



| | |
|--------------|---|
| Title | 2MeVおよび30MeV速中性子線照射をうけたアルテミア卵のRBE |
| Author(s) | 岩崎, 民子; 丸山, 隆司; 隈元, 芳一 |
| Citation | 日本医学放射線学会雑誌. 1977, 37(10), p. 1001-1003 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/18761 |
| rights | |
| Note | |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

2MeV および 30MeV 速中性子線照射をうけた アルテミア卵の RBE

放射線医学総合研究所

岩崎 民子 丸山 隆司 隈元 芳一

(昭和52年4月8日受付)

(昭和52年5月4日最終原稿受付)

Comparative effects of ^{60}Co γ -rays, 2 MeV and 30 MeV fast neutrons on *Artemia*

Tamiko Iwasaki Takashi Maruyama and Yoshikazu Kumamoto
National Institute of Radiological Sciences, Anagawa, Chiba

Research Code No.: 400

Key Words: *Artemia* egg, Fast neutron, RBE.

The effects of a single exposure to 2 MeV fast neutrons from a Van de Graaff accelerator and 30 MeV from Cyclotron were compared with the effects of exposure to ^{60}Co γ -ray irradiation on dry eggs of *Artemia*. The hatchability curves for both neutrons were characterized by the decrease in shoulder, compared to those for ^{60}Co γ -rays. Relative biological effectiveness (RBE) values were found 1.12 for 2 MeV fast neutrons and 2.92 for 30 MeV by comparing the dose required to reduce hatchability to 50 per cent. The relationship between RBE and LET of *Artemia* dry eggs was discussed.

緒 言

LET の異なる放射線による RBE の変化についてはこれまでに種々な材料で検討されてきた。著者らは、すでにアルテミア卵を用いて Van de Graaff からの平均2MeV 速中性子線とガンマ線照射による RBE の比較を、種々な生物学的指標に基づいて行なってきた¹⁾。そして、速中性子線の効果は選択した生物学的指標(個体の死, 細胞学的障害など)や、時間的因子によつて変わることを、平均して RBE 値は2に近いことを報告した。今回は、サイクロトロンおよび Van de Graaff からの速中性子線をアルテミア卵に照射し、孵化率に基づく影響を ^{60}Co γ 線のそれと比較したものである。

実験材料および方法

本実験において用いた材料は甲殻類葉脚目の *Artemia salina* (カリフォルニア産, 両性生殖, 染色体数 $2n=42$) の乾燥卵である。

ガンマ線: ^{60}Co 2000curie の線源を用いた。卵を厚さ5mm のルサイト容器に入れ, 2000rad/min の位置で照射した。線量はシーメンス社製 thimble 電離箱で測定した。

2MeV 速中性子線: Van de Graaff 加速器で2.8 MeV に加速された重陽子を厚いベリリウムターゲットにあて $^9\text{Be}(d,n)^{10}\text{B}$ 反応から発生するものを用いた(これを2MeV 速中性子という)。試料の線量はイオウ片の放射化によつて算定した。乾燥卵は厚さ12 μm のマイラーに包み, ターゲッ

トから3cmの位置で照射。線量率は151rad/minであつた。

30MeV 速中性子線：サイクロトロンで30MeVに加速した重陽子を厚さ4mmのベリリウムターゲットにあて ${}^9\text{Be}(d,n){}^{10}\text{B}$ 反応で発生する中性子を用いた(これを30MeV速中性子という)。照射時に中性子のビルドアップを達成させるため、マイラーに包んだ卵を5mm厚さのルサイトではさんで照射した。中性子+ガンマ線の測定にはEG&G社製の0.1ml組織等価電離箱を用いた。この電離箱で測定した線量は、川島らの日米相互比較に用いられた線量計による測定値と1%以下でよく一致した。中性子照射のモニタにはカレントインテグレータを用いた。照射時間は30分であり、表1にターゲットからの距離と線量率を示す。

Table 1. The dose-rates and total doses for 30 MeV fast neutrons in each irradiation point.

| Distance from target (cm) | Dose-rate (rad/min) | Total dose (krad) |
|---------------------------|---------------------|-------------------|
| 8 | 7667 | 283 |
| 9 | 6333 | 230 |
| 10 | 4767 | 190 |
| 12 | 3500 | 143 |
| 14 | 2237 | 105 |
| 18 | 1620 | 67.1 |
| 22 | 1017 | 48.6 |
| 28 | 573 | 30.5 |
| 36 | 237 | 17.2 |

照射終了後、卵を孵化させるために人工海水に入れ、27°Cに保ち4日後にホルマリンで固定、孵化したナウプリウス幼生と卵の総数をかぞえ孵化率を求めた。

結 果

Fig. 1に示されるように、孵化曲線はガンマ線の場合典型的なシグモイド曲線を描き、肩の部分が非常に大きい。2MeV速中性子線ではこの肩の部分がやや減少し、勾配は急になり、50%孵化線量は175kradと低下する。一方、サイクロトロンからの中性子線では肩の部分が全く消失し、直線的に線量の増加に伴い孵化率は減少する(Fig. 2)。50

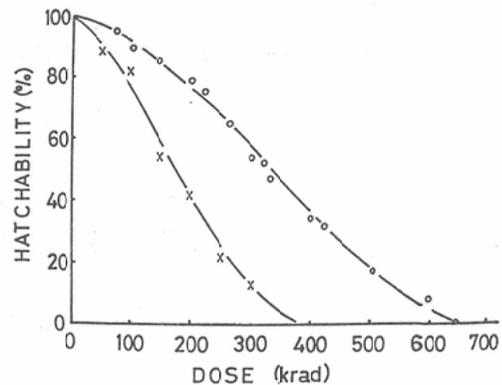


Fig. 1 Hatchability of *Artemia* eggs irradiated with ${}^{60}\text{Co}$ γ -rays or fast neutrons from Van de Graaff.

○—○ : Eggs irradiated with ${}^{60}\text{Co}$ γ -rays.
×—× : with 2 MeV fast neutrons from Van de Graaff.

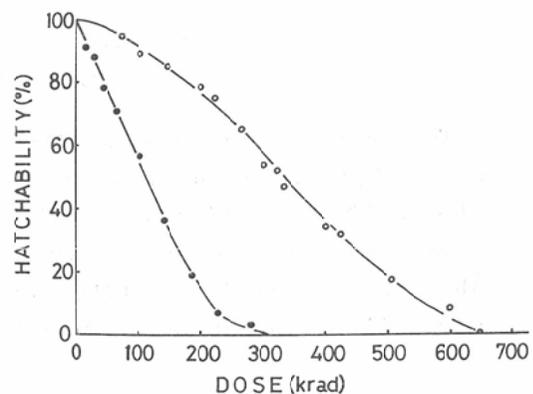


Fig. 2 Hatchability of *Artemia* eggs irradiated with ${}^{60}\text{Co}$ γ -rays or fast neutrons from Cyclotron.

○—○ : Eggs irradiated with ${}^{60}\text{Co}$ γ -rays.
●—● : with 30 MeV fast neutrons from Cyclotron.

%孵化率低下に要する線量はガンマ線で335krad, 2MeV速中性子線で175krad, 30MeVで115kradであつた。従つて、これらの値から求めたRBEはそれぞれ1.92および2.92である。

考 察

高LETの放射線の生物学的効果は、X線やガンマ線などの低い放射線のそれよりも大であることはよく知られている²⁾。とくに、気乾種子ではRBE値が50~100にも達することがある^{3,4)}。ア

ルテミア卵は種子と同様、乾燥状態にあるが、本実験で得られた RBE は 2MeV 速中性子線で 1.92, 30MeV 速中性子線で 2.92 であった。ところで、30MeV 速中性子線の LET は 2MeV のそれよりも低い⁵⁾。すなわち 31MeV 速中性子線の方が RBE が小さいと考えられるが、本実験結果はその期待に反し大きな RBE が得られた。これに対する説明として、乾燥状態で代謝が行なわれていないことから生理的変化は一応考慮外とし、また線量測定も正しいものとすれば、2MeV 速中性子線と 30MeV 速中性子線で線量率が 150rad/min と 237~7667rad/min と異なることもあるが、両者の間で生物学的障害をひき起こす物理学的初期過程の作用機構が異なるためと思われる。Bewley⁶⁾ が指摘しているように、2MeV では反跳陽子による効果が大きいのにに対し、30MeV ではエネルギーが高いため反跳陽子とさらに LET の高い重い粒子（たとえば、炭素、窒素、酸素原子）からの寄与により RBE が大きくなつたと考えられる。

文 献

1) Iwasaki, T., Maruyama, T., Kumamoto,Y. and Kato, Y.: Effects of fast neutrons and ⁶⁰Co γ -rays on *Artemia*. *Radiat. Res.*, 45: 288—298, 1971

- 2) Broerse, J.J. and Barendsen, G.W.: Effects of monoenergetic neutron radiation on human cells in tissue culture. (In) *Biological Effects of Neutron and Proton Irradiation*. Vol. I, 309—432, IAEA, Vienna, 1964
- 3) Constantin, M.J. and Osborne, T.S.: Response of some seeds to unmoderated fission neutrons. (In) *Neutron Irradiation of Seeds*. Tech. Rep. Ser. No. 76, 9, IAEA, Vienna, 1967
- 4) Nilan, R.A., Konzak, C.F., Wagner, J. and Legault, R.R.: Effectiveness and efficiency of radiations for inducing genetic and cytogenetic changes. (In) *The Use of Induced Mutations in Plant Breeding*. *Radiat. Bot.* 5 (Suppl): 71—89, 1964
- 5) Oliver, G.O. Jr., Grant, W.H. III, and Smathers, J.B.: Radiation quality of fields produced by 16-, 30-, and 50-MeV deuterons on beryllium. *Radiat. Res.*, 61: 366—373, 1975
- 6) Bewley, D.K.: Calculated LET distributions of fast neutrons. *Radiat. Res.*, 34: 437—445 1968