

レ線の酵素作用に及ぼす影響

レ線の蓄積作用に就いて

岡山大学医学部法医学教室

専攻生 今村 静生

〔昭和29年4月10日受稿〕

緒言

レ線が生物に及ぼす各種の作用については多くの研究があるが、酵素作用に及ぼす影響については余り多くない。香川¹⁾、今村²⁾、香川、今村、山本(弘毅)、山本(定雄)³⁾は Papayotin, Diastase 及び Glycerophosphatase に対する至適レ線量、抑制レ線量其の他について研究し、酵素の種類によつて線量に差異はあるが、一般に小量では酵素の触媒能を昂め、中等量では抑制することを明かにした。酵素の種類は異なるが、已に G. Gausel 及び A. Polijakov⁴⁾ は自家融解酵素につき、K. Inoue⁵⁾ は解糖酵素につき、又 A. Maubert⁶⁾ は Polyphenolase につき、各レ線の少量照射では作用が促進し、大量照射では抑制せられることを報告している。更に生体に対するレ線の蓄積作用についても多数の研究があり、I. Welterer は其の著書の中にレ線の少量を反覆照射すると、所謂蓄積作用とも称すべき作用が起る、即ち反覆照射により遂に現象的には皮膚炎となつて現われて来ると記載し、H. Holfelder も其の著書に蓄積作用の危険を警め、G. Gnul⁷⁾ は悪性腫瘍の照射に於ける蓄積作用につき述べている。我国でも梶原⁸⁾ はラッテにレ線を分割連続照射し、回数が増すに従つて肝臓グリコーゲン量の消失が著しいことを報告し、矢島⁹⁾ は蚕豆発育に分割照射の方が作用の強いことを、正岡、岡田等¹⁰⁾ は精巢の照射に於て1時照射よりも分割照射の方が作用の強いことを夫々認め、蓄積作用を肯定する如き成績を得ており、又昭和29年放射線学会で足立は象牙質形成異常の組織学

的研究について報告し、上記と同様な結果が見られると述べている。之等の報告は総べて生体について行われた研究であるから、種々の要因が入り込む可能性が多いのは蓋し止むを得ぬ。そこで私は酵素について実験を行うべく企図した。即ち従来の実験により酵素自体或は酵素溶液(酵素、基質及び緩衝液の混合)を少量のレ線で照射すると基質の分解が昂進し、中等量照射では抑制せられ、又酵素自体にレ線照射を行つて後15日を経て之を基質に働かせても同様な結果が得られるのであるから、酵素自体を一定時間を距てて、60 r づつ分割照射し、240 r に至つて之を基質に作用せしめ、基質分解の様相を検し、之を240 r I 回照射の場合と比較した。

実験材料及び方法

酵素には Merck 製 Papayotin (80 倍)、基質には 2% Gelatin 溶液、緩衝液には Sørensen 磷酸塩緩衝液 (pH 5.3) を用い、レ線照射条件は 3 次電圧 160 kv、管電流 3.0 mA、H. F. D. 35 cm とした。

先づ Papayotin を各 0.1 g づつを正確に計量して之を 4 群に分け、第 I 群を対照とし、第 II 群は 60 r 1 回照射、第 III 群は 240 r 1 回照射、第 IV 群は 60 r づつ一定時間 (6 時間乃至 12 時間) の間隔をおいて 4 回分割照射し、之等を各基質 5.0 cc 及び緩衝液 5.0 cc に混合し、孵卵器中に 3 時間、6 時間、12 時間、24 時間及び 48 時間放置した後 5 分間煮沸し、三塩化酢酸による除蛋白液の窒素量をキエルダール法で測定し、此の残余窒素量の多少から Papayotin の作用の強弱を判定し

た。

実験成績並に考察

慎重を期して2種類の Gelatin を用い、且つ各実験は数回之を行い、何れも同様な成績を得たのでその中2例を表示したのが第I及び第II表である。

第I表 単位 mg

時間	照射 対 照	60r 1回照射	60r 4回 分割照射	240r 1回照射
直 後	6.045	6.052		
3 時間	8.785	9.104	8.532	8.469
6 時間	9.351	9.942	9.305	9.312

第II表 単位 mg

時間	照射 対 照	60r 1回照射	60r 4回 分割照射	240r 1回照射
直 後	6.313	6.314		
6 時間	9.562	9.931	9.461	9.324
12 時間	10.888	11.520	10.701	10.639
24 時間	11.895	13.057	11.405	11.408
48 前間	12.559	13.963	11.705	11.745

即ち 60 r 照射では Papayotin の作用促進を、240 r では抑制を示し、之は従来の実験成績と同様で追証した事になるが、問題の 60 r づゝ 4 回分割照射の成績は 240 r 1 回照射の夫れと略々同値であつて、之は賦活量である 60 r が酵素に漸次蓄積せられ、4 回の照射で抑制量に達し、此の量で基質に働いた事に因るものであらうと思われる。茲に注目せらるべきは分割照射に於ける時間的間隔である。即ち笈¹¹⁾は断続照射を生物学的に実験し、1 分間位の間隔で断続照射するも、その影響は全然認められないと報告しているが、分割照射の時間的間隔が余りに短かければ分割照射の影響は無いかも知れない。然し本実験では少くとも 6 時間の間隔をもつて照射したので

あるから、分割の影響は充分にあるものと考えられる。又原¹²⁾はレ線配量の問題を批判し、種々の配量法により生物変化が起るに当り、レ線の生物学的作用が其の対象となる臓器の如何を問わず常に同一であつて2つある筈はないに拘らず、事実は対象となる臓器乃至組織の如何に依り、或る場合には分割により作用の減弱を、或る場合には之に反する結果が現われるのを説明し、分割照射によりレ線作用が減弱し或は増加するのは主として (1) 感受性曲線の形状、(2) 核分裂の状態、(3) 細胞の恢復速度に依るものであらうとして居る。此の理論から考察すると、細胞の機能を左右する単位と目される酵素では上記の三要因に拘捉せられる事はないと考えられ、従つて酵素の作用は分割照射に依り影響を受けなくても良い、否受けないのが当然であると推論して差支ないようである。此の場合、照射量は漸次酵素に蓄積せられ、基質に作用せしめるまでに蓄積した総量が、同量を 1 回に照射した場合と同様に作用するものと考えられる、即ち酵素をレ線照射する場合に、少くとも短時日の間にレ線刺戟量を反覆照射すれば、作用の促進が漸次に強まることなく、反て抑制せられる結果を来すことは注目すべき事実である。

結 論

酵素 Papayotin にレ線を照射すれば其の作用は：

- 1) 60 r 照射で賦活せられ、
- 2) 240 r 照射で抑制され、
- 3) 6 時間乃至 12 時間の間隔で 60 r づつ 4 回照射し、総計 240 r に達せしめると、240 r を 1 回に照射する場合と同様に抑制せられる。

文 献

- 1) 香川国吉：Acta Med. Okayama, Vol. 8, No. 2, 135, 1953.
- 2) 今村静生：Acta Med. Okayama, Vol. 9, No.

- 1, 1954. に掲載予定.
- 3) 香川, 今村, 山本(私教), 山本(定職)：科学と捜査 7 卷, 1 号, 29, 1954.

- | | |
|--|--|
| 4) G. Gausel, A. Polijakov : 神前著酵素学より引用. | 1936. |
| 5) K. Inoue : Kl. W., Jg. 15, 613, 1936. | 10) 正岡 旭, 岡田 一 : 実践医理学, 3年, 4号, 416 及 5号, 484, 1937. |
| 6) A. Maubert . 神前著酵素学より引用. | 11) 笈 弘毅 日本レントゲン学会誌, 17巻, 6号, 345, 1939. |
| 7) I. Gnul Acta Radiologica Vol. 8, 103, 1927. | 12) 原 邦郎 : 東京医事新誌, 2925号, 946, 1938. |
| 8) 梶原一雄 : 東京医事新誌, 2803号, 2661, 1936. | |
| 9) 矢島 寿 : 岡山医学会雑誌, 45年, 2号, 462, | |

On the effects of X-irradiation upon enzyme activity

On accumulative action of X-rays

By

Shizuo Imamura

(Department of Legal Medicine)

Previously the author carried out experiments on the effects of X-irradiation upon enzyme activity and found that X-irradiation with small doses increases catalytic activity of enzyme, that middle doses inhibits, and what is influenced by X-rays is enzyme itself and not the substrate.

Therefore, in order to clarify whether catalytic activity might be increased additionally, or be accumulated gradually until it might have inhibited the enzyme action as well as one middle dose, in case it has reached one middle dose by repeating several small doses with certain interval, so that it should reach irradiation due to one middle dose or not, using papayotin as an enzyme, gelatin as a substrate and the amount of non-protein nitrogen which increased by the gelatin decomposition, was measured. Then the author assured that when irradiation with small doses reached to middle dose by fractional irradiation same as one time of irradiation with middle doses enzyme action was inhibited and X-irradiation accumulated gradually within enzyme.