The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	長波長線による放射線障害防止の實驗的?究 第4編 長短波長の拮抗的生物作用に就て
Author(s)	村上, 達郎
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1955, 15(9), p. 819-825
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18924
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

長波長線による放射線障害防止の實驗的研究
第4編　長短波長の拮抗的生物作用に就て

岡山大學醫學部放射線科(指導　武田教授)
助手　村　上　達　郎

(昭和30年7月27日受付)

第1章　緒　言

短波長線であるレ線障害を長波長線である日光光線又は人工的の赤色光線，赤外線により打ち消し得る事は既に第1編，第2編及び第3編でマウス致死實驗，臓器細胞の形態的並びに機能的方面より確定され又紫外線と赤外線とでは波長の長い赤色光及び赤外線の方が有効である事を第3編實驗から決定した．

人工的に得られる赤線照射は日光光線と殆んど同一の効果が存するもので且，レ線照射と同時又は直後に赤線照射を行つても何れも有効な事を認め得た．この點から考えると長波長線は短波長線の生物作用に拮抗的に作用するように思われる．

第4編では動物體を用いては之が機能を檢査するのに種々の因子が加わり複雜であるため細胞構成の極めて單純な發芽中の植物種子を用いて長短波長の併用照射で拮抗的生物作用が存在するか否やを研究する事とした．

第2章　側根抑制に及ぼす長短波長線の相互作用

第1節　文獻的考察

植物に對しレ線が作用する事は既に古より知られている．(Maldiney. u. Johnvenin) 併し Arndt-Schulz の生物學原則に從うと言う説 (Maldiney, Koernicke,E, Schwarz, Thuvenin 等) と放射量の如何に拘らず常に抑制作用を呈するとの主張 (F. Tordes, Wetterer, G. Schwarz)が相對立しているが極めて小放射量でない限り必ず發育障害の起ることは Sierp·Robbers[1]，吉濱[2]等詳細な檢索で最早明白である．

Meyer, u. Ritter[3] は莢科植物（豌豆）につきて生物學的測定を行い，Jüngling[4] により深く研究され，1929年武田教授[5] は Jüngling の原法を改良して蠶豆種子の側根抑制作用から生物的レ線絶對量測定を行つている．

Arntzen-Krebs[6] も豌豆を用いて一度に全照射せるよりも分割照射の方が障害輕度なることを證明している．

偖て放射感受性の相違する總べての因子を除くことを得ば個體は同一の感受性を有するのでレ線と長波長線の拮抗作用を知るには比較的簡單な細胞構成を有する植物種子で行うのが最も好都合である．

第2節　實驗方法

豌豆は取扱い容易で發芽狀態も良好略ゝ均等せるレ線障害を呈することを確かめたので 400～500粒のよく實れるものを室温にて24乃至48時間水中に放置し豌豆の充分に水分を吸收して膨大するを挨ちて培養器に移し約1日室温で放置する時は主根の長さ 1.0糎～ 4.0糎となる．之等の中より主根 1.5糎のものを選び出し試驗に供することゝした．

培養器は素燒鉢に各種木材の混合せる鋸屑を入れ，水分を補給し，各培養器の條件は同一とした．而して鋸屑の種類により側根抑制及び豆の發育に相違を認めないことは既に Jungling により確められている．

主根の長さ約 1.5糎のものを20個選びこれを5組に分ち1組は正常群とし，他の4組を2)レ線照射群，3)レ線照射直後赤線照射群，4)赤線照射直

後レ線照射群，5)赤線照射群に分け，照射後直ちに培養器に移し，3～10日後取り出し，側根發生の有無を各々に就いて比較檢討した．

レ線照射條件

島津博愛號　二次電壓　160KV
管電流　3.0mA
濾過板　Al 0.5mm+Cu 0.3mm
焦點距離　23cm
半價層　Cu 1.1
分レントゲン　50r/m

1回放射量を60γ，240γ，300γ，400γ，500γ，700γ，900γ，1100γと側根の全く發生しないレントゲン量まで行つた．

赤外線，赤色光線照射はギバ製反射鏡付ランプ支持臺に500W電球を付して點燈し，ランプ下端より豌豆の距離を1m20cmとし，種子より1米の所に赤色濾過板を置いて濾過して放射時間は熱作用をなるべく除外するため10分とした．（温度計で1°以上は上昇せず）

第3節　實驗成績

實驗Ⅰ　60γの場合：3日目培養器より取り出した結果は，側根の數は何れの場合も對照（正常）と肉眼的には變化がない．

實驗Ⅱ　240γの場合

第1表で示す如くレ線は側根發生を抑制しているがレ線+赤線では障害輕度である．

側根の數　1～3本（+）
4～6本（++）
7～10本（+++）
11本以上（++++）
とする．

實驗Ⅲ　300γの場合

第2表の示す

第　1　表

No. 1		側根の數（3日目）				主根の長さ(cm)(3日目)			
植物種子番號		1	2	3	4	1	2	3	4
1	對照	+++	+++	+++	+++	5.0	4.0	6.0	4.5
2	レ線群	+	+	++	+	2.0	3.0	2.5	5.0
3	レ線+赤線，赤外線群	++	++	++	+	3.0	4.0	3.8	3.0
4	赤線，赤外線+レ線群	+	+	+	+	2.5	3.5	2.5	3.0
5	赤線，赤外線群10分間照射	+++	+++	+++	+++	5.0	3.0	6.0	4.0
6	赤線，赤外線群温度10°上昇（距離30cm）10分照射	+	−	−	−	2.5	2.0	1.8	2.0

第　2　表

No. 2		側根の數（3日目）				側根の數（6日目）				主根の長さ（cm）（6日目）			
植物種子番號		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	對照	+++	+++	+++	+++	++++	++++	++++	++++	7.0	5.0	7.0	8.0
2	レ線（6分間照射）	−	−	−	−	+	+	+	+	3.0	5.0	4.0	5.0
3	レ線+赤線赤外線	+	+	+	+	++	++	++	+	3.0	7.0	6.0	5.0
4	赤線，赤外線+レ線	−	−	−	−	−	+	+	+	3.0	5.0	4.5	4.0
5	赤線赤外線（10分間照射）	+++	+++	+++	+++	++++	++++	++++	++++	5.0	4.5	7.0	5.5

實驗Ⅳ　400γの場合

第　3　表

No. 3	側根數（3日目）				側根數（7日目）			
植物番號	1	2	3	4	1	2	3	4
對　照	+++	+++	+++	+++	++++			
レ線群	−	−	−	−	+	+	+	++
レ線＋赤線赤外線群	−	−	+	+	+	++	++	++

實驗Ⅴ　500γの場合

第　4　表

No. 4	側根數（3日目）				側根數（7日目）			
植物番號	1	2	3	4	1	2	3	4
對　照	+++	+++	+++	+++	++++			
レ線群	−	−	−	−	+	+	+	++
レ線＋赤線赤外線群	+	−	−	−	++	++	+	+

實驗Ⅵ　700γの場合

第　5　表

No. 5	側根數（7日目）				側根數（9日目）				側根數（11日目）			
植物番號	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
對　照	++++				++++				++++			
レ線群	−	−	−	−	−	−	−	−	+	+	−	−
レ線＋赤線赤外線群	+	+	+	缺	+	++	++	缺	+	++	++	缺

實驗Ⅶ　1100γの場合

第　6　表

No. 6	側根數（10日目）				2週目				3週目			
植物番號	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
レ線群	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
レ線＋赤線赤外線群	−	−	−	+	+	+	+	+	+	+	++	++

實驗Ⅷ　500γの場合

第　7　表

No. 7	側根數（5日目）			
植物番號	1	2	3	4
對　照	+++ ～ ++++			
レ線，赤線同時照射群	+	++	++	++
レ線照射直後赤線照射群	++	+	+	+
レ線群	−	−	−	−

尚實驗Ⅷの同時照射に於ては上述のレ線照射條件で距離を30cmとし 500γ照射し，これに要する17分間を距離 1.5mで斜上方より發芽豌豆に直接赤線が照射出来る様な位置よりレ線照射と同時に照射した．而してレ線照射直後赤線を同一條件で照射せる發芽豌豆及び 500γのみ單獨照射せる發芽豌豆との側根發生の比較である．

第4節　小括的考按

第1,第2表で明らかな如く，レ線＋赤線がレ線群に比し障害が輕度で側根數はそれをよく表示している．主根の長さに對してはレ線の障害作用は認めるが決定的でない．

卽ち赤線照射のみを行つた場合は第1表に示すように對照と略ゝ同様で赤線照射の作用は現われていない

然るに赤線照射を距離30cmで10分照射し10°C以上の温度上昇のある時は側根の發生を全く見ない．又第2表に示す如く 300γ以上レ線單獨照射では側根發生を全部に認めないが同量レ線を照射しても，レ線照射直後に赤線照射を行えば側根發生が見られ尚又レ線照射前に赤線照射を行つた場合には側根發生をみない．卽ち赤線照射の作用は現われていない．又 700γ又は1100γの大量のレ線を照射し Bohnenvolldosis を遙かに越えてもレ線照射直後に赤線照射を行うと何れも側根發生が見られる．又大量照射群で長期間培養を繼續するとレ線單獨照射群には殆んど側根發生が見られないがレ線＋赤線照射では遙かに多い側根發生が見られる．例えば第6表の如く1100γ照射では3週間觀察するにレ線單獨照射群では3週間目には側

根發生が全くなく枯死してしまうがレ線＋赤線照射群では2週間目より1～3本の側根を認め3週間目には半數は側根數3～5本となり除々に發育成長する．

以上の事から赤線照射は明らかにレ線生物作用による障害を打ち消すもので而も赤線のみ又はレ線照射前に照射したものではその作用が表われない點から考えて短波長の生物作用に對し長波長線は拮抗的に作用しその結果レ線障害が打ち消されるものと考える．

そこで實驗Ⅷとしてレ線照射と赤線照射とを同時照射するに第7表及び附圖（第2圖）の如く拮抗作用は最も顯著に現われる．卽ちレ線照射 500γとし之に要する17分間，距離 1.5mで斜上方より發芽豌豆に赤線照射を行つたものと，500γレ線照射直後同様にして17分間赤線照射を行つたものとを比較すると同時照射の方が直後照射より更に障害作用少なく從つて長波長線は短波長線生物作用に拮抗的に作用するものと考えられる．

第3章　發芽種子の呼吸作用に及ぼす長短波長の相互作用

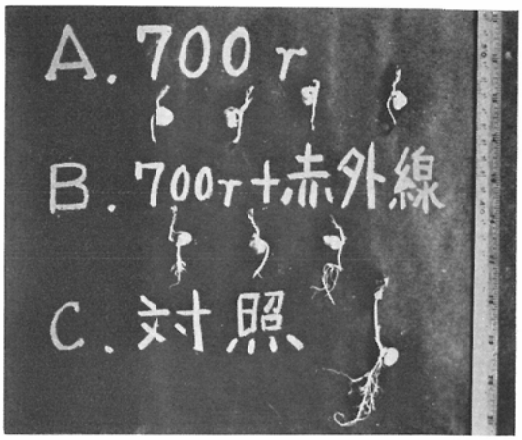
第1節　文　　獻

動物と等しく植物もまた呼吸作用を營み，空中の酸素を吸收して炭酸ガスを排泄する．これは恰も同化作用と正反對の作用であるが併し之等の作用は各々獨立に行われる生活現象に基くものであつて同化作用は植物體の葉緑部に限りまた晝間にのみ行われるに反して呼吸作用はあらゆる器官に於て晝夜を問わず營まれるものである．

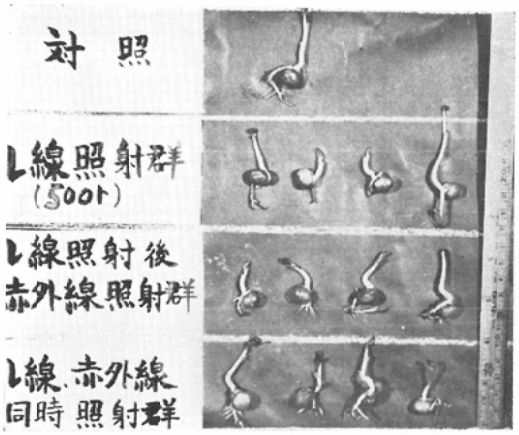
呼吸作用に就ての意義はあらゆる仕事の遂行に關し，エネルギーの消費を伴うことは物理學上の原則であるが生物界に於ける現象もまた同一の法則により支配を受けている．

一見完全なる靜止狀態にある如き植物體内部にも色々の意味に於けるエネルギーの消費が起りつゝあるのである．呼吸作用はこの生活作用に必要なエネルギーを生物に與えるものとして重大な意義を有している．從つて呼吸作用の障害は生物體に於ける新陳代謝の障害を意味する．先づレ線照射が植物種子の呼吸作用を抑制するや否やを知る

第　1　圖



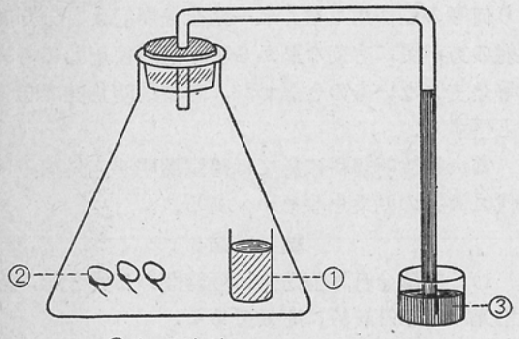
第　2　圖



ため次の様な實驗を試みた．

第8圖に示す様な裝置，卽ち發芽植物種子をアルカリ溶液を盛つた小瓶と共に三角瓶内に密封し，これに連結せるガラス管の他端を水銀槽中に挿入すると呼吸作用によつて酸素と置換された炭酸ガスがアルカリに吸收されるため三角瓶内の氣壓を減じ水銀柱の上昇をみることになる．そこで豫備實驗として 500γ照射群の豌豆8個と對照8個との呼吸作用を水銀の上昇度でみるにレ線照射群の上昇度は著しく低く水銀上昇度はレ線量に反比例してレ線量が大なる程上昇は少い．卽ちレ線障害の大なる程水銀上昇度は低い．そこでこの現象を利用して，レ線照射，レ線照射後，赤線照射，レ線赤線同時照射とを比較對照することゝした．

第　8　圖



① 加里溶液
② 発芽せる種子
③ 水　　銀

第2節　實驗方法及び實驗成績

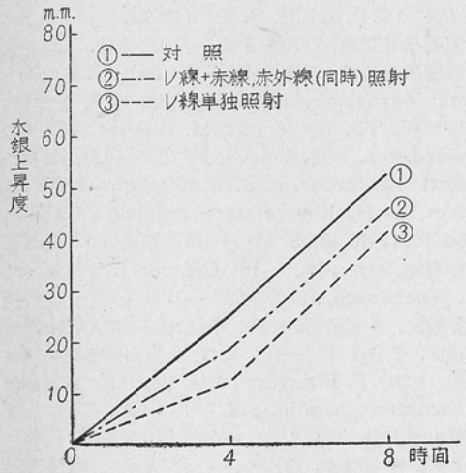
第8圖に示した裝置等容積のコルベンに同じ大きさの血沈捧を7字型に連結密封せる裝置を多數作り，前述したと同様な方法で發芽した豌豆種子の主根 1.5糎のものを40個を選びこれをレ線群，レ線照射後赤線照射群，レ線赤線同時照射群，對照群に分ち，前述と同様な照射條件で 500γ 照射し赤線照射は17分間行つた（温度上昇は殆んど見ない）.

實驗成績は第9表に示す如くである.

第3節　小括的考按

かゝる實驗を數回繰返して見るに常にレ線照射群よりもレ線照射後赤線照射，レ線赤線同時照射の方が水銀上昇度は對照に近く，又レ線照射後に赤線を照射したものより同時照射の方が對照値に近い．從つて赤線照射はレ線による呼吸抑制作用を輕減する．即ち發芽種子の側根發生及び呼吸作用に於て同一電磁波であるレ線と長波長線は本質的に拮抗作用ある如く思われる.

第　9　表



第　9　表

水銀の高さ mm ＼ 時間 St	4 時間	8 時間	24時間
對　　照	25	54	121
レ　　線	14	42	96
レ線＋赤線(同時)	18	46	103
レ線＋赤線(直後)	17	43	101

第3章　總括的考按

近年レ線及び放射能物質による慢性放射線全身障害及び放射能症が多數に見られるようになり之が豫防，防止に關し世人の關心が著しく昂まつてきた．それがためか今迄等閑にされていた之に關する研究が頓に盛んとなり藥劑では各種還元劑（チステーン，グルタチオン，チオ硫酸ナトリウム，ビタミンC，その他亜硝酸ソーダハイドロキノンエチールアルコホール等）又は組織の Anoxia を起す呼吸抑制劑（NaCN）が有効であると云われ，又一方抗生劑脾肝組織乳劑，牛痘苗等にも豫防的効果があると稱えられている．然し之等のものは放射線を受ける前に與えなければ効果がなく且毎日服用又は注射の必要があり副作用も現われ只動物實驗上有効であると云うのに過ぎない.

そこで私は短波長線の生物作用に對し長波長線には逆の生物作用が見られる事がある點から考えて長波長線浴はレ線障害の防止に役立つのではないかと考えた.

第1編では1カ年間の日光光線についてマウス「レ」線致死に對する影響を見た．然るに夏季の日光を除いては春秋冬何れも有効で僅か10～15分間のレ線照射直後の直射日光浴によりレ線單獨照射群の全部が死亡する迄毎日レ線照射を繰返してもレ線＋日光浴群では 0—20%の死亡率で60%以上は長期生存がみられた．この現象は1坐全量法でも小量又は中等量分割照射法でも同様である.

又レ線照射の直後照射が有効でレ線照射後6時間經過しても尚有効ではあるがその作用は直後のものより劣る.

第2編ではモルモット，マウス等を用い血液像,肝脾組織像,臓器酵素（Leboramylose）作用,P^{32}の體外排泄，體内殘留（肝）細胞内のRNA,グリコーゲン含有量等を檢査目標としてレ線單獨照射とレ線＋日光浴群とを比較するに後者は何れも正常卽ち對照に接近した變化を示し，レ線障害を輕減させる作用が日光光線中に存する事を組織細胞面でも確定した.

第3編では日光光線に代る人工的光線を求めんとして紫外線，赤色光線赤外線についてレ線障害防止作用があるか否やを研究した．然るに紫外線にはその作用は殆んどなく赤色光線赤外線には強い作用が存在することを上記マウス致死及び組織像の上から確めた．そこで更に赤線のみについて組織像，肝臓内RNA,グリコーゲン含有量，P^{32}の體外排泄作用で日光光線と全く同一の障害阻止作用のあることを確定した.

第4編では短波長線と長波長線に拮抗的生物作用が存するや否やをレ線及び赤色光線，赤外線に就て發芽中の植物種子を用い側根發生の有無及び呼吸作用による酸素消費量の面からみた．然るにレ線と赤線照射を同時に行うか又はレ線照射直後に赤線照射を行うとレ線障害作用を輕減するがレ線照射前に赤線照射を行うと種子側根發生ではこの作用は殆んど現われない．又赤線のみ照射したのでは一定照射時間内では殆んど生物作用は見られない．そこで今迄の長波長線浴がレ線障害を輕減させるのは兩者間に於ける拮抗的生物作用によるものと考えたい．又一坐全量照射しその後に日光浴をした場合も對照に比しマウス致死の死亡率低下から見ると短波長線障害に對し長波長線は恢復的にも作用する如く思われる.

以上のようにレ線全身障害の防止に日光又は赤色光線，赤外線浴を用いると極めて短時間之を用いる事によりレ線の障害作用が打ち消される事が判明し，而も之はレ線照射と同時又は直後が最も有効であるから實際上應用しうる積極的豫防法の唯一のものであると信ずる而も之を用いる事により何等の副作用もなく又一坐全量照射より分割照射の方が更に有効な點から考え連續使用しても何等差支えないものと思われ，理想的防止法であると信ずる.

當大學放射線科に於ては暗室照明を赤外線燈に代え豫期の効果を收めつゝある.

結　論

1）レ線全身障害防止に短時間の日光光線，赤色光線，赤外線浴は有効である.

2）長波長線浴はレ線照射直後が有効であるが同時照射は更に有効である.

3）短波長線の障害作用に對し長波長線は拮抗的にも恢復的にも作用する如く思われる.

稿を終るに臨み終始御懇篤な御指導並びに御校閲を賜つた恩師武田教授に深甚な謝意を表すると共に援助をいたゞいた山本助教授並びに衞生學教室緒方，望月兩講師に併せて謝意を表します.

本研究は文部省科學研究費の援助を受けたことを附記し謝意を表します.

第3編參考文獻

1) Hasselbalch: Zit Lehrbuch der Strahlentherapie I. —2) Kroetz: Biochem, Zeitschr. 1924, Bd, 153, S. 165, u. Bd154, S, 449. —3) Kestner: Zeit. f. Biol. 1921, Bd. 37, S, 1. —4) 平松: 日本放射線醫學會雜誌，7巻3號(15年). —5) F. Bering: Med. naturw. Arch, 1, 131(1908). —6) H. Hobert: K.W. J 2, Nr, 26, 1213(1923). —7) H. Koeppe: Strahlenther. Bd 23, S, 671 (1926). —8) M. Levy: Strahlenther. Bd 17, S. 404 (1924). Bd 18. S. 681 (1924). —9) 小野: 實驗醫學會雜誌，第10巻6號. —10) 竹越: 日本放射線醫學會雜誌，5巻1號. —11) Delf: E.M: Britisch Journal of Actinotherapie, 1927, Ⅱ, 106. —12) W. Th, Bovie u. D.M. Hughes: Journ. of med. res. 1918, Vol. 39, P, 223. —13) K. Traugott: Müncher. med. Wochenschr. 1920, Nr 12. —14) H. Königsfeld: Zeitschr. f. Klin. Med 1921. Bd 91, S. 159. —15) 葉猫々: 臺灣醫學會雜誌，36巻4號. —16) Cramer. u. Fechner: Kl. Wochensch, 1930, 2442. —17) 平川: 行刑衞生會雜誌，9巻6號. —18) 平松: 日本放射線醫學會雜誌，7巻3號. —19) 山田: 十全會雜誌，44巻5號. —20) F. Ellinger: Die Biol Grundlagen d. Strahlenbehandlung S. 188. —21) 平川: 行刑衞生會雜誌，9巻7號. —22) 原，平川: 日本レントゲン學會雜誌，第12巻. —23) 橋本: 實踐醫理

學, 10年. —24) H. Cramer u. G. Fechner: Strahlenther. Bd 33 S. 186. —25) 玉木: 日本放射線醫學會雜誌, 5卷1號. —26) 二宮: 日本放射線醫學會雜誌, 5卷1號. —27) 山田: 十全會雜誌, 45卷, 2123頁. —28) Kütner: Strahlenther. 1933, Bd 47, S. 759. —29) 坂口: 產科婦人科紀要, 24卷, 11號. —30) Heinecke: Münch, med. Woch. 1924, 785. —31) Seldin: Fortschr. a. d. Geb. d. Röntg 1904, Ⅶ. —32) Heinecke: Deutsch. Zeitschr. f Chirnrgie 1905, Bd 78, S 196. —33) Krause-ziegler: Fortschr. a. d. Gefiet d Röntg 1906, Bd 10, S 126. —34) 齋藤: 日本婦人科學會雜誌, 32卷1341頁. —35) Casati: Strahlenther. Bd 32, S. 721. —36) Herber-Linser: Münch. med. Wochen. 1905, 689. —37) 重藤: 日本放射線醫學會雜誌, 7卷3號, 193頁. —38) 日野: 東京醫學會雜誌, 46卷1598頁. —39) G. Hevesy: Nature. Vol 136.

第4編參考文獻

1) Sierp-Robbers: Strahlenther. 1923, 14. —2) 吉濱: 島津レントゲン時報, 第31號, 第37號. —3) Meyer.u.Ritter: Strahlenther.Bd 1910 1, S. 172, 1912, Bd 1, S. 172. —4) Jüngling: Strahlenther. 1920. Bd 10, S. 501, 1923, Bd 16, S. 423. —5) 武田教授: 日本レントゲン學會雜誌, 第7卷. —6) Arntzen-Krebs: Acta radiol. 1925, 4.

The Experimental Investigation of Preventing the Affection of X-rays by Means of Long Wave-length Waves

By

Tatsuro Murakami

(Director. Prof Takeda)

The Department of X-rays, Okayama University Medical School

It was ensured by the experiments of the mortality of a mouse and the histological figures that the affection of X-rays is annulled by bathing in sunlight for a short while after the irradiation of X-rays. But direct rays of sunshine can not always be got at any time or place.

In the third chapter, therefore, the variations in the experiments of the mortality of a mouse and the histological figures of the liver, the spleen, the bone marrow, etc., in the case of such artificial rays as ultra-violet rays, infra-red rays, and red colour rays being additionally irradiated instead of sunlight, were comparatively examined.

As the result of this, it became clear that ultra-violet rays are weak in the action to annul the affection of X-rays, but infra-red rays and red colour rays have almost the same action to prevent the affection of X-rays as that of sunshine.

In the fourth chapter, for the purpose of investigating the real state of this action, the result in the case of the irradiation of X-rays and the result in the case of the irradiation of red colour rays after that of X-rays were comparatively examined, by the application of the action of X-rays upon germinating seeds of peas the action to check the growth of side-roots and the reduction of the quantity of consumption of oxygen. There was not recognized much difference between the result in the case of the irradiation of red colour rays before the irradiation of X-rays and that in the case of the irradiation of X-rays only.

On the contrary, when infra-red rays and X-rays were irradiated at the same time, or infra-red rays were irradiated immediately after the irradiation of X-rays, the affectionof X-rays was remarkably alleviated: there was recognized the stronger action to prevent the affection of X-rays in the former case than in the latter case.

From the above-mentioned experiments, it is clear that long wave-length waves produce effective results against the affection of short wave-length waves. Accordingly, the aff-ection of the whole body by X-rays, which X-rays worker suffer, may beconsidered to be prevented by making use of red colour ray lamps