

腸管寄生虫4種（鈎、蛔、東毛、鞭）の感染 及び症状に及ぼす相互作用について

石 崎 達* 久津見晴彦* 安田 澄子*

国立予防衛生研究所寄生虫部

佐 野 辰 雄**

労働科学研究所

(昭和32年12月13日受領)

緒 言

糞便内寄生虫卵検査で普通によく検出されるのは鈎虫、蛔虫、東洋毛様線虫、鞭虫の虫卵である。これらは同一人から一種類だけ検出されることもあるし、数種一緒に検出されることもある。上記4種だけで考えてみても各種虫卵同時検出の種類(組合せ)は4種全部検出から、3, 2, 1種だけ検出するもの、及び全く虫卵を検出しない場合も合せて16通りある。

このような混合感染を取扱つて起つてくる疑問は、1)異種虫体同志の感染相互助長、又は抑制、2)感染機転の相違による混合感染の起り方の難易、などの要因が実際に混合感染の起り方の頻度にどのように影響を与えているだろうかということであろう。前者は内的要因であり後者は外的要因であるが、何等かの方法でこれらの影響が証明されれば興味ある問題である。

ところが文献をみると人間を対象とした此の種の研究は見当らず僅かに鈴木(1935 a, b)の動物実験による鈎虫と鞭虫の交叉感染、堀田ら(1935)の同じく蛔虫と鞭虫の交叉感染、松島(1935)の同じく蛔虫と鈎虫の交叉感染の報告のみみられるだけである。これらによると若干相互間に影響が認められている。

しかし最近に於ては表題とやゝ趣きを異にするが、永吉(1952)がツズビニ鈎虫とアメリカ鈎虫間に相互抑制があると発表している。

私達はこのような感染についての虫種間の相互の影響

がもし実在するならば、条件を吟味した集団を対象として行つた糞便内虫卵の検査成績は或程度相互間の影響を表現するのではなからうかと考えた。

感染の外的要因の均一性のためには同一区域の農民がよいし、感染の難易を考慮すれば性を一定にし、年齢も考慮に入れねばならない。更に既に小宮山(1953)、鈴木(1956)は鈎虫の家族集積性を認め、林(1957)は鈎虫にそれを認め、蛔虫、鞭虫に認めず、牟田口(1956)は蛔虫と鞭虫に認め、鈎虫に認めない等の成績があるので、同一家族から幾人も被検者があつてはならない。

その他この問題を論ずるためには種々の要素を考慮しなければならぬと考える。しかし私達はひとまづ上記の考慮条件に合つた対象で調査してみた。

対象の研究方法は初等確率論の概念及び推計学的検定方法を使用した。

調査対象と調査方法

調査対象：昭和30年8月上旬山形県酒田市北平田地区の農民男子20~70歳合計342名である。この地方は米の単作地帯で、調査対象は農業専従者である。対象選定法は任意抽出法によつたので、大体一世帯から1名受検し、一世帯2名の受検者は皆無ではなかつたが、全く例外的で数例にすぎない。

このような理由から調査対象は性別、職業による差異から等質化され、又家族集積性の問題からも除外されると考えてよいであろう。

年齢差の問題は感染機会とも関連して重要な要素である。この問題は調査成績で示すように各虫種の感染者の年齢構成比率が相似的であつたことから、私達の対象を一応均等化されたものとする。

調査方法：受診時に持参した各自の糞便を厚生省寄生

*TATSUSHI ISHIZAKI, *HARUHIKO KUTSUMI,
*SUMIKO YASUDA & **TATSUO SANO: Reciprocity of four intestinal nematodes on their infection and the condition of their host. (*Department of Parasitology, National Institute of Health, Tokyo, **Institute for Labour Science, Tokyo)

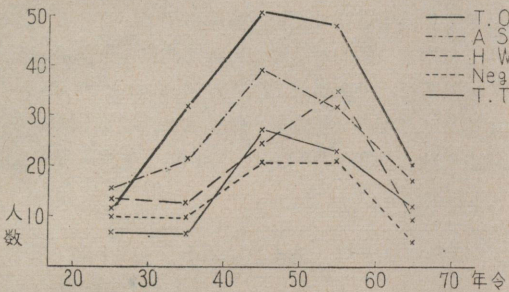
虫検査指針(1955)に基づき、直接塗抹 3 枚法と飽和食塩水浮游法で寄生虫卵を検索した。更に一部の人達の糞便を培養して鉤虫の虫種を判別した。

次に調査した臨床症状は、自覚症状として、眩暈、動悸又は息切れ、腹痛等の有無。他覚症状として血液比重(硫酸銅法)、赤血球沈降速度 1 時間値、網状赤血球数%(塗抹標本, Brilliant Kresylblan 染色, Giemsa 後染色)、好酸球数%(塗抹標本 Giemsa 染色)、最大血圧及び最小血圧(肘動脈)等である。

感染からみた腸管 4 種寄生虫の相互関係

対象 342 名の検便成績を各虫種別に集計すると次の如き陽性者数を得た。鉤虫卵陽性 102 名、蛔虫卵陽性 125 名、東洋毛様線虫卵陽性 174 名、鞭虫卵陽性 78 名で、全虫卵について陰性の者 70 名であった。混合感染のために合計数は実際の対象よりも大きくなっている。

表題の検討をする前に問題になるのは対象者の年齢分布の広いことである。もし虫種によっては感染が年齢要因に支配されるものがあるとすれば、検討も年齢別に行なかなければならない。そこで虫種別に虫卵陽性者の年齢分布図を作ってみた。これは第 1 図に示した通りである。



第 1 図 寄生虫種別感染者数の年齢分布

T.O=東毛, AS=蛔虫, HW=鉤虫

T.T=鞭虫, Neg=陰性者

これを見ると 4 種の虫種のいずれも、寄生者の年齢分布は互に相似している。この結果は感染に年齢要因が影響しているとしても 4 種の虫種共に同程度であると考えられ、集団として取扱う際に一応年齢を考慮しなくてもよいのではあるまいか。

この考えを是認すると、先に述べたように、対象は性別、職業、家族集積性の影響から除外してあるから、私達の対象をこの研究に関する限り等質化されていると見做すことが出来よう。

これだけの考慮をした上で表題を考えると、推計学的

検討をするためには帰無仮説を立てねばならない。そこで次の仮説を立てた。

仮説：混合感染は全く偶然の結果であつて、各虫種の感染は互いに全く独立に行われる。

この仮説を認めたとすると、調査対象の人達の中の某という人の糞便から x 虫卵が検出される出現確率 p は N が充分大きいなら次の式のようになる。

$p(x) = \frac{Ax}{N}$, 但し N=総人数, Ax=x 虫卵陽性者数
従つて非出現確率 q は

$q(x) = 1 - p(x) = 1 - \frac{Ax}{N}$ となる。

この理論から各虫種別に出現確率及び非出現確率を求めると次の通りである。

鉤虫卵: $p(H) = 102/342 \approx 0.298$, $q(H) \approx 0.702$

蛔虫卵: $p(A) = 125/342 \approx 0.365$, $q(A) \approx 0.635$

東毛卵: $p(T) = 174/342 \approx 0.509$, $q(T) \approx 0.491$

鞭虫卵: $p(TT) = 78/342 \approx 0.228$, $q(TT) \approx 0.772$

この確率値をもとにして、対象の中の某人の上記 4 種寄生虫卵全部陽性の確率を計算してみよう。仮説によれば感染は互いに独立であるから、4 種寄生虫卵全部陽性の確率 (p_1) はそれらの虫卵の出現確率の積である。

即ち $p_1 = p(H) \times p(A) \times p(T) \times p(TT) = 0.298 \times 0.365 \times 0.509 \times 0.228 \approx 0.0126$

この確率は対象人員の全部に妥当であるから、この確率 (p_1) と対象総数との積を作れば対象全体 (集団) の中で 4 種寄生虫卵全部陽性者の理論値 (y) が出てくる筈である。

即ち $y = p_1 \times 342 = 0.0126 \times 342 \approx 4.3$

以上述べた理論は 4 種寄生虫感染の起り得る総ての組合せ 16 通りの各々に妥当である。但しこの場合、某寄生虫卵陰性の組合せに於ては非出現確率 (q) を乗ずるのである。

このようにして 4 種寄生虫卵全部陽性の組から全部陰性の組まで含めて 16 通りの感染組合せの各々の理論例数 (理論出現値) を求めることが出来る。

ところで、この理論値は仮説を真であるとした場合の数値である。ところが仮説が真であるか否かを検定するにはこの理論値と実測値を比較して、その差が有意になるか否かをしらねばよい。但し、この場合実測値相互も、理論値相互も互いに関連があるので全部一括してカイ 2 乗検定を行うべきである。そこで自由度の大きい場合のカイ 2 乗検定 (近藤, 1949) を行つてみると、第 1 表に表示した結果になつた。

第1表 感染の組合せとその実測及び理論例数

鉤虫	蛔虫	東毛虫	鞭虫	実測値 a	理論値 b	カイ 2 乗検定 $\frac{(a-b)^2}{b}$
+	+	+	+	9	4.3	5.13*
+	+	+	○	11	14.5	0.85
+	+	○	+	4	7.4	1.56
+	○	+	+	9	4.1	5.86*
○	+	+	+	16	10.1	3.44
+	+	○	○	20	14.1	2.46
+	○	+	○	23	25.4	0.23
+	○	○	+	4	7.2	1.42
○	+	+	○	24	34.2	3.04
○	+	○	+	16	9.7	4.09
○	○	+	+	13	17.7	1.24
+	○	○	○	22	24.5	0.25
○	+	○	○	25	33.2	2.02
○	○	+	○	69	59.9	1.38
○	○	○	+	7	17.1	5.96*
○	○	○	○	70	59.8	1.73
102	125	174	78	342	343.2	$\chi^2=40.66$

(*印除去 $\chi^2=23.71$)

これを見ると私達の対象の $\chi^2=40.66$, $n=342$, 自由度 $16-1=15$, これを χ^2 の表とくらべると $p<0.01$ となつた。即ち仮説は 1% 以下の危険率で否定されなければならない。

この結果から各種寄生虫間の感染には相互関係を否定

第2表 症状より見た 4 種寄生虫の相互作用

		無感染	鉤虫	蛔虫	東毛	鞭虫	鉤+蛔	鉤+東	蛔+東	蛔+鞭	東+鞭	
		人員	70	22	25	69	7	20	23	24	16	13
自覚症状	眩暈	25 (36)	7 (31)	6 (24)	20 (29)	2 (29)	7 (35)	11 (48)	8 (34)	2 (13)	3 (24)	
	動悸息切	10 (15)	6 (27)	3 (12)	17 (24)	1 (15)	2 (10)	4 (18)	4 (17)	3 (19)	2 (16)	
	胃痛	19 (27)	8 (37)	7 (28)	36 (38)	2 (29)	8 (40)	13 (57)	11 (46)	6 (38)	5 (40)	
	血液比重	1.053	1.053	1.052	1.054	1.053	1.052	1.053	1.053	1.053	1.053	
他覚症状	赤沈値 1 時間 mm	7.8	8.0	13.6	8.0	18.1	15.9	10.5	9.0	6.8	10.5	
	網赤球 %	3.5	5.4	3.6	4.5	4.1	3.4	3.5	4.0	5.1	3.4	
	好酸球 %	2.2	3.9	3.4	2.2	2.8	4.8	2.9	2.6	2.4	2.2	
	最大血圧 mmHg	140	133	136	136	135	145	139	144	138	135	
	最小血圧 mmHg	86	83	82	85	90	88	85	88	84	83	

() 内は百分率

出来ないことになる。そこで第1表をすこし吟味してみよう。表中で(差)²/理論値の項が5以上の組合せは必ず4種全部陽性の組合せ、鉤虫・東洋毛様線虫・鞭虫組、鞭虫単独組であつて、前2者は実測値が理論値より大きく後者は小さい。試みにこの3組を除いて計算してみると $\chi^2=23.71$ となり、この場合自由度 $13-1=12$ で調べてみると、 $0.05>p>0.10$ となる。これから考えられることは特殊な組合せに差異が大きく出たために全体としてのカイ 2 乗検定値が大きくなつたことである。

そこで私達の成績から決定的なことは何も言えないが上記の吟味から矢張り虫種によつては相互に感染について関係があるのではあるまいかという疑問を設定してもよいと思われる。この点は今後更に検討されるべきであらう。

症状発現よりみた腸管 4 種寄生虫の相互関係

自覚症状：どの虫卵も陰性だつた組(無感染者群)にみられた症状出現率を対照として、各虫種の単独寄生組及び2種混合寄生組の症状出現率を検討した。その成績は第2表に示した。推計学的検定にはカイ 2 乗検定を使用した。

眩暈：無感染者組で比較的高率に出ているので、これに対して増加の傾向を認めたものは鉤虫・東洋毛様線虫混合感染組だけであつた(危険率 $10\%<p<20\%$)。

動悸及び息切れ：無感染者組に比して増加しているのは鉤虫単独感染者組 ($10\%<p<20\%$)、東洋毛様線虫単

独組 (10% < p < 20%) であつた。

腹痛：無感染者に比して多々の組合せでこの症状発現率が増加しているのは注目すべきである。増加の著しいのは鉤虫・東洋毛様線虫組 (1% < p < 5%)、東洋毛様線虫組 (1% < p < 5%)、増加しているのは蛔虫・東洋毛様線虫組 (5% < p < 10%) である。

鉤虫単独組は東洋毛様線虫単独組の症状発現率と両者の混合感染組の症状発現率を比較しても、後者の症状発現率が大きく、その差の有意性の危険率は 10% < p < 20% である。

他覚症状：前項と全く同様に無感染組の成績を基に測定平均値の増減を比較した。

血液比重平均値：全組合せが殆んど同値であつた。

赤血球沈降速度 1 時間平均値：鉤虫・蛔虫組が促進しているように見えるが、血沈値分布が正規型でなく指数型であるため F 検定 (北川, 増山, 1952) を行うと有意にならない。結局全組合せに差異がない。

網状赤血球数% 平均値：鉤虫単独組、蛔虫・鞭虫組に多いように見える。しかし推計学的検討は保留する (分布型正規ならず)。

好酸球数% 平均値：無感染組に比して鉤虫単独組、蛔虫単独組、鉤虫・蛔虫組が多いように見える。しかし推計学的検討は上述と同様の理由で保留する。

最大血圧平均値と最小血圧平均値：これは年齢、素質その他が関与するので、本論文では検討を加えない。参考までに附記した。

以上の他覚症状をみて目立つことは鉤虫単独組、東洋毛様線虫単独組及び両者の混合感染組に於て各種の症状増加がみられることである。この傾向は腹痛の項で著しい。又、腹痛の項では上記単独感染組の症状出現率よりも両者の混合感染組のそれは、更に増加して症状の相加 (或いは相乗とも言う) 作用が認められた。

この成績から見ると、症状発現については混合感染では虫種間に相加的な相互関係があると考えてよいと思われる。

要 約

農業専従者である男性農民 20~70 歳を対象として、任意抽出法により 342 名の被検者を選定し、糞便内寄生虫卵検査 (直接塗抹法、飽和食塩水浮游法) 及び自覚症状 (眩暈、動悸又は息切れ、腹痛) と他覚症状 (血液比重、赤沈値、網状赤血球数、好酸球数、血圧) を調査した。この対象から鉤虫、蛔虫、東洋毛様線虫及び鞭虫の虫卵が検出された。

1. 感染に及ぼす腸管内 4 種寄生虫の相互関係。検定に先立ち年齢の影響、家族集積性の影響を予め除去した各組につき、混合感染は互いに独立に行われるという仮説を立て、これに基き各虫種別に対象集団の虫卵出現確率及び非出現確率を計算した。この理論値と実測値の差を推計学的に検定したところ 1% 以下の危険率で仮説は否定された。各組の内容を吟味してみると感染に関して相互関係ありと考へた方がよいように思われる。

2. 症状に及ぼす腸管 4 種寄生虫の相互関係。自覚症状では動悸又は息切れ、腹痛は鉤虫単独組、東洋毛様線虫単独組及び両者の混合感染組が無感染組に比べて症状発現率が大きい。又混合感染によつて症状相加が認められた。

他覚症状では網状赤血球数% が鉤虫単独組及び蛔虫・鞭虫組に増加しているように思われた。又好酸球数% は鉤虫単独組、蛔虫単独組、鉤虫、蛔虫組に多いように思われた。しかし何れも推計学的検討は行わなかつた。

稿を終るに当り御校閲を賜つた寄生虫部長小宮義孝博士に深い感謝をささげ、御助言と御援助を賜つた東大物療内科増山講師、労働科学研究所大島博士、楠博士その他の方々へ謝意を表します。

本論文は昭和 32 年 9 月第 17 回日本寄生虫学会東日本支部大会で発表した。

参 考 文 献

- 1) 林滋生・原淳・平木敬二・佐藤孝慈・高田敦徳・若杉幹太郎 (1957) : 埼玉県の一モデル衛生村、静村における蠕虫感染の疫学的研究, 第 1 報, 検便により見出された蠕虫感染についての解析, 順天堂医学雑誌, 3 (2), 112-122. —2) 小宮山新一 (1954) : 川崎市登戸地区における鉤虫感染について, 1. 鉤虫卵保有状況と鉤虫の種別について, 寄生虫学雑誌, 3 (3), 197-204. —3) 小宮義孝・佐藤菊雄 (1955) : 宮城県における肝吸虫感染, 公衆衛生, 17 (1), 50-53. —4) 近藤忠雄 (1949) : 計数の統計学, 143-144. 岩波書店. —5) 厚生省編纂, 衛生検査指針 I, 細菌・血清学的検査指針 (V-2), 寄生虫検査指針 (改訂) (1955), 直接塗抹法, 集卵法, 協同医学出版社. —6) 松島実 (1935) : 蛔虫十二指腸虫交叉感染研究, 慶応医学, 15 (7), 1071-1097. —7) 増山元三郎・北川敏男 (1952) : 新編統計数値表, 86-87. —8) 永吉康祐 (1952) : 棲分け原理の寄生虫方面における考察, 寄生虫相互抑制論の提唱, 東京医事新誌, 69 (7). —9) 鈴木淳三 (1935a) : 鞭虫と十二指腸虫の交叉感染に関する研究, 慶応医学, 15 (4), 671-689. —10) 鈴木淳三 (1935b) : 鞭虫と十二指腸虫の混合感染に関する研究, 慶応医学, 15 (7), 1043-1053. —11) 鈴木了司 (1956) : 宮城県一農村における鉤虫の疫学的調査とその考察, 日本生態学雑誌, 6 (1), 20-24.

Summary

Eggs of four species of nematodes (*Necator americanus*, *Ascaris lumbricoides*, *Trichostrongylus orientalis* and *Trichocephalus trichiurus*) were detected in this survey with several fecal examination technics on randomized 342 persons.

All persons were divided into 16 groups such as positive for 4 species, positive for 3 species (four groups), positive for 2 species (six groups), positive for 1 species (four groups) and negative for all species. In every case no correlation was seen between the infection and the sex, age and tendency of famillial aggregation of infection. If the infection of four species of parasites were ocured independently one another, the expected

provability of detection of ova of each group should be equal to the multiplication of the expected probabilities of infection of each species. In such manner, we have calculated each expected value (expected provability $\times 342$) to all groups, and compared them statistically with each observed value. The result proved that the hypothesis above mentioned could not be denied.

Several clinical observation of these carriers were made. *Necator* and *Trichostrongylus* injured their hosts in point of subjective symptoms (palpitation and stomachache). Reticulocytes and eosinopholic leucocytes were seemed to be increased in the case of ascaris carriers, necator carriers and the case of its mixed carriers.