



Title	X線のセンチクハエ成虫寿命短縮能率について
Author(s)	栗冠, 正利
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1968, 28(5), p. 569-572
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16618
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

X線のセンチクハエ成虫寿命短縮能率について

東北大学医学部放射線基礎医学教室

粟 冠 正 利

(昭和42年12月6日受付)

Age-dependent Radiosensitivity in Adult *Sarcophaga peregrina*

By

M. Sakka

Tohoku University School of Medicine

Adult *Sarcophaga* were irradiated at day 1 of imago life with different doses of X-rays. Mean survival time decreased exponentially with dose in both sexes in the range from 0 to 160 KR. When a single dose of 40 KR was given to adults at different ages, the loss of survival time was greater when they were irradiated younger but the loss as a percentage of control life span was minimal when a population lost a quarter of life span. The shortening of life was explained by upward shift of age specific mortality rate.

目 的

放射線は生物の寿命を短くするが、一定量の放射線は動物の令が高かろうが低かろうが常に一定の長さの生命をうばうのか又は照射の時の余命に応じたある分率をうばうのか、未だはつきりしていない。急性障害の感受性が令によつて随分ちがう事は二十日単では既に明らかになつて居りある二十日単の生命損失は照射時の令によつてきまるかどうかには一、二の報告があるがこれに関する実験は未だ少ないのでここに一つの資料を補つておきたい。第二に細胞分裂を終了した系に対する長期的障害研究材料として昆虫成虫を用いることの意義を示したい。この二つの目的をもつてこの実験を行った。

材料と方法

センチクハエに就ては既にたびたび報告したので省略する。羽化した成虫は24時間毎に集め氷室に十数分おいて麻醉し同性のもの2匹宛を1本のガラス管(長さ20cm, 直径3cm, 一端をガーゼでおおい他端にコルク栓をはめ中央に脱脂綿を通しそれに約7%砂糖水を浸す)に入れれば27°Cの恒温室に保つ、但し夏期一旬はこの温度を超え冬

期は毎日1~2時間以内は室温に迄低下する。飼料は7%砂糖水だけで毎週月、水、金曜に交換し、ガラス管は1週1回宛新鮮なものと交換する。この時は麻醉は用いない。

照射は50kV pX線、毎分8kR, TSD=5.5cm. 容器は直径5cmのボール箱で一端をガーゼでおおい一回に約50匹を照射できる。照射容器からガラス管への移しかえは全部寒冷麻醉下に手早く行い全部の取扱時間は30分をこえない。照射を受けたものは毎日一回観察し全実験が終つたところで集計してその集団の週令別死亡確率(qx)および平均寿命(週)を計算しt検定法を用い特に断わりのない場合以外は99%信頼限界を示しておく。平均寿命をとつたのは生存数と生存時間の間に正規分布の累積和の関係が近似できる事を知つた為である。

成 績

羽化当日を成虫第1日とする。横軸に週令をとり縦軸に生存数をとるとシグモイドのプロットを得る。正規確率紙を用いて検定すると $\alpha=0.01$ で正規性を持つている(表1)。そこでこの報告では平均寿命とその99%信頼限界を以て反応を表わす

表1 生存数と週令の関係の正規性検査
対照 n = 131

週令	0	1	2	3	4	5	6
%生存							
予 想	97.0	97.0	83.5	54.0	21.0	4.5	0.5
実 測	99.9	94.0	78.0	69.0	31.0	5.5	0.1
差 d	2.9	3.0	5.0	15.0*	10.0	1.0	0.4

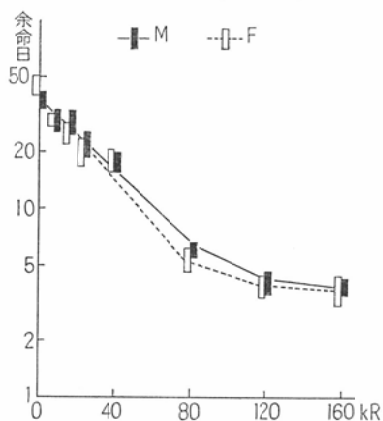
d* = 0.15 (=15%) < 1.63/√n = 0.142
故に α = 0.01 で有意差なく正規性を認める.

40 kR 照射 n=87

週令	0	1	2	3	4
%生存					
予 想	98.4	82.0	37.0	5.5	0.2
実 測	99.9	73.0	34.0	7.5	0.1
差 d	1.5	9.0*	3.0	2.0	0.1

*d = 0.09 (9%) < 1.63/√n = 0.175
故に α = 0.01 で有意差なく正規性を認める.

図1. 羽化第1日に1回照射した成虫平均寿命(日)と照射量との関係
Mは雄, Fは雌を表わす. 横軸は照射量を, 縦軸は平均寿命を日で表わす.



ことにする.

1966年4月から8月まで行つた実験を併合してみると雄 506, 雌 636に対して0から160kRの照射量を与えた. 簡単のために図1に資料を纏めた. 図の縦方向の高さは平均寿命の99%信頼限界である. 寿命は照射量に対し2つの指数部分を持つて反応し, 敏感な部分は雄では全体の85%を,

表2 a. 成虫寿命平均値(週)の99%信頼限界
無照射対照(左♂, 右♀)

1966年	4月	5.46—6.90 (n=46)	7.03—7.67 (n=51)
	6月	3.33—4.85 (n=23)	4.98—5.68 (n=28)
	9月	3.52—4.04 (n=169)	4.94—5.76 (n=225)
	10月	3.53—4.16 (n=43)	3.42—4.86 (n=49)
	11月	2.63—3.65 (n=58)	3.39—4.36 (n=70)
1967年	2月	3.49—4.31 (n=67)	3.75—5.69 (n=37)
	3月	3.05—4.09 (n=39)	4.21—5.99 (n=39)
	4月	3.46—4.26 (n=82)	4.15—5.30 (n=87)
	6月	2.73—3.40 (n=86)	3.66—4.24 (n=97)
	7月	2.35—3.03 (n=67)	2.78—3.72 (n=67)
	8月	2.87—3.85 (n=48)	3.48—4.58 (n=42)

表2 b. 羽化第1日に40kR照射(左は♂, 右は♀)

1966年	3月	0.82—2.64 (n=22)	1.28—2.26 (n=26)
	4月	2.55—3.17 (n=54)	2.79—3.41 (n=50)
	9月	2.08—2.76 (n=41)	2.46—2.98 (n=43)
	10月	1.56—2.44 (n=20)	1.93—2.59 (n=27)
1967年	2月	1.60—3.06 (n=17)	2.81—3.79 (n=20)
	3月	—	0.99—1.21 (n=67)
	4月	1.78—2.16 (n=67)	2.48—2.80 (n=68)
	8月	1.52—2.02 (n=35)	1.79—2.15 (n=64)

雌では93%を占め¹/e線量はそれぞれ40kRと42kRである. どの線量による寿命短縮も令別死亡率全体の上方向移動で説明でき, 哺乳動物の急性放射線死のような急激な死亡率上昇は見られないので特定死因を見出すことはできなかった.

1966年初頭から1968年8月にわたつて対照平均寿命と羽化当日40kR照射した成虫の平均寿命を比較して表2にまとめることができる(表2). その結果導かれたことは

- (イ) 成虫寿命には四季変動がある.
- (ロ) 雌の寿命は雄の寿命よりも長い.
- (ハ) 40kRは常に寿命を短かくする.
- (ニ) 短縮は雄の方に大きく働らく

この期間中, 同じ月に対照と照射実験を開始した6例をとつて照射が寿命にどう働らいているかを調べてみる. 対照寿命を $A \pm a$, 照射寿命を $B \pm b$ として $B/A \{ 1 \pm \sqrt{(a/A)^2 + (b/B)^2} \}$ を計算してみると40kRは決して暦の上で同じ長さを短かくしているのではなくて対照寿命を平均55%に短縮している事が判つた. 雄について B/A を示すと次のようになつた.

1966年4月には0.46 (1 ± 0.16)

9月には0.64 (1 ± 0.16)

10月には0.53 (1 ± 0.23)
 1967年 2月には0.60 (1 ± 0.33)
 4月には0.51 (1 ± 0.14)
 8月には0.58 (1 ± 0.20)

羽化当日に40kR 照射すると寿命は短縮して無照射対照寿命の約半分になることが判つたがこの寿命短縮の感受性は生涯を通じてかわらないかどうかを検査するためにいろいろな令で成虫に40kRをあてその後の生命の損失を測定した。令を暦の時間で表わすとその長さには四季変動があつて不都合を生ずるので集団の死亡率で令を表わした。即ち若い集団は死亡率が低く老いた集団は高い事を利用したのである。実験は1967年4月から7月に及んだ。対照は5回の実験を併合し固定集団の大きさは雄 206, 雌 221である。全部の動物が死亡した後, 集団死亡率0, 同¹/₄, 同¹/₂, 同³/₄に相当する時の標本の大きさn, 平均寿命 \bar{x} , 分散不偏推定量 u^2 , 平均寿命の標準誤差 S.E., および平均寿命の99%信頼限界を計算した。40kR 照射した方は雄では 集団死亡率0, 44および78%のとき, 雌では0, 25および53%に至つたとき照射し計算項目は対照と同じにした。その成績を表3にまとめておく, 対照寿命の対数は死亡率で表わした令に関して直線的に反応する。この直線から任意の令(集団死亡率で表わす)における平均

表3. 成虫余命と40kR照射の短縮の大きさ
対照

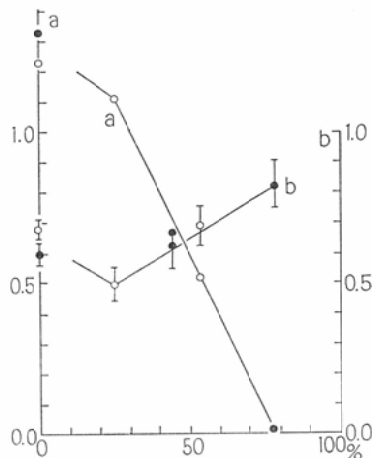
性集団の死亡率	n	\bar{x}	n^2	S.E.	平均寿命の99%信頼限界	
♂	0	206	3.30	1.72	0.09	3.07—3.53
	25	139	2.11	0.93	0.08	1.90—2.32
	50	98	1.55	0.35	0.06	1.40—1.70
	75	54	1.36	0.30	0.08	1.17—1.54
♀	0	221	3.37	0.87	0.06	3.71—4.03
	25	168	2.41	1.61	0.10	2.15—2.67
	50	107	1.80	1.00	0.10	1.46—2.14
	75	54	1.57	0.48	0.09	1.33—1.81

40kR照射

♂	0	67	1.97	0.35	0.07	1.78—2.16
	44	50	1.12	0.21	0.07	0.87—1.37
	78	50	1.14	0.19	0.06	0.98—1.30
♀	0	68	2.64	0.68	0.06	2.48—2.80
	25	87	1.20	0.20	0.05	1.07—1.33
	53	152	1.31	0.60	0.06	1.15—1.47

図2. 40kR 1回照射の生命損失

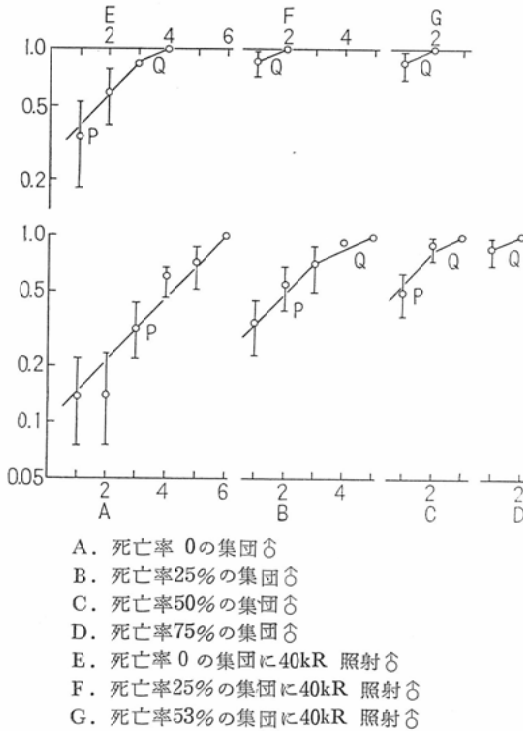
左側(a)は対照余命と照射余命との差を週で示し, 右側(b)は照射余命を対照余命で除した商を示す。横軸は照射時の命を集団の死亡百分率で示した。



寿命を推定することができる。このようにして40kR 照射した集団のその時の平均寿命とこれと同令の無照射集団の平均寿命の差をくらべて図2に示した。もし一定線量がいつも一定の長さの寿命をうばうとすれば対照寿命と照射寿命の差(図2の直線a)はX軸に平行でなければならないが実験成績はこの予想と一致しないことは検定を試みる迄もなく明らかである。照射は寿命のある分率を失なうとすれば照射寿命と対照寿命の比(図2の直線b)はx軸と平行しなければならないが実験はこの予想と一致しない。反つて死亡率25%から78%の範囲ではこの比は大きくなりその増大は令に関して直線的である。余命損失に関する放射線感受性は死亡率25%に相当して峰を持ちその前後は反つて低下する。

センチクハエが実験室内で死んでゆく際, 一々その死因を診断することはできない。令別死亡率(人口統計上の q_x)を計算すると暦の時間が進むに従つて q_x が上昇するので集団が加齢して居る事が判る。表3に挙げた対照集団と照射集団の q_x を計算してみると図3に示すようになった。 q_x は一見, 若い集団では傾きが急(カーブP), 老いた集団では緩(カーブQ)であるがその差は有意とは言えない, 死亡率の高い集団はQの

図3. 令別死亡率. 横軸は余命を週で, 縦軸は死亡率 q_x を示す.



部分だけを持つており低ければ P の部分が長い。照射すると P が短くなる。図 3 A と E は共に集団死亡率が 0 だが A は照射せず E は 40kR を受けている。E の q_x の進み方は B と C に似ている。即ち死亡率 0% の集団は 40kR を照射されると突如として死亡率が 25~50% の集団と同じ挙動を示す。この変化が急性死亡によるのでない事は照射集団に q_x の一時的急上昇がない事から明らかである。F 即ち 25% 死亡集団に 40kR あてると集団の令は照射しない 75% 死亡集団と同じ挙動を示す。これらの事から一回照射は q_x を上方に平行移動したのであると考える事ができる。そして q_x の傾きは一回照射によつては変わらない。この結果は哺乳動物の照射実験成績と軌を一にしている。

考 察

成虫第 1 日令に照射した後の生命の損失は雌雄共に照射量に対し指数的であり 0 - 160kR の範囲では急性死はなかつた。之に反しシヨウジョウバエは雄は指数的に反応するが雌は 10kR で対照

より長く生き 雌雄共 90kR 以上では急性死亡があるという¹⁾。

成虫の令別感受性もし之を寿命短縮の長さでとれば羽化直後が最も大きくその後単調に減少するがもし残存余命の比でとれば死亡率 25% に最大がありその前後は低下した。シヨウジョウバエでは成虫 1 日から 50 日の間で照射すると若いもの程急性死亡線量が大きく、おそい死亡の線量は日令の逆数に比例するという²⁾³⁾。併しこの著者の実験法は我々のものとちがうので直接的な比較ができない。SAS/4 二十日胤に全身 100R 照射したあとの残存余命百分率は出生直後を除き令に拘らず一定である⁴⁾。併し哺乳動物と昆虫成虫では再生系細胞の有無という点に大差がある。哺乳動物は細胞再生系と非再生系を同時に持つて居り急性障害と長期障害が同時におこる。併し細胞再生系を欠いている成虫では急性障害は起こらない。成虫照射で生命短縮がおこるのは短縮に關与する細胞系が非再生系に属する事を示唆している。加令の原因を非再生系細胞に蓄積する不可逆的損傷に見出そうとする学者があり⁵⁾ この見解を実証するため昆虫成虫の研究を重視する学者もある⁶⁾。勿論、昆虫には細胞再生系を持つ蛹期がありこの時期の照組は早期障害(羽化の抑制)と長期障害(羽化した成虫の生命の短縮)を招く事が知られている⁷⁾ので再生系と非再生系におこる損傷が生命短縮に及ぼす大きさの種類と程度を知る事が重要である。この方面の研究は未だ充分進んで居るとは申せない。

文 献

- 1) Nöthel, H.: Strahlentherapie, 126, 269 (1965).
- 2) Baxter, R.C. & H.A. Blair.: Radiation Res., 30, 48 (1967).
- 3) Baxter, R. C. & H:A. Blair: Radiation Res., 31, 287 (1967).
- 4) Lindop et al.: Agidg and the Levels of Biological Organization, Univ. of Chicago Press, p. 218 (1965).
- 5) Curtis, H.: Biological Mechanisms of Aging, C:C. Thomas 社, (1966).
- 6) Comfort, A.: Lancet, Sat. 17, Dec., 1325, (1966).
- 7) 粟冠, 日本医放会誌, 26, 1590 (1967).