原 著

E群サルモネラのO抗原因子と bacteriophage との関係〔I〕

——E群サルモネラのO抗原構造をもつ *Escherichia freundii*
に就ての研究——

(サルモネラにおける抗原の人工変換 XVII*)

内 田 孝 宏**

TAKAHIRO UCHIDA : THE RELATIONSHIPS BETWEEN PHAGES
AND O ANTIGENS OF GROUP E SALMONELLA〔II〕
STUDIES ON ESCHERICHIA FREUNDII WITH O ANTIGENS
OF GROUP E SALMONELLA
(CHANGES INDUCED IN THE ANTIGENS OF SALMONELLA XVII)

〔受稿 12月27日 1956〕

先にE₂及びE₃群のサルモネラ菌株がすべて溶原性であつて、すべてε¹⁵ phage (E₁群サルモネラに感染を起して溶原化すると共に3.10→3.15のO抗原変換を起させる phage を斯く記す)を産生すること、又E₁群サルモネラは調べた範囲内ではすべてε¹⁵ phageにreceptiveであることを報告した^{1)~5)}。

他方、最近 Edwards 等⁶⁾はサルモネラE₂群のO抗原構造3,15をもつ *E. freundii* の分離を報じ、又坂崎等⁷⁾は *E. freundii* の中にサルモネラE₁群のO抗原構造3,10をもつものゝあることを報じたので、夫々の菌株を譲りうけて、これ等の菌株における phage とO抗原因子との関係を調べた。

実験材料並びに方法

1. *E. freundii* 4598-53: Edwards⁶⁾ より分与をうけたもので、3,15: z₃₆ の抗原構造をもち、KCN培地発育試験及び decarboxylase 活性試験上定型的な *E. freundii* の性状を示すもの。健常の食品取扱業者(成人)の尿便から分離されたものである。

2. *E. freundii* 760-53, 同 332-54, 同 731-54, 同

869-54, 同 1283-54, 同 1360-54の6株は坂崎氏⁷⁾ より分与をうけたもので、3,10のO抗原構造をもち、KCN培地発育試験及び decarboxylase 活性試験上 *E. freundii* と診断されたもの。この中760-53は伝賃馬の肝臓から分離、332-54, 731-54, 869-54は健康犬の腸間膜淋巴腺から分離、1283-54は健康牛の腸間膜淋巴腺から分離、1360-54は仔猪白痢の尿便から分離されたものである。*E. freundii* 869-54は種々の性質が大體サルモネラと一致し、乳糖も分解しないが、decarboxylase 活性能の上で *E. freundii* と診断されたものである。尚H抗原もサルモネラの抗原をもたぬ。(私信)

3. サルモネラ各菌株はすべて国際標準株で、日本腸内細菌委員会より分与されたもの。

4. 抗血清: 抗菌血清^{8)~11)}及び抗 phage 血清¹²⁾は共に通常の方法により作製した。

5. O抗原の決定: 適当に稀釈した免疫血清又は因子血清を用いてスライド凝集反応、試験管内凝集反応及び吸収試験を行つて確めた^{9)~11)}。

6. phage:

** 札幌医科大学微生物学教室 (主任: 植竹久雄教授)

* この研究には文部省科学研究費の補助を受けた(植竹)。本論文の一部は第35回北海道医学会総会(1955年10月)、総合研究“微生物の遺伝学”研究班第6回班会議(1955年12月)、及び第29回日本細菌学会総会(1956年4月)で発表した。

a) ϵ^{15} phage: *S. canoga* から得たもので、単離して、*S. anatum* で増殖させたものを用いた。E₁ 群サルモネラに感染を起して 3,10→3,15 の抗原変換を起させる。

b) ϵ^{34} phage: *S. thomasville* から得たもので、単離して *S. newington* 又は *S. newbrunswick* で増殖させたものを用いた。E₂ 群サルモネラに感染を起して 3,15→3,15,34 の抗原変換を起させる²⁰⁾²¹⁾。

c) C₃₄₁ phage: *S. thomasville* から得た virulent phage¹²⁾

7. 溶算: 寒天重層法¹⁴⁾によつた。

8. 抗血清による抗原変換: サルモネラに就てのこれまでの報告^{17) 19)}と同じ方法によつた。

9. 変異株の溶原性の検査: (a) 抗 phage 血清にさらした後純培養として得た菌からブイヨン培養、感受性菌との混合培養、紫外線誘発を加えてからの培養等の Chamberland L₃ の濾液につき E₁ 群或は E₂ 群の菌に対する溶菌力と、(b) E₁ 群又は E₂ 群の菌に抗原変換を起させる能力の有無をしらべ、又(c) ϵ^{15} 又は ϵ^{34} phage に対して免疫であるか感受性であるかを調べた。

実験結果

A. O抗原3,15をもつ *E. freundii* 4598-53 に就て

1. ϵ^{15} phage産生の検索

① ブイヨン培養濾液, ② 37°C20時間寒天培養から生理食塩水浮游液を作り, 37°C48時間おいたものゝ濾液, ③ *S. macallen* (H 抗原を同じくする菌. 宿主依存性変異を考慮に入れた) との混合ブイヨン培養継代3代したものゝ濾液, ④ *S. anatum* との混合ブイヨン培養継代3代したものゝ濾液は何れも E₁ 群・E₄ 群サルモネラの菌株の何れに対しても溶菌斑形成が認められず、又斯る濾液を加えたブイヨン中で *S. anatum* を10代継代培養しても抗原変換は認められなかった。

又⑤誘発の目的で紫外線照射を行い、これを1夜37°Cに培養した後濾液を得、*S. london*, *S. give*, *S. anatum*, *S. amager*, *S. butantan*, *S. vejle*, *S. meleagridis*, *S. elisabethville*, *S. simi*, *S. weltevreden*, *S. orion*, *S. lexington*, *S. macallen* (以上E₁群), *E. freundii* 760-53, 同332-54, 同731-54, 同869-54, 同1283-54, 同1360-54の各菌株を指示菌株として調べたが、phage は認められなかった。⑥ 紫外線照射後

の培養濾液を *S. anatum* で9代に亘り継代したが、phage は証明されなかった。

2. bacteriocine 様因子の検索

① 上記紫外線照射ブイヨン培養濾液に比較的少数の細菌(上記の E₁ 群サルモネラ及び *E. freundii* 約 5×10^4 /ml) を加え30分間静置後平板培養して集落数の減少を調べたが、減少は認められなかった。

② E₁ 群サルモネラの13株を用い、夫々1%寒天培地と混合して平板に固め、その上に *E. freundii* 4598-53 の上記濾液を1滴づつ数カ所に滴下し、37°C 24時間おいて発育阻止を調べたが認められなかった。

以上 *E. freundii* 4598-53はO抗原因子をもつが ϵ^{15} phage も或は bacteriocine の如きものも証明されなかった。

3. 抗血清による抗原変換の試み

E群サルモネラにおけると同様の抗原変換^{22)~24,25)}を予想して、抗15因子血清 (*S. newbrunswick* O 血清を *S. london* で吸収して作製。15抗体価は640倍血清稀釈) 加ブイヨン(血清稀釈: 出来上りで20倍)及び抗 ϵ^{15} phage 血清 (*S. kinshasa* より得た ϵ^{15} phage に対する抗血清を *S. newbrunswick* 加熱死菌及び *S. london* 生菌で吸収し、抗O抗体を除去し、抗 phage 抗体を残したもの) 加ブイヨン(出来上り血清稀釈30倍)に夫々10代まで継代培養し、各代毎に平板培養して、抗原変異集落の出現を調べたが遂に見出されなかった。

4. ϵ^{34} phage による抗原変換の試み

E₂ 群サルモネラは E₃ 群サルモネラの産生する ϵ^{34} phage の感染をうけて 3,15→3,15,34 の抗原変換を起す^{20)~22)}。

E. freundii 4598-53 の細胞と ϵ^{34} phage を約 10^8 : 5×10^8 の割合に混じ、15分間室温においてから平板寒天にまいて調べたが、抗原構造3,15,34の集落は見出されなかった。又この際、細胞数の減少もみられなかった。

他方 *E. freundii* 4598-53 を ϵ^{34} phage 加ブイヨンに培養しても溶菌は認められなかった。

然し *E. freundii* 4598-53 の細胞と ϵ^{34} phage を 2.5×10^8 : 6.6×10^7 の割合に混じ、37°C 15分間おいた後遠心沈殿 (4000 rpm 20分) により上清を分離し、溶算を行つた処、約90%の溶菌斑数の減少がみられ、従つて吸着は起きていることが明かとなった。

以上 *E. freundii* 4598-53はO抗原構造上E₂群サル

モネラと殆んど同じ3,15抗原をもっているにも拘らず ϵ^{15} phage の産生認められず, 抗15因子血清, 抗 ϵ^{15} phage 血清或は ϵ^{34} phage による抗原変換も認められぬ点, E_2 群サルモネラと異っている。

B. O抗原3,10をもつ *E. freundii* に就て

1. ϵ^{15} phage による抗原変換

a) ϵ^{15} phage のみによる抗原変換

O抗原3,10をもつ*E. freundii* 6株夫々を ϵ^{15} phage 加ブイオンに継代培養し, これから寒天平板に作らせた集落につき抗原変異を調べた。 *E. freundii* 869-54 だけは初代ブイオン培養からの移植平板で12コの集落中7コが15因子血清で凝集したが, 他の5株では10代継代しても抗原変異株は得られなかつた。

Table 1. Serological Behaviors and Lyso-genicities of *E. freundii* 869-54 and Its Variant 869A

	Monofactor antisera	Strains	
		<i>E. freundii</i> 869-54	<i>E. freundii</i> 869A
Agglutination*	10	320	—
	15	—	640
Absorption	10	absorb	not absorb
	15	not absorb	absorb
Production of phage ϵ^{15}		—	+
Susceptibility to phage ϵ^{15}		+	—

* Figures indicate the highest serum dilution at which agglutination occurred. "—" indicates no agglutination at serum dilution of 1:40.

E. freundii 869-54 株から生じた15因子血清被凝集性集落21コを任意にとり調べた結果, これ等は15因子血清で凝集して10因子血清では凝集せず, 吸収試験でも3,15血清を殆んど完全に吸収し尽し, 10因子血清は吸収しないこと, 又全て ϵ^{15} phage を産生し, 且 ϵ^{15} phage による溶菌に抵抗を示し(免疫), 産生された ϵ^{15} phage は抗 ϵ^{15} phage 血清(E_2 群サルモネラより得た ϵ^{15} phage に対する抗血清)により中和され, 且宿主依存性変異を起していること等が確められた。(第1表)。

b) ϵ^{15} phage 及び10因子血清併用による抗原変換
 ϵ^{15} phage と10因子血清との両者を加えたブイオンに前項(a)と同様の方法で10代まで継代培養し, 且抗原変異株の出現を調べたが, この場合にも *E. freundii* 869-54 株だけに抗原変異が認められた。即ち, こ

の株では初代培養からの集落中に既に多数の15因子血清被凝集性集落を見出すことが出来た。その中任意に12コの集落をとり, ϵ^{15} phage との関係を調べた処, ϵ^{15} phage のみによる変異株とは少しく異なる性質をもつものゝあることが知られた。即ち1コは前項(a)の変異株(869A株と呼ぶ)と同じ性質をもち ϵ^{15} phage の産生も容易に証明されたが, 他の11株では ϵ^{15} phage を吸着せず, 従つて ϵ^{15} phage による溶菌もうけなくなっている(免疫)が, 他方 ϵ^{15} phage の産生の証明が非常に困難であつて, *S. london*, *S. give*, *S. anatum*, *S. amager*, *S. butantan*, *S. vejle*, *S. meleagridis*, *S. elisabethville*, *S. simi*, *S. weltevreden*, *S. orion*, *S. lexington*, *S. macallen*, *S. chit-tagong* を指示菌株として調べたが, *S. anatum*と上記の抗原変異株(869B株とする。第2表)とを混合培養し, 更に *S. anatum* を用いて3代通過しても, 又869-54原株を用いて同様継代しても ϵ^{15} phage は証明されず, 紫外線誘発処置を加えて後, その培養濾液を加えたブイオンに869-54原株を propagating strain として継代し, 3代目にやつと ϵ^{15} phage の産生が証明された程であつた。869B株ブイオン培養濾液には ϵ^{15} phage は直接には勿論証明されず, 又この濾液を加えたブイオンに869-54原株を propagating strain として6代まで継代しても ϵ^{15} phage は証明されなかつた。

活性 phage ϵ^{15} の証明されない培養液については, bacteriocine の如き因子の存在も疑つてみた。この目的として869B株48時間ブイオン培養濾液に*S. london*, *S. give*, *S. anatum*, *S. amager*, *S. butantan*, *S. vejle*, *S. meleagridis*, *S. elisabethville*, *S. macallen*, *E. freundii* 869-54 原株の細胞を夫々加え, 2時間おいてから生菌数検査を行つたが, 生菌数の減少は認められなかつた。即ち bacteriocine の如きも証明されなかつた。

ϵ^{15} phage は著明に宿主依存性変異を起すので, その点も考慮に入れて多数の E_1 群菌株を指示菌株として調べたのであるが, 上述の様な成績になつたのであつて, 869B株が ϵ^{15} phage を産生しにくいと考えてよいと思われる。

c) 10因子血清のみによる抗原変換の試み

S. anatum O血清を *S. newington* 加熱死菌で吸収して作つた10因子血清(10抗体価: 320倍血清稀釈)を加えたブイオン(出来上り血清稀釈15倍)に各菌株

Table 2. Serological Behaviors of *E. freundii* 869-54 and Its Variant 869B

Agglutinin	Anti "O" sera	Monofactor antisera		Anti- <i>S. anatum</i> plus Anti- <i>S. newbrunswick</i> "O" sera absorbed with	
		10	15	Original	Variant
<i>E. freundii</i> 869-54 (Original)		320	—	—	80
<i>E. freundii</i> 869B (Variant)		—	640	640	—
<i>S. london</i> 1446 (Group E ₁)		320	—	—	80
<i>S. newbrunswick</i> 5411(Group E ₂)		—	640	640	—

Notes are the same as in Table 1.

を10代まで継代培養して、1, 3, 5及び10代目の各代培養について調べたが、抗原変換は認められなかった。

以上の様に *E. freundii* は 869-54 株を除き他はすべて O 抗原構造 3,10 にも拘らず ϵ^{15} phage による抗原変換が認められぬことになる。そこでその原因を更に探るべく、これら菌株の ϵ^{15} phage に対する感受性及び同 phage の吸着能を調べた。

2. ϵ^{15} phage に対する感受性

S. canoga から得た ϵ^{15} phage を加えたブイヨンに *E. freundii* の各菌株を培養して溶菌をうけるか否かを調べた。その結果 869-54 株だけが溶菌をうけ、他の菌株は何れも溶菌をうけなかった。869-54 株は培養 5〜7 時間で溶菌が著明になる。尚 869A 或は 869B 株は ϵ^{15} phage により溶菌をうけない(免疫)。

3. *E. freundii* (3,10) による ϵ^{15} phage の吸着

Table 3. Test for Adsorption of Phage ϵ^{15} upon Cells of *E. freundii* (3,10)

Strains	Plaque count	
	Exp. 1	Exp. 2
<i>E. freundii</i> 332-54	384	
〃 731-54	345	
〃 760-53	293	
〃 1360-54	374	
〃 1283-54		190
Control (phage alone)	340	212

A half ml of cell suspensions (about 7×10^8 cells/ml) was mixed with 0.5 ml of phage suspension (about 7×10^7 lytic particles/ml). After being kept at room temp. for 30 min., supernatants were obtained by centrifugation, and then plaque count was carried out. Figures indicate numbers of plaque per plate at the same dilution.

上と同じ ϵ^{15} phage を用いた。細菌細胞と phage を $3.5 \times 10^8 : 3.5 \times 10^7$ の割合に混じ、室温に 30 分間おいた後、遠心沈澱上清について溶算を行つた。第 3 表に示す如く、溶菌斑数は減少せず、吸着されないものと見られる。

4. *E. freundii* (3,10) による C₃₄₁ phage の吸着 ϵ^{15} phage の感染をうけて抗原変換を起す E₁ 群の細胞の多くは C₃₄₁ phage にも感受性がある¹³⁾ので、*E. freundii* (3,10) が C₃₄₁ phage を吸着するかどうかをも調べた処、869-54 株を除いては吸着は起らぬと云う結果が得られた。(第 4 表)

Table 4. Test for Adsorption of Phage C₃₄₁ upon Cells of *E. freundii* (3,10)

Strains	Plaque count	
	Exp. 1	Exp. 2
<i>E. freundii</i> 332-54	64	
〃 731-54	52	
〃 760-53	60	
〃 869-54	6	
〃 1360-54	61	
〃 1283-54		121
Control (phage alone)	65	135

Notes are the same as in Table 3.

5. *E. freundii* 869 B 株の O 抗原構造の復元

E₂ 群サルモネラを 15 因子血清又は抗 ϵ^{15} phage 血清中に培養すると抗原構造 3,10 の細胞が得られる^{13)~17)}同様の実験を 869 B 株で行つた。

a) 15 因子血清加ブイヨンに継代すること 7 代目で(各代毎に検査) 10 コの集落中 2 コが 15 因子血清に非凝集性、10 因子血清に凝集性を示した。これを分離して定量凝集反応、吸収試験により 3,10 の O 抗原構造をもつことを確めた。又この復元株からは ϵ^{15} phage の

産生も証明されなかつた。

b) 抗 ϵ^{15} phage 血清加ブイオンに10代に亘り継代培養し, 1, 2, 3, 6, 9及び10代目に夫々検査したが, 3,10 O抗原構造をもつ集落は見出されなかつた。

以上の如く869B株は ϵ^{15} phage の産生が非常に悪いと見られるにも拘らず15因子血清で復元が見られ, 抗 ϵ^{15} phage 血清では復元が見られなかつたのは注目に値する。

6. *E. freundii* 869-54原株と抗原変異株との生物学的性状の比較

Table. 5. Biological Properties of *E. freundii* 869-54 and Its Variants

Strains	869-54	869A	869Aa*	869B
Arabinose	+	+	+	+
Xylose	+2	+2	+2	+2
Glucose	⊕	⊕	⊕	⊕
Rhamnose	+	+	+	+
Sorbitol	+	+	+	+
Mannitol	+	+	+	+
Inositol	+2	+2	+2	+2
Dulcitol	-	-	-	-
Lactose	-	-	-	-
Maltose	+	+	+	+
Sucrose	+	+	+	+
Trehalose	+	+	+	+
Salicin	-	-	-	-
Dextrin	-	-	-	-
Milk coagulation	-	-	-	-
Gelatin liquify	-	-	-	-
H ₂ S (Kligler)	+	+	+	+
Indole	-	-	-	-
MR	+	+	+	+
VP	-	-	-	-
Citrate	+	+	+	+
"O" antigenic structure	3,10	3,15	3,10	3,15
Production of phage ϵ^{15}	-	easy	-	severe

The observation was continued for 21 days. "+" indicates positive reaction within a day; "⊕" acid and gas production; "-" negative reaction. Figures indicate days of incubation required for manifestation of positive reaction.

* 869Aa: Antigenic variant obtained from the strain 869A by exposure to antiserum.

第5表に示す如く *E. freundii* 869-54 原株とその抗原変異株との間には生物学的性状に差異は見られない。

総括並びに考按

E群サルモネラに類似性を求めて *E. freundii* の中で3,10或は3,15のO抗原構造をもつ菌のO抗原変換或は溶原性を調べた処, E群サルモネラとはかなり異なる所見が得られたことは注目に値する。

O抗原3,15をもつにも拘らず *E. freundii* 4598-53が ϵ^{15} phage を産生せず, 又抗血清による抗原変異も認められず, 又 *E₂* 群サルモネラの細胞とは異なり ϵ^{34} phage によるO抗原変換を起さぬ点は, *E₂* 群の菌と較べて著しく異なる点である。この菌株に ϵ^{15} phage が見られないのは phage 合成に必要な因子の上で菌の側に欠陥があるのか, それとも phage 自体に欠陥があるのか, その他の理由によるのか, 現在の処では明かではない。然し bacteriocine の如きものも証明されなかつたわけである。

又O抗原3,10をもつ *E. freundii* の菌株は869-54株を除いて総てが ϵ^{15} phage を吸着しない点, *E₁* 群サルモネラの細胞と異なる。これは細胞側のreceptorの欠除を思わしめるものであるが, これに関連したもう1つの所見は *E. freundii* 869-54株以外の3,10のO抗原をもつ菌株が *C₃₄₁* phage を吸着しないと云う点である。*E₁* 群の中でも *S. meleagridis*²³⁾, *S. macleod*²⁴⁾は *C₃₄₁* phage を吸着しないが(未発表), この両者共O抗原構造上 *S. anatum* のO抗原の一部を欠くと云う点が共通している。この点は *E. freundii* (3,10)の ϵ^{15} 或は *C₃₄₁* phage を吸着しない性質と共に, これ等の phage に対する菌側の receptor を研究する上に参考となることかも知れぬ。

以上の所見と異り, 唯1株 *E. freundii* 869-54株だけにE群サルモネラに於けると類似の現象がすべて観察された。即ち ϵ^{15} phage による抗原変換, 抗15因子血清による抗原の復元, 抗原変異株3,15の ϵ^{15} phage 産生等が観察された。唯注意すべき点として, O抗原3,15の抗原変異株の中に ϵ^{15} phage を容易に証明出来る株と非常に証明困難な株とがあることであつて, これはE群サルモネラでは従来気付かれなかつた点である。殊に ϵ^{15} phage 産生証明困難な細胞の出現は, ϵ^{15} phage と抗10因子血清とを同時に作用させた時に著明に証明されるものであるが, 抗血清が如何に作用

するのかは今の処明かでない。尚869-54株が他の *E. freundii* (3,10) の菌株と異り乳糖を分解せず、それだけ他の菌株よりサルモネラに性質が近く、amino acid decarboxylase 活性の上でサルモネラと異なるにすぎぬと云う点も注意しておく必要があろう。

869B株は抗15因子血清加培地では3,10の抗原構造の復帰が認められたが、抗 ϵ^{15} phage 血清では認められなかつた。E群サルモネラの場合、抗 phage 血清により3,10の細胞が証明される様になるのは、spontaneous mutant が ϵ^{15} phage による感染から護られる為ではなかろうかと推定されているが¹⁷⁾、869B株では ϵ^{15} phage の産生が極めて証明困難な程度であるから、上述の機転を抗 phage 血清に期待することは困難と考えられる。実際 869 B 株を抗 phage 血清にさらしても3,10の細胞の証明出来なかつたことは注目し得る。他方上の実験は、 ϵ^{15} phage に余り直接関係なく、15因子血清により3,10の細胞が得られることを示すもので、先に中川等¹⁷⁾が報じた如く、確かに15因子血清でも3,15の細胞の培養から3,10の細胞が得られることを更に確め得た成績と考えられる。

尚869A株、869B株は ϵ^{34} phage の感染をうけ、3,15→3,15,34の抗原変換を起すことも証明出来たが、これは別に報告する。

結 論

E. freundii の中にはE群サルモネラのO抗原構造3,10或は3,15をもつものがあるが、 ϵ phage によるO抗原変換に関しては、かなり著しく異つた性質を示すことが示された。即ち、1. *E. freundii* 4598-53 は3,15のO抗原構造をもつが、 ϵ^{15} phage の産生は認められず、 ϵ^{34} phage による抗原変換も認められず、15因子血清又は抗 ϵ^{15} phage 血清による抗原変換も認められなかつた。2. O抗原構造3,10をもつ *E. freun*

-dii は6株中1株だけに ϵ^{15} phage によるO抗原構造3,10→3,15の溶原化変換 lysogenic conversion が認められたが、この際抗原変異株の中には、 ϵ^{15} phage を産生し易いものと産生しにくいものとが認められた。尚変異株を15因子血清加ブイオンに培養して、抗原復元細胞が得られた。

(本研究にあたり菌株の分与を賜つた坂崎利一氏並びに P. R. Edwards 氏に深謝致します)。

文 献

- 1) 植竹・中川・水島・秋葉：日本細菌学雑誌，**9**，682，1954.
- 2) 植竹：日新医学，**42**，214，1955.
- 3) Uetake, H., Nakagawa, T. and Akiba, T.: *J. Bact.*, **69**，571，1955.
- 4) 中川(武)：日本細菌学雑誌，**10**，363，1955.
- 5) 中川(武)・土屋：札幌医誌，**7**，321，1955.
- 6) Edwards, P. R., McWhorter, A. C., McCurdy, J., and Davis, R.: *J. Bact.*, **68**，756，1954.
- 7) 坂崎，外：水旺会記事(農林省家畜衛生試験場)，**4**，35，1955.
- 8) 小島・八田：食物中毒菌(1941)
- 9) Edwards, P. R. & Bruner, D. W.: *Serological Identification of Salmonella Culture* (1942)
- 10) Kauffmann, F.: *Enterobacteriaceae* (1951)
- 11) 伝研学友会：細菌学実習提要(1953)
- 12) 内田・中川(昭)・甲斐：札幌医誌，**9**，268，1956.
- 13) 植竹・小原：日本細菌学雑誌，**5**，164，1950.
- 14) 小原：札幌医誌，**1**，68，1950.
- 15) 植竹，外：日本細菌学雑誌，**7**，415，1952.
- 16) 中川(武)：札幌医誌，**4**，386，1953.
- 17) 中川(武)・土屋・水島・植竹：日本細菌学雑誌，**11**，51，1956.
- 18) 水島：札幌医誌，**8**，188，1955.
- 19) 水島：札幌医誌，**9**，81，1956.
- 20) 植竹，外：第29回日本細菌学会総会(1956)
- 21) 中川(昭)：日本細菌学雑誌，**12**，47，1957.
- 22) 原田：Virus，**6**，285，1956.
- 23) Bruner, D. W. & Edwards, P. R.: *Am. J. Hyg.*, **34**，B 82，1941.
- 24) Edwards, P. R., Hermann, G. J., Watt, J. & De Capito, T.: *U. S. Public Health Rpts.*, **65**，212，1950.