

論文審査の結果の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（ 医学 ）			氏名	TANO Jolan Evangelista
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 ①・2 項該当				
論文題目 Effect of the glucono- δ -lactone concentration on the sensitivity and stability of PVA-GTA-I radiochromic gel dosimeter (PVA-GTA-I 色素ゲル線量計の感度と安定性に及ぼすグルコノデルタラクトン濃度の影響)					
論文審査担当者					
	主 査	教授	栗井 和夫		印
	審査委員	教授	吉永 信治		
	審査委員	准教授	村上 祐司		
〔論文審査の結果の要旨〕					
<p>近年，日本国内において，ゲル化剤として gellan (GG) を含むポリビニルアルコール (PVA) とヨウ素 (I) の化合物で構成される，再利用可能な新たな色素ゲル物質 (PVA-I ゲル) が開発された。当該物質は，作成直後の初期状態では無色透明であるが，放射線を照射されると水分子の放射線分解によって引き起こされる PVA-ヨウ化物複合体の酸化によって赤色を呈し，過熱 (アニール) すると添加剤のフルクトースの還元作用により無色の初期状態に戻り，複数回再利用できるという特長がある。</p> <p>本研究では，この PVA-I ゲルに着目し，これに架橋剤となるグルタルアルデヒド (GTA)，凝固剤であるグルコノデルタラクトン (GDL)，フルクトース等を加えた PVA-GTA-I ゲルを独自に開発して，その化学組成の変化がもたらす影響についての実験及び解析を行った。GTA は，Fricke ゲル線量計を対象とした先行研究において，PVA マトリックスの架橋剤として利用され，拡散速度を低減し，放射線に対する感度を高める効果のあることが知られている。</p> <p>学位申請のコアとなる研究では，PVA-GTA-I ゲルに添加する GDL の効果に焦点を当て，その線量応答特性や時間的安定性等に対する GDL 濃度の影響を実験的に調べた。当該実験では，6 段階の GDL 濃度 (50, 100, 150, 200, 250 及び 300 mM) を持つゲルを作製し，キュベットに入れた試料に対し，1~10Gy の Cs-137 線源ガンマ線 (線量率 0.82 Gy min⁻¹) を照射，紫外可視領域の分光光度計を用いて 350~800 nm の波長範囲で試料の吸光度を測定し，照射されていないコントロール試料との吸光度の差 (ΔAbs_0) により試料の放射線着色を定量化した。また，ΔAbs_0 の室温下での時間的変化を，2~168 時間 (7 日間) の期間にわたり評価した。</p> <p>その結果，PVA-GTA-I ゲルが放射線照射によって明瞭で安定な赤色を呈し，その色強度が照射する線量に応じて濃くなることが視認された。この効果は，波長 482nm でのピークの ΔAbs_0 によって最も明瞭に定量でき，GDL 濃度に関係なく，ピークの ΔAbs_0 は 0~10 Gy の線量範囲で良好な線量応答性 (直線近似で $R^2 > 0.99$) を示した。直線の傾き (放射線に対する応答の感度) は，GDL 濃度が高くなるにつれて増加したが，単位濃度当たりの感度上昇は GDL 濃度が高くなるにつれて小さくなり，250 mM 付近で飽和することが確認された。最も感度が高い場合の感度値は $3.8\sim 4.0 \times 10^{-2} \text{ Gy}^{-1}$ であった。これらの値は，報告されている PVA-I</p>					

ゲルの感度の約 3~4 倍, LCV ミセルゲルの 6~9 倍である。さらに, GDL 濃度をより高くすると, ゲルの自動酸化速度を促進する現象が観察された。

PVA-GTA-I ゲルの時間的安定性を調べた実験では, 本研究で検討した GDL 濃度範囲のうちでは, GDL 濃度が 100~300 mM の場合に最も急激な ΔAbs_{600} の増加が観られ, その後 168 時間 (7 日間) における変動は小さいことが示された。また, PVA-I ゲルと同様に, 50°C前後でアニール処理によって再利用が可能であることが確認され, 無色透明の初期状態に戻るまでに要する時間は線量に応じて長くなることが観察された。

本研究で得られたこれらの新たな知見は, PVA-GTA-I ゲルの持つ線量計としての特性が従来の物質と比べて優れていることを示しており, 放射線治療における三次元線量測定での実効性のある利用が期待される。

以上の結果から, 本論文は, がん治療等で用いる放射線の患者体内における三次元線量分布を精緻に測定評価するための技術の確立に大きく資するものと言える。よって審査委員会委員全員は, 本論文が TANO Jolan E.に博士 (医学) の学位を授与するに十分な価値あるものと認めた。