尿便内蛔虫卵分布に関する研究

中島忠一
千葉大学医学部三輪内科（主任　三輪清三教授）

（昭和33年9月1日受領）

緒言

蛔虫卵の尿便内に於ける分布形式が *Poisson* 分布で近似されることを石崎（1953），佐藤（1953）が，更に守屋（1955）等が検証して以来直接塗沫法の数量的検討に大きな発展がもたらされた。殊に現在迄経験的データにのみ立脚して検討されてきた該法の卵検出率や感染程度の測定更には駆虫剤効果判定時の見かけの陰転の問題等に理論的基礎を加えた。しかし以上の諸点は個々人の場合即ち母平均*m*の一定な場合についての追求であつた。それ故我々の日常あつかう集団対象の検査にそのまま応用することは出来ない。しかも集団対象の場合の尿便内虫卵分布についての追求は不充分にしかなされてをらず，実際検便に際して応用しうる報告を発見し得ない。私はここに着目し，集団検便時の蛔虫卵分布状態（母平均mの分布）を検討し，更にその臨床的意義に考察を加えたので報告する。

集団内における個人別卵平均*m*の分布型の想定とその意義について：同一人の尿中即ち母平均 m が一定な場合，腸管内寄生虫の大部分のものの虫卵は，その分布形式が *Poisson* 分布で近似されることは確認されている。集団対象の場合は各個人々々により異つた母平均mが夫々異つた頻度で存在する。従つて集団検便時の虫卵分布状態の把握とは，この *m* の分布型の追求に他ならない。従つて私は最初このmの分布型の想定を目標とした。

材料及び方法

a）被検対象　千葉県農村山田町第1，第2小学校学童の駆虫前及び後と，桐谷鳩山部落に居住する一般住民の駆虫前の三集団の尿便を各人別に所定の尿入容器内に拇指頭大づつ集め泥状便，不消化便は再採取させ，硬便及び有形軟便を検査対象とした。かくして学童 811名，一般住民 448名の可検便を得，蛔虫卵陽性者学童 415名，一般住民 232名を得た。更に学童集団は駆虫剤一回投与後三週間後再検便をなし 183名の陽性者を得た。

b）検査方法　対象三集団とも「厚生省衛生検査指針」によつて規格化されている直接塗沫標本作製法に厳密に従い，学童は同時 6 枚，一般住民は 6 枚にて卵陰性を示した者は更に 6 枚計12枚を検鏡し各カバーグラス毎に全視野の蛔虫卵数を算えた。尚，尿は採取翌日に全例を検査し終るようにした。

c）集計資料　三集団とも個人別卵平均 *m*17以上の者は濃厚感染者として各集計から除外従つて学童駆虫前 381名，駆虫後 179名住民 204名を集計対象とした。濃厚感染者については後述する。

$$個人別卵平均 m = \frac{検査標本中の全蛔虫卵数}{検査標本枚数}$$

集団卵平均a＝一集団における個人別卵平均の平均即ちmの平均。

更に，カバーグラスあたりの虫卵数出現度数をも集計して資料とした。

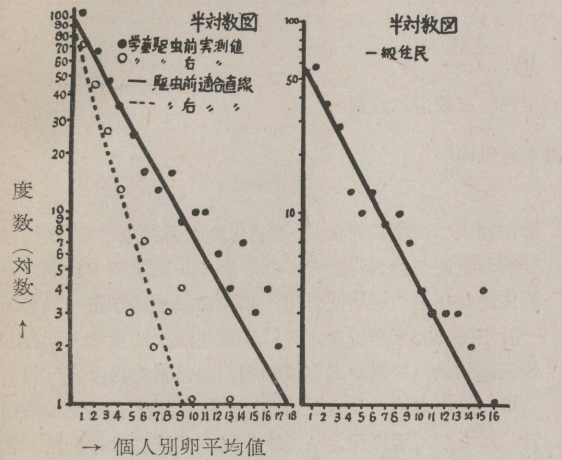
検査結果とその検討

a）個人別卵平均*m*の分布型の想定

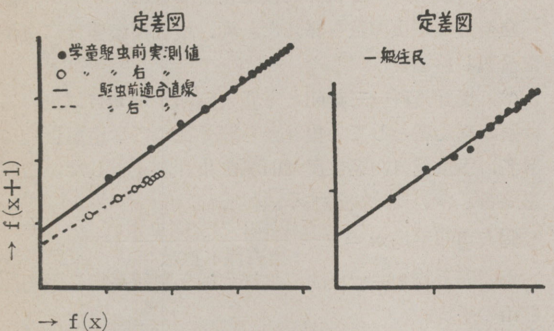
個人別卵平均mの階級巾を 1.0にとり出現度数分布を作ると，三集団ともX＝Oの側が高くXの増加と共に度数の低下する凹型となり，指数の小さいΓ型もしくは指数型などを予想させた。杉山・守屋（1954）もΓ型も予想しているので *digamma* 函数{$\Psi_{(P)}$，*Psi* 函数}を用いる母数推定を行つた所，学童駆虫前，後及び住民共 $P_V=1.07$，$P_N=1.28$，$P'_V=1.06$といづれも指数Pは1に近くΓ型 $dF=\begin{cases} x^{P-1}e^{-\frac{x}{a}}dx/[a^P\Gamma_{(P)}] & 0\leqq x<\infty \\ 0 & 0>x \end{cases}$ において$P=1$ 即ち $dF=\begin{cases} e^{-\frac{x}{a}}dx/a & 0\leqq x<\infty \\ 0 & 0>x \end{cases}$ となり指数分布と認められた。更に実測値を半対数図に記入しても定差図に記入しても直線が適合し指数分布であることを

CHUICHI NAKAJIMA: Studies on the distribution of ascaris ova in human faces (Department of Internal Medicine, School of Medicine, Chiba University, Japan)

裏書きしている。但しここで注意を要するのは濃厚感染者を除かねばならないことである。



第１図　個人別卵平均値分布図



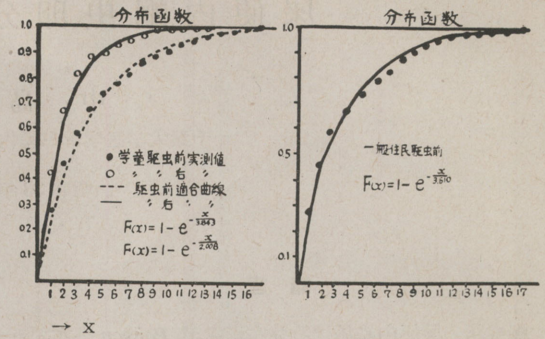
第２図　個人別卵平均値度数分布に関する定差図

これらは図に記入した際比較的簡単に検出されるが平均値いくつ以上を濃厚感染者とみるべきかは集団卵平均 a によつて異つてくる。即ち a=3 の場合は，個人別卵平均mが17以上 a=2 の場合 $m>12$ がその集団における濃厚感染者とみなしうるようである。いづれにしてもこれら濃厚感染者は直接塗沫標本１枚でも見落される危険率は少く私の目標とする点に対しあまり問題とするに足りない。しかしこの濃厚感染者群については別に再検対を要すると考える。

b)　理論値と実測値の比較

濃厚感染者を除いた蛔虫卵保有者の各個人別卵平均の平均即ち三集団の集団卵平均 a を夫々求めてみると。

駆虫前学童 $a_V=3.843$，駆虫後学童 $a_N=2.008$，駆虫前住民 $a'_V=3.610$ これに基き理論的分布函数 $F_V=1-e^{-\frac{x}{3.843}}$，$F_N=1-e^{-\frac{x}{2.008}}$，$F'_V=1-e^{-\frac{x}{3.610}}$ と経験的分布函数を図示（第３図）すればよく適合する。



第３図　個人別卵平均値分布函数

更にその度数分布表と理論的計算値を χ^2-検定しても有意の差なく曲線適合を否定し得ないことが認められる。

c)　考察

佐藤（1953），石崎（1953），及び守屋（1955）等によつて，大部分の腸管内寄生虫卵は，各人の屎中においては即ち母平均mが一定な場合は *Poisson* 分布することが確認された。しかし異るmが夫々異つた頻度で存在する集団における m の分布の追求については，小宮・佐藤（1954）はその問題を意識してはいるが，追求の困難性を指摘するにとどまり，杉山・守屋（1954）等はmの分布型にΓ型分布を想定するのが適当と推計学的想定をするにとどまり，検討をさらに具体的には展開していないようである。牟田口（1956）は感染度分布は *Poisson* 分と相違するとのべている。現段階では以上の他にこの方面での研究を発見しえない。従つて私の最初の試みは当然このmの分布型の想定を目標とし，前記の如き方法をもつて，それが指数分布することを検証した。しかし，前述の如く，標本平均値を用いる方法については小宮・佐藤（1954）の次の指摘に答えねばならない。イ）「少数回検査の標本実現値から算定したその平均値$\overline{X}$がどの程度までその母集団の期待mを現わしうるか」ロ）「‥‥特に$\overline{X}$が小なる時，従つて m が小さいと推定される場合にあつては厳密には再検討を要するべき問題であろう」。勿論母平均と標本平均とは明かに区別されねばならないが *Poisson* 分布においても正規分布におけると同様，標本平均は母平均mの有効推定量である。即ち不偏推定量であるばかりでなく最小分散推定量でもある。その分散の期待値は，n 枚検査においては $\frac{m}{n}$ であるから私の６枚乃至12枚検査の標本平均は充分使用に耐える筈

第 1 表　学童駆虫前後の卵平均値度数分布表及び χ^2 検定

(駆虫前)

卵平均値 (m)	実測値 (A)	計算値 (B)	$\frac{(A-B)^2}{B}$
0～1	104	87.3	3.195
1.1～2	69	67.3	0.043
2.1～3	47	51.9	0.463
3.1～4	36	39.9	0.381
4.1～5	25	30.9	1.127
5.1～6	16	23.7	2.502
6.1～7	13	18.4	1.585
7.1～8	16	14,1	0.256
8.1～9	9	10.9	0.331
9.1～10	10	8.4	0.305
10.1～11	10	6.4	2.025
11.1～12	6	5.0	0.200
12.1～13	4	3.9	0.000
13.1～14	7	2.9	
14.1～15	16.0　3	12.9　2.3	0.745
15.1～16	4	1.8	
16.1～17	2	1.3	
計	381	〃	13.158

$\chi^2_0 > \chi^2_{12}(0.30)$, $p > 0.30$

(駆虫後)

卵平均値 (m)	実測値 (A)	計算値 (B)	$\frac{(A-B)^2}{B}$
0～1	75	70.2	0.328
1.1～2	44	42.7	0.040
2.1～3	26	25.9	0.000
3.1～4	13	15.8	0.496
4.1～5	3	9.6	4.538
5.1～6	7	5.8	0.248
6.1～7	2	3.5	0.645
7.1～8	3	2.2	0.291
8.1～9	4	1.3	
9.1～10	6.0　1	3.3　0.8	
10.1～11	0	0.5	0.221
11.1～12	0	0,2	
12.1～13	1	0.2	
計	179	〃	6.805

$\chi^2_0 < \chi^2_7$ (0.30), $p > 0.30$

第 2 表　一般住民駆虫前卵平均値度数分布表及び χ^2-検定

卵平均値 (m)	実測値 (A)	計算値 (B)	$\frac{(A-B)^2}{B}$
0～1	57	40.4	1.169
1.1～2	37	37.4	0.004
2.1～3	28	28.4	0.005
3.1～4	13	21.5	3.300
4.1～5	10	16.3	2.434
5.1～6	13	12.4	0.029
6.1～7	9	9.4	0.017
7.1～8	10	7.1	1.184
8.1～9	7	5.4	1.622
9.1～10	4	4.1	0.002
10.1～11	3	3.1	0.003
11.1～12	3		
12.1～13	3		
13.1～14	13　2	10.5	0.595
14.1～15	4		
15.1～16	1		
計	204	204	10.365

$\chi^2_0 < \chi^2_{10}$ (0.30), $p > 0.30$

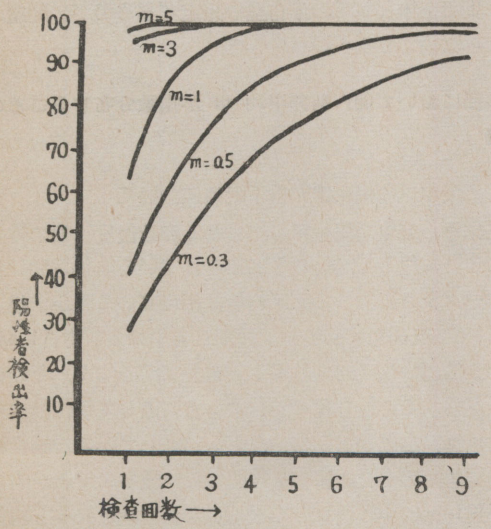
である。とくに現在追求の目的は個々の平均値ではなく，集団全体としての分布型の想定であるので，問題とはならないであろう。

集団において個人別卵平均 *m* が指数分布することの意義

a)　尿中への蛔虫排卵数下限値について

従来から蛔虫の尿中に排出される卵数濃度は他の寄生虫のそれに比して高いことは知られている。換言すればカバーグラスあたりの卵平均値は相当高いことが予想されていた。反面東京都監察院被剖見者中蛔虫保有者1,455例のうち 379例（26%）が1隻寄生者であつた。との報告も見られるし，且我々が日常検査に際しても低濃度虫卵排出者，軽感染者が多いことも経験している。蛔虫雌1隻寄生時の一日の産卵数に関しては幾多の業績があるが，尿10mg 中に換算して平均虫卵含有数を見ると現在までの報告中高亀（1939）の 5～11個が最小値を示している。更にこの数値を18×18mm カバーグラスによる適正直接塗沫標本1枚（尿量$^{10}/_{3}$mg）中では $m=1.7$ と現わしうるし且最低値として指摘しうると小宮・佐藤(1954)が報告し，更にこの事実に次の如き検討を加えている。標本1枚中の実験値零となる確率は *Poisson* 分布 $G_{(x)} = \frac{m^x e^{-m}}{x!}$ において，$x=o$，標本枚数 n とすると $G_{(O)} =$

e^{-nm} から求めうる。これと実測結果とを比較して $m=1.7$ の仮定でさえも実際より大にすぎると指摘し「実際には諸家の報告したところより更に下廻る場合が屡々存在するものであるとの想定をなさしめるものであるが，この点に関しては更に将来の検討が必要」と述べている。私の調査はこの想定を確認した。しかもそれのみでなく，この低濃度排卵者が非常に多いことをも示した。即ち第1表，第2表が示す如く階級巾を 1.0にとれば個人別卵平均mが 1.0以下が最も多く，Xが増加するにつれて減少する。このことは確率密度函数により，一見して理解されうる。この事実はすこぶる重要であつて従来まで標本1枚あたりの蛔虫卵濃度は相当高く，その平均値は 1.0以上あることが暗黙のうちに認められていたからこそ標本3枚検査ということが意義をもつていた。小宮・佐藤（1954）はこの点でも各m値の場合の検査回数と標本の卵検出率との相関を求めた。それを第4図に再録した。m<1.0 では当然3枚以上の検査を必要とすることが明かである。又両氏は集団の場合も「虫卵陽性者中標本1枚平均虫卵数の稀薄なもの（例えば 1.0以下）

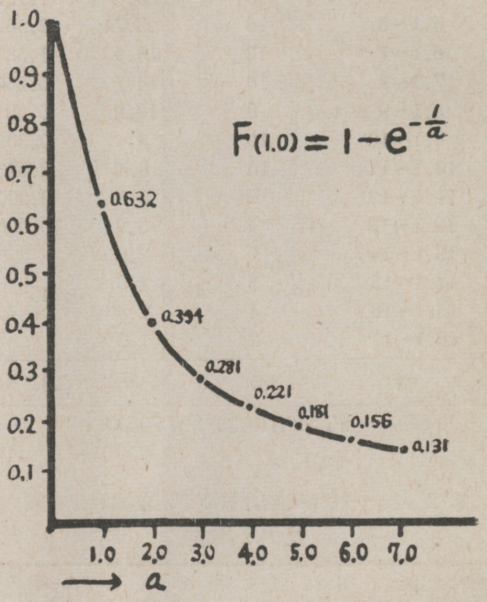


第4図 m＝(0.5, 1.0, 5) における検査回数と検出比率（小宮・佐藤：1954）

の比率が著しく大きいような場合に繰返し6枚乃至それ以上の枚数の標本検査を必要とする」と述べているが，かかる事例は例外的に存在するのではなく集団卵平均 a の小なる場合例えば駆虫後等には常に現はれることを充分注意せねばならない。

b) 集団卵平均 a の異る各集団における個人別卵平均mが 1.0以下の者の占める比率

mの分布が指数分布と認められることから $F_{(x)}=1-e^{-\frac{x}{a}}$ において x＝1とおき $F_{(1)}=1-e^{-\frac{1}{a}}$ を得る。これを図示し第5図を得た。集団卵平均 a が小ない時 $F_{(1.0)}$ 値は大きく a の増加と共に $F_{(1.0)}$ は減少する。この集団卵平均 a は農村において駆虫未経験集団でも 4



第5図 m<1.0 の集団内比率

に近く駆虫後 2.0前後，更に強力に駆虫すると 1.0近く下るようである。これに基くと駆虫前 a＝4 の場合mが 1.0以下の人員 $F_{(1.0)}$ は集団人数の22.1%に近く，駆虫により a＝2 に下つた場合 $F_{(1.0)}$ は 39.4% 更に a＝1 に近づくと 63.2%と増加する。私の今回調査の三集団においても。

学童駆虫前 m<1.0 のもの 27.3%
学童駆虫後 m<1.0 のもの 41.9%
一般住民駆虫前 〃 のもの 27.9% を示した。

小宮・佐藤（1954）もmが 9 以下の23例を集めた時m<1.0 のもの35%を得ている。かくの如くm<1.0 の軽感染者が，集団内で最大比重を占め，その率も20%より60%にもおよぶということは「見かけの陰転」が想像以上存在することを示している。

c) 集団感染度の示標

mが指数分布することは，標本平均値が母平均の不偏

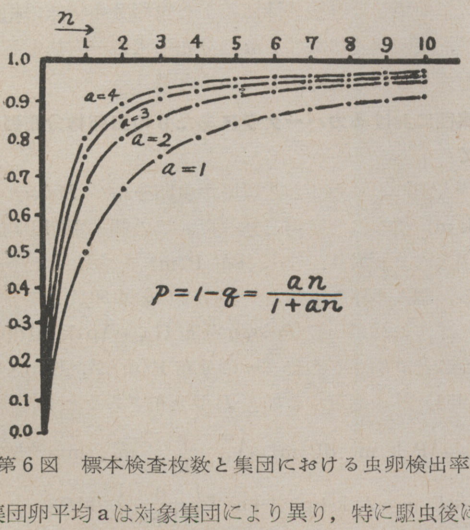
推定値，最尤解であり故に集団感染度の示標として，全標本平均の平均即ち集団卵平均 a が最有力であることが保証された。従つて小宮・佐藤（1954）が抱いた疑問「夫々異つた頻度で存在する異つた期待 m の母集団の平均期待値をいかにして求めるかという困難」も解決された。

d) 集団検便時の直接塗沫標本の卵検出率と検査枚数

直接塗沫法による虫卵検査に際して標本何枚を検査すればよいかという点について，母平均 m が一定な場合については小宮・佐藤（1954）によつて詳しく報告されている。私はこの m が，いかに分布するかということを摑みえた知見に基き集団の場合について追求しうるようになつた。個人別卵平均mなる場合その卵が n 枚検査においても見落される確率 $q=e^{-mn}$ であることは *Poisson* 分布より導かれる。この m が，$F_{(x)}=1-e^{-\frac{x}{a}}$ なる指数分布をするのであるから，集団卵平均 a なる集団において n 枚検査でも見落される確率は，

$$q'=\int e^{-nm}dF_{(m)}=\int e^{-nm}\frac{1}{a}\cdot e^{-\frac{m}{a}}dm=\frac{1}{a}\left[\frac{1}{-n-\frac{1}{a}}e^{-(n+\frac{1}{a})m}\right]_0^{\infty}=\frac{1}{1+na}$$

従つて検出率 $p'=1-q'=\frac{na}{1+na}$ 之を図示し第 6 図を得た。第 6 図を一見して知りうることは，集団卵平均 a が小となればなる程「見落しの確率」が多くなり標本検査枚数をより多くする必要がある。一般住民集団に於て a=3.610 この場合 6 枚値陰性者を更に 6 枚検査し 8 名の陽性者を見出している。



第 6 図　標本検査枚数と集団における虫卵検出率

集団卵平均 a は対象集団により異り，特に駆虫後において a は明かに低下する故，今駆虫剤投与により a が 4 より 2 まで低下した時標本 3 枚検査を駆虫前後に同様に行つたのでは「見かけの陰転」は 6 %，更に強力に駆虫し a=1 にまで低下したとすると 17 %にも増加する筈である。以上の事は従来の如く標本 3 枚値で陰転率何%とする駆虫剤の効果判定の仕方は意味が少いことを示している。私の今回の学童の場合，その後更に強力に駆虫した中学校の場合もアジピン酸ピペラジン（100 mg/kg 1 回投与）の所謂陰転率は 54.3%，57.5%，しかえられず該駆虫剤効果は諸家の報告よりかなりな低率を示した。このことは諸家の報告に上述の事態が介入しているものと考えられる。

e) 集団卵平均 a についての検定

m が指数分布することにより，この集団卵平均の推定である標本平均について次のような統計学的関係が成立する。

カバーグラスあたりの卵数

$$x_{ij}\begin{cases} i=1\sim N & \text{個人を表はす示標} \\ j=1\sim 6 & \text{カバーグラスを表はす示標} \end{cases}$$

各個人の母平均値　m_i

集団の母平均値　a

$T=\sum_i\sum_j x_{ij}=6N\cdot\bar{x}_{..}$，$\sum_j x_{ij}/6=\bar{x}_{i.}$，とすれば

$E(\bar{x}_{i.})=m_i$，$E(\bar{x}_{..})=a$ となる。

統計学の数える所によりTは指数Nの Γ 型分布をし $2T/a$ は自由度 2 Nの χ^2-分布をし，従つて $\bar{x}_{..}/a$ は自由度（2 N，∞）の F-分布をする。このことから標本値より母平均値の信頼限度を求めうる。

（例 1）学童駆虫前母平均 a_V の信頼度 98% の信頼限界は

$$\frac{3.843}{a_V}<F_{\infty}^{762}(0.01)=1.10,$$

$$\frac{a_V}{3.843}<F_{762}^{\infty}(0.01)=1.13$$

$$\therefore\ 3.494<a_V<4.343$$

学童駆虫後母平均 a_N の信頼度98%の信頼限界は

$$\frac{2.008}{a_N}<F_{\infty}^{358}(0.01)=1.18,$$

$$\frac{a_N}{2.008}<F_{358}^{\infty}(0.01)=1.20$$

$$\therefore\ 1.701<a_N<2.410$$

一般住民駆虫前母平均 a'_V の信頼度98%の信頼限界は，

$$\frac{3.610}{a'_V}<F_{\infty}^{408}(0.01)=1.17,$$

$$\frac{a'_V}{3.610}>F(0.01)=1.19$$

$$\therefore\ 3.170<a'_V<4.296$$

この関係は二つもしくはそれ以上の集団を比較する際すこぶる有効である。今二つの集団を P (T_1, N_1, a_1) と P (T_2, N_1, a_2) として表すと $2T_1/a_1$ と $2T_2/a_2$ が夫々自由度 $2N_1$, $2N_2$ の χ^2-分布をするため,

$F=2T_1/a_1 \cdot 2N_1 \Big/ 2T_2/a_2 \cdot 2N_2=\bar{x}_{..1}/a_1 \Big/ \bar{x}_{..2}/a_2$ なる F が自由度 ($2N_1$, $2N_2$) の F-分布をする。

帰無仮説 $a_1=a_2$ とおくと $F_0=\dfrac{\bar{x}_{..1}}{\bar{x}_{..2}}$ を F-分布表で検定しうる。

(例2) 学童駆虫前後の二集団を比較してみると $F_0=\dfrac{3.843}{2.008}=1.914<F^{762}_{358}(0.01)=1.23$ 故に駆虫前後の集団平均aは危険率0.01で有意の差が認められた。

駆虫前学童と一般住民との二集団では

$F_0=\dfrac{3.843}{3.610}=1.064<F^{762}_{408}(0.05)$ 故に一般住民の感染度は学童の駆虫前と比較して有意の差を認められない。

$a_1=a_2$ なる帰無仮説が棄却されれば $a_1=\rho a_2$ とし ρ の信頼限界を求めうる。図計算によつても計算しうる。

(例3) 先に有意の差を認めた学童駆虫前後の例についてのべれば

$$\frac{3.843}{2.008.\rho}<F^{762}_{358}(0.01)=1.23,$$

$$\frac{2.008}{3.843}\rho<F^{358}_{762}(0.01)=1.22$$

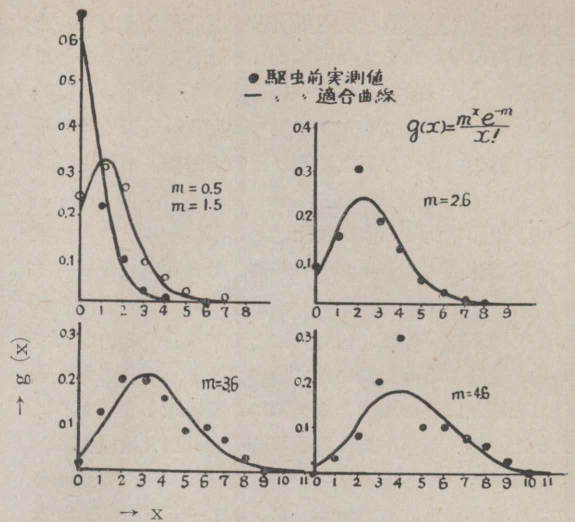
$$\therefore\ 1.56<\rho<2.33$$

これが駆虫前後の集団卵平均の比 $\dfrac{a_1}{a_2}=\rho$ の信頼度98%の信限限界である。

以上の如く駆虫後において集団卵平均がはつきり低下することが確認された。即ち駆虫剤投与により感染率が低下するばかりでなく感染度も低下することを定量的に把握しえたわけである。

個人別卵平均*m*が同一な場合の蛔虫卵分布型について

同一人の屎中において,蛔虫卵を始め大多数の腸管内寄生虫卵は *Poisson* 分布することが確認されていることはすでに述べた。私の今回の調査せる集団においても,検査人員の中から個人別卵平均 *m* が同一のものをえらび,そのカバーグラスあたりの虫卵数出現度数をしらべれば,同一の場合と同様 *Poisson* 分布する筈である。先づ最初に施行した学童駆虫前後の二集団から各 *m* 値別に人員を選出し,検討を加えた。図上での適合はよい様に思はれたが, いずれの *m* 値の場合も χ^2-検定にて棄却された。この原因は,直接塗沫標本作製法に不完全さがあつた為同一人中の各標本内の出現卵数に不均等性をもたらしたためと考えられた。その後施行せる一般住民の場合は上述の原因を充分意識して標本作製にあたつた。即ち検鏡卵算定をなし,あまり不均等性を示した標本は,再度作製をしなをした。かくして得た232名の蛔虫卵陽性者の中から個人別卵平均 *m* の階級巾を1.0間隔にとり,その各々の階級別に卵数出現度数を集計し資料とした。充分な階級度数の得られた低平均値群即ちm値0.5, 1.5, 2.6, 3.6, 4.6の各群について検討した。計算値と理論値を第7図に示した。図上でもかなり適合がよい。更に上記の各 *m* 値別に χ^2-検定をし第3表に示した。これらの各 *m* 値においては, 明らかに初めの想定の如く *Poisson* 分布することが検証された。このことは,本研究に使用した直接塗沫法による虫卵分布状態の把握方式が,集団検便における *m* の分布追求の一方法として充分耐えうることをも示していると考える。



第7図 同一卵平均値における卵数度数分布

集団におけるカバーグラスあたりの虫卵数分布型について

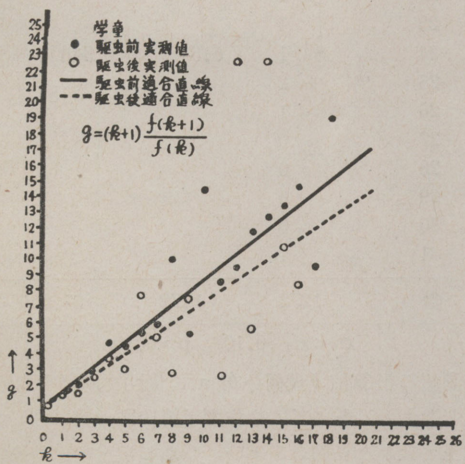
個人別にとりあつかえば屎中虫卵分布が *Poisson* 分布 P(k,m) することは再三述べた。この個人別卵平均 *m* が各個人により異り, ある分布 P(m) をするということから,個人の枠を取除き一集団全体の虫卵数kの分布をみれば,これが一般 *Poisson* 分布 $G_{(k)}=\int p(k,m)\,dp(m)$ することは明かである。*m* の分布 P(m) が,杉山・守屋(1954)等の想定する如く Γ 型分布であるとすればkは

$$G_{(k)}=\int P(k,m)\,.dP(m)=\int_0^\infty \frac{e^{-m}}{k!}m_k.(m/a)^{P-1}e^{-}{}_m/^a.\,dm/a\Gamma_{(P)}=\Gamma(k+p)(1+a)^{-P}\left\{\frac{a}{(1+a)}\right\}^k/k!\Gamma_{(P)}$$

と *Polya-Eggenberger* 分布をすることは統計学確率論の示す

第 3 表 各卵平均値における卵数度数分布表及び χ^2-検定

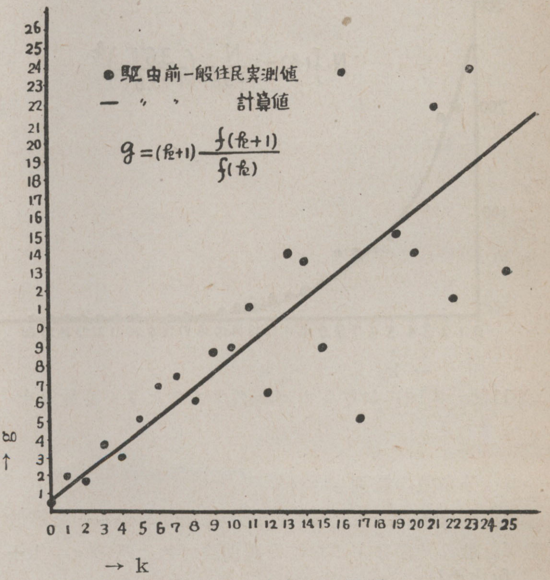
	卵数 X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	計	χ^2-検定
m = 0.5	実測値 A	250	85	40	→0.9							384	$\chi^2_0<\chi^2_2$ (0.01)
					5	4							
	計算値 B	232.9	116.7	26.1	→5.3							384	$p>0.01$
					4.9	0.4							
	$\frac{(A-B)^2}{B}$ = C	1.255	0.86	4.08	2.58							8,775	
m = 1.5	〃 〃 A	54	66	58	24	15	→	5.0				222	$\chi^2_0<\chi^2_4$ (0.30)
							4	0	1				
	〃 〃 B	49.5	74.3	55.7	27.9	10.4	→	4.2				222	$p>0.30$
	〃 〃 C	0.409	0.927	0.094	0.545	2.034	→	0.152				4,161	
m = 2.6	〃 〃 A	15	27	52	33	22	11	5	→	3		168	$\chi^2_0<\chi^2_6$ (0.50)
									2	1			
	〃 〃 B	12.5	32.4	42.2	36.5	23.8	12.4	5.5	→	2.7		168	$p>0.50$
	〃 〃 C	0.50	0.90	2.276	0.335	0.136	0.158	0.045	→	0.033		4,383	
m = 3.6	〃 〃 A	1	10	16	16	13	7	7	6	2		78	$\chi^2_0<\chi^2_7$ (0.50)
	〃 〃 B	2.7	7.7	13.8	16.6	14.1	10.7	6.4	3.3	2.7		78	$p>0.50$
	〃 〃 C	1.07	0.687	0.350	0.021	0.085	1.279	0.056	2.209	0.181		5,938	
m = 4.5	〃 〃 A	0	2	5	12	18	6	6	5	4	2	60	$\chi^2_0<\chi^2_8$ (0,3)
	〃 〃 B	0.7	3.0	6.7	10.1	11.4	10.2	7.7	4.9	2.8	2.5	60	$p>0.30$
	〃 〃 C	0.7	0.333	0.431	0.357	3.821	1.729	0.375	0.002	0.514	0.10	8,362	



第 8 図 分布型の鑑別

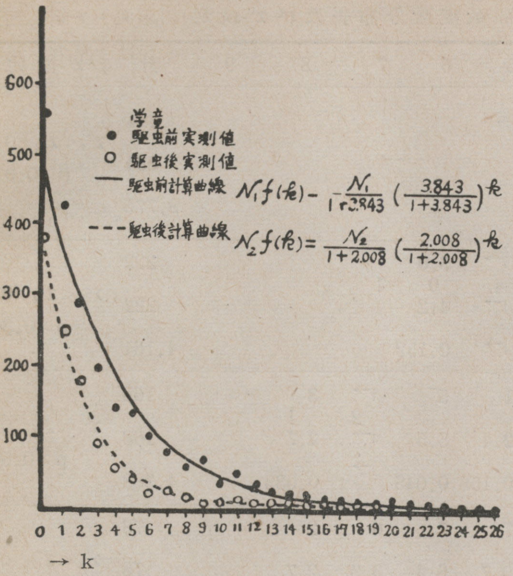
ところである。しかし P(m) は Γ 型分布ではなく指数分布するのであるから $P(m)=1-e^{-\frac{m}{a}}$ とみなしうることより G(k) は次のように求めうる。

$$G(k)=\int_0^\infty \frac{m^k}{k!}e^{-m}\cdot\frac{e^{-\frac{m}{a}}}{a}dm=\frac{1}{1+a}\left(\frac{a}{1+a}\right)^k$$

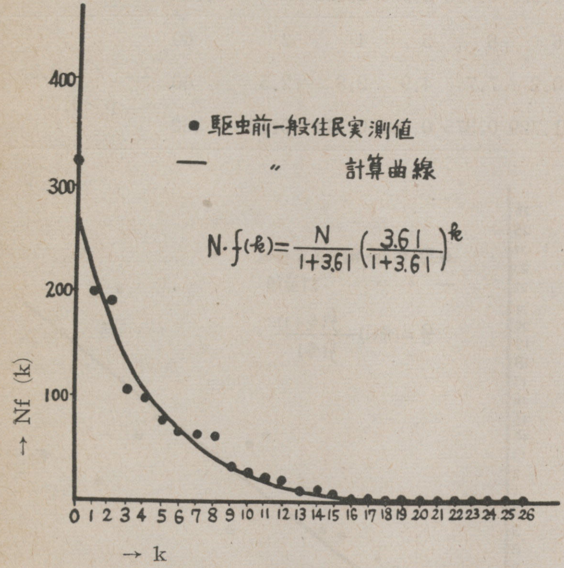


第 9 図 分布型の鑑別

これは前記 *Polya-Eggenberger* 分布にＰ＝１を代入しても得られるが，幾何分布である。即ち集団におけるカバーグラスあたりの虫卵数 k は幾何分布をする訳であ



第10図　集団におけるカバーグラス虫卵数分布



第11図　集団におけるカバーグラスあたり虫卵数分布る。

a)　分布型の鑑別

学童駆虫前及び後，一般住民の三集団の標本値を離散型（計数の）の分布における鑑別法である所の $g=(k+1)\frac{f_N(k+1)}{f_N(k)}$ において作図し第 8 図，第 9 図を得た。いづれも上昇直線上にならび負の二項型であることが予想された。

b)　カバーグラスあたりの卵数度数分布表と χ^2-検定

第 4 表　カバーグラスあたり虫卵数度数分布表及び χ^2-検定

卵数 (k)	実測値 (A)	計算値 (B)	$\frac{(A-B)^2}{B}$
0	322	275.9	0.770
1	200	216.0	1.185
2	188	169.2	2.088
3	106	132.4	5.264
4	96	103.7	0.571
5	59	81.2	6.069
6	50	63.6	2.908
7	49	46.8	0.012
8	45	39.0	0.932
9	30	30.5	0.008
10	26	23.9	0.142
11	21	18.7	0.282
12	20	14.7	1.910
13	10	11.5	0.195
14	10	9.0	0.111
15	9	7.0	0.571
16	5	5.5	0.045
17	7	4.3	1.695
18	2	3.4	0.576
19	4	2.6	0.753
20	3	2.0	0.500
21	2	1.6	0.100
22	2		
23	1		
24	8　1	6.5	0.346
25	2		
26	1		
27	0		
28	0		
29	0		
30	0		
31	1		
計	1272	1272	27.025

$\chi^2_0<\chi^2_{21}(0.10)$，$p>0.10$

実測値に計算値（幾何分布 a に集団標本卵平均値を代入したもの）をあてはめ作図（第10図，第11図）すると図上ではかなり適合がよい。しかし学童駆虫前後の二集団では χ^2-検定にて棄却された。この原因は，前章に述べたと同じく，同一人内において均等の欠けた部分があり，これが集積して充分の適合度を示さなくなることにあると思われた。その後に行つた住民の場合は充分意識して標本作製を，より慎重に行つた。第 4 表がその χ^2-検定の結果である。

c)　考察

カバーグラスあたりの虫卵数度数分布が負の二項型を示したことはすこぶる興味ある事で一見伝播性があるように見えるが，それは一般 *Poisson* 分布としての構造上よりくるものであるという統計学上では注意されてきたものであり，その実例として生物学の医学の中に登場してきたのはこれが始めてではなかろうか。ともあれ集団におけるカバーグラスあたりの虫卵数度数分布が幾何分布を示したことの実地への利用については更に検討を要すると考える。

総　括

（1）直接塗沫法により，集団における蛔虫卵の個人別平均*m*の分布をしらべ，それが指数分布することを確認した。

（2）個人別卵平均mが指数分布することの意義について考察を加え次のことを明かにした。

a) 蛔虫の排卵数下限値は，従来の諸家の報告を更に下廻り且その事例は，各集団内に相当の比率をもつて屢々存在する。

b) 集団卵平均aの異る各集団内で個人別卵平均 *m* 1.0 以下の軽感染者の占める比率を，$F_1(1)=1-e^{-\frac{1}{a}}$ より求め，実例をあげ，「見かけの陰転」が想像以存在することを示した。

c) 個人別卵平均の全体的平均即ち集団卵平均aが集団の感染度の示標として最適である。

d) 集団卵平均aなる集団においてn枚検査でも見落される確率 $q'=\frac{1}{1+na}$ 検出率 $p'=\frac{na}{1+na}$ で表しうることから，集団検便時の直接塗沫標本の卵検出率と検査枚数との関係を追求した。

e) 集団卵平均aはF-検定し信頼限界を求めうることから，異なる集団の比較に応用できることを実例をあげ示した。且駆虫前後におけるaが明かに低下することを定量的にも把握しうることを示した。

（3）今回の調査集団の中から同一の*m*をもつとみなされるものを選び各*m*群について卵数前現度数分布をしらべ *Poisson* 分布することを証明した。

（4）一集団全体におけるカバーグラスあたりの虫卵数度数分布は幾何分布することを予想し，且実例について x^2-検定により確認した。

稿を終るにあたり，御指導，御校閲を賜つた三輪清三教授並びに角田富雄助教授に深謝致します。又助言いただきました千大公衆衛生学教室内田昭夫・矢嶋ふき両先生に感謝致します。本研究の統計学面は千葉大学医学部三輪内科中島哲二と協同で行つた。

本論文の一部は第27回日本寄生虫学会総会（昭和33年5月）に発表した。

文　献

1) 石崎達 (1953)：蛔虫症の臨床的研究（1）直接塗抹標本による蛔虫卵定量法とその応用，寄生虫学雑誌，2(2)，137-142. —2) 小宮義孝・佐藤澄子 (1954)：直接塗抹標本における蛔鉤虫卵検出率と駆虫剤効果検査における見かけの陰転，(1) 直接塗抹標本における蛔・鉤虫卵検出力について，寄生虫学雑誌，3（3），28-31. —3) 小宮義孝・佐藤澄子 (1954)：(2) 駆虫効果判定時に於ける見かけの陰転について，寄生虫学雑誌，3（4），26-30. —4) 小宮義孝・佐藤澄子 (1954)：(3) 蛔虫駆虫剤効果検査時における見かけの陰転防止，寄生虫学雑誌，5（1），73-77. —5) 小宮義孝 (1955)：寄生虫卵検査法の理論と技術，衛生検査，4（4），149-156. —6) 小宮義孝 (1956)：集団検便・集団駆虫指針，金原出版. —7) 国沢清典：近代確率論，岩波全書. —8) 北川敏男・増山元三郎：新編統計数値表，河出書房. —9) 守屋倚二 (1955)：寄生虫卵検査の理論と方法，大阪大学医学雑誌，8(1)，81-94. —10) 牟田口利幸 (1956)：鉤虫感染経路の疫学的研究，第5報，都市および農村における鉤虫，蛔虫および鞭虫の感染度曲線について，医学と生物学，40（5），189-192. —11) 増山元三郎：少数例のまとめ方，初版，河出書房. —12) 守屋倚二・福島淳仔・福田正道・磯川貞和・岡幹健 (1956)：寄生虫検査について，寄生虫学雑誌，5（4），56-61. —13) 佐藤澄子 (1953)：鉤虫卵検査法の研究（1）人屎内鉤虫卵分布状況について，寄生虫学雑誌，2(2)，146-150. —14) 佐藤澄子 (1953)：(2) 屎内虫卵密度の日々変動について，寄生虫学雑誌，5(1)，6-17. —15) 佐藤澄子 (1953)：(3) 直接塗抹法の再検討，寄生虫学雑誌，6（1）. 57～65. —16) 杉山博・福田正道・福島淳仔・守屋倚二 (1954)：屎便内虫卵検査について（第2報），寄生虫学雑誌，3（1），36. —17) 高亀良彦 (1939)：糞便中に於ける蛔虫並びに十二指腸虫排泄卵数と母虫との関係（1），日本医科大学雑誌，7 (11)，1285. —18) 鳥居敏雄・高橋晄正・土肥一郎：医学，生物学のための推計学．東京大学出版会. —19) 中島忠一・中島哲二 (1951)：便中の寄生虫卵分布，科学，29（2），93.

Summary

Despite considerable amount of works indicating the fact that the egg distribution in a human stool is Poisson distribution, no information concerning the distribution of eggs in a population

surveyed by stool mass examination has come to our attension.

In the present paper further efforts were made to investigate ascaris egg distribution in such populations as primary school-children and adult inhabitants in the rural area by means of direct smear method with 6 or 12 successive smear specimens before and after mass-treatment. The resuls statistically obtained were as follows:

1) The distribution of mean values of ascaris eggs in a person, a member of constituent of a population, was found to be a exponential distribution.

2) Frequency distribution of egg numbers per one smear specimen prepared from one population was regarded as a geometrical distribution.

3) The frequency distribution of eggs in a population which was composed of persons with the same mean values of eggs, was shown as Poisson distribution.

4) The meaning of the exponential distribution of mern values as mentiond above was discussed from the following points of view: a) The lower limit of confidence of egg numbers produced by an ascaris was less than that suppoed by previous investigators and such a smple occurred frequently. b) Percentage of lightly infected cases with less than 1.0 of egg means (m) in a population was calculated from the following formula, $F_{(1)}=1-e^{-\frac{1}{a}}$, where 'a' was mean value of eggs in a population (total number of eggs counted in a population/total number of smear specimes used). These percentages revealed that so-called 'the rafe of false negative case for ova' was higher than that supposed. c) 'a', the mean value of eggs in a population may be considered as the most favorable index demonstrating the incidence of ascaris infection in a population. d) Relationship between recovering rate of ascaris eggs by smear method of stool examination and number of smear specimens adopted was discussed by statistical caluclation. e) Fedicial limits (limits of confidence) can be calculated statistically by F-test. Comparison of 'a' value in one population to that in the other could, therefore, be made and consequently changes in 'a' value by mass-treatmnt was also quatitatively recognized.