

放射性物質 Cobalt-60 照射による蛔虫卵殺滅に関する研究

III 仔虫期卵の抵抗性

小林 昭 夫 熊 田 三 由 小 宮 義 孝

国立予防衛生研究所寄生虫部

(昭和 32 年 6 月 10 日受領)

最近その応用面上、とみに有望視され来つた Co^{60} を用いての蛔虫卵照射試験に関しては、著者の 1 人小林ら (1955) がその一部を発表したほかは、斉藤 (1957)、門多 (1957) の報告あるのみである。

前報において著者の 1 人小林らは、 Co^{60} 照射による蛔虫卵完全殺滅線量を、その各發育段階について求めることを目標とし、まず単細胞期 (豚蛔虫卵) のそれについて実験し、その完全殺滅限界線量を 11.4 万レントゲン (r) と推定した。その後、斉藤 (1957) は仔虫期以外の各種發育中間段階の豚蛔虫卵の Co^{60} 照射に対する抵抗性について実験し、虫卵の抵抗性は卵細胞の分裂がすゝむにつれてこれを減じ、早期桑実期にいたつて最小に達する (完全殺滅限界線量 2.1~2.7 万 r) が、ついで同段階よりさらに發育をすゝめ、器官原基形成の開始をみる蛸蚪期に移行するに及んでその抵抗性は再び急激に増大し、12.6~16.8 万 r でなければ完全にこれを殺滅しえざることを確めている。

卵發育段階差にもとづくかゝる感受性の変動については、比較的少線量照射 (2.4 万 r 以下) 時における門多 (1957) の成績においてもほぼ同様の傾向がみられるが、ことに早期桑実期卵に最大の感受性が示される点に関しては全く一致している。

しかし、 Co^{60} 照射に対する蛔虫仔虫期卵の抵抗性については、未だ完全なる知見はない。以下著者らは最大の抵抗性が予想される仔虫期卵につき、これの抵抗性に関する二三の基礎実験を行った。

AKIO KOBAYASHI, MITSUYOSHI KUMADA & YOSHITAKA KOMIYA: Observations on the ovicidal effects of irradiation with Cobalt-60 on ascaris ova. III Effects on *Ascaris suilla* ova in embryonated stages. (Department of Parasitology, National Institute of Health, Tokyo.)

* 本研究は厚生科学研究費の補助によつた。記して謝す。

材料及び実験方法

1. 虫卵材料

虫卵は屠場に得た十数隻分の豚蛔虫子宮末端部内卵につき、これの %フォルマリン加寒天培地 (小宮・小林, 1956), 28°C 培養にて卵令 15 日目及び同 30 日目の仔虫期卵を照射虫卵材料とした。前者は仔虫形成直後の卵であり、後者は卵殻内仔虫の機能ほぼ最大に近い段階の卵に相当するものと考えられる (千葉, 1936)。

2. γ 線源

Co^{60} は国立東京第二病院所有のもの (Source の容量 150 Curie) を使用した。実験における各線量の算出は、Source から一定距離、一定時間内に連続照射せられた実測線量 (山下, 1957) を基準として概算し求めた。

3. 照射の方法

虫卵材料は底の平坦なメタアクリル酸樹脂製の特製小型シャーレを用いて作製した 1% フォルマリン加寒天平板上に極めて薄く (1 mm 以下) 塗布し、これを Source に対して一定距離、垂直方向に正しく設置し、室温 (11~20°C)、無遮蔽にて所定時間 (43.8 hr, 44 hr) の連続照射を行った。

4. 照射後の虫卵培養

照射後、各被曝虫卵材料は直ちに実験室にもち来り、対照非照射卵とともに夫々別に作製しておいた同上培地に移し、28°C 恒温器に収め培養した。

5. 仔虫期卵の被曝効果判定方法

虫卵の被曝効果 (抵抗性) は、その卵殻内仔虫の生死ならびに動物体感染能力喪失の程度によりこれを判定した。

1) 卵殻内仔虫の生死判定: 生死判定は各除蛋白膜被検卵につき、顕微鏡保温装置による温熱刺激に対する同仔虫の運動性保有の有無により行つたが、同時に各培養時における仔虫の変性形態像出現状況をも併せて観察し参考に供した。

運動性については、対照卵の卵殻内仔虫をして比較的長時間にわたり最も活潑に運動せしめると判断された42°Cの温熱刺激で、加温5分以上の作用により尚全く運動を示さないものをもつて運動性喪失卵すなわち死滅卵と見做し、形態的变化としては、概ね単細胞期卵にみられる変性像(柳沢, 1955)に準拠し、変性顆粒の出現、内容崩壊、内容透明化、虫体内胞形成等の变化をあらわしたのものをもつて変性仔虫期卵とした。

2) 豚蛔虫卵の動物体感染方法: 卵内容は仔虫形成後さらに一定期間を経過し、成熟期に達し初めて感染能力を有するものである故、被曝各卵のマウスへの感染試験は、対照非照射卵の感染能力が最も旺盛になると考えられる28°C培養で35日末、すなわち仔虫形成後ほぼ3週(千葉, 1936)前後に達するまでさらに培養し、これを試食試験に供した。また長期培養時(照射後12週末)における各被曝卵についても感染試験を実施し、培養経過に伴う仔虫の感染力減弱化の状況を観察した。

著者らは予備試験により、豚蛔虫仔虫期卵のマウスへの試食、感染を成立させるためには、卵の蛋白膜除去という条件が必要であることを確認したので、試食の際には卵を30%アンチフォルミン液中、28°C、1時間の浸漬により蛋白膜を除去し、3回水洗洗滌を行ったものを試験に供した。投与虫卵数は各卵とも大略2万コとなし、これを白金耳の先端に附着させ、マウスに自発的になめさせる如くして与えた(石井, 1957)。

感染マウス体内よりの仔虫の検出は、HCl-Pepsin 消化法* により行った。本検出法によれば、試食後1週目の剖検消化試験で、マウスの全器官、体腔を通じ、肺及び肝にて全検出仔虫数の約96%を捕捉しうることを予備試験により確めたので、被曝虫卵の感染試験においてもマウスの肺と肝のみの消化検出にて概ね初期の目的が達せられるものと考え、検索をこの2臓器に限定して行った。一方千葉(1936)は、試食後剖検までの日数と肺、

* HCl-Pepsin 液の処方(小宮ら, 1941): ペプシン 0.3g 蒸留水 100 cc, 稀塩酸約 3 cc (塩酸にて該液の pH を 1.8 に調整)。

HCl-Pepsin 液による消化法と仔虫数の算定: HCl-Pepsin 液中に細切した臓器を投入し、38°C で約 20 時間放置、消化後、これを一度金網で濾過、濾液に水を加えて遠沈、洗滌後、沈渣に少量の水を加えて充分に攪拌し、その一定量(0.1 cc) 宛をピペットでとり、これを鏡検、これの3回平均仔虫数より沈渣中の全仔虫数を推算した。但し右同時3回検査によりなお仔虫を検出しえない場合には、全沈渣について検索した。

肝よりの仔虫検出率との関係につき、卵令35~75日卵においては、試食後5日目のそれが最大であると報じているので、著者らも剖検時を虫卵試食後5日目とした。

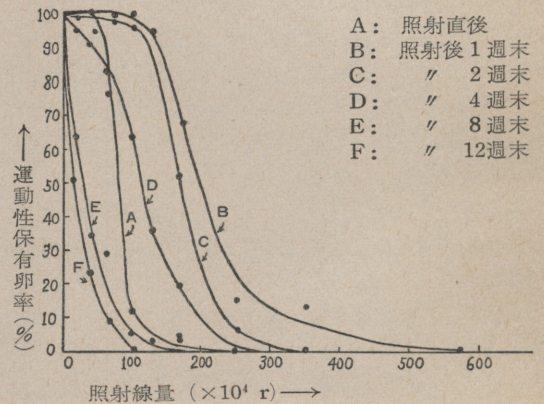
実験成績

1. 被曝線量と仔虫の運動性

a) 卵令15日仔虫期卵

照射直後 250万 r 以上の高線量被曝卵にあつては、仔虫の運動全く停止し、それ以下の線量被曝卵では、線量の低下とともに運動性保有卵比率の増加をみたが、とりわけ39万 r 以下の被曝卵ではその全てが運動性をしめした。しかしこれらの虫卵を引きつゞき 28°C で培養すると、1週末には照射直後よりもかえつて運動完全停止線量は増大し、570万 r 以上でなければ全くこれを停止させることができなかつた。しかし培養2週末にいたると、再びこれは低下しはじめ、以後培養日数の経過とともに漸次該所要線量の低下をみ、培養8週末では250万 r、12週末に達すると100万 r 以上の被曝卵では全く運動を停止するに至つている。

また50%仔虫運動停止線量は、照射直後80万 r、培養1週末200万 r、4週末110万 r、8週末30万 r、12週末15万 r と推定される(第1表、第1図)。



第1図 各種照射線量と運動性保有卵率との関係
(卵令15日仔虫期卵)

以上の成績をみるに、一定線量以下の被曝卵にあつては、これをさらに28°Cで培養すると、卵殻内仔虫の運動性については一時的な回復(蘇生)現象が存在することが認められる。

一方卵殻内仔虫の運動をその活潑さの程度により第1度より第3度までの3種に分け、このうちとくにS字状運動乃至環状運動等の運動形式をもつて最も活潑に運動

第 1 表 各種照射線量と運動性を保有する仔虫期卵百分比との関係 (卵令 15 日仔虫期卵)

No.	距離 (cm)	照射時間 (hr)	概算線量 (r)	運動性を保有する仔虫期卵の百分比					
				照射直後 培養開始 後 15 日	照射後 1 週末 " 22 日	" 2 週末 " 29 日	" 4 週末 " 43 日	" 8 週末 " 71 日	" 12 週末 " 99 日
1	5.0	43.8	570 × 10 ⁴	0	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
2	6.4	"	350 × 10 ⁴	0	14(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
3	7.6	"	250 × 10 ⁴	0	15(0)	6(0)	1(0)	0(0)	0(0)
4	9.0	"	170 × 10 ⁴	4	68(7)	52(0)	20(0)	3(0)	0(0)
5	10.5	"	130 × 10 ⁴	3	95(0)	93(9)	36(0)	2(0)	0(0)
6	11.9	"	100 × 10 ⁴	11	100(5)	95(21)	64(13)	5(0)	0(0)
7	14.6	"	66 × 10 ⁴	76	99(12)	96(37)	83(14)	29(10)	9(3)
8	19.0	"	39 × 10 ⁴	100	99(13)	94(49)	91(46)	35(17)	24(10)
9	30.0	"	16 × 10 ⁴	100	100(100)	98(80)	95(83)	64(39)	51(41)
対照	0	0	0	100	100(100)	100(100)	99(93)	100(82)	96(82)

() 内の数値は活潑なる運動性 (第 3 度) を保有する仔虫期卵の百分比をしめす

する第 3 度運動仔虫期卵の全卵に対する比率を表中括弧内に示した。いま全卵に対する全運動仔虫期卵の比率と同第 3 度運動仔虫期卵のそれとを比較するに、たとえ前者がほぼ同等であるような事例でも、後者はその被曝線量による影響を鋭敏に蒙り、より高線量被曝卵にあつてはその比率の減少が著しかった。

b) 卵令 30 日仔虫期卵

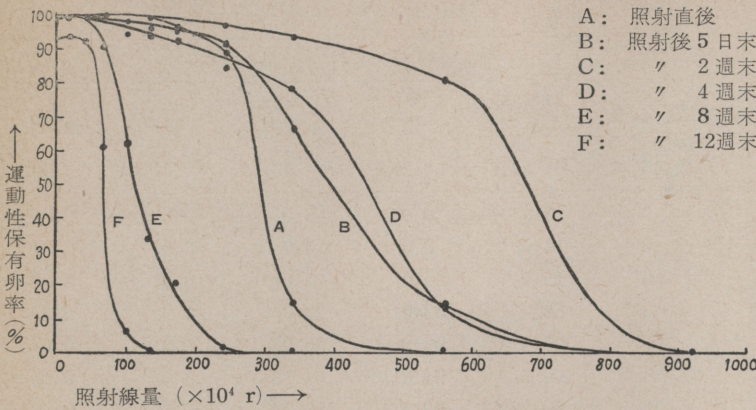
第 2 表, 第 2 図にみる如く, 照射直後においては, 仔

虫の運動完全停止線量は 560 万 r 以上で, これをさらに培養するときは, さきの 15 日仔虫期卵の場合にみたと同様, 運動性恢復現象が 5 日より 2 週間後にかけてみとめられた。即ち培養 5 日未では, 運動完全停止線量は 920 万 r までに増加し, この傾向は 2 週末に至つて最高に達し, 以後は再び低下しはじめ, 8 週末では 340 万 r, 12 週末では 130 万 r 以上の被曝卵に完全運動停止をみた。

第 2 表 各種照射線量と運動性を保有する仔虫期卵百分比との関係 (卵令 30 日仔虫期卵)

No.	距離 (cm)	照射時間 (hr)	概算線量 (r)	運動性を保有する仔虫期卵の百分比						
				照射直後 培養開始 後 30 日	照射後 5 日未 " 35 日	" 2 週末 " 44 日	" 3 週末 " 51 日	" 4 週末 " 58 日	" 8 週末 " 86 日	" 12 週末 " 114 日
1	3.9	44.0	920 × 10 ⁴	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
2	5.0	"	560 × 10 ⁴	0(0)	14(0)	81(0)	66(0)	13(0)	0(0)	0(0)
3	6.4	"	340 × 10 ⁴	14(0)	67(0)	93(0)	92(0)	79(0)	0(0)	0(0)
4	7.6	"	240 × 10 ⁴	88(0)	92(0)	97(9)	90(0)	84(0)	1(0)	0(0)
5	9.0	"	170 × 10 ⁴	96(2)	100(0)	96(17)	96(2)	93(3)	20(0)	0(0)
6	10.5	"	130 × 10 ⁴	99(15)	96(20)	100(23)	98(12)	93(10)	33(0)	0(0)
7	11.9	"	100 × 10 ⁴	98(24)	98(23)	98(68)	99(48)	94(25)	61(29)	6(0)
8	14.6	"	66 × 10 ⁴	100(30)	98(67)	100(90)	98(71)	98(64)	90(72)	61(32)
9	19.0	"	39 × 10 ⁴	99(37)	99(96)	100(100)	95(90)	98(90)	99(96)	92(63)
10	30.0	"	16 × 10 ⁴	98(54)	100(100)	100(100)	95(90)	97(89)	98(95)	93(86)
対照	0	0	0	100(100)	100(100)	99(99)	100(100)	99(99)	98(97)	91(85)

() 内の数値は活潑なる運動性 (第 3 度) を保有する仔虫期卵の百分比をしめす



第2図 各種照射線量と運動性保有卵率との関係
(卵令30日仔虫期卵)

50%運動停止線量は、照射直後 290 万 r、培養 2 週末 680 万 r、4 週末 440 万 r、8 週末 110 万 r、12 週末 70 万 r 内外と推定される。なお運動活潑な第 3 度運動仔虫の全卵に対する比率は、さきの卵令 15 日卵にみたと同様、比較的高線量被曝事例においては、全運動仔虫期卵比率に比してその値は著しく小さかった。

2. 被曝線量と変性像出現との関係

a) 卵令15日仔虫期卵

成績は第 3 表にしめす如くである。いまこの表をみるに、照射直後にあつては、変性像の出現は全く認められず、最高 570 万 r 被曝卵においてさえ全くこれを認めえなかつた。しかし、さらにこれを 28°C で培養するとき

- A: 照射直後
- B: 照射後 5 日末
- C: " 2 週末
- D: " 4 週末
- E: " 8 週末
- F: " 12 週末

は、日数の経過とともに線量に比例して漸次変性仔虫期卵比率は増加し、8~12 週末に至ると 130 万 r 以上の被曝卵においては全卵が変性像を呈するにいたっている。なお培養経過に伴う変性形態像の出現は、漸増的、不可逆的で、運動性についてみられたような恢復傾向は全く認められなかつた。

変性形態像の内訳は、350 万 r 以上の高線量被曝卵では、被曝後比較的早期より変性顆粒像の出現率高く、培養 8 週乃至 12 週末に至ると殆んど全卵が該顆粒像を以て占められ

ていた。しかるに 170 万 r 以下の比較的少線量被曝卵においては、むしろ初期より仔虫体内の胞形成が多く、やがてこれらの胞形成仔虫は透明化の像を呈するようになる。(変性像内訳については表略)

b) 卵令30日仔虫期卵

第 4 表に示す如く、920 万 r 被曝卵にあつては、被曝直後既に若干の仔虫は変性顆粒を形成しており、培養 5 日目に至ると変性卵率 100% に達している。560 万 r 以下の被曝卵にあつては、培養 5 日目に至つても尚ほ数% 以下の変性卵率を示すに過ぎないが、培養日数を重ねるにつれて順次増加をしめし、培養 12 週末にいたると 130 万 r 以上の被曝卵は完全に変性像を以て占められる。

第3表 各種照射線量と変性仔虫期卵の出現率 (卵令15日仔虫期卵)

No.	距離 (cm)	照射時間 (hr)	概算線量 (r)	変性像をしめす仔虫期卵の百分比					
				照射直後	照射後	"	"	"	"
				培養開始後 15 日	1 週末	2 週末	4 週末	8 週末	12 週末
				" 22 日	" 29 日	" 43 日	" 71 日	" 99 日	
1	5.0	43.8	570 × 10 ⁴	0	19	29	100	100 (0)	100 (0)
2	6.4	"	350 × 10 ⁴	0	6	7	100	100 (0)	100 (0)
3	7.6	"	250 × 10 ⁴	0	0	3	45	100 (0)	100 (0)
4	9.0	"	170 × 10 ⁴	0	1	1	22	100 (0)	100 (0)
5	10.5	"	130 × 10 ⁴	0	1	2	13	100 (0)	100 (0)
6	11.9	"	100 × 10 ⁴	0	0	4	15	95 (5)	98 (2)
7	14.6	"	66 × 10 ⁴	0	0	5	11	74 (26)	89 (11)
8	19.0	"	39 × 10 ⁴	0	0	4	5	65 (35)	82 (18)
9	30.0	"	16 × 10 ⁴	0	0	3	4	40 (60)	53 (47)
対照		0	0	0	0	0	1	0 (100)	1 (99)

表中 () 内の数値は正常形態像保有卵の比率をしめす

第 4 表 各種照射線量と変性仔虫期卵出現率 (卵令 30 日仔虫期卵)

No.	距離 (cm)	照射時間 (hr)	概算線量 (r)	変性像をしめす仔虫期卵の百分比						
				照射直後	照射後	〃	〃	〃	〃	〃
				培養開始後 30 日	5 日末	2 週末	3 週末	4 週末	8 週末	12 週末
				〃 35 日	〃 44 日	〃 51 日	〃 58 日	〃 86 日	〃 114 日	
1	3.9	44.0	920 × 10 ⁴	6	100	100	100	100	100 (0)	100 (0)
2	5.0	〃	560 × 10 ⁴	1	5	31	74	100	100 (0)	100 (0)
3	6.4	〃	340 × 10 ⁴	1	1	10	40	52	100 (0)	100 (0)
4	7.6	〃	240 × 10 ⁴	1	1	4	6	9	100 (0)	100 (0)
5	9.0	〃	170 × 10 ⁴	1	1	2	5	9	97 (3)	100 (0)
6	10.5	〃	130 × 10 ⁴	0	1	2	1	5	74 (26)	100 (0)
7	11.9	〃	100 × 10 ⁴	0	1	2	0	6	31 (69)	98 (2)
8	14.6	〃	66 × 10 ⁴	0	2	1	0	1	1 (99)	35 (65)
9	19.0	〃	39 × 10 ⁴	0	1	2	0	1	1 (99)	8 (92)
10	30.0	〃	16 × 10 ⁴	2	0	3	0	2	2 (98)	6 (94)
対照		0	0	0	0	0	1	2	2 (98)	7 (93)

表中 () 内の数値は正常形態像保有卵の比率をしめす

なお出現変性像の内訳は、照射後の比較的早期には、その変性像の大多数は変性顆粒の出現であつたが、培養 2 ~ 3 週末より漸次透明化を示すものの比率が増加し、12 週末に達すると、各被曝卵にも変性像の殆んど全部が透明化の像を呈するものによつて占められるにいたる。とりわけ 920 万 r 被曝卵では、被曝後の初期には、その変性像は全て顆粒出現のそれであつたが、培養 2 週末より漸次透明化と高度萎縮の合併した特有の像が出現し、12 週末には完全に該像を以て占められるようになる。(変性像の内訳については表略)

このような比較的高線量 (340~570 万 r) 被曝時における両種卵令仔虫期卵の変性像出現様式の相違については、両者の物質構成や同分布上の相違ということも想像され興味深い。

3. 被曝線量と仔虫感染力喪失との関係

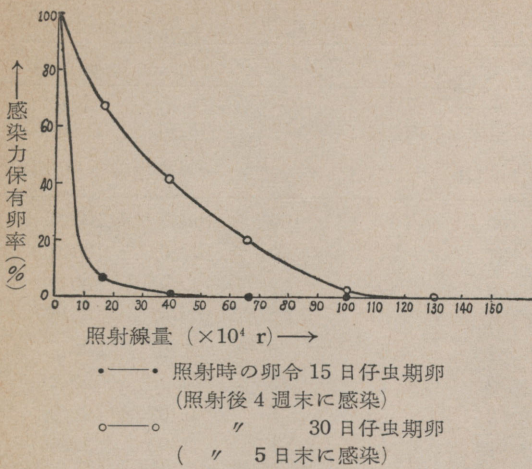
a) 卵令 15 日仔虫期卵

各線量被曝卵について、照射後の培養 4 週末 (培養開始後 43 日目) 及び 12 週末 (培養開始後 99 日目) におけるマウス感染試験の結果については、第 5 表、第 8 図に示す如くである。いまこの図表をみるに、感染各事例とも

第 5 表 各種線量被曝仔虫期卵のマウス感染状況

概算線量	培養開始後 43 日 (照射後 4 週末)			培養開始後 35 日 (照射後 5 日末)			培養開始後 99 日 (照射後 12 週末)			培養開始後 114 日 (照射後 12 週末)		
	照射時の卵令 15 日の仔虫期卵			照射時の卵令 30 日の仔虫期卵			照射時の卵令 15 日の仔虫期卵			照射時の卵令 30 日の仔虫期卵		
	肺	肝	計 (%)	肺	肝	計 (%)	肺	肝	計 (%)	肺	肝	計 (%)
170 × 10 ⁴ r 以上	0	0	0 (0)	0	0	0 (0)	0	0	0 (0)	0	0	0 (0)
130 × 10 ⁴ r	0	0	0 (0)	7	0	7 (0.1)	0	0	0 (0)	0	0	0 (0)
100 × 10 ⁴ r	0	0	0 (0)	130	18	148 (2.6)	0	0	0 (0)	0	11	11 (0.2)
66 × 10 ⁴ r	2	0	2 (0.04)	713	439	1152 (20.1)	0	0	0 (0)	24	13	37 (0.6)
39 × 10 ⁴ r	33	8	41 (0.8)	1414	1019	2423 (42.2)	0	80	80 (1.6)	401	31	432 (7.5)
16 × 10 ⁴ r	310	26	336 (6.8)	3188	708	3896 (67.9)	120	4	124 (2.5)	1012	634	1646 (28.7)
対 照	4914	49	4963 (100)	5358	380	5738 (100)	2490	1183	3673 (74.0)	1875	364	2239 (39.0)

投与虫卵数は各感染事例とも大略 2 万コ。() 内の数値は、培養開始後 43 日又は 35 日目における各対照仔虫期卵投与時の同検出仔虫数に対する被曝各卵投与時におけるその百分比をしめす



第3図 各被曝卵のマウス感染能力

約2万コの虫卵を試食せしめたにもかかわらず、前記検出法により、照射後培養4週末時の感染試験成績では、対照卵においてさえ約5000隻(25%)の仔虫が検出されているに過ぎない。が、いま対照卵の感染力と被曝卵のそれとを比較するため、かりに同対照卵を試食せしめた場合の検出仔虫数を100%と見做し、これに対する各被曝卵試食時のその比率をみると、16万r被曝卵にあつては、感染力は既に対照卵の6.8%に低下し、39万rのそれでは僅かに0.8%しかこれを保有せず、100万r以上の被曝卵では、該能力は完全に失われていた。50%感染力喪失線量は、この場合ほゞ5万r内外と推定される。

また照射後12週末における各被曝卵の感染試験成績では、一般に各卵とも先の成績に較べて感染率低下の傾向がみられ、対照卵においてさえ若干の減少(4週末の率を100%として74%に低下)をしめし、66万r被曝卵にして既に完全に感染力を喪失するに至つている。

b) 卵令30日仔虫期卵

培養5日末(培養開始後35日)の成績をみるに、対照卵の感染率は2万コの投与仔虫期卵に対し、検出仔虫数約5700隻で投与卵数の28.7%に相当し、この値はほゞ先の対照卵(培養開始後43日)の場合の比率と同等であるが、かりに同対照卵の感染力を100%と仮定するならば、16万r被曝卵にあつては67.9%に、39万rのそれでは42.2%に低下したが、130万rのそれでも未だ完全には感染力を喪失せず、170万r被曝卵にして初めて完全にこれが喪失をみた。同培養期における50%感染力喪失線量は約30万rと推定される。

また照射後の培養12週末(培養開始後114日)における試験成績では、各卵ともその実際の感染率は5日末のそれに比して著しく低下をしめし、対照卵においてさえ39%に減少した。総じて12週末の感染率は各被曝卵とも培養5日末のその半数以下にとゞまつており、130万r被曝卵において完全に感染力喪失をみた(第5表、第3図参照)。

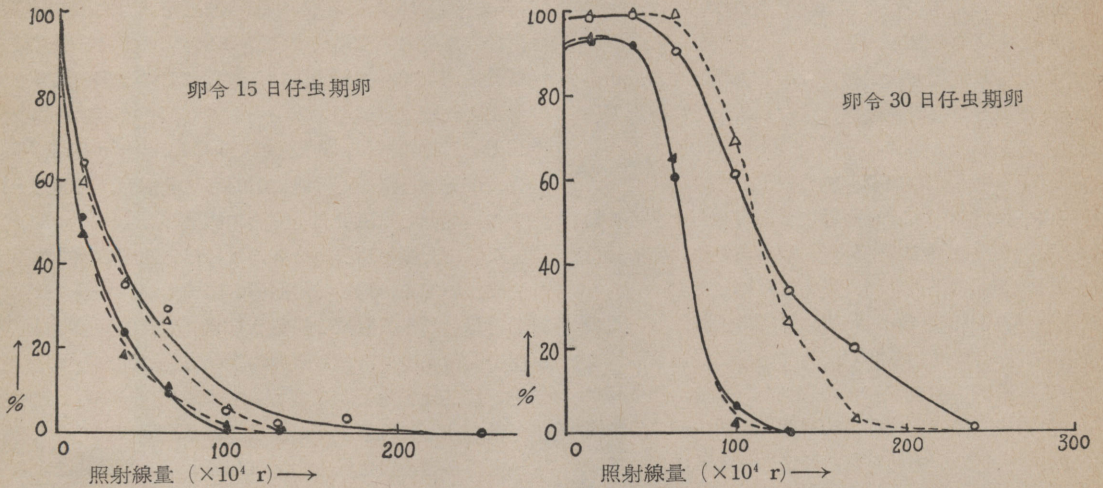
考 按

1. 被曝卵内仔虫の運動性と変性形態像ならびに、感染力の相互関係について

蛔虫卵に対する照射実験(X線, Ra)には、その虫卵材料として、従来馬蛔虫が好んで用いられて来た(Holthusen, 1921; Seide, 1925; Zuppinger, 1928)が、これら馬蛔虫卵のX線に対する抵抗性は、豚蛔虫卵のそれ(門多, 1957)よりはるかに微弱であるようである。著者らはその各種化学薬剤や尿尿に対する抵抗性が人蛔虫卵のそれとほゞ同一である豚蛔虫卵(斉藤, 1957)を用いて実験したのであるが、豚蛔虫仔虫期卵の Co^{60} 照射に対する抵抗性については、前記3項をその指標としてこれを観察したことについては既に記した。そのうち卵殻内仔虫の生死判定については、多少の疑議*はあるが、目下のところでは仔虫の運動性(温熱刺戟に対する運動反応能力)を指標としてこれを判断するのが最も確実であると考えられる。しかし、温熱刺戟に対する運動反応性の観察は、その観察操作上、若干の装置(顕微鏡保温装置の如き)と熟練を要し、聊か煩雑に過ぎるきらいがないわけではない。この点他のより簡易な観察法による成績を以てこれに近似させうるならば甚だ都合である。そこで著者らは、変性形態像出現の状況をもつてするこれの近似の可能性を考慮し、その形態をも併せ観察した。いま両者の関係を考察するに、両卵令の仔虫期卵とも、照射直後には運動性保有仔虫期卵率と正常形態像保有仔虫期卵率との間には、全く近似がみとめられない(第1~4表)が、照射後さらにその28°C培養を行うときは、培養日数の経過につれて両者は比較的よく平行関係を示すようになる。とりわけこの傾向は第8週乃至12週末にいたると極めてよく合致してくる(第4図)。かゝる事実よりすれば、照射後4週以内のものの生死状

* Co^{60} 照射後の比較的初期(1~2週以内)では、一時的な仔虫の運動停止(仮死)状態をも死と判定することになるから(第1, 2表)、少くとも同期間内においては実際の死との間にかんがりの隔りがあることが考えられる。

○—○ 照射後 8 週末 } 運動性保有卵
 ●—● " 12 週末 }
 △-△ " 8 週末 } 正常像保有卵
 ▲-▲ " 12 週末 }



第 4 図 各被曝卵の長期培養時における運動性保有卵率と正常形態像保有卵率との関係

況については、その運動性保有の有無によりこれを判定するより方法がないとしても、培養 8 週～12 週以後のものについては、その運動性のかわりに形態的観察方法によりこれを行い、未だ正常像を保有するものを以て生卵とし、変性像出現卵を以て死卵と判定しても大過なしと信ずる。

しかし一方、感染予防の実際的観点に立脚してその抵抗性を考えるときは、該仔虫期卵の人体感染能力保有の有無(実験的にはマウスへの感染力)が最大の重要性をもつものである。活発な運動性を保有する仔虫期卵の悉くが必ずしも感染力を具備するものではないとともに、また感染力の喪失は比較的少線量被曝によりすでに甚大な影響を蒙るものようである。このような、同一仔虫に対する運動停止とその感染力喪失化における各所要 r 線量間にみられた大巾な線量差に関しては、旋毛虫仔虫にあつてもほゞ類似の傾向がみとめられている (Gould *et al.*, 1953; Gomberg *et al.*, 1953)。

2. 仔虫期卵の卵令にもとづく抵抗差ならびに仔虫期卵と他発育段階卵との抵抗性の比較について

卵令 15 日仔虫期卵と同 30 日仔虫期卵の Co^{60} 照射に対する抵抗差は、さきの成績にみるように、明らかに前者に弱く後者に強大である。たとえば卵殻内仔虫の 50% 運動停止線量は、照射後の各培養時期のものとも、卵令 30 日卵のそれは 15 日卵のそれの約 4 倍であり、またその感染

力喪失に要する線量は 6 倍に相当する。たゞし兩種卵令仔虫期卵の抵抗性をそれらの感染力喪失程度によつて比較する場合、同一被曝卵についてもその抵抗性(運動力)が被曝後にかなり著しい変動をみた事実を考慮すると、感染能力についてもある程度の変動が予想され、厳密には卵令自体にもとづく影響のほかには被曝効果による変動をも同時に考慮する必要があると思われる。

また仔虫期卵の抵抗性と他の発育段階卵のそれとの比較の場合には、すべて同一判定基準によりその強弱を断ずべきが当然であり、とりわけその基準としては、被曝後における各卵の感染力喪失化に要する γ 線量をもつてするのが最も具体的、実際的な意義を有し、かつ確実であると考えられる。尤もこの場合にあつても、感染試験は各発育段階卵の被曝後における各最大の感染力を有つにいたる時期において実施さるべきであるが、その時期については未だ確められていない点が多い。

したがつて、今回えられた仔虫期卵の抵抗性と他発育段階卵のそれとの比較をそのまま従来諸家によりえられた成績(浅見ら, 1955; 齊藤, 1957; 門多, 1957)を以てすることは困難ではあるが、いまかりに仔虫期以外の各発育段階卵の抵抗性をその被曝後 2～3 週時における仔虫形成阻止率により、一方仔虫期卵のそれをその被曝後における運動性喪失率によつて比較するならば、抵抗性は仔虫期卵に極めて大であり、比較的大なる抵抗性

をみた単細胞期のそれに比してさえ、照射直後約十数倍（卵令15日卵）乃至50倍（卵令30日卵）に達する。

しかし仔虫期及び単細胞期の両種发育段階卵の電離放射線以外の他の諸作用に対する抵抗差については、その傾向必ずしもさきの Co^{60} によるそれと規を一にしないようで、とくに低温（山崎他, 1954）、乾燥（Zatourenskaya, 1936）等に対する抵抗力はかえって単細胞期卵に大であるという。

要約

豚蛔虫仔虫期卵の Co^{60} 照射による殺滅およびその動物体感染力喪失に要する γ 線量を求めるため、卵令15日及び30日の2種の仔虫期卵を用いて実験した。

1. 蛔虫仔虫期卵の Co^{60} 照射に対する抵抗性は、その仔虫期卵の卵令すなわち28°C培養開始後の経過日数によってかなり著しい開きがみとめられた。即ち、卵令15日卵（仔虫形成直後卵）は卵令30日卵（卵殻内仔虫の諸機能ほぼ最大に近いと考えられる段階のもの）に比して、その γ 線に対する抵抗力はより微弱であり、運動性、感染力とも概ね数分の一以下の線量でこれを喪失した。しかし前者にあつても、仔虫形成前の他のいかなる发育段階の卵に比しても、その抵抗力は著しく強大で、その殺滅線量は、比較的高い抵抗性をみた単細胞期卵の十数倍に達した。

2. 卵令15日仔虫期卵につき、その卵殻内仔虫の運動完全停止（完全殺滅と見做す）所要線量は大約下記線量又はそれ以上であつた。即ち、照射直後：250万r、照射後の培養（28°C）1週末：570万r、同4週末：350万r、同8週末：250万r、同12週末：100万rであつた。また50%運動停止（50%殺滅）線量は、照射直後：80万r、照射後の培養1週末：200万r、同4週末110万r、同8週末：30万r、同12週末15万r内外と推定された。

3. 同様にして卵令30日仔虫期卵の運動完全停止線量（完全殺滅）をみると、照射直後：560万r、照射後の培養5日末：920万r、同4週末：920万r、同8週末：340万r、同12週末：130万rであり、50%運動停止線量（50%殺滅）は、照射直後：290万r、照射後の培養5日末：400万r、同2週末：680万r、同4週末：440万r、同8週末：110万r、同12週末：70万r内外と推定された。

両種仔虫期卵とも、その殺滅線量は、照射後の培養日数の経過とともに一旦増大するが、これは被曝卵に一時的な運動性恢復現象がみられたためである。

4. Co^{60} 被曝仔虫期卵の変性像出現率は、照射後、培

養日数を重ねるにしたがつて漸次増加するが、培養8～12週末に至ると、残存正常像保有卵率は運動性保有卵率に極めてよく近似してくる。

5. 卵令15日仔虫期卵の動物体感染能力は、対照非照射卵の感染力がほぼ最大に達すると考えられる照射後の培養4週末（培養開始後43日目）における感染試験の結果によれば、対照卵の感染力を100%と仮定した場合、16万r被曝卵では、対照卵の6.8%、39万r被曝卵0.8%、66万r被曝卵では既に0.04%に低下し、100万r以上の被曝卵では感染力を完全に喪失した。

6. また照射時の卵令30日目の仔虫期卵のマウス感染力については、同じく対照卵の感染力がほぼ最大に達すると思われる照射後の培養5日末（培養開始後35日）の感染試験成績では、対照卵の感染力を100%と仮定すると、16万r被曝卵にて対照卵の67.9%、39万r被曝卵では42.2%に低下するが、100万r被曝卵にて未だ僅かながら感染力を保有し、170万r以上の照射により初めてこれの完全喪失をみとめた。

稿を終るにあたり、 Co^{60} の使用に御便宜を与えられた国立東京第二病院放射線科山下久雄博士に深謝する。

（本研究の要旨は昭和32年第17回日本寄生虫学会東日本支部大会において発表した）

文 献

- 1) 浅見敬三・小林昭夫・斎藤昭三(1955): 放射性物質 Cobalt-60 照射による蛔虫卵殺滅に関する研究 I, 寄雑, 4(4), 331-336. —2) 千葉隆(1936): 蛔虫卵内仔虫の感染能力に関する研究, 慶医, 16(12), 2057-2067. —3) H.J. Gomberg and S.E. Gould(1953) Effect of Irradiation with Cobalt-60 on Trichina Larvae, Science, 118(3055), 75-77. —4) S. E. Gould, J. G. Van Dyke and H. J. Gomberg(1953) Effect of X-rays on Trichina Larvae, Amer. J. Path., 29(2), 323-337. —5) H. Holthusen(1921): Beiträge zur Biologie der Strahlenwirkung. Untersuchungen an Askarideneiern, Pflüg. Arch. f. d. ges. Physiol., 187, 1-24. —6) 石井俊雄(1957): 私信による. —7) 門多魁(1957): 放射線の蛔虫生態に及ぼす影響に関する研究(2) X線の蛔虫卵发育に及ぼす影響について, 寄雑, 6(5), 417-423. —8) 門多魁(1957): 放射線の蛔虫生態に及ぼす影響に関する研究(3) Cobalt-60の蛔虫卵发育に及ぼす影響について, 寄雑, 6(5), 424-431. —9) 小宮義孝・多治見泰(1941): 中国に於ける淡水魚 *Pseudorasbora parva* Temminck & Schlegel に寄生するメタセルカリア, 特にその排泄系統について I, 上海自然科学研究所彙報, 11(1), 1-34. —10) 小宮義孝・小林昭夫(1956): フォルマリン加寒天培地による蛔虫卵培

養法の検討, 日公衛誌, 3(4), 189-193. —11) 齋藤昭三 (1957): 放射性物質 Cobalt-60 照射による蛔虫卵殺滅に関する研究 II 発育時期による感受性の差, 寄雑, 6(2), 175-181. —12) 齋藤敏昭 (1957): 人蛔虫卵及び豚蛔虫卵の抵抗力に関する比較試験, 寄雑, 6(6), 499-508. —13) J. Seide (1925): Zur Kenntnis der biologischen Strahlenwirkung. Untersuchungen am Ascaris-Ei mit Ultravioletten, Röntgen und Radiumstrahlen, Zeitsch. f. Wiss. Zoologie, 124(2), 252-304. —14) 山下久雄 (1957): 私信による. —15) 山崎繁・富田俊雄・山下六郎 (1954): 蛔虫卵の低温に対する抵抗力に関する研究, 寄雑, 3(4), 240-244. —16) 柳沢十四男 (1955): 蛔虫卵変性に関する研究 (1) 化学薬品による変性蛔虫卵の形態に就て, 寄雑, 4(4), 348-355. —17) B. Zaturenskaya & S. Vichnevskaya (1936): Sur l'action des certains facteurs chimiques et physiques sur les oeufs d'Ascaris lumbricoides, Med. Par. & Par. Dis., 5, 675. (森下薫, 1953; 蛔虫及び蛔虫症 85 頁より引用). —18) A. Zuppinger (1928): Radiobiologische Untersuchungen an Ascariseiern, Strahl. ther., 28, 639-758.

Summary

Effects of the irradiation with Cobalt-60 on ascaris ova in embryonated stages were investigated. The doses here applied were between 16×10^4 r and 920×10^4 r. After the irradiation, the ova were kept in a incubator (28°C) up to the

time of examinations.

The examinations after the exposure were made regarding (1) the complete motility-inhibiting dose (the lethal dose) and also (2) the dose of complete inhibition of infectivity.

Complete kill, as determined by the motility test, required 250×10^4 r for the embryos at 15th day of culture. When the embryos were examined 1 week after completion of irradiation, the killing dose increased up to 570×10^4 r and when examined 4, 8 and 12 weeks after exposure, the doses required were 350×10^4 r, 250×10^4 r and 100×10^4 r respectively.

The amount of irradiation required to do this for the embryos at 30th day of culture was 560×10^4 r just after the irradiation. Afterwards the killing doses were fluctuated by the time intervals after the exposure, showing the most prominent dose as 920×10^4 r 2 weeks after exposure.

To achieve complete damage of infection of each embryos to mice, 100×10^4 r (at the younger embryo) and 170×10^4 r (at the older one) were estimated respectively when the highest activity of their control embryos was shown.

From above results the amounts of irradiation required to inhibit the motility or infectivity of the embryos at 30th day of culture were somewhat higher than those of 15th day embryos.