

# 電子顕微鏡によるスピロヘータの形態学的研究

## 第1報 *Borrelia duttonii* の微細構造について

金沢大学医学部微生物学教室(主任: 谷教授)

専攻生 渡 慶 次 賀 学

*Gagaku Tokeshi*

(昭和30年10月11日受附)

(本論文要旨は第27回日本細菌学会において報告した。)

### 第1章 緒 言

電子顕微鏡による *Borrelia* の微細構造については Babudieri & Bocciarelli (1943)<sup>20)</sup> や Lofgren & Soule (1945)<sup>1)</sup> の最初の報告以来、先進諸家により細胞膜<sup>1) 2)</sup>, 透明帯或いは sheathlike structure<sup>7) 9)</sup>, 主索<sup>7)</sup>, 波動膜様像<sup>1) 9) 20)</sup>, 三カ月形透明帯<sup>7)</sup>, 鞭毛又は鞭毛様像<sup>1) 9) 7) 20)</sup>, 端糸<sup>1) 9) 20)</sup>, 菌体外顆粒或いは遊離顆粒<sup>1) 9) 20) 22)</sup>, 線維束<sup>14)</sup> 等の新知見の発表や再確認の報告を読むことが出来る。

しかしこれらの知見はスピロヘータの發育时期的の相違, 試料調製法, 電顕的諸種条件によつて一致した成績が得がたく, 更に検討さるべき問題を残していると考えられるので著者は發育时期的になるべく自然状態に近く, 或いは物理化学的処理を施した菌体を鏡検及び撮影し, 得られた電顕像及び鏡検所見によつて菌体の構成要素, 構成状態について検討したのでここに報告する。

### 第2章 実験材料及び実験方法

供試回帰熱 *Borrelia* は当教室においてマウス継代接種により保存せる *Borrelia duttonii* である。

本 *Borrelia* の1視野約10条を含有するマウス血液の生理食塩水稀釈液をマウス腹腔内に0.5ml接種し, 24時間後暗視野鏡検的に感染の確認されたマウスを接種後24時間, 30時間, 48時間, 72時間, 再発期に1%クエン酸ナトリウム加生理食塩水にて凝固を防止しつつ腋窩動脈を切断採血し, 分割遠沈により血球を分離, その上清について次の如く試料を作製した。

1. 血球分離後の上清に生理食塩水を加え適当濃度に稀釈して直ちに使用。
2. 生理食塩水により1~2回遠沈洗滌を繰返したもの。
3. 10%中性ホルマリン固定後, 蒸溜水により4~

5回遠沈洗滌を繰返えしたもの。

4. スピロヘータ体を解体或いはその構成要素の物理化学的処理に対する態度を検討する目的でサポニン, アンチホルミン, 酸, アルカリ, 発作極期マウス血清, エタノール, エーテル等を作用させ(使用濃度及び作用時間については実験成績の項に記載した), 或いは凍結融解法, 蒸溜水による反復遠沈洗滌, 加熱, トリプシン処理を施したもの。

これらの試料は十分に乾燥せるコロジオン膜上に載せ, 適当に乾燥し, 蒸溜水にて膜面を静かに洗滌した後, 低圧にて充分乾燥し, 大部分は Cr Shadowing を施して日立製 H-S2 型電子顕微鏡で加速電圧 50KV. 直接倍率 2000~4000倍 を使用し鏡検撮影した。

### 第3章 実験成績及び考察

#### 第1節 一般形態

各種の物理化学的処理を施さなかつた本 *Borrelia* の電顕像は一般的に平面的波状形を示し、両端は尖鋭であるが暗視野で認めるが如き特有な立体的螺旋状波状形を示さず、染色標本における光顕像に類似している。回転の深さがわずかに延びているのは Lofgren & Soule (1945)<sup>1)</sup>, Hampp et al (1948)<sup>2)</sup>, Wile et al (1942)<sup>3)</sup> の *Borrelia* や *Treponema* の知見に一致する。その深さについて計測した値は約  $0.3 \sim 0.6 \mu$  で、高櫻 (昭16)<sup>28)</sup> の光顕による計測値  $0.4 \sim 1.85 \mu$  に比し浅くなっている。これは試料調製及び乾燥の影響が主因であろう。これらの試料においては先進諸家の報告に認める細胞膜、透明帯、主索、波動膜様像、三カ月形透明帯、房状に発生する鞭毛等の微細構造は観察することが出来なかつた。固定した試料においては回転は一般によく保たれているが、視野の汚染が甚だしく鮮明な像を得ることが困難である。又一般形態的には固定しない試料の電顕像に対比して著明な相違は認められない。

電顕的研究における *Borrelia* の發育時期的の形態学的変化については記載が認められないようである。著者の実験条件では發育時期的にその大きさは一定の規則性をもつて推移するが如くで、特に体長の変化が著明で極期に短形細胞が大部分を占めているのは光顕による高櫻 (昭16)<sup>28)</sup> の知見と一致して興味深い。

發育時期的に最も著明な変化が認められたのは原形質の electron density の変化であつた。接種後24時間においては長形細胞を主体とするが、細胞の種類は極めて多形的であり原形質は多くの細胞において electron non dense で一様に淡映された。30時間には原形質は electron dense となり一様に濃映される uniform な長形及び短形細胞が認められ、分裂様像と推定される中央部の狭くなつた長形細胞の像が屢々認められた。Fig. 1 は分裂様像と推定される *Bor-*

*relia* の電顕像で中央の狭部に隔壁の形成を思わせる所見がある。この時期の長形細胞では軽度の遠沈操作により菌体の中央部が切断されるが如き像が屢々認められ、短形の *Borrelia* には一端は尖鋭であるが、他端が鈍円に終る形態が多いようである。48時間においては30時間の *Borrelia* に比し稍々明るい像が得られた。72時間及び再発期の *Borrelia* は内部構造において、時に多くの原形質内顆粒を有する像が屢々得られる。原形質は再び部分的に electron non dense となるように推定された。Fig. 2 は接種後72時間に認められた内部構造の像で、Fig. 3 は再発期の原形質内顆粒を認めた一部の電顕像である。これらの像は生理食塩水による2回の遠沈洗滌によつて得られたものであるが、*Borrelia* における内部顆粒は發育初期の細胞を70%エタノール24時間浮游、蒸留水処理によつても認めることが出来る。恐らくかかる内部顆粒の像には、一部人工産物が存在するであろう。しかし發育時期の経過と密接に関連して推移する原形質像の著明な変化は *Borrelia* における生活史上の特有の変化と判断される。

#### 第2節 細胞膜 (被膜) 様構造及び透明帯

被膜様構造の存在は光顕の時代に既に推定されており、電顕的にも Lofgren & Soule (1945)<sup>1)</sup> は *Spirochaeta novyi* において smooth cell wall を有すると報告し、東 (1950)<sup>19)</sup> はスピロヘータの表面は明らかに滑らかでなく不規則な凹凸をなしていると記載し、朝倉 (1951)<sup>20)</sup> は *Borrelia duttonii* について ghost はスピロヘータの退行変性の結果、原形質が流出し細胞膜が嚢状に残存せるものであらうと述べている。Babudieri & Bociarelli (1948)<sup>20)</sup> は *Spirochaeta novyi* 及び *Sp. obermeieri* の研究において眞の細胞膜は存在しないと述べ、Bradfield & Cater (1952)<sup>14)</sup> は本 *Borrelia* に細胞膜の存在を認めている。

著者も2%サボン30分室温作用、5%塩酸

3分作用, 5% NaOH 3分作用, 又急速に 100°C 加熱処置の試料においてかかる被膜様像を一定の頻度で認めた. Fig. 4 の被膜様像は 100°C 加熱の試料から得られたもので原形質が逸脱し ghost の形となつたものと思われる. この像では一種の網状構造を推定せしめる. Fig. 5 は 2% サボン作用の試料から得られた像で被膜様構造を思ひしめ一様無構造である. 特に重要と考えられる所見はかかる被膜様構造を認めないスピロヘータの周囲に被膜に由来すると思われる特有の線維像が認められることである. これはかかる被膜様構造が溶解過程における一定の状態構造として線維形態を示すことがあることを暗示しているのではないかとと思われる.

被膜の微細構造については朝倉 (1953)<sup>20</sup> は繊細な fibre の癒着により形成されており, その線維が解離分散したものが周在性鞭毛であろうと報告している. これは Lofgren & Soule (1945)<sup>11</sup> が鞭毛様線維を人工産物と考え, その成因としてスピロヘータ細胞体表層の鬆粗な薄層組織が精製時の遠沈により機械的に剝離してかかる像を呈するものであろうと述べていることに類似する. 著者の実験においても被膜様構造は凍結融解を繰返した試料にては Fig. 6 に示した如く微小な小体とこれを膠着する cementing substance により形成された一層の膜の如く見え所謂 macromoleculan structure に類似し, 或いは蒸溜水処理によつては Fig. 7 に認めるが如き繊細な線維の接着により構成されている単層の膜様像が得られた. おそらく被膜は小粒子状体の連鎖結合により構成された細線維が緻密に接着して形成されたものではないかと考えられる.

正常の状態では被膜の微細構造のコントラストが得られないのは一定の膠質状態において結合が極めて緻密のためか, 被膜表面が薄い被覆物質により被われているためであろう.

従つて表面の不規則性の凹凸は試料調製時の物理化学的条件, 即ち温度, イオン強度, pH, 塩類濃度, 脱水等の影響が推測され, 粒子様,

網状或いは線維様構造は細胞の發育时期的相違, 更に溶解, 崩壊過程における一定の状態構造のちがいによると判断される.

次に *Borrelia duttonii* の被膜が *Treponema* や *Leptospira* の被膜と相違すると考えられる点は蒸溜水に対する抵抗が弱く, 反対にエーテルに対する抵抗が強いようである. 原形質成分が殆んど抽出されても被膜はその形態を保っている場合が多い. これは粒子状体の膠着物質の相違によるものではないかと思われる. *Leptospira* においては細胞膜はエーテルに直ちに溶解され, 蒸溜水に対しては抵抗を有するが如く, *Treponema* は両者の中間に位するようである.

透明帯については富樫等 (1950)<sup>7</sup> は *Borrelia duttonii* の透明帯に関する知見として細胞膜と主索との間に広狭の差はあるが, この部分に電子線の極めて透過し易い物質が入つており, その間隙の広い場合は主索との間を自由に移動すると思われると報告し, 朝倉 (1951)<sup>9</sup> は Morton & Anderson (1942)<sup>17</sup> の *Leptospira* における sheathlike structure の解釈を引用し, 更に *Borrelia* の生活史上の過程との關聯を推測し細胞膜に似た構造であろうと判断している. これと關係して興味深い報告は Lofgren & Soule (1945)<sup>20</sup> の *Spirocheta novyi* の研究における報告で原形質は淡く染色される peripheral layer と濃く染色される endoplasm の層があるが, 一般にはスピロヘータに平等に染色される外観を与えると述べている. しかしこの知見は凍結融解を施した試料における成績で *Borrelia* の正常の形態として直ちに肯定出来ない.

上述の被膜様構造は明らかに透明帯様外観を示しており, 又その程度により Morton & Anderson (1943)<sup>15</sup> の *Leptospira* の電顕的研究における sheathlike structure 又は Wile et al. (1942)<sup>16</sup> の *Treponema pallidum* における continuous envelope 或いは細胞膜の像と類似するものがあると考えられる. 彼等はこのような像の解釈を被膜と推定している. しかしかかる構造は著者使用の電顕的条件では各發育時期の無処置の試

料においては認められず、正常の形態とは解し難い。Morton & Anderson (1952)<sup>14)</sup>はその形成の過程を蒸溜水で洗滌乾燥している間に原形質がこの限界構造から消失し、電顕像でかかる状態を呈するであろうとし細胞膜に似た構造であろうと推定している。著者は種々の物理化学的処理を施した実験結果からかかる透明帯様構造が被膜に由来する一種の状態構造であろうが、その形成の機転は単純ではなく、おそらく種々の物理化学的処理により原形質の急激な凝固及び収縮、逸脱、被膜の拡張或いは溶解等が主因をなす人工産物であろうと推定している。

### 第3節 線維形態

被膜様構造に細線維が認められることについては上述したが、更にスピロヘータにおいても「所謂鞭毛様物質」の存在が推定される。従つて従来報告されている鞭毛様像の検討に際しては混乱を避けるために、各種の線維形態について分析的考察が必要であると思われる。

本 *Borrelia* においては次に記載する如く3種類の異なつた性格を有する線維形態が認められる。

#### (1) 被膜に由来する細線維

被膜様構造の蒸溜水処理によつて認められる細線維は Fig. 7 に示した如く、被膜様構造を起源として多くは竝立的に発生し、分岐像を認めず、コントラストは鞭毛様像に比較して弱く、太さは凡そ 50~70A° で鞭毛様像 (太さ約 100~120A°) に比し小さいようである。又トリブシン 0.3mg/cc, 37°C, 20分作用の軽度の消化によつて認められなくなつた。

(2) 所謂鞭毛様物質の線維形態に類似したもの、

本 *Borrelia* をアルカリ処理後蒸溜水により遠沈洗滌せる試料に認められたもので、Fig. 11 に示す如くコントラストが比較的弱く、分岐しているものがあり、又太さや形状が一定せず、起始部も明らかでない。

#### (3) 鞭毛様像

種々の物理化学的処理によつて甚だしくその

発生が促進される Fig. 9 の如き細線維で、コントラストの状態、Uniform な形態、分岐像を認めないこと、房状発生等細菌の鞭毛に類似しているもの。その詳細については後述する。

かくの如く線維形態の定型的なものは電顕像の特徴によつて全然別種のものとして区別することが出来るが、時にこれらの構造は互に類似した形態を示す可能性が否定出来ないので鞭毛の存否を論ずる場合充分注意を要すると考えられる。

### 第4節 線維束

*Borrelia*, *cristispira* 及び *Leptospira* においてスピロヘータ特有の運動に釣合う形態を仮定し、線維束を共通の形態的特徴として最初に報告したのは Bradfield & Cater (1952)<sup>14)</sup>である。彼等は本 *Borrelia* について軽いトリブシン消化によつて cell membrane, Protoplasmic core, bundle of fibrils の3つの主要素を区別することが出来ると報告している。著者も2%サボン作用、或いは発作極期血清で処理することにより菌体を解体し、線維束の存在を確認することが出来た。Fig. 8 は発作極期血清を作用させて得られた像で菌体に巻き附いている線維束を認める。

線維束は約8本の細線維 (太さ約 100A°) により集成されている凡そ 700A° の幅の集合線維束で細線維の間は或る種の膠着物質によつて密着している。かくて時に太い線維として認められる。その起始部はスピロヘータ体末端の外層原形質内に存在するが、所謂 Blepharoplast なる結節は明らかでない。又その性質はアルカリ、加熱、その他のスピロヘータ溶解剤に対し原形質成分に比し抵抗性を示し、又解離して wave を描く外観は極めて弾力性のある線維を想像させる。

線維束の機能については Bradfield & Cater (1952)<sup>14)</sup> は線維束の電顕像における外観から横紋筋線維の如き収縮性のものであることを推定しているが、線維束が実際に収縮性のものであるか、或いは単に支柱組織として役立つかは明

らかでない」と記載している。

著者は線維束を *Cristispira* の *Crista* の rudimental の構造で運動器官であろうと推定しているが、更に各種病原スピロヘータを類推対比して検討していきたい。

線維束の localization については Bradfield & Cater (1952)<sup>14)</sup> は被膜内側に存在すると述べている。しかし処理しないスピロヘータでは線維束の観察が困難であるに拘わらず、遠沈操作により容易に解離し、原形質脱出が認められないこと、無処置の菌体の一部に鮮明な線維束の像を認めることがあること、断裂せる *Borrelia* の末端の線維束の起始部等から推考して、被膜外側にあり、或る種の膠着物質により被膜と接着しているとも推測される。この問題の解明は本 *Borrelia* が電顕試料として余り massthetic であり過ぎるため、極めて困難であり、今後更に超薄切片方法による検討に待たなければならない。

### 第5節 鞭毛様像

鞭毛様構造の記載は Lofgren & Soule (1945)<sup>1)</sup> が *Spirochaeta novyi* において、Hampp et al (1948)<sup>3)</sup> が *Borrelia Vencentii* に、Babudieri & Bocciarelli (1948)<sup>20)</sup> が *Sp. norvyi* 及び *Sp. obenmeieri* について、又本邦においても東 (1956)<sup>6)</sup> が *Borrelia duttonii* について始めて報告し、朝倉 (1951)<sup>9)</sup> は *Borrelia duttonii* に周在性鞭毛として、富樫等 (1950)<sup>7)</sup> は *Borrelia duttonii* の両端に鞭毛様像を報告している。*Treponema pallidum* における鮮明な鞭毛像の知見<sup>17) 18) 19)</sup> や光顕による Leifson (1950)<sup>11)</sup> の *Borrelia novyi* についての鞭毛染色による鞭毛の報告と相待つてか、*Borrelia duttonii* においても Lofgren & Soule (1945)<sup>1)</sup> の人工産物論もあつたとはいえ、1953年頃迄その存在が主張されて来た如く考えられる。Fig. 9 はアルカリ処理後蒸溜水による遠沈洗滌により得られた像であるが、種々の物理化学的処理を施して得られた本 *Borrelia* の鞭毛様像は前述の如く細菌の鞭毛に類似し、又「所謂鞭毛様物質」の電顕像或いは被膜に由来する

特異の線維形態に対比して考察する時、眞性鞭毛の存在を推定せしめる。しかし一般細菌の鞭毛構造が軽い物理的衝撃によつて失われるものであるに拘わらず、頻回の遠沈操作や種々のスピロヘータ溶解剤を作用させることによりその発生は促進され、試料調製を菌体の障害を避けるよう注意すれば認められない。

抑も上述の線維束は鞭毛類似の細線維により集成されており、物理化学的処理によつて鞭毛様線維に解離分散する如くで、注意深く観察すれば鞭毛様像の起始部が線維束であることが明らかである。これらの実験結果から電顕的研究により報告されている鞭毛或いは鞭毛様像は線維束の断裂分散像を誤つて判断したものであらうと考えられる。従つて電顕的にも鞭毛の存在は否定され、従来の谷 (昭22)<sup>21)</sup>、Hindle (1931)<sup>22)</sup>、Tophy & Wilson (1936)<sup>23)</sup>、Breed et al (1948)<sup>24)</sup> 等の記載に一致する。

次に線維束は axial filament 様像として (線維束と axial filament との関係については第2報 *Treponema pallidum* の研究において詳述する)、或いは解離の程度により波動膜様像、巨大鞭毛として認められることがあつた。

### 第6節 端糸

端糸は光顕的には両端又は一端に1—2本の鞭毛様突起として、即ち単一線維として認められたものであるが、Hampp et al (1948)<sup>3)</sup> は複合線維より成ることを示し、Bradfield & Cater (1952)<sup>14)</sup> は否定し、朝倉 (1952)<sup>14)</sup> は単一線維としての端糸を認めている。

著者も生理食塩水による遠沈洗滌により奇麗にされた試料においては Fig. 10, a に示した如き幼弱形細胞と考えられる *Borrelia* に単一線維としての端糸を認めた。他方種々の物理化学的処理によつて鞭毛様線維及び被膜の線維様解離によると推定される複合線維としての端糸様像を確認出来た。Fig. 10 は2%サボニン作用後遠沈洗滌した試料から得られた像で、鞭毛様線維より成る複合線維としての端糸を思わせる。しかしかくの如き複合線維としての端糸様像は

物理化学的処理により発生することから、人工産物であると推定される。

単一線維としての端糸を有する *Borrelia* は発見率は高くはないが、試料調製によつて失われることを考慮し、又幼弱形細胞と考えられる原形質像を有する *Borrelia* において認められることから、端糸は1—2本の単純線維として存在することが肯定される。

端糸形成の機転については Lofgren & Soule (1945)<sup>1)</sup> は *Spironema novyi* において端糸は被膜の延長のように思われると述べ、Babudieri & Bocciarelli (1948)<sup>2)</sup> は subterminal filament は波動膜の崩壊に基因するとの見解を記載し、Mudd et al (1943)<sup>3)</sup> は *Treponema* の研究において被膜は横分裂が完成されるまで隣の細胞と接続し、その分裂完了後端糸として原形質の外に引き伸ばされるであろうと述べ、朝倉 (1951)<sup>4)</sup> もこの見解を支持する像を報告している。しかしこれは *Borrelia* の基本構造の明らかでない時の推定である。著者は *Borrelia* の微細構造、長形細胞の狭部に認められる隔壁を推定せしめる分裂像を思わせる所見、Fig. 10, 9 に認めるが如き単純線維としての端糸様像、Babudieri & Bocciarelli (1948)<sup>2)</sup> が報告している如くスピロヘータの一端が尖鋭であり、他端が鈍円である形態が感染の早期の分裂の旺盛な時期に多く認められること、又本 *Borrelia* の発育時期的の所見から、その横分裂の機転は先ず分裂の部位に細胞壁の障壁が形成され、ここを力の支点として両端のスピロヘータ体部の持続的運動により自動的に引伸ばされ狭部を生じ次第に両端の接着面が失われ、終には線維束のみにより連絡されるが、これも断裂して分裂を完了し、分裂後断裂せる線維束が端糸として認められるものでなからうかと推測している。端糸は横分裂の遺物と考えられ、機能を求めることは不可能

である。

### 第7節 顆粒形

顆粒形については Lofgren & Soule (1945)<sup>1)</sup>、Hampp et al (1948)<sup>5)</sup>、Babudieri & Bocciarelli (1948)<sup>2)</sup>、朝倉 (1951)<sup>4)</sup> 等の報告を認める。

しかし顆粒形の生活史上の意義については見解の一致が認められないことは今日迄屢々多くの文献<sup>3)</sup><sup>6)</sup><sup>10)</sup><sup>20)</sup> に引用されており再び記載することを避ける。同様にして顆粒形成の機転も明らかでないようである。

著者も発育時期の末期に自然発生的に又発育時期の初期の *Borrelia* において物理化学的処理によつて顆粒形を認めた。Fig. 12 は接種後72時間の試料において認められた附着顆粒像で Fig. 13 及び Fig. 14 は接種後48時間の *Borrelia* の凍結融解を繰返えした試料から得られた像で、Fig. 13 は巻きついたスピロヘータによる結節形成を、Fig. 14 は原形質脱出による形成の機転を推定せしめて興味が深い。本 *Borrelia* に認められる多様の顆粒形態は各々異なつた形成の機転と生物学的意義を表現し、人工産物、退行変性産物、normal component の附着、一種の再生産物の混存が推定される。文献を顧みるに電顕的研究は單に顆粒像の形態的表現にとどまり、一定の実験成績の上に立つてその意義の判断が行われていないようである。しかし顆粒形の *Borrelia* の生活史上における意義は微生物学的にも、又病理学的にも、化学療法の間からも極めて重要な問題と考えられる。

現在培養方法に満足すべきものがなく、電顕的にも多くの技術的制約を受け側面的検討が許されるのみであろうが、ここに僅かの実験結果よりその意義を判断することを避け、引続き検討した各種病原スピロヘータの知見を類推対比し、その形成の機転と生物学上の意義を求めたい。

## 第4章 要 約

感染マウス血液から発育時期的に分劃遠沈法生理食塩水による集菌洗滌で精製した *Borrelia*

*duttonii* について、その儘或いは種々の物理化学的処理を施して電子鏡検及び撮影し、次の所

見を認めた。

1. *Borrelia duttonii* は自然の状態に近いように注意して調製した試料においては、一般に平面的波状形を示し、染色標本の光顕像に類似している。又被膜、鞭毛様像、波動膜様像、複合線維としての端糸等の微細構造は認めなかつた。

2. 発育時期的に最も著しい変化の認められたのは大きさ、特に体長及び原形質の electron density の変化であつた。

3. 被膜は一様無構造、網状、粒子状体或いは繊細な fibre の接着により構成されているような4相の像が得られた。

4. 被膜の外側に菌体に巻きついて縦に走る約8本の細線維(凡そ100Å)より集成されている線維束(凡そ700Å)が確認される。これは運動器官と考えられる。

5. 本 *Borrelia* には被膜の線維様解離によると推定される特殊の線維形態、又「所謂鞭毛様物質の線維形態に類似した綫維像及び線維束の解離による鞭毛様像の3種類の特有の線維形態が認められるが、これは各々電顕像の特性を異にするものである。従来電顕的研究により報告

されている鞭毛又は鞭毛様像、波動膜, giant Whips. 複合線維としての端糸は線維束の断裂分散像を誤つて判断したものであろう。

6. 本来の端糸は横分裂の際における線維束に由来する遺物と考えられ、1—2本の単一線維として存在するが如くである。

7. 透明帯の発生、横分裂及び端糸形成の機転について考察した。

8. 自然発生的或いは物理化学的処理による原形質内顆粒、内部構造、附着顆粒及び遊離顆粒の発生を認めた。

9. *Borrelia* の基本形態は次の如く推定される。(1)内部に原形質、(2)その外側を包んでいる被膜、(3)被膜の外に密着し、菌体に運動性を与える機関として凡そ8本の細線維より成る線維束がある。

10. 核様構造については、第4報鼠咬症病原体との対比研究において詳述する。

稿を終えるに臨み御懇篤なる御指導と御校閲を賜わりし恩師谷教授に謹みて謝意を捧げ、電顕撮影に助力の勞をとられた野田・西村の両氏に厚く感謝致します。

## 文

- 1) Lofgren, R., and Soule, M. H. : J. Bact., 50 : 679—690, (1950). 2) Lofgren, R., and Soule, M. H. : J. Bact., 50 : 313—321, (1950). 3) Hampp, E. G., Scott, D. B., and Wgkoff, R. W. G. : J. Bact., 56 : 755—769, (1948). 4) 東 : 最新医学, 2 : 301—308, (1947). 5) 東 : 医学の進歩, 第4集 : 333—362, (昭22). 6) 東 : 予防医学, 1 : 13—28, (1950). 7) 富樫・鴨川・後藤 : 電子顕微鏡, 1 : 38—42, (1950). 8) 福見・鈴木・小島・井田 : 日新医学, 36 : 409—410, (1949). 9) 朝倉 : 最新医学, 6 : 71—77, (1951). 10) 朝倉 : 総合医学, 1 : 85—9, (1953). 11) Leifson Einar : J. Bact., 60 : 678—679, (1950).

## 献

- 12) 寺田・富井 : 電子顕微鏡学会シンポジウム説演集, (第1回) : 11—12, (1950). 13) Prowazek : Handbuch der Pathogenen Protozoen 2 : 716—728, (1920). 14) J. R. G. Bradfield and D. B. Cater : Nature 169 : 944—946, (1952). 15) H. E. Morton and T. E. Anderson : J. Bact., 45 : 143—146, (1943). 16) Wile, U. J., Picard, R. G., and Kearney, E. G. : J. am. med. assoc., 119 : 880—881, (1942). 17) Morton, H. E., and Anderson, T. F. : Am. J. Sgphiiis. Gonorrhoea, Venereal Diseases., 26 : 565—573, (1942). 18) Morton, H. E. and Anderson, T. F. : J. Bact., 15—23, (1943). 19) Wile, U. J., and Kearney,

**E. B.** : J. am. med. assoc, **122** : 167, (1943).  
**20) Babudieri, B., and Bocciarelli, D.** :  
 J. Hyg., **46** : 438—439, (1948). **21) 谷 :**  
 医学微生物学, 第2版, 第19章, 頁189, 南山堂,  
 東京, (昭25). **22) Hindle, E :** A  
 System of Bacteriology, **IX** : 296—319. (1931).  
**23) Topley and Wilson :** The Principles of  
 Bacteriology and Immunity. **2th Ed** : 715, (19  
 36). **24) Breed, R. S., et al :** Bergey's  
 manual of determinative Bacteriology **6th Ed** :  
 1051—1078, (1948). **25) Jordan, E. O.,**  
**and Fork, I. S. :** The newerknowledge and

Immunology p. 452, (1928). **26) 朝倉・**  
**小野 :** 日本細菌学雑誌, **9** : 176, (1954).  
**27) M. R. J. Salton., and Robley C.**  
**Williams :** Biochim. Biophys. acta, **14** : 455  
 —458, (1954). **28) 高椋 :** 十全会雑誌,  
**64** : 1088—1108, (昭16). **29) Babudieri,**  
**B., and Bocciarelli, D. :** Rend. Ist. Sup.  
 Sanita **6** : 305—314, (1943). Cited from J. Hyg.  
**46** : 438—439, (1948). **30) Mudd, S.,**  
**Polevitzky and Anderson, T. F. :** J. Bact.,  
**46** : 15—24, (1943).

### 附 図 説 明

Fig. 1 接種後30時間の *Borrelia duttonii* 中央の  
 狭部は隔壁の形成を思わせる所見がある。分裂  
 様像。Cr shadowing 像, 12000X.  
 Fig. 2 接種後72時間の *Borrelia* で内部構造を認  
 める。Unshadowing 像, 10000X.  
 Fig. 3 再発期の *Borrelia* 多くの原形質内顆粒  
 を認む。Unshadowing 像, 1000X.  
 Fig. 4 加熱により認められた被膜構造 Unshadowing  
 像, 13000X.  
 Fig. 5 サボニン作用による被膜構造。Cr Sha-  
 dowing 像, 5000X.  
 Fig. 6 小粒子状態の接着によるが如き単層の被  
 膜様像。Cr-Shadowing 像, 32000X.  
 Fig. 7 細線維の接着によつて構成されたが如き  
 被膜様像。Cr Shadowing 像, 18000X.  
 Fig. 8 線維束の像。CrShadowing 像, 20000X.

Fig. 9 解離した線維束は眞性鞭毛に類似してい  
 る。Cr Shadowing 像, 10000X.  
 Fig. 10 解離分散せる線維束は複合線維として  
 の端糸を思わしめる。Cr Shadowing 像, 20000  
 X.  
 Fig. 10, a 単純線維としての端糸様像。  
 Cr Shadowing 像, 10000X.  
 Fig. 11 所謂鞭毛様像, Cr Shadowing 像,  
 16000X.  
 Fig. 12 接種後72時間の *Borrelia* に認められた附着  
 顆粒像。Unshadowing 像, 10000X.  
 Fig. 13 *Borrelia* が巻込んだような或いはその  
 断片を埋没しているが如き特殊の結節顆粒。  
 Cr Shadowing 像, 15000X.  
 Fig. 14 凍結離解により認められた濃密顆粒像。  
 Cr Shadowing 像, 10000X.











