



Title	血液粘稠度に及ぼす放射線の影響について(第2篇)試験管内血清粘稠度に於ける変動について
Author(s)	中村, 昭
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1960, 20(7), p. 1532-1536
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/17573">https://hdl.handle.net/11094/17573</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

# 血液粘稠度に及ぼす放射線の影響について

## (第2篇) 試験管内血清粘稠度に於ける変動について

京都大学医学部放射線医学教室（主任 福田正教授）

研究生 中 村 昭

（昭和35年7月27日受付）

### 目 次

第1章 緒言
第2章 実験方法
第1節 実験材料
第2節 実験方法
1) 採血方法
2) 線源並びに照射方法
3) 粘稠度測定方法
第3章 実験成績
第4章 総括並びに考按
第5章 結論
第6章 参考文献

### 第1章 緒 言

近年放射性同位元素の発達に伴い、我国に於ける  $\text{Co}^{60}$  の大量線源の普及も著しく進歩を遂げ、医学分野に於ける治療、産業方面への利用、各界への応用等今や放射性同位元素は時代の脚光を浴びて来た。

故にこれに伴つて起る放射線障害の研究は益々その重要性を加え、而してその生物作用機構の究明については、多くの研究者のあらゆる方向からの努力にもかゝわらず、その本態については未だ詳かにされていない。

然し一方原子核工学の発達に伴い、化学的分野に於ける強放射線の研究は益々盛になり、特に高分子に於ける放射線化学の研究については A. Chapiro<sup>1)</sup>、A. Charlesby<sup>2)3)</sup> 等多くの研究者により高分子の放射線重合、架橋反応、崩壊等に関するすぐれた総説がある。

私は第一篇に於て放射線の作用による蛋白質の分子変化を、高分子化合物である血漿蛋白より追

求する目的で家兎生体にX線の照射を試み、血漿相対粘度並びに血沈の影響に関する検索を行つたが著変を見なかつたので、こゝに第二篇として家兎血清を滅菌試験管内にとり、放射性同位元素である  $\text{Co}^{60}$   $\gamma$  線の大量線量 ( $1.0 \times 10^5 \text{ r} \sim 6.0 \times 10^6 \text{ r}$ ) の照射を行い、血清の相対粘度の変動について実験し、聊かの知見を得たのでこゝに報告する。

### 第2章 実験方法

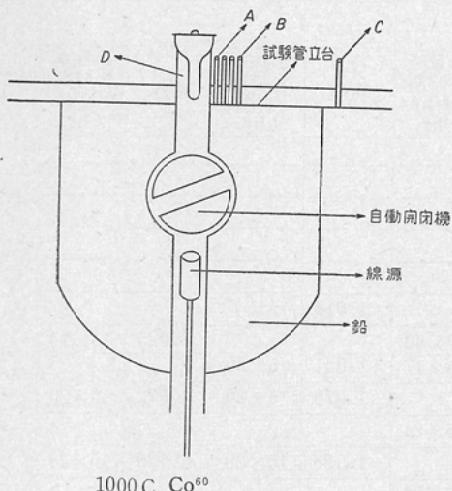
第1節 実験材料	第一篇に同じ
第2節 実験方法	

#### 1) 採血方法

家兎を固定台に固定し頸動脈を剝離露出せしめ、この下に絹糸2本を通して心側と遠心側より頸動脈をつり上げるようにして中央部に横切開を加え、噴出せる動脈血を乾燥滅菌遠心管に採血し、凝血後型の如く血清を遠心分離した。この際家兎は採血後その都度死亡した。1羽の家兎より約30~35ccの血清を分離し溶血を起した症例に於てはこれを除外したことは勿論である。

#### 2) 線源並びに照射方法

線源は日本放射線高分子研究協会大阪研究所に設置せられた1000キュリーの  $\text{Co}^{60}$   $\gamma$  線を使用した。その構造は第1図に示す如く、非照射時に於ては、線源は鉛によって完全に被覆され、この間は室外にある自働積算時計は止まっている。試料を規定の試験管に入れ所定の試験管立台に置き、室外より自働閉閉機を開くと線源はDの位置に押上げられ照射が開始されると同時に自働積算時計は動き始め正確にタイムが記録される。線量率は

第1図  $\text{Co}^{60}$  線源

Fricke's の鉄線量計によつて測定し、その測定誤差は 5 ~ 10% あると考えられる。この測定方法による線量率では第1図に示す位置 A に於ては  $15 \times 10^4 \text{ r/hr.}$  B が  $5 \times 10^4 \text{ r hr.}$  C が  $0.75 \times 10^4 \text{ r hr.}$  であつた。本実験はこの A.B.C. の 3 つの位置に試料を置いて照射した。照射はすべて室温で行い ( $23^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ )、試験管の廻転装置はなく、静止の状態で照射した。

### 3) 血清粘稠度測定方法（以下粘度という）

第1篇に於ては蒸溜水の粘度を 1 とし血漿相対粘度の測定を行つたが、本実験に於ては非照射血清の粘度を 1 とし、照射血清の相対粘度  $\eta'$  を次式<sup>4)</sup>により求めた。

$$f' = f \quad (\text{血清の密度})$$

$$\eta' = \frac{f'}{f} \frac{T'}{T} \quad \eta = 1 \quad (\text{非照射血清の粘度})$$

T は非照射血清の流出時間  
T' は照射血清の流出時間

測定方法は第一篇と同様 Wi-Ostwald 型粘度計を用い、 $37^\circ\text{C} \pm 0.1^\circ\text{C}$  の恒温水槽中に於て測定した。

### 第3章 実験成績

本実験に於ては全例 5 羽の家兎を使用し、照射時間中非照射対照血清は防腐の目的で  $2^\circ\text{C}$  の氷室内に保存した。

時間的変動に關しては極めて少いものであつたが、同一時間経過せしめた対照により補正した。

第一表に示す如く線量率は夫々  $0.75 \times, 5 \times, 15 \times 10^4 \text{ r hr.}$  で照射時間は最短 1 時間より最長 50 時間まで行つた。50 時間後血清の肉眼的変化は認められなかつた。

No. 1 に於ては  $5 \times 10^4 \text{ r hr.}$  で 2 時間照射し  $1.0 \times 10^5 \text{ r}$  で 0.5% の低下を見、 $15 \times 10^4 \text{ r hr.}$  で 1, 2, 5 時間照射し、 $1.5 \times 10^5 \text{ r}$  で 1%,  $3.0 \times 10^5 \text{ r}$  で 0.7% の粘度低下を見た。然し  $7.5 \times 10^5 \text{ r}$  では初めて 1% の上昇を認めた。

No. 2 では  $0.75 \times 10^4 \text{ r hr.}$  とぐつと線量率を下げて  $1.5 \times 10^5 \text{ r}$  の照射を行つたが 1.5% の低下を見た。然るに  $4.5 \times 10^5 \text{ r}$  の照射では 0.5%，  $1.0 \times 10^6 \text{ r}$  の照射では 1.7% の粘度の上昇を見た。更に照射量をふやし  $3.0 \times 10^6 \text{ r}$  では 7.5% とやゝ著明な粘度上昇を認めた。

No. 3 に於いては前例の粘度上昇の点に着目し大量線量を照射した所、 $2.0 \times 10^6 \text{ r}$  では 2.3%， $2.5 \times 10^6 \text{ r}$  では 4.3%， $3.6 \times 10^6 \text{ r}$  では 11%， $4.5 \times 10^6 \text{ r}$  では 14.3%， $6.0 \times 10^6 \text{ r}$  では 20% と著明なる粘度上昇を認め、之等の粘度上昇は照射量の対数に対し直線的に上昇する事が判つた。

更に No. 4, No. 5, と追試的に大量線量の照射を行つた結果、同様に直線的に上昇する事を確めた。

之を総合した結果は第2図に示す如く、縦軸に相対粘度、横軸に照射量の対数（横軸は対数グラフ）をとると、約  $2.5 \times 10^6 \text{ r}$  より約  $6.0 \times 10^6 \text{ r}$  までは略一直線上に粘度上昇のあることがよく判る。

### 第4章 総括並びに考按

本実験に於いては家兎血清を滅菌試験管内にとり、之を試料とし 1000 キュリーの  $\text{Co}^{60}$  を線源として、 $\gamma$  線の大量照射を行つた結果、 $3.0 \times 10^5 \text{ r}$  以下の照射では血清粘度の低下が見られ、 $4.5 \times 10^5 \text{ r}$  から  $2.0 \times 10^6 \text{ r}$  までの照射では粘度は徐々に上昇し、さらに  $2.5 \times 10^6 \text{ r}$  より  $6.0 \times 10^6 \text{ r}$  までの照射では著しい血清粘度の上昇を認めた。又線量率を変えた照射に於いても殆ど同様の結果がみられ、これによる著しい変動はなかつた。周知の如く放射線の水溶液に対する影響については、水

第1表 試験管内血清の  $\text{Co}^{60}$  照射による粘度変化

No.	1		2		3		4		5	
	照射量 $\times 10^5 \text{r}$	粘度	線量率 $\times$ 時間 $10^4 \text{r}/\text{hr.} \times \text{hr.}$	粘度	線量率 $\times$ 時間 $10^4 \text{r}/\text{hr.} \times \text{hr.}$	粘度	線量率 $\times$ 時間 $10^4 \text{r}/\text{hr.} \times \text{hr.}$	粘度	線量率 $\times$ 時間 $10^4 \text{r}/\text{hr.} \times \text{hr.}$	粘度
1.0	0.995	5×2								
1.5	0.990	15×1	0.985	0.75×20						
3.0	0.993	15×2								
4.5			1.005	15×3						
7.5	1.010	15×5								
10.0			1.017	5×20			1.014	15×7		
20.0					1.023	5×40			1.025	15×14
25.0					1.043	15×17	1.041	5×50		
30.0			1.075	15×20			1.070	15×20	1.072	15×20
36.0					1.110	15×24				
42.0							1.138	15×28	1.130	15×28
45.0					1.143	15×30				
51.0							1.156	15×34	1.153	15×34
60.0					1.200	15×40			1.201	15×40

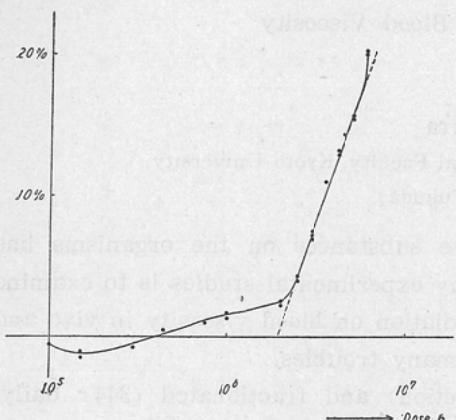
から生ずる大量の遊離基が溶質との相互作用により化学的変化を起すと考えられている<sup>5)6)</sup>。之に関して若林<sup>7)8)9)</sup>は分子に直接的に或は間接的に、遊離基によってエネルギーが与えられると、そのエネルギーは分子全体にエネルギーの損失なしに拡がり、分子間結合の弱い部分、或は与えられたエネルギーレベルと同程度の分子間結合をもつ結合が切断される。従つてこの過程は物理的なものであると唱えている。之に関して渡辺<sup>10)</sup>は D.N.A. 稀釈水溶液に照射を試み、粘度の低下を見出し、之は励起状態となつた D.N.A. 分子の低重合化によるものであることを報告し、Scholes<sup>11)</sup>, Limperos<sup>12)</sup>, Butler<sup>13)</sup>, 等は同様の実験を行い、粘度低下は遊離基の化合によって生ずる  $\text{H}_2\text{O}_2$  による間接作用のためであると主張している。

又藤森<sup>14)</sup>等は卵白アルブミンの 2%, 5% の溶液に  $\text{Co}^{60}$   $\gamma$  線の  $10 \times 10^4 \text{r} \sim 200 \times 10^4 \text{r}$  の照射を行い、線量の増加につれて粘度は低下を示したと報告している。

然し一方 A.G. パインスキー<sup>15)</sup>は蛋白質とその複合物の溶液に対する放射線の影響について実験し、蛋白質の赤外線吸収スペクトルは 1.5~2.0

$\times 10^6 \text{r}$  によつては著明な変化は認められなかつたが、紫外線吸収スペクトルでは  $1.5 \times 10^6 \text{r}$  で著明な上昇を認め、この事実は蛋白質分子の凝集によるもので、照射による S-S 結合の形成と蛋白凝固に於ける役割が主だと唱え、又リポプロテイドに対する影響については、5~7.5  $\times 10^5 \text{r}$  では粘度に変化はなく、 $1.2 \times 10^6 \text{r}$  では 1.06% の粘度の上昇を見出し、血清は蛋白質及びリプロテイドの天然の複雑な混合物であり、照射の影響に対して安定な点ではリポプロテイドに近いもので、血清粘度の 0.3% の変化は  $3 \times 10^5 \text{r}$  で、0.7% の変化は  $1.0 \times 10^6 \text{r}$  で起ると報告している。

又一方 E.S.G. Barron<sup>16)</sup> 等の研究を見るに、彼等は X 線の血清アルブミンに対する影響をしらべ、 $5 \times 10^4 \text{r}$  で粘度は幾分増加する事を認め、 $1.0 \sim 2.0 \times 10^4 \text{r}$  照射すると第 2 の成分が生成する事を超遠心分離法で見出した。この成分はシスティンを添加しておくと生成しないので、S-S 結合によつて結合した二量体ではなかろうかと言つてゐる。W.R. Carroll<sup>17)</sup> 等は結晶の血清アルブミンの溶液に  $2 \times 10^4 \text{r} \sim 1.5 \times 10^6 \text{r}$  の X 線を照射した際粘度が上昇する事を見出し、沈降恒数、吸

第2図 試験管内血清の  $\text{Co}^{60}$  照射による粘度変化

吸スペクトル等を測定して、之が分子の架橋化による分子量約300,000の成分が生成されるためであることを明らかにした。

以上先人の業績を検討するに、粘度の低下を唱える者、或は粘度の上昇を主張する者等種々なる意見があるが、概して  $2.0 \times 10^6 \text{r}$  以下の照射に於ける成績が多く、 $2.5 \times 10^6 \text{r}$  以上の照射に関しては余り業績がなく、本実験に於いては特に  $2.5 \times 10^6 \text{r}$  以上の照射で著明なる粘度上昇の変化を見出した。この上昇機構に関して私は次の如く考えた。即ち血清は A.G. バインスキーの言う如く蛋白質及びリポプロテイドの天然の複雑なる混合物であり、特に蛋白質の分子構造は極めて複雑であり、この複雑なる分子間に於いて  $3.0 \times 10^5 \text{r}$  以下の照射では分解反応が起り、やゝ粘度の低下を示したが、 $4.5 \times 10^5 \text{r}$  より  $2.0 \times 10^6 \text{r}$  の照射では一旦分解反応を示した蛋白分子が再び架橋反応を起し始め、やゝ粘度の上昇を示し、 $2.5 \times 10^6 \text{r} \sim 6.0 \times 10^6 \text{r}$  と大量線量の照射に於いては分子間の架橋反応は一層烈しく起り、分子構造の変形を来たし巨大分子の大量の生成が起り、この結果粘度の上昇が現われたものと考えたが、更に簡単な構造を有する物質、とくに蛋白、アミノ酸等について実験を行つて、この間の事情を詳しく検討する必要があると思われる。

## 第5章 結論

家兔血清を滅菌試験管内にとり、之を試料とし 1000キュリー  $\text{Co}^{60}$  の $\gamma$ 線の大量線量 ( $1.0 \times 10^5$

$\text{r} \sim 6.0 \times 10^6 \text{r}$ ) の照射を行い、非照射血清を対照とし照射血清の相対粘度を測定して次の如き結果を得た。

- 1) 照射量  $3.0 \times 10^5 \text{r}$  以下の照射では 0.5%～1.5%の粘度低下を認めた。
- 2) 照射量をふやし  $4.5 \times 10^5 \text{r} \sim 2.0 \times 10^6 \text{r}$  の照射では 0.5%～2.5%と粘度のやゝ上昇を見た。
- 3) 更に線量を増加し、 $2.5 \times 10^6 \text{r} \sim 6.0 \times 10^6 \text{r}$  に於ては著明なる粘度の上昇を認め、この上昇曲線は縦軸に相対粘度、横軸に照射量の対数をとると略直線的な上昇を示した。

以上の成績について1)は蛋白質分子の分解のため、ごく僅かな粘度の低下が見られ、次で2)に於てはこれに重合が加わり、更に3)に於ては専ら高分子化学に於けると同様な架橋反応や分子結合が起り、大量の巨大分子の生成が起るためだと考えたが、 $2.5 \times 10^6 \text{r}$  以上の照射に関しては今まで余り実験が行われておらずデーターがなく、本実験結果はこの方面に対して新知見を与えたものと信ずる。

## 文 献

- 1) A. Chapiro: 帝人研究所訳: 化学の領域. 12巻, 10号, 729 (1958). -2) A. Charlesby: J. Polym. Sci., 17, 379 (1955). -3) A. Charlesby: Proc. Roy. Soc., A230, 120 (1955). -4) 具・小寺: 化学実験学, 第2部, 第3巻 108. -5) C. B. Allsopp: Brit. J. Rad., 24, 413 (1951). -6) F.G. Spear: Brit. J. Rad., Suppl. 1 (1947). -7) 若林勝: 日本医事新報1579号 (昭29). -8) M. Wakabayashi and F. Kawamura: Monogr. Res. Inst. Appl. Elec. 5, 91 (1955). -9) M. Wakabayashi and F. Kawamura and J. Okidate: Jap. Jour. Physiol., Suppl. Feb., 382 (1956). -10) 渡辺一: 日医放誌, 第17巻, 11号, 1275 (昭33). -11) Scholes, G. Go, Stein & J. Weiss: Nature., 164, 709 (1949). -12) Limperos, G., & M.A. Msher: Am. J. Roent. Rat. Th. 63, 681 (1950). -13) Butler, J. A.V. & Smith: Nature., 164, 847 (1949). -14) 藤森速水等: 第3回日本アイソトープ会議論文抄録集 265 (昭34). -15) A.G. バインスキー: ソ連科学アカデミー原子力平和利用会議報告論文集 (生物学部会) 産業経済研究所訳93 (昭31). -16) E.S.G. Barron & P. Finkelstein: Arch. Biochem. Biophys., 41, 212 (1952). -17) W.R. Carroll, E.R. Mitchell & M.J. Callanan: Arch. Biochem. Biophys. 39, 232 (1952).

## The Effects of Radiation on Blood Viscosity

By

Akira Nakamura

The Department of Radiology, The Medical Faculty, Kyoto University  
(Director: Prof. M. Fukuda)

The action of x-ray and rays from radioactive substances on the organisms has been noticeable in many ways. The objects of my experimental studies is to examine the effects of x-rays and  $\text{Co}^{60}$  gamma rays irradiation on blood viscosity in vivo and in vitro, and to give some explanation for these many troubles.

(A) 1) On the effect of localized (liver section) and fractionated (344 r daily, during 30 days, total about 10,000 r) x-ray irradiation, relative plasma viscosity and red cell sedimentation rate of rabbits showed little change and were within physiological swinging at the different intervals.

2) On the effect of whole body and one single (800 r to 1,000 r) x-ray irradiation, these also showed a same tendency as the former case.

3) Merely at the some cases of death was found these increase, and a possible explanation of this would be not the direct effect of x-ray irradiation but of blood concentration caused by dehydration arised from diarrhoea.

(B) On the effect of  $\text{Co}^{60}$  gamma rays irradiation (1,000 C,  $1.0 \times 10^5$  r to  $6.0 \times 10^6$  r) on relative serum viscosity of rabbits in vitro.

1) When irradiated with less than  $3.0 \times 10^5$  r, was found the slight decrease. (0.5% to 1.5%)

2) When irradiated with  $4.5 \times 10^5$  r to  $2.0 \times 10^6$  r, was found the slight increase. (0.5% to 2.5%)

3) When irradiated with  $2.5 \times 10^6$  r to  $6.0 \times 10^6$  r was found the significant increase and a linear relationship between semilogarithmic scale of the irradiated dosage and relative serum viscosity.

In summing up, a possible explanation of this would be that the decrease of viscosity was caused by degradation of protein molecule, and on the other hand the increase, addition polymerization, and then the significant increase, producing many large molecules arised from cross linking and molecule conjugation in the chemistry of high polymers.

Because of the paucity of quantitative information as to the effect of more than  $2.5 \times 10^6$  r irradiation on blood viscosity, considering from above-mentioned results, it was thought that these studies imparted a new information and further studies into this problem are necessary.