

# 超長波磁力線による X 線障害防止の実験的研究 II

安藤義男・堀 元子・土屋敦博

Yoshio ANDO, Motoko HORI, and Atuhiko TUCHIYA: Experimental Studies on the Prevention of X-Ray Injuries by Super-Long Magnetic Wave—II

(1960年9月1日受理)

## はじめに

放射線障害の防止に関する研究は重要課題として、多方面から行なわれている現状であるが、その化学的方面の研究では、BARRON, HOLLDENDER, BACQ, PATT, 安藤(義)<sup>1)~10)</sup>, その他がSH物質, アルキール化合物, メルカプチド形成剤, 酸化剤等の防護効果, アミノ酸の回復効果等を報告しており, 又 T・C・A cycle の基質の防禦効果を報告している。他方, 物理的方面では, 村上<sup>11), 12)</sup>, M. LEVY<sup>13)</sup>, が日光或は紫外線の回復効果のみ, 平川<sup>14)</sup> は赤外線の影響を報告, 安藤(守)等は先に超長波磁力線の防護ならびに回復効果を報告している<sup>15)</sup>。これらのうち, 短波によるものは, 組織内温度の上昇が最大の効果と説明されているが, 超長波磁力線ではこの効果はほとんど少なく, 体内強磁性物質への代謝の場に於ける Magnetic field 形成, 震盪作用がみられることが考えられる。しかし, これのみで超長波磁力線(磁力 500 ガウス)の防禦効果を説明し得ない<sup>16)</sup>。この他の何物かが動物に於ては存すると想像される。

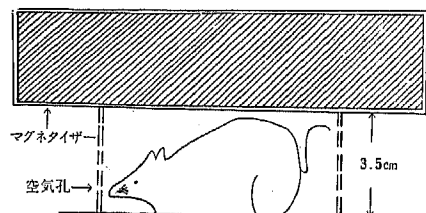
近時 Selye のいわゆる Adaptation Syndrome に依ると<sup>17), 18)</sup> Stress が加わると脳下垂体～副腎系が反応を起し, 害作用に対する身体の防衛力を増加して, 個体を護ろうとする方向が生ずる。このホルモン系の応じ得る力以上の Stress に対しては個体は変調するのみでなく, 破滅するのであるという。

BACQ 等<sup>19)</sup>は副腎におよぼすX線の障害のみ, これが Cysteamine で防禦されることがSH物質の一つの効果でいわゆる Protection for oxidants のみでないことを報告しているが, 我々は超長波磁力線の防護効果のなかには脳下垂体～副腎系の働きに好影響を与える事があるのではないかと考えて, 今回二・三の実験を行つたところ興味ある結果を得たのでここに報告する次第である。

### A) 超長波磁力線のラットの発育におよぼす影響について

#### I) 実験方法並びに材料

1 実験材料 実験動物は DD 系ラット ♂ 性, 体重 110~120g 位のを 1 群 20 匹ずつ 3 群選び, 1 群は対照とし, 次の 1 群には超長波磁力線を毎日 15 分全身照射し, 他の 1 群は磁力線を隔日 10 分全身照射し, いずれも 2 週間隔口に体重測定を午後一定時間に施行した。飼料は固型飼料を用いた。



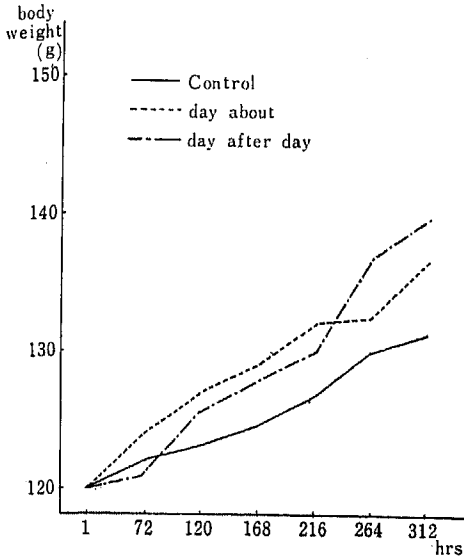
第1図 超長波磁力線照射の図

\* 群馬大学放射線科, 安藤病院放射線科

\*\* 安藤病院臨床検査室主任

\*\*\* 信州大学繊維学部体育研究室

本報告の要旨は長野県医学会総会(1958)に於て発表した。



第 2 図

る事を示すが、今回の実験ではほとんど作用のみられない位の量を決定して、次の実験に用いたかつた。上記の結果から、我々の予期したほとんど強力な障害も効果もみられないという量として次の実験に毎日7回照射を用いた。

**B) 超長波磁力線に依る放射線障害防止の実験**

**I) 実験材料並びに方法**

ラッテ♂性平均体重120gのものを用い、飼育条件前と同じ、次の2群共1群20匹について実験した。

超長波磁力線発生器は前と同じ、照射条件は毎日10分7回をX線照射前に行なつた。

X線照射条件：180KV 3mA FD20cm 38r/m Filter Cu 0.9mm + Al 1.0mm  
600r 1回全身照射

**II) 結 果**

第3図に示す如く、X線600r照射対照群は生存0%で、24日までに全部死亡しているが超長波磁力線で前照射を行なつた群は、30日で尚20%生存を示し、軽度ではあるが明らかに防護効果がみとめられた。動物に於ける放射線の全身一時照射によるLD100量は、各研究者、条件、材料によりやや異なるが、今回のラッテに於ける我々の結果では、大体600~800rとなつている<sup>20)-23)</sup>。かかるLD100の中最少量として600rを使用した。

今回のラッテに於ける我々の結果では、生存は延長しているが、600rで全部死亡した。

**C) X線照射の副腎に及ぼす影響およびその超長波磁力線に依る防護**

前に述べた如く、超長波磁力線の防護効果については、その脳下垂体~副腎系への影響が次にくるX線の障害に対して個体生存の方に好影響を及ぼす為

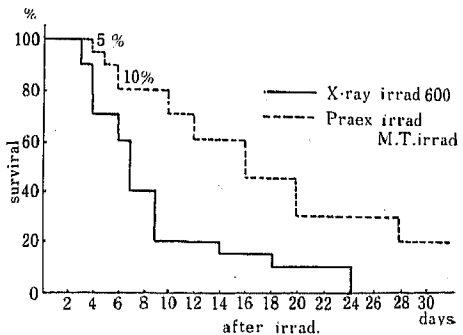
飼育環境は一定にし、日光をさける様管理した。超長波磁力線発生器は川崎電工に於て特製された交流型Magne Tizer (500~700ガウス)を使用した。照射は第1図の如くラッテを箱に入れ、上から照射を行つた。

**II) 結 果**

第2図に示す如く、毎日或は隔日10~15分の照射では著明な体重増加効果をみないが、やや対照の体重を上廻る結果であつた。

**III) 小 括**

マウスに於ける結果<sup>19)</sup>では毎日10分照射ではかえつて下痢衰弱を来し、隔日10分7回照射群では著しい發育増進効果をみたが、これは超長波磁力線が普通考えられるように温和なものでなく、その量に依つては相当なはたしい害作用ももたらすものである



第 3 図

ではないかと考えて次の実験を行い、副腎重量、Cholesterol 量、VC量を日を追って定量或は測定した。

### I) 実験方法及び材料

X線照射は全身一時照射600r, 条件は前と同様。超長波磁力線照射毎日10分, 7回。材料はラッテ体重 160g 前後♂性で次の各群に分けて行つた。

- a) 対照群 36匹×2及び12匹
- b) X線照射対照群 (18匹×5回)×2
- c) X線照射前超長波磁力線照射群 (18匹×5回)×2

対照群及び M・T 照射のみの群の Cholesterol 量, VC量測定は別として, X線照射群及びX線照射前超長波磁力線 (MT) 照射群は照射してから1時間後, 2時間, 3時間, 6時間, 12時間, 24時間, 48時間, 72時間, 96時間後にそれぞれ2匹ずつ殺し, 直ちに重量測定し, (これは mg/100g Body Weight として表した) VC定量に用いた。次に同じ18匹×5回で Cholesterol を照射後 VC 定量と同一時間で定量した。VC定量法<sup>44)</sup>はヒドラジン法に依り, Cholesterol 定量は Kingsley 法<sup>45)</sup>に依つた。尚副腎重量は96時間後も, 120時間, 168時間, 216時間後に各4匹ずつ測定した。

以上いずれの測定の場合も, 死亡せるものについては行なわず, 当時生存者に対してこれを行つたものである。

### II) 結 果

VC量に就いて, 第1表及び第4図にみられる如く, 対照のVC量は, 無処置対照群では平均389.5mg/100gで MT 照射対照群では489.5mg/100gである。X線照射600r群では1時間~6時間後に200mg/100g位減少し, 2日後で320mg/100g, 96時間後に再び198.5mg/100gと減少するのに対し, MT 前処置群では6時間後, 226.0mg/100gと最低値を示すが, 48時間後に454mg/100gと回復, 96時間後でも362mg/100gとなつて減少せず, 前群より上廻る値を示し, 明らかに回復が確実に行われる。

Cholesterol 量について, 第2表および第5図に示す如く無処置対照群の平均 Cholesterol 量は, 4.65mg/100g であり, MT 照射群は 6.75mg/100g で, MT 照射により約1.5倍近く増量する。

X線照射のみの群では1時間後に1.85mg/100gとなり, 2~72時間後は4.2mg/100g~4.15mg/100gの間を増減し, 96時間後に1.8mg/100gと激減する。

X線照射前に MT 処置したものは, 2時間後3.65mg/100g, 48時間後2.7mg/100gと減っているが, 96時間後値は4.25mg/100gと無処置対照の値に近い。すなわち, 増減はあるが対照値に近い値をとつて96時間でも著しく減少しない。

副腎重量について: 第3表および第6図に示す如く無処置対照は平均10.5mg/100g, Body Weight であり, MT 照射のみのものは, 11.6mg/100g Body Weight であつた。

X線照射群は, 1時間後, 14.2mg/100g, 6時間後16.2mg/100g, 48時間後にやや減少して15.0mg/100gとなるが, 96時間後に16.4mg/100g, 120~168時間後に約13mg/100g, 216時間後に15.9mg/100gと増加している。

X線照射前 MT 照射群ではX線照射群と同様な増減を示すが, 1~2時間値が MT 照射対照群の値に近く, 120~216時間では又, 10.0mg/100g~12.1mg/100gと Control に近い値に回

復している。

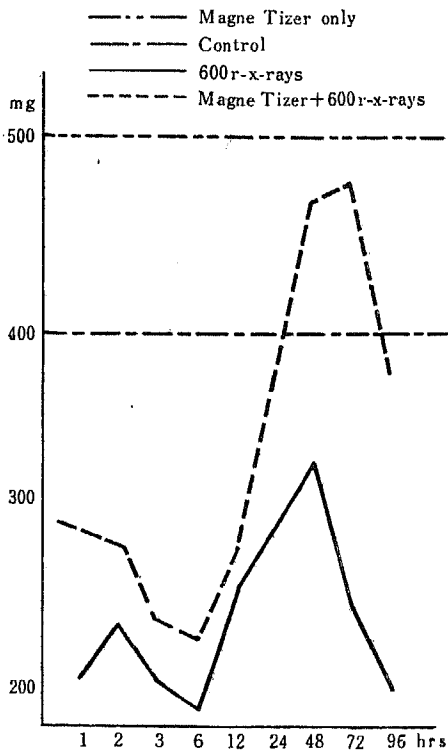
すなわち96時間値を別として MT 前処置群の重量増加はX線群に比べ著しくなく、特に直

第1表 Vitamin C in Supreranal

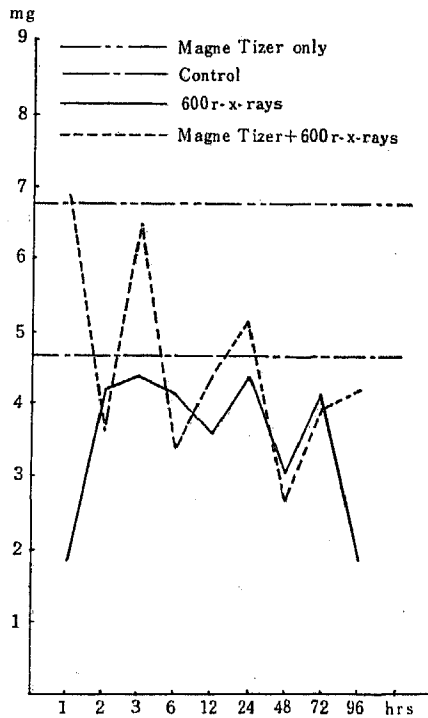
| hr.                          | 600r-X-rays | Magne · Tizer +600r-X-rays |
|------------------------------|-------------|----------------------------|
| 1                            | 208.0mg     | 284.0mg                    |
| 2                            | 236.0       | 276.0                      |
| 3                            | 204.0       | 238.2                      |
| 6                            | 188.4       | 226.0                      |
| 12                           | 252.3       | 274.2                      |
| 24                           | 286.5       | 382.0                      |
| 48                           | 320.0       | 454.0                      |
| 72                           | 240.0       | 462.5                      |
| 96                           | 198.5       | 362.0                      |
| non irradi control           | 389.5       |                            |
| Magne · Tizer irradi control |             | 489.5                      |

第2表 Cholesterol in Supreranal

| hr.                   | 600r-X-rays | Magne · Tizer +600r-X-rays |
|-----------------------|-------------|----------------------------|
| 1                     | 1.85mg      | 6.90mg                     |
| 2                     | 4.20        | 3.65                       |
| 3                     | 4.40        | 6.50                       |
| 6                     | 4.15        | 3.45                       |
| 12                    | 3.60        | 4.45                       |
| 24                    | 4.40        | 5.15                       |
| 48                    | 3.05        | 2.70                       |
| 72                    | 4.15        | 3.95                       |
| 96                    | 1.80        | 4.25                       |
| non irradi control    | 4.65        |                            |
| Magne · Tizer control |             | 6.75                       |



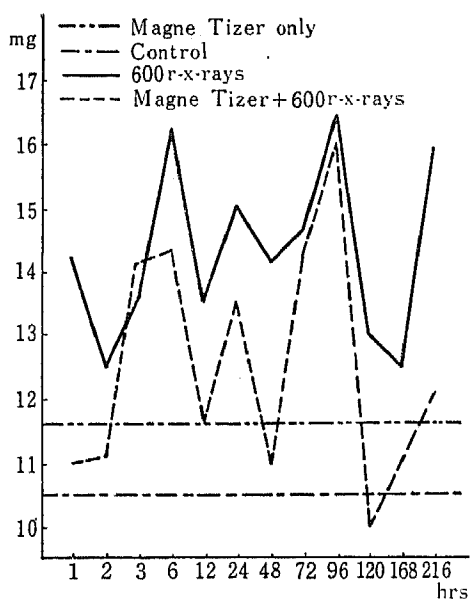
第4図 Vitamin C



第5図 Cholesterol

第3表 Weight of Supraranal

| hr.                           | 600r-X-rays | Magne-Tizer<br>+600r-X-rays |
|-------------------------------|-------------|-----------------------------|
| 1                             | 14.2mg      | 11.5mg                      |
| 2                             | 12.5        | 11.6                        |
| 3                             | 13.6        | 14.1                        |
| 6                             | 16.2        | 14.3                        |
| 12                            | 13.5        | 11.6                        |
| 24                            | 15.0        | 13.5                        |
| 48                            | 14.2        | 11.0                        |
| 72                            | 14.6        | 14.2                        |
| 96                            | 16.4        | 16.0                        |
| 120                           | 13.0        | 10.0                        |
| 168                           | 12.5        | 11.1                        |
| 216                           | 15.9        | 12.1                        |
| non irradi<br>control         | 10.5        |                             |
| Magne-Tizer<br>irradi control |             | 11.6                        |



第6図 Weight of Supraranal

後の1～2時間の値および48時間、120時間以後の回復が特徴としてみられる。

### 考 按

動物の個体に対する放射線の作用は、単細胞に於けると異なり、いわゆる直接作用、間接作用等の他 Ellinger<sup>20)</sup> のいう如く、副腎の insufficiency が加わるが、放射線にかぎらず Stress に対しては、副腎は腫大し内部の VC と Cholesterol が急激に使用されて迅速に Corticosteroids が作られてその作用により外圍に対抗するものであるが、かかる反応を、その各段階でステロイドホルモン量の如何などで知ることは困難である。

病理学者のいう如く、重量増加のみをバロメーターとしてもまちがいがあがるし、VCの減量がこれのみで Stress の加わつた証にもならない。しかしこれらをいくつか調べ比較する事に依り、adaptation の如何を知り得るものである。

Stress がある程度以下であれば、副腎内で生成され得る Corticoids の作用により、これに打ち勝ち得るが、過大な Stress に対しては適応し得ず、死に至るわけである。

致死量の放射線を全身照射する事は他の Stress に比べ非常に特異なものであるが、その効果を生死をもつて判定すれば、その死亡率をみると4日目と8日目および14日目に大きな山がある。実際には死に至るまでの種々な過程は照射直後から始まり、これに対する生への努力はやはり直後から生じているものとみられる。ゆえに我々は1時間後から96時間までの VC 量 Cholesterol 量を経過時間で調べ重量については、216時間まで追求したものである。

普通放射線の生物作用を種々な方面から検討しても照射直後の短時間の間の変化は、なかなか知り得ないことが多いが、副腎内の反応に関しては PATT他<sup>27)</sup> WERKER 他<sup>28)</sup>等が直後の変化をみ、24時間で回復してくる事を報告している。その際重量は VC 量、Cholesterol 量の如何にかかわらず、時と共に増大するとしているが、我々の結果では無処置対照の10.5mg/100g MT

照射対照の 11.6mg/100g に比べ600r 照射群では 1 時間後 14.2mg/100g と増大し始めるが、2～3 時間後やや減少、6～96 時間で 13.5～16.4mg/100g と腫大して後、再び 5 日目、7 日目の間に 13.0～12.5mg/100g と減少、更に 9 日目に 15.9mg/100g と増大している。すなわち 1 時間後値、6 時間値、96 時間値、216 時間値と山がみられる。これは Patt 等<sup>27)</sup>の 800r に比べ 600r 照射した為 Patt 等の成績では漸増の一方としかみられなかつたところが、やや詳しくみられたと思うが、4 日目、7～8 日目頃の死亡率の山と一致して反応している如くみられる。一方 MT 前照射群では 1～2 時間は 11.5～11.6mg/100g と対照と変わらず、3～6 時間で 14.1mg/100g と増大し、12～48 時間で 11.5～13.5mg/100g となり、72～96 時間で 14.2～16.0mg/100g と再び腫大するが、5 日以後は 10.0～12.1mg/100g と対照と変わらないまでに回復している。すなわち直後の反応がみられず、96 時間値を除いて反応少なく回復が早いといえよう。更に 5 日以後にはほとんど普通の大きさである。

他方 VC 量についてみると X 線照射群では 1～6 時間までにこれが最も減少され、12 時間以後、48 時間値をピークとして回復するが対照の 389.5mg/100g にはおよばず、96 時間値は再び 198.5mg/100g と減少するのに対して、MT 前処置群では、前者より減少が少なく 24～72 時間では 382.0～462.5mg/100g と回復し 96 時間でも 362.0mg/100g と対照の値に近い。

Cholesterol 量でも X 線照射群の 1 時間値著減に比べ、MT 前処置群では 2 時間値が 3.65 mg/100g となるが 3 時間後には 6.5mg/100g であり、96 時間後値は前者の 1.8mg/100g に比べ後者は 4.25mg/100g に近い。しかし前者でも 2～72 時間値は VC 量の結果とやや異なり対照値に近い値を示していることが特異である。

すなわち重量の 96 時間値をのぞいて MT 前処置群では VC 減少も少なく回復がすみやかであり、96 時間でもさして減少せず、重量 VC 量ともに Cholesterol 量も 1 時間値の減少がみられないことが特異であり、MT の照射が X 線という Stress に対して直後および 96 時間後の危機にも害作用を防止することに役立つことを示している。かくて 20% の生存率が得られたものである。

放射線の Lethal Effect に対して、いわゆる Cross resistans を得る処置には他にも Sucylate A C T H, Doca 等の薬物等も存するが<sup>29)</sup>、これらと MT と異なる所は MT では逆に X 線照射後、回復効果が得られることがある。

またかかる副腎の反応程敏感に直後からの変化を数百レントゲンという X 線の照射量で、他臓器の代謝等についても肝臓は比較的敏感である。この肝臓については強磁性物質が多量に含まれるので安藤(義)<sup>31)</sup>は特に MT 照射の解糖系に対する影響、他に三酵素におよぼす影響およびこれらに対する X 線障害の防禦をラッテに於いて 1000r、全身照射で実験したが、副腎に於ける程著明な変化はみられなかつた。かかる所よりみても MT の致死量の放射線の障害に対する防禦効果は、副腎機能と関連している事が大きな作用機構の一つと考えられ前照射により副腎を鼓舞し、X 線障害という大きな特異な Stress に対して個体の抵抗を得しめ、副腎の働きも過大化し破滅しないよう防禦され、回復も速かである事が個体の生存をえる為大きな働きをするとみられる。

## 総 括

以上をまとめると我々は超長波磁力線の放射障害防禦効果についてその作用機構が単に他の短波光線の効果についていわれる如き温熱作用によるのみでなく、その生体内の強磁性物質に

およぼす効果の他に脳下垂体、副腎皮質系に働き何らかの効果がみられるのではないかと考えて、以上 A, B, C 3つの実験を行つたのであるが、MT 照射量としては、發育にも最も有効量でなく又、放射線障害を最もよく防ぐ量を探しもちいたのでなく、他方致死量としては最少限の 600r をもちいて過大量による単調な死への変化しかみられない事をさげ、MT 毎日15分、7回照射対照が100%死亡するにもかかわらず、20%の生存率を得、更にこれらラットの副腎の重量、VC量、Cholesterol 量をX線照射後1時間、2; 3; 6; 12; 24; 48; 72; 96時間に於いて測定し、X線照射群と MT 前処置群との差を追求、後者では直後の重量、VCおよびCholesterol 量の減少がみられぬこと、VC量が速かに全く回復すること、Cholesterol 量が無処置対照の量に近い値を示す間も前者では減少している事、重量では増大も96時間をのぞき後者が少ないことを知つた。

これ等は明らかに副腎系がX線致死障害に対し MT 前照射により個体の生存に有利に働いているものとみられ、この機構が逆に MT の防禦作用の大きなものと考えられる。

### ま と め

我々は超長波磁力線に放射線の致死障害を防禦する効果のある事を知り、その作用機構について、従来かかる物理療法の効果としてみられている温熱効果がこのものには少ないことを思い実験を行つたところ、これが脳下垂体—副腎系に働き adaptation を起して致死的障害を防禦することが大きな作用機構ではないかと考えられる結果を得た。

### 文 献

- 1) BARRON, F.S.G., et al : J.Gen. Physiol., 32 : 537 (1949)
- 2) ———— : J.Gen. Physiol., 33 : 229 (1950)
- 3) ———— : Strahlen Therap., 95 : 215 (1954)
- 4) ———— : Science. 117 : 633 (1953)
- 5) PATT, H.M., et al : Science. 110 : 213 (1949)
- 6) ———— : Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 73 : 18 (1950)
- 7) HALLAENDER, H., et al : Nature, 167 : 103 (1951)
- 8) 安藤(義) : 日医放誌 15.8
- 9) 安藤(義)他 : 昭和医誌 15.3
- 10) 安藤(義) : 昭和医誌 15.3
- 11) 村上 : 日医放誌 15.1
- 12) ———— : 同上 15.9
- 13) LEVY, M. Strahlen Therap., 17 : 404 (1924)
- 14) 平川 : 行刑衛生会誌 9.6
- 15) 安藤(守)他 : 昭和医誌 16.4.49
- 16) 安藤(義) : 未発表
- 17) SELYE, H. : Acta inq, Montreal (1950)
- 18) ———— : Brit. med. J. 1950, 2 (1383)
- 19) FISCHER, P., BACQ et al : Bull. Acad Med. Belg. (1954)
- 20) HERVÉ, A et al : C. R. Soc. Biol., 143, 881 (1949)
- 21) BACQ, Z.M. et al : Brit. J. Rad, 24 : 617 (1951)

- 22) — : Science 111 : 356 (1951)
- 23) FISCHER, P., et al : Arch. int. Rhysiol, 62 : 76 (1954)
- 24) The Association of Vitamin Chemists, Method of Vitamin Assay, 2nd ed. P.93, (1951)
- 25) KINGSLEY, G.R., and SCHAFFART, R.R. : J. Biol. Chem, 180, 315 (1949)
- 26) ELLINGER, F. : Proc. Soc. exp, Biol. Med. 80 : 214 (1952)
- 27) PATT, H.M., et al : Amer. J. Physiol. 150 : 480 (1947)
- 28) WERKER, B.C., et al, : Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 79 : 183 (1952)
- 29) BETZ, H, C.P. : Soc. Biol. 144 (1439, 1950)
- 30) BACQ, Z.M. : Fundment, of Radio Biol. (1955)
- 31) 安藤(義) : 未発表

### Summary

A study to protect the radiation Effect has been made chemically and phisically in various fields as an impotant subject.

We thought that the protective effect of super-long magnetic wave has a good effect upon the systems of the pituitary gland and the suprarenal gland.

We carried an experiment on the mechanism of super-long magnetic wave, as the heat treatment has hitherto had little effect upon such obstacle as a physical cure. And we could draw a conclusion that super-long magnetic wave has influences on the systems of the pituitary gland and the suprarenal gland and causes adaptation to protect the fatal lethal effect of radiation.