

第4章 低線量率放射線による被ばく影響の実証調査研究

4.1 幼若期被ばく影響解析

Effects of Childhood Low Dose-rate Gamma-ray Exposure in B6C3F1 Mice

中平 嶺, 田中 イグナシヤ, 小村 潤一郎, 田中 聡
生物影響研究部

Rei NAKAHIRA, Ignacia TANAKA, Jun-ichiro KOMURA, Satoshi TANAKA
Department of Radiobiology

Abstract

The purpose of this multi-year study is to investigate the late biological effects of radiation in relation to age at exposure using mice. During the first year (FY 2021), a preliminary study was conducted to determine the optimal study conditions and establish the parameters for analyses.

Specific pathogen-free (SPF) B6C3F1 mice were irradiated with gamma-rays at two low dose-rates (LDRs; 20 and 100 mGy/day) and one high dose-rate (HDR; 700 mGy/min) from 0 to 8 weeks of age, to total accumulated doses of 1120, 5600 and 1120 mGy, respectively. Body weights were measured periodically and health monitoring was performed on all the irradiated mice, alongside age-matched non-irradiated controls. Mice were sacrificed and subjected to pathological examination (gross and microscopic) following standard operating procedures at 8, 10 and 28 weeks of age.

Health monitoring did not reveal any significant change among the non-irradiated and irradiated groups during the entire study period. Body weights (Fig. 1) were significantly lower in mice exposed to 100 mGy/day, from 5-13 and 5-11 weeks of age in males and females, respectively. At 8 and 10 weeks of age (0 and 2 weeks post-irradiation), the testes and ovaries of irradiated mice weighed significantly less than the non-irradiated controls (Fig. 2). Based on organ weights, testes from mice exposed to a LDR of 100 mGy/day appear to have recovered at 28 weeks of age, whereas the ovaries from the irradiated mice did not.

The results of this preliminary study indicate that while there will be no problems in conducting a life span study, the changes in gonadal weight and resulting dysfunction may be a significant factor that can affect the development of neoplastic and non-neoplastic diseases. In addition to life span, investigations into morphological and functional changes will be performed.

1. 目的

青森県六ヶ所村の大型再処理施設から排出される放射性物質による低線量・低線量率放射線の人への健康影響を理解するため、マウス等を用いて照射実験を行い、発がん等のリスク評価に寄与する成果を得ることを目標とする。これにより、青森県六ヶ所村の大型再処理施設周辺住民の放射線被ばくに関

する正しい理解と不安の解消に役立てることを目的とする。

子どもの時期の被ばくについては、高線量率放射線被ばくについての研究から、人のおとなと子どもでは影響が異なると考えられているが、低線量率放射線連続被ばくについての知見は乏しく、一定した見解は得られていない。また、実験動物を用いた

研究からも、高線量率放射線被ばくではおとなと子どもではその影響に違いがあることが示されているが、人と同様に低線量率放射線連続被ばくについての知見は乏しい。

そこで環境研では、まず胎児期の被ばくについて「母体内における低線量率放射線被ばく影響実験調査（平成27年度から令和元年度）」を実施し、マウスにおける被ばくの影響を調査した。前調査に引き続き、本調査では出生直後の幼若期マウスにおいて低線量率放射線を連続照射し、寿命、疾病発生および死因などを調べる長期影響解析、および個体の成長、機能および行動等への影響、染色体異常などを調べる短期影響解析など様々な解析を行うことで、子どもの時期における低線量率放射線連続被ばくの影響を明らかにする。令和3年度は長期影響解析および短期影響解析を実施するにあたっての調査の妥当性や飼育・照射条件、解析項目等を検討するフィージビリティ試験を実施した。

2. 方法

日本クレア（株）より購入したC57BL/6JメスマウスおよびC3H/HeNオスマウスを自家交配し、得られた仔マウスを試験に用いた。仔マウスは非照射対照群、連続照射群および急照射群に分け、連続照射群は生後0日齢から56日齢まで低線量率（20 mGy/日および100 mGy/日）ガンマ線を、急照射群は生後7日齢で高線量率（700 mGy/分）ガンマ線を全身照射した。全てのマウスは飼育期間中に1日に1回以上の一般状態観察および離乳後2週に1回体重測定を行った。これらのマウスは8週齢、10週齢および28週齢で解剖・採材し、肉眼的な異常の確認および臓器重量の測定を実施した。結果は群ごとに集計、比較した。

3. 成果の概要

経時的な体重測定では、100 mGy/日照射群のオスマウスで5週齢から13週齢、およびメスマウスで5週齢から11週齢において非照射群に比べ有意な体重の低値がみられたが、他の群では有意な差はみられなかった（Fig. 1）。これらの結果から照射による成長期における発達抑制が示唆されるが、比較的総線量の大きい線量率群（100 mGy/日×56日＝5600 mGy）においても顕著な変化ではなく、その影響は小さいものと考えられる。また、観察期間中に明確な一般状態の異常は認められず、28週齢までは致命的な影響は見られていないことから、次年度に開始される長期影響解析の終生飼育においてこれらの線量率を用いることは妥当であると考えられる。

生殖腺重量は、8週齢および10週齢においては精巣および卵巣いずれも全ての照射群で非照射対照群に比べ有意に低値を示したが、精巣は28週齢で増加し、非照射群と同様ないし近い値まで回復した。一方、卵巣では回復は見られず低値を示したままだった（Fig. 2）。以上の結果より、生殖腺については比較的長期的な影響や線量・線量率の違いによる影響に性差があることが示され、生殖腺のより低い線量率での検索やその機能的な解析、および一部で変化がみられている他の臓器についても、組織学的解析や機能的解析などより詳細な解析が必要と考えられる。

これまでの環境研の調査から、生殖腺への放射線の被ばく影響は長期的な疾病発生に大きく影響する可能性が示唆されており、幼若期における長期的影響の解析についても有益な知見が得られることが期待される。

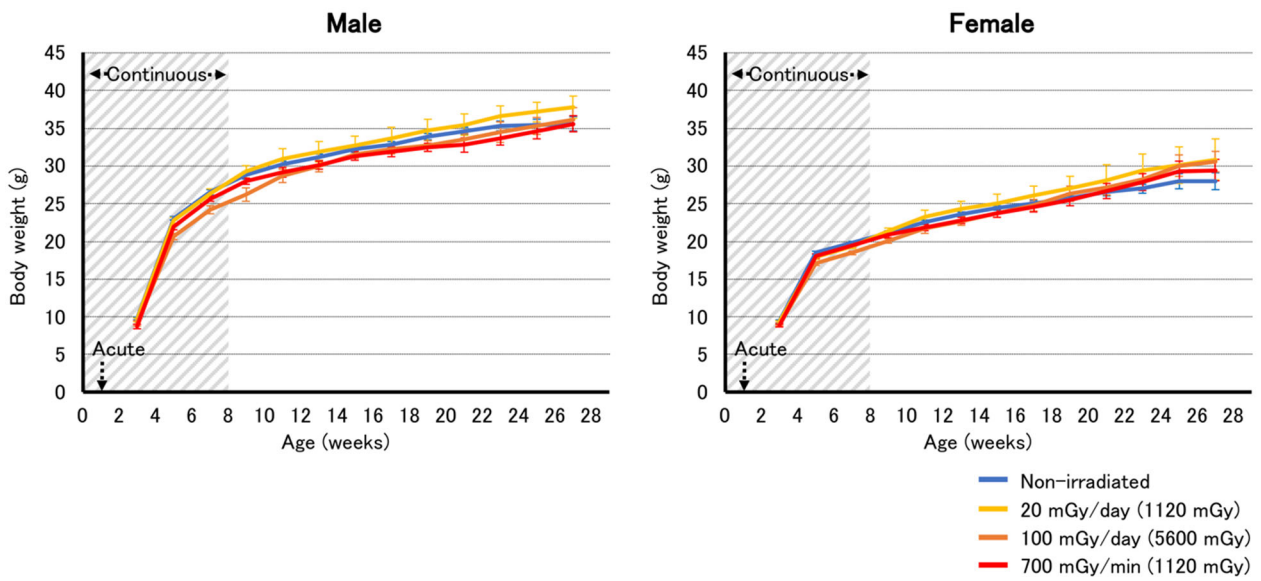


Fig.1 Body weights of B6C3F1 mice exposed to gamma-rays at low (LDRs; 20 and 100 mGy/day) and high (HDR; 700 mGy/min,) dose-rates compared to the non-irradiated controls (mean \pm 95% confidence interval).

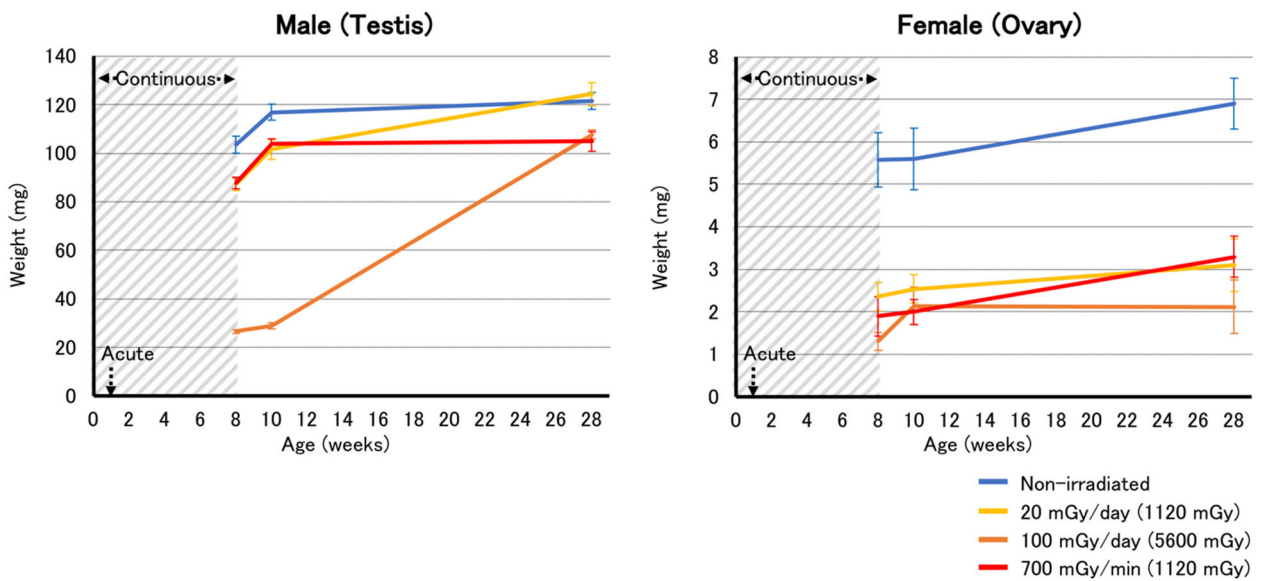


Fig.2 Gonad weights of B6C3F1 mice exposed to gamma-rays at low (LDRs; 20 and 100 mGy/day) and high (HDR; 700 mGy/min) dose-rates compared to the non-irradiated controls (mean \pm 95% confidence interval).