



Title	センチニクハ工蛹の羽化抑制に対する線量率効果 その2
Author(s)	栗冠, 正利
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1970, 29(11), p. 1405-1407
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/20554">https://hdl.handle.net/11094/20554</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## センチニクハエ蛹の羽化抑制に対する 線量率効果 その2

東北大学医学部放射線基礎医学教室

栗 冠 正 利

(昭和44年6月10日受付)

Recovery and Accumulation of Radiation Effects at Low Dose-Rate in Sarcophaga Pupae

by

Masatoshi Sakka

Tohoku University School of Medicine

Pupae of *Sarcophaga peregrina*, Robineau-Desvoidy have an identical radiosensitivity for inhibition of imago formation during the first three days of their pupal life. When irradiated at short distance from a beta-ray source from 15 mm to 20 cm with relative intensities of 1 to  $0.64 \times 10^{-2}$ , a mean lethal dose was  $(3.27-3.37) \times 5350$  rep. In the present experiments, irradiation was carried out at a distance of 37 cm with a relative intensity of  $1.94 \times 10^{-3}$ . Different doses were delivered by variation of time of exposures, the shortest being 1 day ( $24 \pm 0.2$  hours) and the longest 3 days. When irradiation began at day 0 of pupal life, mean lethal dose was estimated 2.5 days which delivered  $6.98 \times 5350$  rep. Shapes of survival curves do not differ significantly because relative width of one probit to mean is 24 and 31% for strong and weak irradiation, respectively. Therefore larger MLD for weak exposure is explained by a loss of radiation injury during exposure.

When animals were irradiated for 2 days during the first 3 days of pupal life with an interval of 1 day, the lethal effect may be minimal for fractionated irradiation with an interval of 1 day assuming a post-irradiation recovery. Experiments showed, however, no significant difference; 71.7-78.7% for irradiation of day 0 and 1, 74.8-80.4% for irradiation of day 1 and 2, and 76.5-78.0% for irradiation of day 0 and 2. It is explained by an accumulation of low dose-rate effect without recovery in an interval. The weak irradiation in the present experiment is of the order of 5 rads/min.

低線量率の照射効果にはまだはつきりしない面がある。両対数方眼紙の一軸に線量率をとり他軸に一定効果をおこすために必要な線量をとると直角双曲線が近似できる事を Lea<sup>1)</sup> が自著の中でのべている。このことは照射率が小さくなると有効線量はいくらでも大きくなり低線量率では例えば有効なフリーラジカル濃度になかなか達しないで「回復」がおこつていると考えるべきであろう。これと全く別の見解もある。例えば ICR

P勧告<sup>2)</sup> (1965年9月17日) のパラグラフ (22) には「線量または線量率のいずれかが非常に低いときにはどんな効果も線量に正比例し線量率に無関係であると仮定するのが合理的と思われる」とある。著者はセンチニクハエ蛹の羽化抑制に対する線量率効果<sup>3)</sup> で抑制は相対強度が 1 から  $0.64 \times 10^{-2}$  の範囲で照射率に無関係におこる事を報告しこの理由を照射率が充分高かつた為であろうとのべておいた。併し  $5.38 \text{ rad}/\text{分} \times 1440 \text{ 分} (=$

1日)では羽化率は73-86%であつて対照値から余り大きくなへだたりはなかつたのでこの線量率について果して「回復」がおこらないかどうか断言はできなかつた。そこで次の点を明らかにするための実験を企てた。(1) 距離37cmの弱い照射で長時間照射して線量効果曲線をつくり  $ED_{50}$  を決める。(2) この  $ED_{50}$  を前報<sup>3)</sup>でのべた短距離の強い照射の  $ED_{50}$  と比較すること。(3) 弱い照射による効果が加算的であることを確かめること。

### 材料と方法

前報と同じ線源を用い線源一蛹間距離37cmで弱い照射を行なつた。0日令で照射を始めたものはその日の午前9時から12時迄にスタートしている。以後も同様である。開始の日令は0~2の間で照射の単位は1日、最高3日の照射を行なつた。第14日令に羽化率を  $E/(E+B)$  で決定した(記号の説明は前報と同じ)。今回行なつた合計47回の実験をいちいち表に示すのは繁雑なので要点を纏め正規確率紙に記入して説明する。縦軸は羽化百分率の危険率5%の95%信頼区間を示し横軸は第0日令の午前9~12時を原点として蛹の令を日で示す。横軸欄外に示した平行線は照射の続いている日数である。第0~2日齢蛹の羽化抑制に関する放射線感変性は同一とみてよいことは既に判つている<sup>4,5)</sup>ので横軸の長さは線量の大きさを表わしている。

### 成 績

1. 蛹化第0日に照射を開始し1,2,および3日間連続照射したもの第14日における羽化百分率を図1に示す。1日間照射に対応する羽化率は65~95%で対照値(図の上方の斜線帯)と差がないし前報の値73-86%とも一致する。この線量は闘内にある。48時間以上の照射を行なうと羽化率は次第に低下しこの区間の内挿法で推定した  $ED_{50}$  は2.5日である。37cm照射では相対強度は15mm照射の  $1.94 \times 10^{-3}$  倍だから  $ED_{50} = 2.5 \text{ 日} \times 1440 \text{ 分}/\text{日} \times 1.94 \times 10^{-3}/\text{分} = 6.98$  である。ところが強い照射の  $ED_{50}$  は3.27-3.37であつたので弱い照射の  $ED_{50}$  は強い照射の値の2.1倍大きい。平均値に対する1プロビットの相対値は弱い照射では31

図1 第0日令に照射開始し、1, 2, 3日間連続照射をうけた蛹の羽化率。縦軸は羽化百分率の95%信頼区間、横軸は蛹の日令を示し、欄外の平行線は照射の続いている時間を示す。斜線帯は無照射対照の羽化率。

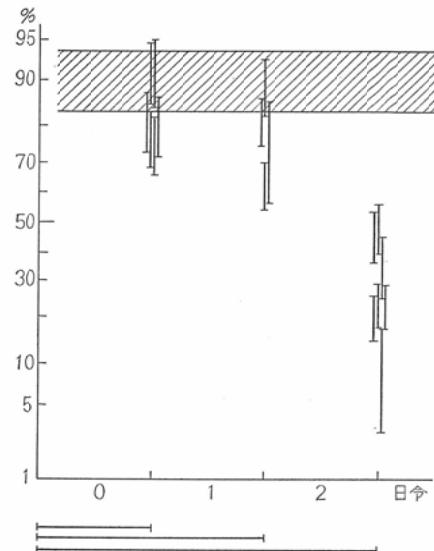
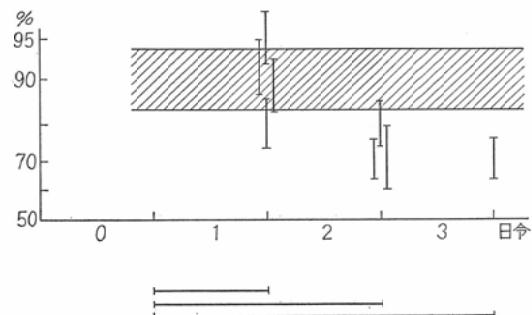


図2 第1日令に照射開始し1, 2, 3日間連続照射をうけた蛹の羽化率。説明は図1と同じである。



%、強い照射では24%で両方の間に有意差はない生存曲線の形はわからないので平均値が2.1倍大きくなつたにすぎない。37cmの空気層( $\approx 48 \text{ mg/cm}^2$ )による線量損失はたかだか10%にすぎないのでこの項は無視してよい。従つて弱い照射の  $ED_{50}$  が大きいのは照射中に生物効果が減衰する事を表わすものと考えてよい。この減衰を障害の「回復」と呼んでもよい。

2. 羽化第1日令以後連続して1, 2, 3日間照射

した時の羽化率を図2に示した。図2を1とくらべてみると照射時の令が0—2日の範囲にあれば1日間の照射では対照と同率の羽化がおこることおよび2日間照射では対照を少し下廻る羽化がおこる事が判る。ところが照射が第3日に入ると羽化抑制は2日間照射の値よりも増すことがない。第0—2日の間では短時間の強い照射の感受性はかわらないが第3日に入ると低下したがこの現象は弱い照射でも再確認された。

効果の蓄積は次の方法で検査した。感受性が一定な第0—2日のうち2日間を選んで1日を休んで照射する。休みの1日は第0, 1又は2日令のうちどこかに入れる。もし休止期間中に蓄積効果の「回復」があるとすれば分割照射は他よりも小さな障害をおこすだろう。実験成績は次の通りであつた。第0と1日に照射し2日に休止したときは $E/(E+B) = 366/485$ (95%信頼区間71.7—78.0%), 第1と2日に照射し0日に休止したときは $439/564$ (74.8—80.4%), 第0日と2日に照射し1日を休止したときは $743/979$ (76.5—78.0%)で休止期をどこにおいても羽化率に差がなく第0日の効果は次の1日間の休止中に「回復」した証拠は発見できなかつた。この実験から弱い照射中に障害は「回復」するが休止期間中に「回復」は進行せず障害は蓄積停滞していると考えざるをえない。

### 考 察

細胞についての実験成績から照射中又は後に「回復」がおこる場合に外挿数がかわる場合を考

えてよいが我の実験では線量、反応曲線は正規分布型で1プロビットの大きさ(31と24%)に有意な差ではなく曲線の形(従つて外挿数の大きさ)には差があると考えられない。羽化の抑制は成虫芽細胞の損傷に基づくものである。哺乳動物細胞の「回復」は強い照射では照射後にもおこる(Elkind型)が弱い照射では照射中にだけおこり照射後にはおこらないという報告<sup>⑥)</sup>を採用すれば再生障害が原因となつておこつている羽化の抑制も強い照射後には「回復」がおこり<sup>④)</sup>弱い照射ではおこらないということで説明がつく。併し弱照射は急照射に比して障害の能率が低かつたのは我の照射条件5.38rad/分では「回復」をおこすことができないような障害の単純蓄積のおこる強さの水準にあつてこれより強い照射では単純蓄積の部分と「回復」の部分が加算されるために線量率効果が現われるものであろう。3日令をすぎた蛹では5.38rad/分の弱い照射では何日続けても羽化抑制はおこらないので感受性期間は第0—2日令にあることが再確認された。

### 文 献

- 1) Lea, D.E.: Actions of Radiations on Living Cells, p. 282, Cambridge Univ. Press, 1955.
- 2) ICRP Publication 6, 日本語訳, 日本放射性同位元素協会, 1965.
- 3) 粟冠: 日本医放会誌, 28, 1176, 1968.
- 4) 粟冠: 日本医放会誌, 15, 1099, 1956.
- 5) 佐々木: 動物学雑誌, 75, 207, 1966.
- 6) Berry, R.J.: Brit. J. Radiol., 41, 921, 1968.