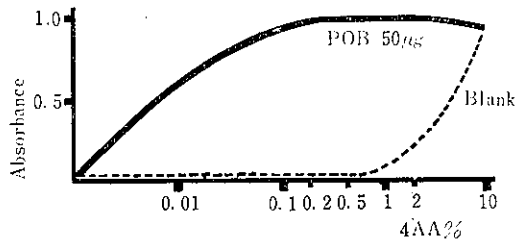


Fig. 5. Relation between concentration of 4AA and absorbance

d. pH

POB $25 \mu g/ml$ 溶液 $1 ml$ に, 緩衝液 (0.1N 水酸化ナトリウム液と, 0.1M ホウ酸液の各 0 容から 10 容ま

でのものの 整数比混合液 11 系列) $2 ml$, 0.5% 4AA 液 $1 ml$, 1.5% フェリシアン化カリウム液 $1 ml$ を加え室温 23° で 30 分後 $505 m\mu$ にて測定の結果, 水酸化ナトリウム液とホウ酸液の至適混合比は $7 : 3$ であった (当該緩衝液の pH 12.3) (Table 1).

e. 反応温度

POB 液 (各濃度) $1 ml$ に, 緩衝液 (0.1N 水酸化ナトリウム液 7 容, 0.1M ホウ酸液 3 容の混液) $2 ml$, 0.5% 4AA 液 $1 ml$, 1.5% フェリシアン化カリウム液 $1 ml$ を加え, 各種温度の恒温槽に 30 分間保持後 $505 m\mu$ にて吸光度を測定した結果は Fig. 6 のとおりである.

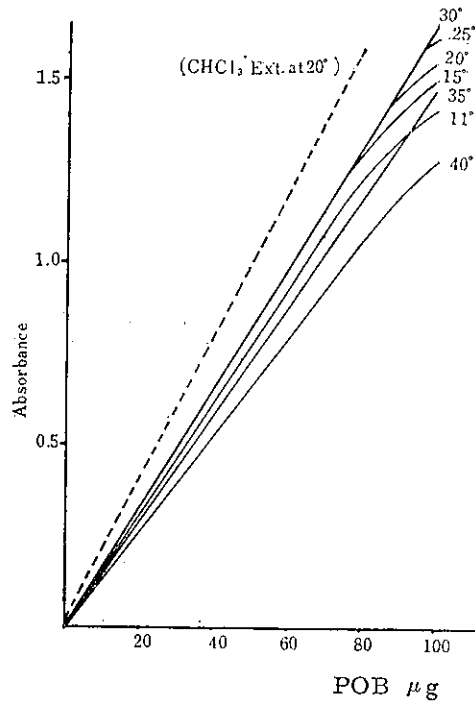


Fig. 6. Calibration curves of POB at various reaction temperatures

Table 1. Relation between pH of buffer solution and color

0.1N NaOH (vol.)	0.1M H ₃ BO ₃ (vol.)	pH	Color		Absorbance
			Sample	Blank	
10	0	12.65	Yellow	Light yellow	0.020
9	1	12.60	Light orange	Light yellow	0.025
8	2	12.50	Orange	Light yellow	0.055
7	3	12.30	Red	Light yellow	0.260
6	4	12.00	Red (later turbid)	Yellow (later turbid)	—
5	5	9.90	Orange (turbid)	Yellow (turbid)	—
4	6	9.30	Orange (ppt.)	Yellow (ppt.)	—
3	7	8.95	Red	Orange	—
2	8	8.60	Red	Red	—
1	9	8.10	Crimson	Crimson	—
0	10	5.65	Crimson	Crimson	—

ゆえに温度範囲15~30°までは10~70 $\mu\text{g/ml}$ まで、20~30°までは10~85 $\mu\text{g/ml}$ まで、25~30°までは10~90 $\mu\text{g/ml}$ まで、30°では10~100 $\mu\text{g/ml}$ までのPOB濃度の検液について Beer の法則が適用できる。

なお、20°における反応液を、クロロホルムにて抽出(全量5mlとす)したものを λ_{max} 455m μ にて測定の結果を点線で示した。

2. 食品より POB プロピルエステルの回収定量実験

Table 2. Recovery of POB-propyl ester added to foods

Foods	Amounts of POB-propyl ester added (mg as free POB)	Recovery	
		mg as free POB	Recovery (%)
Soy sauce A	12.5	12.2	97.5
〃 B	〃	11.1	95.2
〃 C	1.25	0.90	72.0
〃 D	〃	1.10	88.2
"Miso" A	4.00	3.43	85.6
〃 B	〃	3.22	81.1
〃 C	0.40	0.21	53.4
〃 D	〃	0.23	57.2
Water A	10.00	9.88	98.8
〃 B	1.00	0.86	86.0

実験の結果は Table 2 に示すとおりである。

POBエステルの基準量程度添加の場合、回収は良好に行なわれているようであるが、より少量の場合、抽出あるいは洗浄操作により失われていく割合がかなり高くなるようである。

たとえば、対照実験の蒸留水検体についてさえも、その事実が認められ、とくに最終の洗浄行程である二硫化炭素洗液分を乾固、水溶液としたものに4AA法を試みたところ、この洗液分にも呈色が認められたことは、考慮を要すると思われる。

なお二硫化炭素による処理は、シアゾ化法の場合のナフトール、バニリン等の妨害を除去するための処置と解されるが4AA法の場合、これらについてその反応性を検討した結果、 α -ナフトールに同様の呈色が見られたが、バニリンについては配慮の要はないものと思われる (Table 3)。

Table 3. Reactions of analogous substances

Substance	Reaction	Color
α -Naphthol	+	Red
β -Naphthol	+	Ppt. (light green)
Vanilin	-	Light yellow

む す び

POBおよびそのエステル(後者は加水分解後)の微量定量に4AAを用いる方法を検討した結果、検液のPOB濃度10~100 $\mu\text{g/ml}$ の範囲で定量可能であった。また食品からの回収定量についても、抽出、洗浄における損失が少ない限り良好に行なわれ、シアゾ化法に比べ精度、感度ともにすぐれ、かつ妨害物質が少

なく、かなり簡便な操作での実施が可能である。

この論文の原著は、食品衛生学雑誌 {6,369(1965)} に掲載し、且つ要旨を第20回日本薬学会(昭和40年4月7日、福岡)に於て発表した。

文 献

- 1) E. Emerson : The condensation of aminoantipyrine. II. A new color test for phenolic compounds, J. Org. Chem. 8, 417, 1943.
- 2) M. B. Ettinger, C. C. Ruchheft, R. J. Lishka : Sensitive 4-aminoantipyrine method for phenolic compounds, Anal. Chem. 23, 1783, 1951.
- 3) P. S. Jones, D. Thigpen, J. L. Morrison, A. P. Richardson : *p*-Hydroxybenzoic acid

- esters as preservatives. III. The physiological disposition of *p*-hydroxybenzoic acid and its esrers, J. Am. Pharm. Assoc. 45, 268, 1956.
- 4) 尾崎 知 良 : 光電比色計による微量フェノール類の分析. 分析化学 7, 275, 1958.
- 5) 近藤竜雄, 川城 巖 : 4-アミノアンチピリンによるクロルフェノール類の定量. (第1報). 食衛誌 5, 372, 1964.

サイクラミン酸塩の分解産物サイクロヘキセンに起因 すると推定されるびん詰ジュースによる飲用事故

長崎県衛生研究所 (所長: 高橋克巳博士)

寺田 精介・伴 与一郎・貞松 厚子・黒田 正彦

On the Drinking Accident by Cyclohexene Occurred in Bottled Juice Sweetened with Cyclamate

Seisuke TERADA, Yoichiro BAN, Atsuko SADAMATSU and Masahiko KURODA.

Nagasaki Prefectural Institute of Public Health

(Director : K. TAKAHASHI, M. D.)

Abstract : It was confirmed that the drinking accident at a certain bathing beach is due to foreign odor evolved in bottled artificial orange juice sweetened with cyclamate.

The reason is based on the following results.

(1) Petroleum-like odor, precipitate contained iron and ferric ion were obviously detected from the inferior juice, furthermore, nitrate ion was found in the source water. (2) The foreign odor was caused by reaction between nitrite and cyclamate under the acidified condition, and the entity of the odor was gaschromatographically identified with cyclohexene. (3) Nitrate was reduced to nitrite with iron dust under existence of citric acid in sealed glass ampoules. (4) Cyclohexene give a nauseous smell.

It is reasonable to suspect that nitrate in the source water was converted to nitrite with iron coexisted under the process of production, then as a result of which cyclamate was degraded with the nitrite, cyclohexene occurred in bottled juice and its foreign odor invited vomiting.

緒 言

昭和40年夏、県内の一海水浴場売店で、びん詰ジュースを飲んだ子供達が、突然催吐または嘔吐する事件が発生、地元保健所からの報告により、原因の究明に当った。発症者は低年齢層であり、症状が軽度であるところから、その原因を低毒性の化学的物質であろう

と推察、問題のジュースや原料水について検討を加えた結果、人工甘味料として添加されたサイクラミン酸の分解により生ずる不快臭物質サイクロヘキセンの嘔吐刺激による事故と推定される珍希な偶発事例に遭遇したので、原因解明に到る経過をここに報告する。

事件の発端と概況

本事件は昭和40年7月30日の午後、南高来郡千々石町千々石海水浴場で発生、直ちに小浜保健所へ急報された。保健所の調査では、事故ジュースは鳥原市の某

商会で、7月29日製造された15円売のびん詰「オレンジジュース」(商品名)であり、たまたま海から上がった44名の浴客が場内売店で、これを飲用したとこ

ろ、うち2才から8才までの子供11名が飲用直後、悪心、嘔吐を起こした。症状は軽微で、発熱、下痢、頭痛、腹痛等の一般症状もなく、短時間で軽快後、再び遊泳した者もいた模様である。また島原保健所の調査によると、製造元では「ソフトドリンク」と「オレンジジュース」の2種の製品を出しており、その原料配合は表1に示すとおりである。なお、人工甘味料製剤は長崎市の某商店製で、品名を「文化糖」といい、サイクラミン酸ナトリウム45%、ズルチン11%、サッカリンナトリウム16%、ぶどう糖28%よりなる混合製剤である。事故品製造当日には、従来使用中の原料を添加、配合量にも異常な点は見出せず、添加原料に関する限り、問題はなかったようである。製造過程では鉄製器具容器を使う場面が多く、施設・衛生管理面で、必ずしも清潔な模範工場という程ではないが、製造方法は食品衛生法の清涼飲料水製造基準をほぼ遵守している。

表1 ジュース原料と配合量
製品135ℓ当

添 加 物	オレンジジュース (事故品)	ソフトドリンク (正常品)
砂	2,000 g	5,000 g
ぶ ど う 糖	3,000	5,000
人 工 甘 味 料 製 剤	200	100
アスパラギン酸塩製剤	100	100
グルタミン酸ナトリウム	—	50
く え ん 酸	250	250
シオノ原料香料 ^(オレンジ) _(エッセンス)	50	100
シオノ香料 ^(オレンジ) _(クラウデン)	180	—
オレンジベース	—	180
安定剤(キルモール)	60	50

供試材料と実験方法

1. 供試材料

a. 事故ジュース

所轄保健所の手で、収去された事故現場の残品および管内の販売店から回収した同一ロットの製品で、180ml入びん詰の「オレンジジュース」(商品名)である。

b. 正常ジュース

事故品と同じ工場で製造された製品で、内容の比較検討の目的で収去した180ml入びん詰の「ソフトドリンク」(商品名)である。

c. 原料水

製造工場で使用中の原料水(湧水)で、8月10日採水、送致された。

2. 試 薬

ガスクロマトグラフの標準および同定に用いた、Benzene (bp. 80°), Cyclohexene (bp. 83°), Cyclohexane (bp. 80.7°), Cyclohexylamine (bp. 134.5°), Cyclohexanol (bp. 161°) およびその他の一般試薬、抽出溶剤は特級品または常法により精製した純品である。

3. 試験および実験方法

a. 一般的試験

ジュース中の混濁、沈澱物、ヒ素、鉛その他の重金属、細菌、人工甘味料等の試験は食品衛生法による食

品、添加物等の規格基準および食品衛生検査指針の方法に従った。鉄は、ジュースを沈澱物と濾液の部分に濾別、それぞれ乾式灰化し、白金るつぼ中で王水またはアルカリ熔融処理後、中性検液とし、次いで、水道法の水質基準による比色法で定量する。原料水の各項目および鉄による硝酸イオンの還元実験における硝酸性窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)の定量は水道法水質基準の方法により、また亜硝酸性窒素($\text{NO}_2\text{-N}$)の定量はJIS K 0101工業用水試験法(1957年)による。

b. ジュースから異臭物質の分離

ジュース(約5°に冷却後開栓)100mlを分液ロートにとり、10% NaOH 約0.6mlを加え、弱アルカリ性とし、NaClを飽和し、エチルエーテル5mlずつで2回抽出する。エーテル層を共栓目盛試験管へ移し、10°に冷却、エーテルを追加、全量を10mlとし検液とする。

c. 異臭物質の生成実験

ジュースの原料配合を参考に、共栓三角フラスコ中で、サイクラミン酸ナトリウム0.1g、くえん酸0.2gを水にとかし50mlとした溶液に、0.07%亜硝酸ナトリウム水溶液50mlを加え、密栓し、よく混合する。この時のサイクラミン酸と亜硝酸の混合割合はモル比で約1:1である。本液は室温(30°)2時間放置後のpHが2.55であり、石油・ゴム様の強い異臭を放つ。この異臭は混合後、5分間程で既に認められるようになる。

2時間放置後の反応液を5°に冷却し、以下前記の異臭物質分離法に従い、検液を調製する。

d. ガスクロマトグラフィ条件

異臭物質およびその近縁化合物は次の条件で、ガスクロマトグラフィを行なった。

装置；島津GC-1C型

カラム；25% Dinonyl phthalate (DNP)
/Shimalite 充填ステンレスカラム、
長さ1.5m, 径3mm

1) 熱伝導度検出 (TCD法)

キャリアーガスおよび流量；He33ml/min.
1.2Kg/cm²
カラム温度；50°, 120°
検出器温度；100°
注入口温度；200°

2) 水素焰イオン化検出 (HFD法)

キャリアーガスおよび流量；N₂35ml/min.
1.2Kg/cm²

H₂ 流量；30ml/min.

air 流量；0.75 l/min.

カラム温度；75°

検出器温度；50°

注入口温度；200°

Sens. 10³, Range 0.2V

e. 鉄による硝酸イオンの還元実験

NO₃-N 4.0ppm (NaNO₃ 使用), くえん酸 0.2% を含む水溶液を調製, 20ml ずつガラスアンプルに分注し, 還元鉄粉 1mg を添加, 熔封し, びん詰ジュースの製造基準に従い 80°, 30分間加熱後, 3日間室温放置する。アンプル内の反応液を NaOH 液で pH 約 8 とし, 水酸化鉄の沈澱が生ずるまで水浴中で加温し濾過, 濾液をメスフラスコに移し, 水でアンプル内および濾紙を洗い, 水洗濾液を先の濾液と合し, 全量を 50ml とする。本液を定率希釈し検液とし, NO₂-N, NO₃-N を定量する。

成

績

1. ジュースの試験成績

「オレンジジュース」は橙色乳濁状で、びん毎に赤褐色の沈澱性異物を認め、室温保存中のものを開栓直後、検臭すると、ゴム・石油様の異常な臭気を感じる。この官能テストの結果は「オレンジジュース」に特異的であり、比較対照した「ソフトドリンク」には沈澱性異物および異臭を認めない。「オレンジジュース」の沈澱物は顕微鏡下の観察によると、鉄または鉄さび様の物質のようである。

pH 値は「オレンジジュース」, 「ソフトドリンク」それぞれ 3.05, 2.95 で両者間に著しい差はない。

「オレンジジュース」, 「ソフトドリンク」の ml 当り一般細菌数は 6 および 5, また酵母数は 48 × 10² および 20 × 10² である。

人工甘味料は両者共にサイクラミン酸, ズルチン, サッカリンの存在が明らかに認められた。

ヒ素, 鉛その他の重金属を検出しないが, 表 2 のよ

表 2 ジュース中の鉄

	ジュース 1 本 (180ml) 中 Fe mg	
	オレンジジュース	ソフトドリンク
濾液	0.90	0.07
沈澱物	1.16	0.08

うに「オレンジジュース」には、「ソフトドリンク」の約 14 倍に当る多くの鉄を含む。

2. 原料水の水質

保健所より送致された原料水の試験結果は表 3 のとおりで、ジュースの原料水として不適格ではないが、硝酸イオン 19.9ppm (NO₃-N として 4.5ppm) を検出した。なお、この地方一帯の湧水はやや多量の遊離炭酸を含むので、pH の低値は遊離炭酸によるものと思われる。

表 3 原料水の水質

臭	味	異常なし
色, 濁り		限度以下
pH		5.6
NH ₃ -N		不検出
NO ₂ -N		0.01ppm 以下
NO ₃ -N		4.5ppm
KMnO ₄ 消費量		0.9ppm
Cl ⁻		12.1ppm
硬度		85.5ppm
鉄		0.05ppm

3. 異臭物質のガスクロマトグラム

ガスクロマトグラムは図 1 に示すとおり、「オレンジジュース」抽出物では比保持時間 RRT (Benzene

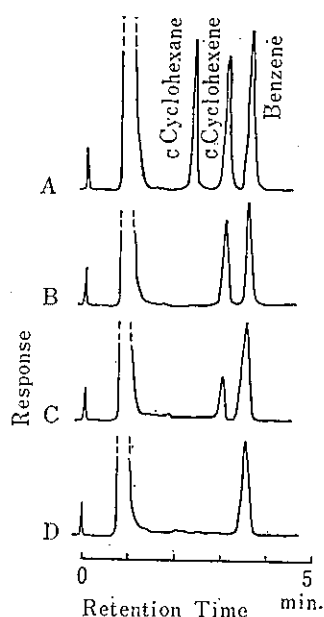


図1 ジュース抽出エーテル液の
ガスクロマトグラム

カラム温度50°, TCD検出

- A: 標準品のエーテル溶液
 B: くえん酸, サイクラミン酸, 亜硝酸反応液の抽出エーテル液 (ベンゼン添加)
 C: 「オレンジジュース」の抽出エーテル液 (ベンゼン添加)
 D: 「ソフトドリンク」の抽出エーテル液 (ベンゼン添加)

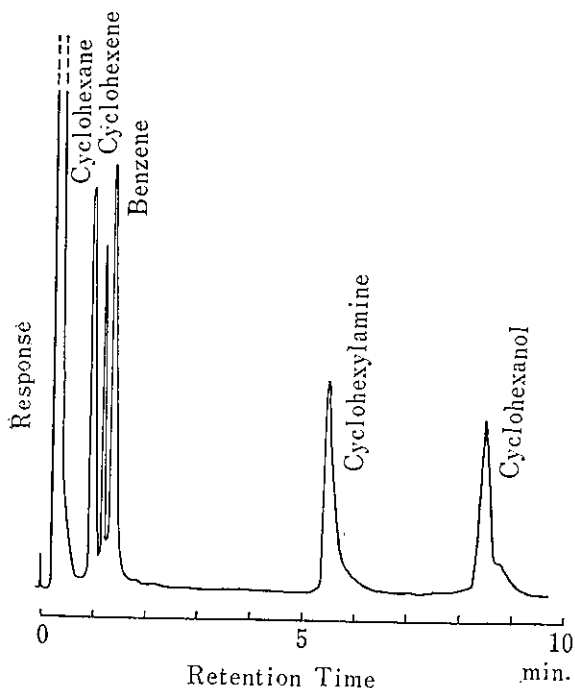


図2 サイクロヘキセンおよび近縁化合物のガスクロマトグラム

カラム温度120°, TCD検出

1.00) 0.86の位置にピークが認められ, このRRTはサイクロヘキセン標品, ならびにサイクラミン酸, くえん酸, 亜硝酸の反応生成物が示すピークと全く一致する。また, 「オレンジジュース」の異臭は官能的にもサイクロヘキセン標品の臭気と酷似しており, 異臭の本質はサイクロヘキセンに相違ないことが確認された。

なお, 「ソフトドリンク」の場合はサイクロヘキセンピークを全く検出できなかった。

サイクラミン酸は塩酸またはくえん酸の水溶液中で加熱すればサイクロヘキシルアミンを生ずること¹⁾, および塩酸水溶液中で亜硝酸と反応しサイクロヘキサノールに変化すること²⁾が既に知られているので, これらの共存を予想し, サイクロヘキシルアミンとサイクロヘキサノールの標品を用い, ガスクロマトグラフィを行なったところ, RRT (Benzene 1.0) はそれぞれ4.1, 6.3を示し (図2), 「オレンジジュース」からの抽出物では, これらに相当するピークを感知できなかった。

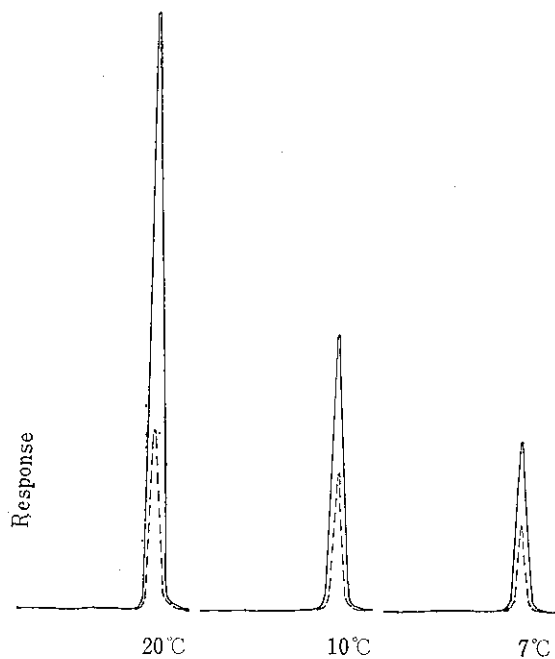


図3 各温度におけるサイクロヘキセンの気化状態を示すガスクロマトグラム (HFD検出)

サンプル: くえん酸0.2%, サイクラミン酸ナトリウム0.1%, 亜硝酸ナトリウム ($\text{NO}_2\text{-N}$ 5 ppm, 1 ppm)

反応混液の上部空間の空気 1 ml.

— $\text{NO}_2\text{-N}$ 5 ppm のとき

..... $\text{NO}_2\text{-N}$ 1 ppm のとき

液温: 20°, 10°, 7°

4. 鉄による硝酸の亜硝酸への変化

原料水から $\text{NO}_3\text{-N}$ 4.5ppm, 事故ジュース中から鉄2.1ppmを検出したので, 原料水中の硝酸イオンが

表4 鉄による硝酸イオンの還元*

サイクラミン 酸ナトリウム 添加量 %	反応後の		備考
	$\text{NO}_3\text{-N}$ ppm	$\text{NO}_2\text{-N}$ ppm	
0.1	3.1	痕跡	異臭発生
0.1	2.0	痕跡	異臭発生
無添加	2.3	1.68	
無添加	2.8	1.04	

*濃度; くえん酸0.2%, $\text{NO}_3\text{-N}$ 4.0ppm, 鉄粉1mg (20ml当)

反応条件; ガラスアンプル中80°C, 30分間加熱後室温3日間放置

考

本事件の原因を推測すると, ジュースの製造状況から推して添加原料そのものに由ることは否定的であり, さらに事故発生の模様からは低毒性の化合物が疑わしく, また, 事故ジュースが特異的に石油・ゴム様の不快臭と異常沈澱物を保有することなどから考えれば, ジュース製造の過程における外因的要素が関与し, ジュース成分に変化を与えた結果, 二次的に生成したと思われる不快臭物質の刺激により嘔吐を誘発したのではないかという疑いが濃厚である。

最近, 樋口等³⁾はサイクラミン酸で着味した果実かん詰やかん入りジュースに, 従来から時に石油・ゴム様異臭の発生が認められるため, その原因を追究, 酸性溶液中において, サイクラミン酸が亜硝酸と反応, 分解して生ずるサイクロヘキセンの異臭に起因することを明らかにしている。

若者らは今回の事故の原因食と見られるジュースの異臭が, くえん酸溶液中でサイクラミン酸と亜硝酸の常温反応で, 数分間経過後既に発生する異臭と酷似しており, またガスクロマトグラフィで検討した結果, 異臭の本質がサイクロヘキセンであることを確認した。

サイクロヘキセンの生成には亜硝酸の共存が不可欠であるが, 原料水にも, またジュース製造の過程でも亜硝酸混在の余地がないにもかかわらず, 異臭の発生が確認されたとなれば, 硝酸イオンまたはアンモニウムイオンのごとき前駆物質から酸化還元による亜硝酸の生成を疑う以外に考えようがない。そのような観点

鉄の共存で亜硝酸イオンへ還元される可能性を確めるため, 既述の条件で実験を試みた結果, 表4のような成績を得, $\text{NO}_3\text{-N}$ の26~42%が $\text{NO}_2\text{-N}$ に変化し, また, サイクラミン酸塩添加区では明らかに異臭の発生を認めた。

表5 サイクロヘキセン添加ジュース
飲用テスト

被検者 性別	年齢	テスト結果
♂	6	1/2飲用, // //
♀	8	1/2飲用, 催吐感を訴え, 中止
♀	34	飲用後, 催吐感
♂	39	飲用中, 異臭感

察

から, 原料水およびジュースを分析した結果, 原料水に硝酸イオンの溶存を, またジュースの濾液および沈澱物に鉄の存在を確かめ得たので, くえん酸溶液中鉄粉による硝酸イオンの還元実験を試みたところ, その約30%が亜硝酸に変化すること, さらにサイクラミン酸の共存下にあつては異臭発生の事実も判明した。この成績から, ジュース製造の過程において, 何等かの原因で介在した鉄により, 原料水の硝酸イオンが亜硝酸に変じ, サイクラミン酸の分解に関与したのであろうとの推定が現実的な可能性を持つに到った。

一方, サイクロヘキセン異臭の嘔吐刺激については, 市販の粉末オレンジジュースを用い, 純サイクロヘキセン10ppm添加ジュースを調製, 小分けびん詰とし密栓, 液温10°となるまで冷蔵庫中に保蔵後, 1人1本(180ml)ずつの飲用テストを実施したところ, 表5のように, 特に小児の場合には飲用途中で催吐感または異臭感を訴え, 飲用を中止しており, 実際に嘔吐する例はなかったけれども, 明らかに嘔吐刺激様の作用が観察された。

サイクロヘキセンは水温20°では水中濃度1ppm程度でも, 既に特異臭を感じ得る程, 気化性に富んでおり, 樋口等は, かん詰中における異臭発生実験の結果, 常温では開かん直後, サイクロヘキセンの液中濃度と上部空間の気中濃度との比率は液中濃度1に対し気中濃度0.06~0.91(平均0.34)であり, 気化量が相当多いことを認めている。しかし, 水中から気中への移行は液温に大きく影響され, 低温では著しく減少する

(図3). このことは今回の事故を考察する上に大変重要で、患者はジュースが充分冷却された状態で飲用したため、サイクロヘキセンの気化量が少なく、飲用中には不快臭を感じなかったが、飲用直後体内で急速に気化した結果、嘔吐刺激を受けたものと解される。

なお、事故ジュース中のサイクロヘキセン濃度については、サイクロヘキセンの易気化性等のため、前記の分離法では回収率が悪く(65~85%), さらに再検討

の余地があるが、標品の既知濃度エーテル溶液を用い既述の実験条件によるガスクロマトグラフィ(HFD法)から導かれるサイクロヘキセン濃度($c: \mu\text{g}/\mu\text{l}$)とピーク面積($a: \text{cm}^2$)との関係 $c=0.95a-0.03$ をそのまま適用すれば、「オレンジジュース」中のサイクロヘキセンは3回の実験結果から8.8, 12.0および15.4ppmという値が得られ、概量は10ppmレベルと推定される。

総

県下の一海水浴場で発生したびん詰ジュースによる飲用事故の原因を追究し、次のように結論した。

本事故はジュース飲用直後の軽度の嘔吐であるところから、起因物質として低毒性の化合物を推定し、事故ジュースの内容を調べた結果、石油・ゴム様の異臭発生と褐色沈澱物の多いのが特異的であり、異臭物質は人工甘味料として添加されたサイクラミン酸塩が酸性溶液中で亜硝酸の関与により分解する際に生成するサイクロヘキセンであることをガスクロマトグラフィにより確認した。

一方、ジュースの沈澱物および濾液からは異常量の鉄が認められ、さらに原料水からは硝酸イオンが検出されるので、くえん酸溶液中における硝酸イオンの鉄による還元実験を試みたところ、相当量の亜硝酸が生成すること、またその実験においてサイクラミン酸塩を添加すると異臭の発生を認めることが判明した。

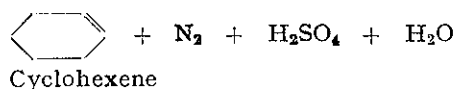
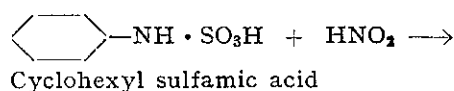
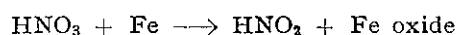
さらに、サイクロヘキセン添加ジュースの飲用テストを行なった結果、その不快臭による催吐性様の作用を認めた。

以上の成績にもとずいて、次のごとき経路を推定し、

文

- 1) 丸山幸三, 川鍋康治: サイクラミン酸ナトリウムの分解. 食衛誌 4, 265, 1963.
- 2) 菰田太郎, 末永泉二, 長田貞子: シクロヘキシルスルファミン酸塩の試験法. 衛生化学 4, 33, 1956.

括



まず、ジュース製造の過程において介在した鉄が原料水中の硝酸を還元、亜硝酸とし、次いで、ジュースに添加されたサイクラミン酸と反応しサイクロヘキセンを生成、その不快臭刺激により嘔吐を誘発したことによる事故と考えるのが最も妥当であると結論した。

このような結果からして、人工甘味料製剤を添加する酸性の食品および飲料の製造に際しては、原料水中の窒素化合物の存在に留意すると共に、製造工程では出来る限り金属製器具容器の使用をさける等製造管理面における細心の注意が特に望まれる。

本事件の原因解明に当り、状況調査や試料採取等で大変協力された地元保健所および県衛生部環境衛生課の担当者各位に厚く感謝する。

なお、本報の一部は第2回全国衛研化学技術協議会(昭和40年11月, 東京都)で発表した。

献

- 3) 樋口亮一, 小野正之, 沢山善二郎, 下田吉夫: サイクラミン酸塩使用かん詰に偶発する異臭に関する研究. 食衛誌 6, 448, 1965.

長崎県における放射能汚染(昭和40年度)

長崎県衛生研究所(所長:高橋克巳博士)

寺田 精介・伴 与 一郎・山口 道雄

Radioactivity Survey Data in Nagasaki Prefecture in 1965.

Seisuke TERADA, Yoichiro BAN and Michio YAMAGUCHI.

Nagasaki Prefectural Institute of Public Health

(Director: K. TAKAHASHI, M. D.)

Abstract: In 1965, a 2nd nuclear test explosion in the People's Republic of China was carried out on the May 14th. Under this influence, high gross β radioactivity (9.5 pCi/ml) in rain was detected on the May 20th, but after 21st, the activity diminished rapidly.

During the period April 1965 to March 1966, the results measured gross β activities are as follows.

The activities in deposit and wafting dust of fallout were on the average 10.7 mCi/Km²/month and 2.1 pCi/m³/day respectively. They thus decreased approximately 40~50% as compared with last year. On the other hand, the average activities in city water, potable rain water, fresh milk, fluit and soil were 6.5 pCi/L, 18 pCi/L, 0.16 pCi/g, 0.06 pCi/g and 3.5 pCi/g respectively. Therefore, they are constantly a level with those of the last several years.

緒 言

本県では、核爆発に由来するフオールアウトによる環境汚染の監視および陸水、食品等への蓄積状況の調査を、昭和36年以来、科学技術庁の委託により、継続的に実施している。その間、昭和38年には米、ソ、英三国間で部分核停条約が締結されたため、以後大気圏における核爆発実験の回数は大巾に減じている。しかし、散発的には依然として実験が続けられ、昭和39年10月には中共の原爆初実験、続いて昭和40年1月にはソ連の地下核爆発、さらに昭和40年5月14日(日本時

間午前11時)ロプノール湖附近において、中共の第2回核実験が行なわれたから、昭和20年7月、米国における世界最初の原爆実験が実施されて以来、昭和40年9月現在まで、通算すると米343、ソ127、英22、仏6、中共2となり、総数は遂に500に達したことになる。

本報ではここ1ケ年間(昭和40年4月~41年3月)の調査結果を中心に、最近数年間における放射能汚染の推移を総括して見たい。

調 査 方 法

本年度は調査対象として、海水を追加し、浮遊塵(以下括弧内数字は試料数;72)、雨および落下塵(12)、雨水(46)、上水(10)、天水(6)、土壌(2)、海水(12)、牛乳(6)、果実(4)、魚介(12)の総数182試料について全 β 放射能を測定した。

浮遊塵は電気集塵器(日本無線, Aloka, 吸引量120

m³/hr, 効率90%)で毎回200~500m³の屋外空気を吸引、毎月約6回採取、また雨水は受水面積1000cm²の雨水採取装置に貯留したものを概ね10日毎、毎月3回、当研究所内庭で採取した。但し、5月14日の中共第2回核実験以後の約1月間は日中降雨がない限り、連日浮遊塵を、また降雨毎に1日間の雨水を、それぞ

れ定時採取した。雨および落下塵は当研究所内庭に設置した受水面積 5000cm² の大型水盤に1月間降下したものを試料とした。その他の試料の品種、採取地点および採取時期は後出の各表に掲載したとおりである。

測定用検体の調製および全β放射能測定の方法は放射線審議会放射能測定部会(科学技術庁)制定の「放射能測定法(1963年)」によった。測定条件は次のとおりである。

計 数 装 置	東芝EAG-31103
計 数 台	東芝DCG-13101
計 数 管	東芝GM-B5
マイカ窓の厚さ	1.9mg/cm ²

窓からの距離	1段目(10mm)
試料皿の材質、形状	東芝A製 内径27mm 高さ4mm 厚さ0.5mm

比較試料は上水、天水、土壌、食品ではKClを、また雨、塵、海水については理研製 U₃O₈ A-324(500 dps)を用いた。灰分中Kの定量は従前どおり tetraphenyl borate を用いる重量法によった。

なお、上記のほか、Sr-90、Cs-137等の核種分析の目的で、日常食、牛乳、土壌、浮遊塵、雨および落下塵、上水、天水、海水合計57試料を採取し前処理後、分析化学研究所へ送付した。

成 績 と 考 察

1. 中共の第2回核爆発実験による fallout

5月14日の核爆発で生成した放射性塵は気象庁の調査¹⁾によると、1~2日後北日本上空10km付近を通過したが、地上への降下は極く僅かであり、本格的には5kmの高度を流れ5~6日経過後、日本上空への到来が認められている。しかし、今回の初来は中共第1回核爆発の際(初来は3日後)に較べると、かなり遅れており、これは発源地附近の偏西風の弱さに由ると推

定されている。

長崎においては、先ず5月20日早朝の雨(降水量1.1mm)に全β放射能2.0pCi/mlを認めたが、最大値は20日午後の雨(降水量1.2mm)の9.5pCi/mlであった。浮遊塵の場合は数日遅れ、5月22日から25日の間に弱いピーク(3.7~7.0pCi/m³)を認めたが、10pCiレベルにも達せず、雨水程顕著ではなかった。この点では、中共第1回核爆発(昭和39.10.16:最大値、10月20日雨

表1 第2回中共核爆発実験後1ヶ月間の雨水、浮遊塵の全β放射能

(雨 水)

採取期間 年 月 日	降雨量 mm	放射能* 強度 pCi/l	降下量* mCi/Km ²	採取期間 年 月 日	降雨量 mm	放射能* 強度 pCi/l	降下量* mCi/Km ²
40. 5.14~15	48.4	15.6	0.75	40. 5.27~28	1.2	167.	0.20
5.19~20	1.1	1980.	2.18	6. 3~4	14.1	98.9	1.40
5.20~21	1.2	9500.	11.40	6.10~11	2.0	270.	0.54
5.25~26	67.0	92.5	6.20	6.11~12	16.3	31.4	0.51
5.26~27	65.4	41.2	2.69	6.12~13	7.9	34.4	0.27

(浮 遊 塵)

採取年月日	放射能** 強度 pCi/m ³	集塵量*** mg/10m ³	天 候	採取年月日	放射能** 強度 pCi/m ³	集塵量*** mg/10m ³	天 候
40. 5. 15	0.92	1.08	はれ、前日降雨	40. 5. 22	3.7	1.54	はれ
5. 16	2.6	1.40	くもり	5. 23	5.1	1.64	くもり
5. 17	1.9	1.09	はれ	5. 24	7.0	1.05	はれ
5. 18	3.3	1.26	ク	5. 25	4.2	0.80	はれのちくもり
5. 19	2.3	1.22	くもり	6. 2	2.0	1.22	はれ
5. 20	2.6	1.16	くもり、小雨	6. 7	3.9	1.65	くもり
5. 21	1.4	1.32	くもり前日降雨	6. 9	2.7	1.60	はれ

* 6時間更正值

** 6時間更正值(集塵器効率補正)

*** 空気吸引量 100~300m³

水1.2 pCi/ml, 10月23日浮遊塵32.9 pCi/m³), およびソ連地下核実験(昭和40.1.15: 最大値, 1月23日雨水2.6 pCi/ml, 1月20日浮遊塵52.2 pCi/m³)の際, 浮遊塵

表2 落下塵, 雨水(水盤法)の月別全β放射能

月別	昭和38年度		昭和39年度		昭和40年度	
	降雨量 mm	mCi/Km ²	降雨量 mm	mCi/Km ²	降雨量 mm	mCi/Km ²
4月	—	—	271.0	84.3	170.0	19.2
5月	325.	159.9	115.0	40.8	180.0	33.6
6月	224.	42.8	336.3	34.6	568.0	22.2
7月	403.9	16.0	63.0	21.9	388.4	13.2
8月	456.5	37.7	146.0	7.6	146.2	8.5
9月	219.0	17.1	107.0	3.8	68.2	2.7
10月	60.4	23.0	100.0	21.2	77.0	9.6
11月	56.4	8.9	98.0	10.3	177.0	6.0
12月	80.4	39.9	36.7	5.4	111.8	5.1
1月	118.3	16.0	71.3	15.7	51.6	2.1
2月	57.0	23.4	62.8	6.9	52.0	2.8
3月	74.4	54.2	52.6	9.3	118.5	3.8
計	2075.3	438.9	1459.7	261.8	2108.7	128.8
月平均	188.7	39.9	121.6	21.8	175.7	10.7

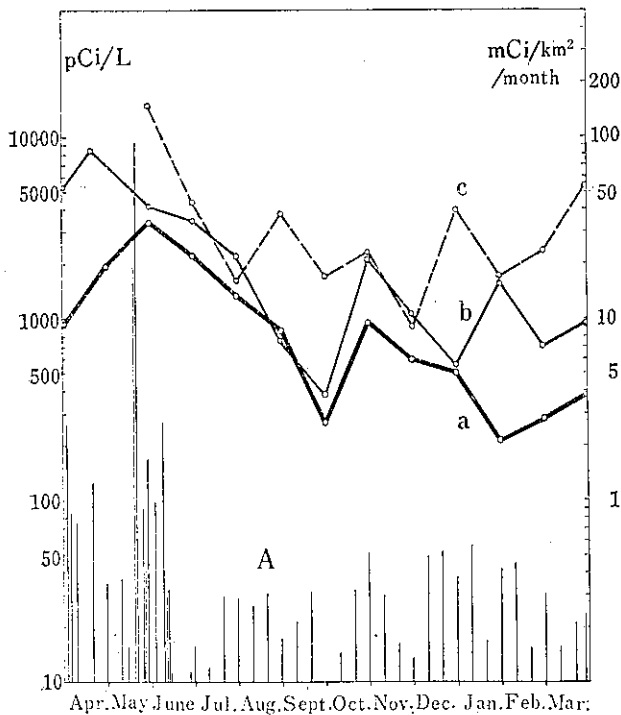


図1 雨水と雨, 落下塵の全β放射能

- A : 昭和40年度の雨水の測定値 (6時間更正値) pCi/l
- a : 昭和40年度の月間降水量 mCi/km²/month
- b : 昭和39年度の // //
- c : 昭和38年度の // //

において顕著なピークを認めた²⁾のと対照的である。

また, 今回の爆発実験による wet fallout 降下量は, 長崎では20日から21日までの間に13.6 mCi/Km²であったのに対し, 東京では同期間に344 mCi/Km²(降水量72 mm)³⁾が観測されており, 地域差がかなり大きかったようである。

核爆発後, 約1ヶ月間の雨水と浮遊塵の測定値を示すと, 表1のとおりである。

2. 年間の fallout

核爆発の影響によるフォールアウトの降下は, 部分核停条約発効以後, 昭和38年をピークに年々減少の傾向にある。

長崎に於ける測定結果では表2のように, 月間平均降下量 (mCi/km²/month) は昭和38年度39.9, 39年度21.8, 40年度10.7であり, 前年度比では昭和39年度が45%減, 40年度が51%減となっている。また, 40年度の月別降下量は最高が5月の33.6, 最低が1月の2.1であり, 春先に高く, 秋から冬にかけて低い傾向は, ここ数年間変っていない。

次に, 40年度の雨水の旬間測定値は, 100 pCi/l を越えた4月の数例と中共核実験後約20日間の記録とを除けば, 概ね10~60 pCi/l の範囲であり, 目立った変動は見られなかった。雨水の全測定値と38年以降の月間降下量を示すと図1のようになる。

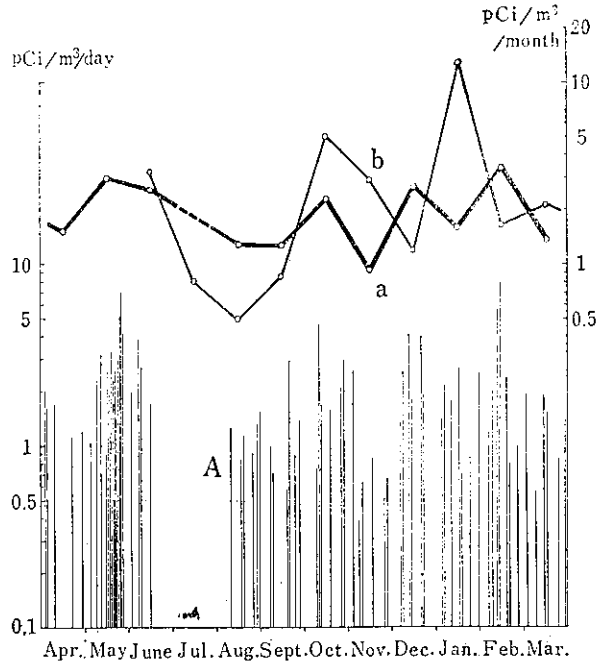


図2 浮遊塵の全β放射能

(集塵器効率補正6時間更正値)

- A : 昭和40年度の測定値 pCi/m³/day
- a : 昭和40年度月別平均値 pCi/m³/month
- b : 昭和39年度 // //

表3 浮遊塵の月別全β放射能(最高,最低および平均値)

年 月	期 間	採 取 回 数	最 高		最 低		平均値* pCi/m ³ / month		
			採取月日	放射能強度* pCi/m ³	採取月日	放射能強度* pCi/m ³			
39.	6	6.23~6.29	2	6.23	4.8	6.29	1.6	3.20	
	7	7.1~7.27	9	7.25	1.4	7.9	0.44	0.81	
	8	8.3~8.26	9	8.26	0.89	8.10	0.33	0.49	
	9	9.1~9.25	11	9.8	2.0	9.24	0.44	0.86	
	10	10.2~10.30	14	10.23	32.9	10.17	0.78	5.11	
	11	11.2~11.25	11	11.5	5.0	11.10	0.89	2.90	
	12	12.8~12.18	4	12.8	1.6	12.18	0.89	1.18	
	40.	1	1.9~1.30	12	1.20	52.2	1.14	0.45	12.95
		2	2.4~2.25	9	2.19	2.4	2.24	0.67	1.62
		3	3.4~3.27	21	3.9	4.6	3.24	0.84	2.12
		4	4.1~4.28	5	4.1	2.0	4.21	1.1	1.52
		5	5.4~5.25	14	5.24	7.0	5.15	0.92	2.97
6		6.2~6.15	4	6.7	3.9	6.15	1.7	2.58	
8		8.10~8.30	6	8.30	1.7	8.17	0.94	1.29	
9		9.7~9.27	6	9.20	3.1	9.18	0.58	1.28	
10		10.9~10.27	6	10.11	4.7	10.9	0.77	2.31	
11		11.4~11.27	6	11.4	2.6	11.8	0.38	0.95	
12		12.7~12.22	6	12.13	4.2	12.7	1.7	2.72	
41.		1	1.5~1.24	6	1.17	2.7	1.18	0.69	1.61
	2	2.1~2.26	8	2.15	8.1	2.21	0.80	3.11	
	3	3.1~3.28	6	3.1	1.9	3.8	0.55	1.30	

* 6時間更正值(集塵器効率補正)

浮遊塵の40年度分の全測定値(以下,単位pCi/m³)は図2に,また39年6月以降の記録を整理した月別の最高,最低および平均値は表3に示すとおりであるが,40年度月別では,最高が41年2月の3.41,次いで中共の核実験があった40年5月の2.97,最低が11月の0.95であり,この最高値は39年度における中共初実験の39年10月の5.11およびソ連の地下実験があった40年1月の12.95には遙かに及ばない。また年間を通じての平均値を年度別に比較すると,40年度の2.10pCi/m³/yearは39年度の3.43pCi/m³/yearより,39%減を示している。

三宅等⁴⁾によると核分裂生成物のうち,長寿命核種Sr-90, Cs-137の地上への降下状況は,過去において核実験の影響が大きかった昭和34年から35年にかけては約70%の減少で放射性物質の高空における滞留が6~7ヶ月であったのに対し,第2ピーク時の38年から39年にかけては僅か40%程度の減少にとどまっているが,これは最近成層圏からフォールアウトの降下が遅くなり,高空への滞留が1~3年と著しく長期化している結果であろうと説明されている。

一方,放射性物質の積算降下量は40年7月現在,東京ではSr-90が66mCi/km², Cs-137が176mCi/km²にも達し,また地域別ではSr-90積算量(mCi/km²)が札幌79,仙台72,秋田131,大阪46,福岡77と計算さ

れており⁴⁵⁾,一般に日本海側が高く,太平洋側が低い値を示しているが,いずれにしても我国の積算降下量は相当高いレベルまで達している。長崎地方における積算降下量は,37年以前の記録がないため算出できないが,降下状況が極めて類似している東京における経年推移(三宅等による)を参考までに図3として掲げる。

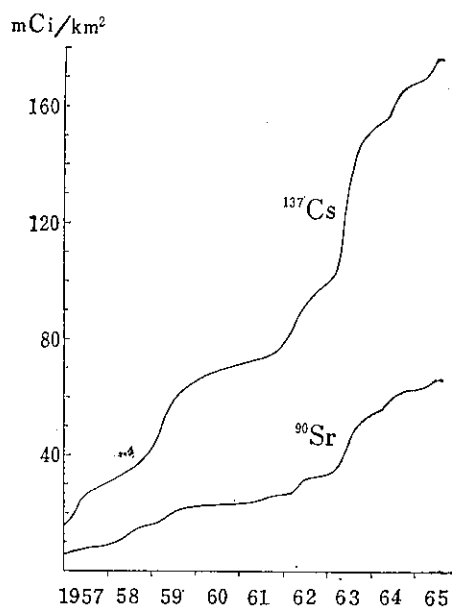


図3 Sr-90, Cs-137の積算降下量(東京)
気象研,三宅等による

3. 陸水, 土壌, 食品その他への取込蓄積

陸水の全放射能は表4に示すとおりで, 昭和40年度の年平均(pCi/l)は, 上水が長崎6.85, 佐世保6.22で, 天水が福江18.4, 雲仙18.5であり, 39年度における上水(長崎4.82, 佐世保5.50)および天水(福江19.0)²⁾に較べると, 天水では概ね39年度並であるが, 上水ではむしろやや高くなっている。

土壌(表5)の場合は, 年平均が3.45 pCi/g, 188 mCi/Km²で, 39年度の3.53pCi/g, 194mCi/Km²²⁾に較べ殆んど変りない。

農畜産物(表6)の年平均(pCi/生体g)も, 牛乳が0.162, 果実(みかん)が0.063であり, これまた39年度の牛乳0.130および果実0.063²⁾と大差がない。

一方, 全国15地点の農業試験場から採取された土壌, 農産物について核種分析した例⁶⁾によると, 昭和33年~37年に比し, 38年~39年におけるSr-90値は水田土壌(39年, 平均41.0mCi/Km²)では2~4倍高く, また玄米(39年, 平均43pCi/Kg)および小麦(39年, 平均227 pCi/Kg)では3~10倍も高くなっている。また, 牛乳中のSr-90, Cs-137を, 24都道府県衛研で採取した試料について分析したデータ⁷⁾から年平均を算出すると表7のようになり, 39年は前年に較べ, Sr-90では殆んど変化がなく, Cs-137では僅かに減少しているが, 36年10月当時と比較すれば, Sr-90, Cs-137共に約3倍の高値を示している。

表4 陸水(上水, 天水)の放射能測定値

長崎上水: 長崎市本河内浄水場(原水)
 佐世保上水: 佐世保市山の田浄水場(原水)
 福江天水: 福江市赤島中学校(蛇口水, 濾過せず)
 雲仙天水: 南高来郡小浜町雲仙野岳無線中継所(蛇口水, 濾過せず)

試料	水温 °C	採水年月日	測定月日	試料計数率 cpm/l	放射能 強度 pCi/l	蒸発 残留物 mg/l	(参考) 雨 水		
							期 間	雨 量 mm	放射能 強度 pCi/l
長崎上水	22.0	40. 4.27	5. 1	2.2±1.0	9.5	66.8	4.22~26	91.2	35.0
〃	22.5	7. 9	9.14	1.2±1.0	5.1	65.5	7. 1~7	398.5	11.0
〃	20.0	10. 7	10. 9	2.2±1.0	8.9	62.6	10. 5~6	48.2	14.5
〃	7.0	41. 1. 7	1.10	1.0±1.0	3.9	59.3	1. 3~6	13.5	57.1
佐世保上水	16.0	40. 5.24	5.29	3.8±1.1	14.7	43.0	5.14~15 5.19~20 5.20~21	48.4 1.1 1.2	15.6 1980. 9500.
〃	15.3	6.11	6.14	1.6±1.0	6.6	46.0	6. 3~4 6.10~11	14.1 2.0	98.9 270.
〃	23.0	8.30	9.18	1.1±1.0	4.5	40.4	8.21~30	38.1	17.3
〃	20.5	10. 6	10. 9	1.8±1.0	7.2	47.0	10. 5~6	48.2	14.5
〃	10.5	12.22	12.24	0.6±1.0	2.4	51.0	12.11~21	30.6	53.0
〃	6.5	41. 2. 9	2.12	0.6±0.9	1.9	43.7	2. 1~7	3.7	44.8
福江天水	27.0	40. 7.19	9.18	6.4±1.2	26.0	51.0	7.14~19	17.8	29.8
〃	22.0	10.12	10.25	3.4±1.3	13.3	70.5	10. 5~7	48.2	14.5
〃	9.0	41. 1.11	1.18	3.6±1.4	15.9	101.3	1. 3~11	24.1	57.1
雲仙天水	23.0	40. 7.28	9.18	8.7±1.4	35.1	38.6	7.21~24	20.6	29.2
〃	10.0	10.19	10.25	2.5±1.3	8.7	33.5	10.12~19	26.4	32.2
〃	5.5	12.22	12.24	3.2±1.3	11.8	38.4	12.11~21	30.6	53.0

表5 土 壌 の 放 射 能 測 定 値

採取地: 長崎市家野町19の15, 深さ0~4.5cm, HCℓ抽出法

種 類	採取年月日	測定月日	沈澱灰化物 500mg当 cpm	沈澱灰化物 重 (試料) 20g当 g	乾燥試料 g当 cpm	放射能強度	
						乾燥試料 g pCi	mCi / Km ²
草 地	40. 8.15	10. 6	6.7±1.7	1.95	1.3	5.4	293.
裸 地	40.12.13	12. 17	3.2±1.4	1.03	0.33	1.5	83.6

表6 農畜産物の放射能測定値

牛乳(原乳):採取場所;長崎市矢の平町,採取量200g

採取年月日	測定月日	生体水分 %	生体当分 灰 %	灰分中 K %	試料計数率 (含K, 灰分) 500mg当 cpm	放射能強度(除K)	
						灰分500mg当 pCi	生体1g当 pCi
40.5.13	5.18	87.3	0.74	19.1	16.9±1.6	12.9	0.19
7.7	9.17	87.4	0.77	19.6	18.3±1.6	11.0	0.17
9.8	9.25	87.7	0.78	20.5	18.6±1.6	9.5	0.15
11.1	11.12	87.6	0.72	21.8	20.2±1.6	8.8	0.13
41.1.10	1.18	87.8	0.76	19.7	17.6±1.6	12.0	0.18
3.1	3.8	87.1	0.94	15.1	15.5±1.5	8.2	0.15

果実(みかん果肉):A;温州みかん;B;夏みかん

種類	採取地	採取年月日	測定月日	生体水分 %	生体当分 灰 %	灰分中 K %	試料計数率 (含K, 灰分) 500mg当 cpm	放射能強度(除K)	
								灰分500mg当 pCi	生体1g当 pCi
A	島原市	40.11.26	12.8	91.0	0.75	16.4	12.8±2.0	2.0	0.030
A	大原市	〃	〃	90.3	0.74	16.4	13.7±2.0	6.6	0.098
B	島原市	41.2.8	2.17	91.9	0.74	20.0	17.5±2.0	6.8	0.101
B	大原市	〃	〃	92.3	0.77	20.2	16.6±2.0	1.5	0.023

これ等の成績によると,土壤,農畜産物等への放射性物質の取込状況は,本県における全β放射能測定成績とはほぼ一致した傾向を示しており,38年以降の蓄積量は概ね横這状態にあるとは云え,少く共37年以前の数倍量の高いレベルに達していることは事実である。しかも今なお,成層圏に滞留しているフォールアウトの緩やかな降下に伴い,地上への長寿命核種の蓄積が今後ますます増大して行くであろうことを疑う余地はない。

我々にとって,さらに重大な関心事は人体への蓄積状況の推移である。放医研の調査⁸⁾⁹⁾によれば,日本人の骨中のSr-90は表8のように,各年令層において,ここ数年来上昇を続けており,特に38年以降の増加率は全般的に大で,就中Caの沈着が著しい発育期の0~4才群にあってはその傾向が顕著で,39年にはSr-90レベルは5pCi/g Caに達すると共に前年比2.5

倍という従来にない最高の伸びを示し,甚だ注目すべき現象を呈している。

また,毎日の食生活を通じて体内へ取込む放射性物質の指標として重要な意義がある日常食について,年間夏季(6~7月),冬季(11~12月)の2回,1日10人分を1グループとして分析した成績¹⁰⁾¹¹⁾によると,長崎県の日常食のSr-90およびCs-137は,全国平均値に較べ農村成人群ではかなり高いレベルにあるが,都市成人,農村小児の2群では低い値を示している(表9)。さらに,昭和38年から39年にかけての年別変化は3群共にSr-90ではかなりの上昇を見せているが,Cs-137では,むしろやや減少しており,この傾向は全国平均値でも全く同じである。長崎県の日常食については短期の測定記録しかないので,比較的長期にわたり調査されている石川県と北海道の都市および農

表7 牛乳のSr-90およびCs-137

(浅利,千葉,黒田のデータより)

年別	Sr-90 pCi/l			Cs-137 pCi/l		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均
昭和36年	7.7	3.6	5.26	48	19	31.4
37年	31.	1.1	8.71	558	18	70.4
38年	61.3	1.3	15.22	470	19	112.4
39年	36.0	5.0	15.05	215	40	94.7

表8 日本人骨中のSr-90

(佐伯,田中,富川等のデータより)

年別	Sr-90 pCi/g Ca			
	胎児 ^A	0~4才	5~19才	20才以上
昭和35年	—	1.00	0.90	0.58
36年	1.43	1.36	1.38	0.41
37年	0.88	1.66	1.38	0.45
38年	1.36	2.01	1.41	0.41
39年	1.99	5.09	2.85	0.86

表9 日常食の Sr-90, Cs-137の平均値
(pCi/day/person)
(浅利, 千葉, 黒田等のデータより)

区分 採取地 群	長崎県 (平均値)			全国 (平均値)			
	長崎市		西彼杵郡 時津町	19都道府県			
	都市 成人	農村 成人	農村 小供	都市 成人	農村 成人	農村 小供	
38年	Sr-90	6.6	18.6	8.1	13.6	15.3	9.7
	Cs-137	49.8	92.0	31.0	70.7	60.1	43.7
39年	Sr-90	11.4	22.2	9.5	17.6	21.2	12.5
	Cs-137	43.0	82.9	26.3	52.3	54.3	34.9

村の成人食¹²⁾¹³⁾に例をとると、図4に示すように、年別変動がやや大きいとは云え、昭和35, 36年頃に比すれば、最近は Sr-90, Cs-137共に相当レベルが上昇していることが判る。

このように、土壌、生物体その他への放射性物質の取込が、ここ2,3年来不変または上昇の傾向にあるのは、長寿命核種の地上への降下量と地層の深層部または海洋への流亡量とが平衡的乃至後者が小であることによると推定されるから、今後地上への降下量が激減しない限り、この状態はなお継続するであろう。

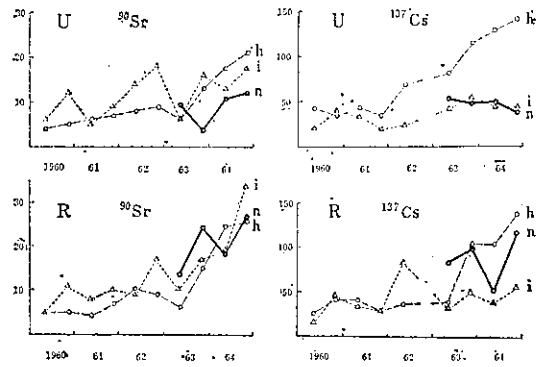


図4 日常食の Sr-90, Cs-137
(pCi/day/person)

U: 都市成人, R: 農村成人, n: 長崎県
i: 石川県, h: 北海道

水産物は40年度には6種の魚類につき調査した結果(表10)、全β放射能(生体g当pCi)は全平均が0.13で、品種別では“しばだい”0.28, “えそ”0.17, “なべだい”0.12, “かわはぎ”0.12, “あらかぶ”0.07, “いか”0.05である。

また、海水(長崎港)の測定成績は表11のとおりで、年間平均は0.85 pCi/lであり、佐世保港(0.7~1.2 pCi/l)¹⁴⁾、東支那海(0.4~2.0 pCi/l)¹⁵⁾の値と殆んど変わらない。

総 括

昭和40年4月以降1ケ年間、長崎県内の雨水、塵、陸水、土壌、食品等の全β放射能を測定し、地上への

降下放射能による汚染およびその蓄積の状況を調べると共に、過去の記録との比較を行った。

表10 水産物の放射能測定値

採取地: 佐世保市相浦地先海域

種類	部 分	採取年月日	測定月日	生体水分 %	生体当 灰分 %	灰分中 K %	試料計数率 (含K, 灰分) 500mg当 cpm	放射能強度(除K)	
								灰分 1g当 pCi	生体 1g当 pCi
あらかぶ	可食部(肉,皮)	40.6.9	9.17	79.6	2.15	13.1	11.1±1.5	2.8	0.06
かわはぎ	〃(肉)	〃	〃	80.1	1.27	24.8	21.9±1.7	14.2	0.18
なべだい	〃(肉,皮)	〃	〃	82.2	1.26	21.0	18.6±1.6	11.2	0.14
しばだい	〃(〃)	〃	〃	78.4	1.56	21.2	19.8±1.6	23.8	0.37
えそ	〃(〃)	〃	〃	80.0	1.44	22.0	18.2±1.6	2.9	0.04
いか	〃(身,足)	〃	〃	80.2	1.48	15.7	13.0±1.5	2.9	0.04
あらかぶ	〃(肉,皮)	40.11.8	12.6	79.9	1.80	15.3	13.5±1.5	4.6	0.08
かわはぎ	〃(肉)	〃	〃	81.6	1.06	20.7	18.1±1.6	5.5	0.06
なべだい	〃(肉,皮)	〃	〃	81.3	1.59	20.4	17.9±1.6	6.4	0.10
しばだい	〃(〃)	〃	〃	82.4	1.60	19.2	17.5±1.6	11.0	0.18
えそ	〃(〃)	〃	〃	79.2	2.02	14.6	13.9±1.5	14.6	0.30
いか	〃(〃)	〃	〃	80.4	1.63	16.7	14.4±1.5	2.7	0.05

表11 海水の放射能測定値

採水地点	緯度	経度	
A:長崎外港埠頭南端;	N32°42'12";	E129°51'07"	
B:長崎外港埠頭北端;	N32°42'36";	E129°51'08"	深度 0 m
C:長崎港口女神検疫所前;	N32°43'00";	E129°51'10"	試料採取量 5.0 ℓ

地点	採水年月日	測定月日	試料計数率 cpm/ℓ	放射能強度 pCi/ℓ	pH	水温 °C	塩素量 Cl/%
A	40. 4. 27	5.21	0.32±0.20	1.2	8.3	16.0	19.3
B	〃	〃	0.34±0.20	1.2	8.3	16.0	19.4
C	〃	〃	0.38±0.20	1.4	8.1	16.5	18.3
A	40. 7. 23	9.18	0.20±0.20	0.68	8.3	26.2	18.5
B	〃	〃	0.24±0.20	0.81	8.3	26.2	18.4
C	〃	〃	0.26±0.20	0.88	8.3	26.4	18.0
A	40. 10. 28	11.12	0.18±0.17	0.60	8.4	19.0	18.7
B	〃	〃	0.22±0.17	0.74	8.4	19.0	18.5
C	〃	〃	0.28±0.17	0.94	8.4	19.5	18.8
A	41. 1. 24	2. 7	0.18±0.15	0.61	8.4	13.4	19.1
B	〃	〃	0.16±0.15	0.54	8.4	13.5	19.0
C	〃	〃	0.16±0.15	0.54	8.4	13.3	19.1

この期間には、5月14日中共の第2回核爆発実験があり、その影響は5月20日の雨水に現われ、全β放射能9.5 pCi/mlを観測したが、浮遊塵では第1回の中共核爆発の際のような顕著なピークは認められなかった。

年間を通じてのフォールアウト降下は月別では最高が5月の33.6mCi/Km²/month、最低が1月の2.1mCi/Km²/monthで、春先に高く、秋口から冬にかけて低い傾向はここ数年来変わらず、また月平均は10.7mCi/Km²/monthで、前年度に較べ51%減少している。

浮遊塵の全平均値は2.1 pCi/m³で、前年度より39%減である。

陸水にあつては、上水が6~7 pCi/ℓを示し前年より僅かに高くなっているのに対し、天水は18pCi/ℓ程度で前年と殆んど変わらない。

土壌、牛乳および果実も平均値が、それぞれ3.5、0.16および0.06pCi/gであり、前年と変りがない。

海水は平均0.85pCi/ℓで、佐世保港や東支那海の値と同程度であり、魚類は6種の全平均が0.13pCi/gであった。

文 献

- 1) 村山信彦, 神山 基, 藤本 博, 大越延夫: 1965年の核爆発からのフォールアウト. 第7回放射能調査研究成果発表会論文集(科学技術庁)9, Nov. 1965.
- 2) 寺田精介, 伴与一郎, 山口道雄: 長崎県における放射能汚染(昭和39年度). 本誌VI, 48, 1965.
- 3) 三宅泰雄, 猿橋勝子, 杉村行勇, 葛城幸雄, 金沢照子: 中共第2回核実験の放射性降下物について. 第7回放射能調査研究成果発表会論文集 6, Nov. 1965.
- 4) 三宅泰雄, 葛城幸雄: 日本におけるCs-137およびSr-90降下. 同上論文集 19, Nov. 1965.
- 5) Y. Miyake, K. Saruhashi, Y. Katsuragi, T. Kanazawa: Monthly and cumulative deposition of Sr-90 and Cs-137. Radioactivity Survey Data in Japan No. 1, 1, Nov. 1963, No. 3, 1, May 1964, No. 6, 1, Feb. 1965.
- 6) 小林宏信, 石川美佐子, 津村昭人: 土壌および米麦のSr-90について. 第7回放射能調査研究成果発表会論文集 40, Nov. 1965.
- 7) T. Asari, M. Chiba, M. Kuroda: Sr-90 and Cs-137 in milk. Radioactivity Survey Data in Japan No. 1, 9, Nov. 1963, No. 3, 17, May 1964, No. 4, 28, Aug. 1964, No. 6, 18, Feb. 1965.
- 8) M. Saiki, G. Tanaka, T. Koyanagi, A. Tomikawa: Sr-90 in human bone. *Ibid.* No. 3, 25, May 1964.
- 9) 田中義一郎, 富川昭男, 大野 茂, 佐伯誠道: 人骨中のSr-90について. 第7回放射能調査研究成果

発表会論文集 145, Nov. 1965.

- 10) 浅利民弥, 千葉盛人, 黒田雅之, 檜山 繁, 高橋秀典, 中尾和三, 仁木幹夫, 山口久夫: 各種食品, 陸水, 雨水, 雨り, 土壌等の放射能調査. 同上論文集 142, Nov. 1965.
- 11) 分析化学研究所: 各種食品, 陸水, 雨り等の放射能調査資料. 昭和38年度. 42, 1964, 昭和39年度 14, 1965.
- 12) **T. Asari, M. Chiba, M. Kuroda**: Sr-90 and Cs-137 in total diet. Radioactivity Survey

Date in Japan. No.4, 20, Aug. 1964.

- 13) 佐伯誠道, 上田泰司, 鈴木 讓, 村越善次: 食品中の放射性物質. 第7回放射能調査研究成果発表会論文集 53, Nov. 1965.
- 14) 塩崎 愈, 背戸義郎, 三富齊忠, 小田勝之, 木村忠正, 長尾 裕: 佐世保, 横須賀港の海水, 海底土の全 β 放射能. 同上論文集 85, Nov. 1965.
- 15) 吉村広三, 鷲 猛, 杉野邦雄: 日本近海海水の全 β 放射能. 同上論文集 87, Nov. 1965.

遊泳用プールの水質と衛生管理の実態

長崎県衛生研究所 (所長：高橋克巳博士)

寺田 精介・伴 与一郎・山口 道雄・黒田 正彦

県衛生部環境衛生課 (課長：渋谷有明博士)

山 田 恭 三・山 内 清 継

Actualities of Water Quality and Hygienic Management at Swimming Pool

Seisuke TERADA, Yoichiro BAN, Michio YAMAGUCHI, Masahiko KURODA.

Nagasaki Prefectural Institute of Public Health

(Director : K. TAKAHASHI, M. D.)

Kyozo YAMADA and Kiyotsugu YAMAUCHI

Environment Sanitation Section, Public Health Bureau, Nagasaki Prefecture

(Chief : A. SHIBUE, M. D.)

緒 言

本県では、従来から遊泳は海水浴場を利用するのが常識であった関係から、遊泳用プールの施設は質量共に貧弱だったが、最近、体育の振興、遊泳による事故防止等の見地から、プールに対する関心が急速に高まり、ここ4、5年の間、特に学校プールの建設が急に盛んとなった。そこで、施設数の増加に伴い、プール

管理に関する行政指導が必要となってきたため、県衛生部環境衛生課の要請により基礎資料を集める目的で、昭和39、40両年の8月中旬に、県内18ヶ所のプールの施設、衛生管理および水質の実態について調査したので、その概要を報告する。

施設と管理の状況

1. 規模と利用状況

調査対象としたプールの容積は最小63 m^3 から最大1970 m^3 までで、300 m^3 未満の小型が6面、400~600 m^3 の中型が10面、600 m^3 以上の大型が3面で、約半数は中型である。入換式プールは概ね500 m^3 までで、それ以上は殆んど循環式であるが、最近建設されたプールは小型でも循環装置を備えたものが多くなっている。一般に、小学校では300 m^3 未満、中学校では400~500 m^3 、高校では概ね500 m^3 以上というように、学校プールが段階的であるのに対し、一般プールの規模は大きく相違

している。

高等学校では水泳部の練習、競技に主として利用されるので、入泳者が少なく(平均1日50人未満)、利用率(水量 m^3 当り、平均1日入泳者数で示す)は0.1以下であり、プール水汚染の機会が小である。一方、小、中学校では、水量が少ない上に、一般児童を対象とし1日数回の交代制で遊泳させるから、入泳者数が1日150~300人となり、利用率は0.4~1.9という高率で、汚染度が著しく大となる。一般プールのうち、事業所所有の施設では、社員とその家族のみに限定している

ところと町内会等に開放しているところとがあり、また公営施設では、一般市民に広く公開しており、それぞれ利用対象が異なるので、入泳者数に可成の差(1日平均100~1500人)があるが、利用率は0.6~1.6であり、全般的に高率である。

2. 附属衛生設備

シャワー、洗足場、休憩所、便所、更衣室等の附属設備は、一般プールでは、古い施設を除き概ね良好である。学校プールでは、上級校程良く整備され、小学校は不備である。最近、1、2年の間に開設された小

学校プール(CおよびJ小学校)で、建設の当初から専用便所、更衣室の附設計画が考慮されていないのは、今後のプール建設における問題点であろう。また、プールの衛生管理上、身体消毒槽の果す役割は非常に大きく、水の汚染を防止し、ひいては用水や消毒薬等の経費節減にもつながるだけに、この設備は推奨さるべき筈であるにもかかわらず、保有する施設が皆無なのは遺憾である。さらに、痰壺を備えた施設は公営Aプールのみで、この点も今後の課題である。なお、H高校プールは極めて古い施設であり、高校プー

表1 入換式プールの規模、利用状況および附属設備

プール名	水量 m ³	換水後 経過日数	入泳者数		更衣室	便所	休憩所	シャワー	洗足場	身体 消毒槽
			調査時	一日平均						
大村T小学校	80	3	28	150	○	×	×	○	○	×
世知原C中学校	530	3	130	400	○	○	×	×	×	×
佐世保M	450	* 5 ** 1	130 48	250	○	○	○	○	○	×
長崎N										
吉井Y	400	16	30	150	○	○	○	○	×	×
長崎H高校	490	1	0	50	×	×	×	○	×	×
江迎R一般	400	* 8 ** 10	31 0	300	○	○	○	△	×	×
吉井O										
佐世保K	500	7	67	300	○	○	○	○	○	×
〃 S	470	2	90	300	○	○	○	○	×	×
〃 W	63	1	76	100	○	○	○	○	×	×

* 昭和39年調査時
** 昭和40年調査時

○有、×なし、△有；使用せず。

表2 循環式プールの規模、利用状況および附属設備

プール名	水量 m ³	循環率 ターン/日 (実質 運転)	濾過方法	入泳者数		更衣室	便所	休憩所	シャワー	洗足場	身体 消毒槽
				調査時	一日平均						
大村C小学校	270	1.	珪藻土濾過	* 10 ** 24	300	×	×	○	○	○	×
諫早I	160	0.8	砂濾過	45	200	×	×	○	○	○	×
〃 J	220	1.5	砂濾過, 薬品処理?	45	250	×	×	○	○	○	×
佐世保S高校	1,600	0.8	砂濾過, 薬品処理	50	200	○	○	○	○	○	×
諫早I	630	0.9	〃	10	26	○	○	○	○	○	×
長崎N	490	1.	珪藻土濾過	* 20 ** 7	30	○	○	○	○	○	×
長崎 { A1一般 A2	{ 1,970 470	} 1.5	{ 砂濾過, 薬品処理	{ 0~570 0~320	} 1,500	○	○	○	○	○	×

* 昭和39年調査時
** 昭和40年調査時

○有、×なし。

ルとしては例外に属する。

各プールの規模、附属設備、利用状況等は一括して表1、2に表示する。

3. 用 水

公営AとC中学校のプール以外は水道水を用いている。公営Aプールは専用の地下水を使っているが、海岸に近いので塩素イオン量が高い。C中学校の用水は河川水である。

4. 換水と補給水

換水方法は入換式と循環式の2通りで、古いプールは入換式が多く、新しい施設では殆んど循環方式を採用している。

濾過方法は砂または珪藻土によるいずれかである。濾過機の循環能力は24時間当たり概ね2～3ターンするよう設計してあるが、実際の運転は昼間のプール使用時間内に限られるから、少ないところで1ターン未満、多いところでも1.5ターン程度と推定される。循環プールの補給水は200 m^3 クラスの小学校プールで4～10 m^3/d 程度、大型の2500 m^3 (プール2面)の公営Aプールで500 m^3/d である。

入換プールにおける用水使用期間は利用率や経費等

の関係から1日～16日と可成の差があるが、200～500 m^3 クラスでは1週間程度で入換えるところが多く、なかには使用中、毎日10 m^3 ～3日毎100 m^3 程、交換補水(一般RおよびOプール)しているプールもある。

5. プール水の消毒

循環プール水の消毒は塩素ガスの循環附属連続注入法を採っているが、概して注入量が不足である。C小学校では滅菌機故障のため、止むなくNaClO液の撒布(1日10 l を3回に分け投入)を行なっていたが、むしろ良い消毒効果をあげていた。

入換プールではNaClO液または晒粉液の撒布法を採っている。水量 m^3 当たり1日使用量は10% NaClO液では10～15 ml 、最高40 ml (Y中学校)、有効塩素25%晒粉では1～10 g であり、撒布回数も1日1～3回、または隔日撒布というから、全般的に消毒が不完全である。また、一般Rプールのごとく、換水の際、水道水(用水)にやや多目の塩素を注入し、以後残留塩素0.8ppmを含む水道水を毎日10 m^3 程度補給するだけでプール水そのものの消毒は全く行なっていない例もある。

プールの水質

1. 試料採取と検査の方法

プール水はスタート台角、中央部、ターン側角の対角線上の3点で、水面下0.5 m の中層より採水し、細菌検査用試料は現地で培養処理した。検査項目は水温、pH、濁度、残留塩素、 KMnO_4 消費量、大腸菌群、一般細菌数、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 Cl^- であり、検査方法は衛生試験法(日本薬学会)によった。成績の判定は原則として、昭和40年7月19日厚生省から示された遊泳用プールの水質基準により、また文部省学校環境衛生基準(昭和39年6月)¹⁾を参考とした。

2. 成績と考察

a. 入換式プール水

入換プールの平均水質は一括して表3に示す。厚生省水質基準に適格なプールは皆無であり、残留塩素と濁度で不適となるケースが多かった。特に残留塩素はY中学校で0.6ppm検出した以外は0.1ppm未満か、または全く検出されなかった。濁度は換水後の経過日数が5日以下のプールのみ5度以下であり、使用日数が5日を越えるか、またはそれ以内でも利用率が高いか、原水が不良(C中学校)の場合は7～17度であった。大腸菌群は昭和39年M中学校、昭和40年一般Oプ

ールが不適であり、また一般細菌数は消毒状況をよく反映し、残留塩素を認めないプールでは、いずれも200を越えている。pHは昭和39年C中学校、昭和40年Rプールが9.0以上で、これは緑藻類の繁殖による結果と思われる。 KMnO_4 消費量はRプールが14.3ppmを示したほかは8ppm以下であった。

このような現状から、入換式プールにあつては、消毒法に重点を置いた衛生管理の徹底した指導が特に望まれる。

b. 循環式プール水

循環プールの平均水質は表4に一括掲示する。循環式の場合も水質基準に適格のプールは全くない。ことに残留塩素0.4ppm以上を示すプールは皆無であり、I高校、CおよびI小学校で0.2～0.3ppmを検出したほかはいずれも0.1ppm以下であった。大腸菌群は限度以下であるが、一般細菌数は残留塩素を認めないプールの多くは200を越え、最高4,800である。濁度は全般的に良好で、正常に循環濾過が行なわれているところではすべて2度以下に保持されている。しかし、C小学校では昭和40年の調査の際、濾過機が不調のため、8度を示し、また一般Aの特にA₂プールでは循環

表3 入換式プールの利用率と平均水質

プール名	利用率 水量m ³ 当		pH	濁度	KMnO ₄ 消費量 ppm	遊離残留塩素(総残留塩素) ppm	大腸菌群10ml×5中陽性数	一般細菌数 ml当	NH ₃ -N ppm	Cl ⁻ ppm	調査年
	調査時入泳者数	一日平均入泳者数									
T小学校	0.4	1.9	7.5	3	4.6	0.01	0	7,200	(-)	34.3	39
C中学校	0.2	0.8	9.1	10	6.4	0.00	1	150,000	(+)	12.7	〃
M 〃	0.3	0.6	7.2	3	5.4	0.00	5	87,000	(+)	12.8	〃
M 〃	0.1	0.6	7.3	1	2.4	0.05(0.06)	0	1	(+)	20.9	40
N 〃	0	0.4	8.6	5	6.4	0.00	0	5,700	(+)	16.6	39
Y 〃	0.08	0.4	8.2	8	6.9	0.6 (0.8)	0	4	(-)	57.1	40
H高 校	0	0.1	7.0	1	1.4	0.07	0	18	(-)	18.2	〃
R一 般	0.08	0.8	7.9	8	6.5	0.00	2	630	(-)	15.4	39
R 〃	0	0.8	9.2	17	14.3	0.00	0	260	(+)	16.7	40
O 〃	0.4	1.0	8.3	7	3.9	0.00	3	730	(-)	17.9	〃
K 〃	0.1	0.6	7.4	7	7.5	0.00	1	250	(+)	18.5	〃
S 〃	0.2	0.6	7.1	9	6.7	0.05(0.1)	0	12	(+)	17.7	〃
W 〃	1.2	1.6	7.0	2	2.5	0.05(0.08)	0	250	(+)	17.6	〃

表4 循環式プールの利用率と平均水質

プール名	利用率 水量m ³ 当		pH	濁度	KMnO ₄ 消費量 ppm	遊離残留塩素(総残留塩素) ppm	大腸菌群10ml×5中陽性数	一般細菌数 ml当	NH ₃ -N ppm	Cl ⁻ ppm	調査年
	調査時入泳者数	一日平均入泳者数									
C小学校	0.04	1.1	3.8	1	4.3	0.05	0	190	0.16	159.	39
C 〃	0.09	1.1	5.5	8	4.1	0.2 (0.3)	0	5	(+)	118.	40
I 〃	0.3	1.3	4.9	2	5.9	0.2	0	12	(+)	69.1	39
J 〃	0.2	1.1	4.1	2	2.2	0.02(0.05)	0	3	(-)	129.	40
S高 校	0.03	0.1	6.8	1	3.2	0.00	0	1,100	(-)	20.9	39
I 〃	0.02	0.04	7.0	2	4.7	0.3	0	18	(-)	29.4	〃
N 〃	0.04	0.06	7.4	2	5.8	0.05	0	4,800	(+)	22.7	〃
N 〃	0.01	0.06	8.3	2	6.1	0.00	1	25	(+)	26.4	40
A ₁ 一般	{ * 0 **0.1 }	0.6	7.2	1	7.0	0.1	0	16	(-)	493.	} 39
			7.2	1	6.8	0.05	0	16	(-)	492.	
A ₂ 〃	{ * 0 **0.4 }	0.6	7.3	5	9.5	0.1	0	30	(-)	482.	} 〃
			7.4	6	10.6	0.00	0	190	(-)	483.	
A ₁ 〃	{ * 0.05 **0.3 }	0.6	7.4	1	9.8	0.00	0	59	(-)	814.	} 40
			7.3	2	14.3	0.05(0.15)	0	2	(-)	834.	
A ₂ 〃	{ * 0.1 **0.7 }	0.6	7.4	4	16.8	0.00	0	1,700	(+)	812.	} 〃
			7.8	4	21.0	0.00	1	1,900	(+)	847.	

* 開場直後(午前9時頃)

** 遊泳最盛時(午後3時頃)

が不十分であった。

一般Aは公営の施設で、本格的な水泳競技場として設計され、飛込、競泳（50m長水路）、練習（25m）のプール3面があつて、このうち、競泳用（A₁）、練習用（A₂）の2面を市民に公開しており、A₁はA₂の約4倍の容積である。排水の誘導パイプはA₁用が径20cm、A₂用が10cm管を布設、同一速度で循環させ、A₂の流量をA₁の4倍とし、循環が両者同率となるよう考慮されている。しかし、現実にはA₂の方が小型の割に入泳者数が多く、利用率はA₁の2～4倍にも達している。従つて、A₂用排水パイプの径の拡大、または流速の増大をはかり、流量をA₂:A₁=1:2～1としない限り、A₂プールの水質改善は困難である。

次に、KMnO₄消費量は、利用率が高いか、または補給水不足のプールでは入換式における換水3～10日

後の値（3～6ppm）とほぼ同程度となつており、特に公開プールとして利用度の高いA施設では10ppm以上の高値を示し、就中A₂プールの多数入泳時には21ppmにも達し、水質基準の限度を越える。pHは循環水の薬品処理（硫酸バンドとソーダ灰）を行なっているA施設や利用率の低い高校プールでは概ね中性を保持しているが、利用率の高い小学校プール（C、I、J各小学校）では3.8～5.5を示し、明らかに不適当である。酸性水は眼など粘膜部の刺激要因となる可能性がある。用水の十分な補給および薬品処理によるpH調整を計る必要があらう。

一般に循環式プールでは薬品処理—循環濾過—消毒—水質—用水補給という機械の操作、管理等の技術面における総合的な監視および適確な判断を欠くために水質の劣化を招いていることが多く、プール管理者の管理技術の習熟が先決と考えられる。

プールの管理の問題点

今回の調査成績によると、既述のようにプールの施設および維持管理に多くの問題点を含んでいるので、これらを整理し、今後改善すべき事項を2、3指摘して置きたい。

1. 施設設備

便所、更衣室を欠くプールでは速かな附設が必要である。水泳中は身体が冷え、尿意を催すことが多く、入泳者1人当りの排泄尿量は60mlと云われている²⁾ので、特に保健衛生教育が徹底しにくい小学校における専用便所の設置は緊急を要する。従つて、今後の新設プールについては付設設備として、シャワー、足洗場のほか、専用便所、更衣室等の設置を必須条件として考慮すべきであり、さらにプールを媒体とする伝染病予防の立場から、身体消毒槽、痰壺、洗面所、洗眼所の設置も推奨したい。

2. 入換式プール

水の濁度は汚染度を示す簡易指標であり、入換プールでは濁度で不適となるケースが多いので、プール底の白線が明確に透視できない状態となれば、速かに換水すべきで、通常、利用率0.6～1.0では、少く共5日以内に換水し、さらに使用中相当量の用水補充が望ましい。

3. 循環式プール

循環式プールでは可溶性有機物の蓄積で、水質が悪化し、遊離残留塩素が消費され、消毒効果が上り難くなるのが考えられるので、利用率の高いプールでは

毎日、相当量の用水交換が必要であり、また出来る限り薬品処理により濾過効率の向上と水質の保全に努めなければならない。

なお、高利用率のプールで、循環濾過装置、滅菌機をフル運転してもなお水質が改善されない際は、機械設備の改善および補設により能力が充分果されるよう措置すべきである。

4. プール水の消毒

主な病原菌は水中で、遊離残留塩素0.1ppmでは5分間以内、0.2ppmでは瞬時～30秒内に概ね死滅するから、0.2ppmの塩素で、殺菌効果が充分期待できるが、プールの場合には有機物やアンモニアが多いため、安全率を考えて0.4ppmを常時保持するよう規定されている²⁾。最近のプール性疾患は細菌性よりも、むしろ adeno virus による感染症が重視されており、さきに岐阜市および多治見市で、高度晒粉液の連続注入（Cl₂ 0.4ppm 保持）によるプールの消毒効果を、消毒実施プールと非実施プール別に比較した結果によると、プールによる疾病罹患率は非実施プールが3.8～5.1%であるのに対し、実施プールでは0～0.2%となり、塩素消毒の有効性が改めて立証された³⁾。

このように、消毒はプールの衛生管理のなかで最も重要な作業であるが、今回の調査結果では甚だ寒心すべき実態にあるので、次に塩素消毒時における所要薬剤の標準例を参考までに掲示する。これは水量400m³のプールで、晴天時1日8時間入泳するとき、残留塩

素を終日0.4ppmに保持する場合の例であり、天候による残留塩素消費量³⁾、日照時、時間当り0.5~0.6ppm、曇天時、0.2~0.3ppmを参考とし、最高の0.6ppmを採って計算に用いた。

a. 晒粉(有効塩素25%)の場合

1日所要量	8.3Kg
遊泳開始前の投入量	1.6Kg
その後、1時間経過毎の補充量	0.96Kg/h

b. 高度晒粉(有効塩素60%)の場合

1日所要量	3.5Kg
遊泳開始前の投入量	0.67Kg
その後、1時間経過毎の補充量	0.40Kg/h

c. 次亜塩素酸ナトリウム液(10%)の場合

1日所要量	20.8Kg
遊泳開始前の投入量	4.0 Kg
その後、1時間経過毎の補充量	2.4 Kg/h

d. 塩素

1日所要量	2.3Kg
遊泳開始前1時間の注入量	0.64Kg/h
遊泳開始後、毎時注入量	0.24Kg/h

aとbは水溶液とし、静置後の上澄液を用い、撒布法または連続注入法によりプール水を消毒する。cはそのまま、撒布または連続注入する。dは循環式付属注入法による。

総

県内18ヶ所の遊泳プールについて水質と管理の実態を調べた結果、高校プールは施設、管理共にほぼ良好で、また利用率が低いため水の汚染度も小であるが、小、中学校および一般プールは付属衛生設備に不備な点があり、また衛生管理の状況は必ずしも良好とは云えない。プール水の消毒は全般的に不十分である。入換式プールでは換水後の使用日数が長く、著しい濁りを認めるものが多い。循環式では、濁りが良く除去さ

文

- 1) 元 山 正：学校水泳プールの衛生管理。用水と廃水 7(4) 269, 1965.
- 2) 日本薬学会：プール水試験法。衛生試験法注解 723p, 金原出版, 東京, 1965.

括

れるため、見かけの清潔さに安心し、用水補給、消毒、水質の保全が不十分となり、水質を悪化させる例がある。また、利用率の高い公営プール(循環式)では機械の浄化能力が汚染の進行度を下廻り、水質を劣化させている例があつた。さらに、この調査結果にもとずき、今後、指導および改善を要する2, 3の事項を指摘し、その措置方法について記述した。

献

- 3) 小 瀬 洋 喜：水泳場水の衛生(公共浴用水の衛生化学シンポジウム)。第17回日本薬学大会講演要旨 75p, 金沢市, 1963.

長崎市のし尿浄化槽の実態

長崎県衛生研究所（所長：高橋克巳博士）

山 口 道 雄

長崎市下水処理場（場長：寺下杉太郎）

野 見 山 季 治

Status of Septic Tank in Nagasaki City.

Michio YAMAGUCHI

Nagasaki Prefectural Institute of Public Health

(Director : K. TAKAHASHI, M. D.)

Sueharu NOMIYAMA

Nagasaki Municipal Sewage Treatment Plant

(Chief : S. TERASHITA)

は じ め に

便所を水洗化する場合、下水道が布設されていない地域ではし尿浄化槽による処理を行ない放流しなければならぬ。

し尿浄化槽の構造については建築基準法施行令第32条に規定されているが、その構造、機能、維持管理が不十分であるため、各地の調査報告¹⁾²⁾をみても放流水の水質は良好とは言えず生活環境悪化の一因となっている。

長崎市内のし尿浄化槽の設置状況は昭和38年1月現在で保健所へ届出られた数は740である。一方、下水道の状況を見ると布設が開始されたのは昭和27年4月からであり、市内中央部から周辺へと徐々に広げられ

つつある。下水処理はずっと遅れ昭和36年12月から一部分（排水人口2,000）の沈澱、消毒による簡易処理が開始され、昭和40年6月以後活性汚泥による高級処理（排水人口30,000）へ転換された。

著者らは昭和35年から昭和39年までの5年間、長崎市内河川および港湾の水質汚濁調査³⁾を行なつて来たが、市内には大規模な工場排水はなく汚濁源は家庭下水であり、し尿浄化槽を、家庭下水を把握するための一指標として取り上げて調査を行なつた。またし尿浄化槽について各種の調査報告があるが、一地域のし尿浄化槽の実態に関する報告例は少ないのでここにその概要を述べる。

設 置 状 況 に つ い て

1. 型 式 別

し尿浄化槽は構造上から標準型と特殊型に大別される。標準型は建築基準法およびJ I Sに規定されたものであり、腐敗槽、予備濾過槽、酸化槽、消毒槽からなり、酸化槽は散水濾床の形式となっている。特殊型は標準型の構造を一部分または大部分変更したものの

総称であり、腐敗槽には固形物と洗浄水とを分ける分離器、酸化槽は流路形式の平面酸化がその特徴となつており種々の形式が作られている。長崎市内では約15種類がある。長崎市内におけるし尿浄化槽の型式別容積および設置数を表1、表2に示す。

し尿浄化槽の昭和38年1月現在における総数は740

であり、総容積は約94,000人槽である。設置数の内訳は標準型310、特殊型430である。

標準型の総容積は特殊型の総容積よりも大きく、全体の60%を占めており、従って平均容積も標準型は180人槽と特殊型の2倍となっている。

設置数を全体的にみると、49人槽以下が33.6%であり容積が大きくなるに従って減少している。700人槽以上の大容積は僅か2%にしか過ぎない。また99人槽以下が過半数を占めている。

型式別の状況をみると、特殊型は49人槽以下33.5%、

表1 し尿浄化槽型式別容積
(昭和38年1月現在)

項 目 型 式	設置数	容積(人槽)	容積%	平均容積
標準型	310	55,655	59.5	180
特殊型	430	38,024	40.5	90
全 体	740	93,679	100	127

表2 し尿浄化槽型式別設置数

容 積(人槽)	<19	20-49	50-99	100-199	200-399	400-699	700<	合 計	%
標準型	6	54	71	71	61	35	12	310	41.9
特殊型	16	172	119	59	53	8	3	430	58.1
合 計	22	226	190	130	114	43	15	740	100
%	3.0	30.5	25.7	17.6	15.4	5.8	2.0	100	

表3 し尿浄化槽用途別設置数

容 積(人槽)	<19	20-49	50-99	100-199	200-399	400-699	700<	合 計	%
個人住宅	16	98						114	15.4
集団住宅		4	25	35	24	5		93	12.6
寮	2	5	15	4	2			28	3.8
旅館		17	31	5	4	1		58	7.8
ビル				3	1		1	5	0.7
事業所	4	72	80	35	25	8	2	226	30.6
料理・飲食店		8	13	3	3			27	3.7
劇場			1	3	7	2	1	14	1.9
市場			1		1	1		3	0.4
病院		8	2	14	9	3		37	5.0
官公庁		9	16	8	12	1	4	50	6.8
学校		3	3	17	19	20	5	67	9.1
集会所		2	1	1	3	2	1	10	1.4
待合所			1	2	4		1	8	1.1

99人槽以下59.2%であり、標準型の49人槽以下19.4%、99人槽以下42.3%と比較すれば、特殊型には小容積のし尿浄化槽が多く、大容積は少ない傾向にある。

2. 用 途 別

し尿浄化槽の用途別設置数を表3に示す。

最も多く設置されているのは事業所(工場、事務所、商店)の30.6%であり、槽容積の範囲は19人槽以下から700人槽以上と用途別では最も広範囲である。個人住宅は15.4%と設置数は多いが槽容積は総て49人槽以下である。集団住宅は12.6%と設置数は個人住宅に次ぐが、容積はその性質上20~699人槽の範囲にある。官公庁、学校では20人槽以上であり、分布状態は両者とも同様な状態にある。

し尿浄化槽を汚濁源としてみる場合には、放流水の流量は一定したものではなく時間変動が大きい。従って水質も流量によって左右されて来るので排出される汚物量を知るためには使用人員を正確に知ることが必要である。

しかし、この調査は事実上不可能であるから、し尿浄化槽の容積をもって大まかな汚濁源としての単位と

表4 し尿浄化槽用途別容積

容積(人槽)	<19	20-94	50-99	100-199	200-399	400-699	700<	合計	%	平均容積
個人住宅	243	2,400						2,643	2.8	23
集団住宅		120	1,450	3,970	5,710	2,200		13,450	14.4	145
寮	30	130	815	500	400			1,875	2.0	67
旅館		550	1,640	570	820	400		3,985	4.3	69
ビル				400	200		1,000	1,600	1.7	320
事業所	55	2,061	4,615	4,340	6,240	3,750	2,200	23,261	24.9	103
料理・飲食店		215	680	400	750			2,045	2.2	76
劇場			50	450	1,660	1,000	700	3,860	4.1	276
市場			130	100	200	500		930	1.0	310
病院		230	180	1,865	2,040	1,400		5,715	6.1	154
官公庁		260	910	1,050	2,650	600	3,720	9,190	9.8	184
学校		90	190	1,800	4,675	9,050	4,300	20,105	21.5	300
集会所		70	50	100	750	1,000	1,000	2,970	3.2	297
待合所				150	900		1,000	2,050	2.2	256
合計	328	6,131	10,710	15,695	27,395	19,500	13,920	93,679	100.2	
%	0.4	6.5	11.4	16.8	29.2	20.8	14.9	100.0		

看做し用途別容積を示すと表4の如くである。

設置された容積の合計量が最も大きいのは200~399人槽の29.2%であり、以下400~699人槽20.8%、100~199人槽10.8%、700人槽以上14.9%と大容積のし尿浄化槽が上位を占めている。

設置数との関係を見ると49人槽以下の設置数は全体の33.6%であるが、容積は全体の僅か6.9%にしか過ぎない。

また、99人槽以下は設置数59.3%で容積は18.3%となっている。

用途別の容積は事業所が設置数と同様に最も大きく24.9%、以下学校21.5%、集団住宅14.4%、官公庁9.8%の順である。個人住宅は設置数では15.4%であるが容積は僅か2.8%にしか過ぎない。

次に用途別の平均容積をみると最小は個人住宅の23

表5 し尿浄化槽河川流域別設置数

用途	河川	浦上川	中島川	銅座川	大浦川	岩原川	港
個人住宅		24	42	27	1	13	7
集団住宅		67	8	4	1	1	12
寮		9	10	2	4		3
旅館		2	9	23	1	8	15
ビル		1	2			2	
事業所		35	55	25	6	17	88
料理・飲食店			5	17			5
劇場		1	6	4	2	1	
市場							3
病院		25	3		4		5
官公庁		13	18	2	5	4	8
学校		40	12	6	6	1	2
集会所		3	4	1		2	
待合所		3		2			3
合計		223	174	113	30	49	151
%		30.2	23.5	15.3	4.1	6.6	20.4

人槽，最大はビルの320人槽である。全体を大別してみると次のごとくになり，用途によって容積を知る大まかな目安とすることが出来よう。

平均容積（人槽）	用 途
49以下	個人住宅
50～99	寮，旅館，料理飲食店
100～199	事業所，集団住宅，病院，官公庁
200～400	待合所，劇場，集会所，学校，市場 ビル

3. 河 川 別

地域的な浄化槽の設置状況を知るために各河川流域別の設置数を表5に示す。

浦上川は住宅地域であるため公営アパート，学校等が多く，大学病院もあるので設置数は集団住宅67，学校40，病院25と他河川よりも多く，設置数は全体の30.2%である。

中島川は上流が住宅地域であり，下流は繁華街である。主なものは事業所55，個人住宅42，官公庁18であり，個人住宅，官公庁の設置数は他河川よりも多い。

銅座川は中島川の川口近くで合流しており，上流は住宅地域，下流は繁華街である。従って旅館23，料理飲食店17等は地域の特性を表わし，他河川よりも多くなっている。

中島川，銅座川流域を合計すると全体の38.8%となり，浦上川よりも少し多い設置数となる。

大浦川は設置数が少なく，僅かに全体の4.1%である。岩原川は暗渠化されており，全体の6.6%である。

港は沿岸の設置数で全体の20.4%を占めている。主なものは三菱造船所，三菱電機等事業所関係の88，旅館15，集団住宅12である。

次に河川流域別容積を表6に示す。

各河川の容積は設置数と大体同じ様な傾向にある。浦上川は32,000人槽であり，このうち65.6%は集団住宅，学校によるものである。

中島川は20,000人槽である。主なものは官公庁，学校，事業所等であり，これらで64.3%を占めている。

銅座川は12,500人槽である。主なものは事業所，学校等であるが，旅館，料理飲食店の容積は設置数が多いだけに1,300人槽となっている。

中島川，銅座川流域の容積を合計すると32,000人槽となり，設置数と同様に容積も浦上川流域と同じ程度となる。

港は20,000人槽である。このうち55.4%を事業所が占めている。

大浦川，岩原川は全容積の各々約5%程度にしか過ぎない。

し尿浄化槽の町別容積の分布状況を図1に示す。

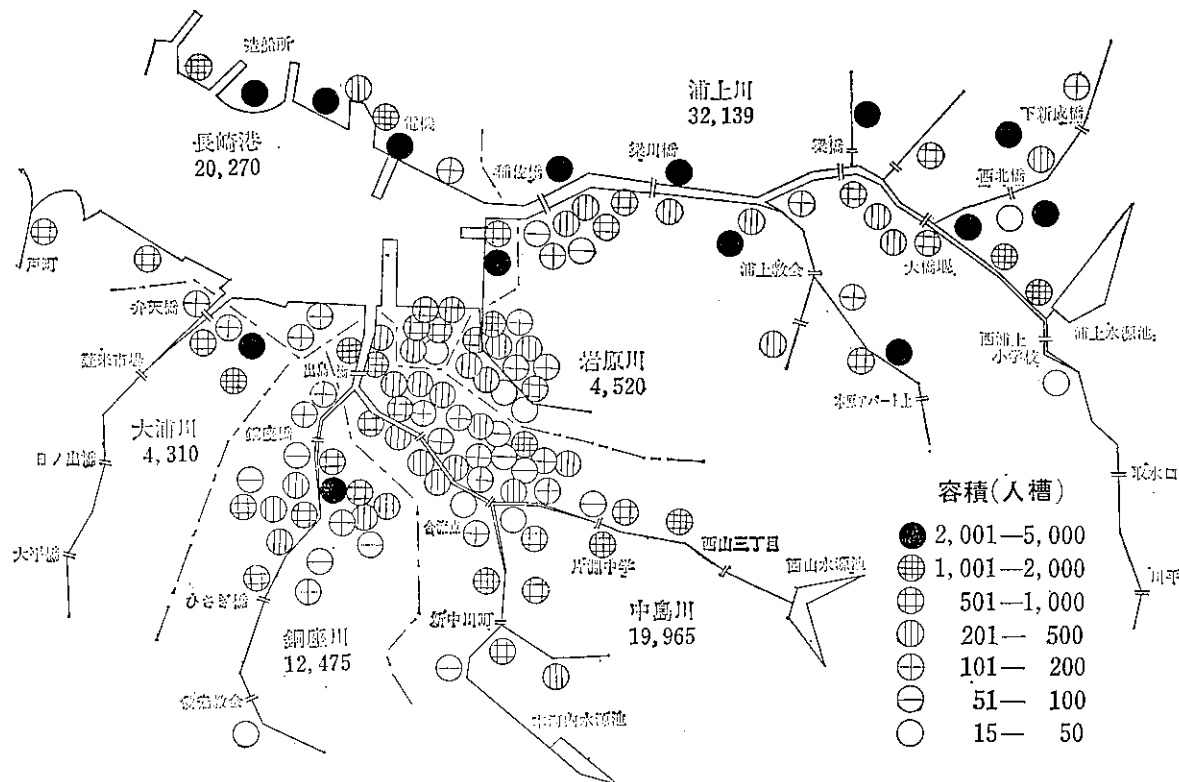
浦上川は集団住宅，学校が多いので大容積2,001～5,000人槽が多い。しかし面積が広いので分布はまばらである。中島川，銅座川は総容積は浦上川と同じ程度であるが，図の様に面積が狭いので密集した状態にある。また上流にも相当数設置されていることがわかる。

大浦川は川口付近に僅少であり，港では三菱造船所三菱電機がある西海岸に大部分が設置されている。

表6 し尿浄化槽河川流域別容積（人槽）

河川 用途	浦上川	中島川	銅座川	大浦川	岩原川	港
個人住宅	558	960	605	20	320	180
集団住宅	10,460	710	470	50	50	1,710
寮	650	645	110	340		130
旅館	260	465	1,310	50	850	1,050
ビル	100	350			1,150	
事業所	2,126	3,905	4,070	240	1,180	11,740
料理・飲食店		330	1,315			400
劇場	230	1,050	1,830	600	150	
市場			150			780
病院	3,585	840		650		640
官公庁	1,950	4,580	290	880	500	990
学校	10,570	4,380	2,275	1,480	200	1,200
集会所	1,050	1,750	50		120	
待合所	600					1,450
合計	32,139	19,965	12,475	4,310	4,520	20,270
%	34.3	21.3	13.3	4.6	4.8	21.6

図1 し尿浄化槽町別容積（昭和38年1月現在）



維持, 管理状況について

し尿浄化槽の構造はもちろん維持管理状況も放流水の水質に影響する。清掃法施行規則第9条には年1回以上し尿浄化槽を掃除し、洗浄水は一般住宅、旅館等1人1日25ℓ以上、興行場、事業所等では1回2ℓ以上使用し、酸化槽への1日1人30ℓ以上の注水、放流水の消毒等を規定してある。

しかし、これ等の規定については設置者の関心が薄く、し尿浄化槽には何等の管理も必要でないと考えている者が多い。また洗浄水、注水等については水道料金支払いとの関係から出来るだけ少なく使おうとする傾向がある。特に酸化槽への注水は殆んど行なわれていない。

昭和34年に長崎、佐世保市内で行なった維持管理状況の調査⁴⁾ではし尿浄化槽に何等かの障害が認められたものは23%もあり、その状況は次の如くである。

調査数 57槽
障害あるもの 13槽

- 内訳 腐敗槽 1
- 酸化槽 6
- ポンプ 3 (10台中)
- 漏水 3

最も障害が多い部分は酸化槽であり、流水が一方に片寄って流れたり、異物混入で止水したり、空気の流通が全く無いもの、臭突が無いもの等である。ポンプは湿気が多いため故障し易く管理も悪いので、長期間放置されて止水している槽もある。漏水は工事が不良であったために槽に割れ目が生じ、海岸では外部から海水侵入の例もある。

放流水の消毒を行っていたのは全体の約23%であるが、薬液の濃度が薄いか、或は点滴装置が詰まっているため、消毒効果は全く期待されない。また一部で紫外線殺菌灯による消毒を行っているが、これも湿気により電気器具が痛められて長期に涉つてはその保持が困難である。⁴⁾

放流水について

1. 試験方法

放流水の水質試験は下水試験法⁵⁾に従って行なった。アンモニア性窒素(NH₄-N)アルブミノイド窒

素(AIb-N)は試験方法に疑問があり、規定通りではNH₄-Nは完全に溜出せず、その後蒸溜するAlb-Nに加わる傾向があるので両者を合計したものを掲げ

表7 し尿浄化槽放流水試験成績

容積(人槽)		<49		50-99		100-199		200-399		400-699		700<		全体	
検体数	標準型	13		20		23		12		11		7		86	
	特殊型	57		45		40		46		13		0		201	
	全体	70		65		63		58		24		7		287	
平均値M, 標準誤差SM				M	SM	M	SM	M	SM	M	SM	M	SM	M	SM
透視度 (cm)	標準型	3.7	0.8	9.8	2.7	6.5	1.1	7.2	1.9	5.6	0.6	3.3	0.8	6.5	0.5
	特殊型	9.2	1.4	7.2	1.4	9.6	1.6	7.2	1.4	6.5	0.9	3.3	0.8	8.2	0.7
	全体	8.2	1.2	8.0	1.3	8.5	1.1	7.2	1.2	6.1	1.8	3.3	0.8	7.7	0.5
pH	標準型	7.9	0.14	7.5	0.13	7.4	0.08	7.5	0.14	7.4	0.11	7.4	0.18	7.5	0.06
	特殊型	7.6	0.08	7.6	0.08	7.5	0.16	7.5	0.14	7.9	0.18	7.4	0.18	7.6	0.06
	全体	7.7	0.07	7.6	0.07	7.5	0.11	7.5	0.11	7.7	0.12	7.4	0.18	7.6	0.04
COD (ppm)	標準型	44.1	7.8	53.9	13.9	42.0	8.1	44.4	8.2	33.4	5.8	32.3	5.8	43.4	4.5
	特殊型	36.2	5.4	53.5	9.9	29.3	4.0	35.5	3.5	36.8	14.1	32.3	5.8	38.6	3.1
	全体	37.5	4.7	53.9	8.1	34.0	3.9	37.2	3.7	35.2	7.2	32.3	5.8	40.0	2.5
NH ₄ ・Alb-N (ppm)	標準型	123.5	34.5	74.5	11.8	87.4	18.3	119.3	34.1	62.9	6.0	107.2	28.7	92.4	9.5
	特殊型	101.7	15.2	125.6	19.7	72.5	8.2	91.5	13.3	122.7	30.8	107.2	28.7	100.2	7.5
	全体	105.6	13.8	110.2	14.5	77.8	8.3	96.8	12.5	95.1	17.5	107.2	28.7	97.9	8.0
Cl ⁻ (ppm)	標準型	230.8	71.8	142.6	21.6	164.1	30.5	163.3	37.5	219.5	51.6	125.8	33.3	175.0	17.8
	特殊型	136.6	21.9	165.5	29.4	109.6	19.1	124.4	16.4	86.4	7.4	125.8	33.3	131.7	10.6
	全体	154.1	22.4	158.4	21.2	128.4	16.7	131.7	15.0	158.1	31.1	125.8	33.3	144.7	9.1
稀釈倍数	標準型	63.5	12.2	59.5	13.0	77.5	13.5	66.7	18.0	106.3	21.0	46.3	12.8	71.3	6.6
	特殊型	132.0	20.7	72.4	10.4	109.4	13.7	120.9	24.5	55.4	14.9	46.3	12.8	106.9	9.2
	全体	119.1	16.8	68.2	8.2	97.7	8.8	110.6	20.2	78.9	13.3	46.3	12.8	96.1	6.6
機能	標準型	良 5	悪 8	良 7	悪 13	良 6	悪 17	良 6	悪 6	良 6	悪 5	良 4	悪 3	良 34	悪 52
	特殊型	31	26	20	25	19	21	18	28	10	3	4	3	98	103
	全体	36	34	27	38	25	38	24	34	16	8	4	3	132	155
清掃法 基準	標準型	合 3	否 10	合 6	否 14	合 6	否 17	合 3	否 9	合 2	否 9	合 1	否 6	合 21	否 65
	特殊型	27	30	11	34	16	24	12	34	7	6	1	6	73	128
	全体	30	40	17	48	22	41	15	43	9	15	1	6	94	193
合格%		42.8		26.2		34.9		25.9		37.5		14.3		32.8	

た。6/7/8)

2. 成績および考察

成績はし尿浄化槽を汚濁源として看做す立場から、用途には関係なく一律にその容積が放流量に比例すると仮定して表7に示すごとく6階級に分けてまとめた。

全体の平均値は透視度7.7, pH7.6, COD40.0ppm, NH₄・Alb-N97.9ppm, Cl⁻144.7ppmである。

各試験項目についてみると透視度は199人槽以下は8度以上であるが、200人槽以上は順次低下し、最低は700人槽以上の3.3度である。

pHはあまり変動はなく7.4~7.7の範囲にあり、従って標準誤差も小さい。

CODは最低が700人槽以上の32.3ppm、最高は50~99人槽の53.9ppmとなっており、大部分は30ppm台に

ある。全体平均は40.0ppmで標準誤差2.5ppmなので、35.0~45.0ppmの範囲には全体の95%が含まれることとなる。

NH₄・Alb-Nの最低は100~199人槽の77.8ppm、最高は50~99人槽の110.2ppmである。

Cl⁻は126~158ppmの範囲にある。稀釈倍数は次式で算出したものであり、最低700人槽以上の43.5倍、最高49人槽以下の119.1倍である。

$$\text{稀釈倍数} = \frac{5,500}{\text{Cl}^- \text{ ppm}}$$

全体の平均96.1倍からみると、洗浄水は清掃法規定以上の水量を全体的に使用しているものと考えられる。

機能はCODとNH₄・Alb-Nから次式に従って定め

た。
機能良い CODppm < 0.401(NH₄・Alb-N)

良くも悪くもない CODppm=0.401(NH₄・Alb-N)
機能悪い CODppm>0.401(NH₄・Alb-N)
なお表7には良くも悪くもない、機能悪いを一括して悪として掲げた。

これによると機能良は全体の46.0%である。内訳は49人槽以下50.7%、50人槽以上44.5%である。また型式別では標準型39.3%、特殊型48.8%である。

清掃法には放流水の水質基準を50人槽未満COD25ppm以下、Alb-N6ppm以下、50人槽以上COD15ppm以下、Alb-N3ppm以下と規定してある。

これに対する合格率をみると49人槽以下42.8%、50人槽以上29.7%となり、全体では32.8%となる。この成績を他都市の成績と比較すれば、福岡県¹⁾27.0%、大阪市²⁾34.0%の合格率であり同様な成績を示し差は有意でない。また型式別では49人槽以下標準型30.0%、特殊型47.7%、50人槽以上標準型25.4%、特殊型31.7%となる。

ここで試験項目ごとに各容積の数値を比較してみると、多少のばらつきはあるが5%の有意水準で検定すると何れの項目にも容積別による有意の差は認められない。

従って、し尿浄化槽を汚濁源として取り上げる場合には全体的に槽の大小には関係なく放流水の水質は同じ程度であると看做し、し尿浄化槽の容積を汚濁の単位として取扱って差しつかえないものと考ええる。

ま と め

長崎市内におけるし尿浄化槽の設置数は昭和38年1月現在標準型310、特殊型(15型式)430であり、総容積は9.4万人槽である。

容積別にみると99人槽以下が過半数を占め、特殊型に小容積槽が多い。

用途別設置状況は事業所31%、個人住宅15%、集団住宅13%、学校9%である。

河川流域別の容積分布状況は浦上川3.2万、中島川2万、銅座川1.2万、港2万となっており、市内河川

型式別ではCl⁻の標準型175.0ppm、特殊型131.7ppmには有意の差が有るのでCl⁻から算出した稀釈倍数の標準型71.3倍、特殊型106.9倍にも有意の差がある。また全体を49人槽以下と50人槽以上の清掃法の容積に分けると稀釈倍数は49人槽以下119.1倍、50人槽以上88.8倍となり有意の差が有る。

合格率では容積別の差は無く、稀釈倍数で差が有意であった型式別では合格率には有意の差が無い。しかし清掃法の容積別では49人槽以下42.9%、50人槽以上29.7%で有意の差が有り、49人槽以下の合格率が良好である。特殊型では49人槽以下47.4%、50人槽以上31.7%で有意の差が有るが、標準型では差が無い。

以上の様に各容積別では水質に大差は無い。

清掃法の容積別で合格率に有意の差が有る理由としては、前述のごとく清掃法では49人槽以下の水質基準が50人槽以上よりも緩やかであること、更に稀釈倍数は49人槽以下が大きいためと考えられる。

以上、長崎市内におけるし尿浄化槽の設置状況、放流水の水質等について述べたが、市内河川の水質汚濁状況との関連をみると、し尿浄化槽は河川に対する直接の汚濁原因とは言えないにしても、その容積分布状況は河川汚濁の状況と大体一致している。従って長崎市内ではし尿浄化槽を、汚濁源としての家庭下水を表わす一指標として採用し得るものと考ええる。

の汚濁状況と大体一致している。

放流水の平均水質は透視度7.7、COD40ppm、Cl⁻145ppmであり、容積別による水質には有意の差は無い。

清掃法への合格率は全体の33%、内訳は49人槽以下43%、50人槽以上30%であり有意の差がある。

この論文の概要は、第21回日本公衆衛生学会(札幌市、1964)で発表した。

文 献

- 1) 佐々木徳太：し尿浄化槽の実態，水処理技術，3，(8)：37～43，1962。
- 2) 本多淳裕：し尿浄化槽に関する諸問題，生活衛生，2，(1)：21～31，1958。
- 3) 相澤龍他：長崎市内河川および港湾の水質汚濁の実態，水処理技術，6，(11)：7～22，1965。
- 4) 山口道雄：し尿浄化槽放流水試験成績について，長崎総合公衆衛生学雑誌，8，(7)：513，1959。
- 5) 日本水道協会：下水試験法。1953。
- 6) 萩原耕一他：水中のアンモニア性窒素の測定における蒸溜法と微量拡散法との比較，水道協会雑誌No. 295：42～47，1959。

- 7) 山口道雄：し尿浄化槽放流水のアンモニア性窒素の定量法に関する検討，九州薬学会々報，No. 15：21～24，1960.
- 8) 鈴木登他： $\text{NH}_3\text{-N}$ ， Alb-N 定量法の試薬量の疑義と改訂要望について，水道協会雑誌，No. 343：44～48，1963.

長崎市内河川、および港湾の水質汚濁の実態

長崎大学医学部公衆衛生学教室（主任：相沢龍教授）

相 沢 龍

長崎県衛生研究所（所長：高橋克巳博士）

山 口 道 雄

長崎市下水処理場（場長：寺下杉太郎）

野 見 山 季 治

Water Pollution Suvey of River and Harbor in Nagasaki City.

Ryu AIZAWA

Department of Public Health, School of Medicine,

Nagasaki University

(Director : Prof. Dr. R. AIZAWA)

Michio YAMAGUCHI

Nagasaki Prefectural Institute of Public Health

(Director : K. TAKAHASI, M. D.)

Sueharu NOMIYAMA

Nagasaki Municipal Sewage Taeatment Plant

(Chief : S. TERASHITA)

緒 言

長崎市は古くは西洋文明の門戸として繁栄し、現在には造船、水産の町として繁栄しており、終戦後の昭和22年の約19万人の人口もその後漸増し、昭和39年には近接町村の合併をも含み約40万に倍増して来た地方都市である。

貿易港・長崎の上水道は横浜、函館市について早くも明治時代に建設されたが、下水道の建設はごく最近のことである。昔は人口が少なく下水、廃水量も少なかったため河川、港湾は清浄に保たれており、また市街地が水源池周辺まで達していなかったため水質保全に対する一般市民の関心も低く、下水道は長い年月置き忘れられた存在であった。

市内には四つの主要河川が市街地を貫流して家庭下水を集め港へ注いでいる（図1）。

現在市内中央部ではこれらの河川は汚濁し、下水化し、外観上あるいは環境衛生上の問題となり、一般市民の関心もようやく高まって来た。

このような汚濁に対して中島川では外観を良くし、さらに汚泥からの悪臭を減少させるため固定堰や可動堰を設けて湛水しているが、これとても一時凌ぎにしか過ぎず、かえって汚泥の堆積を招くものになっている。

長崎港には前述のごとき汚濁した河川が流入しているため内港は汚濁され、その影響は順次外港へと拡がって来ている。

外港の入口は2カ所あつて（図3）、浅い方（深堀一番焼島）を埋め立て工場用地および埠頭を建設する長崎外港計画が立案され、現在すでに一部分の工事に着

手している。

この埋立によって汚濁水の拡散および外海水の港内への侵入が妨げられる結果、港内汚濁増大の可能性が予想される。したがって内港入口のネズミ島海水浴場では、現在は清浄であるけれども将来は影響を受

け、また外港の一部には漁業権および活魚の生簀があるので直接生活権への影響も考慮される。

以下著者らが昭和35年より昭和39年までの5年間行なって来た、いわゆる下水道建設前の河川および港湾の水質調査成績を総括的に述べよう。

図1 長崎市内河川採水地点

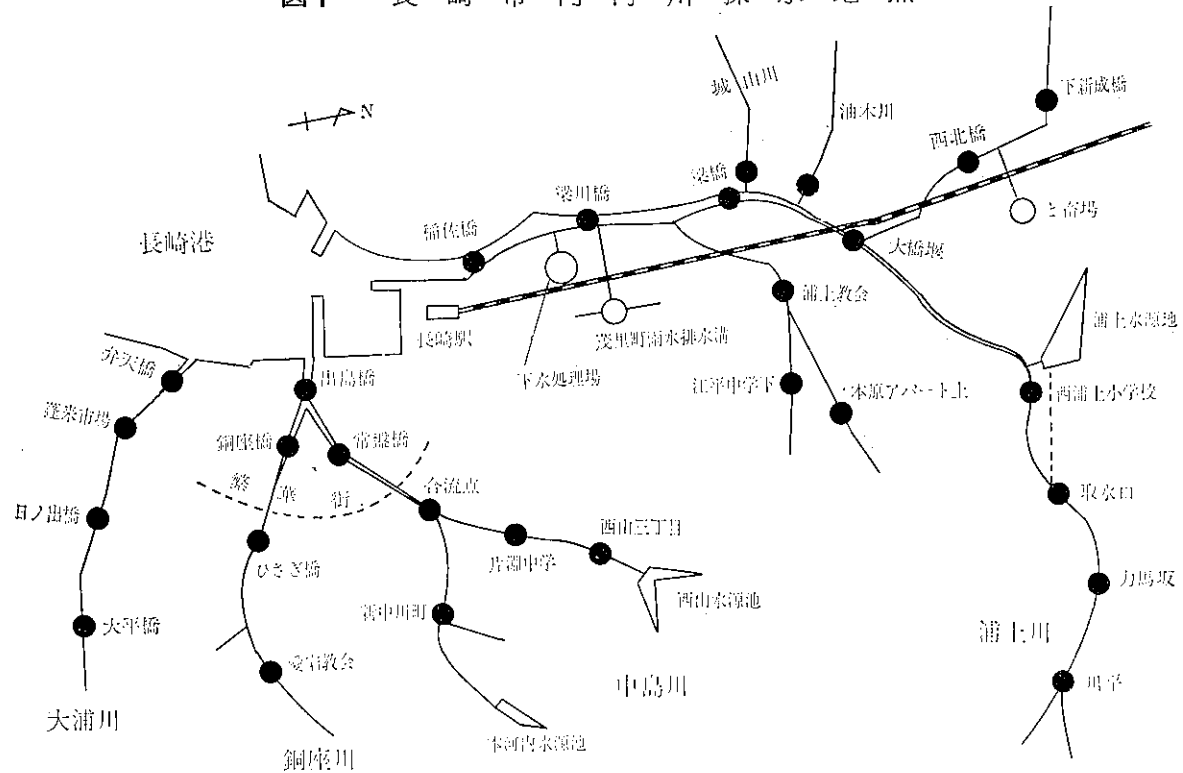
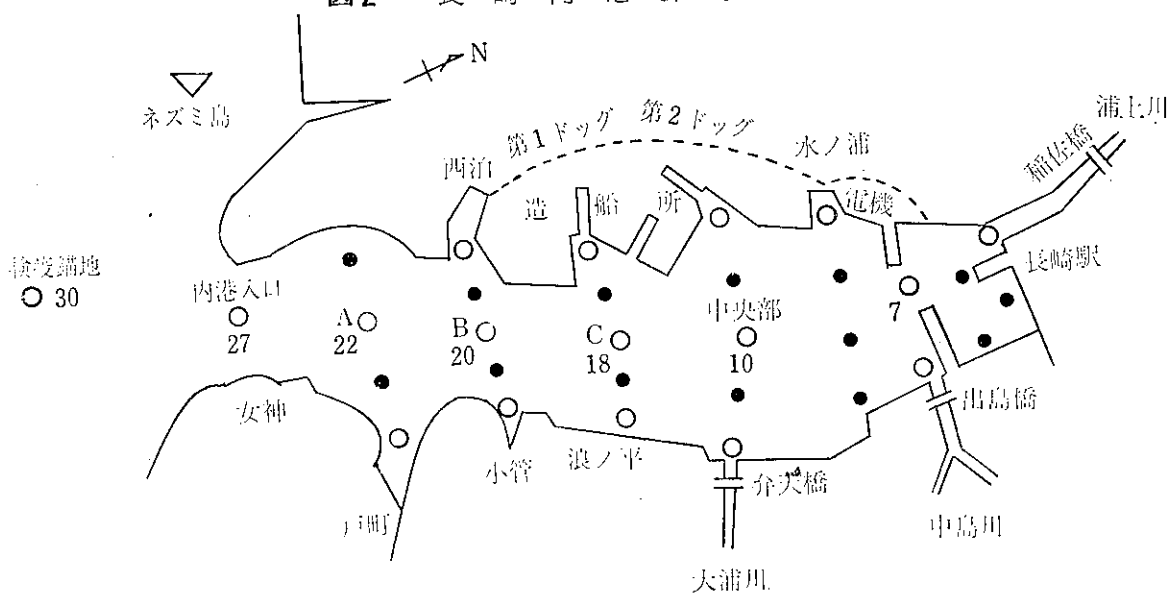
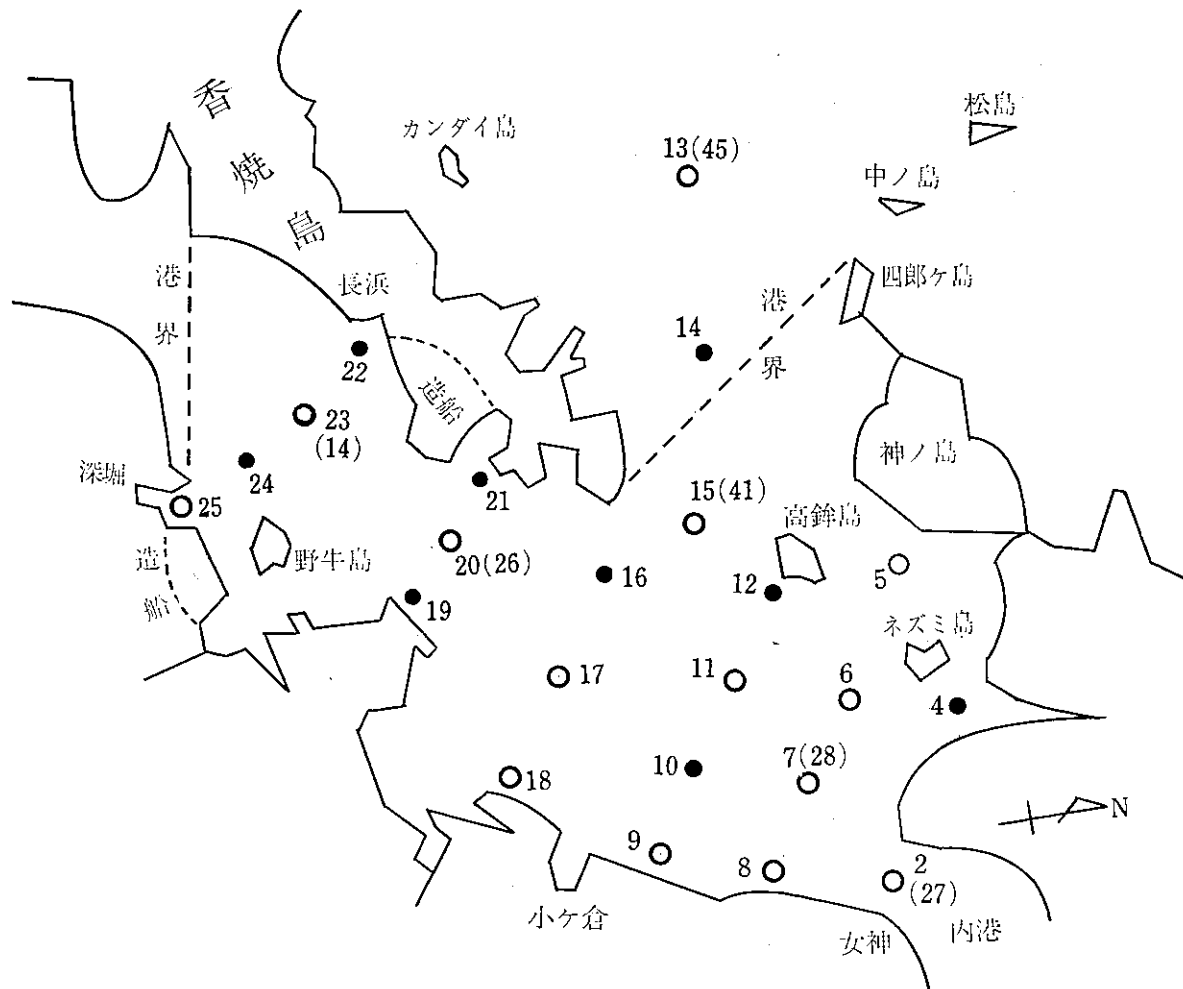


図2 長崎内港採水地点



- 備考 (1) 数字は深さ
 (2) ○印は理化、細菌試験の地点
 (3) ●印は細菌試験の地点

図3 長崎外港採水地点番号



備考．（ ）内数字は深さ

長崎市の自然状況

1. 地 勢

市内を貫流する河川の流程は、北部の農村、住宅地域を流れる浦上川は13Kmで最も長く、中央部の住宅街、繁華街を流れる中島川、銅座川は6 Km、南部の住宅街、商店街を流れる大浦川は4 Kmである。

各河川の平常時におけるおおよその流量は浦上川（大橋堰）3万トン／日、中島川（合流点）1.2万トン／日、銅座川（ひさぎ橋）5千トン／日大浦川（蓬来市場）4千トン／日であるが、地勢上急傾斜であるため降水時には増水が急激である。

長崎港は大別すると外港（港界—女神）、内港（女神—港奥）に分けられる。

外港入口は香焼島—高鈴島（幅700m、深さ42m）、香焼島—深堀（幅400m、深さ10m）の2カ所あり、小型船舶以外は前者を通り内港へ入る。後者は前述したごとく長崎外港計画により埋立られる予定である。

2. 気 象

気象状況¹²⁾については降水量は年間約2,000mm程度あり、風向は北北西が常に卓越して年間では21.6%を占める。以下北8.9%、東南東7.7%、東北・北東東6.9%、東北東6.7%の順である。風速は年間平均3.1m/secである。風が強い月は1, 3, 7月であり、風速10 m/sec以上の日が6日間もある。

長崎市における汚濁源

前述のごとく市内には特に問題となる様な工場廃水はなく、一般的な下水すなわち家庭下水、市場、と畜場、小規模な食品関係の工場などからの廃水が市街地を貫流する各河川へ流入して水質汚濁をひき起している。

家庭下水のうちでやはり問題となるのはし尿浄化槽であろう。設置数は昭和38年1月現在740、総容積9.4万人槽である³⁾。

し尿浄化槽放流水の水質は透視度7.7, COD40ppm, NH₄・Alb-N98ppm, Cl⁻145ppm であり、清掃

法に対する合格率は33%である。

と畜場の廃水についてみると、廃水量60トン/日であり、放流水の水質⁴⁾は透視度16, BOD21ppm, NH₄・Alb-N40ppmで概して良好とは言えるけれども、冬季には機能が低下する場合が度々ある。

つぎに長崎市におけるし尿処理状況⁵⁾をみると海洋投棄は昭和29年には1万Klであったものが、昭和37年に7.5万Klに増加しており、農村還元も昭和37年には2.2万Klとなっている。

調査の概要

1. 調査方法

採水地点は図1, 2, 3のごとく河川29カ所(浦上川19, 中島川6, 銅座川3, 大浦川4), 内港31カ所, 外港25カ所である。採水時期は河川は毎月1回採水し、感潮地点(7カ所)では干潮時、満潮時に分けて行なった。港湾では内港は2, 4, 6, 8, 10, 12月に干潮時、満潮時に分けて、外港では2, 5, 8月に行なった。

採水深度は河川では表層、感潮地点の満潮時には表層、下層の混合試料、港湾では表層および下層である。

採水器はハイロートおよびKR型中層採水器を使用した。

採泥地点は河川5カ所、港湾8カ所であり、エクマン・パーチ型採泥器を使用した。

2. 試験方法

試験方法は下水試験法⁶⁾、衛生試験法⁷⁾、米国標準方法⁸⁾に従って行なった。

水質試験項目は透視度(透明度)、水温、pH、Cl⁻、DO、BOD、ヨウ素消費量、アンモニア性およびアルブミノイド窒素(NH₄・Alb-N)、NO₂-N、大腸菌群である。

底質試験項目は泥温、pH、水分、熱灼減量、総硫化物、総窒素、NH₄-N、Alb-N、蛔虫卵である。

調査成績と考察

1. 河川の水質

各河川の年間平均水質は表1, 2のごとくである。

a. 浦上川

浦上川は市内では最も大きな川で、流程は長く流量

表1 浦上川水質試験成績(昭和35-38年)

項目 場所	水温 °C	透視度 cm	pH	DO		BOD ppm	DOD ppm	ヨウ素 消費量 ppm	SS ppm	Cl ⁻ ppm	NH ₄ ・Alb-N ppm	NO ₂ -N ppm	大腸菌群 MPN/ml
				ppm	飽和%								
川力取西大梁梁稻	15.2	>30	7.7	10.3	100	0.9	0.5	0	0	11.7	0	0	32
馬坂口	15.3	>30	7.7	10.4	99	1.0	0.7	0	0	12.4	0	0	540
水小学校	16.1	>30	7.4	6.7	101	0.9	0.6	0	0	12.3	0.03	tr	31
浦上小学校	17.8	>30	7.4	5.9	87	4.4	1.4	1.6	—	16.9	0.94	0.018	540
梁橋	18.2	19.3	7.3	8.9	62	8.9	2.2	2.2	11.0	30.0	2.35	0.103	7,900
大梁橋	18.4	18.1	7.3	6.2	74	8.4	2.4	2.3	72.5	820	2.19	0.102	2,900
梁川	19.6	14.4	7.8	5.1	56	7.4	3.1	4.0	154.5	9,900	1.86	0.064	2,900
稻佐	20.3	20.7	8.1	5.0	65	4.0	2.4	3.4	54.6	16,900	1.35	0.026	750
下新成橋	17.0	>30	7.4	9.3	89	3.7	1.2	0	0	21.0	0.33	0.051	1,300
西北橋	18.8	21.5	7.4	8.6	91	10.1	2.3	2.1	—	30.5	1.62	0.114	6,600
本原アパート	15.5	>30	7.6	9.2	90	1.6	0.7	0.5	0	29.6	0.06	0.022	150
浦上教会	16.2	22.0	7.4	6.3	68	15.3	2.9	2.7	20.0	35.1	3.11	0.146	18,000
江平山	15.8	25.1	7.4	7.1	79	12.0	2.3	1.7	—	27.3	0.89	0.059	14,000
域中山	16.8	19.5	7.4	6.5	77	25.0	3.6	2.6	—	37.4	1.81	0.115	8,100
油木川	16.9	17.6	7.4	6.4	65	23.2	3.7	2.8	—	35.3	1.59	0.152	6,800
夜須町水塔水塔	19.3	4.8	6.9	1.9	19	177	18.1	15.1	53.8	165	12.55	0	9,600

表2 中島, 銅座, 大浦川水質試験成績 (昭和35~38年)

河川	項目 場所	水温 °C	透視度 cm	pH	DO		BOD ppm	COD ppm	ヨウ素 消費量 ppm	SS ppm	Cl ⁻ ppm	NH ₄ ⁺ -N ppm	NO ₂ -N ppm	大腸菌群 MPN/ml
					ppm	飽和%								
中島川	西山三丁目	16.2	17.5	7.1	8.2	82	9.2	2.6	0.9	—	23.2	0.82	0.077	17,000
	片淵中学	17.1	19.1	7.1	8.2	81	10.9	2.5	1.8	—	25.5	1.97	0.123	42,000
	新中川町	16.3	22.4	7.0	5.0	51	13.5	3.8	1.8	—	29.4	2.16	0.122	27,000
	合常流盤橋	18.6	11.8	6.8	5.1	49	30.1	5.2	3.7	19.4	34.8	2.76	0.109	140×10 ⁴
	出島橋	18.0	23.0	7.1	4.5	57	13.2	3.5	2.1	28.4	2,070	2.11	0.091	62,000
		19.3	13.8	7.3	3.6	40	36.3	7.3	6.1	59.7	8,970	3.64	0.032	50×10 ⁴
銅座川	愛宕橋	14.8	29.0	7.3	9.4	93	4.9	1.4	1.0	—	24.5	0.85	0.132	8,900
	教橋	16.8	23.0	7.1	8.0	79	11.5	2.5	1.4	—	34.3	2.03	0.182	11,000
	ひさぎ座橋	18.4	6.7	6.9	3.3	34	69.0	11.1	7.7	55.4	3,800	4.63	0.043	1900×10 ⁴
大浦川	大平橋	15.2	>30	7.1	10.3	100	1.8	0.7	0.1	—	16.7	tr	tr	1,000
	日出橋	16.9	26.5	7.1	8.8	90	8.9	1.5	0.8	—	22.5	0.58	0.081	8,600
	蓬来市場	17.0	7.2	6.8	5.5	63	28.6	5.0	3.1	50.4	29.1	2.17	0.202	160×10 ⁴
	弁天橋	18.7	11.7	7.3	5.2	59	28.9	6.5	3.7	64.9	7,040	2.51	0.073	1400×10 ⁴

も多い。したがって上流は水質も良好な清流である。西浦上小学附近は住宅増加のために水質は悪化している。これより下流は住宅街を流下するので、汚濁度は増加して行き、大橋堰では浦上川で最も汚濁が高い地点となっている。

梁橋から川口までは感潮域であり汚濁度は減少したかの様にみえるが、Cl⁻からみると海水の稀釈によることがわかる。感潮地点では特にSSが「あびき」のために多く、外観は黒濁している。

浦上川へ流入する各支流の状態は、支流の上流で住宅が少ない地点の本原アパート上、下新成橋を除き、透視度20前後、BOD10ppm以上で家庭下水により汚濁している。また梁川橋に流入している茂里町雨水排水溝では、平常時は都市下水の濃度に達している。

b. 中島川, 銅座川

中島川の上流は西山, 本河内両水源池があり、川を堰止めているためその下流では流量も少ない。住宅は水源池周辺まで密集した状態にあるため、すでに西山三丁目では浦上川の大橋堰よりも水質は汚濁された状態となっている。また本河内方面の新中川町の状態も同様である。

合流点附近には食品工場、市場などもあり廃水が流入するため水質はさらに悪化している。合流点から下流の常盤橋までは数箇所堰が設けられており、周辺から下水の流入も少ないため、水質は回復に向っている。

出島橋から常盤橋、銅座橋までは感潮域である。出島橋では銅座川と合流し、さらに周辺の繁華街から下

表3 経年変化

項目 場所	年次	水温 °C	透明度 cm	pH	DO		BOD ppm	COD ppm	ヨウ素 消費量 ppm	SS ppm	Cl ⁻ ppm	NH ₄ ⁺ -N ppm	NO ₂ -N ppm	大腸菌群 MPN/ml
					ppm	%								
西浦上 小学校	35	18.6	>30	7.3	9.5	98	2.4	0.9	0.7	—	13.8	0.33	0.011	29
	36	18.4	>30	7.3	8.4	83	3.5	1.1	1.4	—	17.3	0.91	0.020	580
	37	15.8	>30	7.6	8.8	85	1.4	1.2	1.6	—	18.2	0.72	0.017	100
	38	17.8	>30	7.4	9.1	92	13.1	4.1	5.7	—	24.7	4.21	0.037	1,700
稲佐橋 (干潮時)	35	20.1	14.7	7.7	4.2	54	4.2	2.6	4.4	54.8	15,400	1.69	0.041	160
	36	21.0	11.6	7.9	2.7	50	5.1	2.9	2.8	45.9	16,900	1.55	0.020	630
	37	19.9	16.8	7.9	5.0	68	4.9	3.1	4.3	82.5	16,100	1.11	0.038	1,600
	38	20.9	13.3	7.9	4.3	56	8.0	3.3	3.5	69.5	10,400	1.28	0.049	1,300
合流点	35	21.3	12.5	6.8	4.1	45	24.0	4.4	2.9	9.8	32.6	2.66	0.128	2.6×10 ⁴
	36	19.0	9.1	6.7	4.2	42	32.2	4.8	4.9	14.0	38.2	2.26	0.075	21×10 ⁴
	37	17.2	13.8	6.8	5.7	58	30.9	5.3	3.2	26.3	30.3	2.69	0.118	480×10 ⁴
	38	19.5	13.1	6.8	5.8	61	26.6	6.2	2.9	14.1	36.8	3.70	0.064	3.0×10 ⁴
銅座橋 (干潮時)	35	20.7	5.2	6.7	2.8	30	69.2	9.9	11.6	96.2	1,220	4.38	0	22×10 ⁴
	36	19.9	4.0	6.6	3.2	34	82.0	8.9	9.8	72.5	446	5.65	0	1600×10 ⁴
	37	16.7	4.7	6.7	3.4	34	96.5	13.5	5.9	71.5	114	5.97	0	1000×10 ⁵
	38	13.8	5.8	6.7	3.3	28	95.7	16.3	8.7	66.1	176	6.83	0	2.5×10 ⁴

水も流入するので水質は急激に悪化して下水の水質に近い汚濁状況である。

銅座川では上流からひさぎ橋までは住宅街であり、これより下流は繁華街となる。したがって急激に悪化して銅座橋では下水の水質となり、川は下水路の様相を呈している。またヨウ素消費量からもわかる様に銅座橋、出島橋一带では悪臭が感じられ、特に夏季にひどい。

この一带は長崎市内で最も汚濁した地域であり、大都市の汚濁河川⁹⁾¹⁰⁾と匹敵する状態である。

c. 大 浦 川

大平橋より上流には住宅は散在している程度なので水質は清浄である。これより下流には住宅が密集しているため汚濁され、日ノ出橋では中島川の西山三丁目と同じ程度となっている。逢来市場附近は商店街であるため水質は悪化し、ほぼ銅座橋に近い汚濁状態にある。弁天橋は感潮地点のため海水の影響を受けているが、水質は逢来市場と同様である。またこの附近一带で悪臭を感じることもある。

d. 経 年 変 化

数地点の成績をとり出して経年変化をみると表3のごとくである。

西浦上小学校では昭和37年までは清浄であったが、この頃より住宅が増加し、さらに養豚畜舎廃水が流入するようになったので、水質は急激に悪化して昭和38年にはBOD13.1ppmとなっている。

市内河川は全般的にみると汚濁度は緩徐な増加の傾向にあると考えられる。すなわち下流においては人口密度の増加と、上流においては市街地の膨脹により住宅が増加した結果、以前清浄であった地域でさえも汚濁して行く傾向にあり、また上水道水源の汚濁防止ですら次第に困難となって行く状態である。

e. BODの月別変化

BODは3地点とも低温期に多く、高温期に少なくなっている。大橋堰では他の地点よりも流量が多く汚濁も低いので月別変動は小さい。

汚濁源である家庭下水および廃水の量の変化は僅少とみなせるので、河川水質の変化は河川流量の変化による影響が最も大きいと考えられる。流量の変化すなわち降水量の変化であり、図4のごとく、高温期に多く、低温期に少ない。

f. DOの月別変化

河川のDOは川水の汚濁程度、曝気状態および植物(水草、藻類)によるO₂生産量によって変化の様相が異なって来る。

図4 月 別 BOD

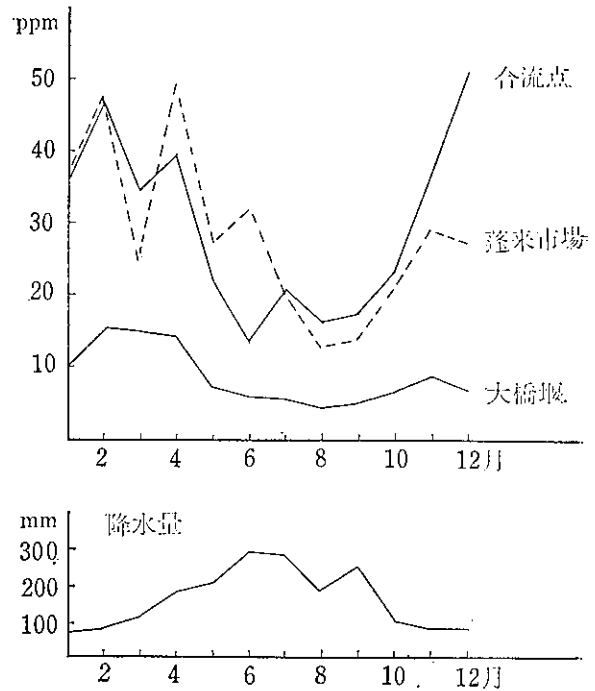
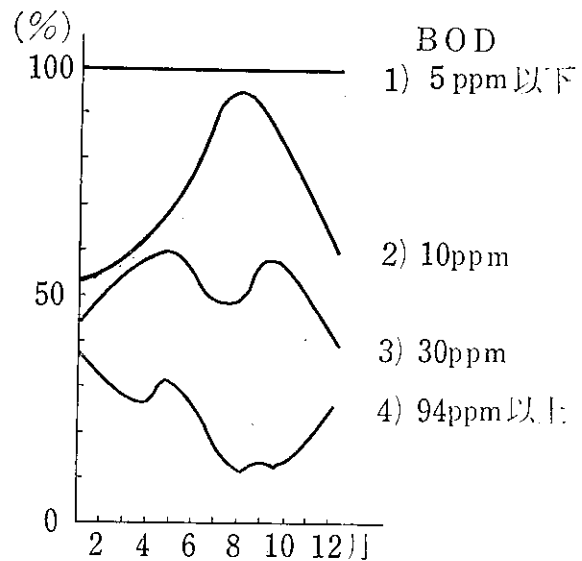


図5 汚濁別による月別DO変化



月別DO変化で主なものを大別すると図5のごとく4型に分けることが出来よう。

1) 年間平均BODが1.8ppm以下の取入口、力馬坂、川平、大平橋などでは100%を上下して年間飽和状態にある。年間平均BODが3.7、4.9ppm程度の下新成橋、愛宕教会では比較的飽和に近い状態を示している。

2) 年間平均BODが10ppm程度の大橋堰、ひさぎ橋では低温期には飽和量が少なく、高温期には多くなって水温の変化と同じ傾向に近い。

DO補給源のうち曝気によるものは、各地点とも流

れの状況からみて大同小異と考えられる。低温期には底質の分解によるDO消費量は少ないが、川水のBODが高いのでDO消費量は多くなり、また植物の光合成作用が弱いのでO₂生産量も少なく、したがって川水のDOは少なくなっている。

高温期には底質の分解が旺盛となりDO消費量は多くはなるが、この時期には川水の流量も増大しDOは多くBODは少なくなり、また植物の光合成作用も活発化してO₂生産量も増加して来るため、川水のDOは多くなっている。

3) 年間平均BODが約30ppmの合流点では年間DO飽和量は少なく、ことに前の2)と異なり、高温期には少なくなっており、5月と9月にピークがある。この程度に汚濁されると植物も少なくなり、高温期に

はDO補給量よりもDO消費量が凌駕するためと考える。また年間平均BOD13.5ppmの新中川町も汚濁度は低いと同様な傾向にある。これは植物によるDO補給量が少なく、DOの面からみるとBOD30ppm程度に汚濁していることを示すものと考えられる。

4) 河川の汚濁が著しく下水に近くなり、植物もなくなった年間平均BOD94ppmの銅座橋(干満時)と177ppmの茂里町雨水排水溝の状態をみると、DO補給は曝気だけなのでDOは水温と全く逆の傾向にあり、低温期には有機物の分解がおそくDO消費量が少ないのでDOはなお含まれているが、水温の上昇に従って有機物の分解が旺盛となればDOは消費されてしまい、高温期にはほとんど含まれなくなる。

9月には全体的にみて汚濁地点ではDOが増加して

表4 蓬来市場時刻別変化

時刻	項目	水温 °C	透視度 cm	pH	DO 飽和 %	BOD ppm	KMnO ₄ 消費量 ppm	Cl ⁻	NH ₄ ⁺ >N Alb ppm	大腸菌群 MPN/ml
9		18.4	11.0	7.2	74	17.5	61.8	28.2	1.74	170×10 ³
11		19.3	7.0	7.1	75	14.2	75.8	25.2	1.25	270×10 ³
13		19.9	20.0	7.1	75	13.8	54.0	26.4	0.82	45×10 ³
15		20.0	8.0	7.1	74	11.5	54.7	25.0	0.72	45×10 ³
17		19.8	7.5	7.1	76	17.3	72.4	31.3	0.90	700×10 ³
19		19.7	9.5	7.1	67	21.8	72.4	33.5	1.65	170×10 ³
21		19.3	15.0	7.2	72	10.7	27.6	27.0	1.26	40×10 ³
23		19.7	>30	7.1	75	5.6	20.9	24.2	1.19	40×10 ³
1		18.3	>30	7.1	84	3.9	12.6	22.2	0.93	0.2×10 ³
3		18.2	>30	7.2	85	2.5	12.8	20.8	0.49	14×10 ³
5		18.0	>30	7.2	86	5.2	20.2	20.0	0.46	68×10 ³
7		18.2	20.0	7.1	81	5.2	10.5	26.3	1.83	120×10 ³

表5 内港年間平均試験成績

場所	項目	透明度 m	水温 °C	Cl g/l	pH	DO		BOD mg/l	COD mg/l	ヨウ素 消費量 mg/l	NH ₄ ⁺ >N Alb mg/l	ND ₂ -N mg/l	大腸菌群 MPN/ml
						mg/l	飽和%						
検疫船地 ノ 20m下		3.8	18.5	19.0	8.3	8.39	109	1.6	2.3	2.0	0.07	tr	20
		—	18.3	19.5	8.3	7.02	91.0	0.9	1.4	1.2	0.12	0.004	0.4
内港入口 ノ 20m下		2.9	19.0	18.8	8.4	8.42	111	2.4	2.4	2.1	0.17	tr	48
		—	18.3	19.4	8.3	6.89	89.4	0.8	1.6	1.8	0.09	0.003	13
A		2.8	18.7	18.9	8.3	8.46	110	1.9	3.4	2.1	0.15	0.003	38
戸町 B		2.8	18.8	18.9	8.3	8.36	109	2.3	2.8	2.3	0.13	tr	40
		2.5	18.7	18.9	8.4	7.64	99.4	2.3	3.2	1.9	0.23	tr	36
西小浪 泊萱平		2.8	18.7	18.8	8.3	8.28	108	1.9	2.6	2.3	0.11	tr	18
		2.6	18.8	18.6	8.4	8.27	107	2.7	4.1	2.1	0.22	tr	60
ノ		2.1	18.9	18.7	8.3	8.39	109	3.1	3.2	2.0	0.18	tr	140
C 第1ドック		2.6	18.7	18.8	8.4	8.41	109	2.5	3.5	2.3	0.14	tr	38
		2.6	18.9	18.9	8.4	8.38	110	2.3	3.9	2.1	0.22	0.007	110
第2ドック 中央部		2.2	19.0	18.5	8.3	7.33	96.8	3.2	3.4	2.3	0.25	0.007	1,500
		2.3	19.0	18.8	8.4	8.42	110	3.2	3.3	2.3	0.16	0.004	60
ノ 10m下		—	18.5	19.3	8.3	6.78	88.2	0.8	1.6	1.8	0.06	tr	3.5
大浦川 中島川		1.4	18.8	15.5	7.8	6.27	78.7	6.8	8.0	1.8	0.91	0.064	19,000
		1.5	18.6	13.4	7.8	4.92	59.9	6.8	9.2	2.8	1.04	0.060	26,000
突堤 水ノ浦		1.8	18.8	18.6	8.3	7.32	95.3	3.0	4.0	2.6	0.46	tr	240
		2.4	18.9	18.8	8.2	7.46	96.7	2.5	3.7	2.6	0.25	0.010	150
浦上川		1.1	18.8	17.1	8.1	5.52	70.9	3.8	3.7	2.6	0.89	0.023	330

いる。これは降水の影響によるものであり茂里町雨水排水溝でもみられる。

g. 時刻別変化

日別変化は汚濁源が家庭下水であるため特徴的な変化は何れの河川でも認められない。

時刻別変化は各河川で調査したが、大橋堰では汚濁度は昼間高く、夜間低い。DOは昼間多く夜間低くなっている¹¹⁾。

大浦川での成績を表4に示す。

大浦川では家庭下水が川へ流入するまでの時間が浦上川よりも短時間であり、川の流量も少なく、傾斜も急なので蓬来市場での時刻変化は下水道の水質変化¹²⁾と同じ様相を呈し、汚濁度は9~21時に高く、夜中に低くなっている。

DOは汚濁度が高い時には減少して大体70%台を保っており、23時以後は増加して80%となる。大浦川は流程が短かく暗渠化された部分も多いので、浦上川の様な植物によるO₂生産よりも、むしろ流下による川水の曝気によって補給されているためと考えられる。

2. 内港の水質

a. 年間平均水質

前述のごとく港の主な汚濁源は流入する河川であり、その水質は表1, 2に示した。したがって汚濁は川口ほど強く現われている。内港の試験成績は表5のごとくである。

内港の透明度は各川口1m台、内港中央部2.3m、内港入口2.9m、外港検査錨地3.8mと外へ向うにしたがって大きくなっている。

Cl⁻は検査錨地では19.0g/lであり、内港へ入るに

したがって河川水の影響がみられる。

各川口の状態は、海水のCl⁻を19.0g/lとして稀釈倍数を求めると浦上川口10倍、中島川口3.4倍、大浦川口5.4倍である。

内港中心線では突堤間50倍、中央部100倍、B・A 200倍と河川水の影響はずっと薄れて行く。

pHは河川水の影響で各川口ではやや低くなっているが、その他の地点では8.2~8.4の範囲にある。

DOについては、感潮地点のDOは浦上川65%、中島川40%、大浦川59%であるが、川口では海水の混合率が大きくなるので、DOは浦上川口6%、中島川口・大浦川口20%程度増加している。

全体的には港奥および川口ではDOは不飽和であり、中央部から外港へかけては飽和ないし過飽和である。なお下層ではいずれも90%前後である。

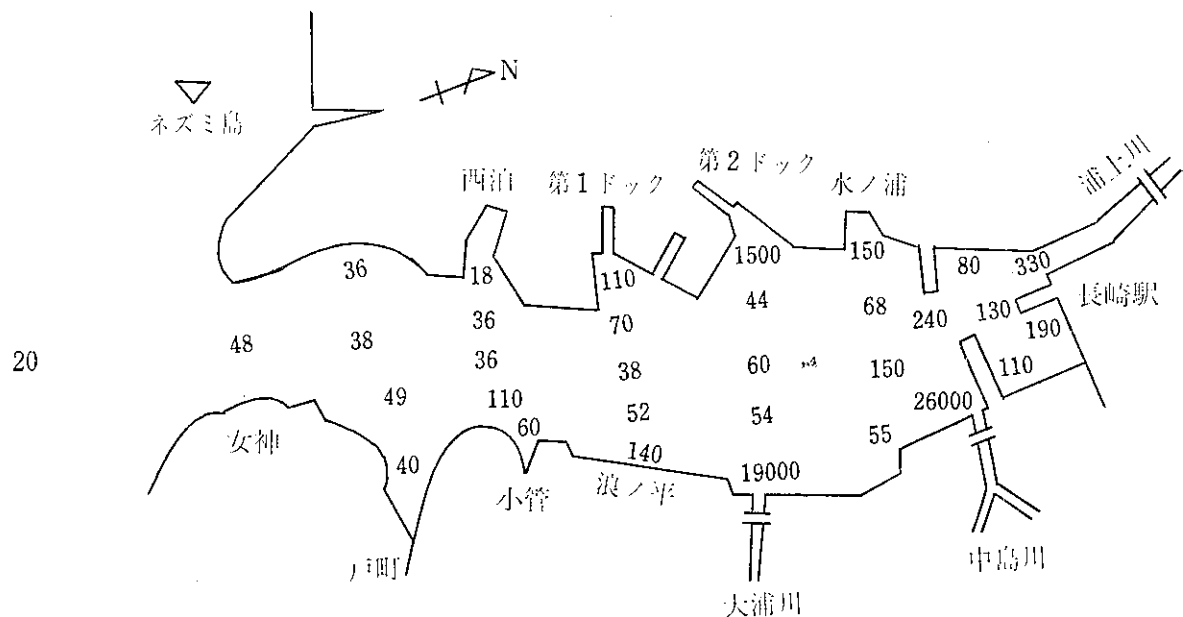
BOD, DOD, MPNは中島川口、大浦川口が最高であり、港の中心線へ向うにしたがって減少して行く。

減少する程度は大腸菌群(図6)が最も著しく、中島川口の26,000が海水の殺菌性および稀釈によって検査錨地では20に減少している。また下層では表層に比較して極めて数少ない。この事は河川水は比重が軽い為、港内へ流入した後は海面に拡散して下層へはほとんど達しないためと考えられる。

ヨウ素消費量は1.2~2.8ppmの範囲で各地点とも大差ない。

NH₄・Alb-Nは中島川口の1.04ppmを最高に大浦川口、浦上川口の順であり、検査錨地では僅かに0.07ppmとなっている。

図6 年間平均大腸菌群数(MPN/ml)



NO₂-NはNH₄・Albと同じ傾向にあるが、海水の酸化機能は河川水よりも劣るため¹³⁾、その分散状態は川口を中心としており、NH₄・Alb-Nが検出される量に比較してNO₂-Nの検出量は少なく、酸化が進んでいないことを示している。

b. 潮 汐 変 化

潮位差は大潮時約3m、小潮時約1mであり、平均満潮間隔7時間57分である。

一般的には名古屋港の調査成績¹⁴⁾の様にな潮時が満

潮時よりも汚濁していると考えられる。しかし港内の潮流は複雑であるので、本調査では必ずしも干潮時が満潮時よりも汚濁しているという成績は得られていない。

DOは満潮時に多くて一般的な傾向を示している。BODはほとんど変動がない。大腸菌群は内港の中心線では内港入口を除いて干潮時に僅かに多く、沿岸、川口では満潮時に多くなっている。このような現象はニューヨーク港の調査成績¹⁵⁾においてもみられる。

表6 干潮時、満潮時の年間平均試験成績

場 所	項 目	透 明 度 (m)		D O (%)		B O D (mg/l)		大腸菌群(MPN/ml)	
		干	満	干	満	干	満	干	満
検 疫 錨 地 内 港 入 口	A	3.8	3.7	103	115	1.7	1.4	33	6.1
		2.9	2.8	103	119	2.3	2.5	44	48
		2.6	2.9	106	115	2.2	1.5	42	34
		2.7	2.3	103	96.3	2.2	2.3	41	30
		2.5	2.6	106	113	2.3	2.6	42	34
中 突 堤 部 浦 上 間 中 島 川 口 六 浦 川 口	B	2.4	2.1	104	116	2.8	3.6	63	54
		1.6	1.9	56.3	104	3.1	2.9	280	190
		1.1	1.1	58.0	83.8	3.8	3.7	460	200
		1.4	1.5	48.9	70.9	6.6	6.9	8,300	43,000
		1.2	1.5	66.0	91.5	7.4	6.1	8,200	29,000
戸 小 町 菅 第 2 ド ッ ク 水 ノ 浦	C	2.6	2.9	107	111	2.3	2.2	31	48
		2.5	2.6	105	109	2.8	2.6	30	90
		2.5	1.9	88.5	105	2.7	3.6	2,800	280
		2.7	2.1	94.8	98.6	1.8	3.2	140	160

表7 月 別 試 験 成 績

月 別		2	4	6	8	10	12
採水時気温(°C)		7.9	18.3	23.9	30.6	20.3	13.4
水 温 (°C)	表 層	11.3	16.4	21.1	28.3	21.6	13.6
	下 層 20m	12.3	15.7	20.0	26.0	21.6	13.8
Cl (g/l)	検 疫 錨 地	19.2	19.6	19.0	17.7	19.0	19.2
	内 港 入 口	19.6	19.8	19.9	18.9	19.1	19.6
	中 央 部	19.4	19.6	18.8	17.3	19.1	19.0
	浦 上 島 川 口	19.4	19.4	18.7	17.2	19.0	19.0
	中 島 川 口	19.6	19.8	19.4	18.8	19.1	19.2
透 明 度 (m)	検 疫 錨 地	4.3	4.3	2.0	2.5	4.0	5.0
	内 港 入 口	4.2	2.3	1.3	1.8	3.7	3.9
	中 央 部	3.4	2.0	1.0	1.1	2.8	3.0
	浦 上 島 川 口	1.0	1.0	1.0	0.9	1.7	1.4
	中 島 川 口	2.0	1.4	0.8	0.9	0.9	2.7
大腸菌群 (MPN/ml)	検 疫 錨 地	1.0	3.0	15	92	0.6	5.2
	内 港 入 口	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1
	中 央 部	84	13	48	91	10	30
	浦 上 島 川 口	18	130	33	51	38	84
	中 島 川 口	0.1	0.6	0.5	1.1	18	0.3
		130	300	420	380	630	110
		1,200	8,200	1,600	85,000	56,000	900

以上のことは港の地形、海水の表層における動き、河川水の拡散状態などによる影響と考えられる。

c. 月別変化

月別試験成績は表7のごとくである。

採水時の気温が水温より高い時期は4, 6, 8月であり、低い時期は10, 12, 2月である。

表面水温は気温の影響を受けるので年較差は下層よりも大きい。水温を比重の面からみると、表層と下層は夏季には安定し、秋、冬、春季には循環し不安定となる。

Cl⁻は8月に最少となる。この時期には降水量が多く、流入河川の流量も増加しているためである。逆に降水量が少ない2, 4月にはCl⁻は多くなっている。年間の変動は川口で大きく、港外へ向うにしたがい小さくなる。下層ではその差は1.0g/l以内である。

透明度はCl⁻とは逆で6, 8月には河川の流量が多く浮遊物質も多く含まれ、また港内へ栄養分を送り込むのでプランクトンも増殖し、透明度は小さくなる。12, 2月には河川流量が少なく透明度は大きくなる。この様に港の透明度は大體河川の流量に影響されている。

大腸菌群は8月に最も多くその変動は水温と同じ曲線を描き、高温期に多く、低温期に少ない。

大腸菌の海水における死滅恒数は Vaccaro 等¹⁶⁾によれば水温と同じ曲線を描いている。死滅恒数だけからみると検査地点では高温期には低温期よりも減少しなければならないが、河川から流入する大腸菌群が多

いので低温期よりも少なくならない。

以上のごとく汚濁度は高温期に高く、低温期に低い状態にある。同様な状態は東京港¹⁷⁾、名古屋港¹⁸⁾、伊勢湾¹⁸⁾などでみられる。

d. 深度別変化

湖沼においては春、秋に表層と下層の循環がある様に海でも循環が行なわれる。したがって水質は時期によって異なる。その状態を港の中心線および川口で水温、Cl⁻、大腸菌群、BODを指標として示す。

安定期(夏)には表8のごとくである。

水温の垂直分布を内港入口でみると表層と下層では3°Cの差があり、表層の水温が高いため比重は下層よりも小さく安定した成層状態となっている。

Cl⁻の分布をみると川口では河水が底部まで侵入しているが、港外へ向うにつれ河川水は表層にのみ拡散している姿がみられる。また垂直分布は表層が少なく下層に多く水温と同様な成層状態がみられる。この様に安定期には流入した河川水が比較的はつきりした表層に拡散していることがわかる。

したがって大腸菌群、BODについてもほぼ同様な状態を示している。この時期には川口を除くと深度2m層付近までが汚濁されており、10m以下ではその影響はほとんどみられない。

循環期は秋、冬に分けて調査した。そのうち冬の水質を表9に示した。

秋の水温は安定期とは逆で、表層が低く下層との差は0.6°Cである。冬は表層、下層の差はない。この様

表8 安定期の深度別試験成績(夏)

深 度 (m)		0	1	2	5	10	20	23
水温(°C)	内 港 入 口	28.6	28.5	28.5	28.1	27.4	26.6	25.6
Cl (g/l)	検 疫 船 地	18.5	18.5	18.5	18.9	19.0	19.0	—
	内 港 港 入	18.4	18.3	18.4	18.8	19.0	19.0	19.0
	中 突 堤 央	18.1	18.2	18.4	18.9	19.0	—	—
	浦 中 堤 間	17.9	18.2	18.4	18.9	19.0	—	—
	上 川 口	14.8	17.7	18.0	18.4	—	—	—
	中 島 川 口	6.5	17.2	18.4	—	—	—	—
大腸菌群 (MPN/ml)	検 疫 船 地	1.7	2.3	2.3	0.33	0.05	0.04	—
	内 港 港 入	17	35	1,600	3.5	0.05	0.02	0.7
	中 突 堤 央	23	54	24	1.1	0.08	—	—
	浦 中 堤 間	350	54	35	4.9	0.14	—	—
	上 川 口	16,000	140	7.9	35	—	—	—
	中 島 川 口	16×10 ⁴	1,600	160	—	—	—	—
BOD (mg/l)	検 疫 船 地	2.2	2.1	0.7	1.1	0.5	0.5	—
	内 港 港 入	3.0	3.3	2.5	0.7	0.6	0.3	0.6
	中 突 堤 央	4.8	4.2	3.1	0.7	0.3	—	—
	浦 中 堤 間	4.8	5.3	3.3	0.9	0.7	—	—
	上 川 口	7.2	7.0	4.7	3.9	—	—	—
	中 島 川 口	35.7	4.2	2.3	—	—	—	—

表9 循環期の深度別試験成績(冬)

深 度 (m)		0	1	2	5	10	20
水 温 (°C)	検内	14.9	14.9	14.9	14.9	14.7	14.5
	疫港	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
	錨入	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	—
	中央堤	13.5	13.5	13.5	13.6	13.7	—
	浦上川	13.5	13.5	13.6	13.4	—	—
Cl ⁻ (g/l)	検内	19.8	19.8	19.7	19.6	19.7	19.7
	疫港	19.6	19.6	19.6	19.5	19.6	19.6
	錨入	19.5	19.5	19.5	19.6	19.6	—
	中央堤	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	—
	浦上川	19.5	19.5	19.5	19.5	—	—
大腸菌群 (MPN/ml)	検内	0	0	0	0	0	0.33
	疫港	0.39	16	0.33	5.4	0.23	0.22
	錨入	9.2	9.2	1.7	3.5	1.1	—
	中央堤	11	16	16	16	2.4	—
	浦上川	2.0	1.7	3.5	3.5	—	—
BOD (mg/l)	検内	0.7	0.3	0.4	0.5	0.7	0.7
	疫港	1.6	1.8	1.6	1.2	0.9	1.3
	錨入	1.9	1.4	1.7	1.5	1.6	—
	中央堤	1.5	0.8	2.5	1.8	1.2	—
	浦上川	2.2	2.3	2.1	2.0	—	—
中島川	19.0	3.2	2.1	—	—	—	

に循環期には海水は不安定な状態で上下の混合が行なわれ易くなる。また冬には川口から検疫錨地へ行くにしたがい水温は上昇して、暖かい外海水の影響を受けていることがわかる。

Cl⁻は川口では河川水の影響で少ない。冬には表層と下層の差はなくなり、比重の差もなくなるので水温と同様に海水の不安定さを示し、完全に混合した状態にある。

大腸菌群はその性質上Cl⁻のごとく全体的には均一にならず、表層に多く検出される。しかし、表層と下層のMPNを安定期と比較すれば、表層から2m層までのMPNは季節的影響で夏、秋、冬の順に少なくなっている。5m層でより下層では安定期よりも循環期

の方が多くなっている。したがってこの時期には表層の汚濁が下層まで達していることを示し、Cl⁻の動きと一致する。

BODはCl⁻と同様に循環期には表層、下層とはほぼ同じ値で、混合状態を良く示している。

なお、循環期では秋よりも冬の方が表層、下層の混合が進んでいる。

e. 大腸菌の菌型

安定期、循環期に検出された大腸菌群について、その菌型をIMViC方式¹³⁾によってE. coli, Intermediate, Aerogenesに分類してみると、安定期には汚濁は10m層以下には達しておらず循環期には汚濁は下層まで達していることがわかった。

表10 底 質 試 験 成 績

項目 場所	泥質	色相	臭 気	泥 温 °C	pH	水 分 %	乾 泥 中				
							熱灼減量 %	総硫化物 ppm	総窒素 ppm	Alb-N ppm	NH ₄ -N ppm
検疫錨地	砂泥	灰褐	なし	25.0	7.70	54.1	12.1	264	1,670	740	68
内港入口	泥土	灰黒	なし	25.0	7.58	65.7	13.9	1,640	2,120	730	105
C	砂泥	灰褐	なし	25.0	7.60	60.2	20.3	482	1,189	604	44
中央部	砂泥	灰褐	なし	25.8	7.60	55.4	22.0	552	2,080	634	37
突堤間	泥土	灰黒	なし	26.0	7.45	68.1	15.0	2,513	2,315	1,061	100
浦上川口	泥土	黒	なし	26.0	7.25	58.0	13.3	2,053	1,668	1,224	39
大浦川口	泥土	黒	H ₂ S臭中	26.1	7.09	63.0	16.9	5,380	3,435	1,757	172
中島川口	泥土	黒	H ₂ S臭強	26.1	6.85	62.2	18.2	4,470	3,870	2,100	415

表11 外港試験成績(2, 5, 8月平均)

項目 場所	透明度 m	水温 °C	Cl ⁻ g/l	pH	DO		BOD mg/l	COD mg/l	ヨウ素 消費量 mg/l	NO ₂ -N mg/l	大腸菌群	
					mg/l	飽和%					MPN/ml	菌型
No. 2	4.0	20.7	19.6	8.2	—	—	—	1.0	—	0.011	530	E, I, A
5	3.7	20.6	18.7	8.3	8.36	119	1.4	0.7	2.2	0	0.53	A
6	4.4	20.7	18.8	8.3	8.01	107	1.1	0.5	2.2	0.004	530	I
7	3.9	20.7	18.4	8.2	7.81	104	1.2	0.8	2.4	0.007	15	E, I
8	4.5	20.6	18.7	8.2	7.88	105	1.2	0.6	2.8	0.004	36	E, A
9	4.8	20.9	18.7	8.3	8.32	112	1.5	0.6	2.8	0	530	E, I
11	4.1	20.6	18.8	8.3	8.03	108	1.5	0.7	1.6	0	33	I, A
13	7.0	20.7	18.9	8.3	8.38	113	1.1	0.6	2.3	0	12	E
20m下	—	19.9	19.2	8.3	7.22	96.4	0.5	0.3	2.3	0	0.01	—
15	5.0	20.9	18.8	8.3	8.58	117	1.5	0.8	2.2	0	0.09	I, A
20m下	—	19.9	19.2	8.2	7.13	95.0	0.4	0.5	1.9	0.004	0.09	—
17	4.7	21.0	18.8	8.3	8.42	115	1.5	0.9	2.0	0	0.18	A
18	4.9	21.1	18.9	8.3	8.50	116	1.5	0.7	2.6	0	0.08	E
20	6.0	20.7	19.0	8.3	8.43	113	1.1	0.7	2.8	0	0.31	—
20m下	—	19.7	19.2	8.2	7.14	94.6	0.5	0.6	2.3	0	0.02	—
23	5.7	20.5	19.2	8.3	8.34	112	1.0	0.6	2.0	0	0.14	A
25	4.8	20.8	18.8	8.2	7.65	103	1.0	0.6	2.1	0	0.35	E, A

備考: E=E.coli, I=Intermediate, A=Aerogenes

3. 底質

各河川によって内港へ流入する土砂は年間約12,000 m³と推定されている。主なものは浦上川4,000 m³, 中島・銅座川3,500 m³, 大浦川1,500 m³である。

海底の表面に堆積した泥土の試験成績は表10のごとくである。

中島, 大浦川口ではH₂S臭が強く, メタンガスの発生もみられる。

pHは水質と同様に川口が低く外港へ向って高くなる。

泥中の有機物の大略を表わす熱灼減量は各川口で異っており, 大浦, 中島, 浦上川口の順に少なくなる。中央部ではやや多くなつてはいるが, 全体的な傾向としては水質と同様に外港へかけて減少して行き, 内港20%, 内港入口14%, 検疫錨地6%である。

硫化物は川口では必然的に多く, 2,000~5,400ppmの範囲にある。これが検疫錨地では264ppmとなり急激に減少している。

総窒素は総硫化物と同じ傾向にあるが, 川口から検疫錨地への減少率は小さい。

4. 外港の水質

内港の調査に引続き外港の調査を行なった。外港の水質は河川水の影響が薄れているため, 時期的に冬・春・夏に分け, 干満の差は内港の調査で認められなかったもので潮汐には関係なく採水した。試験成績は表11のごとくである。

透明度は内港入口付近では4 m, 港外No. 13では7 mに達している。

Cl⁻は香焼島—高鉾島方面のNo. 13, 14よりも, 深堀—香焼島方面のNo. 20, 23が僅かに多く, 外海水の侵入率は後者が多い状態と考えられる。

DOは下層で95%前後であり, 表層では全地点とも過飽和となっている。

BODは表層では1.0~1.5ppm, 下層では0.5ppmと内港よりも少なく, CODは1ppm以下である。

大腸菌群は図7のごとく内港と比較して極めて少なくなっており, 大多数の地点ではMPN0.53以下である。内港入口では内港汚濁の影響でMPN530と多いが, 少し外港へ出ると局部的には多い地点もあるが大幅に減少している。

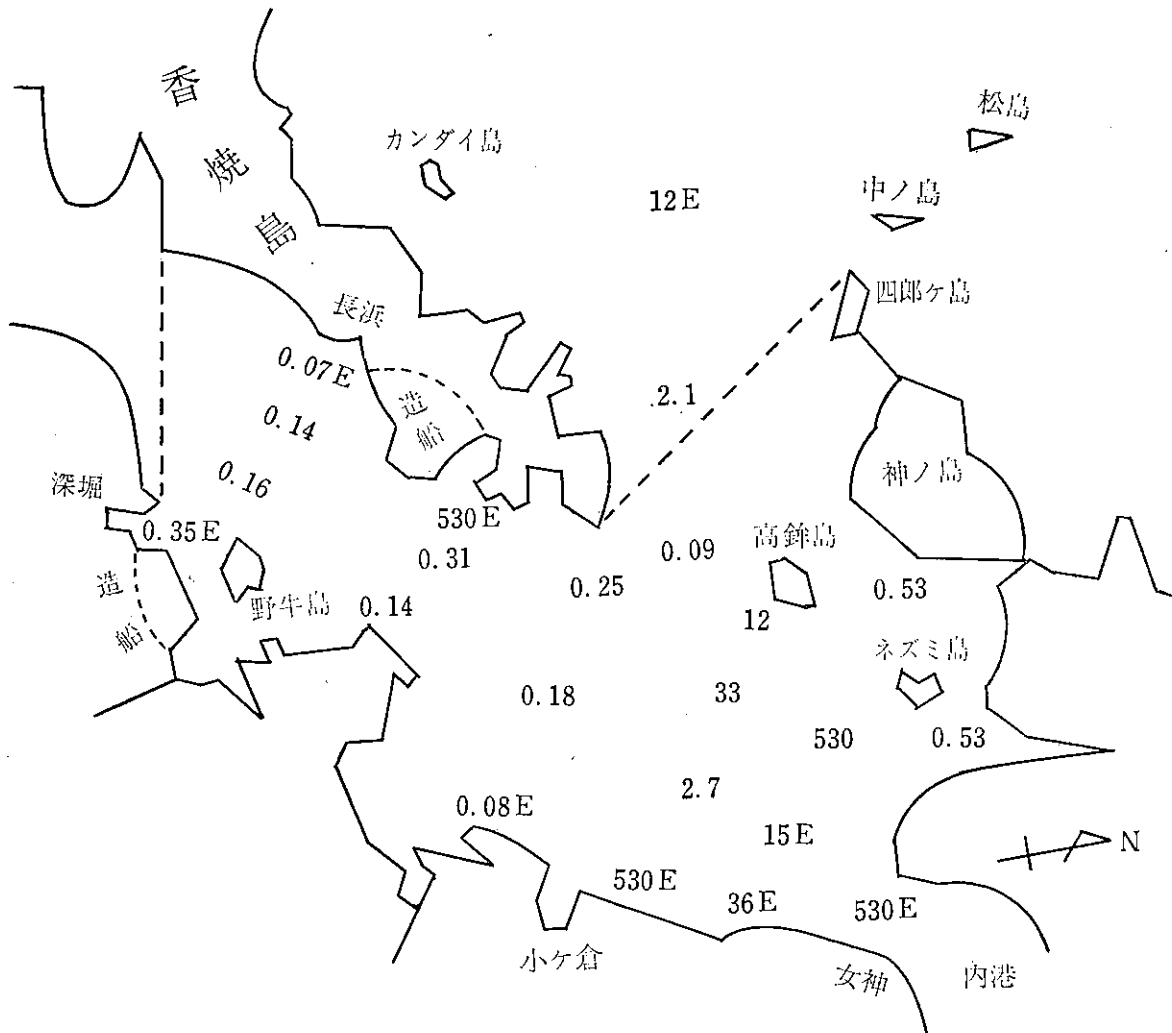
全体的には内港入口から深堀—香焼島方面が, 香焼島—高鉾方面よりMPNは少なく清浄である。これは外海水の侵入が前者に大きく, 後者に小さいためか, あるいは潮流の関係で表層水は内港入口から前者の方へ流れずに後者の方へ流れるためか, いずれかによるものと考ええる。また通行船舶の数は後者に多いが, この影響は少ないものとみてよい。

大腸菌の菌型分布をみると, 内港入口からNo. 4, 7, 10, 18の範囲, 深堀No. 25, 香焼島沿岸No. 16, 21, 22および港外No. 13ではE. coliが検出されている。

内港入口付近は内港汚濁の影響, 沿岸はその附近の下水の影響と一応は考えられるが, 港外No. 13で検出されるMPNからみても, やはり内港汚濁の影響が全体的におよんでいると考えられる。

なお, 外港では長崎外港計画によって深堀—香焼島

図7 外港大腸菌群 (MPN/ml, 2, 5, 8月平均)



備考：Eは E. coli 検出地点

間は埋立てられる。

その結果、外海水の入口は香焼島—高鉢島の1カ所となり、埋立地からの下水、廃水の流入もあるので水質汚濁の可能性が十分に予想される。

したがって長崎外港計画にはこの問題に対する十分な配慮が必要であり、将来汚濁を招いた後から対策を考える事がないように関係当局の水質汚濁防止に対する関心を喚起しておきたい。

摘 要

著者らは昭和35年以来、長崎市内河川および港湾の水質汚濁の実態調査を続けて来た。

調査成績を総括すると次のごとくである。

1. 河 川

主な汚濁源は家庭下水で、市内を貫流する中島川、銅座川、大浦川の下流では都市下水の水質に近い状態である。浦上川では流量も多いので若干汚濁は低い。

経年的には汚濁は緩徐な増加の傾向にある。

川水のBODは高温期には少なく、低温期に多い。大腸菌群はBODと逆の傾向にある。月別のDOは川

水の汚濁程度によって、それぞれその様相を異にし、若干の型に大別することが出来る様に考えられた。

2. 港 湾

主な汚濁源は流入する各河川である。汚濁は各川口および港奥に高く、港外へ向うにしたがって減少して行く。

汚濁は干、満潮時による差は明らかでなく、時期別には高温期に高く低温期に低い。深度別状況では安定期には表層だけ、循環期には下層まで汚濁は達している。この状況は大腸菌型からも示される。

外港の汚濁は内港と比較すると大幅に減少している。

底質は水質汚濁の状態と良く一致している。

本稿は水処理技術, 6, 11: 7~22, 1965.に掲載した。

文 献

- 1) 長崎港々湾管理者: 長崎港々湾計画資料, 昭和29年11月.
- 2) 長崎海洋気象台編集: 長崎潮位表1965.
- 3) 山口道雄他: 長崎市内のし尿浄化槽の実態, 日公衛誌, 12, (4): 226, 1965.
- 4) 野見山季治他: 活性汚泥法による長崎市と畜場廃水処理の現況, 水道協会雑誌, No. 352: 47~55, 1964.
- 5) 相沢龍他: 長崎港における水質汚濁の状況, 用水と廃水, 6, (6): 498~506, 1964.
- 6) 日本水道協会: 下水試験法, 1965.
- 7) 日本薬学会: 衛生試験法, 1956.
- 8) APHA, AWWA, WPCF: Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 11th, 1960.
- 9) 宇野源太: 大阪市内河川の汚濁に関する衛生学的研究, 日公衛誌, 8, (6): 537~558, 1961.
- 10) 野尻高経: 都市河川の浄化について, 水道協会雑誌, No. 326: 4~8, 1961.
- 11) 桑原麟児: 用廃水薬類学(その1), 用水と廃水, 6, (7): 583, 1964.
- 12) 杉戸清: 下水道学(後篇), 29P, 技報堂, 1953.
- 13) 貝塚俊樹: 河川及び海水の自浄作用に関する研究, 熊本医学会雑誌, 299, (3): 322~328, 1955.
- 14) 川端純一他: 名古屋港海水の衛生学的研究, 名古屋市衛生研究所報, 7: 56~57, 1960.
- 15) Romer, H.: The Health Department's Role in New York Harbor Pollution Control, Sewage & Industrial Wastes, 28, (12): 1495~1503, 1956.
- 16) Vaccaro, R. H., et al: Viability of *Escherichia Coli* in Sea Water, AJPH, 40, (10): 1257~1266, 1950.
- 17) 佐藤太郎: 東京港海水の衛生学的研究, 日公衛誌, 6, (9): 482~492, 1959.
- 18) 花田信次郎: 伊勢湾水域に於ける水質汚染の季節別消長に関する研究, 国民衛生, 27, (2): 75~104, 1958.
- 19) 中村敬三他: 細菌学各論(I), 81P, 南山堂, 1955.

V 研 修 状 況

A 受 講

期 間	講 習 会 名	主 催 者	場 所	出 席 者
昭和40. 5.10	農薬危害防止特別講習会	長崎県衛生部	諫早市中央公民館	寺田課長, 伴技師 貞松技師
昭和40. 5.26 5.28	食品衛生特殊技術講習会(細菌)	厚生省	東京都立衛生研究所	安永技師
昭和40. 11.10 11.12	食品衛生特殊技術講習会(化学)	厚生省	大阪府立 公衆衛生研究所	伴 技 師
昭和41. 1.10 3.26	公衆衛生院細菌検査学科	公衆衛生院	公衆衛生院	野口技師
昭和41. 3. 9 3.12	防疫講習会(ウイルス, 細菌)	厚生省	公衆衛生院	松尾課長, 東技師

B 指 導 講 習

期 間	項 目	受 講 者
昭和 40. 4. 14 4. 23	環境衛生技術者通信教育スクーリング	長崎市中央保健所職員 4名
昭和 40. 4. 27 4. 28	尿尿浄化槽放流水試験法研修	大村保健所職員 1名
昭和 40. 5. 31 6. 4	日本脳炎ウイルス分離手技研修	大分県衛生研究所森田技師
昭和 40. 6. 16 6. 18	細菌検査研修	保健所衛生検査技師 13名
昭和 40. 6. 30 7. 1	保存血液比重検定法研修	赤十字血液銀行職員 1名
昭和 40. 8. 28	養護助教諭研修	養護助教諭 50名
昭和 40. 9. 6 10. 22	細菌検査技術研修	九州医学技術専門学校学生 3名
昭和 40. 10. 25 12. 10	細菌検査技術研修	九州医学技術専門学校学生 3名
昭和 40. 11. 8	食中毒の予防研修	生活改良普及員 20名
昭和 41. 2. 22 2. 26	保健所勤務薬剤師研修	保健所薬剤師 4名
昭和 41. 3. 1 3. 2	結核菌検査, Rh 血液型検査法	保健所衛生検査技師 11名
昭和 41. 3. 25 3. 31	環境衛生技術者通信教育スクーリング	長崎市中央保健所職員 6名
昭和 41. 3. 25 3. 26	結核菌検査, Rh 血液型検査法	保健所衛生検査技師 2名

C 長崎県衛生研究所集談会

第15回集談会 昭和40年4月30日

プラーク減少法による日本脳炎ウイルス中和抗体測定法について

熊 技 師

第16回集談会 昭和40年5月27日

トキソプラズマ症の疫学

黒 田 課 長

第17回集談会 昭和40年6月3日

1) 日本脳炎の流行と蚊族の有毒化及びその消長との関係について

高 橋 所 長

2) 長崎県下における人の日本脳炎H I抗体保有状況

松 尾 課 長

第18回集談会 昭和40年9月30日

- 1) 遊泳場の水質について
山口 技師
- 2) 公衆浴場の水質と塩素系薬剤による消毒効果
寺田 課長
- 3) 長崎県における食品防腐剤等の使用状況
貞松 技師
- 4) 人工甘味剤の化学変化によるびん詰ジュースの
飲用事故例
寺田 課長
- 5) 1965年、長崎県における日本脳炎流行の疫学的
研究
熊 技師
- 6) 長崎県における人の日本脳炎ウイルスH I 抗体
保有分布調査
野口 技師

第19回集談会 昭和40年10月29日

- 1) 抗赤痢菌物質について

伴 技師

- 2) ハワイ方面における腸炎ビブリオの分布調査よ
り帰って

安永 技師

第20回集談会 昭和40年12月3日

- 1) 中部太平洋の魚類ならびにハワイの魚類、海泥
における腸炎ビブリオの分布
安永 技師
- 2) 1965年長崎県下における日本脳炎流行に見られ
た蚊、豚、人感染の相関性について
高橋 所長

第21回集談会 昭和40年12月23日

- 長崎県衛生研究所予算の史的変遷について

山本 課長

第22回集談会 昭和41年2月25日

- 放射能による汚染の現状

寺田 課長

D 発表業績一覧表

1 学会等発表

- 1) 東南アジア（基隆、シンガポール、コロンボ、香
港及び印度洋）の海底泥土ならびに魚介類における
腸炎ビブリオの分布
安永 統男
第38回日本細菌学会総会
（昭和40年4月1日 東京都）
- 2) 日本脳炎ウイルスの生態学的研究
高橋克巳，松尾礼三，熊正昭
野口英太郎，その他
第39回日本伝染病学会総会
（昭和40年4月3日 東京都）
- 3) 薄層クロマトグラフィーを用いる保存料分析法
貞松厚子，その他
第20回日本薬学大会総会
（昭和40年4月7日 福岡市）
- 4) 4-アミノアンチピリンによるパラオキシ安息香
酸エステルの比色定量法
伴与一郎，寺田精介
第20回日本薬学大会総会
（昭和40年4月7日 福岡市）
- 5) パラオキシ安息香酸エステルのグルコシドについ
て
寺田 精介
第20回日本薬学大会総会
（昭和40年4月7日 福岡市）
- 6) 組織培養（雞胎細胞）による日本脳炎ウイルスの
中和抗体測定法について
（その意義，術式，成績）
熊 正昭
第17回長崎県衛生検査学会総会
（昭和40年4月22日 長崎市）
- 7) 1964年，長崎県における野外蚊の日本脳炎ウイル
ス保有状況
高橋克巳，松尾礼三，熊正昭
野口英太郎
第17回長崎県衛生検査学会総会
（昭和40年4月22日 長崎市）
- 8) 日本脳炎の流行と蚊族の有毒化及びその消長との
関係
高橋 克 巳
第2回日本ウイルス学会九州支部総会
シンポジウムⅡ 日本脳炎の疫学
（昭和40年6月5日 福岡市）
- 9) 長崎県における日本脳炎の疫学的研究，第2報，
県下における人の日本脳炎H I 抗体保有状況
高橋克巳，松尾礼三，熊正昭
野口英太郎
第15回日本伝染病学会西日本地方会総会

- (昭和40年6月6日 北九州市)
- 10) 遊泳場の水質について
山口道雄, 伴与一郎
寺田精介, 黒田正彦
第5回長崎県公衆衛生大会
(昭和40年10月6日 佐世保市)
- 11) 公衆浴場の水質と塩素系薬剤による消毒効果
寺田精介, 黒田正彦
伴与一郎, その他
第5回長崎県公衆衛生大会
(昭和40年10月6日 佐世保市)
- 12) 自然界における日本脳炎ウイルスの撒布について
特に蚊, 豚, 人の関連性
熊正昭, 高橋克巳
松尾礼三, 野口英太郎
第5回長崎県公衆衛生大会
(昭和40年10月6日 佐世保市)
- 13) 人の日本脳炎免疫抗体分布について
野口英太郎, 高橋克巳
松尾礼三, 熊正昭
第5回長崎県公衆衛生大会
(昭和40年10月6日 佐世保市)
- 14) 長崎県における食品防腐剤の使用状況
貞松厚子, 伴与一郎
寺田精介, 黒田正彦
第5回長崎県公衆衛生大会
(昭和40年10月6日 佐世保市)
- 15) 人工甘味剤の化学変化によるピン詰ジュースの飲用事故例
寺田精介, 伴与一郎
黒田正彦, 貞松厚子
第5回長崎県公衆衛生大会
(昭和40年10月6日 佐世保市)
- 16) 幼豚の日本脳炎H I 移行抗体の推移とその自然感染について
高橋克巳, 松尾礼三, 熊正昭
野口英太郎, 田口末春, 坂井種
第18回日本細菌学会九州支部総会
(昭和40年10月10日 福岡市)
- 17) 選炭廃水による長崎県佐々川汚濁調査報告
山口道雄
第22回日本公衆衛生学会総会
- (昭和40年10月22日 大阪市)
- 18) 水道の衛生管理と水質管理
寺田精介
水道維持管理講習会講演(長崎県水道協会主催)
(昭和40年10月27日 長崎市)
- 19) 長崎県下における人の日本脳炎抗体分布調査
高橋克巳, 松尾礼三
熊正昭, 野口英太郎
第4回日本衛生検査技師会九州地方学会総会
(昭和40年11月7日 別府市)
- 20) ピン詰ジュースによる飲用事故例
寺田精介
第2回全国衛研化学技術協議会総会
(昭和40年11月16日 東京都)
- 21) 長崎県における放射能調査
寺田精介
第7回放射能調査研究成果発表会(科学技術庁主催)
(昭和40年11月26日 千葉市)
- 22) 1965年, 長崎県における日本脳炎ウイルス保有蚊の出現消長と人の日本脳炎流行との関係について
高橋克巳, 松尾礼三, 熊正昭
野口英太郎, 東房之
第16回日本伝染病学会西日本地方会総会
(昭和40年12月5日 山口市)
- 23) 1965年, 長崎県下における屠殺豚の日本脳炎H I 抗体保有率の季節的变化と人の日本脳炎流行との関係について
高橋克巳, 松尾礼三, 熊正昭
野口英太郎, 東房之, 藤原音晃
第16回日本伝染病学会西日本地方会総会
(昭和40年12月5日 山口市)
- 24) 幼豚の日本脳炎H I 移行抗体の推移とその自然感染について(第2報)
田口末春, 高橋克巳, 松尾礼三
熊正昭, 野口英太郎, 坂井種
第14回九州家畜保健衛生技術研究会
(昭和41年1月21日 鹿児島市)
- 25) 日本脳炎ウイルスの生態学における雞の役割りに
ついて
高橋克巳
日本脳炎生態学研究会(国立予防衛生研究所主催)
(昭和41年2月14日 東京都)

2 誌 上 発 表 (原著を本誌以外の他誌に掲載したもの)

- 1) 長崎県小浜温泉の成分変化。寺田精介：衛生化学 11(3), 197~201, 1965.
- 2) 腸炎ビブリオに関する研究。第3報。東南アジア地域の海底泥土ならびに魚介類から分離した腸炎ビブリオの血清学的性状，マウスに対する毒性および溶血能について。安永統男，黒田正彦：長崎大学風土病紀要，7(2)，107~113，1965年6月。
- 3) Studies on Mosquito Infection with Japanese Encephalitis Virus in 1964 in Nagasaki Prefecture. Katsumi TAKAHASHI, Reizo MATSUO, Masaaki, KUMA and Hidetaro NOGUCHI : Endemic Diseases Bulletin of Nagasaki University, 7(3), 165~177, September. 1965.
- 4) 4-アミノアンチピリンによるパラオキシ安息香酸エステルの比色定量法。伴与一郎，寺田精介：食品衛生学雑誌，6(4)，369~372，1965.
- 5) 長崎市内河川の水質汚濁の実態。相沢竜，野見山季治，山口道雄：用水と廃水，7(8)，562~574，1965.
- 6) 長崎市内河川及び港湾の水質汚濁の実態。相沢竜，山口道雄，野見山季治：水処理技術，6(11)，7~22，1965.
- 7) 腸炎ビブリオに関する研究。第4報。ハワイ群島南方の外洋の魚類およびホノルルの魚類，海泥における腸炎ビブリオの分布について。安永統男：長崎大学風土病紀要，7(4)，272~282，1965年12月。
- 8) 薄層クロマトグラフィーによる合成保存料およびズルチンの分析。貞松厚子，嘉納健夫，有吉敏彦，高島英伍：食品衛生学雑誌，7(1)，50~54，1966.
- 9) 1964年長崎県下住民の日本脳炎HI抗体保有率の分布と不顕性感染率について。松尾礼三，熊正昭，野口英太郎：日本衛生検査技師会雑誌，15(1)，19~20，1966.
- 10) 1965年，長崎県における日本脳炎流行の疫学的研究。第1報。コガタアカイエカよりの日本脳炎ウイルス分離状況。高橋克巳，松尾礼三，熊正昭，野口英太郎，東房之：長崎大学風土病紀要，8(1)，1~7，1966年3月。
- 11) 1965年，長崎県における日本脳炎流行の疫学的研究。第2報。県下各地区飼育屠場豚の日本脳炎ウイルス赤血球凝集抑制抗体保有の季節的变化について。高橋克巳，松尾礼三，熊正昭，野口英太郎，藤原音晃，東房之：長崎大学風土病紀要，8(1)，8~17，1966年3月。
- 12) 1965年，長崎県における日本脳炎流行の疫学的研究。第3報。日本脳炎ウイルスの蚊，豚，人感染の総括的関連性について。高橋克巳，松尾礼三，熊正昭，野口英太郎，藤原音晃，東房之：長崎大学風土病紀要，8(1)，18~28，1966年3月。

長崎県衛生研究所報 VII

(昭和40年版)

1966

昭和40年5月10日印刷

昭和40年5月31日発行

編集・発行 長崎県衛生研究所

長崎市中川町128番地

TEL ② 0986

印刷所 内外印刷株式会社

長崎市榎津町33番地
