

審査の結果の要旨

氏名 古川 章

生体自身を用いた放射線の線量測定は、放射線の人体に対する影響を評価する際に、対象が類似しているので損傷メカニズム的に近い量で可能であるという利点がある。そのような観点から歯や骨の電子スピン共鳴測定が試みられたり、あるいはリンパ球減少とか遺伝子突然変異を検出しようという試みがなされてきている。更には、実験室内でカナリア等の鳥を飼ってみたり、あるいは植物を栽培する可能性も議論されてきている。

このような方法は、生物学的線量推定法として、従来より試みられてきたが、放射線測定感度の点や生体試料によるばらつきなどもあって、特に低線量への適用には限界のあるものが多いが、本論文では二動原体の出現率を適用してこれを実現しようとしている。本論文は4章で構成されている。

第1章は序説で、この生物学的線量推定法についていくつかの他の方法の特徴を紹介するとともに、それぞれの方法の限界も説明している。又、同時に染色体のくびれと言われる動原体が普通は染色体1体に1つあるのが通常であるが、まれに2つくびれがある異常なものがあり、これを二動原体(dicentric)と呼ぶ。これは染色体が切断・再結合されて発生する異常型である。これ以外にも環状染色体が異常型として発生する。これらの二動原体や環状染色体は自然発生頻度が低く、放射線被曝に対して最も感度がよい生物学的指標であり、実際1999年のJCO臨界事故の際にもこの方法が電気泳動法などを用いて適用されている。この染色体観察法を自動的に行うことが今回の研究の目的である。

なお、染色体自動観察法以外に、生物学的線量推定法の例として、「未含有血リンパ球数の測定」「小核試験」「遺伝子突然変異の検出」「歯や骨の電子スピン共鳴」について本章でサーベイされており、感度的に不十分で問題があると評価されている。

第2章は、異常染色体の自動検出装置の試作について記述した章であり、この装置はハード的には①ステッピングモーターにより駆動されるXYステージ②自動焦点装置を持つ自動光学顕微鏡③画像入力装置及び④制御と画像処理を行う計算機から構成されている。これらを用いて二動原体を検出するための自動的な画像処理法について詳述している。この方法を染色体評価の専門家の評価結果と比べると、正答率は97.0~97.8%であった。最終的には、人間による形状あるいは画像判断を含めて異常染色体数としているので、実際は半自動であるが観察者としての人間の労力はかなり削減されている。

また、以上の自動検出システムについての成果を用いて、実用機を製作し、国内の6研究施設に設置して性能評価実験を行なっている。この実用機では最近の計算機の発展を考慮してパソコン上で動作する汎用画像ソフトの処理機能を利用している。

第3章は、放射線で損傷した染色体やDNAを直接可視化することが可能と期待される方法として、原子間力顕微鏡(AFM)の使用による観察実験を行っている。本研究ではプラ

スミド DNA の 1 本鎖切断が生じて出来る開環状構造のものと、2 本鎖切断を生じて出来る線状構造のものを、原子間力顕微鏡で観察して、従来の電気泳動法による結果と比較し殆んど同じような傾向の結果が得られると説明している。

今回は、測定試料の数が少ないのでばらつきを生じているが、この方向で染色体異常や DNA 損傷を直接的に観察できる可能性があることを示した。

第 4 章は、結語であり、本研究のまとめと今後の課題について述べている。低コストの染色体異常検出の実用機の実現と DNA 鎖損傷の AFM 観察可能性を実証するという方向性により、近い将来には実際的な生物学的線量推定法が可能との技術的結果を示しており、この生体を対象とした放射線線量測定分野に大きく貢献していると言える。

よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。