



Title	放射線の相互作用に就て(1)
Author(s)	氣駕, 正巳
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1951, 10(9.1), p. 28-32
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20343
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

放射線の相互作用に就て(1)

醫學士 氣 駕 正 巳

東京大學醫學部放射線醫學教室(主任 中泉教授)

Some Considerations on the mutual Action of the radiant Rays I.

Igakushim, Kiga Department of Radiology, Faculty of medicine of Tokio University
(Divector: Prof. m. Nakaidzumi)

内容梗概

1) 研究目標

二種の放射線が生物に作用する場合、夫々の作用が強め合うか、又は逆に弱め合うかは論する立場乃至方法が區々であるため結果のみから一概に結論を下せない。本研究はこの點を明かにするため出来るだけ定量的な立場をとり、結局に於ては量子的に解釋を求めた。

2) 研究方法

實驗生物は出来るだけ單純なものとして、Eudorina elegans を選び、二種の放射線としてエツクス線と紫外線を使用し、障礙曲線を求め、これを分析した。

3) 研究結果

作用が同時である場合、特に著しく増強し合うことも又減弱し合うこともない。

4) 考按

兩者の作用機轉が：a) 類似と考える場合には兩者のエネルギーが附加的に作用した時に、b) 全然異なるものと考える場合には相乘的に作用した時には増強も減弱もし合わぬ事になる。實驗結果はa)及びb)の中間にある。

更に量子的に附加性を満足する數式と實驗結果とは一致しない。

内容目次

1. 緒論
2. Eudorina elegans に於ける實驗
 - A) 實驗方法
 - B) 實驗結果
 3. 附加作用と相乗作用

A) 附加作用

B) 相乗作用

C) 考察及び結論

4. 照射の順序に就て

5. 量子的考察

6. 總括的考察(障碍曲面に就て)

7. 結語

附 皮膚紅斑に於ける實驗例

文獻

1. 結論

二種類の外因を同時に生物體に作用させる場合一方が放射線であるものに對しては多數の研究がある。多くは治療效果を目的とするもので定量的に考察したものは少い。

第三の外因として薬物を用いたものは^{41) 42) 7)}及び井上等の研究があり、熱赤外線、超短波を併用したものに^{14) 30) 8) 25) 26)}等があり磁場を併用した^{9) 20)}等がある。

紫外線とエツクス線の併用は Halfstadter 及び Simons¹³⁾, Phahler¹⁹⁾, Ludwig 及び Ries²¹⁾, Steiner²⁵⁾, Krainik¹⁸⁾等がある、Vallbona 及び Benbenuto²⁸⁾は相互作用として超短波及び紫外線又はラヂウムを併用した。これ等が同種類のものでも結論が區々であるのは第二の外因の併用の目的乃至は解釋が色々であり、相互的な作用に對しても「感受性を高める」又は「低める」、「増強」する、又は「相反する」、「感作」する、又は「減弱」する更に「附加的」である等々、が種々な意味で用いられ更に「特異作用」、「非特異作用」等の表現があるが、個々の因子に就て、定量的に、定性的に取扱つて

居ると思われものは殆んどなく、結論としても概念としても不充分である。之等の點を多少とも明かにして見る目的で著者は當教室で既に10年以上使用して居る *Eudorina elegans* にエツクス線と紫外線を照射して、その結果から得た一つの考え方を發表する。

2. *Eudorina elegans* に於ける實驗

A. 實驗方法

a) 實驗材料としての *Eudonira elegans*

Volvox 科に属する绿藻の一種であり、井上氏の多年苦心培養したもので純系と考えられる。32箇の細胞が1群體をなし髓圓體状の囊を形成し、ゼラチン囊の中に排列されて居る。

各細胞は其の機能も性質も殆ど差異が認められない。一定の培養條件では規則正しい成長をなし、一定期間後に分裂し、各々の細胞が32箇に分裂して1箇の娘群體をつくる。規定の培養液を以て硝子蒸發皿に27°Cに保ち、暗室内で60Wの電球を1日に12時間宛照射するときは正確に規則正しく生育して72時間目には1回づつ分裂して行く。

培養の具合で16箇の群體をつくるものが生ずる事があるがこの原因は尙明かでない、かかるものが生ずれば實驗に當つて全部除外してある。

b) 照射法

- 1) 材料: ホール、オブジェクトに約0.1ccの培養液を入れ、その上に徑に0.5cmに切り抜いた濾紙を浮べる、その上に毛細ビペットで Eudorina を吸い上げて顕微鏡下で静かに摘下する。これを20分間放置すれば濾紙上に32箇の群體の Eudo-

Combined effects of uv und x-ray(Survival of *Eudorina elegans*)

rina が殆ど一平面をなしてならぶ。この操作を行つたものを再び上記の如く培養すればやはり同様に規則正しい生育をする。毛細ビペットで同時に滴下された小さな水滴が濾紙の上にある間は Eu-dorina にわづかながら運動するが、數分後に運動は停止、水滴は濾紙に吸いとられ群體は一平面に 32 箇ならび濾紙よりわづかな水分に依つて生きて居るものである。

2) エックス線照射條件: 三相交流全波整流裝置 60 KVp. 濾過板なし. 焦點被照射體距離 7 韻.

3) 紫外線照射條件: 高壓水銀燈で放電管は、うづ巻状のもの、波長は 2536A° に最大値を有す。

C) 照射線量

本実験の様に両放射線の生物に及ぼす相互作用を検討する目的には單に相互の相對的な線量關係を知れば充分であるので、線量は照射條件を一定にすれば單に照射時間(単位分)を以て表示する事にする。

d) 障碍の標準及び観察

実験材料として3日目の *Eudorina* を用いた。これが夜間分裂し、1群體が32箇に分れ、更に又3日目の夜分裂を繰返すわけであるが、この3日目の晝間に観察を行えば障礙を容易に見分ける事が出来る。

各実験には3箇づつを単位として用いたから全部が正常であれば各単位は96の正常な娘群體を有するわけである。

B. 實驗結果

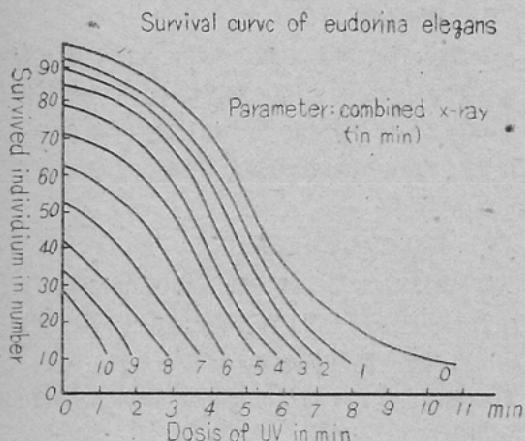
第1表に実験結果を示す。

横の行は照射した紫外線量を、縦の列は照射エツクス線量を表わしてある。例えば表に於て第1行はエツクス線を照射せず紫外線のみを照射せる場合の正常なものの實數を表わし、第1例は紫外線を照射せず、エツクス線のみの場合である。第2行、第2例は夫々紫外線1分及びエツクス線1分に對し、エツクス線又は紫外線の量を變えて照射した場合である。

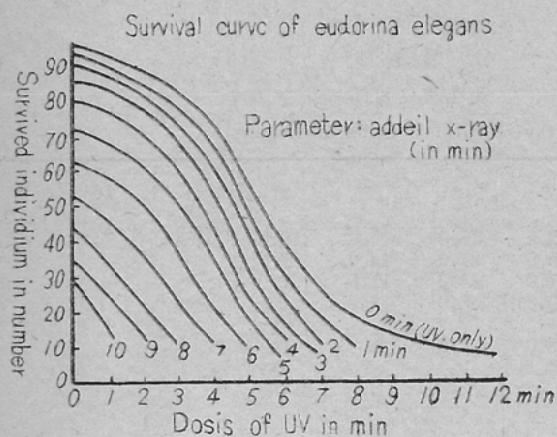
以下同様である。

これを曲線に畫くと第1及び第2圖の如くなる。

第1圖



第2圖



第1圖は横軸にエツクス線量を、縦軸には生存

數をとる。そして併用された紫外線の量をパラメーターにとつたものである。

第2圖は第1圖と逆に横軸に紫外線の量をとりパラメーターとしてエツクス線の量をとつたものである。

3. 附加作用と相乗作用

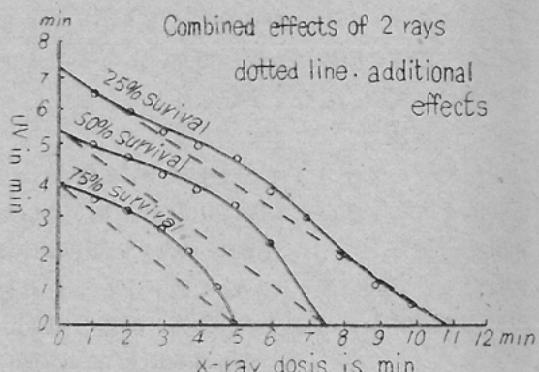
二種の外因の作用を、從來多くの人々には併用(Combination)として扱つて居るが、イタリアのVallebona³⁸⁾は「momento reciproco d'azione」と云う考え方を導入した。これは著者の相互作用に相當する。ここで、相互作用を前述の實驗を基礎として次の附加作用及び相乗作用に分けて考察して見る。

A. 附加作用(additional action)

ある障礙を起すに要するエツクス線及び紫外線量の夫々半量づつを併用した時、同じ障碍を得るか否かという問題がこれである。

エツクス線及び紫外線による障碍曲線の形が異なるため、例えは「50% 生存」を例にとる。

第3圖



第3圖は50% 生存を得るため併用した兩者の線量で、附加的であればエツクス線のみの7.5分と紫外線のみの5.3分を結ぶ直線上にあるべきである。Muller^{67) 68)}等のガムマー線とエツクス線を併用した場合は勿論これが満足されて居るが、本實驗では圖の如く附加的でない。すなわち兩者の作用機轉が同一ではない。この事を數値的及び圖形で扱うと次の如くである。

a) 數値的解釋

ある障礙を得るにエツクス線のみで a 分、紫外線で b 分を要する時、兩者を x 及び y 分併用して同じ障礙を得たとすると、

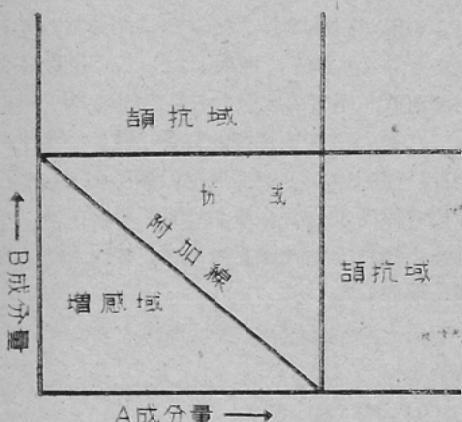
- 1) $\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1$ は附加性を満足。
- 2) $\frac{x}{a} + \frac{y}{b} < 1$ は附加より少線量で足りる。
- 3) $\frac{x}{a} + \frac{y}{b} > 1$ は附加より大線量を要する。

上記の實驗では 3)の場合である。そして一番能率の悪い併用は $x=4.5$, $y=3.5$ であり、

$$\frac{4.5}{7.5} + \frac{3.5}{5.3} = 1.26 \text{ である。}$$

b) 横型圖

第 4 圖



第4圖の如く兩軸に各々の線量をとると、

i) 増感域(Sensitization area)は各々が作用を強め合う場合で

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} < 1 \text{ である。}$$

ii) 拮抗域(Antagonistical area)は一方が他方の作用を弱める。

$$\frac{x}{a} > 1 \text{ 又は } \frac{y}{b} < 1 \text{ の何れか。}$$

iii) 協働域(Cooperative area)は、本實驗結果の如く上記の二番に屬さず、夫々が幾分づつの作用を現わすと考えられる場合を假に名づける。

C) 結論

Eudorina に対するエツクス線及び紫外線の相互作用は夫々の作用機轉が全然同一性質とは云え

ない。すなわち附加的に作用しない。そして増感的でも拮抗的でもなく、上述の協働作用に相等する。

B. 相乗作用(Multiplication action)

相互作用として前記の概念の他に相互が全然無関係に、然も夫々獨立して作用を及ぼすという事を假に相乗作用とよぶ。

a) 例えればエツクス線で「80%生存」に障礙する量と、紫外線で「62.5%生存」にする量とを同時に與えた場合に $0.80 \times 0.625 = 0.50$ すなわち「50%生存」に障礙するか否かである。

上記の實驗結果に就いて考えて見ると、やはり標準を「50%生存」に置けば、

エツクス線のみによる生存百分率は

1. 7.5分 6.4分 5.0分 5.5分 2.0分 0分
2. 50% 60% 70% 80% 90% 100%

之に對し相乗作用が成立つ場合の第2因子紫外線の障礙度は

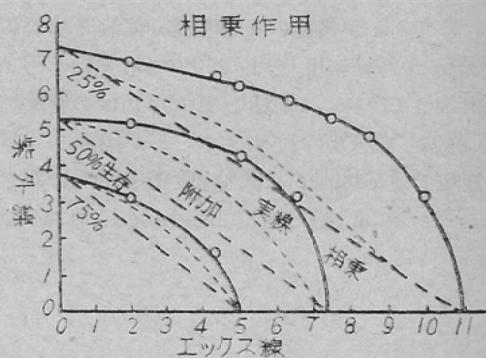
3. 100% 83.3% 71.1% 62.5% 51.3% 50% となる。然るにこの生存百分率を紫外線のみで得るには

4. 0分 3.15分 4.20分 4.75分 5.15分 5.3分 を要する。然るに實際に之等兩者を共に作用させた場合の生存率は

5. 50% 28% 30% 26% 36% 50%

である。即ちこの結果からは相乗的であるとは云えない結果が得られる。

第 5 圖



第5圖の實線は相乗作用が當はると假定した

場合「50%生存」を得るためのエックス線と紫外線の量、すなわち1と4の組合せであり、點線は實際に併用した場合に「50%生存」を得た兩放射線の量(前出)。破線は附加作用が満足された場合である。

すなわち附加と相乗作用の中間に實驗結果が得られた。

b) 結論

Eudorina に対するエックス線と紫外線の相互作用は相乘的よりは増感的に作用して居ると云える。

C. 考察及び結論

Eudorina の實驗結果は、附加性を基準とすれば協働的ではあるが特に増感的でなく、相乗性を基準とすれば相乗曲線の求心域にあるため増強的と考えられる。

I. H. Muller^{37) 68)} のドロソフィラの實驗でガムー線とエックス線が「Summiere」したのは附加的であり、御園生氏の Eudorina に対する熱とエックス線の併用は相乗的作用の例である。

ここでしばしば論ぜられる特異性、非特異性の意味と附加及び相乗性との關係は次の如くで、

i) 附加性は特異性と關聯し、Werner⁴¹⁾の云う「Koadition」、Groedel 及び Lossen の「Kummulation」又は Steiner³⁹⁾の「Koadition」と比較出來 Vallebona³⁸⁾の「Homo-sensibilizzante」は言葉の意味ではこの範疇に入る。

ii) 相乗性は非特異性と關聯し、Vallebona の「hetero-sensibilizzante」はこれに入る。

エックス線と紫外線の相互作用は「hetero」であるわけであるが後述の的禪脱等を考える場合には「光量子の特異作用」として「homo」すなわち上記の附加性で吟味し、前述の Eudorina の實驗結果を「増強して居ない」と考えることが出来る。言葉の意味では Steiner は非特異的な量的又は質的の「Verstärkung」を「Sensibilisierung」と呼び「Abs-

chwachung」を「Gewöhnung」と呼んで居り、Hohuestln は特異的な意味で「Sensibilierung」を考えては居るが上記の如く特異的な場合は附加的であるよりも能率の良い場合、すなわち

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} < 1$$

が増強であると考えるべきであろう。

Krainik¹⁸⁾、Ponzio³⁰⁾等の「Antagonism」は著者の拮抗域、すなわち

$$\frac{x}{a} > 1$$

の部分だけを論じたものと解すべきである。

4. 照射の順序に就て

本實驗に於て、紫外線及びエックス線を同時に作用さす事が困難であつたので、先づ紫外線も引續いてエックス線を、照射した。この間隙は數分以内であり、兩者の照射を入れて總計 20 分以内であり、これに對する時間的影響は特に心配する必要がない(井上)。しかし照射の順序を逆にした場合障礙の程度の差があるかに就て吟味する。a 組は前述の條件で紫外線でエックス線、b 組は順序を逆に照射した。

I. エックス線 1 分及び紫外線 1 分の併用の生存百分率

a. 92 89 89 87

b. 85 90 92 92 93

II. 兩者各 2 分づつ照射

a. 75 80 84 84 86 89 90

b. 72 80 87 90

III. 兩者各 5 分づつ照射

a. 10 12 14 18 20

b. 12 12 15 16

これは小數例の統計學で吟味し有意の差が認められない。