

蛔虫の虫卵陽性者率とそれに対する不受受精卵のみの陽性者率とから真の感染者率及び平均感染虫数を直接求めうるグラフの作製について

—伏見の方法の簡易化のこころみ—

伏 見 純 一

大阪大学微生物病研究所寄生虫原虫学部 (部長 猪木正三教授)

(昭和 37 年 6 月 25 日受領)

まえがき

さきに伏見 (1959 a, b) は、ある社会集団における蛔虫の寄生数の分布は、だいたい、Pólya-Eggenberger 型 (以下、P-E 型と略記) に近似しうることをたしかたのち、その事実を利用して、蛔虫の虫卵陽性者率(Y)と、それに対する不受受精卵のみの陽性者率(Z)という容易に実測しうる値と真の感染者率(X)、平均感染虫数…平均寄生虫数…(N)、雄虫の単性寄生率…単性感染者率…(M)および雌虫の単性寄生率(F)という実測の至難な諸値との間の量的構造的関連性をあきらかにした。そうして、YとZとより X, N, M, F の諸値を求めるために必要な P-E 型分布の 2 母数である h と d とを Y, Z の値より逆算するためのグラフを作製した。このグラフがあれば、YとZとの両値さえわかれば、実に容易に X, N, M, F の諸値が求められるのである。

つづいて、伏見・西村(1959)は、蛔虫の集団駆虫をくりかえし行なっている大阪市の 2 小学校児童について、年 2~3 回、6~8 年間にわたり観察されてきた Y, Z の値に伏見の方法を適用して、その実際の応用の可否を検討するとともに、この 6~8 年間にわたる X, N, M, F の諸値の変化の様相について、各種の考察を行なつた。

著者は、ひきつづいて蛔虫の生活史の完結がその生活地域内でのみ行なわれる孤立した純農村において、Y, Z を追跡し、X, N, M, F の変化の様相を知りたいと考えたが、その機をうることができず今日に及んだ。

一方、小宮はやはり蛔虫防遏対策の実施、とくに集団駆虫のくりかえしによる Y, Z の値の変化に大きな関心を寄せていたが、小宮ら(1962)は、滋賀県農村の児童、園児を主とする非常に多くの集団について、厚層塗抹法による Y, Z の値を求めている。もちろん、この小宮た

ちのデータは、著者たちが大阪市の 2 小学校児童について実測したような長期間にわたる追跡データであり、著者たちのデータではなく、多くの集団についてのある時点における断面データとは、いささかおもむきを異にするものではあるが、農村型地域社会集団についての Y, Z の実態を把握するための好資料の一つであることに変わりはない。

小宮たちは、このようなデータと東京都の小学児童を主とする低感染率集団についてのデータとにもつぎ、つぎのように強調している。

すなわち、駆虫によるにせよ、何によるにせよ、Y が低下していけば、Z が増大するから (ただし、上記の小宮たちのデータのみは、Z の増大率が Y の大きいところでは、非常に小さいのである。このことについては、後節において詳述する)、再感染率が小さくなる。したがって、Y が減少するほど、集団駆虫による Y の減少率が増大する。そうして、Y が 5% 以下になると、Z はだいたい 80% 以上になるから、受精卵の排出者は全体の 1% 以下になる。このわずか 1% ぐらい感染者ならば、これを個別的に追及して徹底的に駆虫することは比較的容易である。

こうして受精卵の排出者が全くなくなれば、純農村型地域社会集団では、その社会集団はそれ自体に対しても他の地域社会集団に対しても蛔虫の感染源としての役割を果さなくなる (著者の定義では、蛔虫の感染源とは、受精卵の排出者であつて、受精卵そのものでも受精卵の付着物でもない)。したがって、各農村についてこうして受精卵の排出者をなくしていけば、わが国から蛔虫をなくすることができるし、しかもそのことは短年月間に可能なことである。

このような次第であるから、Zの大きさに充分注意を払いつつ、それに応じて集団検便、集団駆虫を主とする蛔虫の防遏対策を強力に実施すべきであるというのである。

小宮たちのこの主張は、個々の事実においてとくに新しいことではないが、それらの総合の上に、YとZとの変化の様相から集団駆虫と個別駆虫による蛔虫根絶の具体的方法を強く打ちだしているところにその意義があり、著者としてもよろこばしく思うのである。というのは、もともと著者が前記の3編の報告をだしたのは、以下にのべるような事情にもとづくものであつたからである。

すなわち、蛔虫のXやNが都市においても異常に高かつた1949年ごろ、「検便で虫卵の有無をしらべても、雌の寄生の有無だけしかわからないではないか!! 一体、雄だけの感染者の率(M)は、どれくらいのものなのか? もし、Yが70%もある場合、Mが20%以上もあるとすれば、全員が駆虫の対象となる筈だ。そうであれば、検便ということは、蛔虫に関する限り、あまり意味のないことになるではないか!! たとえ、Yが30%ぐらいでも、Mがやはり20%も30%もあるものとすれば、このMを放置しておいてよいということにはなるまい。だいたい、検便ということは何のためにするものなのか?」という疑問に、しばしば接したのである。

ところが、こういう切実な疑問に対する適切な解答は誰からも与えられていなかった。

当時、この方面の研究者たちは、ある集団の全員に駆虫薬を投薬し、全員の排便を1~2回採取して排虫数や雌雄をしらべ、前検便陰性のものの中の何名から雄だけの排虫を見たからといって、Mはだいたい何%であるなどという報告をだしていた。

しかし、これでは上記の疑問に対する解答にはならないのである。というのは、駆虫薬による陰転者率は、当時は、せいぜい40%ぐらいにすぎず、その上わずか1~2回の採便では、排虫をすべて観察することは不可能であるからであり、なによりもまず、Mは、当然X……ひいては、Y……およびN……ひいては、感染虫数の分布型……に関連を有する数値であるから、XやNなどときはなして、Mのみを云々することは、本来、全く不可能なことであるからである。

したがって、人々はこういうことに関して明確な知識なしに、ウヤムヤのうちに検便や駆虫を行うしかなかつたのである。

こういう事態に直面して、著者はこの問題に明確な解答を与え、人々にあきらかな指針と考え方のよりどころ

とをえさしめる義務があると考え、MとY、X、N、Fというような諸量間の構造的量的関連性を明確にしたいと思ひ立つたのである。

このさい、ある社会集団の構成員のおのおのに感染している蛔虫数が等しい場合ならば、上記諸量間の構造的関連性は、比較的簡単に云々できるので、このような場合を仮定して、著者は一応の説明をしてきたし、一文を草したりもした。しかし、科学的に確実に云々するには、まず、ある社会集団の構成員のおのおのに感染している蛔虫数の分布型をあきらかにしなければならぬのである。

ところが著者のおかれていた立場では、この分布型の問題を解明するのに必要な実験調査を行うことができず、必要なデータのあらわれるのを待つ外なかつたのである。

ようやく、数編の好適なデータがあらわれ、しかも、著者がこの仕事に従事できる機会をえたのは思ひ立つたから8年もたつた1957年のことであつた。

もちろん、この8年の間に大阪市の2小学校における6~8年間にわたるYとZとの追跡データもえられたし、検便の虫卵検出率についての報告などにも接したので、資料はゆたかになつてきており、8年の年月があながち無駄であつたともいえない。

こうして、1957年の秋に学会に報告したときには、都市における蛔虫問題は、一応表面的には影をひそめており、著者の仕事の意義もいささか異つてはきたが、その重要性に変化があつたとは思えない。

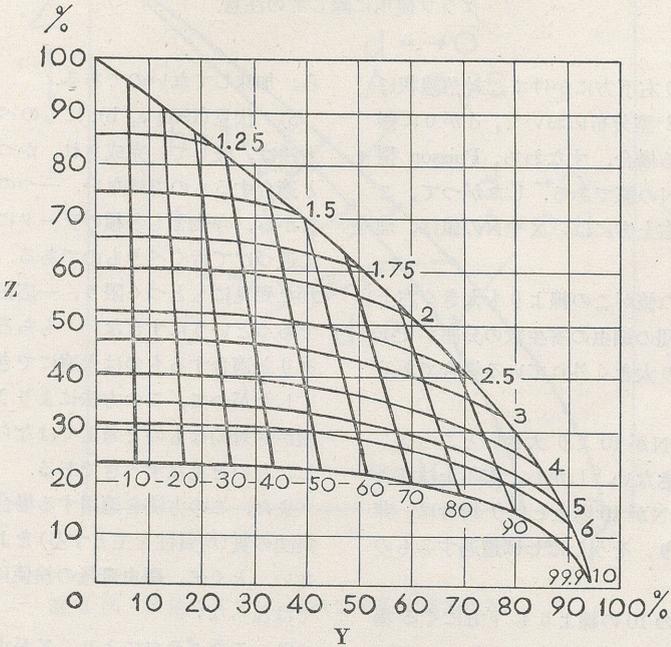
すなわち、集団検便、集団駆虫の関係者は、その仕事の計画、実施、データの処理などに際し、明確な基礎的概念をもつて、適切なことが行えるわけであるし、ひいては、仕事の効果の正しい指標がえられるからである。

したがって、小宮たちの上記の主張は著者の意図するところと近似しているものであり、しかも、両者とも、Zに注目すべきことを強調しているわけである。

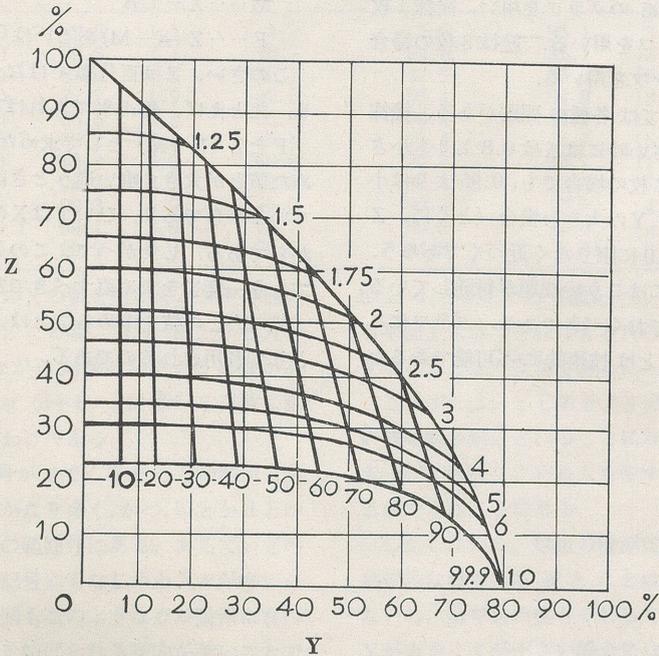
とにかく、このようにして実際にZの値が注意されるようになり、ひいては、YとZとから、XやN、あるいはMやFの値が求められ、集団検便や集団駆虫に関係する人々が直面している対象集団の眞の姿や駆虫の効果などがごく簡単に的確に把握されるようになることは著者のよろこびとするところであるが、同時に、ここに一つの問題が生まれてくることになる。

すなわち、伏見の方法により、YとZとからX、Nなどを求めるには、グラフにより一旦hとdとを求め

Y, Z より直接 X, N を求めるためのグラフ



第 1 図 標本の虫卵検出率(A)を0.95とした場合



第 2 図 標本の虫卵検出率(A)を0.8とした場合

註：各グラフの縦の線は X, 横の線は N をあらわす。グラフを左上隅より右下方へ対角線状に弓なりに区切る線は被検便集団の蛔虫の寄生数の分布型が Poisson 型の場合……すなわち d が極限值をとる場合……の X, N の値をあらわす。

グラフ使用に際しての注意

1) グラフを左上隅より右下方にかけて、対角線状に弓なりに区切る線は、P-E 型分布において、 d が 0 に無限に近づいた極限值をとる場合、すなわち、Poisson 型分布の場合の X あるいは N の値である。したがって、この弓なりに区切る線より右上方には、 X や N の値は、理論上存在しえない。

もし、実測した Y, Z の値がこの線よりも大きく右上方にくる場合は、その集団の蛔虫の寄生数の分布が P-E 型あるいは Poisson 型より大きく外れている場合であると考えてよい。

2) このグラフには、 N が 10 より大きいところは、その値を求めることができない。しかし、実用上はこれで充分であると考え。 N が 10 以上という場合は、非常な濃厚感染の集団であり、そうしばしば遭遇するものではないからである。

もし、 Y, Z の値が N の 10 の線よりも下方にくる場合は、 N が数 10 であると考えてよい。

3) セロファン厚層塗抹法による Y, Z の値の場合は標本の虫卵検出率 $A=0.95$ のグラフを用い、塗抹 1 枚の場合は $A=0.8$ のグラフを用いる。塗抹 3 枚の場合はやはり $A=0.95$ のグラフを用いる。

4) 3) の A の値については各種の問題がある。塗抹 1 枚の場合には、 Y が小さい時には A は 0.8 よりも小さくなるであろうし、塗抹 3 枚の場合でも、0.95 よりも小さくなるであろう。一方、 Y の大きい場合（とくに、 Z が小さい場合）には A は 1.0 に限りなく近づくであろう。したがって、このグラフにはこういう問題が付随しているということをよく考慮しておくべきである。グラフにこういう問題を加味することは技術的に不可能であるか

ら、加味してないのである。

5) 伏見 (1959 a, b) にものべてあるように、伏見の方法は、決して、完成され、かつ個々の具体例にピタリと適合するものではない。一つの確率的な理論模型であるから、今後とも各種のデータにより、より正しいものに近づけて行くべきものである。ただ、今日までにえられた知見にもとづく限り、一応正しいものと見なすべきであるというにすぎない。もちろん、個々の具体例にピタリと適合するものは永遠にできぬであろう。

したがって、この方法により X, N を求めても、その値が絶対的なものと考えてはならない。一応の目安を示したものと見なすべきである。

また、この方法を適用する場合には、適用すべき被検集団の質（均質性を主とする）をよく考慮しなければならない。とくに、駆虫直後の検便による Y, Z の値を用いてはならない。

6) このグラフにより、 X が求められれば、 M と F とはつぎのようにして算出される。

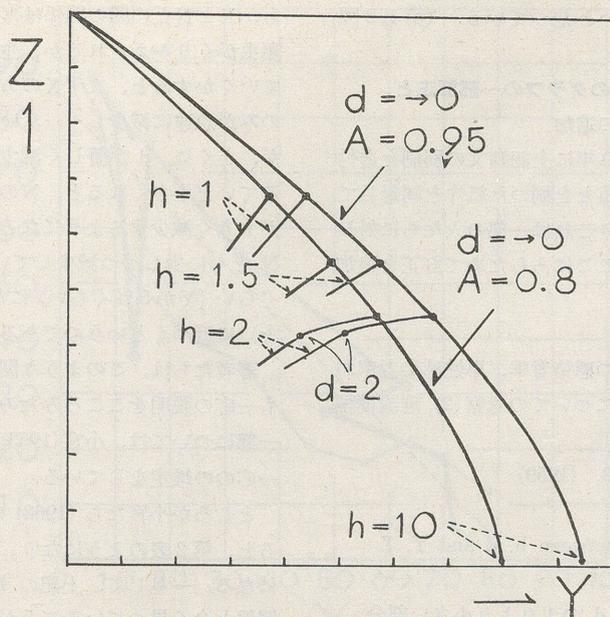
$$M \cdots X - Y/A$$

$$F \cdots Z(X - M) \text{ あるいは } X \cdot Z/A$$

このさい、 Z は百分率ではなく、小数として使用する。たとえば、40.5%であれば0.405として使用する。

F を $Z(X - M)$ として求めた値と $Y \cdot Z/A$ として求めた値とが大きく喰い違ふときは、 $(X - M)$ の値が違っているからであり、ひいては X の値が大きく違っているからである。したがって、このときは、グラフをよく見てもう一度 X を求め直すべきである。

$Y \cdot Z/A$ の値を求めることは、このようにして検定法として利用されるのである。



第3図 伏見のグラフ(1959b)の訂正追加箇所

第1表 与えられた h, d 値より算出した諸値(追加補遺)

h	d	X	N	Y(A=0.8)	Y(A=0.95)	Z	M	F
0.1	->0	9.5	1.1	4.7	5.6	96.1	3.7	5.6
0.5	->0	39.3	1.3	20.7	24.6	81.1	13.4	21.2
1.0	->0	63.2	1.6	36.1	42.9	67.0	18.1	30.3
1.5	->0	77.7	1.9	47.5	56.4	54.9	18.3	32.6
2.0	->0	86.5	2.3	55.9	66.4	44.9	16.6	31.4
2.0	0.1	85.2	2.3	55.1	65.4	44.7	16.3	30.8
3.0	->0	95.0	3.2	66.8	79.3	30.1	11.6	25.1
4.0	->0	98.2	4.1	72.8	86.4	20.2	7.2	18.3
5.0	->0	99.3	5.0	76.0	90.3	13.6	4.3	12.9
5.0	0.1	99.1	5.0	75.7	89.8	14.0	4.6	13.2
10.0	->0	99.9	10.0	79.8	94.8	1.84	0.24	1.84

それよりXを算出し、そのXの値を用いて、Nその他の値を算出するわけである。この際、hとdとからXを求めるには、ごく簡単ながら対数計算をする必要がある。すなわち、 $2-h/d \cdot \log(d+1)$ を計算して真数に直し、それを100から引くわけである。

ところが、logという記号がでてくると、ことの如何を問わずソッポをむく人々がかなり多く、かつ、hとかdとかという日常の具体的経験の範囲外にある、あるていどの抽象的な概念をあらわす記号にもなじめぬ人々が多い。

したがって、著者の意図もこのような点が隘路になって、ひろく利用されるのを妨げられる傾向が強いことである。

この点を打開するために、著者はYとZとより、一旦

hとdとを求める方法をとらず、YとZとを両軸とする平面上に算出されたXとNの値をとつたグラフを作製することとした次第である。

こうすれば、YとZとより直ちに一目瞭然と、X、Nの概略値が読みとれることになるので、対数の嫌いな人もhやdになじめぬ人もやすんじてXやNを求めることができることになる。

しかしながら、蛔虫の浸淫度を表現するのにもつとも科学的な値であるhとdとは、この方法では求められないし、MやFの値もくわしてはえられない。その上、Yが大きくZが小さい場合には、X、Nともにごく大ざっぱな値しかえられない。

したがって、苦痛を感じない人々は、できるだけ、h

と d とを求めてもらいたいと思つている。(第1,2図と裏面の説明参照)

**伏見 (1959 b) に掲載のグラフの一部訂正と
数値の追加**

このことについては、1959年に上記論文の別刷を送付する際、訂正箇所と追加数値とを刷つた紙片を同封しておいたのであるが、もとよりこれは一部の人たちに対してのみの処置であるので、ここにあらためて訂正と追加とを行いたいと考える。

1) 論文名

蛔虫の虫卵陽性者率と真の感染者率、単性感染者率および平均感染虫数との関係についての考察(2) 理論模型の作製

寄生虫誌, Vol. 8, No. 2, (1959)

2) グラフ表題

Fig. 1, 2 Correlation between h , d and Y , Z

3) 誤りの部分

a, $h=1.0$ の線における d の 1.0 より小さい部分

b, $h=1.5$ の線における d の 1.0 より小さい部分

c, $h=2.0$ の線における d の 2.0 より小さい部分

4) 訂正追加事項

第3図のとおりである。まず、 $d \rightarrow 0$ すなわち、Pólya-Eggenberger 型分布函数において、 d がかぎりなく 0 に近づいた極限値をとる場合には、その函数は Poisson 型となるから、 $d \rightarrow 0$ の場合の Y , Z と h , d との関係(換言すれば、 Y , Z と m との関係)をあらわす線を第1表の数値を参照して、図上にひく。

つぎに、この線上に $h(m)$ が $1, 1.5, 2$ の三つの場合の Y, Z の値を記入する。そうして、 h が 1 と 1.5 の二つの場合には、おのおのにつき、 d が 1 の点より上記の線上の記入点へ直線をひく、 h が 2 の場合には、 d が 2 の点より、上記の線上の記入点へ軽い弓なりの線をひく。

**感染者率と平均感染虫数との関係に
についての考察補遺**

伏見・西村(1959)において、著者たちは著者たちのえた大阪市の2小学校児童についての6~8年間にわたる追跡データと増田の帰納した $Y+Z \approx 83.4$ という関係とにもとづいて、 X と N の関係を考察してきたのである。その結果、 X と N との間にはだいたいつぎのような関係があるようだということが帰納された。

すなわち、年2~3回、集団駆虫をくりかえしている集団においても、そうでない集団においても、追跡データによつても、ある時点における断面的データによつて

も、 X と N との間関係はだいたい同様であつて、集団駆虫がくりかえされるか、生活環境から虫卵が除去されていくかすると、まず X の方には、ほとんど変化なく N のみが急速に減少し……、いいかえれば、 h も減少するが、とくに、 d が著しく減少するということ…… N があつていど小さくなると、 N の減少率が減じ、かわりに X が大きく減少するようになる。そうして、つぎには X, N ともに少しづつ減少していくが、だいたい X が 10% ぐらい (Y が 5% ぐらい) になると N は 1 (Z が 80% 以上) に近づくというのである。

著者たちは、このような関係のみられる理由についても一応の説明をこころみたのである。このような関係の一部については、小宮(1953)も、鉤虫の集団駆虫により一応の推定をしている。

ところが小宮たち(1962)のデータから X, N を求めると、第2表のようになり、図示すれば第4・5図のようになる。一見して、上記の著者たちの帰納した X, N 関係と全く異つていることがわかる。すなわち、まず N に変化なく X のみが大きく減少し、ついで N が急落し、さらに X と N とがともに減少していつている。これを h, d にて表現すれば、まず、 h, d ともにほとんど変化なく、ついで双方ともに急減しているということになる。

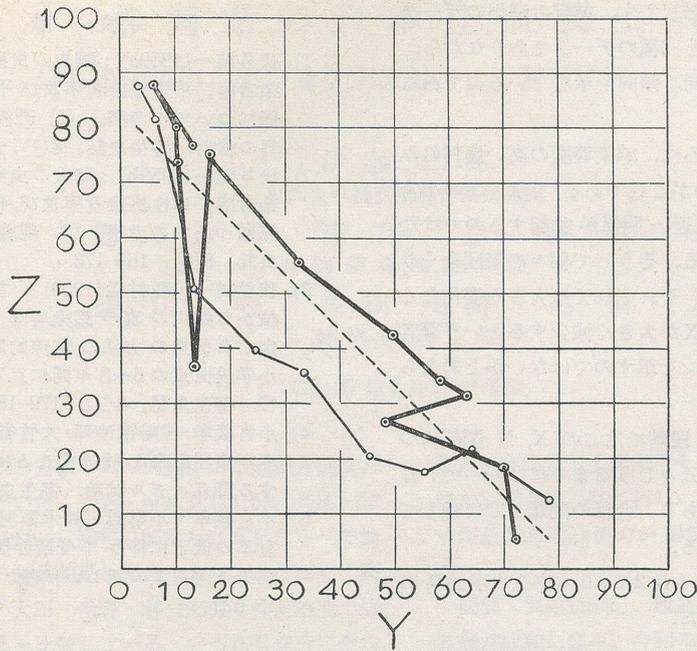
第2表 小宮・小財・鈴木(1962)のデータ(Y, Z)より求めた h, d 及び X, N の値 (伏見の方法による)

Y	Z	h	d	X	N
78.2	12.7	12	20	83.9	14.3
64.4	21.7	5.5	10	73.3	7.5
55.7	17.4	11	30	71.6	13.9
45.2	20.4	9	40	56.6	15.9
33.4	35.8	2	7	44.7	4.5
24.5	39.2	1.3	7	32.1	4.1
13.8	50.8	0.5	3.8	18.7	2.7
6.7	81.6	0.13	0.5	10.0	1.3
3.1	87.6	0.08	0.25	6.8	1.2

* 標本の虫卵検出率 A (厚層塗抹法による)の値を 0.95 として、 h, d を求めた。

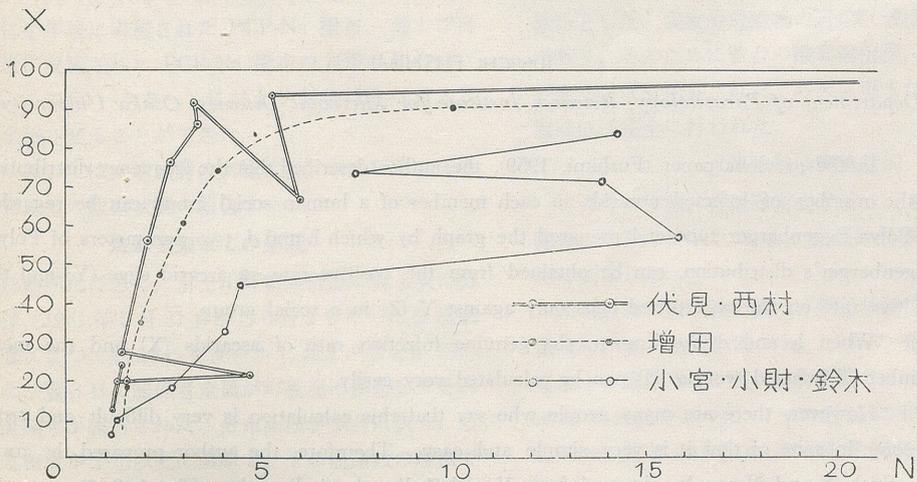
* Y が 45.2 まで、 h とくに d が減少していないどころか、むしろ増大させていることに注意。

このように、著者たちの帰納したものと全く正反対の関係が生起する理由については、著者は現在のところ未だ説明することができないのである。この小宮たちのデータが、多くの異つた集団についての、ある時点における断面的データであり、追跡データではないということ



- 伏見・西村 (1959) の例
- 小宮・小財・鈴木 (1962) の例
- - - 増田 (1958) 伏見への私信

第 4 図 Y, Z 平面上にとつた 3 つのデータ (縦横とも%)



第 5 図 N, X 平面上にとつた 3 つのデータ

文 献

ろにその理由を求めようとしても、前記の増田のデータがやはり小宮たちのものと同種のデータでありながら、著者たちの追跡データと同じ傾向を示しているのだからそれもできない。

ただ、考えられるところは、感染濃度の高い農村のみのデータ(小宮たちのものがこれである)では、この小宮たちのえた X , N 関係に近い関係が生起するのではないか? ということである。そうして個々の集団をくりかえして駆虫していけば、それぞれ X に大きな変化なく N のみが急減し、ついで X が大きく減少するという著者たちのえたようなパターンを示すのではないかと考えられるのである。

しかしながら、現在の段階ではこの X , N 関係についての一般的な法則性を云々しうるまでには到っていないというしかなさそうであり、今後の問題として残しておくべきであろうと考える。

本篇の要旨は、1962年4月2日、日本寄生虫学会第31回総会に於いて報告された。

- 1) 伏見純一(1959a) : 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) 伏見純一(1959b) : 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, (2) 理論模型の作製. 寄生虫誌, 8(2), 166-173.
- 3) 伏見純一・西村猛(1959) : 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的応用例, 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. 寄生虫誌, 8(2), 179-188.
- 4) 小宮義孝・相崎徳治郎・大竹省吾・塚越邦二(1953) : 冬期集団駆虫を繰返すことによる鉤虫撲滅に関する野外モデル試験. 寄生虫誌, 2(2), 157-163.
- 5) 小宮義孝・小財勲・鈴木黎児(1962) : 蛔虫卵保有率の低下に伴う不受精卵排出者比率の増大と蛔虫予防対策の新しい段階. 寄生虫誌, 11(1), 45-52.

ON A PREPARATION OF THE GRAPH BY WHICH THE GENUINE INFECTION RATE OF ASCARIDS AND THE MEAN NUMBER OF INFECTED WORMS ON A HUMAN SOCIAL GROUP CAN BE OBTAINED DIRECTLY FROM THE RESULTS OF THE ORDINARY FAECAL SMEAR EXAMINATION — A TRIAL FOR SIMPLIFICATION OF FUSHIMI'S METHOD

JUNICHI FUSHIMI

(Department of Parasitology, Research Institute for Microbial Diseases, Osaka University)

In the previous paper (Fushimi, 1959), the author described that the frequency distribution of the number of infected ascarids in each member of a human social group can be regarded as Pólya-Eggenberger type and prepared the graph by which h and d , two parameters of Pólya-Eggenberger's distribution, can be obtained from the positive rate on ascarid eggs (Y) and the positive rate on the unfertilized eggs only against Y (Z) in a social group.

When h and d are known, the genuine infection rate of ascarids (X) and the mean number of infected worms (N) can be calculated very easily.

However, there are many people who say that this calculation is very difficult and troublesome in spite of that it is very simple and easy. Therefore, the author prepared the graph by which X and N can be obtained from Y and Z directly (indicated as Fig. 1 & 2).

Beside the preparation of the graph, the correction of errors in the graph and the addition of some values to the table in the previous paper (Fushimi, 1959) were made.