マウスにおけるがん発生と生存曲線の数理モデル

Mathematical model for the relationship between cancer incidence and survival curve in mice

*衣川　哲弘[1]，真鍋　勇一郎[1]，和田　隆宏[2]
[1]阪大院工，[2]関西大システム理工

我々はがん発生から、がんによる死を結びつける数理モデル(以下、寿命モデル)を開発している。本発表では寿命モデルによる解析を環境科学技術研究所のマウスにおける実験データに対して行った結果を述べる。

キーワード：放射線，生体影響，数理モデル

1. 緒言

放射線による生体影響の例としてがん発生の増加や、寿命の短縮が挙げられる。公益財団法人　環境科学技術研究所で行われた、マウスに対する低線量率ガンマ線連続照射実験では、①がん罹患(罹患率、種類)の時間変化②寿命曲線、が調査された[1]。本発表ではがん罹患と生存率の関係をモデル化し、上記データを解析した結果について述べる。

2. 理論

2-1. 寿命モデル

今、時刻tにおけるがん増加率を$\lambda(t)$とすると、がんに罹患していないマウスの割合$F_{NC}(t)$の時間変化は以下のように表される。

$$\frac{dF_{NC}}{dt}(t) = -\lambda(t)F_{NC}(t) \qquad (1)$$

今、マウスの死因をがんのみと仮定することにより、生存率$F_S(t)$と$F_{NC}(t)$は以下の関係で結びつく。

$$F_S(t) = 1 - \int_0^t P_D(t,t')\left(-\frac{dF_{NC}}{dt}(t')\right)dt' \qquad (2)$$

ここで、$P_D(t,t')$は、「時刻t'にがんが発生したマウスの内、時刻tに死亡している割合」である。

2-2. がん増加率

がん増加率$\lambda(t)$「単位時間当たり増加するがんの個数」に対応する。我々はがん増加率$\lambda(t)$を、マウスが持つ平均がん個数の時間変化にフィットするように決定した。

3. 結果および考察

マウスが持つ平均がん個数(実験データより推定)と計算結果の比較を Fig. 1 に示す。また、生存曲線における実験データと計算結果の比較を Fig. 2 に示す。モデルによる計算結果は実験データを良く再現している。今後、計算に用いたパラメータの放射線依存性(線量・線量率等)の定量的表現を目指す。

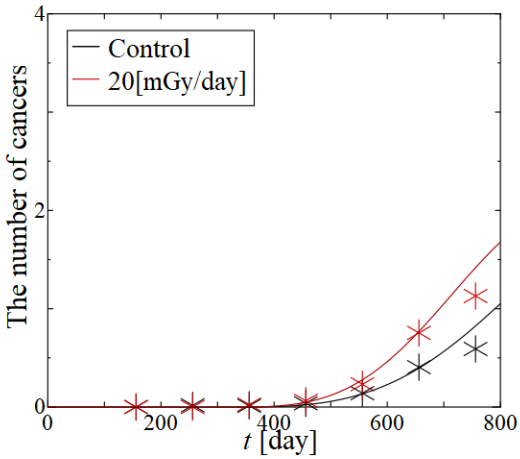

Fig. 1 Calculated average number of cancer per mouse in comparison with experimental data. The crosses correspond to the experimental data. The solid lines represent the results of our model

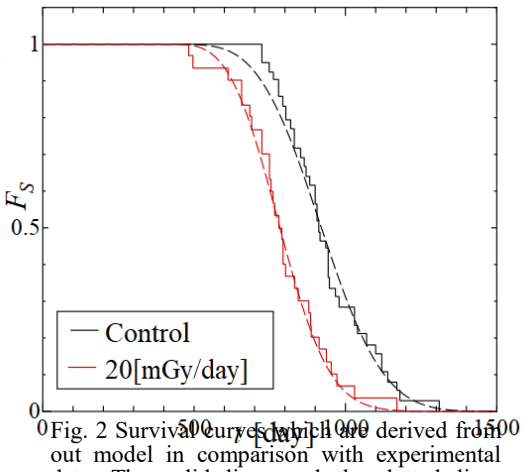

Fig. 2 Survival curves which are derived from our model in comparison with experimental data. The solid lines and the dotted lines correspond to the results of our model and the experimental data respectively.

参考文献

[1] Tanaka III, I. B., *et. al.* (2017) *Radiat. Res.* 187(3): 346-360

*Tetshuhiro Kinugawa[1], Yuichiro Manabe[1] and Takahiro Wada[2]
[1]Osaka Univ., [2]Kansai Univ.