超音波ニヨル細菌ノ破壊作用ニ就テ (第1回報告)

豫備試験並ニ弧菌ヲ以テスル實驗

神奈川縣中央衛生試験所 (主任 渡邊 邊博士)

船 戸 準

Hitoshi Funato

(昭和13年5月3日受付)

【内 容 抄 録】

超音波 (波長約 500m, 振動數約 600,000 Cycles) ニヨル細菌ノ破壊作用ヲ研究スルニ當リテ實驗方法, 供試菌株, 實驗項目及ビ豫備試験ニ就テ説述シ, 最後ニ Cholera Vibrio 及ビ Wasser Vibrio ヲ以テスル實驗成績ヲ説述セリ.

目 次

緒 論	第4節 豫備試験ノ小括
第1章 文献ノ梗概	第5章 弧菌ヲ以テスル實驗
第2章 實驗方法並ニ供試菌株	第1節 Cholera Vibrio
第1項 超音波發生裝置	1. 死滅狀態
第2項 供試菌株	2. 濁濁變化ノ測定
第3項 菌浮游液ノ調製	3. 菌容量變化ノ測定
第4項 使用菌量, 使用試験管並ニコレガ 油槽中ニ於ケル位置	4. 菌形態變化ノ觀察
第5項 超音波作用時間	第2節 Wasser Vibrio
第3章 本研究ノ主要事項	1. 死滅狀態
第1項 細菌ノ死滅狀態	2. 濁濁變化ノ測定
第2項 濁濁變化ノ測定	3. 菌容量變化ノ測定
第3項 菌容量變化ノ測定	4. 菌形態變化ノ觀察
第4項 菌形態變化ノ觀察	第3節 超音波作用時間ト濁濁變化ノ關係
第4章 豫備試験	第4節 弧菌ヲ以テスル實驗ノ小括
第1節 試験管内溫度ノ變化	第6章 本篇ノ總括的觀察
第2節 第1節ノ對照試験	結 論
第3節 油槽溫度ノ變化	参考文献

緒 論

1920年 *Langevin* ガ始メテ超音波 (Ultrasonic Waves or Supersonic Waves) ヲ永續的ニ

發生セシムル裝置ヲ發明シ、1927年 *Wood & Loomis* ガ更ラニ強力ナル超音波發生裝置ヲ完成スルニ至リ、コレニ因ル物理學的、化學的及ビ生物學的研究ガ相繼デ發表セラルルニ至リ、遂ニ之レガ應用ニヨル醫學的方面ノ研究進展ヲ觀ルニ至レリ、然レドモコレガ研究業績ハ寥寥ニシテ未ダ見ル可キモノナシ。

當試驗所ニ於テ恩師渡邊博士ハ3、4年來超音波ニヨル微生物學並ニ血清學的方面ノ研究ヲ企圖シ、各種ノ研究項目ニ向ツテ邁進、既ニ相當ノ業績ヲ收メツツアリ。余ハ頭書ノ研究事項ヲ擔當セシメラレ既ニ其ノ一部ハ昭和11年11月6日慶應醫學會第17回總會ニ於テ渡邊博士ニヨリ講演セラレ、其ノ概要ハ東京醫事新誌第3011號ニ發表セリ、其後ノ研究成績ハ昭和12年5月ノ日本微生物學會總會ニ於テ説述セリ。

今茲ニ本研究ノ大體ヲ完成シ得タルヲ以テ順次稿ヲ追ヒテ記載ヲ試ミ、大方諸賢ノ批判ヲ乞ハントスルモノナリ。

第1章 文 献 ノ 梗 概

超音波自體及ビ之レニヨル物理、化學的方面ノ文献ハ之レヲ省略シ、直接余ノ研究事項ニ關係アル業績ヲ摘録セントス。先ヅ最初ノ研究者トシテ *Wood & Loomis* ハ1928年毎秒406,000 frequency ノ超音波ヲ使用スル事ニヨリ *Luminous bact.* ノ海水浮游液ニ對スル實驗ヲ行ヒ、該菌ノ螢光作用ヲ減弱セシムベキヲ報告シ、次デ1929年 *E. Newton Harvey & Alfred L. Loomis* ハ同様ニ *Luminous bact.* ノ海水浮游液ニ375,000 frequency ノ超音波ヲ90分間作用セシメテ菌液ノ濁濁ハ透明トナリ、菌體ハ破壊セラレ螢光ハ消失シ其ノ培養試験ニ於テ作用時間70分間マデハ集落ヲ形成シ發光セシモ80分乃至90分ニ於テハ集落モ形成セス又螢光モ消失スト、尙ホ又濃厚ナル菌液ヲ以テシテモ略ボ同様ノ成績ヲ得、顯微鏡的ニハ菌體ガ顆粒狀ニ破壊セラルル事實ヲ報告セリ、

1934年ニ至リ *O. B. William & N. Gaines* ハ8,800 cycles ノ超音波ヲ脾臟ヨリ分離セシ *Escherichia coli* ニ60分間作用セシメ、作用時間ト殘存菌ノ數トハ對數的ニ直線的關係アルヲ述べ、又細菌ノ致死的影響ハ磁場 (magnetic field)、酸化或ハ加熱ニ因ルモノニ非ズシテ、菌液ガ劇シク攪拌セラルル器械的影響ニ基クモノナラムト論ゼリ。

Chambers & Gaines ハ牛乳ノ殺菌作用ニ就テ報告シ、*T. D. Beckwith & A. R. Olson* ハ wine yeast ニ15分間超音波ヲ作用セシメテ大部分ノ yeast cell ガ破壊セラルル事ヲ報告シ、尙ホ此ノ際超音波ヲ最も有効ニ細菌ニ作用セシメン爲メニ菌浮游液ヲ容ルベキ試験管底ヲセろふあん1枚ヲ以テ張りテ實驗シタリト、然レドモ氏ハ氏ガ使用セル超音波ノ振動數ニ關スル記載ヲ缺如セリ。

W. N. Takahashi & R. J. Christensen ハ *Tabacco Mosaic Virus* ニ450,000 cycles ノ

超音波ヲ作用セシメテ2時間ニテ完全ニ死滅スト報告シ、*A. C. H. Yen & Szu-Chih Liu*ハ 1.5×10^6 ノ振動率ヲ有スル超音波ヲ使用シテ枯草菌、脾脱疽菌、*Proteus X₁₉*、大腸菌、ちふす菌、志賀菌、黄金色葡萄狀球菌、加答兒性球菌、いんふるえんざ菌及ビ溶血性連鎖狀球菌等10種細菌ヲ使用シ90分間作用セシメ、之等細菌ヲ超音波ニ對スル感受性ニヨリ3群ニ分類セリ、即チ第1群ハ90分間ノ作用ニモ浸サレザル脾脱疽菌、第2群ハ加答兒性球菌、枯草菌、溶血性連鎖狀球菌、いんふるえんざ菌及ビ黄金色葡萄狀球菌ノGroupニシテ一部ハ破壊セララルモ完全ニハ死滅セザルモノ、第3群ハ*Proteus X₁₉*、大腸菌、ちふす菌及ビ志賀菌ニシテ90分時作用ニテ完全ニ死滅セララルモノ、又氏等ハPulfrick光度計ヲ以テ透明度ヲ比較シ、黄金色葡萄狀球菌ニ於テハ著變ナカリシモ、*Proteus X₁₉*、及ビ志賀菌ニ於テハ30分作用ニテ明カニ透明トナル。シカモコノ透明度ハ作用時間ノ長短ニヨリ差異アルヲ述ベタリ。氏等ハ該透明度ノ増加ハ恐ラク細菌蛋白ノ凝固ニ因ル可シト説明セリ。

*H. Yaoi & W. Nakahara*ハ530,000 cyclesノ超音波ヲ以テ*Bac. coli*、*Bac. proteus*及ビ*Staphy. aurea*ニ對スル實驗ヲ行ヒ、夫々2分間宛ツ作用セシメテ短時間ノ超音波作用ハ細菌ニ活性ヲ附與ス、又其ノ培養上集落ノ明カニ増加スル傾向アルヲ報告シ、作用菌ノ懸滴標本或ハ暗視野裝置ニヨリ細菌ノ個有運動ノ消失ヲ認メタリト附言セリ。

本邦ニ於テハ東北帝國大學醫學部加藤內科教室ニ於テ1934年眞田、堀川、秋山、草野、佐藤、澁谷氏等ハ460,000 cyclesノ超音波ヲ用ヒ、ちふす菌、大腸菌、連鎖狀球菌及ビ葡萄狀球菌ヲ用ヒテ實驗シ、桿菌ニ對シテハ絶對的殺菌作用ヲ有スルモ、球菌ニ對シテハ破壊作用微弱ニテ連鎖狀球菌ハ其ノ鎖狀連結ヲ破壊セラレ部分的ニ死滅スレドモ、葡萄狀球菌ハ形態的ニ殆ド影響無ク培養試驗ニヨリ一部分ノ死滅ヲ來タスニ過ギズト報告セリ、然レドモ氏等ガ業績ニハ時間的關係ノ記載無キハ甚ダ遺憾トスル處ナリ。

此ノ年傳染病研究所ノ矢追、中原兩氏ハ300,000 cyclesノ超音波ヲ大腸菌、變形菌、黄金色葡萄狀球菌及ビちふす菌ノ生理的食鹽水浮游菌液或ハぶいよん培養ニ2分間作用セシメ、細菌浮游液ハ臆テfloculateシ上清ハ透明トナリ、菌數ハ毎常増加ヲ示シタリ。又超音波作用後約2—3時間ノ間ニ菌體ヲ暗視野又ハ懸滴標本ニシテ檢スルニ個有運動ハ失ハレ居ルモ、ちふす菌ハ翌日再ビ運動ヲ認メタリト報告セリ。

1937年三橋氏ハ當試驗所ニ於テ超音波ノ牛乳ニ及ボス影響ニ就テ研究シ、約600,000 cyclesノ超音波ヲ60分乃至120分各種牛乳ニ作用セシメ、超音波ハ牛乳中ノ細菌ヲ漸減セシメ、生乳、低温殺菌乳ハ90分作用ニテモ尙ホ完全ニ滅菌スルヲ得ザルモ、高温殺菌乳ニ於テハ30分時作用ニテ完全ニ殺菌ノ目的ヲ達スルヲ得タリト報告セリ。

第2章 實驗方法並ニ供試菌株

第 1 項 超音波發生裝置

實驗ニ使用セル超音波發生裝置ハ東京工業大學木下教授指導ノ下ニ明石研究所土屋秀三氏ガ製作シタルモノニテ 50 W., 2 個ノ發信用真空管ヲ備ヘ, 水晶板ノ厚サ 5mm ニテ變壓器油中ニ超音波ヲ發生ス, ソレガ構造ハ第 1 圖ニ示セリ, 然シテ之ノレガ波長ハ約 500m 振動數ハ毎秒約 600,000 cycles ナリ.

第 1 圖

配 線 圖

A₁ A.C. 電 流 計
A₂ D.C. 電 流 計
A₃ A₄ 高周波電流計
V₁ D.C. 電 壓 計

V₂ A.C. 電 壓 計
T₁ 整 流 管
T₂ T₃ 發 振 管

第2項 供試菌株

本研究ニ使用セル菌株ハ神奈川県中央衛生試験所保管ノモノニテ孤菌2株、桿菌22株、球菌8株、*Frischmann*氏酵母菌及ビ2種發光菌ニウ 合計35種類ノ細菌ナリ。

第3項 菌浮游液ノ調製

前記菌株ノ24時間培養(特殊細菌ニ於テハ數日間培養ナリ)ノ菌苔ヲ搔キ採リ精密ニ秤量シテ生理的食鹽水1cc中1mg含有ノ菌浮游液ヲ調製ス。

第4項 使用菌量、使用試験管並ニコレガ油槽中ニ於ケル位置

菌浮游液ノ使用量ハ毎常12ccトス、然シテ使用試験管ノ大小、管壁ノ厚薄、質及ビコレガ水晶板ヨリノ距離ハ超音波發生ニ重大ナル意義ヲ有スルヲ以テ余ハ特ニ是等ノ點ニ留意セリ、即チはリヲ製硬質ニシテ厚サ0.7mm、長サ18.3cm、口徑1.9cmヲ算スルモノ、次ニコレガ水晶板トノ距離ハ變壓器油表面ヨリ1.0—1.5cmナリ(變壓器油表面ト水晶板面トノ距離ハ4.0cmナリ)、今此ノ距離ニ於テ超音波ヲ發生セシムル時ハ試験管内菌液ハ飛躍シ霧狀ヲ呈ス、然シテ超音波發生ノ高サハ細菌ノ破壊力ニ重大ナル關係アルヲ以テ之レガ一定ニ務メタリ、即チ高サ10cmヲ標準トシツルガ、コノ場合ニ於ケル發生裝置ノ各指針ハ大體ニ於テ次ノ如シ。

Filament Voltage (R_g)	8.5
Ammper (∞)	11—12
Plate Voltage (Voltmeter D.C.)	1450—1650
Filament Voltage (V. ∞)	8.5—9.0
Primary (Radio Frequency)	5.0—5.8
Secondary (Radio Frequency)	0.13—0.16
Plate Current (Ammeter D.C.)	0.2
Oilcondenser	90—110

尙ホ油槽内溫度モ菌破壊力ニ關係アルヲ以テ油槽ヲ灌流裝置ニヨリテ一定ナラシメタリ、即チ各實驗成績表中ニ記載セシガ如ク油槽内溫度ハ實驗時ノ氣溫ト等溫或ハ1—2°C低溫ニアリ。

第5項 超音波作用時間

超音波作用時間ハ5分、10分、20分、30分ヲ原則トシ、30分ニテ尙ホ死滅セザル場合ニハ40分、50分、60分及ビ90分間作用セシメタリ。

第 3 章 本研究ノ主要事項

第 1 項 細菌ノ死滅狀態

超音波ヲ細菌浮游液ニ作用セシムルコトニヨリテ細菌ノ死滅ヲ招來スルハ既ニ文献ニ徴シテ明白ナリ。余ハ前章記載35種細菌ノ超音波ニ因ル死滅狀態ヲ第一ニ觀察スルコトトセリ、本試験ニハ常ニ培養試験ヲ行ヘリ、即チ作用セシメタル菌液 0.05cc 宛ツヲ A, B 2枚ノしやーれニ容レ、次ニ50°Cノ寒天ヲ注加シ平板培養ヲ行ヒ24時間後ニ其ノ集落數ヲ集落計算板ヲ用ヒテ算定ス、但シ普通寒天以外ノ特殊培養基ヲ用フル場合ハ豫メ平板トナシ置キ菌液ノ一定量ヲこんらーち氏棒ヲ以テ塗抹ス。成績表中ノ Colonie 數ハ A, B 培養ニ於ケル平均數ナリ。

第 2 項 濁濁變化ノ測定

菌浮游液ニ超音波ヲ作用セシムルコトニヨリ細菌ノ破壊ヲ招來スレバ、菌浮游液ノ濁濁ニ變化ヲ招來スルハ想像ニ難カラム、即チコレガ測定ニハ Nephelometer (國產 Erma) ヲ使用セリ。此ノ際對照液トス可キモノハ其ノ都度調製シタル 1cc : 1mg菌液ヲ以テセリ。測定方法ハ對照液ノ示數ヲ20トシ、被檢菌液ノ示數 (Scala reading) ヲ計測セリ。菌液少量ニシテ計測不可能ナル場合ニハ兩者ヲ2乃至3倍ニ稀釋シテ検査ニ供セリ。然シテ物理學上濁濁ノ變化ヲ Nephelometer ヲ以テ計測スルニハ同一分子ヲ有スル Medium ヲ以テセザル可カラザルハ周知ノ事實ナルヲ以テ、余ガ本研究ニ Nephelometer ヲ使用スルコトハ決シテ正鵠ナリトハ言フヲ得ザレドモ、今日他ノ方法ニヨリテ濁濁變化ヲ測定スルノ方法無キヲ以テ、已ムヲ得ズ比濁計ニ因リテ行ヒタルモノナリ。

第 3 項 菌容量變化ノ測定

細菌ガ破壊セラルル事ニ因リテソレガ容量ニ一定ノ變化ヲ招來スル事ハ思考セラル、コノ關係ヲ知ランガタメニ菌ノ容量變化ヲ測定セリ、即チ對照及ビ超音波ヲ作用セシメタル菌液ヨリ 6cc 宛ヲ採リ鳥瀉氏沈澱計ニ容レ毎秒2,000廻轉、20分間圓心沈澱ヲ行ヒ目盛ニヨリテ計測セリ。

第 4 項 菌形態變化ノ觀察

超音波ヲ作用スルコトニ因リテ菌體破壊スレバ自ラ菌體ノ形態ニ變化ヲ招來スベシ、コノ觀察ヲ行ハンガタメニ鳥瀉氏沈澱計ニヨリテ得タル沈渣ヲ Objektglas ニ塗抹、Ziell'sche Fuchsin od. Methylenblau 染色ヲ施シ鏡檢セリ。

第4章 豫備試験

次節ニ記述セントスル各項ハ本研究ニ於テ共通ナル注意事項ナルヲ以テ、茲ニ豫備試験トシテ一括實驗ヲ行ハントス。

第1節 試験管内温度ノ測定

既述セルガ如ク超音波ノ發生ニ伴ヒテ試験管内ノ温度ノ上昇ヲ來タスヲ以テ豫メ之レガ測定ヲ行ハントスルモノナリ、即チ大腸菌及ビ腦脊髓膜炎菌ヲ實驗方法條下ニ記載セルガ如キ濃度ニ調製シ、前章ニ記載ノ試験管ニ容レ、之レニ既述ノ種々ナル時間ヲ以テ作用セシメ是等ガ時間ニ於ケル温度ノ變化ヲ觀察セリ、ソレガ成績ハ第1表ニ示サガ如シ。

第 1 表

實驗月日並ニ開始時間	菌液ノ種類	超音波作用時間	菌液ノ温度	變壓器油ノ温度	超音波發生裝置指針記錄
12/X P. M. 250	大腸菌 (Nr. 336)	0	31°C	實驗開始前 27.5°C 實驗終了後 27.5°C	F. V. (R _s) 8.5
		5'	45.5°C		A. (∞) 12.0
		10'	46.5°C		P. V. (V. D. C.) 1500
		20'	"		F. V. (V. ∞) 9.0
		30'	"		P. (R. F.) 5.0
		40'	"		S. (R. F.) 0.1
		40'	"		P. C. (A. D. C.) 0.2
					O. C. 91
25/X P. M. 230	腦脊髓膜炎菌 (協和 4)	0	18°C	實驗開始前 20°C 實驗終了後 20°C	F. V. (R _s) 8.5
		5'	45°C		A. (∞) 11.2
		10'	46.5°C		P. V. (V. D. C.) 1500
		20'	47°C		F. V. (V. ∞) 8.9
		30'	"		P. (R. F.) 5.7
		40'	"		S. (R. F.) 0.13
		50'	"		P. C. (A. D. C.) 0.2
		60'	"		O. C. 106
		90'	47.5°C		
24/XI P. M. 142	大腸菌 (Nr. 336)	0	13.5°C	實驗開始前 11.5°C 實驗終了後 14.5°C	F. V. (R _s) 8.5
		5'	46°C		A. (∞) 11.5
		10'	"		P. V. (V. D. C.) 1500
		20'	46.5°C		F. V. (V. ∞) 9.0
		30'	"		P. (R. ∞) 5.6
		40'	"		S. (R. ∞) 0.16
		50'	"		P. C. (A. D. C.) 0.2
		60'	"		O. C. 106
		90'	47°C		

備考：—

F. V. (R_s).....Filament Voltage (R_s)

- A. ∞Ammper (∞)
 P. V. (V. D. C.).....Plate Voltage (Voltmeter D. C.)
 F. V. (V. ∞).....Filament Voltage (V. ∞)
 P (R. F).....Primary (Radio Frequency)
 S (R. F).....Secondary (Radio Frequency)
 P. C. (A. D. C.).....Plate Curent (Ammeter. D. C.)
 O. C.Oilcondenser.

第1表 ヲ検討スルニ第1回試験(12/IX 施行ノモノ)ノ場合ノ試験管内温度ハ 31°C ナリシガ之レニ5分時超音波ヲ作用セシムルコトニヨリ温度ハ急激ニ上昇ヲ來タシ 45.5°C トナリ、10分時作用ニテハ僅カニ 1°C ノ上昇ヲ示シ 46.5°C トナリ、20分、30分及ビ40分時作用ニヨリテハ10分時ノ場合ト同温度ヲ保テリ。次ニ第2回試験(25/X 施行ノモノ)ニ於テハ桿菌ニ換フルニ腦脊髓膜炎菌ヲ以テシタルモノナルガ、コノ場合ノ試験管内温度ハ 18°C ヲ示シ、5分時作用ニテ第1回試験ト同様ニ急激ナル温度ノ上昇ヲ招來シ 45°C トナリ、10分時作用ニテハ更ラ 1.5°C ノ上昇ヲ來タシ 46.5°C トナル、夫レヨリ20分時作用ニテ更ラ 0.5°C ヲ加フ、ソレ以後30分、40分、50分及ビ60分時作用スルモ温度ノ上昇ヲ示サズ、尙ホ90分時作用セシメタルニ僅カニ 0.5°C ノ上昇ヲ示シ 47.5°C トナレリ。第3回試験(24/XII 施行ノモノ)ハ第1回ト同様ニ大腸菌ヲ以テセリ、此ノ時ノ試験管内温度ハ 13.5°C ニシテ、5分時作用ニヨリ急速ニ上昇シテ 46°C ヲ示シ、10分時、20分時作用スルモ同一温度ヲ保チ、30分時作用ニテ僅カニ 0.5°C ノ上昇ヲ示シ 46.5°C トナル、尙ホ60分時作用スルモ温度ノ上昇ヲ認メズ、90分時作用ニテ又 0.5°C ノ上昇ヲ招來シ 47°C ヲ示ス。以上3回ニ亘ル試験ノ結果温度上昇ハ略ボ一定ノ規矩ニ從ヒテ上昇ヲ示スモノナルヲ學ビ得タリ、即チ最初ノ5分時作用ニテ急激ナル温度ノ上昇ヲ來タシ(45°C — 46°C)、以後90分時作用セシムルモ大ナル温度ノ上昇ヲ示サズシテ只僅カニ 1.0°C — 2.5°C ヲ加フルニ過ギズ。因之余ハ余ノ實驗ニ於ケル試験管内温度ノ上昇ハ 46.5°C — 47.5°C ナリト思考セントス。

第2節 第1節ノ對照試験

前節ニヨリテ菌液ノ温度ハ超音波ニヨリテ相當ノ影響ヲ蒙ルヲ以テ該温度單獨ニ因ル細菌死滅状態ヲ豫メ検査スルノ必要ヲ生ジタリ。本試験ニハ12種ノ細菌ヲ選ビ種々ノ温度ノ水浴中ニ超音波試験ニ使用スルト同一濃度ノ同量菌液ヲ放置、コレヨリ0.05cc宛ヲ採リテ平板培養ヲ行ヒ集落數ヲ検査セリ、培養方法ハ總テ前章ト同様ナリ。ソレガ實驗成績ハ第2表及ビ第3表ニ掲載セルガ如シ。

第2表 水浴ノ温度 48°C ニ於ケル實驗成績

細菌ノ種類	作用時間	實氣 驗月 日並溫	第1 回驗 培養成績	實氣 驗月 日並溫	第2 回驗 培養成績	細菌ノ種類	作用時間	實氣 驗月 日並溫	第1 回驗 培養成績	實氣 驗月 日並溫	第2 回驗 培養成績
Cholera Vibrio (Nr. 202)	K 5' 10' 20' 30'	17/V 19.5°C	∞ ∞ ∞ 635	23/V 24°C	∞ ∞ ∞ 610	變形菌 X ₁₉ (Nr. 503)	K 5' 10' 20' 30'	15/V 18°C	∞ ∞ ∞ ∞	17/V 19.5°C	∞ ∞ ∞ ∞
Wasser Vibrio (Nr. 603)	K 5' 10' 20' 30'	17/V 19.5°C	∞ ∞ 673 12	24/V 24°C	∞ ∞ 440 23	變形菌 Erosalem (Nr. 505)	K 5' 10' 20' 30'	15/V 18°C	∞ ∞ ∞ ∞	17/V 19.5°C	∞ ∞ ∞ ∞
腸ちふす菌 (Nr. 14)	K 5' 10' 20' 30'	15/V 18°C	∞ ∞ ∞ ∞	17/V 19.5°C	∞ ∞ ∞ ∞	枯草菌 (Nr. 602)	K 5' 10' 20' 30' 40' 50' 60' 90'	15/V 18°C	∞ ∞ ∞ ∞ ∞ ∞ ∞ ∞	17/V 19.5°C	∞ ∞ ∞ ∞ ∞ ∞ ∞ ∞
白色葡萄狀球菌 (Nr. 327)	K 5' 10' 20' 30'	15/V 18°C	∞ ∞ ∞ ∞	17/V 19.5°C	∞ ∞ ∞ ∞	納豆菌 (Nr. 609)	K 5' 10' 20' 30' 40' 50' 60' 90'	15/V 18°C	∞ ∞ ∞ ∞ ∞ ∞ ∞ ∞	17/V 19.5°C	∞ ∞ ∞ ∞ ∞ ∞ ∞ ∞
綠膿菌 (Nr. 606)	K 5' 10' 20' 30'	15/V 18°C	∞ ∞ ∞ ∞	17/V 19.5°C	∞ ∞ ∞ ∞						
變形菌 25 (Nr. 504)	K 5' 10' 20' 30'	15/V 18°C	∞ ∞ ∞ ∞	17/V 19.5°C	∞ ∞ ∞ ∞						

即チ第2表ハ水槽ノ温度ヲ48°Cトシテ Cholera Vibrio, Wasser Vibrio, 腸ちふす菌, 白色葡萄狀球菌, 綠膿菌, 變形菌25, 變形菌 X₁₉, 變形菌 Eerosalem, 枯草菌及ビ納豆菌ノ10種細菌ノ死滅狀態ヲ一括表示セルモノニテ Cholera Vibrio ハ20分時作用ニヨルモ集落數ノ減少ヲ認メズ, 30分時ニテ始メテ減少ス. Wasser Vibrio モ之レト同様ノ成績ヲ示シ, 兩者共ニ30分時作用ニテ菌數ハ相當少數ヲ示ス. 次ニ腸ちふす菌, 白色葡萄狀球菌, 變形菌25, 變形菌

X₁₉, 變形菌 Erosalem ノ6種ハ30分時ノ作用ニテ何等ノ影響ヲ認メズ, 尙ホ芽胞ヲ有スル枯草菌及ビ納豆菌=アリテ、90分時ノ長時間作用ニ於テモ何等ノ影響ヲ認メ得ズ。

第3表 水浴ノ温度ヲ變化セシメタル場合ニ於ケル實驗成績

細菌ノ種類	作用時間	水浴ノ温度	實氣 驗月 日並溫	第1 回驗 培養 成績	實氣 驗月 日並溫	第2 回驗 培養 成績
Cholera Vibrio (Nr. 202)	K			∞		∞
	5'	45.5°C	18/Ⅵ	∞	30/Ⅶ	∞
	10'	46°C		∞		∞
	20'	46.5°C	22°C	∞	23°C	∞
	30'	47°C		∞		∞
Wasser Vibrio (Nr. 603)	K			∞		∞
	5'	45.5°C	18/Ⅶ	∞	30/Ⅶ	∞
	10'	46°C		∞		∞
	20'	46.5°C	22°C	∞	23°C	∞
	30'	47°C		∞		∞
腸チフス菌 (Nr. 14)	K			∞		∞
	5'	45.5°C	18/Ⅶ	∞	30/Ⅶ	∞
	10'	46°C		∞		∞
	20'	46.5°C	22°C	∞	23°C	∞
	30'	47°C		∞		∞
淋菌 (大森)	K			∞		∞
	5'	45.5°C	10/Ⅶ	∞	16/Ⅶ	∞
	10'	46°C		∞		∞
	20'	46.5°C	25°C	∞	23°C	∞
	30'	47°C		∞		∞
肺炎菌 (Nr. 1)	K			∞		∞
	5'	45.5°C	10/Ⅶ	∞	16/Ⅶ	∞
	10'	46°C		∞		∞
	20'	46.5°C	25°C	∞	23°C	∞
	30'	47°C		∞		∞

定シタルガ、第1表ニ示セルガ如ク第1回及ビ第2回實驗ニ於テハ温度ノ變化無ク、第3回實驗ニ於テハ只些少ノ上昇ヲ示シタリ、此ノ點ヨリシテ油槽中ノ温度ハ實驗時ニ於ケル水道水ノ温度ト略ガ同様ナリ。

第4節 豫備試驗ノ小括

第3表ハ水槽ノ温度ヲ超音波作用ニ依ル試驗管内温度ノ上昇ト同一形式ニ從ヒテ實驗セル成績ナリ、即チ最初ノ5分間ハ45.5°C次ノ5分間ハ徐々ニ46°Cトシ、次ノ10分間ニ0.5°C、次ノ10分間ニ更ラニ0.5°Cヲ上昇セシメ46.5°C、47°Cトセリ、使用菌株ハCholera Vibrio, Wasser Vibrio, 腸チフス菌、淋菌及ビ肺炎菌第I型ノ5種類ヲ使用セリ、ソレ等ガ成績ヲ點檢スルニ何レノ菌株ニ於テモ集落數ノ減少ヲ認メ得ザリキ。

以上實驗ノ示ス所ニ從ヘバ只單純ナル溫熱ノ影響ハ抵抗力薄弱ナル Cholera Vibrio 及ビ Wasser Vibrio ニ於テ最初ヨリ48°Cトナシタル場合ニ於テノミ若干ノ集落數ノ減少ヲ招來スルモ漸昇セシメタル場合ニ於テハ全々影響ヲ認メズ、即チ余ガ超音波實驗施行ニ當リテ試驗管内温度上昇ニ依ル影響ハ超音波ニヨル死滅トハ全然比較シ得ザルノ微細ナルコトヲ知り得タリ。

第3節 油槽温度ノ變化

前述セルガ如ク超音波發生ハ常ニ油槽中ニ於テ行ハルルモノナルガ、本油槽ハ實驗中冷却裝置ニヨリ冷却シ居ルモノナレドモ、余ハ特ニ實驗ノ前後ニ於テ油槽内温度ヲ測

豫備試験トシテ施行シタル、(1)試験管内温度ノ變化、(2)前項ノ對照試験及ビ(3)油槽ノ温度變化ニ就キテ考察スルニ超音波ヲ作用セシメタル試験管内ノ温度ハ最初ノ時間ニ於テ急激ニ上昇シ、次デ緩慢ナル上昇ヲ示シ、最高温度ハ46.5°C乃至47.5°Cヲ示ス、然シテ該温度單獨ニヨル細菌ノ死滅ハ超音波ニヨル死滅状態トハ其ノ趣ヲ異ニシ殆ド影響無キコトヲ知レリ、第3ニ油槽ノ温度ハ不變ト謂フヲ得ベシ。

第5章 弧菌ヲ以テスル實驗

第1節 Cholera Vibrio

使用菌株ハ當所保管ノ眞正これら孤菌(Nr. 202)ニシテ實驗方法並ニ研究事項ハ總テ前章ニ詳述シタルヲ以テ茲ニ省略ス、ソレガ實驗成績ハ第4表ニ示セリ、因ニ實驗ハ同一株ヲ以テ常ニ3回反覆施行シタリ、表ニハ3回試験ノ平均價ヲ掲載スルコトトセリ(以下實驗成績表ハ之レト同ジ)。

第4表

今第4表ニ就キテ説明ヲ試ミントス。

細菌ノ種類		Cholera Vibrio (Nr. 202)				
實驗開始 月日 並ニ時間	試験管番 號	超作用 音時 波間	培養 成績	比濁 計示 數	菌容 量	實ケノ 驗ル温 度前變 後壓器 ニ於油
27/V PM 1.15	1	K	∞	20	1.0	22°C
	2	5'	503	24	0.7	
	3	10'	0	26	0.5	
	4	20'	0	27	Sup.	
	5	30'	0	29	Sup.	22°C

1. 死滅状態

對照ニ於テハ無數ノ集落ヲ示スモ、5分時超音波ヲ作用セシメタルモノニアリテハソレガ集落數ハ著明ニ減少シ503ノ集落ヲ算シ、10分、20分及ビ30分時作用ノモノ何レモ培養試験ハ陰性ニ終レリ。(挿圖I参照)。

2. 濁濁變化ノ測定

菌液ノ濁濁ハ5分時ノ作用ニテ既ニ肉眼的ニモ著明ニ透明トナリ、之レヲ Nephelometerヲ以テ檢スルニ濁濁示數(Scala reading)ハ24ニテ、10分時作用ニテハ26、20分時ニテハ27、30分時ニテハ29ノ示數ヲ示セリ、即チ超音波作用時間ノ加ハルニ從ヒ菌液ノ透明ハ増加スルヲ知ル(挿圖II参照)。

3. 菌容量變化ノ測定

對照ニ於テハ1.0ノ容量ヲ得タルガ5分時ノ作用ニヨリ0.7トナリ0.3ヲ減ジ、10分時作用ニテ0.5トナリ、更ラニ0.2ヲ減ジタリ、然シテ20分及ビ30分時作用ニ於テハ容量痕跡トナリタリ、即チ超音波作用ノ進ムニツレテ菌容量ハ減少ヲ示ス。

4. 菌形態變化ノ觀察

前項沈渣ノ塗抹標本ヲ *Ziehlsche Fuchsin* ヲ以テ染色シ檢鏡スルニ所見ハ次ノ如シ。

a) 對 照

本菌ハ世代培養久シキニ亘リタルヲ以テ定型的ノこんま狀ヲナスモノノ他桿狀ヲ呈スルモノヲ相當ニ認ム。

b) 5分間作用ノモノ

菌體ハ膨脹シテ橢圓形又ハ球狀トナリ、或ハ菌體ノ一部破壊セラレタメニ原形質ガ樹枝狀或ハあめーば狀ニ放出スルモノアリ、或ハ菌體ガ2乃至數個ニ破壊セラレ顆粒狀ヲ呈ス。菌膜ノ破壊ニヨリテ放出サレタル原形質ハ一般ニ *homogen* ニ淡染セル雲絮狀ヲ呈ス。

c) 10分時作用ノモノ

膨大シテ橢圓形又ハ球狀ヲナスモノヲ極メテ少數ニ認メ他ハ殆ト總テ破壊セラレ顆粒狀ヲ呈ス、放出サレタル原形質ノ狀態ハ前記ノ如シ。

d) 20分時作用ノモノ

染色ハ一般ニ不良ニシテ菌體ノ完全ナルモノハ認メラレズ、細碎セラレテ顆粒狀トナリ、*homogen* ニ淡染セル原形質ガ大部分ヲ占ム。

e) 30分時作用ノモノ

所見前標本ト略ボ同様ナルモ *homogen* ニ淡染セラレタル物質ハ其量増加ス。

第 2 節 *Wasser Vibrio*

使用菌株ハ吾ガ試験所保管ノ Nr. 603 ノモノナリ、ソレガ實驗成績ハ第5表ニ示セルガ如シ。

第 5 表

第5表ヲ詳細ニ説明スルニ、

細菌ノ種類		Wasser Vibrio (Nr. 603)				
實驗開始 月日並時間	實驗管番號	超作用 音時波間	培養 成績	比濁計 示數	菌容 量	實驗溫度 前變度 後壓器 於油
6/Ⅲ PM 1.45	1	K	∞	20	2.0	14.5°C
	2	5'	13,580	28	0.3	
	3	10'	0	29	0.3	
	4	20'	0	30	Sup.	14.5°C
	5	30'	0	31	Sup.	

1. 死 滅 狀 態

Cholera Vibrio ニ於ケルト同様ニ對照ニ於テハ無數ノ集落ヲ形成スルモ、5分時ノ作用ニヨリ其ノ集落數ハ減ジ13,580ノ集落數ヲ算シタリ、次ニ10分、20分及ビ30分時作用ノモノニ於テハ何レモ培養試驗陰性ナリ。

2. 濁濁變化ノ測定

菌液ノ濁濁ハ5分時作用ニテ既ニ肉眼的ニモ *Cholera Vibrio* ニ於ケルヨリモ一層著明ニ透明トナリ、Nephelometerニ依ル Scala readingハ既ニ28ヲ示シタリ、10分時作用ニテハ29ニ増加シ、20分時ニハ30、30分時ニハ31ノ示數ヲ得タリ。斯ノ如ク最初ニ著明ニ透明トナリ次デ作用時間ノ増加ニ從ヒ漸次透明ヲ加フルヲ認メタリ。

3. 菌容量變化ノ測定

菌容量ノ減少モ著明ニシテ對照ニ於テ2ノ容量ヲ得タルガ、5分時ノ作用ニテ其ノ約 $\frac{1}{4}$ ノ0.3トナリ、10分時ノ作用ニ於テモ同様0.3ノ容量ヲ示シタリ。次ニ20分時及ビ30分時作用ニテハ其ノ容量痕跡ヲ示ス。

4. 菌形態變化ノ觀察

塗抹標本ニ *Ziehl'sche Fuchsin* 染色ヲ施シテ檢鏡スルニ所見次ノ如シ。

a) 對 照

本菌モ定型的孤菌少數ニシテ多クハ變形ヲ示セリ (挿圖■ Fig. 1 参照)。

b) 5分時作用ノモノ

菌體膨脹シテ其ノ容積ハ大トナリ、橢圓形又ハ球狀ヲ示ス、アル者ハ菌體ノ一部破壊セラレテ原形質ガ樹枝狀或ハあめーば狀ヲ呈ス。大多數ノモノニ於テハ細碎セラレ點狀、こんま狀、紐狀或ハ顆粒狀ヲ呈ス。菌體ノ破壊ニヨリテ放出サレタル原形質ハ *homogen*ニ樹枝狀、あめーば狀或ハ雲絮狀ニ淡染セラル (挿圖■ Fig. 2 参照)。

c) 10分時作用ノモノ

完全ナル菌體ハ全ク認メラレズ總テ破壊セラレ、點狀、こんま狀或ハ顆粒狀ヲナス。原形質ハ *homogen*ニ綿片狀、あめーば狀或ハ雲絮狀等ヲ示シ染色極メテ不良ナリ (挿圖■ Fig. 3 参照)。

d) 20分時作用ノモノ

一般ニ染色ハ淡ク綿片狀、あめーば狀或ハ雲絮狀等ヲ呈セル原形質ト細碎セラレタル點狀、こんま狀或ハ顆粒狀物質ヲ認ム (挿圖■ Fig. 4 参照)。

e) 30分時作用ノモノ

菌體ハ全部細碎顆粒狀ヲ呈スルニ至ル、原形質ハ *homogen*ニ樹枝狀或ハ雲絮狀ニ淡染セラル (挿圖■ Fig. 5 参照)。

第3節 超音波作用時間ト濁濁變化ノ關係

菌液ノ濁濁變化ト作用時間ノ關係ヲ *Freundlich*ノ吸着式 $\frac{1}{t} = KC^p$ 即チ $\log \frac{1}{t} = \log K +$

$p \log C$ = 比較スル = 大體 = 於テ相似ノ傾向アルヲ識レリ, 即チ超音波作用時間ヲ t , 菌液ノ濁濁示數(Nephelometer ノ Scala reading) ヲ C ヲ以テ表ハセバ, $\frac{1}{t}$ ハ從ツテ濁濁淨化作用ノ強サヲ示ス, $\frac{1}{t}$ 及ビ C ヨリ直線圖ヲ得ベシ, 依テ實驗式ヲ $\frac{1}{t} = kC^p$ トシ, 之レヲ對數式 = 書換フレバ $\log \frac{1}{t} = \log K + p \log C$ トナリ直線ノ式トナル, 此ノ式ノ $\log \frac{1}{t}$ ト $\log C$ ノ値ヲ直角座標ノ縦軸ト横軸ニトレバーツノ直線トナル.

以上述ベタル方法 = 依リ孤菌ヲ以テセル實驗ノ結果得タル作用時間ト濁濁示數ヲ夫々整理シテ直角座標ニトリタルニ *Cholera Vibrio* ノ場合ハ第 2 圖ノ如ク, *Wasser Vibrio* ノ場合ハ第 3 圖ニ示ス如ク二ツノ傾向ヲ異ニセル直線ヲ得タリ.

今第 2 圖ノ *Cholera Vibrio* ノ場合ヲ説明センニ, 第 1 ノ直線ハ 5 分及ビ 10 分時作用 = 於ケル變化 = テ濁濁示數 = 依ツテモ明カナル如ク (第 4 表參照), 著明ナル淨化作用ヲ示シ, 第 2 ノ直線ハ 20 分及ビ 30 分時作用 = 於ケル變化 = テ漸次透明ヲ増加スルモ其ノ度合ハ前者ノ如ク顯著ナラザルヲ示ス.

次 = 第 3 圖ハ *Wasser Vibrio* ノ場合ナルガ, 本圖 = 於テ第 1 ノ直線, 即チ 5 分及ビ 10 分時作用 = 於ケル濁濁變化ハ *Cholera Vibrio* ノソレニハ及バザルモ著明ナル變化傾向ヲ示シ, 第 2 直線ハ略ボ垂直 = 近ク, 20 分及ビ 30 分時作用 = 於ケル濁濁變化ハ極メテ僅少ナルヲ示ス.

第 4 節 孤菌ヲ以テセル實驗ノ小括

孤菌ノ超音波 = 對スル抵抗力ハ極メテ薄弱ニシテ兩者 = 於テ 5 分時ノ作用 = 依リ集落數ハ

激減シ、10分時ノ作用ニテ完全ニ死滅シタリ。次ニ菌液ノ濁度ハ余ガ作用時間内ニ於テハ時間ノ進行ニツレテ漸次浄化セラレ透明ヲ増加セリ、作用時間ト濁度變化ノ關係ハ直角座標ニ相異ナレル傾向ヲ有スル二ツノ直線ヲ以テ表ハスコトヲ得可ク、此ノ直線ノ性質ヨリシテ超音波作用ニヨル細菌ノ死滅機轉ガ只純物理學的作用ノミニ因ルモノニ非ズシテ一部ハ *A. C. H. Yen & S. C. Liu* ガ想像セルガ如ク化學的作用ヲモ同時ニ考慮スル必要アル可シ。次ニ菌容量ハ作用時間ノ進ムニツレテ顯著ナル減少ヲ招來シ、20分時ノ作用ニテ其ノ容量ハ痕跡トナル。最後ニ菌ノ形態變化ヲ觀察スルニ作用時間ノ進行ニツレテ破壊狀態モ一層強度トナレリ（第1節及ビ第2節4参照）。

第5章 本篇ノ總括的觀察

余ハ本篇ニ於テ内外文献ヲ涉獵シ其ノ梗概ヲ述べ、波長約500m, 振動數約600,000 cyclesノ超音波ニヨル余ノ研究方法ヲ記シ、本研究ニ際シテ余ガ考慮シタル諸點ニ就キテ豫備試驗ヲ行ヒ、本研究ノ端緒トシテ孤菌ヲ以テセル實驗ヲ行ヒタリ。今ソレ等ガ總括的觀察ヲ記述スレバ次ノ如シ。

本研究ノ業績ハ内外共ニ寥々トシテ見ル可キモノナク、其ノ取扱ハレタル細菌ハ僅數ニシテ又余ガ使用シタルガ如キ大ナル振動數ヲ有スルモノ無ク且ツ實驗ニ際シテ觀察シタル事項モ亦吾人ヲ満足セシムルモノナシ。又實驗ニ使用シタル試験管、コレガ水晶板ヨリノ距離等ニ於テハ全然記載無シ、之等ハ細菌ノ死滅狀態ニ重大ナル意義ヲ有スルモノニテ此種實驗ニ當リテ特ニ留意スベキモノナリ。

豫備試驗トシテ余ガ實驗ニ供シタル試験管ノ位置ニ於ケル試験管内溫度ヲ測定シタルガ其ノ成績ハ第1表ニ示シタルガ如ク5分時作用ニテ急激ニ上昇シ、以後ハ緩慢ナル上昇ヲ招來シ、其ノ最高溫度ハ46.5°C乃至47.5°Cヲ示セリ、該溫度ガ細菌ノ死滅ニ如何ナル影響アルヤヲ考慮シテ實驗ヲ行ヒタルニ其ノ成績ハ第2, 3表ニ示スガ如ク12種細菌ニ於テ最初カラ48°Cトナセル場合ニ於テ孤菌ノミハ30分以内ニ於テ死滅スルモノアリタルガ、超音波ニヨルト同一形式ニ於テ溫熱ヲ作用セシメタル場合ニハ其ノ影響ヲ認メザリキ、即チ溫熱ノミノ影響ハ大シタル考慮ノ要ナキヲ識リタリ。次ニ油槽内ノ溫度ハ不變ナルヲ知り得タリ。

最後ニ孤菌ヲ以テシタル成績ニ就テ述ブレバ次ノ如シ。

1. 死滅狀態

一般ニ孤菌ハ抵抗力薄弱ナル細菌ナルガ、超音波ニ對シテモ亦其ノ低抗力極メテ微弱ニシテ *Cholera Vibrio* 及ビ *Wasser Vibrio* 兩者ニ於テ5分時作用ニヨリテ生存菌數ハ激減シ、10分時ノ作用ニテ完全ニ死滅ス。

2. 菌 ノ 形 態 變 化

菌體ノ超音波ニヨル破壊狀態ハ兩者共ニ略ボ同様ノ狀態ヲ呈スルモノニテ作用時間ノ長短ニヨリ其ノ所見ニ差異アリ、先ヅ5分時ノ作用ニテ菌體膨脹シテ橢圓形又ハ球狀ヲ呈シ、10分時作用ニテハ殆ド破壊セラレテ顆粒狀ヲ呈ス。更ニ20分時、80分時作用セシムレバ該顆粒狀ハ愈々進行シテ遂ニ完全ニ原形質ト共ニ食鹽水中ニ溶解セラルルモノナリ。

3. 濁 濁 變 化

菌液ノ濁濁變化ハ作用時間ノ進行ニツレテ既ニ肉眼的ニモ明カニ透明ヲ示ス、更ラニ之レヲ Nephelometer ヲ以テ檢スルニ著明ニ作用時間ノ進行ニ伴ヒテ漸次其ノ透明ヲ増加スルヲ認メ得可シ (第 4, 5 表參照)。今茲ニ兩者ノ濁濁變化ヲ比較セントス、然シテコレガ比較ハ對照ニ於テ兩者ガ夫々異ナルヲ以テ必ズシモ正鵠ナラザルハ既ニ第 3 章第 2 項ニ説述セルガ如クナルモ、參考ノタメ兩圖ニヨリテ若干ノ比較説明ヲ試ミントス。

第 1 直線ハ5分乃至10分時作用ニヨル濁濁淨化ヲ示シ、第 2 直線ハ20分乃至30分時作用ニヨル濁濁淨化ヲ示ス直線ニシテ、第 2 圖、第 3 圖ニ於テ略ボ類似ノ直線ヲ示セリ、然シテ $\log C$ ノ數值ノ大ナルモノ程其ノ透明變化ハ大ナルヲ示スモノナリ、今第 2 圖及ビ第 3 圖ノ第 1 直線ニ就キテ觀ルニ Wasser Vibrio ニ於テ一層著明ナルヲ示シ、第 2 直線ニ於テモ同様ニテ Wasser Vibrio ニ於テ著明ニ淨化セラルルヲ示ス。此ノ事實ハ Wasser Vibrio ガ Cholera Vibrio ヨリモ一層速カニ破壊セラルル事ヲ物語ルモノナル可シ。

余ハコレ等 2 直線ノ性質ヨリ超音波ニ因ル細菌ノ死滅機轉ガ O. B. Williams & N. Gaines 其他一般ニ信ゼラレタル純物理學的作用ノミニヨラズシテ A. C. H. Yen & S. C. Liu ガ想像セルガ如ク化學的作用ヲモ同時ニ考慮ス可キヲ穩當ナリト思惟ス。

4. 菌 容 量 變 化

菌容量ハ著明ナル減少ヲ招來ス、即チ5分時ノ作用ニテ既ニ著明ナル減少ヲ示シ、作用時間ノ進ムニツレテ漸減ヲ示シ遂ニ痕跡トナル。此ノ減少ハ菌體ガ破壊細碎セラレ菌體成分ガ完全ニ食鹽水中ニ溶解セラルル事ニ由來スルモノナル可ク、從ツテ菌體ノ破壊ガ急速ニ行ハルル場合ニ於テハ菌容量モ亦急速ニ減少スルモノナリ。

第 6 表

細菌ノ種類 \ 超音波作用時間	5'	10'	20'	30'
Cholera Vibrio	30.0	50.0	100.0	100.0
Wasser Vibrio	85.0	85.0	100.0	100.0

今各作用時間ニ於ケル菌容量ノ減少ヲ百分率ヲ以テ表ハセバ第 6 表ニ示スガ如シ。

第 6 表百分率ハ容量痕跡ヲ示シ

タルモノヲ100トシテ計算シタルモノナリ。

今又第6表ヨリ直角座標ノ縦軸ニ百分率、横軸ニ作用時間ヲ取りテ曲線圖ヲ以テ示セバ第4圖ニ示スガ如シ。

第4圖

第4圖ニ就キテ説明ヲ加ヘンニ、Wasser Vibrio ハ5分時作用ニテ著明ナル減少ヲ招來シ、其ノ減少率ハ85%ヲ示シタルニ、Cholera Vidrio ハ僅カニ30%ナリ。10分時作用ニテハWasser Vibrio ハ5分時作用ニ於ケルト同一減少率即チ85%ヲ示シタルガ、Cholera Vibrio ハ50%ノ減少ヲ示シ、20分時作用ニテハ兩菌共ニ痕跡ヲ示シ100%ノ減少率ヲ示スニ至レリ。30分時作用ニテモ同様ニ痕跡ヲ示タリ。

以上ヨリシテ余ハ次ニ述ブル結論ニ到達セリ。

結 論

1. 各種細菌 1cc 中 1mg ノ食鹽水浮游液 12cc ヲはりを製硬質、口徑 1.9cm 長サ 18.3cm、厚サ 0.7mm ヲ算スル試験管ニ容レ、之レヲ水晶板面ヨリ 2.5cm 乃至 3cm ノ距離ニ架シテ波長約 500m、振動數約 6000,000 cycles ノ超音波(此ノ際超音波ニヨリテ飛躍スル變壓器油ノ高サハ 10cm ヲ標準トセリ)ヲ作用セシムル時ニ於ケル試験管内溫度ノ上昇ハ 5 分時ノ作用ニテ急激ニ 45.5°C ニ上昇シ、以後ハ緩慢ナル上昇ヲ招來シ 90 分時ノ作用ニテモ其ノ最高溫度ハ 47.5°C ニ過ギズ。
2. 超音波發生ニヨル試験管内溫度ト同一溫度單獨ヲ以テノ殺菌能力ハ超音波ニヨルソレヨリモ遙カニ僅微ニシテ殆ト考慮ノ必要ナカラン。
3. 弧菌 (Cholera Vibrio 及ビ Wasser Vibrio) ノ超音波ニ對スル抵抗力ハ薄弱ニシテ、5 分時ノ作用ニテ大部分ノ死滅ヲ招來シ、10 分時作用ニテ完全ニ死滅ス。
4. 兩弧菌液ノ濁濁ハ余ガ作用時間範圍ニ於テハ作用時間ニ正比例シテ漸次透明トナル。
5. 兩弧菌ノ濁濁變化ハ余ノ作用時間範圍内ニ於テハ 2 ツノ直線ヲ以テ表ハスコトヲ得。
6. 余ノ用ヒタル作用時間ノ範圍内ニ於テハ兩弧菌ノ容量變化ハ超音波作用時間ト逆比例シテ次第ニ容量ヲ減少ス。
7. 超音波作用ニヨル兩弧菌ノ破壊形式ハ最初ニ菌體ノ膨脹ヲ招來シ、次ニ菌膜破壊シ、菌體ハ破壊セラレテ微細顆粒狀トナル。作用時間ノ進行ニツレテ顆粒狀物質ハ愈々破壊セラレ遂ニ全ク食鹽水中ニ溶解サルルモノノ如シ。

京都帝國大學醫學部木村教授ノ嚴正ナル御校閲ヲ感謝シ、常ニ懇切ナル指導ト嚴正ナル校
閲ヲ賜リタル恩師渡邊博士ニ深謝シ、種々有益ナル助言ヲ辱フセル矢崎理學士、鞭撻ヲ與ヘ
ラレタル濟生會芝病院耳鼻咽喉科醫長弘中博士、慶大醫學部川上教授、内科高崎文雄博士ニ
對シ茲ニ滿腔ノ感謝ヲ捧グ。

参 考 文 献

- 1) 渡邊邊，並ニ共同研究者：東京醫事新誌，Nr. 3011, 3532. (昭和11年). 超音波ニヨル
微生物學的並ニ血清學的研究. 2) 渡邊邊，前地行康：東京醫事新誌，Nr. 2543, 1830.
(昭和2年). わくちん調製ニ關スル Nephelometer ノ應用. 3) 三橋元一：日本微生物學
雜誌，Bd. 31, Nr. 13, 1728. (昭和12年). 超音波ノ乳汁ニ及ボス影響ニ就テ. 4) A. C.
H. Yen & Szu-Chih Liu: Proc. Soc. Exp. Biol. & Med. (A) Vol. 31 No. 9. 1250 (1934)
Effect of supersonic waves on bacteria. 5) E. N. Harvey & A. L. Loomis: Nat-
ures 121, 622, (1928). High frequency sound waves of small intensity and their biological
effect. 6) E. N. Harvey, E. R. Harvey & A. L. Loomis: Biol. Bull., 55, 459,
(1928), Further observation on the effect of high frequency sound wave on living matter.
7) E. N. Harvey & A. L. Loomis: J. Bacteriol., 17, 373, (1929), The destruction of
luminous bacteria by high frequency sound wave. 8) E. N. Harvey: Biol. Bull. 59,
306 (1930) Biological aspects of ultrasonic waves. A general survey. 9) E. N. Harvey
& A. L. Loomis: J. Gen. Physiol. 15, 147, (1931), Highspeed photomicrograph of living
cells subjected to supersonic vibration. 10) F. B. Schmidt & B. Uhlmeyer:
Proc. Soc. Exp. Biol. & Med. 27. 626. (1930) The mechanism of the lethal effect of ultras-
onic wave. 11) 福原浩：國民衛生，Bd. 3. No. 10. 細菌體ノ發育ニ及ボス振盪作用ノ影
響ニ就テ. 12) H. Yaoi & W. Nakahara: Jap. J. Exp. Med. Vol. 12, 131, (1934)
Effect of short exposure to supersonic waves on Vaccin, Virus and some bacteria. 13)
野竿賛治，濱田靖考：國民衛生，Bd. 3. No. 11. 奔流ニ依ル水質ノ淨化作用ニ就テ. 14)
O. B. William & N. Gaines: J. of Inf. Diseases. 47, 485. (1934). The bactericidal
effect of high frequency sound waves. 15) Ostwald & Wo: Pflüger's Arch., No.
106, 568. (1905). 16) R. W. Wood & A. L. Loomis: Phil. Mag. 4, 417. (1927).
The physical and biological effect of high frequency sound wave of great intensity. 17)
T. D. Beckwith & A. R. Olson: Proc. Soc. Exp. Biol. & Med. 29, 363. (1932). Uli-
trasonic radiation and yeast cells. 18) W. N. Takahashi & R. J. Christensen:
Science. Vol. 79, No. 2053, 415 (1934) The viricidal action of high frequency sound radiation.
19) 矢追秀武：實驗醫學雜誌，Bd. 18, Nr. 7, 962 (1934). 超音波ノ生物ニ及ボス影響.
20) 矢崎芳夫：日本醫事週報，No. 1959, 1. (1934). 發光ばくteriあニ就テ.