

口腔 Spirochaeta の形態に関する螢光顕微鏡的研究

東京歯科大学微生物学教室（主任 米沢和一教授）

神 里 兵 一

HEIICHI KAMISATO

（昭和 35 年 1 月 11 日受付）

目 次

I 緒 言	VI 口腔 Spirochaeta の形態と運動に 及ぼす薬物の影響
II 口腔 Spirochaeta の分類命名と口 腔内出現率	1. 文献の概要
III 実験材料と実験方法	2. 実験方法
IV 螢光顕微鏡装置と螢光色素	3. 実験成績
V 口腔 Spirochaeta の回転の形態	VII 病原 Spirochaeta と口腔 Spiro- chaeta の回転形態の比較 付), 口腔 Spirochaeta の鞭毛様構造 物について
1. 文献の概要	VIII 総括と結論
2. 螢光顕微鏡標本の作り方	文 献
3. 計測方法	
4. 計測成績	
5. 小 括	

I 緒 言

口腔 Spirochaeta は、ヒトならびに各種の動物の口腔内に常在し、通常は病原性を示さないが、Plaut (1894)⁽¹⁾が、始めて記載して一般に信じられるようになった所の Fusospirochetal symbiotic disease⁽²⁾という語が示すように、口腔の壊疽性、潰瘍性疾患や歯槽膿漏症などの罹患部位から極めて多数に検出され、紡錘菌とともに、これら疾患の原因とされている。しかし病原性の有無、あるいは病原性獲得の機転については、多数の研究があるにもかかわらず、現在においても、いまだに、その確証はない状態である。

また、口腔 Spirochaeta の命名ならびに分類については、Cohn (1875)⁽³⁾の Spirochaeta buccalis, Koch (1877)⁽⁴⁾の Spirochaeta dentium を初めとして、Miller (1892)⁽⁵⁾, Hoffmann & Prowazek (1906)⁽⁶⁾, Gerber (1910)⁽⁷⁾, Dobell (1912)⁽⁸⁾, Noguchi (1918)⁽⁹⁾, Hoffmann (1920)⁽¹⁰⁾らの記載があるが、一部を除いては塗抹標本のみに就ての分類で、可成りの混乱を免れ得ず、その分類同定は、純培養による解決以外にはないと考えられるようになった。

そこで、Mühlens (1906)⁽¹¹⁾らを初めとする口腔

Spirochaeta の培養に関する数多くの研究がなされて来たが、その成績は研究者によりまちまちで、幾多先進の努力にもかかわらず、現在までの培養法では、純培養により分類同定することは、不可能であるといつても過言ではない。

一方、当教室においては、病原 Spirochaeta について、田辺⁽¹²⁾は Treponeme pallidum を、鈴木⁽¹³⁾は Borrelia duttonii を、依田⁽¹⁴⁾は Leptospira icterohaemorrhagiae を螢光顕微鏡下に観察して、その回転の様式を統計的に詳細に追求した。また市川⁽¹⁵⁾は鼠咬症病原の Spirillum minus を同じく螢光顕微鏡的に観察すると同時に、Spirillum minus と前記 3 種の病原 Spirochaeta の形態を数値的に比較検討し、4 者の形態に、それぞれの特徴のあることを発表した。

わたしは、口腔 Spirochaeta の各種にも、数値的にそれぞれの形態的特徴があるか否かを検討し、現在混乱している口腔 Spirochaeta の分類に資する目的で、これらを螢光顕微鏡下に観察し、かつ統計的に処理して、幾多の知見を得たので、ここに報告する。

II 口腔 Spirochaeta の分類命名と口腔内出現率

口腔 Spirochaeta は Cohn⁽³⁾の Spirochaeta

buccalis, Koch⁽⁴⁾の Spirochaeta dentium 以来、分類命名に関する幾多の記載があるが、その主なものを総括すれば表 1 の如くなる。

これらを通覧すれば、Cohn, Koch が 1 種を記載した揺籃時代から、Miller⁽⁵⁾が 2 種を認めて次第に分類は細分し複雑化して混乱が起つた。Noguchi (1918)⁽⁹⁾が Treponema buccale, Treponema vincentii, Treponema macrodentium, Treponema microdentium, Treponema mucosum, Leptospira dentium の 6 種に分類整理したもの(後に Bergey⁽²⁹⁾は Treponema buccale, Trepo-

nema vincentii をそれぞれ, Borrelia buccalis, Borrelia vincentii に改めた)は、今日に至つても一般に用いられ、その声価を失わないのは偉大な業績と言つて差支えない。また、Hoffmann (1920)⁽¹⁰⁾が Grobe Form, Mittelform, Feine Form の 3 つに分類した記載も、一面において当を得たものと言えるが、さらに、これら諸学者の意見には、大別して 2 つの主流がある様に見受けられる。すなわち、Miller⁽⁵⁾にはじまる Gerber⁽⁷⁾, Dobell⁽⁸⁾, Noguchi⁽⁹⁾らの細分命名法と、Hoffmann⁽¹⁰⁾らの総括分類命名法とである。

第 1 表 口腔 Spirochaeta の分類一覧表 (神里 調)

Miller (1892) ?	Gerber (1910)	Dobell (1912)	Noguchi (1918)
Spirochaeta buccalis	{ Spirochaeta undulata Spirochaeta inaequalis Spirochaeta tenuis	Treponema buccale	Treponema buccale Treponema vincentii
Spirochaeta dentium	Spirochaeta recta Spirochaeta dentium Spirochaeta denticola	Treponema intermedia Treponema dentium	Treponema macrodentium Treponema microdentium Treponema mucosum
○	○	○	Leptospira dentium
Miller (1892) ?	Hoffmann & Prowazek (1906)	Hoffmann (1920)	
Spirochaeta buccalis	Spirochaeta buccalis	Grobe Form { Sp. crassa Sp. tenuis Sp. inaequalis	
Spirochaeta dentium	Spirochaeta media oris ○	Mittelform Sp. media oris Feine Form { Sp. orthodonta Sp. skoliodonta Sp. trimerodonta (Leptospira dentium)	
○	○		
Noguchi (1918)	高 桜 (1940)	堀 口 (1950)	神 里 (1959)
Treponema buccale Treponema vincentii	Borrelia 属	Borrelia 型 粗大深波型	Borrelia 型
Treponema macrodentium Treponema microdentium Treponema mucosum	Treponema 属 { 大型 小型	Treponema 型 { 大型 小型 不正波型	Treponema 型
Leptospira dentium	Leptospira 属	Leptospira 平坦彎曲型	Leptospira 型
○	○	○	Spirillum 型 (?)

注：歴史的には Cohn (1875) の Spirochaeta buccalis, Koch (1877) の Spirochaeta dentium, Trevisan (1879) の Spirochaeta cohnii, Arndt (1880) の Spirochaeta denticola などがある。

一方、純培養による分類は、細菌学の正道を行くもので、これに対する Mühlens (1906)⁽¹¹⁾, Schramme (1912)⁽¹⁶⁾, Noguchi (1912)⁽⁹⁾, Ozaki (1915), Fortner (1928)⁽¹⁸⁾, 岡部 (1934)⁽¹⁹⁾, 小谷 (1939)⁽²⁰⁾, Hampp (1943)⁽²¹⁾ら極めて多数の研究者の報告があるが、その成績は全くまちまちで一致せず、現在培養出来たと言われるものは Borrelia 型と Treponema 型および Leptospira 型⁽³³⁾の一部の

ようであり、いまだに、純培養の方法に関する研究がなされている次第で、分類命名までに発展するに至っていない。なお、Berger⁽²²⁾の著書に記載された口腔 Spirochaeta の培養に関する研究の一覧表を表 2 に掲げる。

しかし、今日の螢光顕微鏡、さらに電子顕微鏡時代を経て、純培養が完成されると共に真の分類命名が確立される日も遠い将来ではないと思う。

第2表 随伴菌からの口腔 Spirochaeta 分離培養法 (Berger⁽²²⁾による)

術 式	創 始 者	摘 要
振 盪 培 養	Mühlens (1906), Paul (1909), Schmamine (1912), Wichelheusen (1942)	Veillon による
穿 刺 培 養	Noguchi (1911), Ozaki (1915) Kritschewsky & Séguin (1918), Smith (1927), Ecker & Weed (1931), Vinzent & Daufresne (1934), Okabe (1936), Séguin & Vincent (1936), Klein (1943)	試験管, あるいは深いシャー レを用いる
Lochtechnik	Rosebury & Foley (1941) Hampp (1943)	Wandung des Loches als Filter
培 地 表 面 発 育	Arnheim (1914), Reiter (1925)	濾過作用は上記の如し
ろうそく状濾過器通過 による 発 育	Noguchi (1911), Wichelhausen & Wichelhausen (1942)	Berkefeld 氏濾過器; Chamberland L ₃ , (L ₅)
濾紙通過による発育	Lobinson (1923), Kast & Kolmer (1940)	
マラヒットグリーン 培 地	Kritschewsky & Séguin (1920) Séguin & Vinzent (1938)	各試験管に 2% 色素溶液を 1, 2 滴
ゲンチアナバイオレット 培 地	Proca (1912)	終末濃度 0.01%
遠 沈 法	Ecker & Weed (1931)	Überstand Treponema を用 う
U 字 管 接 種 法	Kast & Kolmer (1940)	接種しない側の脚部中にスピ ロヘータは移動する
持 続 的 培 養	Noguchi (1912), Séguin & Vinzent (1938) Kast & Kolmer (1940)	2~5 週間
動 物 通 過	Smith (1927), Proske & Sayers (1934), Wichelhausen & Wichelhausen (1942), Rosebury 他 (1951)	ガス形成菌を除くためにモル モットに接種する

わたしが、歯垢の螢光顕微鏡標本で観察した結果から、Noguchi⁽⁹⁾, Hoffmann⁽¹⁰⁾, Berger⁽²²⁾ および教室同人の田辺、鈴木、依田、市川らの記載を考慮に入れて、口腔 Spirochaeta を Borrelia 型、Treponema 型、Leptospira 型、特殊型としての Spirillum 型の 4 型に分類する事を提唱したい。また、以下述べる実験成績も、この分類に従うこととした。

口腔 Spirochaeta の口腔内出現率については、Gerber (1910)⁽⁷⁾は、健康歯頸部から 20%, 扁桃から 25%, 齲歯から 100%, 病的口蓋扁桃から 30% 証明したと述べ、岡部 (1934)⁽¹⁹⁾は健康歯頸部から Buccalis 型を 100%, Dentium 型を 94% に認め、常態時の口蓋扁桃から Dentium 型 100%, Buccalis 型を 94% に検出し、疾患時の口蓋扁桃からでは Buccalis 型 95%, Dentium 型 67% と、Dentium 型が減少することを報告している。

また、諸橋 (1928)⁽²³⁾, 森岡 (1956)⁽²⁴⁾, 緒方・渡辺 (1959)⁽²⁵⁾らは、歯の存否は口腔 Spirochaeta

の出現率に重要な関係があるとし、乳歯萌出前と、全歯喪失後には口腔 Spirochaeta の検出率の極めて低いことを指摘している。さらに、渡辺は、有歯口腔の Spirochaeta の検出率は 100% であり、その常在機転として、歯頸部、歯齦囊、歯間空隙には必然的に食物残渣の停滞ならびに歯垢の付着が起り、空気の流通も阻害され、好気性菌の発育に伴って適度の嫌気度が形成されて嫌気性菌増殖の好条件となることを挙げている。

わたしは、口腔 Spirochaeta の出現率を調査する目的で、本学学生の口腔細菌学実習の際、学生 135 名 (主として男子) について、各自に歯垢の塗抹標本作製させ、Giemsa 染色 (Methanol で 3 分間固定後、蒸留水 1 cc に 1 滴の割合に希釈した Giemsa 液で 37°C 30 分染色) を行わせたものを、1 標本につき 10 視野ずつ観察した。その結果によれば、口腔 Spirochaeta の検出率は表 3 の如くであつた。すなわち、135 例中 47 例 (34.8%) に Spirochaeta を認めた。この成績は、わたし自身が

行つた後述の検出率の成績 (100%) に比較すれば、可成り劣るものであるが、このことは材料の選出法、固定法、染色法がいかに口腔 Spirochaeta の検出に大きな影響を及ぼすかを物語るものである

う。なお口腔内におけるラセン状微生物は、極めて広範囲にわたつており、ラセン形を屢々示す紡錘菌、あるいは Leptotrichia などとの詳細な鑑別はここでは割愛した。

第 3 表 本学学生よりの口腔 Spirochaeta の検出率 (学生自家実験)

	Spirochaeta の認められたもの				Spirochaeta の認められなかつたもの	計
	+	++	+++	++++		
例 数	20	12	3	12	88	135
%	14.8 (42.6)	8.9 (25.5)	2.2 (6.4)	8.9 (25.5)	65.2	100.0

注 十： 2 条以下のもの (1 視野中の平均)

++： 3~6 条

+++： 7~9 条

++++： 10 条以上のもの

又括弧内は Spirochaeta を認めたもの 47 例についての百分率

III 実験材料と実験方法

1. 実験材料

わたしの診療所の歯科部を訪れた成人患者 90 名の歯垢を採取し、暗視野装置で検査した結果、ほとんど 100% に検出し得たので、そのうちの男女それぞれ 20 名計 40 名を実験に供した。被験者 40 名中 2 名は齲食と高度の歯槽膿漏症を合併しており、2 名は齲食と知歯周囲炎に罹患し、他の 36 名は齲食を有する患者であつた。その詳細は後日発表する。

2. 実験方法

採取した歯垢を滅菌小試験管内の滅菌蒸留水 1 cc に希釈して、均等な浮遊液を作り、その 1 白金耳量を、のせガラス上に、白金耳が触れぬよう極めて静かに払って塗抹し、自然乾燥させる。ついで後述の方法で、螢光顕微鏡標本を作製し、実験に供した。

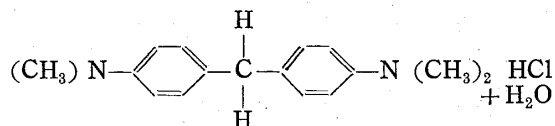
IV 螢光顕微鏡装置と螢光色素

螢光顕微鏡は⁽²⁶⁾⁽²⁷⁾、可検物に紫外線またはそれに近い短波長の光線 (紫色および青色光線) を照射して、それによつて励起される可検物の螢光を拡大観察する装置である。この装置は光源、集光装置、光源フィルター、顕微鏡および接眼フィルターよりなる。

わたしの使用した螢光顕微鏡装置は光源として Philips の超高圧水銀灯 (CS 150 W) を装置し、熱線吸収フィルターおよび BG₁₂ フィルターで励起光

線を得るように設計された Leitz 製 Dialux である。集光器は N. A.: 1.4 であり、また対物 lens として Leitz 製のものは盲螢光が強いで Olympus 製 Semiapochromat Fl 100 を使用し、接眼 lens は、Leitz 製 Periplan (×8) である。ただし接眼 filter は、接眼 lens の下部にねじ込み式に取り付けて使用する構造になつている Leitz 製 filter が、盲螢光が強いで、イワキ FY 3, FY 4, FY 5 を適宜使用した。口腔 Spirochaeta 観察用の螢光色素として、片山⁽²⁸⁾は Auramin O, Rivanol, Acridin-gelb, Thioflavin S, Trypaflavin, Al-morin, Acridinorange その他約 20 種を使用しているが、わたしは、この中で最も普遍的に用いられている Auramin O を使用した。

本色素の構造式は次の如きものである。(保土ケ谷化学製)



V 口腔 Spirochaeta の回転の形態

1. 文献の概要

従来報告された資料にもとづいて口腔 Spirochaeta の形態その他の特徴について記載すれば次の通りである。

(1) Borrelia buccalis (Steinberg 1862)⁽²⁹⁾

体長7~20 μ , 体幅0.4~0.9 μ で口腔 *Spirochaeta* 中最も大きい。運動は不活発で、蛇行、回転、屈曲運動をする。Anilin 色素でも染色され、Giemsa 染色では紫色に染まる。真の純培養は未だ成功していない。暗視野装置下では二重輪郭 (Double contour) を示し、*Borrelia vincentii* との重要な鑑別点となつている。

(2) *Borrelia vincentii* (Blanchard 1906)⁽²⁹⁾

体長8~12 μ , 体幅0.3 μ , 回転は不規則で、回転長は長く、回転高は低い。回転数は3~8, 運動の速度が早く、*Borrelia* 属に特徴のある伸縮運動をする。普通 Anilin 色素で染まる点も一般 *Borrelia* に共通する。暗視野で二重輪郭を示さない。Hampp (1947)⁽³¹⁾ はその純培養に成功したと報告している。

(3) *Treponema macrodentium*

Treponema microdentium とともに Noguchi⁽⁹⁾ が純培養したもので、体長4~15 μ , 体幅0.7~1.0 μ , 回転数2~8で、培養上腐敗臭がない。

(4) *Treponema microdentium*

1912年 Noguchi⁽⁹⁾ が記載したもので、同氏の人工培養所見に従えば、中央部の体幅約0.25 μ で両端に向つて次第に細くなり、先端は尖つている。培養初期には体長は短い、陳旧培養のものでは、体長約8 μ に達する。平均14の回転を示すが、*Barelia* の回転に比較して小さく、規則正しく、峻嶒である。Giemsa 染色では淡紅色に染まる。*Treponema* に共通の特徴であるコルクの栓抜き様回転運動を行い、前進後退する。両端は時に細い真直な鞭毛様突起を示すことがある。また、同氏の培養所見によれば、管底に新鮮組織片を含む血清水 (半凝固寒天) 培地の穿刺線から離れて組織片に近くワタ絮状の発育を遂げ、強い腐敗臭を放つとされている。

(5) *Treponema mucosum*

前2者とともに Noguchi が記載したもので、同氏によれば、体長8~12 μ , 体幅0.25~0.3 μ で、回転数は6~8である。回転は、回転高が高く、規則正しい。両端は尖つていて、しばしば細い彎曲した突起を示すことがある。Giemse 染色で赤染される。偏性嫌気性であるが、培養により mucin を形成する。*Treponema micoadentium* に似ているが、培養が比較的容易なこと、mucin を作ること、更に強い腐敗臭を有する点が、異なるとしている。*Treponema pallidum* とは形態上非常によく似ているが、*Treponema pallidum* は明らかに病原性を示し、培養では mucin を形成せず、また腐敗臭を

有せず、弱い発育を呈する点異なる。

(6) *Leptospira dentium*

1920年 Hoffmann⁽¹⁰⁾ が Feine Form の中で *Spirochaeta trimerodonta* と記載したもので、後に氏が Noguchi の分類⁽⁹⁾ に従つて *Leptospira dentium* と改めたものである。

Hoffmann は *Leptospira dentium* を40%の割合に口腔内に証明し、Saponin に対して抵抗力があり、他の口腔内微生物の増殖する場合には減少するか、あるいは検出出来なくなると記載している。

Smith⁽³⁰⁾ (1932) は暗視野鏡下で100日以上に亘る長期間標本検索の結果、ヒトとイヌの口腔内にそれぞれわずか1例ずつを検出したに過ぎないと述べている。

Perrin (1922)⁽³¹⁾ は、歯槽膿漏患者の35%に検出し、山元 (1932)⁽³²⁾ は、歯垢ならびに歯槽膿漏の膿汁を暗視野鏡検により151例中に2例 (1.3%) を観察したが、Giemsa 染色では50例中1例をも検出出来なかつたと報告している。

また、森⁽³³⁾によれば、暗視野鏡下では、光つた点の連鎖として認められ、両端あるいは一端が必ず鉤状に屈曲し、運動は極めて活発で、横位から直ちに垂直位に移動して光の点として認められる。Giemsa 染色では、赤紫色に染色され、両端あるいは一端が、彎曲しているが、暗視野ほど典型的な鉤状ではない。

また Fontana 法、今井・日高法などの鍍銀法では黒褐色に染まり、体長6~13 μ , 体幅0.4~0.7 μ と記載されている。

(7) 口腔 *Spirillum*

口腔の *Spirillum* については、Miller (1889)⁽⁵⁾ が発見し、Mühlens (1909) が純培養に成功した *Spirillum sputigenum*⁽³⁴⁾, Gins⁽³⁵⁾ が記載している *Spirillum buccale* Forther と *Spirillum buccale* Koch が挙げられるが、*Spirillum buccale* Forther は Forther (1931) が歯髓壊疽の材料から分離し、*Spirillum buccale* Koch は Gins (1934) が壊疽性虫垂炎の材料から分離して、新種として紹介しているものである。Gins は嫌気性口腔細菌の培養を系統的に行い、いかなる菌群にも分類出来ないものを取りあげて、*Spirillum buccale* と名付けた。しかも口腔 *Spirochaeta* と *Spirillum* は形態上では全く区別が不可能で、血液平板に容易に嫌気性培養出来るものは、*Spirillum* に属せしめるといふ見解を示しているようである。また一方 Macdo-

nald⁽⁴⁴⁾⁽⁴⁵⁾らの口腔 *Vibrio* に関する新しい意見もある。

さらに渡辺 (1959)⁽²⁵⁾は、各種動物のうち 10 例ずつのイヌとネコの口腔から、*Spirochaeta buccalis*, *Spirochaeta dentium* に類似するものの他に、イヌに 6 例、ネコに 5 例の特殊型として *Rattenbiss-Spirochaeta* に類似した *Spirochaeta* を検出し、この特殊型は *Spirochaeta dentium* をさらに太く大型にした形態的特徴を持つと述べているが、高桜⁽³⁵⁾、市川⁽¹⁵⁾らの *Rattenbiss-Spirochaeta* すなわち、*Spirillum minus* についての計測成績に従えば、*Spirillum minus* が *Spirochaeta dentium* より太いが大型であることは考えられないので、説明の不足と原図が無いためもあつて、いかなる点が類似するのであるか、理解に苦しむところである。

さて、*Spirillum sputigenum*⁽³⁴⁾は、*Vibrio* 型が基本型であつて、体長 2.25μ 、体幅 0.39μ 、回転高 0.42μ 、Index 0.51 で、時として *Vibrio* 型 2 個が連結してラセン型を呈するものがあるが、その 1 個を切り離して見ると *Vibrio* 型よりも小型であるが、近似の形態を示す。固有運動は歯垢を暗視野鏡下で検した場合は活発であるが、純培養のものはやや不活発である。

以上のことから、口腔内 *Spirillum* は、形態的には、*Spirochaeta* より小型のものであると考えた方が妥当ではなからうか。

口腔 *Spirochaeta* を螢光顕微鏡下に初めて観察したのは、片山 (1952)⁽²⁸⁾である。片山は、口腔 *Spirochaeta* と各種螢光色素との関係について、詳細に検討した結果、口腔 *Spirochaeta* 観察用の色素としては、Auramin O, Rivanol, Thioflavin S, Al-morin, Acridinorange が適当であるとしているが、これらは何れも生鮮浮遊標本によるもので、乾燥標本については満足すべき結果が得られなかったと述べている。しかも同氏は口腔 *Spirochaeta*

の形態学的分類については何等触れていない。しかし、口腔 *Spirochaeta* の観察には螢光顕微鏡法が最も優れていることを指摘している。

以上口腔 *Spirochaeta* の形態その他に関する研究の概要につき記載したが、始めて形態の統計的研究をなしたのは、ただ高桜 (1940)⁽³⁶⁾と堀口 (1950)⁽³⁷⁾の記載があるのみである。高桜は口腔梅毒の診断の際、*Treponema pallidum* と鑑別をする必要上、口腔 *Spirochaeta* のうち *Treponema* 型のみをとり上げ、Giemsa 染色により、これを大型 *Treponema dentium* と小型 *Treponema dentium* の 2 型に分けて計測したものである。そして大型 *Treponema dentium* は *Treponema pallidum* に比べて、体長と回転長がやや短く、回転高が低く、Index は小さな値を示す。また小型 *Treponema dentium* は *Treponema pallidum* に比べて、体長と体幅がやや小さく、回転形態は微小で、Index は小であつたと述べている。また、堀口は *Borrelia* 型 (粗大深波型)、*Treponema* 型 (大型、小型、不正波形)、*Leptospira* 型 (平坦彎曲型) の 3 型に分けて、回転の細部まで計測をおこない、高桜が、*Treponema* 型のみについて計測を行なつたものに比べれば、計測の範囲は広がっているが、計測値は算術平均であり、しかも例数が少いうらみがある。

2. 螢光顕微鏡標本の作り方

螢光顕微鏡標本を作るのに際し、予備実験として行つた固定法と染色液の検討での結果、固定法としては Ruge の変法液 (表 4)、染色液は 5% Phenol 加 500 倍 Auramin O 溶液で 15 分間染色する方法が最も良いことがわかつた (表 5)。従つて前述の塗抹標本をこの方法により染色した。なお、5% Phenol で Auramin O を希釈する際、あらかじめ Auramin O を少量の無水 Alcohol で溶解せしめれば容易に希釈され、染色性も良くなることを知つた。また、この成績は 20°C 前後で得られたも

第 4 表 固定法の比較 (5% Phenol 加 500 倍 Auramin O で 15 分間染色)

固定法 標本所見	自然乾燥	火炎固定	Ruge 変法	オスミウム酸	メタノール
標本汚染度	++	++	—	++	±
ハレーション	++	++	—	++	±
菌体の変形度	++	+++	—	+	—
菌体の染色性	+	+	+++	+	+

注 固定時間は、Ruge 変法：3 分、オスミウム酸：1 分、メタノール：3 分

第 5 表 Auramin O と Phenol の濃度ならびに染色時間についての検討（菌体の乾燥標本上での）

Auramin O 濃度	染色時間	型 Phenol 濃度 標本所見 (分)	Borrelia 型								Treponema 型								Leptospira 型								Spirillum 型							
			2.5%		3%		4%		5%		2.5%		3%		4%		5%		2.5%		3%		4%		5%		2.5%		3%		4%		5%	
			螢光色輝度性	形の明瞭度	螢光色輝度性	形の明瞭度	螢光色輝度性	形の明瞭度	螢光色輝度性	形の明瞭度	螢光色輝度性	形の明瞭度	螢光色輝度性	形の明瞭度	螢光色輝度性	形の明瞭度	螢光色輝度性	形の明瞭度	螢光色輝度性	形の明瞭度	螢光色輝度性	形の明瞭度	螢光色輝度性	形の明瞭度	螢光色輝度性	形の明瞭度	螢光色輝度性	形の明瞭度	螢光色輝度性	形の明瞭度	螢光色輝度性	形の明瞭度	螢光色輝度性	形の明瞭度
			度性	度	度性	度	度性	度	度性	度	度性	度	度性	度	度性	度	度性	度	度性	度	度性	度	度性	度	度性	度	度性	度	度性	度	度性	度	度性	度
300×	5		±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	10		±	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	±	+	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	15		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	±	±	±	±	±	±	±	+	+	+	+	+	+	+	+
	20		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	25		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
500×	5		±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	10		+	±	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	±	±	±	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	15		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	±	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	25		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1000×	5		±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	10		±	±	+	+	+	+	+	±	±	+	+	+	+	+	+	±	+	±	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	15		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	±	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	±	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	25		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2000×	5		±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	10		±	±	±	±	+	+	+	±	±	±	±	+	+	+	+	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	+
	15		±	±	+	+	+	+	+	±	±	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20		+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	25		+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

注：染色性は Borrelia→Spirillum→Treponema→Leptospira の順に染色性が悪くなり、Phenol 濃度 3% は Halation が少ないが、菌体の染色性はやや劣り、5% のものが最もよい成績を示した。染色時間は 15 分が最も好結果を得た。

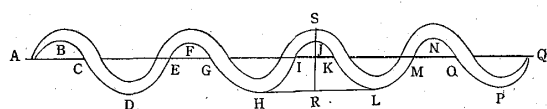
のであるから、冬季気温の低下を見る場合には同一温度に加温する必要がある。

3. 計測方法

口腔 Spirochaeta 1 条の細部の形態を計測するに先だち、わたしは、種々標本を観察した結果から、口腔 Spirochaeta を Borrelia 型、Treponema 型、Leptospira 型、Spirillum 型の4型に分類することが最も妥当ではないかと考えた。そこで、40名の被検者の同一材料から同時に作製した螢光顕微鏡標本と Giemsa 染色標本のそれぞれの標本につき各50視野における、これら4型の分布を調査した。

つぎに、細部の形態の計測に際しては、当教室において、田辺⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾らが病原 Spirochaeta の計測に採用した方法に準じて行つた。すなわち $1/20$ mm 副尺付のノギスおよび曲線計を用い、計測部位は図1に示す如くである。曲線 ABCD……………Q (体長)、直線 HL (回転長)、直線 JR (回転高)、直線 RJ を延長して得た直線 JS (体幅) の数値を計測した。Index としては「回転高/回転長」をもつて表現した。なお、回転の細部と体幅の計測に使用する標本は任意抽出によつて得た40条につき行つた。以上の計測は先ず標本について口腔 Spirochaeta の螢光顕微鏡写真を撮影し、この像を最終郭大1万倍にした写真上で直接計測したものである。

図 1



注 ABC…………PQ: 体長 RJ: 回転高
HL: 回転長 JS: 体幅

4. 計測成績

(1) 口腔 Spirochaeta の型別出現率

型別出現率については表6 (aとb) に示す如くであつて、Borrelia 型の出現率が最も多く、ついで Treponema 型、Leptospira 型、Spirillum 型の順に少くなる傾向を認めた。

また、Giemsa 染色に較べて螢光染色法は、Spirochaeta の検出数からいつて口腔 Spirochaeta の染色、特に難染色性の Leptospira 型、Treponema 型および Spirillum 型の検出率が高くなる点が優れていることを見出した。

第6表 口腔 Spirochaeta の型別出現率

(a) Auramin O 染色の場合

性 別	型 別	B 型	T 型	L 型	S 型	合計
		条数	条数	条数	条数	条数
♂	条数	2350	417	340	107	3214
	%	73.4	12.9	10.5	3.2	100.0
♀	条数	2431	428	233	105	3197
	%	76.1	13.4	7.3	3.2	100.0
計	条数	4781	845	573	212	6411
	%	74.6	13.1	9.0	3.3	100.0

(b) Giemsa 染色の場合

性 別	型 別	B 型	T 型	L 型	S 型	合計
		条数	条数	条数	条数	条数
♂	条数	2031	378	235	48	2692
	%	75.7	14.0	8.7	1.6	100.0
♀	条数	1989	244	175	54	2462
	%	80.8	9.9	7.1	2.2	100.0
計	条数	4020	622	410	102	5154
	%	78.0	12.1	7.9	2.0	100.0

(2) 口腔 Spirochaeta の形態

i) Borrelia 型 (以下B型と略) について

体長は $7.9 \sim 23.5 \mu$ の間に分布し、その平均値 $M = 12.74 \pm 0.54 \mu$ である (表7, 8, 図2)。体幅は、 $0.35 \sim 0.84 \mu$ の間に分布し、その平均値 $M = 0.56 \pm 0.008 \mu$ を示す (表7, 9, 図3)。各個の回転についてみると、回転数は $2 \sim 8$ 回転の間に分布し、その平均値 $M = 4.18 \pm 0.27$ である (表7, 10, 図4)。回転長は $0.95 \sim 4.88 \mu$ とその分布範囲は極めて広く、平均値 $M = 2.31 \pm 0.053 \mu$ であつた。そして、最長の 4.88μ のものは Thompson の棄却検定によれば、棄却しても良い様に思われるので、むしろ分布範囲は $0.95 \sim 3.86 \mu$ で平均値は、 2.29μ と言つた方が妥当かも知れない (表7, 11, 図5)。回転高は $0.12 \sim 1.04 \mu$ の間に分布し、平均値 $M = 0.46 \pm 0.018 \mu$ であつた (表7, 12, 図6)。したがつて Index は $0.04 \sim 0.54$ の間に分布し、その平均値 $M = 0.192 \pm 0.001$ であつた (表7, 13, 図7)。これらの成績を堀口が計測したB型口腔 Spirochaeta の成績と比較すれば、やや細く、長く、回転数は多い。各個の回転の形態ならびに大きさは非常に異つていた。すなわち、小型であると同時にその回転は非常にゆるや

第7表 口腔 Spirochaeta の回転計測値

		体 長 μ	体 幅 μ	旋 転 数	旋 転 長 μ	旋 転 高 μ	Index
B 型	M $\pm$ m	12.74 $\pm$ 0.54	0.56 $\pm$ 0.008	4.18 $\pm$ 0.27	2.29 $\pm$ 0.048	0.46 $\pm$ 0.018	0.192 $\pm$ 0.001
	σ	3.40	0.099	1.76	0.684	0.231	0.144
T 型	M $\pm$ m	8.30 $\pm$ 0.29	0.46 $\pm$ 0.005	5.40 $\pm$ 0.22	1.29 $\pm$ 0.022	0.22 $\pm$ 0.006	0.166 $\pm$ 0.004
	σ	1.82	0.071	1.39	0.318	0.096	0.059
L 型	M $\pm$ m	11.60 $\pm$ 0.35	0.43 $\pm$ 0.007	4.97 $\pm$ 0.30	1.87 $\pm$ 0.055	0.25 $\pm$ 0.012	0.131 $\pm$ 0.005
	σ	2.24	0.094	1.91	0.776	0.171	0.068
S 型	M $\pm$ m	5.00 $\pm$ 0.21	0.46 $\pm$ 0.009	2.85 $\pm$ 0.13	1.28 $\pm$ 0.024	0.25 $\pm$ 0.008	0.181 $\pm$ 0.006
	σ	1.34	0.092	0.85	0.256	0.087	0.065

第8表 体長の度数分布

型 別	体 長 (μ)	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	合 計
		4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	
B 型	度 数	—	—	1	8	9	11	6	—	4	—	1	40
	%	—	—	2.5	20.0	22.5	27.5	15.0	—	10.0	0	2.5	100.0
T 型	度 数	—	2	19	11	7	1	—	—	—	—	—	40
	%	—	5.0	47.5	27.5	17.5	2.5	—	—	—	—	—	100.0
L 型	度 数	—	—	2	7	15	10	5	1	—	—	—	40
	%	—	—	5.0	17.5	37.5	25.0	12.5	2.5	—	—	—	100.0
S 型	度 数	8	25	6	1	—	—	—	—	—	—	—	40
	%	20.0	62.5	15.0	2.5	—	—	—	—	—	—	—	100.0

第9表 体幅の度数分布

型 別	体 幅 (μ)	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	合 計
		0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	
B 型	度 数	—	6	44	59	48	8	2	—	167
	%	—	3.5	26.3	35.3	28.8	4.9	1.2	—	100.0
T 型	度 数	—	37	128	43	8	—	—	—	216
	%	—	17.1	59.3	19.9	3.7	—	—	—	100.0
L 型	度 数	8	73	75	33	12	—	—	—	201
	%	4.0	36.3	37.3	16.4	6.0	—	—	—	100.0
S 型	度 数	3	26	50	27	8	—	—	—	114
	%	2.6	22.8	43.9	23.7	7.0	—	—	—	100.0

かであつたが、堀口の計測数は僅か9条であるので実際に差があるか否かは一応疑問としておきたい。(表14)

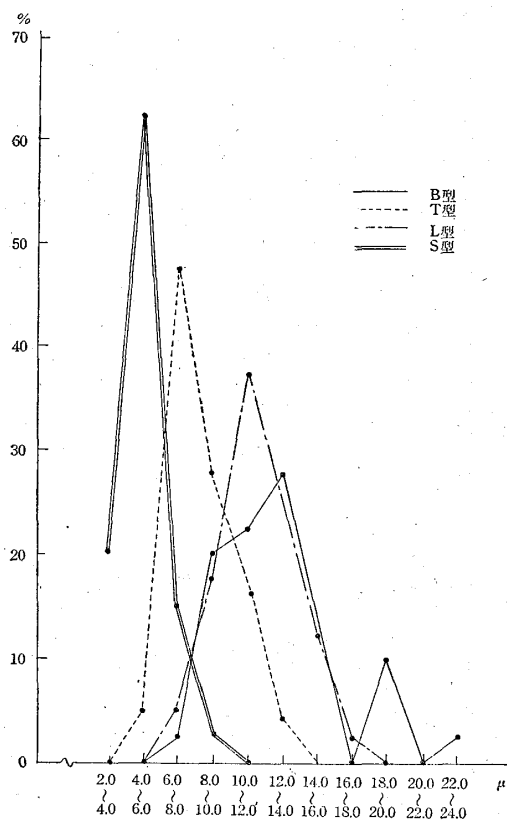
ii) Treponema 型 (以下T型と略) について
体長は5.5~12.5 μ の間に分布し、その平均値 M=8.30 $\pm$ 0.29 μ であつた (表7, 8, 図2)。体幅は、0.32~0.68 μ と非常に分布範囲が狭く、その平均値

M=0.46 $\pm$ 0.005 μ であつた (表7, 9, 図3)。つぎに各個の回転について見ると、回転数は、3~8 回転の間に分布し、その平均値 M=5.40 $\pm$ 0.22 であつた (表7, 10, 図4)。一方回転長は0.67~2.28 μ とその分布範囲はB型に比較し非常に狭く、その平均値 M=1.29 $\pm$ 0.022 μ であつた (表7, 11, 図5)。回転高は0.09~1.74 μ の間に分布し、平均値は0.26

第10表 回転数の度数分布

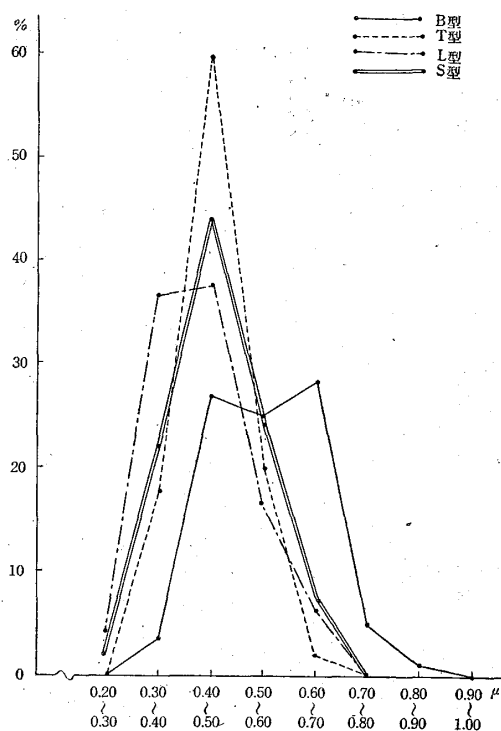
型別 \ 回転数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
B型	度数	—	8	11	4	6	6	4	1	—	—	—	40
	%	—	20.0	27.5	10.0	15.0	15.0	10.0	2.5	—	—	—	100.0
T型	度数	—	—	2	11	10	6	8	3	—	—	—	40
	%	—	—	5.0	27.5	25.0	15.0	20.0	7.5	—	—	—	100.0
L型	度数	1	4	1	8	11	8	6	—	—	—	1	40
	%	2.5	10.0	2.5	20.0	27.5	20.0	15.0	—	—	—	2.5	100.0
S型	度数	—	17	13	9	1	—	—	—	—	—	—	40
	%	—	42.5	32.5	22.5	2.5	—	—	—	—	—	—	100.0

図2 体長の度数分布



μ の様に思われる。然しながら Thompson の棄却検定によれば 1.30μ 以上のものは棄却しても良さそうなので、それを棄却すると、分布範囲は $0.09 \sim 0.90 \mu$ の間に分布し、平均値 $M=0.22 \pm 0.006 \mu$ と言った方が妥当の様に思われる。そして又 1.30μ 以上のものは 216 例中、6 例であり、このものは別の群とみても良さそうである (表 7, 12, 図 6)。つぎに Index は $0.01 \sim 1.11$ の間に分布し一見平均 0.182 の様であるが、前と同様に Thompson の棄却検定の結果 $0.01 \sim 0.45$ の間に分布し平均値 $M=$

図3 体幅の度数分布



0.166 ± 0.004 であつた (表 7, 13, 図 7)。これらの計測値を高桜が計測した *Treponema dentium* の形態と比較すれば、回転高は高桜の大型、小型の平均値に近似であるほかは回転長、体長、体幅ともに大型のものよりさらに大きく、その回転はゆるやかであつたが回転数は逆に少なかつた。また堀口の成績と比較すれば、回転数が多いほかは、堀口の小型よりもすべてにおいて小さかつた。すなわち、わたしの成績は高桜と堀口の成績の中間に位する値を得たものと言えよう (表 14)。

iii) *Leptospira* 型 (以下 L 型と略) について
体長は $7.0 \sim 16.5 \mu$ の間に分布し、平均値 $M=$

第11表 回転長の度数分布

型別	回転長 (μ)	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40	3.60	3.80	4.00	4.20	4.40	4.60	4.80	合計
		0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40	3.60	3.80	4.00	4.20	4.40	4.60	4.80	5.00	
B 型	度数	—	—	1	1	12	13	18	17	17	17	16	14	12	10	8	6	3	1	—	—	—	—	1	167
	%	—	—	0.6	0.6	7.1	7.8	10.8	10.2	10.2	10.2	9.6	8.3	7.2	6.0	4.9	3.5	1.8	0.6	—	—	—	—	0.6	100.0
T 型	度数	—	10	31	47	50	37	33	5	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	216
	%	—	4.6	14.4	21.8	23.1	17.1	15.3	2.3	0.9	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100.0
L 型	度数	3	5	9	17	21	33	19	22	18	7	17	11	3	3	4	1	2	2	2	—	1	1	—	201
	%	1.5	2.5	4.5	8.4	10.4	16.4	9.5	10.9	9.0	3.5	8.4	5.5	1.5	1.5	2.0	0.5	1.0	1.0	1.0	—	0.5	0.5	—	100.0
S 型	度数	—	1	16	26	37	21	10	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	114
	%	—	0.9	14.0	22.8	32.5	18.4	8.8	2.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100.0

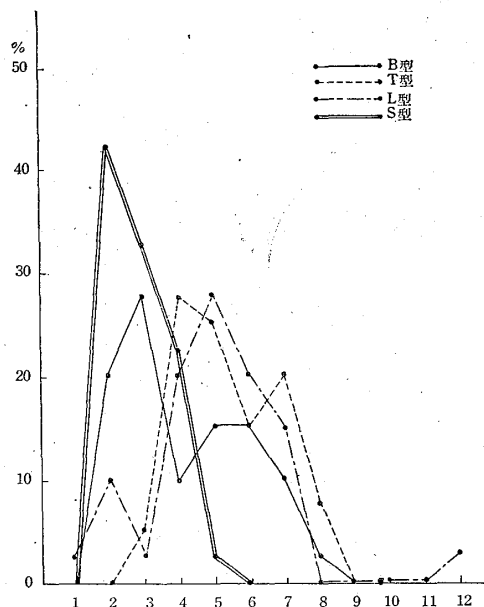
第12表 回転高の度数分布

型別	回転高 (μ)	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	合計	
		0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80		
B 型	度数	—	27	28	19	19	26	16	20	8	2	2	—	—	—	—	—	—	—	167	
	%	—	16.1	16.7	11.4	11.4	15.5	9.6	12.0	4.9	1.2	1.2	—	—	—	—	—	—	—	100.0	
T 型	度数	3	96	83	21	5	—	—	1	1	—	—	—	—	2	1	1	—	2	216	
	%	1.4	44.4	38.4	9.7	2.3	—	—	0.5	0.5	—	—	—	—	0.9	0.5	0.5	—	0.9	100.0	
L 型	度数	8	111	33	22	10	8	3	1	2	2	1	—	—	—	—	—	—	—	201	
	%	4.0	55.2	16.4	10.9	5.0	4.0	1.5	0.5	1.0	1.0	0.5	—	—	—	—	—	—	—	100.0	
S 型	度数	1	48	42	16	5	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	114	
	%	0.9	42.1	36.8	14.0	4.4	—	—	—	—	—	—	—	1.8	—	—	—	—	—	100.0	

第13表 Index の度数分布

型別	Index																								合計	
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	1.05	1.10	1.15		
B 型	1	20	33	35	40	26	5	2	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	167	
	0.6	12.0	19.8	21.0	23.9	15.5	3.0	1.2	1.8	0.6	0.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100.0	
T 型	2	14	76	71	34	8	5	1	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2	—	—	1	216	
	0.9	6.4	35.2	32.9	15.7	3.7	2.3	0.5	0.5	—	—	—	—	—	—	0.5	—	—	—	—	0.9	—	—	0.5	100.0	
L 型	8	64	65	35	14	5	—	5	—	—	—	—	2	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	201	
	4.0	31.4	32.4	17.5	7.0	2.6	—	2.6	—	—	—	—	1.0	1.0	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	100.0	
S 型	—	8	32	35	20	12	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	114	
	—	7.0	28.1	30.7	17.5	10.5	2.6	1.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.8	—	—	—	100.0	

図4 回転数の度数分布



11.60±0.35 μ であり (表 7, 8, 図 2), 体幅は 0.25~0.66 μ の間に分布し, 平均値 $M=0.43\pm0.007 \mu$ であつた (表 7, 9, 図 3)。つぎに各個の回転について見れば, 回転数は 1~12 個の間に分布し, その平均回転数は $M=4.97\pm0.30$ であつた (表 7, 10, 図 4)。しかし, 各個の回転の大きさは, 回転長は 0.53~4.68 μ の間に分布するという非常に大きな分布範囲を示し, その平均値 $M=1.87\pm0.055 \mu$ であつた (表 7, 11, 図 5)。一方回転高は 0.09~1.08 μ の間に分布し, その平均値 $M=0.25\pm0.012 \mu$ であつた (表 7, 12, 図 6)。したがつてその Index は 0.03~0.84 の間に分布し, 平均値は 0.145 の様であるが, 0.60 以上のものは, Thompson の棄却検定にしたがえば, 棄却出来る様に思われる。したがつて, 0.60 以上の 5 例を除外すれば, Index の平均値 $M=0.131\pm0.005$ であつた (表 7, 13, 図 7)。堀口の成績では 3 条の平均値であるので比較の対象となるか否かについては疑問であるが, 一応その数値を比較すれば, 体幅はやや細いが, 回転の大きさは $1/2$ に縮小したものと近似しており, しかもその数は約 2 倍の多きに達し, 体長も約 1.5 倍の長さであつた (表 14)。

iv) Spirillum 型 (以下 S 型と略) について

体長は 2.5~9.0 μ の間に非常に密に分布し, その平均値 $M=5.00\pm0.21 \mu$ で前述の 3 種より短い (表 7, 8, 図 2)。体幅は 0.22~0.68 μ の間に分布し, 平均値 $M=0.46\pm0.009 \mu$ を示した (表 7, 9, 図 3)。次に各個の回転について見れば, 回転数は前述 3 種

第14表 口腔 Spirochaeta の計測値 (高桜, 堀口による)

報告者	種別	計測値	計測数 (条)	体長 (μ)	体幅 (μ)	回転数	回転長 (μ)	回転高 (μ)	Index
高 桜	Treponema dentium	大 型	260	8.00	0.32	6.5	1.00	0.25	0.26
		小 型	110	7.66	0.27	8.0	0.86	0.17	0.21
堀 口	Treponema 型	大 型	10	13.44	0.76	4.23	3.86	0.66	0.17
		小 型	12	13.30	0.54	4.09	2.63	0.52	0.20
		不正波型	13	14.72	0.55	4.77	2.58	0.68	0.26
	Borrelia 型 (粗大深波型)		9	10.8	0.59	2.31	3.69	1.13	0.31
	Leptospira 型 (平坦彎曲型)		3	7.83	0.46	2.33	4.05	0.49	0.12

図5 回転長の度数分布

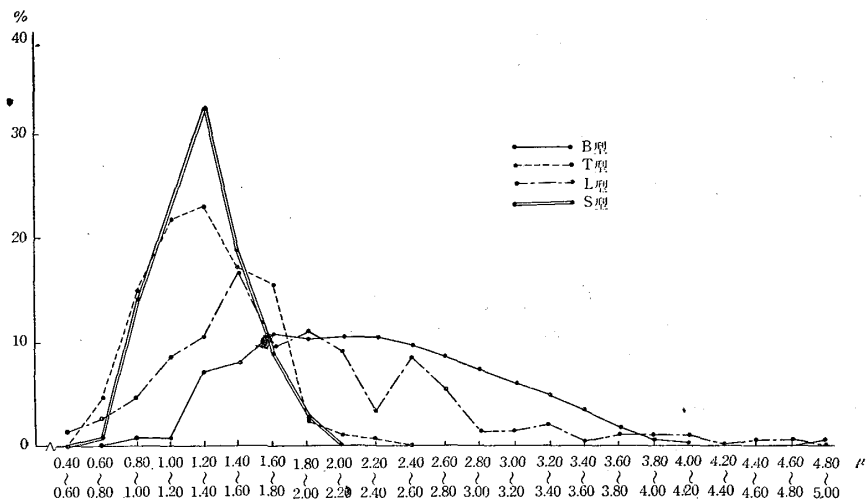
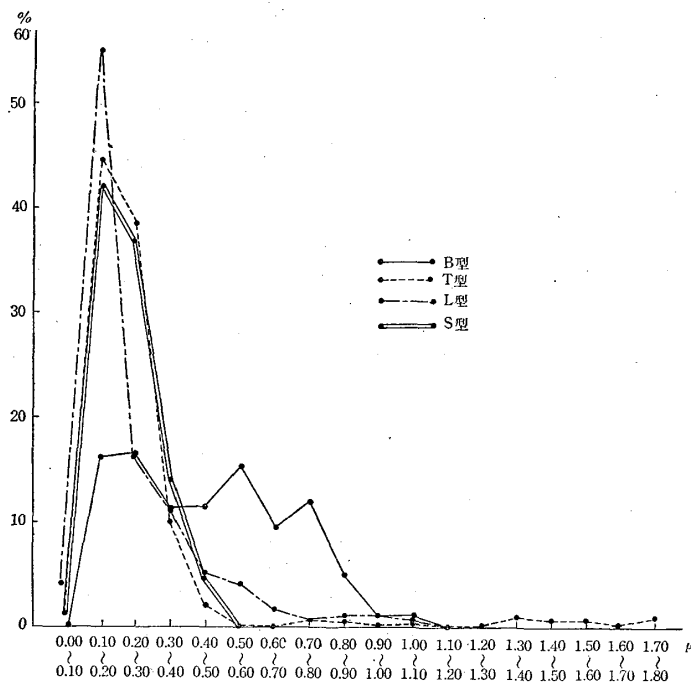
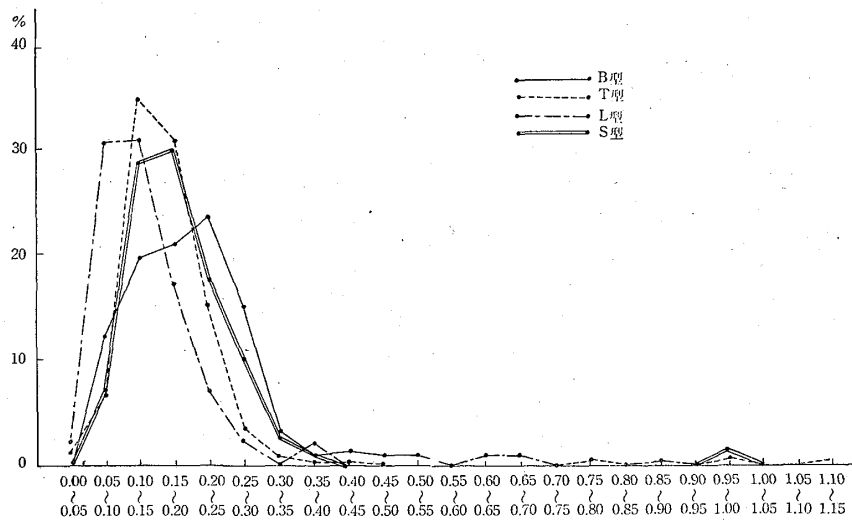


図6 回転高の度数分布



のものに比較して最も少く、2~5回転の間に分布し、平均値 $M=2.85 \pm 0.13$ であつた(表7, 10, 図4)。なお、各個の回転の回転長は $0.75 \sim 1.93 \mu$ の間に分布し、その平均値 $M=1.28 \pm 0.024 \mu$ りであ(表7, 11, 図5)、回転高は $0.05 \sim 1.25 \mu$ の間に分布し、平均値は、 0.25μ の様である。しかし、Thompson の棄却検定にしたがえば、 1.20μ 以上のものは、棄却可能のように思われるので、これを除外すれば、その分布範囲は $0.05 \sim 0.50 \mu$ の間に分布し、平均値 $M=0.25 \pm 0.008 \mu$ であつた(表7, 12, 図6)。ついで Index は $0.07 \sim 0.96$ の間に分布し、平均値は 0.195 の様に思われるが、 0.95 以上の2例を棄却すれば、その分布範囲は $0.07 \sim 0.40$ であり、平均値 $M=0.181 \pm 0.006$ であつた(表7, 13, 図7)。渡辺⁽²⁵⁾は Rattenbiss-Spirochaeta に類

図 7 Index の度数分布神



似する口腔 Spirochaeta は、Dentium 型よりも大型であると記載しているが、わたしの計測成績では、むしろ T 型より小型である特徴をもつものとみとめた。しかし詳細の比較については計測値の数字が挙げてないのでこれを行うことは出来なかつた。

5. 小 括

以上の計測成績から 4 型の口腔 Spirochaeta を比較すれば、体長においては、B 型、L 型が長く、T 型がこれにつぎ、S 型が最も短かかつた。そしてこれら 3 群の間には、有意の差を認めることが出来た。

体幅について見れば、B 型が最も太く、S 型、T 型の 2 種がこれにつぎ、L 型が最も細かつた。しかし、B 型と S 型および T 型との間には有意の差を認めたが、S 型および T 型と L 型との間には、やや有意の差を認めたに過ぎなかつた。

つぎに、各個の回転について検討すれば、回転数においては、T 型、L 型が最も多い群に属し、次いで B 型、S 型の順に少くなる傾向を認めた。しかし、T 型、L 型と B 型との間には、やや有意の差を認めるに過ぎないが、B 型と S 型との間には、有意の差をもつて、S 型の回転数が少いことを示していた。

回転長を比較すれば、最も長いものは B 型で、L 型は中等長、S 型、T 型が最も短く、B 型、L 型の間、および L 型と S 型、T 型との間には、それぞれ有意の差が認められた。

回転高は B 型が最も高く、L 型、S 型がこれに次ぎ、T 型が最も低かつた、しかしながら、B 型と L 型、S 型との間には、有意の差を認めることが出来

たが、L 型、S 型と T 型との間には、やや有意の差を認めるに過ぎなかつた。

最後に、回転の様式を表現する Index について見れば、最も大きい値を示すものは B 型であり、S 型、T 型、L 型の順に小さくなる傾向を認めた。しかし、B 型と S 型ならびに S 型と T 型との間には、ほとんど差がなく、B 型と T 型との間には有意差を認めることが出来た。また最も小さい L 型においても、T 型との間に、有意の差を認めることが出来た。

これらの事実にもとづき、B 型、T 型、L 型、S 型の特徴を要約すれば、B 型は太く、長く、大型の回転であり、T 型は小型の回転で、回転数が多い。体長、体幅は中等大であつた。L 型は細く、長く、回転数も多いが各個の回転は B 型と T 型の中間型を示し、S 型は回転数が少く、体長は著しく短かいという特徴を認めるが、各個の回転の形態は、前述 3 種と大同小異であつた。以上で、口腔 Spirochaeta は、形態学的に分類が可能であると考えられる。

また、これらの成績を高桜および堀口の成績と比較検討すれば、T 型では堀口、高桜の中間の値を示した。また堀口の B 型、L 型と比較してみると、各個の回転は $\frac{2}{3} \sim \frac{1}{2}$ の小型のものが、数多く存在しており、体幅は大同小異であるが、体長は長くなる傾向を認めた。すなわち、太さにおいては変りがないが他の計測値に著しい差のあることを認めた。

VI 口腔 Spirochaeta の形態と運動に及ぼす薬物の影響

1. 文献の概要

病原 *Spirochata* に対して, Salvarsan が効果的に作用するという理由で, Vincent's angina に対して Salvarsan 療法が試みられたが, 他種細菌との共生を必ず伴うという, 口腔内特殊条件のためか, 期待するような効果を挙げることは出来なかつた。

Penicillin を初めとする抗生物質の出現以来, Vincent's angina に対して, 各種抗生物質は著効を示すようになった。

Atkinson (1945)⁽³⁸⁾が Penicillin による潰瘍性口内炎 100 例の治療成績を発表しているほか, この種の報告は枚挙に暇がないが, vincent's angina に著効を奏する抗生物質も, それが直接口腔 *Spirochaeta* に作用した結果であるか否かに就いての証明は充分とは言えない。

Fitzgerald & Hampp (1952)⁽³⁹⁾ は, H_2O_2 , Sulpharsphenamine, Lupulon, Tyrothricin, Chloromycetin, Aureomycin, Streptomycin, Notatin, Bacitracin, Penicillin G などの薬剤を培地に加えて *Borrelia vincentii* 3 株と *Treponema microdentium* 3 株の発育阻止に関する実験を行い, Notatin に比較的不感受性であつたのを除いて, 他の薬剤にはすべて感受性を示したと報告している。

また, 病原 *Spirochaeta* の形態に及ぼす化学療法剤の影響については, 当教室の田辺⁽¹²⁾, 鈴木⁽¹³⁾, 田辺ら⁽⁴²⁾と市川⁽¹⁵⁾の *Spirillum minus* についての報告があり, 近時電子顕微鏡下での川田⁽⁴⁰⁾, 伊藤⁽⁴¹⁾らによる報告があるが, 口腔 *Spirochaeta* については森岡⁽²⁴⁾の他報告はないようである。わたしは蛍光顕微鏡下に, 各種化学療法剤の口腔 *Spirochaeta* の形態と運動に及ぼす影響について, 種々検討したので, 以下これらについて報告する。

2. 実験方法

歯垢を採取して検体とした。

供試薬物としては, Penicillin (Pc), Streptomycin (SM), Chloromycetin (CM), Achromycin (AC), Mapharsen (MA), Neo-Neo-Arsemin (NNA) を用い, 対照として生理食塩液を使用した。Pc は 5,000, 1,000, 500, 100, 50 u/cc, SM, CM, AC, MA, NNA はそれぞれ 1,000, 500, 100, 50, 10 γ /cc の生理食塩液による各濃度の希釈液を調製した。

小試験管に各種薬物の各希釈液 1 cc をとり, これに歯垢を 1 白金耳量混入して 37°C に保ち, 30 分, 2,

4, 6 時間毎に前述したような蛍光顕微鏡標本を作製して口腔 *Spirochaeta* の形態を観察した。一方運動の有無は, 生理食塩液で 6,000 倍に希釈した Acridinorange 溶液を用いて蛍光法で検し更に在来の暗視野法をも併用した。

3. 実験成績

上記薬剤の口腔 *Spirochaeta* の形態に及ぼす影響については表 15 の如くである。即ち SM, CM,

第 15 表 各種薬物による口腔 *Spirochaeta* の形態変化

u/cc 時間		5,000	1,000	500	100	50
Pc	0.5	+	—	—	—	—
	2	+	+	—	—	—
	4	+	+	—	—	—
	6	+	+	±	—	—
γ /cc 時間		1,000	500	100	50	10
SM	0.5	+	—	—	—	—
	2	+	+	—	—	—
	4	+	+	—	—	—
	6	+	+	±	—	—
CM	0.5	+	—	—	—	—
	2	+	+	—	—	—
	4	+	+	—	—	—
	6	+	+	±	—	—
AC	0.5	+	—	—	—	—
	2	+	—	—	—	—
	4	+	—	—	—	—
	6	+	+	—	—	—
MA	0.5	+	—	—	—	—
	2	+	—	—	—	—
	4	+	—	—	—	—
	6	+	+	—	—	—
NNA	0.5	+	—	—	—	—
	2	+	—	—	—	—
	4	+	—	—	—	—
	6	+	+	—	—	—

注 Pc: Penicillin AC: Achromycin
SM: Streptomycin MA: Mapharsen
CM: Chloromycetin NNA: Neo-neo-arsemin
+: 変化のあるもの ±: やや変化のあるもの
—: 変化のないもの

Pc は他の薬剤に比してやや影響が大きいように思われた。最も多く見られる形態的变化を総括すると、菌体が破壊されて不明瞭となるもの、膨化するもの、菌体内に顆粒の出現するもの、菌体の鋭角的屈曲、回転の消失等であつた。

運動に及ぼす影響を一括すれば、表 16 の如くである。すなわち AC, Pc, SM の順に影響が強いようであつた。また、高濃度では瞬時に運動が停止し、中等度の濃度の場合には約 4 時間後に運動は停止し、低濃度においては 8~10 時間後に運動は停止

第 16 表 各種薬物による口腔 Spirochaeta の運動性の変化

u/cc		5,000	1,000	500	100	50
時間	0.5	—	±	+	+	+
	2	—	—	±	+	+
	4	—	—	—	±	+
	6	—	—	—	—	+
	時間					
γ/cc		1,000	500	100	50	10
時間	0.5	—	±	+	+	+
	2	—	—	±	+	+
	4	—	—	—	+	+
	6	—	—	—	—	+
	時間					
SM	0.5	—	±	+	+	+
	2	—	—	±	+	+
	4	—	—	—	+	+
	6	—	—	—	—	+
	時間					
CM	0.5	—	±	+	+	+
	2	—	—	±	+	+
	4	—	—	—	+	+
	6	—	—	—	—	+
	時間					
AC	0.5	—	+	+	+	+
	2	—	±	+	+	+
	4	—	—	±	+	+
	6	—	—	—	+	+
	時間					
MA	0.5	—	+	+	+	+
	2	—	±	+	+	+
	4	—	—	±	+	+
	6	—	—	—	+	+
	時間					
NNA	0.5	—	+	+	+	+
	2	—	±	+	+	+
	4	—	—	+	+	+
	6	—	—	—	+	+
	時間					

注 薬物の略記法は表 15 に同じ

+: 運動性のあるもの ±: 運動性のにぶいもの
—: 運動性のないもの

した。なお対照においても、およそ 12 時間後には運動は停止した。これらの成績は、主として B 型と T 型におけるもののように思われた。

VII 病原 Spirochaeta と口腔 Spirochaeta の回転形態の比較

病原 Spirochaeta と *Spirillum minus* の回転形態について見ると、われわれの同人・鈴木は、*Borrelia duttonii* (以下 BD と略) を蛍光顕微鏡下に観察し、次の所見を得た。すなわち、菌体は太く、長く、回転数は少く、各個の回転は最も大型であると報告している。

同じく同人・田辺の *Treponema pallidum* (以下 TP と略) について得た所見では、回転は規則正しく、峻嶒強直性で、体長、体幅ならびに回転の形態は中等大で、しかも円錐台に纏絡しているものの如き形態をしていると述べている。

同じく同人・依田の *Leptospira icterohaemorrhagiae* (以下 LI と略) について得た所見では、菌体は以上両種 Spirochaeta に比較して、細く、短く、個々の回転も小さく、回転数は最も多く、かつ難染性であると記載している。

同じく同人・市川の観察した *Spirillum minus* (以下 SM と略) は上述の 3 種の病原 Spirochaeta と比較して、体幅は最も太い。体長は最も短く、最長の BD の約 $\frac{1}{5}$ 、最短の LI の約 $\frac{1}{3}$ にあたる。回転数は最も少く、上述の 3 種の $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{5}$ 弱にあたる。個々の回転についてみると、回転の形態は中等大の TP と近似であるが、回転高が低く、したがって、その回転の様式はゆるやかである特徴を持つものであると報告している (表 17)。

今回、わたしは、口腔 Spirochaeta を形態上から分類することが出来たので、それらの成績を上述病原 Spirochaeta ならびに *Spirillum minus* の形態と比較して次の結果を得た。

(1) BD と B 型との比較について

体長、体幅について見れば、体長は B 型が BD より短く、その間には有意の差を認めることが出来たが、体幅は逆に B 型がやや太くなる傾向を認め、その間には有意差はなかつた。つぎに、各個の回転について見れば、B 型は回転数が少く、回転長は長く、回転高も高かつたが、Index は小さい。すなわち、回転はゆるやかであつた。そしてこれらの間には、回転高を除くほかは、すべて有意差を認めることが出来た。

第17表 口腔 Spirochaeta と病原 Spirochaeta との比較

		体 長 (μ)	体 幅 (μ)	旋 転 数	回転長 (μ)	回転高 (μ)	Index
B型	ロ スピロヘータ	12.74 $\pm$ 0.54	0.56 $\pm$ 0.008	4.18 $\pm$ 0.27	2.29 $\pm$ 0.048	0.46 $\pm$ 0.018	0.192 $\pm$ 0.001
	BD	16.02 $\pm$ 0.30	0.54 $\pm$ 0.008	5.41 $\pm$ 0.042	1.87 $\pm$ 0.007	0.42 $\pm$ 0.04	0.26 $\pm$ 0.002
T型	ロ スピロヘータ	8.30 $\pm$ 0.29	0.46 $\pm$ 0.005	5.40 $\pm$ 0.22	1.29 $\pm$ 0.022	0.22 $\pm$ 0.006	0.166 $\pm$ 0.004
	TP	12.38 $\pm$ 0.39	0.37 $\pm$ 0.005	6.92 $\pm$ 0.18	1.26 $\pm$ 0.013	0.32 $\pm$ 0.04	0.26 $\pm$ 0.003
L型	ロ スピロヘータ	11.60 $\pm$ 0.35	0.43 $\pm$ 0.007	4.97 $\pm$ 0.30	1.87 $\pm$ 0.055	0.25 $\pm$ 0.012	0.131 $\pm$ 0.005
	LI	6.37 $\pm$ 0.33	0.27 $\pm$ 0.05	9.76 $\pm$ 0.29	0.60 $\pm$ 0.009	0.11 $\pm$ 0.004	0.18 $\pm$ 0.29
S型	ロ ラ セ ン	5.00 $\pm$ 0.21	0.46 $\pm$ 0.009	2.85 $\pm$ 0.13	1.28 $\pm$ 0.024	0.25 $\pm$ 0.008	0.181 $\pm$ 0.006
	SM	2.57	0.56	1.76	1.22	0.23	0.19

(2) TP と T型との比較について

T型は、TP に比して、体長が短かく、体幅は太く、両者の間には、それぞれ有意の差を認めることが出来た。各個の回転においてT型は、回転数は少く、回転長は長く、回転高は低く、したがって Index は小さい。そして、回転長、回転高においては、両者間に、有意の差を認めることは出来なかつたが、回転数と Index においては、有意差を認めた。

(3) LI と L型との比較について

L型は、LI に比して太く、長く、回転数は少ない。回転長、回転高は、いずれも、L型が大きく、Index は逆にL型が小さかつた。そして、これらいずれにおいても、両者の間には有意差があつた。

(4) SM と S型との比較について

S型は SM に比較して、細く、長く、回転数は、多いが、回転長、回転高および Index は両者間に大差を認めなかつた (表17)。

(5) 小 括

以上の結果から、体長に関しては、口腔 Spirochaeta はB型、T型は病原のものよりも短く、L型、S型は長い。体幅は、S型を除くほかは、いずれも、口腔のものが太かつた。回転数では、S型が多い他は同様にいずれも少く、回転長はB型、L型が長く、他の2型では両者間に大差を認めなかつた。回転高においては、B型、L型は口腔のものが高く、T型、S型はやや低い傾向を示した。Index については、全種とも、口腔のものは病原のものよりも小さい。すなわち、回転はゆるやかであつた。

付), 口腔 Spirochaeta の鞭毛様構造物について
片山⁽²⁸⁾は、口腔 Spirochaeta を螢光顕微鏡下に

観察し、その際、鞭毛様構造物を認めたと記載している。Hampp も電子顕微鏡像により、培養した *Borrelia vincentii* に鞭毛を、小型口腔 *Treponema* に終末線維を認めたと述べているが、その後の研究によれば、これら鞭毛様構造物あるいは終末線維と称せられるものは、Spirochaeta の菌体を構成している細線維が標本作成時の処理の影響をうけて、はぐれたものであるという見解に達している。

わたしは、今回の研究の際、おびただしい螢光顕微鏡標本を観察中、これら鞭毛様構造物ならびに終末線維を認めたので、その二三を付図5, 6, 7, 8に示し、参考に供したい。

VIII 総括と結論

わたしは、今般、口腔 Spirochaeta の形態について、螢光顕微鏡下に観察して、その形態を明らかにするとともに、その形態と病原 Spirochaeta の形態とを比較検討して以下の知見を得た。

1 口腔 Spirochaeta の型別出現率

型別出現率は、*Borrelia* 型が最も多く、次いで *Treponema* 型、*Leptospira* 型、*Spirillum* 型の順に少くなる傾向を認めた。なお、螢光法は、Giemsa 染色法の場合に比べて口腔 Spirochaeta の観察に適していることを認めた。

2 口腔 Spirochaeta の形態

(1) 体 長

Borrelia 型、*Leptospira* 型は長く、*Treponema* 型は中等長で *Spirillum* 型は短く、これら3群の間に明らかに有意差を認めた。

(2) 体 幅

最も太いのは *Borrelia* 型であり、最も細いのは *Leptospira* 型で、*Spirillum* 型と *Treponema* 型

は中等大の幅であり、*Borrelia* 型と *Spirillum* 型、*Treponema* 型との間には有意差を認めたが、*Spirillum* 型、*Treponema* 型と *Leptospira* 型との間にはやや有意の差を認めたに過ぎなかつた。

(3) 旋 転 数

Treponema 型、*Leptospira* 型の一群が最も多く、*Borrelia* 型、*Spirillum* 型の順に少くなり、これら 3 群の間には、有意差があると言つて差支えない成績を得た。

(4) 旋 転 長

Borrelia 型が最も長く、*Leptospira* 型は中等大の長さで、*Spirillum* 型、*Treponema* 型は短かく、これら 3 群は、明らかに異なつた値を示した。

(5) 旋 転 高

Borrelia 型が特に高く、中等度の高さの *Spirillum* 型、*Leptospira* 型との間には有意差を認めた。しかしながら、*Spirillum* 型、*Leptospira* 型と最低の *Treponema* 型との間には、やや有意の差しか認めることが出来なかつた。

(6) Index

Leptospira 型を除くほかは、ほとんど大差なく、*Borrelia* 型、*Spirillum* 型、*Treponema* 型の順にやや小さくなるが、*Leptospira* 型は非常に小さく、*Treponema* 型との間に、有意差を認めることが出来た。

3 口腔 Spirochaeta の形態と運動に及ぼす薬物の影響

各種薬剤の口腔 *Spirochaeta* の形態に及ぼす影響については、*Streptomycin*、*Chloromycetin*、*Penicillin* などは影響が大であつた。そして最も多く見られる形態変化は、菌体の破壊、膨化ならびに菌体内顆粒の出現および、回転の消失などで、これらの変化は薬物の濃度が高くなるにつれて顕著であつた。なお、形態変化はその運動性の停止と関係があることがわかつた。

4 病原 Spirochaeta と口腔 Spirochaeta の形態の比較

(1) *Borrelia duttonii* と *Borrelia* 型とを比較すれば、*Borrelia* 型は *Borrelia duttonii* に比して太く短く、回転数は少く、各個の回転は大きくて、ゆるやかであつた。

(2) *Treponema pallidum* と *Treponema* 型とを比較すれば、*Treponema* 型は *Treponema pallidum* に比して、太く、短く、回転数は少く、各個の回転は回転長が長いのに反して、回転高は低

くなり、したがつて、その回転はゆるやかであつた。

(3) *Leptospira icteroheamorrhagiae* と *Leptospira* 型とを比較すれば、*Leptospira* 型は太く長く、大型の回転で、回転数が少く、ゆるやかであつた。

(4) *Spirillum minus* と *Spirillum* 型とを比較すれば、*Spirillum* 型は細く、各個の回転は、殆んど同じ大きさであるが、回転数が多く、その結果として体長も長い。すなわち、*Spirillum minus* の回転数を多くしたものと近似の形態を研すものと言えよう。

以上要するに、わたしは口腔 *Spirochaeta* を螢光顕微鏡により形態学的に 4 型に分類可能であることを認めたが、これらのものは、純培養の病原 *Spirochaeta* ならびに *Spirillum minus* とはその形態が明らかに異つてゐることを認めた。なお、各種薬物が口腔 *Spirochaeta* の形態と運動性に影響を及ぼすことを見出した。かつ口腔 *Spirochaeta* の鞭毛様構造物についても付言した。

擱筆するにあたり、ご指導、ご鞭撻下された恩師米沢和一教授に深謝するとともに、本研究のうち *Treponema*、*Borrelia* に関しては田辺明博士、*Leptospira* に関しては依田胤正博士、*Spirillum* に関しては市川博保博士、顕微鏡写真撮影には三木洋博士の御援助によることを銘記して感謝し、かつ森山徳長、高添一郎、大森直樹 3 博士を始め当教室員一同に御礼申し上げます。なお種々御鞭撻を戴いた故入交直重ドクトルに感謝致します。

文 献

- 1) Plaut: Dtsch. Med. Wschr., 20, 920, 1894.
- 2) Smith & Conant: Zinsser Bacteriology, 11, Ed., 1957.
- 3) Cohn: Beitr. Biol. Pflanzen, 1, 141, 1875.
- 4) Kooh: Beitr. Biol. Pflanzen, 2, 399, 1877.
- 5) Miller: Die Mikroorganismen der Mundhöhle, Leipzig, 2, Aufl. 1892.
- 6) Hoffmann & Prowazek: Zbl. Bakt., I. Orig., 41, 741, 817, 1906.
- 7) Gerber: Zbl. Bakt., I. Orig., 56, 508, 1910.

- 8) Dobell: Arch. Protistenk., 26, 117, 1912.
9) Noguchi: J. Exper. Med., 15, 81, 90, 1912: ibid. 16, 194, 1912: ibid. 27, 667, 1918.
10) Hoffmann: Dtsch. Med. Wschr., 46, 257, 625, 1920.
11) Mühlens: Dtsch. Med. Wschr., 32, 797, 1906.
12) 田辺: 十全医会誌, 60, 550, 1958.
13) 鈴木: 十全医会誌, 60, 1468, 1958.
14) 依田: 京都府立医大誌, 65, (3) 1959. 掲載予定
15) 市川(博): 京都府立医大誌, 66, (3) 1959. 掲載予定
16) Schramme: Zbl. Bakt., I. Orig., 65, 311, 1912.
17) Ozaki: Zbl. Bakt., I. Orig., 76, 469, 1915.
18) Fortner: Zbl. Bakt., I. Orig., 108, 155, 1928.
19) 岡部: 千葉医会誌, 12, 394, 698, 1934.
20) 小谷: 千葉医会誌, 17, 2641, 1939.
21) Hampp: J. Amer. Dent. Ass., 30, 1066, 1943: Amer. J. Publ. Health, 35, 441, 1945: J. Amer. Dent. Ass., 34, 317, 1947, ibid. 40, 1, 1950.
22) Berger: Die Treponemen der Mundhöhle und ihre Bedeutung für die Pathogenese der Oralen Fusospirochätosen (Beitr. Hyg. u. Epid. Heft 12, 1958)
23) 諸橋: 口腔病会誌, 2, 1, 1928.
24) 森岡: 十全医会誌, 58, 397, 404, 671, 680, 1956.
25) 緒方・渡辺: 口腔細菌学の進歩, II, 133, 1959.
26) 矢崎: 成医会誌, 64, 14, 1949: 医学のあゆみ, 16, 279, 1953.
27) 工藤・趙: 螢光顕微鏡学, 第1版, 1950.
28) 片山: 慈恵医大誌, 67, 60, 65, 69, 1952: 同誌 68, 157, 161, 165, 168, 1953: 同誌 69, 138, 1954: 歯科学報, 53, 617, 1953.
29) Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 7, Ed. 1957.
30) Smith: Oral spirochetes and related organisms in fusospirochetal disease, 1, Ed. 1932.
31) Perrin: Rev. mex. biol., 2, 171, 1922.
32) 山元: 大日歯医会誌, 23, 199, 1932.
33) 森: 歯科医学, 14, 65, 340, 1950: 臨床歯科, (180) (190) 1950.
34) 米沢: 口腔細菌学, 7版, 1957.
35) 米沢訳: 新編臨床歯科細菌学, 1955.
36) 高桜: 十全医会誌, 45, 632, 1874, 1940: 同誌, 46, 49, 1088, 1109, 0112, 1941.
37) 堀口: 日歯医師会誌, 3, 215, 1950.
38) Atkinson: Brit. Dent. J. 79, 317, 1945.
39) Fitzgerald & Hampp: J. Dent. Res., 31, 20, 1952.
40) 川田他: 日細菌誌, 12, 349, 1957.
41) 伊藤: 日細菌誌, 13, 176 1958.
42) 田辺他: 大日歯医会誌, 1, 10, 1959.
43) 谷: 医学微生物学, 6版, 1957.
44) Macdonald & Madlener: Can. J. Microbiol., 3, 679, 1957.
45) Macdonald et al.: J. Bact., 77, 559, 1959.

神 里 論 文 付 図 (螢 顯 像)



Fig. 1. *Borrelia* 型の正常像 (×2,000)



Fig. 2. *Treponema* 型の正常像 (×2,000)

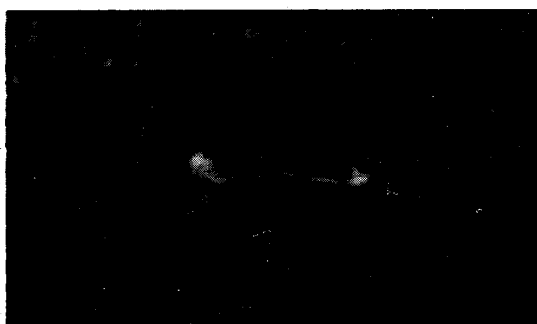


Fig. 3. *Leptospira* 型の正常像 (×2,000)



Fig. 4. *Spirillum* 型の正常像 (×2,000)

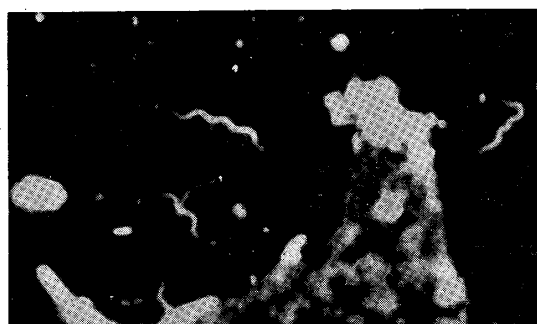


Fig. 5. *Borrelia* 型の鞭毛様構造物 (×1,200)



Fig. 6. *Borrelia* 型の終末線維 (×1,200)



Fig. 7. *Borrelia* 型の終末線維 (×1,200)



Fig. 8. *Leptospira* 型の終末線維 (×1,200)