



Title	低酸素的X線照射によるセンチニクハエ成虫寿命短縮効果
Author(s)	栗冠, 正利
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1970, 30(9), p. 849-852
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20747
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

低酸素的X線照射によるセンチニクハエ成虫寿命 短縮効果

東北大学医学部放射線基礎医学教室
栗 冠 正 利

(昭和45年7月24日受付)

Effects of Anoxic Conditions on Radiation-Induced Life-Shortening in *Sarcophaga* Adults

By

Masatoshi Sakka
Tohoku University School of Medicine

Sarcophaga peregrina, Robineau-Desvoidy, a kind of flesh flies, was given 40 kR of a single exposure of 50 kVp X-rays on the first day of adult life or 20 kR on the first and another 20 kR on the second day after emergence with an interval of one day in aerobic and anaerobic conditions and residual life span was compared. Anaerobic conditions were produced by putting animals in a vacuum chamber or treating them with quenching gas for flow counters or with nitrogen gas available in market. Animals were kept in anaerobic conditions for five minutes before through the end of irradiation. Anaerobic treatment has no more early and late effect than a temporary anaesthetic state in flies. It was previously reported that anaerobic conditions protected *Sarcophaga* pupae from acute as well as late radiation effects¹⁾ but in adults neither single anaerobic irradiation (Table 1) nor split dose technique associated with anoxia (Fig. 1) produced any protective effects on radiation-induced life-shortening. Complete absence of modification of radiation effects by anoxia in adult flies may be explained by irreversible accumulation of injuries in non-dividing tissues of adult insects.

目的

細胞増殖系に対する放射線効果が無酸素または低酸素的照射によって軽減するという一般傾向はセンチニクハエ蛹においてもみられた¹⁾。しかし成虫照射後におこる寿命短縮は線量につき単純加算的であった²⁾。成虫身体組織には細胞増殖系がないのでこのような系で低酸素的照射が障害を軽減する可能性は少ないと予想される。この考えの正否を実験によって検討したい。

材料と方法

全実験を通じ羽化後1日以内の成虫を用いた。飼育法は前報^{2,3)}にゆずる。真空処理は成虫をガ

ーゼ袋に封入した上で鉄タンクに入れこれを真空ポンプで排気し水銀柱1mm以下に保つた。照射は50kVp X線を用いたので酸素排除法は別の手段をとつた。すなわちX線管外套照射口に密接するガラス容器（直径5cm、高さ1cm、壁厚1mmで送気管と排気管（直径5mm）つき）の送気管に肉厚2mmのビニール管の一端を連結し他端をQガス（フロー計数管用）または市販窒素ボンベにつないだ。ガラス容器の照射口側の蓋はアルミ薄板または雲母薄板としガラス容器の辺縁（巾約1cm）とは真空グリースで接着した。ガスは照射約5分前に通気開始し初期圧は100kg/cm²で照射直前に

約 $20\text{kg}/\text{cm}^2$ まで低下し照射開始直前再び $100\text{kg}/\text{cm}^2$ に上げ照射中は $50\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上に保つた。分割照射間隔中は通常の飼育環境 27°C においても照射（2.5分ないし5分間）は室温で行なつた。

成績は♂♀別に併合し成虫令は週で数えた。成虫数が 10^2 個オーダーの時は令別死亡数はほぼ令に関して正規分布に近いので²⁾標本の大きさN、50%生存時間 \bar{x} 、および \bar{x} の99%信頼限界で示すことができるが1回照射後成虫の死亡率が上昇し週令別死亡率 q_x は上方移動するので q_x を比較してもよい。本報告では両方法で示した。

成 績

1. 成虫を真空中におくと直ちに仮死状態に陥るが空気中にもどすとしばらくして覚醒する。真空中に5ないし10分間おいても完全覚醒し急性死亡もおこらず（すなわち q_x の急上昇がない）また寿命にも影響がない。5分間真空処理した雄はN=113、 $\bar{x}=2.77$ 、（信頼限界2.45—3.09）週。

10分間真空処理雄N=37、 $\bar{x}=2.16$ （1.07～2.21）週。

同雌N=47、 $\bar{x}=2.43$ （1.97—3.12）週。

無処理対照雄N=98、 $\bar{x}=2.93$ （2.61—3.25）週となりこの程度の真空処理は成虫に急性および晩発生障害を与えないかつた。

2. 成虫にQガス中で40KR（5分間）照射し

た。Qガス処理は真空処理と同じで一時の仮死状態をもたらすが覚醒後は急性死がおこらない。1回照射すると累積死亡頻度一週令曲線（正規確率紙上で直線を示す）は左方に移動した。もしQガスによつて生じた低酸素雰囲気が放射線障害に対して保護的に働くとすれば左方移動は抑止できるはずであるが実験結果は期待に反した。簡単のため成績をまとめ表1に示す。

3. 成虫に対するN₂の単独効果は真空およびQガス効果と同じである。N₂中で40KR（5分間）照射したものと第1日にN₂中で20KR（2.5分間）照射し1日間 27°C の空気中におき第2日に再びN₂中で20KR照射したものの週令別死亡率上昇を比較した。図1に示すようにN₂雰囲気は放射線の寿命短縮効果に対して全く保護効果を持たずまた照射が1回であつても2回であつてもともに q_x を同じ程度上昇させ分割による q_x 上昇抑止はみられなかつた。

附. システインの保護効果。照射直前に0.01%システム（和光純薬）液を調製し寒冷麻酔下で1匹当たり $2\mu\text{l}$ ずつ胸節の飛翅筋肉中に注射し15分以内に空気中で40KR（5分間）照射した。照射時には成虫は寒冷麻酔から覚醒していた。システム単独の毒性は低く急性死はおこらず注射後の生存は雄N=33、 $\bar{x}=4.5$ （3.6～5.4）週、雌N=63、 $\bar{x}=5.1$ （4.5～5.7）週で無処理の

Table 1. Effects of anoxia produced by quenching gas on induced life shortening by a single exposure of 40 kR X-rays given on the first day after emergence.

Treatment	In quenching gas		In air		In quenching gas		In air	
	August 1967				October and November 1967			
	M	F	M	F	M	F	M	F
N	97	>27	33	48	57	76	94	101
\bar{x}	2.04	2.27	2.33	2.48	2.74	2.54	2.24	2.22
99% confidence interval of \bar{x}	1.78	2.06	2.03	2.19	2.48	2.11	2.04	2.05
	2.26	2.48	2.63	2.67	3.00	2.97	2.44	2.39

N: Sample size

\bar{x} : Mean survival time in weeks

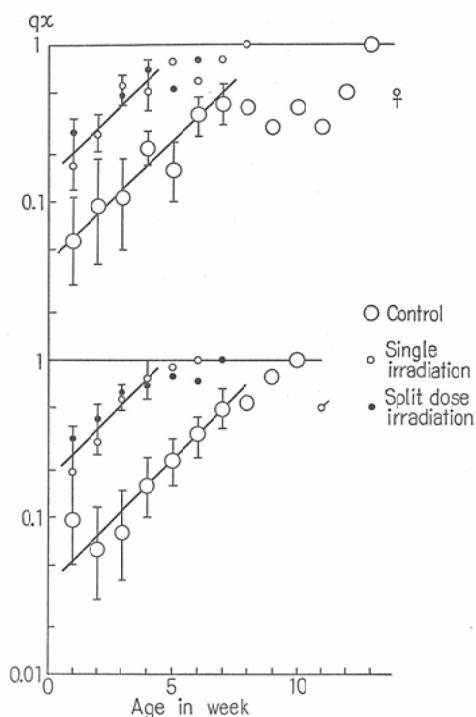


Fig. 1. Effects of single (40 kR) anaerobic and split dose (2×20kR) anaerobic irradiation on age specific mortality rate, q_x , in *Sarcophaga* adults.

値と差がないがシスティン注射直後照射したものでは雄N=79, $\bar{x}=2.7$ (2.3~3.0) 週、雌N=54, $\bar{x}=2.8$ (2.3~3.3) 週でシスティンによる寿命短縮効果に対する修飾はおこらなかつた。

頭部照射。成熟蛹頭部ベータ線照射は成虫寿命を短縮したので短縮に関与する組織は蛹頭部にあると推察していた⁴⁾。成虫でもそうだろうか。雄成虫をゼラチンカプセルに入れ1mm厚鉛板に小スリットをあけたところから頭部だけのぞかせて50 kVp X線で頭部にだけ5分間(40K R)照射したところN=49, $\bar{x}=3.5$ (3.2~3.9) 週となつた。無照射対照ではN=120, $\bar{x}=4.30$ (4.10~4.50) 週であつた。頭部にだけ照射すると明らかに平均寿命は短縮したが全身40K Rの効果よりやや軽かつた。併し頭部にとどかないような後半身のXまたはベータ線照射では成虫寿命は

短縮しなかつた。

考 察

我々は組織学的検査成績からセンチニクハエ成虫の身体組織には再生系がないと考えている⁵⁾。これに似た考え方としてショウジョウバエ成虫のタンパク交代がないという報告がある⁶⁾。このような系では細胞内に誘発された放射線障害は再生時に排除される可能性がないため単調増加し障害の回復はないかまたは少いと考える。

成虫寿命は平均値のまわりに正規分布するという確証は少いが生存者が時間に対してシグモイドである事は広く知られている^{7)~12)}。変温動物は環境温度に応じて寿命をかえる事は古くから知られておりこの現象を説明するRate of Living説が最近ShawとBercawによつて復活した。これが動機となつて対立仮説としてしきい説が抬頭し主としてショウジョウバエを低温と高温で生活させたときの寿命を分析し加令相と死亡相に分けるようになつた^{14)~19)}。この考えは先にNeary²⁰⁾が仮定した誘導相と発展相の区別と関係があるのかも知れない。センチニクハエ成虫生存曲線はオレゴンR♂ショウジョウバエのように¹⁹⁾大きな生存時間プラトーを持つてないため加令相と死亡相をはつきり分ける事はできないが平均寿命短縮に伴つて分散が相対的に不变である²¹⁾ので残存余命の短縮がおこり加令が加速されているように思われる。同じく双翅目に属していても短縮に関する線量一効果関係は必ずしも同じではない。それは上に挙げた2系のショウジョウバエでもそうであつたし、また、2系のハツカネズミについてもこれに似た報告がある²¹⁾。

真空処理が放射線誘発性寿命短縮を修飾する可能性に関する報告はまだ我々の目にふれない。

文 献

- 1) Sakka & Horiuchi: Bull. Tokyo Med. Dent. Univ., 7, 577~582, 1960.
- 2) Sakka, M.: Nippon Acta Radiol., 28, 569~572, 1968.
- 3) Sakka, M.: Ibid., 24, 1185~1188, 1965.
- 4) Sakka, M.: Ibid., 26, 1590~1593, 1967.
- 5) Sato, C. & Sakka, M.: Ibid., 26, 1574~

- 1578, 1967.
- 6) Clark, A.M. & J. Maynard Smith: *Nature*, 209, 627—629, 1966.
 - 7) Rockstein, M. & H.M. Lieberman: *Nature*, 181, 787—788, 1958.
 - 8) Strehler, B.L.: *J. Gerontol.*, 17, 347—352, 1963.
 - 9) Clark, A.M. & M.A. Rubin: *Radiat. Res.*, 15, 244—253, 1961.
 - 10) Clark, J.M.: *Radiat. Res.*, 7, 551—557, 1957.
 - 11) Cornwell et al.: *Nature*, 179, 670—672, 1957.
 - 12) Wharton, D.R.A. & M.L. Warton: *Radiat. Res.*, 11, 600—615, 1959.
 - 13) Shaw, R.F. & B.L. Bercaw: *Nature*, 195, 454—457, 1962.
 - 14) Maynard Smith, J.: *Nature*, 199, 400—402, 1963.
 - 15) Lamb, M.J.: *Radiation and Ageing* (Lindop & Sacher, eds.), 163—174, 1966.
 - 16) Lamb, M.J.: *Nature*, 220, 808—809, 1968.
 - 17) Hollingsworth, M.J.: *Nature*, 218, 869—870, 1968.
 - 18) Hollingsworth, M.J.: *Exp. Gerontol.*, 4, 49—55, 1969.
 - 19) Atlan et al.: *J. Gerontol.*, 24, 1—4, 1969.
 - 20) Neary, G.J.: *Nature*, 187, 10—18, 1960.
 - 21) Yuhas, J.M.: *J. Gerontol.*, 24, 451—456 1969.