

第6章 低線量放射線の生物影響に関する調査研究

6.1 低線量放射線生物影響実験調査(継世代影響とその遺伝子変異に係る実験)

6.1.1 低線量率 γ 線連続照射オス親マウスの仔・孫への影響 -病理学的検索-

Transgenerational Effects in Mice Exposed to Continuous Low-Dose-Rate Gamma-Rays - Pathological Study -

田中 聡*, 伊ガナシヤ III ブラカ*, 小倉 啓司*, 一戸 一晃*,
小木曾 洋一*, 佐藤 文昭**, 田中 公夫*

*生物影響研究部, **相談役

Satoshi TANAKA,* Ignacia BRAGA-TANAKA III,* Keiji Ogura,* Kazuaki ICHINOHE,*
Yoichi OGHISO,* Fumiaki SATO,** Kimio TANAKA*
*Department of Radiobiology, **General Advisor

Abstract

To study the effects of continuous low-dose-rate gamma-ray irradiation on the progeny of mice, males (sires) were irradiated for 400 days with ^{137}Cs gamma-rays at low-dose-rates of 20 mGy/22 h/day, 1 mGy/22 h/day, and 0.05 mGy/22 h/day, with accumulated doses equivalent to 8000 mGy, 400 mGy, and 20 mGy, respectively. Immediately after completion of irradiation, the male mice were bred with non-irradiated females to produce F1 mice. Randomly selected F1 males and females were bred to produce F2 mice. All mice except dams of F1 mice, were subjected to pathological examination upon natural death. Lifespan, cancer incidence and number of offspring were used as parameters to evaluate the biological effects of low-dose-rate irradiation. Partial results show that there was no significant difference in the pregnancy rate and weaning rate in the parent generation (Fig. 1a, 1c). There were, however, a significant decreases in the mean litter size (Fig. 1b, $P=0.029$) as well as the mean number of weaned pups (Fig. 1d, $P=0.023$) per female mated to males exposed to 20 mGy/22h/day compared to the non-irradiated controls. Significant decreases in the lifespan of male parent mice (F0) exposed to 20 mGy/22 h/day and their male (F1) progeny were observed. No significant difference was found in cause of death and cancer incidence in F1 and F2 progeny mice.

1. 目的

本実験調査は低線量率 γ 線を長期連続照射したオスマウスと非照射メスマウスとを交配して、その仔、孫を得、これらのマウスを終生飼育して寿命、がん発生等のデータを解析することにより、オス親への低線量率放射線長期連続照射の仔・孫に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

2. 方法

実験には微生物学的に清浄に統御された8週齢のC57BL/6J Nrsマウスを使用した。オスマウスに以下の3つの異なる低線量率の放射線を長期連続照射し、照射終了後に非照射メスマウスと交配して仔を得、さらにその仔同士を交配することによって孫を得る小規模な実験を合計6回繰り返し行った。最終的に仔世代が雌雄各群約240匹および孫世代が雌雄各群

約 340 匹となり、親世代、仔世代及び孫世代の総数が約 6,200 匹となった。実験群は日線量 20 mGy、1 mGy、0.05 mGy（以下、それぞれ 20 mGy/22h/day、1 mGy/22h/day および 0.05 mGy/22h/day）の低線量率 ¹³⁷Cs-γ線をそれぞれ照射した 3 照射群と非照射対照群の計 4 群とした。照射時間は、マウスの世話のための 2 時間を除く 1 日 22 時間で、照射期間は使用マウス系統の平均寿命である 800~900 日のおよそ半分に当たる約 400 日間とした。集積線量は各々 8000 mGy、400 mGy、20 mGy となる。非照射対照群および照射を終了した各照射群のオスマウスは、照射装置のない SPF 動物飼育室で非照射メスマウスと交配を行い、その仔及び孫マウスを得、全ての親世代オスマウス、仔(F1)および孫(F2)マウスを終生飼育した。その間、臨床症状観察と体重測定を行い、死亡マウスは病理学的検索を行うとともに尾組織、精巣及び発生腫瘍組織の一部を凍結保存し、ゲノム変異等の解析に供した。

3. 成果の概要

(1) 実験経過

平成 22 年度は全 6 回に分割した計画全てのオスマウスの連続照射を終了し、第 6 回実験の仔(F1)および孫(F2)世代マウスを得、全ての親世代オスマウス、仔(F1)および孫(F2)マウスの終生飼育を実施した。

(2) 結果

平均妊娠率 (図 a) 及び平均離乳率 (図 c) は実験群間で統計学的に有意な差は認められなかったが、20 mGy/22h/day 照射群における平均出産数 (図 b) 及び仔(F1)マウスの平均離乳数 (図 d) には統計学的に有意 ($P < 0.05$) な減少が認められた。体重の推移について親世代オスマウスおよび仔(F1)世代マウスでは、実験群間で体重に差は認められていないが、20 mGy/22h/day 照射群の孫(F2)世代オスマウスで非照射対照群に比べ有意な体重増加が見られる時期があった。平成 23 年 3 月末までに第 1 回~第 4 回実験の親世代オスマウスの全てが死亡し、この 4 回の実験をまとめると、20 mGy/22h/day 照射群で統計学的に有意 ($P = 0.007$) な寿命短縮が認められたが、1

mGy/22h/day 照射群および 0.05 mGy/22h/day 照射群では寿命に有意な差は認められなかった。また、仔(F1)世代および孫(F2)世代マウスは第 1 回~第 3 回実験まで全てのマウスが死亡しており、この 3 回の実験をまとめると、20 mGy/22h/day 照射群の仔(F1)世代オスマウスにおいて、非照射対照群に比べ、有意 ($P = 0.024$) な寿命短縮が認められた。一方、その他の照射群の仔(F1)世代および全ての照射群の孫(F2)世代マウスには、雌雄ともに実験群間で寿命に有意な差は認められなかった。平成 23 年 3 月末までに終了した病理学組織的診断の結果、親世代オスマウス、仔(F1)世代および孫(F2)世代マウスの死因の種類ならびに発生腫瘍の種類の種類には、実験群間および世代間で有意な差は見られていない。

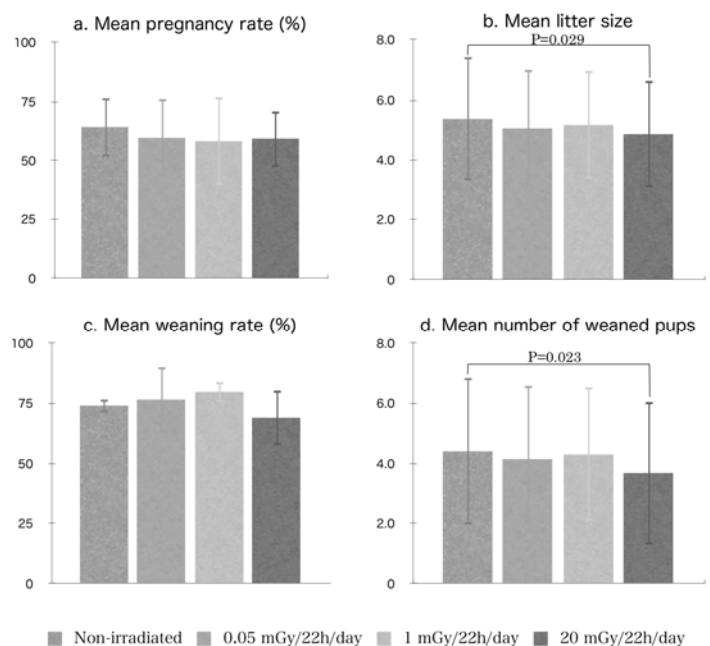


Fig. 1 Effects of gamma-rays on reproductive outcomes (F1) in mice after continuous low dose-rate irradiation of males.