糞便大腸菌の血清学的分類からみた糞便汚染の研究

日本医科大学内科学教室 (指導 内山圭梧教授)

日本医科大学衛生学教室 (主任 乗木秀夫教授)

関 場 浩 一

Kōichi Sekiba

緒 言

糞便汚染の研究は、赤痢その他の消化器系伝染病の集団発生時に間接的に取上げられ、糞便の混入の機会と場所との検索が、その発生の原因調査として重要なものとなつてゐる¹⁾。その他、飲食物に対する糞便汚染の検索、手指よりの大腸菌の検索等一連の研究及び対策は、我々の生活の中に如何に広範囲に糞便汚染を想像するかの証拠でもある。

同門の糞便汚染に対する一連の研究は、今までのこの方面の研究と異り、平常に於ける日本人の生活そのものの中に深く入り込んでいる糞便汚染の実態を知り、それを理論的に取り上げようとしているわけである。

開拓地を中心としてのこの汚染の現状を、高橋²⁾、稻垣³⁾、漆原⁴⁾等が取上げ、衛生的に最も低位にあると考えられる開拓地の糞便汚染の実状を報告している。一方、都市生活に於ける実態を安達⁵⁾が取り上げ、日本人の一つの基準生活の中の糞便汚染を報告している。

更に、新井⁶⁾は糞便中の大腸菌の菌型分類を行い、この方面からの糞便汚染の研究の方向を意義づけ、野村⁷⁾は、この方法によつて、長期観察を行い、世帯内に侵入する大腸菌の状況を分析し消化器系伝染病の理論的なうづけを行つてゐる。

著者は、これ等の研究の一端として、家庭内に於ける糞便汚染の状況を大腸菌型の分類を通して検討してみた。

即ち、家庭内に於て、誰がその主役を演ずるかの検討である。

野村⁷⁾の報告では、家庭内へ汚染大腸菌を搬入するのは、成人男子を中心として夏季には学童期の子供が多くなつて来るとの報告がある。そして夏季は大腸菌の菌型が幅広く分布して、外来大腸菌の搬入の増加を想定しているが、この様にして搬入された大腸菌は、世帯内の他のものにどの様に伝播されるであろうかの疑問が生ずるわけである。著者はこの点を取上げた訳

である。

研 究 方 法

先ず、糞便中の大腸菌の分類であるが、F. Kauffmann⁸⁾が、大腸菌の血清学的分類に成功してから、今までの Imvic system による数種の区分から、140 以上の区分が可能になつて来た。すでにこれを利用して、日下⁹⁾、新井⁶⁾、野村⁷⁾等は汚染の研究を実施しているが、その検査方法の困難さの為に、数を必要とするこの方面の検査は、今尚不十分と云わざるを得ない。

特に、長期連続的に糞便検査を実施する様な実験では、その困難さは大で、人体中にしばしば発見出来る 0-1~0-25 までの株の分類に制限されるのもやむを得ないことである。

糞便中から、0-1~0-25 までに同定可能の株の発見率は、長田¹⁰⁾、河島¹¹⁾、小張¹²⁾、新井⁹⁾、本橋¹³⁾等の報告を総合すると、60~20% となつてゐる。即ち 100 例の同定者を見出す為には、300 例以上の対象を求めざるを得ないと云うことになる。

又、伝播の面から考えると、経口摂取された大腸菌が腸内増殖を行い、糞便中に発見されるには、少くとも 48 時間以上を必要とするだろう。勿論、間接的に摂取されるなら更に長時間を必要とする。しかし、この場合の検討が、赤痢その他の伝染病を基本としている関係上、新鮮な状況下に於ける伝播であるなら、早期伝播を考え、一応 3 日と云うことが考えられる。そうすると、確実な実族内伝播をみる為には、約 10 日間の連続検便を実施しなければならないと云うわけである。

即ち、この期間に、約 3,000 名以上の糞便を検査する必要が生じて来る。

又、家族集積性を論ずる為には、出来るだけ家族人員の多い世帯がよい。その為には 4 人世帯、5 人世帯、6 人世帯が適当である。平均 5 人とすれば、約 60 世帯の調査でもある。

対 象

以上の理由の為に、著者は関東地方の農村を選ん

第 1 表 対象世帯数

家族 人員	世 帯 数	総 人 員
4	23	92
5	34	170
6	31	186
計	88	448

第 2 表 人口構成

年令区分	男	女	計
0	7	6	13
1	4	10	14
2	7	6	13
3	8	5	13
4	8	8	16
0～4	34	35	69
5～9	28	23	51
10～19	26	23	49
20～29	21	36	57
30～39	28	26	54
40～49	22	19	41
50～59	15	16	31
60～	8	19	27
計	216	232	448

だ。第1表に、対象の世帯を示し、第2表にその人口構成を示す。選択された世帯である理由からか、人口

構成は、10才以下と20～39才の年令層に多い。即ち、両親に子供と云う例の多いことを示している。

検 査 方 法

対象世帯が88世帯で人口が448名を得たので、大腸菌の検査方法も新井、野村の実施した方法よりやや簡略にした。

即ち、糞便を取りその一白金耳をデスオキシコーレイト寒天平板培地に塗抹分離し、その中から定型的な大腸菌コロニー3コを取り上げた。それを Imvic System によつて分類し、E. coli I 型を取上げ、0-1～0-25 までの血清学的分類を実施した。

第3表にそれを示す。10日に検査総件数3,751件、各件より3個のコロニーを取上げたので、11,253株を得た訳である。その内261株は、大腸菌として否定され、残りの10,992株について Imvic System による分類を実施した。そして、E. coli I 型株、8,165株(71.6%)を得た。これについて0-1～0-25

第 3 表 Imvic System による大腸菌の分類

	E. coli I	E. coli II	E. freund	A. aersg. I	A. aersg. II	Intermed.	計
株 数	8,165	553	527	517	109	1,121	10,992
%	71.6	5.4	5.2	5.1	1.2	11.5	100.0

第 4 表 大腸菌 0-1～0-25 の同定数

年 令	男			女			計		
	株 数	同定株数	%	株 数	同定株数	%	株 数	同定株数	%
0	153	41	26.7	133	32	24.1	286	73	25.5
1	89	28	31.5	246	76	30.9	335	104	31.5
2	149	39	26.3	110	48	43.5	259	87	33.7
3	166	56	33.6	105	45	42.9	271	101	37.4
4	119	47	39.5	220	80	36.2	339	127	37.6
0～4	676	210	31.1	814	280	34.4	1,490	492	33.0
5～9	585	239	40.9	479	192	38.0	1,064	431	40.6
10～19	561	226	40.3	505	203	40.5	1,066	429	40.4
20～29	458	188	41.0	782	318	40.7	1,240	506	40.7
30～39	597	239	39.0	514	216	42.0	1,111	455	41.0
40～49	462	188	40.7	391	156	39.9	853	344	40.4
50～59	464	173	37.3	291	126	41.5	755	299	39.5
60～	173	74	42.7	413	172	41.6	586	246	42.1
計	3,976	1,537	38.6	4,189	1,665	40.0	8,165	3,202	39.4

までの血清分類を実施した。

成 績

1) 性、年令別にみた同定株の比較

8,165株の内、同定された株は3,202株であつた。即ち39.4%でこれは新井の42%より低い。これは、

新井は1件について5コロニーを取上げているのに、著者は3コロニーを取上げた事、及び、同一糞便中に、同じ菌株の大腸菌の発見する例の多いことの為であろう。

性、年令別の比較は、第4表に示す。年令別にみると、0才は25.5%で低い。これは乳児の大腸菌が変

動の甚しいことによるものと考えられる。又、年令が増加するに従つて同定率がよくなる様である。

性別にみると、0～4才は、男が同定率が悪い。しかし、有意差は認めない。

2) 日別同定状況

第5表に、日別の同定状況を示す。この表は、糞便中に認められない菌型で、同一糞便中から同一菌型が2個、3個と同定されても、例えば0-1に3コロニーとも同定されてもその糞便は0-1と1件記録した。又、同時に0-1と0-12が同定された場合は2件として記録したものである。それ故、同定人員より延同定件数が多くなっている。延同定件数は、35.7%で、同定人員は23.3%である。長田¹⁰⁾の60.3～32.4%、新井⁶⁾の37.9%、河島¹¹⁾の33.7%よりは低いが、本橋¹²⁾の20% 小張¹³⁾の19%よりは高い。

同定株の高いものは、0-1、0-7、0-12、0-16で、

第5表 E. coli の血清分類成績

菌 型	経 日									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	18	16	10	15	21	20	16	12	13	17
-2	1		1	5	5	4		1	8	11
-3		1								1
-4	1						1			
-5	5	11	19	20	8	8				
-6							2	3	7	8
-7	23	23	18	18	17	19	25	21	16	31
-8		1	1	3	1					
-9	4	4								
-10					1	1	5	8	10	1
-11										
-12	13	5	18	18	18	19	25	22	8	10
-13										
-14										
-15										
-16	11	18	22	22	20	16	13	9	15	12
-17	4									
-18							1			
-19						2	3	4	4	10
-20										
-21	9	16	3	3	10	9	1	1		1
-22										
-23	2									
-24										
-25		1	4	4	4	3	1	1	1	1
計	91	96	96	108	105	105	96	84	73	103
人 員	82	85	83	99	98	96	93	80	67	89
検査人員	378	378	369	378	378	369	378	377	378	368

0-2、0-5、0-6、0-10、0-19、0-21等は、10日間の間に一つの流行波を作っている。野村⁷⁾は、地区の調査を季節的に実施し、糞便中の細菌集は、一つの波をもつて移動していると報告しているが、著者の例でもその様な結果がみられている。

そして、この波が家族集積性を形造るものと考えられる。

3) 家族集積性

以上の同定されたものが、家庭内にどの様にみられるかを検討してみた。先ず、10日間の成績をみると、第6表の如くで、

$$\frac{\text{総同定件数}}{\text{世帯数}} = \frac{229}{112} = 2.04$$

となり、同じ株を有するものが、10日間の内に他に今一人いると云うことになる。又、一人だけしかもつていないのは、

$$\frac{\text{集積数1の数}}{\text{世帯数}} = \frac{42}{112} = 0.375$$

で、37.5% 即ち約1/3と云うことになり、可成り同世帯内では、同種の株をもっているわけである。

第6表 0-1～0-25までの菌株の10日間の集積状況

		世 帯 員			計	同 定 数
		4	5	6		
集 積 数	1	12	16	16	44	44
	2	8	11	16	35	70
	3	4	9	8	21	63
	4	2	4	3	9	36
	5		1	1	2	10
	6			1	1	6
計		26	41	45	112	229

研究方法の項に於て、著者は糞便汚染は早期が問題となる為に3日間に於ける状況を知るべきがよいと述べて本研究の計画を作つた。

第7表は、世帯20、22、63の10日間の同定例である。例20では、第1日にNo.3に0-12を同定其の翌日にNo.2に0-12を同定した。更に第3日には、No.4に0-12を同定、即ちこの3日間に、世帯員5名中3名に0-12を同定したことになる。又第3日目に、No.1に0-1を同定、その後3日間にNo.2を同定、即ち5名中2名に同定されたことになる。又、0-18は第7日目にNo.1に検出されたが其の後は他にもみられていない。又、条件として、同一菌型が、同一人から断続的に出ているものは、この検討の場合は連続して出ているものと考え、外部か

第 7 表 3 日間に於ける集積性の検討 (その I)

世帯	人 員	経 日									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
例 ・ 20	No. 1			0-1	0-1	0-1	0-1	0-18	0-1	0-1	0-1
	No. 2		0-12				0-1				
	No. 3	0-12		0-12	0-12	0-1	0-12				
	No. 4			0-12				0-12	0-12		
	No. 5										
例 22	No. 1	0-16					0-21	0-21			0-21
	No. 2	0-16			0-16	0-16	0-16	0-16	0-16	0-16	0-16
	No. 3										
	No. 4		0-16	0-16	0-16	0-16	0-21	0-16	0-16	0-16	0-16
	No. 5		0-16				0-16		0-2	0-2	
	No. 6	0-17									
例 63	No. 1			0-25	0-25	0-25					
	No. 2				0-25				0-19	0-19	0-19
	No. 3			0-25		0-25	0-25		0-19	0-19	
	No. 4			0-25	0-25	0-25	0-25				
	No. 5		0-25	0-25	0-25	0-25	0-25	0-25	0-25	0-25	0-25
	No. 6										

集積状況 (その II)

		世 帯 員		計
		5	6	
集 積 数	1	1		1
	2	1	1	2
	3	1	1	2
	4		1	1
	5		1	1
	6			
計		3	4	7

第 8 表 0-1~0-25 までの菌株の 3 日間
の集積状況

		世 帯 員			計	同 定 数
		4	5	6		
集 積 数	1	8	10	12	30	30
	2	8	8	15	31	62
	3	3	8	7	18	54
	4	1	3	3	7	28
	5			1	1	5
	6			1	1	6
計		20	29	39	88	185

らの再感染は考えなかつた。これは、伝染病の伝播の理論に及ぼす場合好都合であるからである。

又、例 22 に於て、第 9 日目に、0-2 が No. 4 に検出されたが、これは其の後の 3 日間の様子をみれないので、集計から除外した。

以上をまとめると、第 7 表のその II の集積状況となる。

これを全世帯にまとめたのが第 8 表である。第 6 表で実施した如く、世帯内に同一株を 3 日間に有する率は

$$\frac{\text{総同定数}}{\text{世帯数}} = \frac{185}{88} = 2.10$$

で、第 6 表のそれとほぼ同程度である。即ち、糞便感染は、非常に早く行われることになる。

又、一人だけしかもたない場合は、

$$\frac{\text{集積数 1 の数}}{\text{世帯数}} = \frac{30}{88} = 0.340$$

で、第 6 表の 0.375 と大体同じである。

勿論、すべての経口摂取された菌が、その人の腸内で増殖し、又、糞便中に発見されるかどうかは、小張¹²⁾の報告のみならず、この実験の方法からも疑問視されるところで、この数値は、これ等の想定を加えると、最小の数値と考えられる。即ち、時には、同一世帯には、相当の集積を示すことになるわけである。

4) 搬入者別の集積性の比較
便所、台所を通じて、或は直接接触によつて、家庭内に伝播するのであつたならば、その搬入者、伝播源としての世帯員の状況によつて異なるであろうことが考えられる。新井は、子供は父親より母親よりの影響を受け易いと報告し、稲垣の家庭内汚染の研究の中で想定している。

搬入者を、その世帯内で最初に同定されたものとして、其の後の状況を、3 日間内の検査の結果でみると第 9 表の如くであ

る。

即ち、世帯内で自分以外に同型菌をもつ率は、母親、0 才児の搬入の場合が多く、父親は低い。又、単独でもつ率は、父親及び 1~9 才児が多いと云うことがわかる。

母親と 0 才児の間には相互汚染の関係があるのではないかと考えられるが、この実験では、例数が少ないので断定は出来ない。

第 9 表 搬入者別集積状況

	父親	母親	0 才児	1~9 才児	其の他の男	其の他の女	計
世帯数(A)	29	20	4	9	10	16	88
同定数(B)	33	64	13	19	17	39	185
集積数 1 の数(C)	12	7	2	4	3	5	33
B/A	1.1	3.2	3.2	2.1	1.7	2.4	2.10
C/A	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3	0.3	0.340

総 括

糞便の家庭内汚染については、すでに同門の多くの研究があるが、未だに一つの理論に形造るには問題がある。家庭内特に現在の日本人の生活内に深く根を下している糞便汚染が、どこからどの様にしておこるかの検討は、消化器系伝染病、特に現在の急性灰白髄炎の如く、その予防法も不定の疾病の伝搬理論の為に必要なことである。

著者が実施した研究は、糞便汚染と云う大きな立場から、現在行われている、F. Kauffmann の大腸菌の血清分類法を基礎にしてその家庭内汚染をみたもので、極く早期に搬入された菌株は、家庭内に伝播されることを知った。

この伝播経路によつて、伝染病の病原体が早期に家庭内に拡がることを考えると、如何にしてこれを遮断するかが問題となる。単に飲食物を通してとの考えよりも、お互いが直接に伝播する様相をみせていることは、今後の防疫対策の樹立に重要なことであろう。

結 論

著者は、糞便中の大腸菌株を Kauffmann の血清学的分類によつて分類することにより家庭内に如何なる集積を示すかをみた。

1. 10 日間、88 世帯 448 名の対象に対して糞便検査を実施し、大腸菌株 10,992 株を得、Imvic system により E. coli I 型 8,165 株(71.6%)を得た。

2. 0-1~0-25 までの血清分類の結果は、同定された株 3,202 株 (39.4%)であつた。

3. これを性、年齢別にみると、0 才児は 25.5% で低く、年齢増加と共に同定率が高くなる様である。

4. 糞便による同定延件数は 35.7% であつた。

5. 被検者による同定件数は 23.3% であつた。

6. 同定株の多いものは、0-1, 0-7, 0-12, 0-16, 0-2, 0-5, 0-6, 0-10, 0.19, 0-21 等は、10 日間の連続検査中に一つの流行波を作つていた。

7. 同定株の家族集積性をみると、世帯内に同一株を有するものが 2.04 となり、一人以上同一世帯に同一菌株を有することになる。

8. 又、一人しかもつていない場合は、0.375 で、1/3 程度である。

9. 3 日間に於ける同様集積状況をみてもほぼ同様な結果が出た。即ち早期汚染が行われていることを意味する。

10. 搬入者別にこれをみると、母親と乳児が搬入者であつた場合が最も高い。これは、相互汚染の機会が多いのではないかと考える。

11. 父親が搬入者の場合は、最も少い。

稿を了るに臨み、御指導御校閲を賜つた内山主梧教授、乗木秀夫教授に深謝致します。また御協力頂いた衛生学教室各位に感謝します。

参 考 文 献

- 1) 公衆衛生院疫学部：公衆衛生，**13**，(5)，11 (1953)
- 2) 高橋修和：日医大誌，**28**，(1)，1 (1961)
- 3) 稲垣光男：日医大誌，**28**，(1)，33 (1961)
- 4) 漆原 勇：日医大誌，**28**，(2) 掲載予定 (1961)
- 5) 安達始郎：日医大誌，**28**，(2) 掲載予定 (1961)
- 6) 新井一男：民族衛生，**25**，483 (1959)
- 7) 野村 寛：日医大誌，**28**，(2) 掲載予定 (1961)
- 8) F. Kauffmann：Enterobacteriaceae (1951)
- 9) 日下貴夫：目黒研究所報告，**4**，(4)，449 (1959)
- 10) 長田紀春：日小会誌，**59**，60 (1955)
- 11) 河島俊也，他：日獣医師会誌，**10**，176 (1957)
- 12) 小張一峯：日伝染会誌，**29**，(2)，52 (1955)
- 13) 本橋 昇：日医大誌，**26**，529 (1959)