

# 塗抹法による検便成績から、蛔虫の真の感染者率、 平均感染虫数を推定する伏見の方法の実際応用例

## 大阪市の二小学校児童の 6~8 年間に亘る蛔虫感染状態の推移

伏見 純一 西村 猛

大阪大学微生物病研究所寄生虫原虫学部 (部長 森下 薫教授)

(昭和 33 年 10 月 9 日受領)

### まえがき

私たちが、ある集団の蛔虫の感染状態を云々するときには、ふつうは、塗抹標本 (1~2 枚) について、糞便中の虫卵の有無を目安にし、虫卵陽性者率が何%あるかということをもつてする。塗抹標本をもつと正確につくり、その中の卵数をかぞえたり、Stoll の諸変法によつて、計卵することは、ひろく一般的には、行うことが難かしい。したがつて、平均感染濃度が、どう変動するかというようなことは、ごく大ざっぱな、十廿卅というような記号によつてあらわす以外には、よい方法はない。又、たとえ、計卵が一応正確に行いえたとしても、雄だけの感染者は、全然考慮にいれられないから、まだまだ不十分である。

著者らの一人である西村は、1949年の秋より、九条北小学校 (K 校と略記) の、1952 年秋より、鷹合小学校 (T 校と略記) の、年 2~3 回行われる集団駆虫に関与することとなつたので、年 2~3 回ずつ、これら小学校児

童の集団検便を行うこととなつた。そこで西村は、駆虫をくりかえして行うことにより、虫卵陽性者率 (Y) がどのように変つていくか、それに伴つて不受精卵の陽性者率、十廿卅等のものの率が、どのように変つていくかを調べ、それにより、できれば感染量の変化をつかみたいと考えた。そこで、データの信頼性を高めるため、終始一人て、入念に、塗抹一枚という条件で、今日まで 6~8 年間、上記のいろんな値を実測してきた。

ところが、上記のいろんな値を、あれこれいじつても、Y が減少するにつれ、感染量が減少しているようだということはいへても、量的にそれを云々することはできなかつた。

一方、著者らの一人である伏見は、やはり 1949 年に、雄だけの単性感染者率ということを考え、それが平均感染虫数と感染虫数の分布型とに関連するものであるということ、量的に考察したが、感染虫数の分布型ということが、なかなか複雑な問題なので、一応そのままに放置しておいた。ところが、その後分布型に関するいろんな資料もでてきたので、種々検討の上、分布型を Pólya-Eggenberger 型と見なして、考察をすすめていくことに、一応の自信を得た。

そこで、伏見 (1959) のような理論模型をつくり、ふつうの検便成績から、真の感染者率 (X)、平均感染虫数 (N)、雄、雌の単性感染者率 (M、F) を、一応推定しうるグラフをつくつた。

そこで、西村の実測データについて、伏見の方法を用い、西村は、その目的とする感染虫数の推移を知ろうとし、伏見は、その方法の、実際的应用の適否を知る一助としようとした。

JUNICHI FUSHIMI & TAKESHI NISHIMURA: An example of the practical application of the Fushimi's method, by which the quantitative estimation of the genuine infection rate and the infection density on ascariasis from the result of the ordinary fecal smear examination are enabled. On the quantitative annual change, extend over six or eight years, of the infection rate and infection density on the two primary schools in City Osaka, in which the mass treatment of ascariasis has been repeated (Department of Parasitology, Research Institute for Microbial Diseases, Osaka University)

このようないきさつにより、著者らは連名で、今回の報告をする次第である。

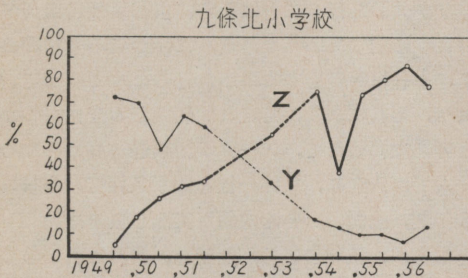
### 西村の得たデータの検討

西村の得たデータは、第1, 2図に示す通りである。このデータから直接にわかることは、次の通りである。

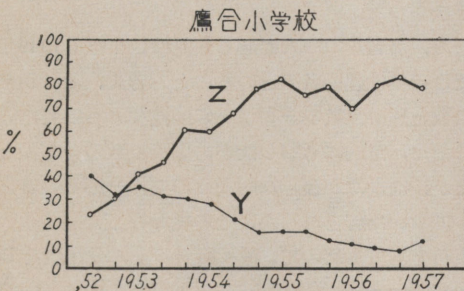
a: Yの減少について、Zは著明に増加し、両校とも、Yが10%前後、Zが80%前後で、一定してきている(第1, 2図)

b: Zが増加するから、当然のことではあるが、受精卵(混合卵も併せ)の排出率が著明に減少してきている。

c: 不受精卵, 混合卵も併せ、十のものの率が増加してきている。



第 1 図



第 2 図

d: 卍, 卍のものの率は、大体減少してきている。

e: K校の1950年の後期において、Yのみが、その前後にくらべて、著明に減少しており、1954年の後期に於いて、Yはその前後にくらべて、特異な値を示さないのに、Zが著しく減少していること。このときには、当然のことながら、受精卵の排出率が著明に増加している。

f: Yが20%以下、Zが80%前後になるまでは、Yと

Zとの関係は、両校において違っている。

以上の事実をどう考えてみても、感染虫数の変化については、ただ単に、Yが減少するにつれて、感染虫数が減少しているらしいということ、両校ともに、ここ数年來は、YもNも大体一定してきているようだということがいえない。

そこで、伏見の方法を適用してみようということになったのであるが、その時には、まず、KT両校の児童の、蛔虫感染に対する均質性について、検討しておかねばならない、

この均質性ということとは、感染の機会の均質性と、感受性の均質性とにわけて考えねばならぬ。

まず、感染の機会の均質性の問題であるが、K校より考えてみる。K校の校区は、大阪市西部の、工業を主とする商工業地帯にあり、人家工場が密集し、生活水準は、一般的に低い。家族の職業は、主として工員、小売業者及びその他の下級賃金生活者である。畑地は全くない。従つて、第一の均質性は、相当高いものと考えられる。

T校の校区は、大阪市内東南の、近年急速に住宅地帯化してきた地区にあり、旧來の農家の傍に、コンクリート住宅が、次々建設されているところである。米麦作を主としていた農家が、だんだん野菜作に変わり、しかも作地面積は急激に減少してきている。従つて、農家の大部分が賃金生活者になつてきており、純農家は、現在では、0.4%ほどである。即ち、農村的環境から都市的環境へ急激に変わりつつあるところである。従つて、第一の均質性は相当に低いところであるが、近年は均質性が高まつてきつつあるといえよう。

第二の感受性の均質性であるが、両校とも小学児童であり、全校児童を対象とするものであるから、一応相当高いものと考えてよい。ただし、両校とも、特にT校は転入者が多いから、転入者の先住地の如何により、第一の均質性は、大きくディスターブされる可能性が大きい。

以上のような、問題以外に、均質性については、駆虫による影響を考えねばならないが、これは、あとでのべることとする。

第二の問題は例数であるが、表に示したように、両校とも年々増加している。これは、K校においては、主として、戦災後の再転入者と、1947~48年の出産のピークのためであり、T校においては、住宅の急激な膨脹と、上記の出産のピークのためである。

第 1 表 九条北小学校 (K校) の検便成績

		○ +	△ +	△ ++	△ +++	○△ +	○△ ++	○△ +++	虫卵陽 性者	検査 人員
1949	A	14 5.3	186 70.6	56 21.2	7 2.7				263 72.4	362
	S	79 18.9	208 49.7	55 13.1	5 1.2	40 9.6	22 5.3	9 2.2	418 70.0	599
1950	A	61 26.5	109 47.5	40 17.4	1 0.4	12 5.2	5 2.2	2 0.9	230 48.0	479
	S	178 31.9	135 24.2	93 16.4	5 0.9	52 9.3	68 12.2	26 4.7	557 63.6	877
1951	A	185 34.4	174 32.3	90 16.7	4 0.7	50 9.3	33 6.1	3 0.6	539 58.6	920
	S	137 42.2	80 24.7	54 16.6	3 0.9	15 4.6	28 8.6	7 2.7	324 50.0	648
1952	A*									
	S	166 55.6	72 24.1	27 9.1	2 0.7	16 5.4	12 4.0	3 1.0	298 32.9	906
1953	A*									
	S	164 75.0	33 15.0	12 5.5	1 0.5	4 1.8	2 0.9	3 1.4	219 16.4	1337
1954	A	69 37.1	96 51.5	10 5.4	0	5 2.7	6 3.2	0	186 13.5	1371
	S	90 73.7	15 12.3	12 9.9	1 0.8	3 2.5	1 0.8	0	122 10.5	1162
1955	A	111 80.0	20 14.4	5 3.6	0	3 2.2	0	0	139 10.3	1344
	S	75 87.2	10 11.6	0	0	1 1.2	0	0	86 6.4	1345
1956	A	97 77.0	21 16.6	2 1.6	0	3 2.4	3 2.4	0	126 13.5	933

K校では、360名から1800名余に増加し、T校では、700名余りから1400名に増加している。例数としては、多いとはいえないが、少なすぎはしない。

なお、はじめにものべたように、K校は年2回、T校は年3回駆虫している。この駆虫に、塗抹1枚で、虫卵を検出したもののみ投薬しているのであるから、雄だけの単性感染者や、虫卵を排出しない雌虫の感染者及び虫卵を排出しても、検出されなかつたものは、駆虫の対象にはならない。伏見 (1959) ものべたように、こういう場合には、駆虫後には、雄虫の単性感染者が非常に多い、ゆがんだ、感染虫数の分布型を示すようになる。こうしてきたゆがみは、年月がたてば、是正されてくるが、短い期間をへだてて駆虫をくりかえした場合には、ゆがみは、増大こそすれ、減少はしないであろう。今回のデータは、数カ月おきの駆虫であるが、この場合に、どれ位のゆがみができるかは、何ともいえない。

又、年に1回、対象集団から、6年生が除かれ、1年生が入ってくる。しかも転入学児童も相当ある。

こういう条件を考えると、今、対象としている集団は、果して、伏見の方法を適用しうるかどうかたがわしいということになる。少し厳密に考えれば、適用しえないといった方がよいようである。

しかしながら、こういう問題に対する考慮は、一応よく払いつつも、対象集団の感染虫数は、P-E型であると見なして、西村のデータを処理するという大胆さをもって、伏見の方法を適用することとする。

### 伏見の方法にて処理した結果

前記のK、T両校のデータを、伏見の方法で処理し、X、N、F、Mを求めた。その数値は、第3、4表に示しその中のXとNとの関係は、第3、4図に示した。

まず、K校からみていこう。1494年の秋には、Yの

第2表 鷹合小学校 (T校) の検便成績

		○ +	△ +	△ ++	△ +++	○△ +	○△ ++	○△ +++	虫卵陽 性者	検査 人員
1952		77 23.2	133 40.2	62 18.8	59 17.8				331 40.5	818
	1953	S	74 31.0	111 46.7	44 18.5	9 3.7				238 32.2
A		116 41.8	105 37.9	47 17.0	9 3.3				277 35.6	779
W		127 46.5	97 35.5	33 12.1	16 5.9				273 31.2	875
1954	S	131 60.1	50 22.9	31 14.2	6 2.8				218 30.4	719
	A	166 59.2	81 28.9	27 9.7	6 2.1				280 28.5	981
	W	166 67.8	60 24.4	18 7.3	1 0.4				245 22.1	1108
1955	S	133 78.8	17 10.1	11 6.5	2 1.2	6 3.6	0 0	0 0	169 15.5	1085
	A	163 82.4	18 9.1	4 2.0	2 1.0	6 3.3	3 1.5	2 1.0	198 16.3	1213
	W	157 75.1	31 14.8	7 3.4	1 0.5	4 1.9	6 2.9	3 1.4	209 16.8	1242
1956	S	124 79.0	19 12.1	10 6.4	0 0	3 1.9	1 0.6	0 0	157 12.9	1219
	A	104 69.8	19 12.7	7 4.7	4 2.7	6 4.0	8 5.4	1 0.7	149 11.1	1338
	W	91 79.1	13 11.3	2 1.7	0 0	4 3.5	5 4.3	0 0	115 8.7	1325
1957	S	89 83.1	14 13.1	1 0.9	0 0	2 1.9	1 0.9	0 0	107 7.8	1370
	A	125 78.7	19 11.8	4 2.5	0 0	9 5.6	4 2.5	0 0	161 11.5	1395

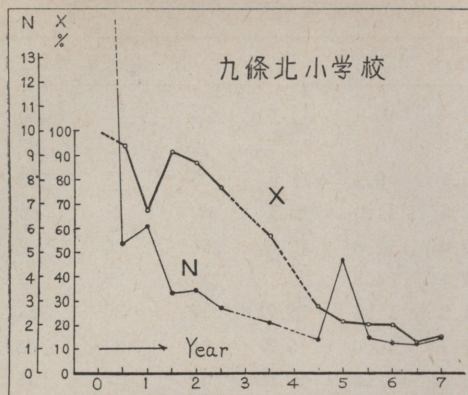
第1, 2表の註

- 1) +, ++, +++の区別は, 厚生省編纂の, 寄生虫検査指針による. 但し, 塗抹標本は1枚だけである.
- 2) +, ++, +++の左肩の○印は, 不受精卵を意味し, 右肩の△印は, 受精卵を意味する. 従つて, +は不受精卵と受精卵の混合を意味する.
- 3) Sは春季, Aは秋季, Wは冬季を意味するが, 實質的には, 1学期, 2学期, 3学期の意味である
- 4) 各S, A, Wの成績の, 上の欄の数字は, 実数であり, 下の欄の数字は, 百分率(少数点以下1位迄)である. 虫卵検出者の百分率は, 検査人員に対してであり, その他の欄の百分率は, 虫卵陽性者に対してである. 即ち, 虫卵陽性者の百分率はYに当り, ○+の百分率はZに当る.
- 5) K校の1949年の検便では, 混合卵は受精卵に入っている. T校の1952~1954年も同様である.
- 6) K校の\*印のところは, 検便成績がなくなつたところである.

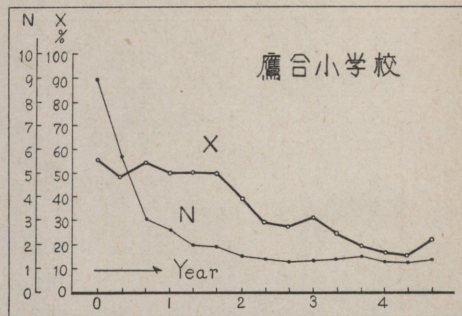
72.4%に対し, Zは5.3%という低率であつた. このよ  
うな場合には, 計算上, 内容上の無理のため, 伏見のグ  
フには, h, d値が記載されていない. して, h, d値を  
算出してみると, とともに, 数10ということになり, Xは  
100%に近く, Nは数10となる. もともと伏見のグラフ  
の, A = 0.8の方では, このあたりのY, Zからは, 正  
確なX, N等は求めにくい. 相当大きく出すぎるからで

ある.

ところが, 駆虫を1回やつて, 半年後には, Xはやは  
り90%台であるが, Nは5.3となり, 次のイレギュラー  
なケースをへて, 3回駆虫をした1年半後には, Xは已  
然として90%台ではあるが, Nは最初の約1/10の3.3と  
なつている. ところが, その後は, Xにくらべて, Nは  
徐々にしか減少せず, それから3年間に, Xは1/3以下



第 3 図



第 4 図

第3表 Y, Z より求めた h, d, X, N, M, F (K校の場合)

	Y	Z	h	d	X	N	M	F	Y/X%	M/X%	M/Y%
1949	A	72.4	5.3	—	—	—	—	4.8	—	—	—
1950	S	70.0	18.9	5	2	93.6	5.3	6.1	16.5	75	7
	A	48.0	26.5	4	8	66.7	6.0	6.7	15.9	72	14
1951	S	63.6	31.9	3	0.5	91.2	3.3	11.7	25.4	70	13
	A	58.6	34.4	2.9	1	86.6	3.4	13.2	25.2	68	15
1952	S	50.0	42.2	2.1	1	76.7	2.7	14.2	26.4	65	19
	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1953	S	32.9	55.6	1.2	1	56.5	2.1	15.4	22.9	58	27
	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1954	S	16.4	75.0	0.4	0.5	27.7	1.4	7.2	15.4	59	26
	A	13.5	37.1	1	10	21.3	4.7	4.4	6.3	63	21
1955	S	10.5	73.7	0.3	0.7	20.4	1.5	7.3	9.7	52	36
	A	10.3	80.0	0.27	0.4	20.2	1.3	7.5	10.3	52	37
1956	S	6.4	87.2	0.15	0.25	12.5	1.2	4.5	7.0	51	36
	A	13.5	77.0	0.35	0.5	24.7	1.4	7.8	13.0	55	32

の30%ほどになり、Nは約  $\frac{1}{2}$  の 1.4位になっている。その後は、Xが再び殆んど減少しなくなり、20%前後の値を示し、Nも 1.2~1.4位で、大体一定してきている。その間、1954年の秋季には、前にものべたような、大きなイレギュラーなケースがあつたが、このときにはNが3倍余りにふえていることになる。しかし、これはNがこんなに増加したものではなく、おそらく、分布型が P-E 型より大きく変異したためであらうと考える。

以上のように、最初の駆虫をあわせて駆虫は3回、期間にして1年半の間は、Xは殆んど変化なく、Nのみが非常に減少している。それからは、Nの減少率は低下し

Xの方が大きく減少し、3年後には、X, N とともに大体一定している。

T校についてみると、1952年の最初には、Yが40.5%で、Zが23.2%であり、K校の場合とは、非常に異つた値を示している。ところが、年に3回駆虫をして、1年半の間に、Xは57~50%と、大きな差を示していないのに、Nは最初の  $\frac{1}{2}$  に近い2に低下している。そうしてK校の X, N に大体等しい値を示すようになり、その後K校と殆んど等しい経過を示している。

以上の関係を、h, d についてみると、K校では、最初は、h, d とともに数10という値を示すが、1年半後には、h

第4表 Y, Z より求めた h, d, X, N, M, F (T校の場合)

		Y	Z	h	d	X	N	M	F	Y/X%	M/X%	M/Y%
1952	W	40.5	23.2	5.1	18	56.6	9.0	6.0	11.8	72	11	15
1953	S	32.2	31.0	2.8	10	48.8	5.8	8.6	12.5	66	18	27
	A	35.6	41.8	1.7	3	54.4	3.1	9.9	18.6	65	18	28
	W	31.2	46.5	1.3	3	50.9	2.6	11.0	18.1	62	29	46
1954	S	30.4	60.1	1	0.9	50.6	2.0	12.6	22.8	60	25	42
	A	28.5	59.2	1	1	50.0	2.0	14.3	21.1	57	29	50
	W	22.1	67.8	0.65	0.65	39.4	1.6	11.8	18.7	56	30	53
1955	S	15.5	78.8	0.4	0.3	29.4	1.4	10.0	15.3	53	34	65
	A	16.3	82.4	0.36	0.2	27.9	1.3	7.5	16.8	59	27	46
	W	16.8	75.1	0.45	0.4	31.3	1.4	10.3	15.8	54	33	61
1956	S	12.9	79.0	0.34	0.35	25.2	1.4	9.1	12.7	51	36	71
	A	11.1	69.8	0.33	1	20.3	1.6	6.4	9.7	55	32	58
	W	8.7	79.1	0.22	0.5	16.3	1.3	5.5	8.6	53	34	63
1957	S	7.8	83.1	0.2	0.3	16.0	1.3	6.2	8.1	54	39	80
	A	11.5	78.7	0.3	0.4	22.2	1.4	7.8	11.3	52	35	68

は3, d は 0.5となり, 非常に低下している。その後, h は, d の1の線に沿って徐々に減少し, ついて, d は1より小さくなり, 0.5~1の間に入り, h は0.3前後となつて, 一定してきている。

T校では, 最初は, h は5.1, d は18を示すが, 1年半後には, h は約  $\frac{1}{5}$  の1に, d は約  $\frac{1}{20}$  の1に, それぞれ減少して, K校の h, d 線に合流し, 以後K校と大体等しいか, あるいは, それよりも小さい h, d を示すようになる。即ち, h は0.2~0.4, d は0.2~0.5となつて一定してきている。

このように, 駆虫をはじめて, 1年あまりの間(駆虫回数3~4回)に, h も減少するが, 特にdが非常に減少し, 次に, dが大体一定で, hが徐々に減少し, その後, h, dとも殆んど一定の値を示すようになるということは, X, N についていえたことと同じことで, 非常に興味のあることである。

ただここで, 一言断つておかねばならぬことは, ここでいう, h, d は, 理論疫学でいう h, d とは違うことである。理論疫学でいう h, d は, 一家庭の平均感染者数と, それの伝播常数とであるが, ここでいう h, d は, 一人の消化管内の蛔虫の平均感染数と, それについての伝播常数である。従つて, ここでいう h, d を, そのまま, 疫学でいう h, d に結びつけてはならない。

次に, M, F についてみよう。M, F はNが減少するほど大きくなることは, いうまでもない。Nは, 普通は,

Yが小さくなるほど小さくなるから, M, Fも, 大体は, Yが小さくなるほど大きくなる。しかし, Yがある程度小さくなれば, Yに対する M, Fの率は大きくなつても M, Fの絶対値は, 又小さくならざるを得ない。従つてどこかで, M, Fの最大値がでてくる。

Mについては, K校のような h, d 線を示すケースでは, Yが32.9%(Xは56.5%)のときに, 最大の15.4%に達し, T校のようなケースでは, Yが28.5%(Xは50%)のときに, 最大の14.3%に達している。

Fについては, K校では, Yが50%(Xは76.7%)のときに, 最大の26.4%に達し, T校では, Yの30.4%(Xは50.6%)のときに, 最大の22.8%に達している。

つまり, 雄虫, 雌虫の単性感染者率は, このK校や, 1954年以降のT校のように, あとでものべるように, 典型的なYZ関係(h, d関係)を示すケースでは, 最も多いときに, それぞれ, 15%ほどと, 26%ほどであるということができよう。

次に, Mの X, Y に対する率をみてみよう。いうまでもなく, 伏見の方法では, Pを  $\frac{1}{5}$  (40%)としているのであるから, MのXに対する率は, 最大のときに(即ち, Nが1のとき)40%となるわけである。

K校では, この率は, 数%から徐々に増加して, Yが10%位(Xが20%位)で, Xに対して36~37%, Yに対して70~73%, ほどに達している。いうまでもなく, T校に於いても, 大体同じであつて, Yが10%位(Xが20

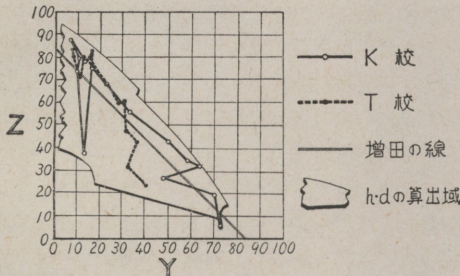
%位) のときに, X に対して 35~39% (Y に対して 70~80%) を示している。

F については, N が 1 になれば, 即ち, 伏見の方法では, X が 0 になるときに, Y に対して 100% になるわけであるから, それまで増加するわけであり, 特にいうことはない。

なお, Y の X に対する比をみてみよう。この値は, N が減少すれば, 減少する筈であるが, K 校では, 80% 以上から 50% 余りに減少し, T 校では 72% から 50% 余りになっている。即ち, 真の感染者率は, 塗抹 1 枚の虫卵検出者率の 1.2~2.0 倍位の値を占めるものと考えてよく, Y が 10% 位では, X は 20% 位と考えてよいことを示している。

考 察

以上にのべてきたように, 伏見の方法は, 実際例に大体支障なく適用しうるし, 得られた結果も大体常識的なものであり, 意外なものでないことがわかった。又伏見のグラフは, YZ 平面上に h, d の値をとるに際し, 内容上, 計算上無理のない範囲に限ったのであるが, K, T 両校の実測値が, 大部分その範囲に入ったことも, 本理論模型が, 実際の姿を大体正しく反映しているものと見なしうと思う (第 5 図)。



第 5 図

従つて, 得られた数値は, 実際の値から遠いものではないと考えられるから, 大都市の市中及び周辺部における, 駆虫を年 2~3 回くりかえし行つてゐる小学児童の, 蛔虫の感染状態の推移が, 大体つかみ得られたと思う。

即ち, 1949~50 年という, 未だ蛔虫の感染率が非常に高率であつた時でも, K 校のような環境の小学児童に, 年 2 回の駆虫を行えば, 1 年半 (駆虫 4 回) て, X には大差は見られないが, N は非常に減少しているし,

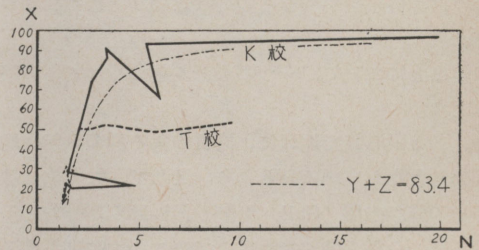
1952~53 年 (市内では, X, N ともに, 相当減少しはじめたところである) における, 市周辺部の T 校の児童についても, 同様なことがいえる。そして, その後は, 両校児童ともに, X, N が徐々に減少し, 数年後には, X が 20% ほど, N が 1.2~1.5 程度で一定してきている。

ところで, このような推移をたどるのは, どのような理由によるものであらうか。次に, それについて, 考えてみたい。

N の大きな集団を駆虫すると, 排虫者率, 排虫数は多いが, 陰転者率は小さいということは, よく知られていることである。即ち, 一人当たり, 多数に感染している蛔虫の, 多くの部分は駆虫されるが, 全部は出にくいからである。又 N, X が大きい時は, 大体再感染も多いから, 陰転しても, すぐ, 少数ながら感染するであらう。

従つて, X, N が大きい集団に, 駆虫を数回くりかえすと, X は殆んど減少しないが, N の方は, 非常に減少するであらう。つまり, 感染虫数の少いものの率が増加するということであり, h も減少するが, とくに d が減少するということである。感染虫数の少いものの率が増加すると, 雄虫の単性感染者が増加するから, X に較べて, Y の方は, ある程度減少することになる。

こうして, ある程度まで N が減少すると, 駆虫薬による陰転者率が高まるから, X の減少が目立つてくる。も



第 6 図

つとも, 再感染による X の増大もあるが, それよりも減少の方が大きくなるようである。しかし, N が小さいと再感染が N に強くひびき, N の減少率は小さくなるであらう。

このように考えると, K, T 両校の X, N の推移が説明できると思う。

しかしながら, X, N の推移は, 駆虫の効果を除外した他の考え方で説明できるということは, 考えておかねばならない。

即ち、増田（私信）は、数多くのいろんな質の集団についての Y と Z との値を集めて整理し、平均的な YZ 関係は、 $Y+Z=83.4$  になるといつている。いうまでもなく、質の異つた……即ち h, d のそれぞれ異なる……集団についての Y, Z を平均するというに、根本的な問題があり、著者らは上記の YZ 関係をうのみにしなない。しかしながら、理論的には不完全であつても、ごく大ざつぱに、大体の傾向としてつかむには、一応の目安にしようと思う。

そこで、増田の Y, Z の値に伏見の方法を適用して、いろんな値を出してみた（第 5 表）。さしあつては、X, N の値だけが必要なのであるが、他の値も算出しておいた。ごく大ざつぱな見当をつけるには、役に立つと思うからである。

さて、この X, N 関係を、KT 両校の値と対比して図示すると、第 6 図のようになる。即ち、平均的 XN 関係は、K 校の 8 年間の XN 値の推移の線に近い軌跡を描いているわけである。こういう現象的なアナロジーにより本質的な面まで考えることは、或いは危険であるが、とにかく、こういうことから、XN のともに大きな集団は X が減少していく時には、N は図の増田の線のような減少の仕方をするのではないかとということが考えられる。つまり、K 校の XN 関係の軌跡は、K 校児童の生活環境から、虫卵が年年ある割合で除去され、再感染が減少していけば、自ら描かれるものではないかと思われるのである。

このことについて、一つのモデルをつくつて、考察してみよう。

今、ある限られた地域に、同質のある種の木が、均等な間隔で分布しているとしよう。そして、この木には、ある種の蜂が虫癭 (Gall) を作るとしよう。

ある時、一群の蜂がやつてきて、この木に卵を産み、それが全部 Gall となつたとしよう。そうすると、蜂は

どの木により多く卵を産む必然性もないから、蜂の数に対して、木の数が充分多い時には、一つの木に出来る Gall の数の分布は、大体 Poisson 型と考えられよう。こうして、何回も蜂の群がやつてきて、Gall をつくるとすると、Gall の数の分布は、Poisson 型の累積となつて大体 Pólya-Eggenberger 型になるであろう。

こうして、Gall の出来た木が増加していくと、Gall の出来た木の率 (X) と、平均 Gall 数 (N) との間には次のような関係が成立するであろう。即ち、はじめの間は、N はそう増加せず、X がどんどん大きくなり、X が大きくなるにつれ、N の増加率が少しずつ大きくなり X が 100% に近づくにつれ、N は急激に増加するようになる。抽象的に考えると、X が 100 になると、N は無限大になることになる。

即ち、X がある大きさまでは、 $X=k \log N$  (但し、k は比例常数) に近い関係を示し、X が非常に高率になると、N が上の式から離れて、急激に大きくなるであろう。

この関係を、反対に、XN が大きい場合から減少していくように考えれば、……これには、いろんな問題が入ってくるが、……XN が減少する際の様相になるのではなからうか。

再感染、自然排虫 (寿命)、不受精卵の産生というような、いろんな要因が複雑にからみあい、社会的な要因も多く関与する蛔虫の感染状態の推移の場合は、とうてい上のような簡単なものではあり得ないし、人間の蛔虫感染に対する感受性の分布型もわかつてはいないが、基本的には、上にのべた Gall の場合と、同様なメカニズムが横わっているものと考えられる。

このように、モデルをつくつて考えてみても、増田の YZ 関係からみても、K 校の XN の軌跡は、生活環境から一定の率で虫卵を除去し、再感染を減少させていつた場合に、描かれるものと、見なしうるのではなからう

第 5 表 増田の Y, Z 関係に相当する諸値 (A=0.8)

Y	Z	h	d	X	N	M	F	X/Y	M/Y (%)	F/M
70.0	13.4	9	9	90.0	10.0	2.5	11.7	1.3	3.6	4.7
60.0	23.4	4.6	4	83.3	5.5	8.3	17.6	1.4	13.8	2.1
50.0	33.4	2.9	3	73.8	3.9	11.3	20.9	1.5	22.6	1.9
40.0	43.4	1.8	2.4	60.1	3.0	10.1	21.7	1.5	25.3	2.2
30.0	53.4	1.1	1.8	46.7	2.4	9.2	20.0	1.6	30.7	2.2
20.0	63.4	0.65	1.2	34.8	1.9	9.8	15.9	1.7	49.0	1.6
10.0	73.4	0.3	0.75	18.2	1.6	5.7	9.2	1.8	57.0	1.6



か。

もつとも、このように考えては、説明しにくいことも多い。たとえば、T校のXNの軌跡の説明や、K校のXNの軌跡を描く時間の問題などがこれである。従つて、駆虫要因の影響によるという考え方は否定できない。ただ、駆虫要因だけを主として、簡単に考えてはならないということのべたまでである。

次に、今回の結果から考えられることは、XやNが大きい集団を駆虫して、Xがなかなか減少しない場合(Yが著しく減少しない場合)でも、駆虫の効果が上らなると考えてはならないということである。Nが著しく減少していることが多いと、考えられるからである。従つて今後駆虫に際しては、できるだけ、Zを実測しておくのがよいと思われる。T校の場合に、年3回駆虫をやつても、2年間は、ほとんどYに大きな減少がなかつたので関係者は相当失望し、駆虫と再感染とが平衡状態なので一旦駆虫をやめれば、バネのように、又高率感染状態になってしまうだろうなどといわれたものである。ところが、Nはその間に約80%も減少していたのである。Yだけを目安にして、ものを考えては、大きなあやまりを犯すことになるよい実例である。ある人は、ある都市の市の中の小学校で、年年駆虫をやつてきたが、Yがなかなか減少しないので、虫卵陽性者のみではなく、全員に駆虫したところ、その後検便に際し、非常にYが減少しており、その後の駆虫のあとの検便でも、Yが下降していったので、全員投薬がよいと主張した。このような事実からは、全員投薬がよいという結論は、どうしてもでてこないが、そのことの外に、Yが減少していなくても、Nが相当大きく減少していることが多いということ、そして、丁度全員投薬を行ったところに、Yが減少する時期に来ていたことは、当然ありうるということ等を考えてみても、この人の結論は、うけいれることができないであろう。

次に、著者らは、今回、伏見の方法を用いて、Y,ZからX,Nを求めてみたのであるが、X,Nを求めるにはかならずh,dを求めねばならない。しかも、hは、その調査集団全員についての平均感染虫数である。このhとdとを見れば、その集団の感染虫数の分布型がわかるわけであつて、その集団の蛔虫の感染状態をあらわすには、もつとも合理的な値である。もつとも、このh,dが合理的な値であるためには、その集団が、蛔虫の感染に対して均質であり、感染虫数の分布型がP-E型であるという条件がいるが、もし、伏見の方法によりX,Nを

求めることが、広く行われるのであれば、X,Nの代りにh,dを用いる習慣をつけるべきであろうと思われる。

以上、いろんなことを考察してきたが、伏見の方法は伏見(1959)にものべた通り、多くの前提の上につくられたものであり、しかも、実験的に検討乃至は証明がされていない。今後、いろんなところで、検便と全員投薬及び排虫観察が、十分に、正確に行われ、伏見の方法の適否が、十分に検討されることが望ましい。

終りにのぞみ、御激励、御校閲をいただいた森下教授に感謝する。

本篇の要旨は1957年11月23日、日本寄生虫学会西日本支部第13回大会にて報告された。

#### 文 献

- 1) 伏見純一(1959): 蛔虫の虫卵陽性者率と真の感染者率、単性感染者率及び平均感染虫数との関係についての考察, (1) 理論模型作製の基礎資料の検討, 寄生虫誌 8(1), 108-114, (2) 理論模型の作製, 寄生虫誌, 8(2), 166-173.

#### Summary

By the repeated treatment of ascariasis on a certain human group, we can achieve generally the diminishment of so-called egg positive rate. It is of interest to find out how the genuine infection rate (X) and the infection density (N)---the mean number of infected worms---will change quantitatively in correspond to the diminishment above mentioned. It seems to me impossible to find out these changes by common way of dealing with the results of fecal smear examination.

But this may be possible by application the method by Fushimi (1959) for the results from those group, in which the conditions for his method can be found.

One of the authors (T. N.) has made the fecal smear examinations before treatment on all children of two primary schools of City Osaka. In these schools the mass treatment has made after each examinations, twice or thrice each year, extend over six or eight years.

When once it will become clear that the method by Fushimi can be applicable to those groups, examined by Nishimura, we may be able to find out those changes and, at the same time, to establish the possibility of practical applicability of the method, founded by Fushimi.

For the reason above mentioned, the authors tried to apply the Fushimi's method to the Nishimura's results. At first, the condition for the

Fushimi's method has been examined and the method applied to the results.

The results of the application are shown in Table 3, 4. In these tables, M indicates the infection rate of the male worms only, and F indicates that of the females only.

From these results, it may be acceptable for us that concluded as follows. At the circumstance and time as the treatment had been made, for the first two years after the mass treatment has begun,

the diminishment of X is very small and that of N is very large, for the next several years, Ns diminishment is small but Xs diminishment is so large and for the last few years, both X and N become very small ones and maintain almost same values respectively (See Fig. 3, 4, 6.).

These facts are not far from our empirical expectation and it may be said that Fushimi's method is a suitable one for applying to a practical case.