

細菌の不反応性電極電位に関する研究

第1報 好気菌の解糖時における「電位—時間—曲線」による分類

金沢大学医学部微生物学教室(主任 谷教授)

川 崎 浩

Hiroshi Kawasaki

(昭和29年12月6日受附)

第1章 緒 言

好氣的な液体に白金, 金, イリヂム等の不反応性電極を浸した際, その電極は一定の電位を示す. この電極電位を“apparent oxidation-reduction potential” 或いは“inert electrode potential” 又は「不反応性電極電位」と称する.

細菌の不反応性電極電位に関する研究は次の5種類に分類することが出来る. 1) 細菌の発育に好適な不反応性電極電位を決定するもので, Knight^{1, 2, 3)}, Fildes^{4, 5)}, Vennessland⁶⁾, 荒木⁷⁾等の研究がある. 2) 細菌の発育時における培養液の生化学的見地よりする不反応性電極電位の測定で, Hewitt⁸⁻¹⁷⁾, Lepper & Martin¹⁸⁻²¹⁾, Frazier & Whittier^{22, 23)}, Allyn & Baldwin^{24, 25)}, Clifton²⁶⁾, Longsworth²⁷⁾, Ward²⁸⁾, Gillepsie & Rettger²⁹⁾, Krasinkii & Prakhina³⁰⁾, Isotlo³¹⁾, 占部・辻岡³²⁾, 辻岡^{33, 34)}, 善養寺等³⁵⁾, 田村^{36, 37, 38)}, 福見³⁹⁾等の研究がある. 3) 分類学的立場より不反応性電極電位を見たものに, Barrows & Jordan^{40, 41)}, Tuttle & Huddleson^{42, 43)}, Gjelepsie^{29, 44-47)}, Seal & Mitra⁴⁸⁾, 内田⁴⁹⁾等が研究している. 4) 化学療法剤の作

用を不反応性電極電位より研究したのものには, Fox・German & Janeway⁵⁰⁾, Warren・Street & Stokinger⁵¹⁾, 柿原^{52, 53)}, 山田・友田⁵⁴⁾等がある. これらの研究はすべて発育増殖する菌の不反応性電極電位に関する研究であるがこれと異なつた酵素学的見地よりの研究が第5番目にある. 著者の研究はこの第5項に入る研究である.

静止菌による酵素学的な不反応性電極電位に関する研究は僅かに福見^{55, 56)}が Glucose を基質として解糖時の不反応性電極電位を測定し, その「電位—時間—曲線」を3型に分類した, 又メチレン青及び di-nitrophenol 等解糖促進物質を添加した実験を行つている.

著者は福見の実験をさらに発展させ56種77株で測定を行い, それを分類し, 且つこれと糖分解及び Cytochrome 系との関係, 培養条件による変化, 及び分類学的見地から見た場合等よりこの「電位—時間—曲線」を観察し, いささか知見を得たのでここに報告する.

第2章 実験材料及び実験方法

第1節 実験材料

1) 菌液 実験に供した菌は56種77株で, これは教

室保存株及び著者が分離分類した株である. 実験に当たりこれらの生物学的性状を再確認したものである.

2) 菌株 一定時間一定培地にて培養後3回遠沈法(5,000 R.P.M. 30分)により洗滌後 500mgN/dl に蒸留水に浮遊させたものを使用した。

第2節 電位差測定装置

- 1) 電位差計 島津製のものを使用した。
- 2) 検流計 横川製の D2-L 型, 感度 5×10^{-8} A, 6.5×10^{-5} V のものを使用した。
- 3) 不反応性電極 白金黒をつけたる白金電極とし, 水銀タッチとした。
- 4) 単極補助電池 自家にて作製せる飽和甘汞電池にて作製後約1ヵ月後電位の一定したる後使用した。
- 5) 真空管電圧計 不反応性電極電位の測定にあたりしばしば問題となるのは, 分極現象でこれを防ぐ意味においても真空管電圧計は必要かくべからざるものである。その点より著者は自家にて UY 56 を使用して零点指示用真空管電圧計を作製し, これを実験に供した。その配線図は第2図 a に示す。

6) 電極切変えスイッチ多くの電極を一時に実験する場合必要であり, 又陽電圧より陰電圧への測定のさい, これの切変えのさいにも大切に電位が陽圧より陰圧へたやすく変換出来る点非常に便利である。その配線図は第2図 a に示す。

7) 測定装置 第1図 a, b 及び第2図 a, b の如く構成, 結線をした。又分極現象を防ぐ意味にて入力側に $5 \sim 10$ M Ω の抵抗を平行に接続した。

8) 単極補助電池, 40% KCl 池, 40% KCl 寒天橋, 測定用中試験管等はすべて 37°C の恒温槽に入れる。

9) 恒温槽, 切変えスイッチ, 真空管電圧計等はいつでも嚴重に接地(アース)を行なう必要がある。

第3節 電位差測定法

蒸留水 5ml を測定用清浄中試験管にとり, これに M/5 磷酸緩衝液 2ml 及び 1M Glucose 1ml を加える。これに清浄なる白金線電極及び飽和 (40%) KCl 寒天橋の一脚とを入れ, しかる後, 単極補助電池及び

測定用試験管等を 37°C の恒温槽に浸す。これと同時に 500mgN/dl に浮遊せしめた菌液も 37°C に保たせる。約15分後温度が一定せるを待ちこの間電位の測定を行なう。Glucose はしばしば自己で著明な電位下降を来たすことがある故かかかることがないことを確認する。しかる後恒温になつた菌液 (500mgN/dl) を 2ml 加える。ただちに電位差測定を開始す。始め10分間は 2.5分おきに, 30分迄 5分間おき, 以後180分迄10分間おきに測定する。

第4節 糖分解試験

1) Barsiokow 培地 (B培地) 1% Glucose を含むものを作り, これに寒天24時間培養の菌1白金耳植え48時間後その酸形成及びガス形成を見た。これは普通寒天にはえる菌についてのみ行つた。

2) Hiss 培地 (H培地) 1% Glucose を含む培地を作り, 血液寒天培養24時間の菌を1白金耳接種し, 48時間後その酸形成及びガス形成を見た。これは血液寒天にのみ生える菌について行つた。

3) 1% Glucose B.T.B. 水 (Gl-B.T.B. 培地) 蒸留水 100ml に, Glucose 1gr を溶解し, N/10 炭酸ソーダで pH 7.2 とし, 0.2% B.T.B. 液 1.2ml を加え小試験管に 4ml ずつ分注, ドルハム管を入れこれを 100° 15分3回滅菌を行ない, 37°C 24時間, 25°C 24時間の無菌試験を行ない, これを保存する。実験にさいし洗滌菌液 (500mgN/dl) 1ml を加え 37°C に6時間後酸形成及びガス形成を見た。

第5節 Cytochrome の吸収 Band

洗滌菌液 (500mgN/dl) を 1cm の厚さの Cell に入れ Hydrosulfite を小量入れ還元 Cytochrome となし, この吸収 Band を Hand-spectroscope にて測定した

第6節 pH 測定法

pH の測定はアンチモン鍍金電極を使用し, 電極を不反応性電極電位測定と同じに入れこれにて pH の測定を行なつた。

第3章 実験成績

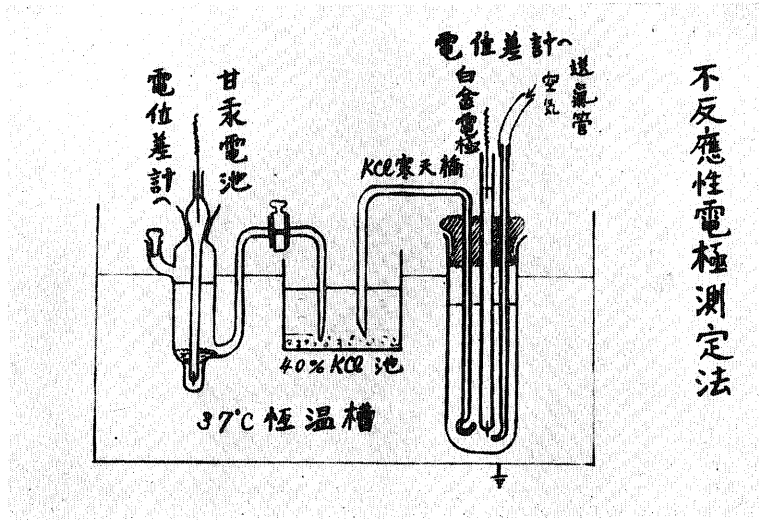
第1節 「電位一時間一曲線」の型

福見は17種17株の菌の解糖時における「電位一時間一曲線」を3型に分類している。著者は9科20属56種77株の菌を使用し, その寒天平板及び血液寒天平板24時間培養の菌を使用して,

解糖時の「電位一時間一曲線」を求め, これが A, B, C, D, E の5型に分類されることが出来ることを知つた。

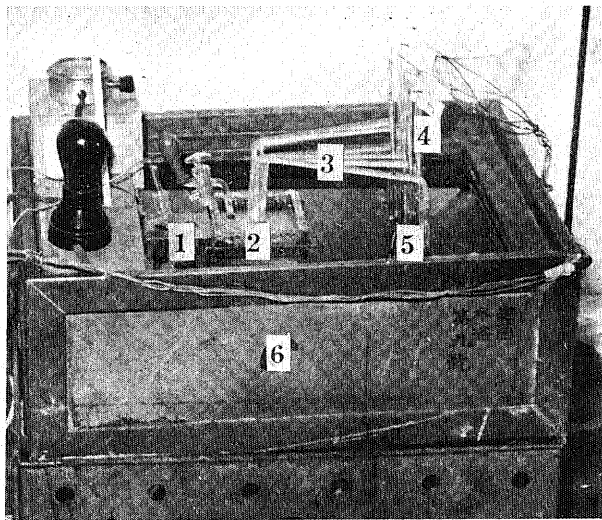
A型 初発電位 $+0.3 \sim +0.4$ V を示し, 一定時間後 (30分以内) に急劇に下降を来し, 終

第1図 a 不反応性電極測定装置



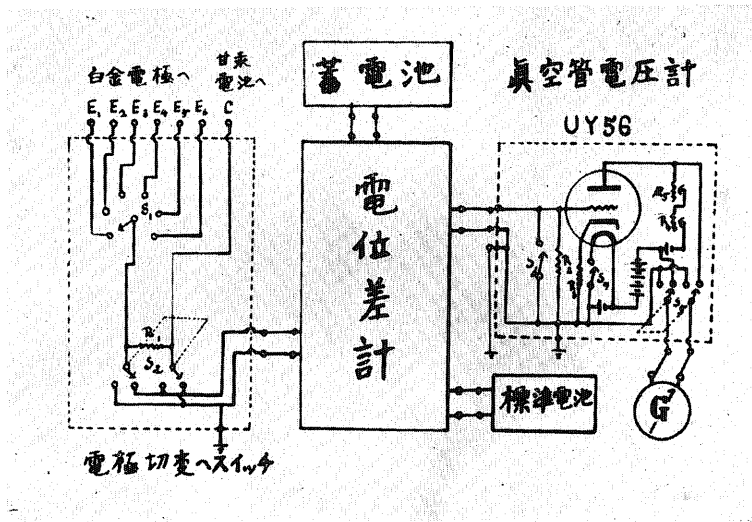
第1図 b 不反応性電極測定装置

(第1図 a の写真)



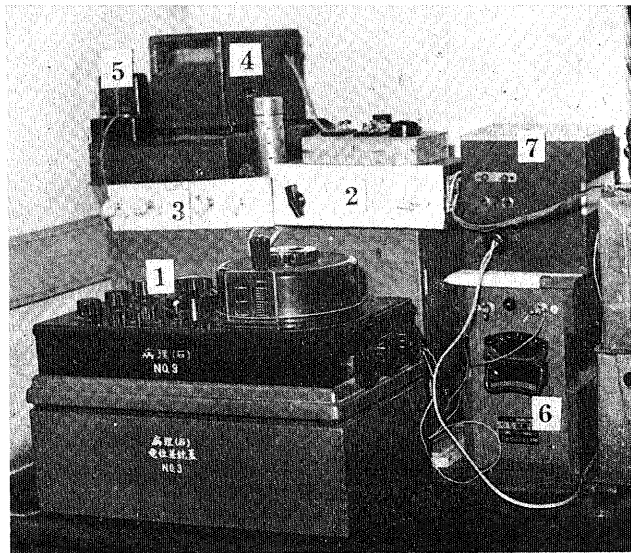
1. 甘汞電池
2. 40% KCl 池
3. KCl 寒天橋
4. 白金電極
5. 被験用試験管
6. 37°C 恒温槽

第2図 a 電位差測定装置結線図



第2図 b 電位差測定装置

(第2図 a の写真)

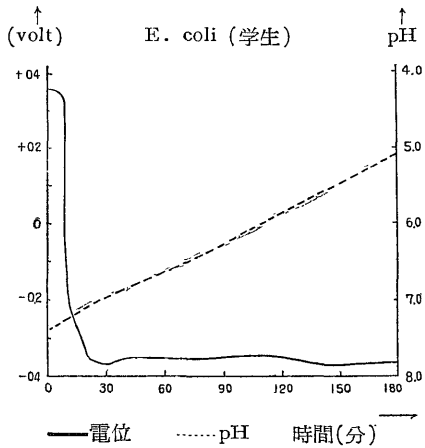


1. 高津製電位差計
2. 電極切変スイッチ
3. 真空管電圧計
4. 横川製検流計
5. 標準電池
6. 蓄電池
7. 小型充電機

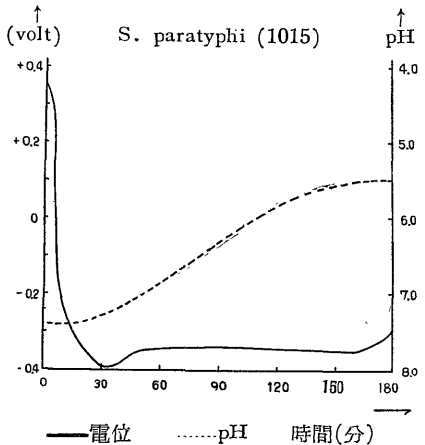
末電位 $-0.35V$ 前後となり、以後稍々上昇を来すものである。pH は次第に酸性に変化する(第3図 a, b 参照)。この型に属する菌は25種30株の菌ですべて Enterobacteriaceae に属する、Escherichia, Aerobacter, Proteus, Salmonella, Shigella の各属の菌である。(第1表参照)。

nadaceae の Vibrio, Pseudomonas, Micrococcaeae の Staphylococcus, Gaffkya, Neiseriacae の Neisseria, Parvobacteriaceae の Pasteurella, Hemophilus, Lactobacteriaceae の Streptococcus, Enterobacteriaceae の Aerobacter, Klebsiella, Serratia, Bacillaceae の Bacillus, Corynebacteriaceae の Corynebacterium 等の Glucose 分解菌21種30株がある(第2表参照)。特に Enterobacteriaceae の内の一部分がこの Group に属していることは注目すべきことである。

第3図 a A型「電位—時間—曲線」

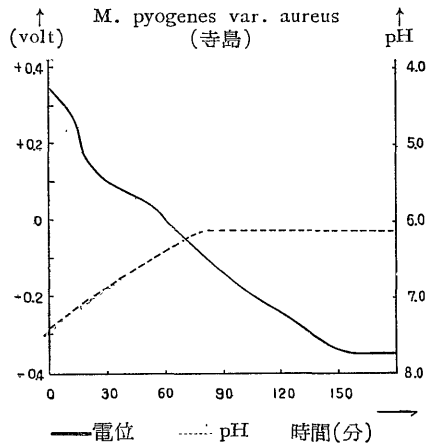


第3図 b A型「電位—時間—曲線」

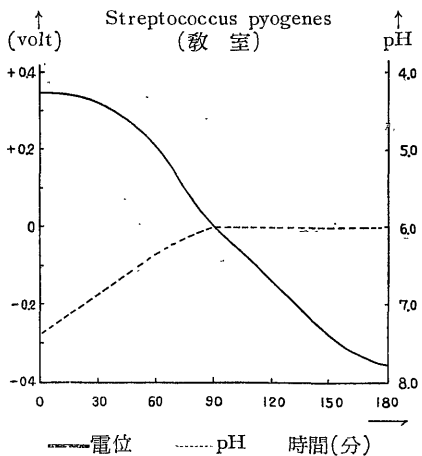


B型 初発電位は $+0.3\sim+0.4V$ を示し、除々に下降して60~180分後に終末電位 $-0.35V$ 前後となるもので、pH は60分ぐらいの間は酸性となるも以後平衡を保っている。(第4図 a, b 参照) これに属するものには Pseudomo-

第4図 a B型「電位—時間—曲線」



第4図 b B型「電位—時間—曲線」



第1表 A型菌25種30株

番 号	種 名	株 名	糖 分 解 試 験		Cytochrome 吸収 band
			B.H. 培地	gl-B.T.B.	
Enterobacteriaceae.					
1.	<i>Escherichia coli</i>	学 生	⊕	⊕	a'', a ₃ , b ₁
2.	<i>E. intermedius</i>	M II	⊕	⊕	a'', a ₃ , b ₁
3.	<i>Aerobacter aerogenes</i>	A II	⊕	⊕	a'', a ₃ , b ₁
4.	<i>Proteus vulgaris</i> OX ₁₉	伝 研	⊕	⊕	a'', a ₃ , b ₁
5.	<i>P. vulgaris</i> OX ₁₉	北 研	⊕	⊕	a'', a ₃ , b ₁
6.	<i>P. vulgaris</i> OXK ₁	OXK ₁	⊕	⊕	a'', a ₃ , b ₁
7.	<i>P. mirabilis</i>	P ₂₅	⊕	⊕	a'', a ₃ , b ₁
8.	<i>P. morgani</i>	XV ₁	⊕	⊕	a'', a ₃ , b ₁
9.	<i>Salmonella choleraesuis</i>	1348	⊕	⊕	a'', a ₃ , b ₁
10.	<i>S. typhimurium</i>	1406	⊕	⊕	a'', a ₃ , b ₁
11.	<i>S. schottmuelleri</i>	8005	⊕	⊕	a'', a ₃ , b ₁
12.	<i>S. enteritidis</i>	1891	⊕	⊕	a'', a ₃ , b ₁
13.	<i>S. paratyphi</i>	1015	⊕	⊕	a'', a ₃ , b ₁
14.	<i>S. pullorum</i>	P-1	+	+	a'', a ₃ , b ₁
15.	<i>S. typhosa</i> TH	TH-901	+	+	a'', a ₃ , b ₁
16.	<i>S. typhosa</i> TO	TO-901	+	+	a'', a ₃ , b ₁
17.	<i>S. typhosa</i>	熱 野	+	+	a'', a ₃ , b ₁
18.	<i>Sigella dysenteriae</i> 1	志 賀 (花房)	+	+	a'', a ₃ , b ₁
19.	<i>Sh. dysenteriae</i> 2	大 野 (府中)	+	+	a'', a ₃ , b ₁
20.	<i>Sh. flexneri</i> 1 a	中 村 (伝研)	+	+	a'', a ₃ , b ₁
21.	<i>Sh. flexneri</i> 1 b	昭 和 (15号)	+	+	a'', a ₃ , b ₁
22.	<i>Sh. flexneri</i> 2 a	KB III (原型)	+	+	a'', a ₃ , b ₁
23.	<i>Sh. flexneri</i> 3	川 瀬 (関口)	+	+	a'', a ₃ , b ₁
24.	<i>Sh. flexneri</i> 4 a	西 貢 (18号)	+	+	a'', a ₃ , b ₁
25.	<i>Sh. flexneri</i> 5	K A (原型)	+	+	a'', a ₃ , b ₁
26.	<i>Sh. flexneri</i> 6	居石(九大Y ₁)	⊕	⊕	a'', a ₃ , b ₁
27.	<i>Sh. flexneri</i> 6	箕田(バラX)	⊕	⊕	a'', a ₃ , b ₁
28.	<i>Sh. flexneri</i> var. X	津 沢 (原株)	+	+	a'', a ₃ , b ₁
29.	<i>Sh. flexneri</i> var. Y	KB I (原株)	+	+	a'', a ₃ , b ₁
30.	<i>Sh. sonnei</i>	大 原 (原株)	+	+	a'', a ₃ , b ₁

註. B.H. 培地...Barsiekow 培地又は Hiss 培地.

gl-B.T.B. 培地...1% glucose-B.T.B. 培地.

⊕...[酸(+), ガス(+)]+...[酸(+), ガス(-)]

第2表 B型菌21種30株

番 号	種 名	株 名	糖 分 解 試 験		Cytochrome 吸収 band
			B.H. 培地	Gl-B.T.B.	
I. Pseudomonadaceae					
1.	<i>Vibrio comma</i> (原型)	稻 葉	+	+	a ₃ , b, c ₁
2.	<i>V. comma</i> (中間型)	彦 島	+	+	a ₃ , b, c ₁

3.	<i>V. comma</i> (異型)	小 川	+	+	a ₃ , b, c ₁
4.	<i>V. metschnikovii</i>	九 大	+	+	a ₃ , b, c ₁
5.	<i>V. metschnikovii</i>	東 大	+	+	a ₃ , b, c ₁
6.	<i>V. tyrogenus</i>	九 大	+	+	a ₃ , b, c ₁
7.	<i>V. tyrogenus</i>	伝 研	+	+	a ₃ , b, c ₁
8.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	斎 藤	+	+	a ₃ , b, c ₁
II. Micrococcaceae					
9.	<i>Micrococcus pyogenes</i> var. aureus	寺 島	+	+	a ₃ , b ₂
10.	<i>M. pyogenes</i> var. albvs	教 室	+	+	a ₃ , b ₂
11.	<i>M. citreus</i>	教 室	+	+	a ₃ , b ₂
12.	<i>Gaffkya tetragena</i>	斎 藤	+	+	a ₃ , b ₂
III. Neisseriaceae					
13.	<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	田 代	+	+	a, c ₁
14.	<i>N. intracellularis</i>	西 山	+	+	a, c ₁
IV. Parvobacteriaceae					
15.	<i>Pasteurella tularensis</i>	ヤ ト	+	+	a, c ₁
16.	<i>Hemophilus influenzae</i>	磯 野	+	+	a, c ₁
17.	<i>H. influenzae</i>	小 坂	+	+	a, c ₁
V. Lactobacteriaceae					
18.	<i>Streptococcus pyogenes</i>	教 室	+	+	なし
19.	<i>Strept. pyogenes</i>	林	+	+	なし
20.	<i>Strept. viridans</i>	教 室	+	+	なし
VI. Enterobacteriaceae					
21.	<i>Aerobacter cloacae</i>	教室 1	⊕	⊕	a, b, c ₁
22.	<i>Klebsiella ozaenae</i>	陌 間	⊕	⊕	a, b, c ₁
23.	<i>Serratia marcescens</i>	旧 1	⊕	⊕	a, b, c ₁
24.	<i>Serr. marcescens</i>	旧 2	⊕	⊕	a, b, c ₁
25.	<i>Serr. marcescens</i>	東 大	⊕	⊕	a, b, c ₁
VII. Bacillaceae					
26.	<i>Bacillus subtilis</i>	NRRL	+	+	a, b, c ₁
27.	<i>B. mesentericus</i>	教室 1	+	+	a, b, c ₁
28.	<i>B. mesentericus</i>	教室 2	+	+	a, b, c ₁
29.	<i>B. sp.</i>	KN2	+	+	a, b, c ₁
VIII. Corynebacteriaceae					
30.	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	PW8	+	+	a, b, c ₁

註. B.H. 培地…Barsiekow 培地又は Hiss 培地.

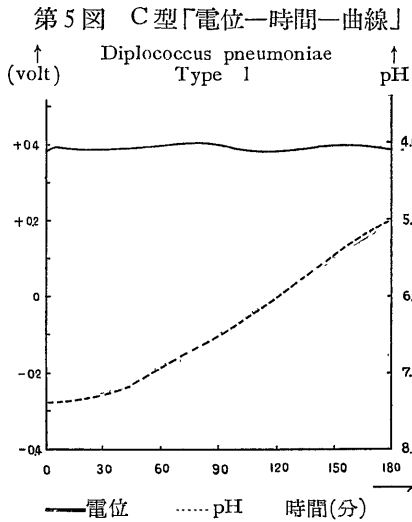
G1-B.T.B. 培地…1% Glucose-B.T.B. 培地.

⊕…[酸 (+), ガス (+)] +…[酸 (+), ガス (-)]

C型 初発電位が +0.3~0.4 V, その後も
変化ないもので, このさい pH は酸性にかた

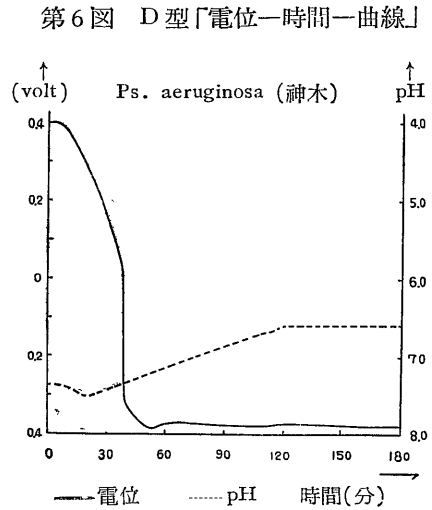
むく(第5図参照). これに属するものは Lacto-
bacteriaceae の内 Dipprococcus pneumoniae 及

び *Streptococcus* sp. の2種4株である(第3表参照).



D型 初発電位が +0.4 V で、約40~60分迄の間は除々に下降し凡そ0 V となり次いで

急激に下降して -0.4 V となり後稍々上昇を示すもので、この際 pH は始め稍々アルカリ性にかたむきしかる後酸性にかたむくもあまり強く酸性となることはない(第6図参照). これは Pseudomonadaceae の内 Pseudomonas



第3表 C型菌 2種4株

番号	種名	株名	糖分解試験		Cytochrome 吸収 band
			B.H. 培地	Gl-B.T.B.	
Lactobacteriaceae					
1.	<i>Diplococcus pneumoniae</i>	Type I	+	+	なし
2.	<i>Dip. pneumoniae</i>	Type II	+	+	なし
3.	<i>Dip. pneumoniae</i>	Type III	+	+	なし
4.	* <i>Streptococcus</i> sp.	川崎	+	+	なし

註. B.H. 培地...Barsiekow 培地又は Hiss 培地.
 Gl-B.T.B. 培地...1% Glucose-B.T.B. 培地.
 +...[酸 (+), ガス (-)] * Kot より分離せるもの.

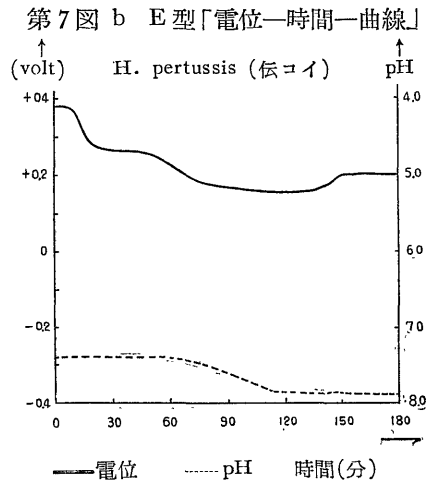
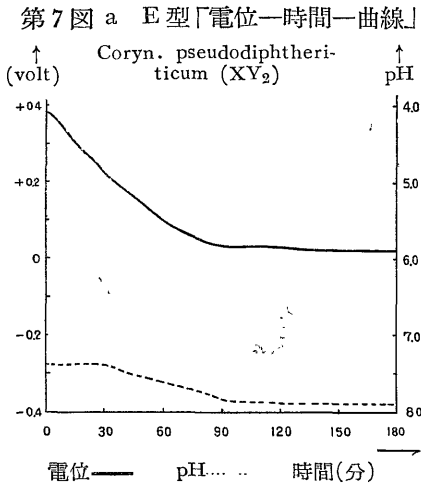
第4表 D型菌 1種1株

番号	種名	株名	糖分解試験		Cytochrome 吸収 band
			B.H. 培地	Gl-B.T.B.	
Pseudomonadaceae					
1.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	神木	-	+	a, b, c ₁

註. B.H. 培地...Barsiekow 培地又は Hiss 培地.
 Gl-B.T.B. ...1% Glucose-B.T.B. 培地.
 +...[酸 (+), ガス (-)] -...[酸 (-), ガス (-)]

aeruginosa においてのみ見られ、それも神木株という一定の株にのみ見られた点、特有のものと思われる(第4表参照)。A型とB型の中間の型である。

E型 初発電位は +0.4~+0.3V で、10~30分の間次第に下降し、菌種により異なつた電位で停まる。これらの終末電位は0V以上である。pH はそのままに停まるか、稍、アルカリ



第5表 E型菌 8種12株

番号	種名	株名	糖分解試験		Cytochrome 吸収 band
			B.H. 培地	Gl-B.T.B.	
I. Achromobacteriaceae					
1.	Alcaligenes faecalis	越村	-	-	a, b, c ₁
II. Micrococcaceae					
2.	Gaffkya verneti	金テトラ	-	-	a, b, c ₁
3.	G. verneti	KN1	-	-	a, b, c ₁
III. Parvobacteriaceae					
4.	Haemophilus pertussis	伝コイ	-	-	a, c ₁
5.	H. pertussis	コイ	-	-	a, c ₁
6.	H. pertussis	41905-11	-	-	a, c ₁
7.	H. pertussis	22490-13	-	-	a, c ₁
8.	Brucella melitensis	メリテン	-	-	a, c ₁
9.	B. abortus	アボルトス	-	-	a, c ₁
10.	B. suis	スイス	-	-	a, c ₁
11.	B. bronchiseptica	鳥森	-	-	a, c ₁
IV. Corynebacteriaceae					
12.	Corynebacterium pseudodiphtheriticum	XY ₂	-	-	a, b, c,

註. B.H. 培地...Barsiekow 培地又は Hiss 培地.
 Gl-B.T.B. 培地...1% Glucose-B.T.B. 培地.
 -...[酸 (-), ガス (-)]

性にかたむくも、酸性にかたむくことはない(第7図 a, b 参照). これに属する菌は8種12株で *Achromobacteriaceae* の *Alcaligenes*, *Micrococcaceae* の *Gaffkya*, *Parvobacteriaceae* の *Haemophilus*, *Brucella*, *Corynebacteriaceae* の *Corynebacterium* の各属の内 *Glucose* を分解しない菌である(第5表参照).

第2節 電位型と糖分解

試験との関係

著者が実験せる範囲においては、A及びB型電位型の菌はB培地又はH培地にて *Glucose* を分解して酸を形成するも、ガスの産生の有無とは無関係であり、Gl-B.T.B. 培地においても同様のことがいえる(第1表及び第2表参

照). C型電位型菌はB培地に発育せず、H培地及びGl-B.T.B. 培地で酸を形成するもガスを産生せず(第3表参照). D型電位菌はB培地及びH培地にては始め強度のアルカリ転性が行われ、後稍々中性にもどるも酸性となることはない. しかるにGl-B.T.B. 培地にては *Glucose* を分解して酸を形成するもガスを形成せず、又酸性度もあまり強くなることはない(第4表参照). E型電位型菌はB培地H培地、Gl-B.T.B. 培地等においていかなる場合も酸及びガスを産生せず、*Glucose* を分解する能力の全くない菌である(第5表参照). 以上をまとめると第6表の如くなる.

第6表 電位型と糖分解との関係

電 位 型		A 型	B 型	C 型	D 型	E 型
糖 分 解 試 験	Barsiekow 培 地	酸 ガス + +又は-	+ +又は-		- -	- -
	Hiss 培 地	酸 ガス + +又は-	+ +又は-	+ -	- -	- -
	1% glucose -B.T.B. 培地	酸 ガス + +又は-	+ +又は-	+ -	+ -	- -

第3節 電位型と Cytochrome 系との関係

Cytochrome 系が好気菌の代謝過程における意義は重要で、基質の反応速度及び酸素補給経路として重要な因子を有する. Cytochrome 系より藤田⁵⁷⁾は細菌の分類を試みているが(第7表参照), 「電位-時間-曲線」による分類も基質の反応速度に支配されている以上、或る程度との関係を有することは論を要しない. 著者はかかる見地から Cytochrome 系と電位型との関係を追求した.

A型電位型の菌は Cytochrome b_1 を所有する菌で藤田⁵⁷⁾氏の分類の第V型に入るべき菌である(第7表参照). 即ち $630m\mu$, $589\sim 591m\mu$, $560m\mu$, $530m\mu$ の4本の吸収帯を有する.

Bergey⁵⁸⁾の分類の *Enterobacteriaceae* は属する主要部分である(第1表参照).

B型電位型の菌はその吸収帯は種々様々であるがすべて Cytochrome b_1 の吸収帯を有せず. *Streptococcus* は Cytochrome 系を全く所有しない(第2表参照).

C型電位型の菌は藤田⁵⁷⁾氏の分類の第VI型に属する菌中、*Pneumococcus* 及び *Streptococcus* 等である(第7表参照). 即ち Cytochrome 吸収帯を全く有しない菌である. この点では B型電位型菌の *Streptococcus* などと共通している(第3表参照).

D型電位型の菌は藤田⁵⁷⁾氏の分類のI型Bに入る菌である(第7表参照). 即ち Cytochrome a, b, c を有する菌で *Ps. aeruginosa* はすべて

これに属している点より考え、株特異性による電位型と考えられる(第2, 第4表参照)。

E型電位型の菌は Cytochrome 系が多種多様であるが Cytochrome b_1 を所有していないの

が特徴である点B型電位型の菌と非常に似ている(第5表参照)。

以上をまとめると第8表の如くなる。

第7表 Cytochrome 吸収帯による細菌の分類 (藤田氏による)

細菌の分類		Cytochrome による吸収 band							
		a'	a	a'	b	b'	c	d ₁	d ₂
I 型	A	—	604	—	560	—	550	532	522
	B	—	598	—	562	—	551	532	522
	C	—	604	—	560	—	550	532	522
II	型	—	598—600	—	—	558	—	528	—
III 型	A	—	—	590	563	—	550	532	552
	B	—	—	589—590	568	—	550	520—530	—
IV 型	A	弱 632—635	—	弱 590	563	—	550—553	531—532	521—522
	B	弱 632—635	—	590	563	—	550—553	531—532	521—522
V	型	630	—	589—591	—	560	—	530	—
VI	型	—	—	—	—	—	—	—	—

吸収帯に稍々例外あり。

第8表 電位型と Cytochrome 系との関係

電位型	Cytochrome 吸収帯	藤田氏分類
A 型	a', a ₃ , b ₁	V 型
B 型	a, b, c ₁	I, A 型
	a, c ₁	I, A' 型
	a, b, c ₁	I, B 型
	a, b, c ₁	I, C 型
	a ₃ , b ₂	II 型
C 型	a ₃ , b, c ₁	III, A 型
	なし	VI 型
D 型	a, b, c ₁	I, B 型
E 型	a, b, c ₁	I, A 型
	a, c ₁	I, A' 型
	a, b, c ₁	I, C 型

第4節 培養条件による電位型の変化
今迄の実験はすべて寒天平板又は血液寒天平

板より集めた菌であるが、これが培養条件を変えることにより電位型に変化なきかを見た。

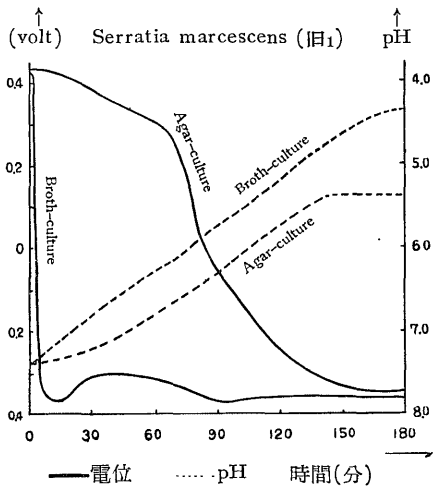
A型電位型菌の内 E. Coli (学生株), Proteus vulgaris OX₁₉ (北研株), B型電位型菌の Micrococcus Pyogenes var. aureus (寺島株), Bacillus mesentericus (教室1株), Serratia marcescens (旧1株, 旧2株, 東大株), D型電位型菌の Pseudomonas aeruginosa (神木株), E型電位型菌の Gaffkya verneti (金テトラ株), Corynebacterium pseudodiphtheriticum (XY₂株), Alcaligenes faecalis (越村株) の9種11株について、ブイオン培養及び寒天平板培養の菌で比較した(第9表参照)。

所がB型の Serratia marcescens は3株ともブイオン培養の菌はA型電位型に変化した(第9表及び第8図a参照)。又 Ps. aeruginosa (神木株) もD型電位型より終末電位到達の遅いB型電位型に変化した(第9表及び第8図b参照)。

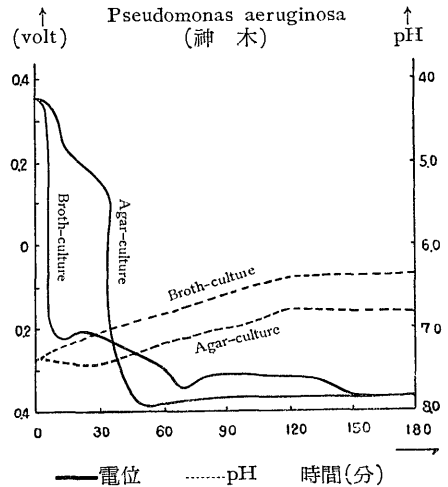
第9表 培養条件による電位型の変化

種名	株名	寒天培養	ブイヨン培養	Cytochrome 系
<i>Escherichia coli</i>	学 生	A 型	A 型	変化なし
<i>Proteus vulgaris</i>	OX ₁₉ 北研	A 型	A 型	変化なし
<i>Serratia marcescens</i>	旧 1	B 型	A 型	変化あり
<i>Serr. marcescens</i>	旧 2	B 型	A 型	変化あり
<i>Serr. marcescens</i>	東 大	B 型	A 型	変化あり
<i>Micrococcus pyogenes var. aureus</i>	寺 島	B 型	B 型	変化なし
<i>Bacillus mesentericus</i>	教室 1	B 型	B 型	変化なし
<i>pseudomonas aeruginosa</i>	神 木	D 型	B 型	変化なし
<i>Gaffkya verneti</i>	金テトラ	E 型	E 型	変化なし
<i>Alkaligenes faecalis</i>	越 村	E 型	E 型	変化なし
<i>Corynebacterium pseudodiphtheriticum</i>	X Y ₂	E 型	E 型	変化なし

第8図 a 培養条件による電位型の変化



第8図 b 培養条件による電位型の変化



このことは *Serratia marcescens* が寒天平板培養の菌では好氣的な呼吸が盛んであり、ブイヨン培養の菌では嫌氣的な呼吸が盛んであるように考えられる。このことは又 *Serratia* が Bergey⁵⁸⁾ の分類でも *Enterobacteriaceae* に属している

如く、A型電位型の菌が本来の姿であることを示している。又この際 Cytochrome 系も A型電位型の菌と同様 Cytochrome b₁ の吸収帯を有しているようになる。

第4章 分類学的意義及び考按

A型電位型に属する菌はすべて Bergey⁵⁸⁾ の分類上 *Enterobacteriaceae* に属する菌で、Glucose を分解して酸を形成し、ガスを産生し或いはしない、Cytochrome b₁ を有する菌であ

る。しかるに Bergey⁵⁸⁾ の分類上 *Enterobacteriaceae* に属する菌であつても *Serratia* は寒天平板培養の菌ではB型電位型をとり、ブイヨン培養の菌ではA型電位型をとる。いわゆる中間

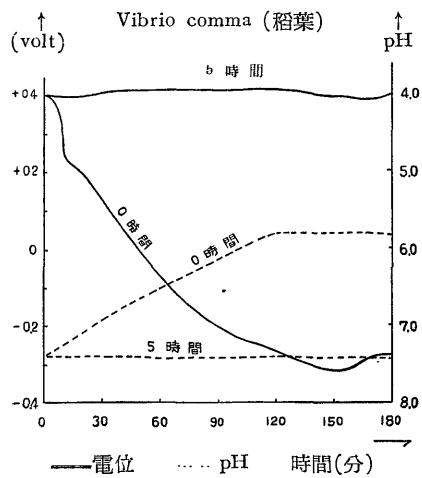
的な存在の菌であることを示し, *Serratia* が分化の途上にあると考えられる. この他 *Aerobacter cloacae* 及び *Klebsiella ozaenae* が Bergey⁵⁵⁾ の分類上 *Enterobacteriaceae* に入る菌であるのに, 寒天平板培養の菌ではB型電位型を示している(第2表参照), これらの菌も *Serratia* と同様に分化の途上にある菌ではないかと考えられる. これらのことより, *Enterobacteriaceae* の菌は Bouillon 培養することによりA型電位型を示すものでなからうか. 又A型電位型を示すかどうかにより, この菌が *Enterobacteriaceae* に属するかどうかの判定の一つの方法となり得ると考える.

B型電位型に属する菌は Glucose を分解し, 酸を形成する大部分の菌がここに属している. 福見氏⁵⁵⁾ は *Ps. aeruginosa* をここに代入しているが, 著者が実験した結果により, ある株はB型電位型に属するも, 神木株はA型電位型とB型電位型との中間的な電位型をとり, これをD型電位型としてこれを分離した. このことは先ず *Ps. aeruginosa* は酸を形成する株としない株があり, 神木株は酸を形成しない株である点より, 株の特異性, 特に株の酸形成能力による差と考える.

なおここに注目すべきことは, *Vibrio* に属する *V. comma*, *V. tyroginus*, *V. metschnikovii* の3種7株について実験を行った際, 菌液調製直後の菌は定型的なB型電位型をとるが, 室温に5時間以上放置した菌液ではその態度を変え, 電位の下降を示さず, かえつて上昇を示し, pHも変化がなかつた(第9図参照). このことは他の菌に見られないことで, *Vibrio* 特有のものであると考えられる. これはたやすくその酵素の活性が侵されるためと考えられる.

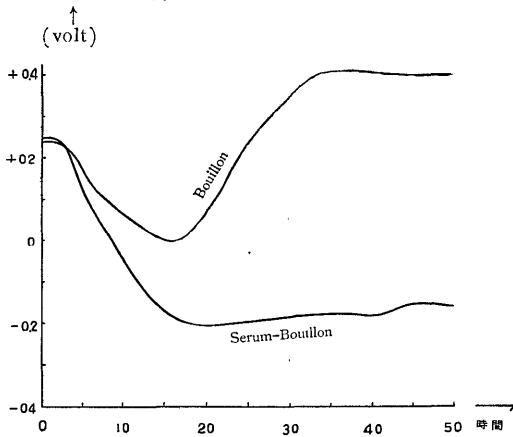
C型電位型に属する菌は *Pneumococcus* の各型(I型, II型III型)及び *Streptococcus sp.* に見られるものである. この菌は Glucose を分解して酸を形成するもガスを産生せず, Cytochrome系もなく, 且つ H_2O_2 に稍耐性の菌で Catalase も有していない. 福見氏⁵⁵⁾ は Catalase

第9図 *Vibrio* の菌液調製後の室温の影響

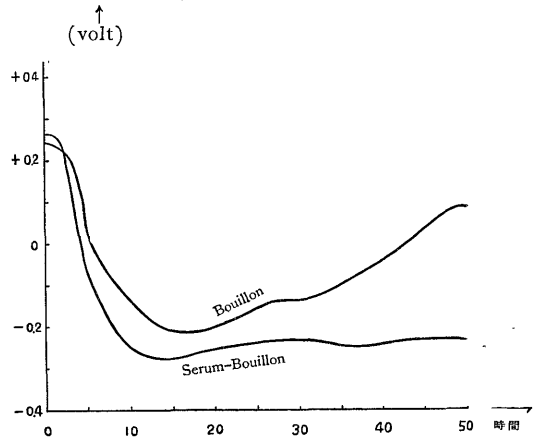


を添加することにより電位の下降を *Pneumococcus* のI型で見ているが, これは *Pneumococcus* が Catalase のないため H_2O_2 の産生により, 電位の下降を妨げているものと考えられる. このことは Hewitt^{11, 12)} のブイオンによる実験を見てもわかる. 著者自身も同じ経験をした. 即ち肉汁ブイオンに *Pneumococcus* を培養の際, 始め電位の下降を来すも10時間以上たつと電位は上昇し, 初発電位より高くなる. これに血液, 血清又は Catalase を添加することによりこの電位の上昇を防ぐことが出来る(第10図a参照). これは前者は菌が産生せる H_2O_2 を分解する能力なく H_2O_2 が蓄積せるため電位が上昇し, 後者は血液又は血清中の Catalase 又は添加した Catalase が H_2O_2 を分解するため電位の上昇が見られないのであろう. これと同様の機転が Glucose 分解時にも見られるのではなからうか. しかるに同様な性質を有する *Streptococcus* においてはかかる現象はなく定型的なB型電位型を取る. このことはブイオン培養時にも見られ^{8, 13)} 電位の上昇は見られない. このことは H_2O_2 の産生を Pyruvate が作用してある程度おさえているため, H_2O_2 の蓄積が弱く, H_2O_2 と Glucose 分解時の電位下降物質との平衡において, 下降物質が多いため電

第10図 a *Diplococcus pneumoniae*
(Type1) の Bouillon 培養時
に於ける Serum の影響



第10図 b *Streptococcus pyogenes*
(林) の Bouillon 培養時に
於ける Serum の影響



位の下降を来すと考えるべきである (第10図 b 参照)。

D型電位型の菌は *Ps. aeruginosa* の一部で、Glucose を分解するも、アルカリ 転性の烈しい株で見られる点に意義があるように思われる (第4表参照)。これがブイヨン培養の際B型となる点 (第8図b参照) より考えて、酵素活性に関する株特異性に基づくものでなからうか。この点について、不明の点が多い。

E型電位型の菌は Glucose を全く分解しない菌で、電位が種々なる程度に下降して一定電位を示すのは、菌液自体の終末電位を示すものである。

第5章 結

1) 好気菌56種77株について 静止菌の 解糖時における「電位—時間—曲線」を求め、これを A, B, C, D, E の5型に分類した。

a) A型電位型は初発電位が +0.4 V 前後で急激に下降し、30分以内に -0.35 V 前後となるもの。

b) B型電位型は初発電位が +0.4 V 前後で除々に下降し、60~180 分で -0.35 V 前後となるもの。

論

c) C型電位型は初発電位が +0.4 V 前後で変化なきもの。

d) D型電位型は初発電位が +0.4 V 前後で除々に下降し、30~60分で 0 V となり、急激に下降し -0.4 V 前後となるもの。

e) E型電位型は初発電位が +0.4 V 前後で除々に下降し、0 V 以上の一定電位で停止するもの。

2) 電位型と Glucose の酸形成及び Cytoch-

rome 系との関係を論じた。

3) 寒天平板培養, プイオン培養の菌により, *Serratia marcescens* 及び *Pseudomonas aeruginosa* は電位型が変化する。Enterobacteriaceae のブ

イオン培養の菌は A 型電位型をとる。

稿を終るに臨み御指導御校閲を賜わつた恩師谷教授に深甚なる謝意を表します。

文 献

- 1) Knight, B. C. J. G. : Biochemic. J., 24, 1066 (1930).
- 2) Knight, B. C. J. G. : Biochemic. J., 24, 1075 (1930).
- 3) Knight, B.C.J.G. and Fildes, P. : Biochemic. J., 24, 1496 (1930).
- 4) Fildes, P. : Brit. J. exper. Path., 10, 151 (1929).
- 5) Fildes, P. : Brit. J. exper. Path., 10, 197 (1929).
- 6) Vennesland, B, and Hanke, M. E. : J. Bacter., 39, 139 (1940).
- 7) 荒木龍雄 : 乳児学雑誌, 26, 43 (昭14, 1939).
- 8) Hewitt, L. F. Biochemic. J., 24, 512 (1930).
- 9) Hewitt, L. F. : Biochemic. J., 24, 669 (1930).
- 10) Hewitt, L.F. : Biochemic. J., 24, 676 (1930).
- 11) Hewitt, L. F. : Biochemic. J., 24, 1551 (1930).
- 12) Hewitt, L. F. : Biochemic. J., 25, 169 (1931).
- 13) Hewitt, L. F. : Biochemic. J., 25, 858 (1931).
- 14) Hewitt, L. F. : Biochemic. J., 25, 1447 (1931).
- 15) Hewitt, L. F. : Biochemic. J., 25, 1452 (1931).
- 16) Hewitt, L. F. : Biochemic. J., 25, 1641 (1931).
- 17) Hewitt, L. F. : Biochemic. J., 25, 2068 (1931).
- 18) Lepper, E. and Martin C. J. : Brit. J. exper. Path., 10, 327 (1929).
- 19) Lepper, E. and Martin, C. J. : Brit. J. exper. Path., 11, 137 (1930).
- 20) Lepper, E. and Martin, C. J. : Brit. J. exper. Path., 11, 140 (1930).
- 21) Lepper, E. and Martin, C. J. : Biochemic. J., 25, 45 (1931).
- 22) Frazier, W. C. Whittier, E. O. : J. Bacter., 21, 239 (1931).
- 23) Frazier, W. C. and Whittier, E. O. : J. Bacter., 21, 235 (1931).
- 24) Allyn, W. P. and Baldwin, I. L. : J. Bacter., 20, 417 (1930).
- 25) Allyn, W. P. and

- Baldwin, I. L. : J. Bacter., 23, 369 (1932).
- 26) Clifton, C. F. : J. Bacter., 25, 495 (1933).
- 27) Longworth, L. G. & MacInnes, D. A. : J. Bacter., 32, 576 (1936).
- 28) Ward, W. E. : J. Bacter., 36, 337 (1938).
- 29) Gillepsie, R. W. H. & Rettger, L. F. : J. Bacter., 31, (1936).
- 30) Krasinkii, N. P. and Prakhina, E. A. : Vinodelie Vinogradstvo S. S. S. R., 6, (2), 7-11 (1946). [Chem. Abstr., 41, 3255 (1947).].
- 31) Isotalo, A. : Suomen Kemistilehti, 20A, 54-64 (1947). [Chem. Abstr., 41, 7441 (1947).].
- 32) 占部薫・辻岡滝之助 : レブラ, 12, 191 (昭16, 1941).
- 33) 辻岡滝之助 : 東京医事新誌, 3170, 240 (昭15, 1940).
- 34) 辻岡滝之助 : 医学研究, 15, 2193 (昭16, 1941).
- 35) 善養寺浩・新井俊一 : 総合医学, 8, 132 (1951).
- 36) 田村節郎 : 大阪医学会雑誌, 42, 1204 (昭18, 1943).
- 37) 田村節郎 : 大阪医学会雑誌, 42, 1323 (昭18, 1943).
- 38) 田村節郎 : 結核, 21, (6), 17 (昭18, 1943).
- 39) 福見秀雄 : 実験医学雑誌, 24, 969 (昭15, 1940).
- 40) Burrows, W. and Jordan, E. : J. inf. Dis., 56, 255 (1935).
- 41) Burrows, W. and Jordan, E. : J. inf. Dis., 58, 259 (1936).
- 42) Tuttle, C. D. and Huddleson, I. F. : J. inf. Dis., 54, 259 (1934).
- 43) Tuttle, C. D. and Huddleson, I. F. : J. inf. Dis., 54, 273 (1934).
- 44) Gillepsie, R. W. H. : J. Bacter., 31, 101 (1935).
- 45) Gillepsie, R. W. H. and Rettger, L. F. : J. Bacter., 36, 605 (1938).
- 46) Gillepsie, R. W. H. and Rettger, L. F. : J. Bacter., 36, 621 (1938).
- 47) Gillepsie, R. W. H. and Rettger, L. F. : J. Bacter., 36, 633

- (1938). 48) Seal, S. C. and Mitra. B. N. : Ind. J. Med. Res., [実験医学雑誌, 23, 749 (昭14, 1939)]. 49) 内田正 : 福岡医学雑誌, 41, 194 (昭25, 1950). 50) Fox, C. L., German, B. and Janeway, C. A. : Proc. Soc. Exper. Biol. a. Med., 40, 184 (1939). 51) Warren, J., Street, J. A. and Stokinger, H. E. : Proc. Soc. Exper. Biol. a. Med., 40, 208 (1939). 52) 柿原鏡 : 日本医学及健康保険, 3323, 447 (昭18, 1943). 53) 柿原鏡 : 福岡医学雑誌, 36, 850 (昭18, 1943). 54) 山田敏郎・友田友道 : ペニシリン, 2, 579 (昭24, 1949). 55) 福見秀雄 : 実験医学雑誌, 25, 515 (昭16, 1941). 56) 福見秀雄 : 実験医学雑誌, 26, 18 (昭17, 1942). 57) 藤田秋治・児玉威 : 細菌学雑誌, 461, 475 (昭9, 1934). 58) Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, sixth edition, 1948.