



Title	Radioisotope scanning に関する研究（第1報） γ -ray emitter による腫瘍の診断可能性に関する基礎的研究
Author(s)	柳瀬, 静夫
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1960, 20(9), p. 2094-2111
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19673
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

特別掲載

Radioisotope Scanning に関する研究 (第1報)

 γ -ray emitter による腫瘍の診断可能性
に関する基礎的研究

久留米大学医学部放射線医学教室 (主任 尾関己一郎教授)

柳 瀬 静 夫

(昭和35年11月4日受付)

本論文の要旨は次の学会に於て発表した。

第26回日本医学放射線学会九州地方会, 昭32, 福岡。

第28回日本医学放射線学会九州地方会, 昭33, 佐世保

第29回日本医学放射線学会九州地方会, 昭33, 鹿児島

第18回日本医学放射線学会総会, 昭34, 東京。

第1章 緒 言

悪性腫瘍殊に癌の早期診断には現在種々の方法が行われている。それにはX線診断, 組織診, 細胞診, 内視鏡検査, 生化学的反応及び生物学的反応等があるが, この中でX線診断は診断能力が優れ, 患者に苦痛を与えず平易に実施されるので, 広く普及し癌早期発見の主体をなすものであり, 他は診断確定のための補助的役割をなすにすぎない。このX線診断と云えども限界があり, 眞の早期診断は困難なことがある。例えば肺癌の初期は結核とあやまられて治療され手遅れとなることが多く, この様なことは他の部位の癌でも屢々起り得ることである。この欠点を補うための一手段として登場したのが Radioisotope (RI) である。理論的には以前から考えられていたが, 実際にRIが癌診断に応用され始めたのは戦後, 多量のRIが生産される様になつてからである。

腫瘍診断にRIを応用する原理は, 増殖の旺盛な腫瘍細胞の新陳代謝に必要な物質を放射性元素に置換し, そのRIの放射線量を測定して, 細胞の増殖程度を窺うことにあり, 或は腫瘍に選択的に分布する色素にRIを結合させて授与し, その

色素と共に入ったRIの放射線量を測定して, 腫瘍部位の診断を行うものである。併し脳腫瘍の診断に用いられている I^{131} -Human Serum Albumin の如く腫瘍に集る本態について余り知られていないものもある。

腫瘍の診断に用いられる主なRIとしては, β 線を放出する P^{32} , γ 線を放出する I^{131} , K^{42} , Positron emitter として As^{74} , Cu^{64} 等がある。

P^{32} を応用して乳癌の外部よりの診断 (External counting) の可能性のあることを初めて発表したのは Low-Beer¹⁾²⁾ (1946), Mc. Corkle³⁾ (1948) である。その後 Silverstone, Salomon, Sweet³⁰⁾ (1949) は開頭前 P^{32} を静注し, 開頭時腫瘍に P^{32} の集積を認め手術範囲が決定出来ると述べた。 P^{32} は本邦に於ても乳癌⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾, 子宮癌⁸⁾⁹⁾, 食道癌¹⁰⁾, 胃癌¹¹⁾, 直腸癌¹²⁾, 肺癌¹³⁾等の診断に応用されていてその臨床的価値は大きい, 未だ決定的なものであるとは云えない。

P^{32} は純粹の β 線源で, その組織内飛程は最高8mmに過ぎないので深在性の腫瘍の External counting 診断は不可能である。津布久⁷⁾ は3mmが検出可能な深度限界であると云う。又 P^{32} の β

線が組織に吸収される際に生ずる阻止X線による External counting はこの阻止X線の強度が微弱であるため大量の P^{32} を要し、之に適した感度の検出器が未だ存在しない現状では実用の域に達していない。

K^{42} 及び Cu^{64} は半減期が短く(夫々12.4時間, 12.8時間)で利用し難く, Sweet, Brownell¹⁴⁾ は As^{74} を脳腫瘍の診断に利用しているが未だ臨床的意義の詳価が決定したとは云えない。

I^{131} は甲状腺腫瘍の診断には KI^{131} の形で用いられるが, 脳腫瘍等の External counting 診断への応用には, I^{131} -Diiodofluorescein (I^{131} -DIF) 又は I^{131} -Human Serum Albumin (RIHSA) の形で使用されている。

Moore¹⁵⁾⁻¹⁹⁾ (1948) は Sodium Fluorescein が腫瘍組織に親和性のあることに着目し、之に I^{131} を結合させた I^{131} -DIF を利用して脳腫瘍の External counting 診断を初めて試み、有望であることを発表し世の注目を浴びた。Ashkenhazy, Le Roy, Fields, Davis²⁰⁾ (1949) Ashkenhazy, Davis, Martin²¹⁾²²⁾ (1951), Belcher, Evans²³⁾ (1951)等も DIF で脳腫瘍の診断を行い、Moore と同様に優れた診断適中率を報告しているが、之は補助的診断法にはなるけれども唯一の方法ではないと述べている。

de Winter²⁴⁾ (1951) は20人中1人のみが脳腫瘍と確定したと云っている。

RIHSA は正常組織よりも腫瘍に集るところから、1951年 Chou, Aust, Moore, Peyton²⁵⁾ が初めて腫瘍診断に応用した。併し RIHSA が脳腫瘍に集る本態については余り知られていない。唯一般に Blood brain barrier (脳関門) が腫瘍により消失し色々の物質が該部に入りやすくなるためだと説明されているにすぎない。

Yuhl, Stirrett, Libby²⁶⁾ は DIF と RIHSA の優劣を脳腫瘍診断について比較し、RIHSA に多くの利点のあることを述べている。

脳腫瘍の外、Stirrett, Yuhl, Libby²⁷⁾²⁸⁾, Madell, Kligerman, Quimby, Fertig²⁹⁾ は RIHSA を癌の肝転移の発見に応用している。

以上の如く、RI は腫瘍診断に応用され優れた成績をあげているが、今後検出器の進歩改良により或は腫瘍親和性化合物の新たな発見等により、尚一層発展するものと思われる。

我国に於ては、前記の如く P^{32} の β 線を利用する方法が主として研究されているが、之は一部には γ 線を測定する適当な方法がなかつたからであるが、最近優秀な装置が完成し、その一つを教室に設備することが出来た。その性能を知る意味に於ても、私は γ 線源を応用した腫瘍の体外よりの診断に際して、腫瘍が周囲の健常組織に比較してどれだけ多く RI を摂取すれば、体表面より深度何 cm まで検出可能で、又どの位の大きさがあれば診断が可能であるかについて Scintillation counter, Scintiscanner 或は Ratemeter を使用して基礎(模型)実験を行い、比較検討したので発表する次第である。

第2章 実験方法

実験材料は次の如き I^{131} 含有の濾紙を使用した。

東洋濾紙 No.50 に 1 cm^2 当り $2\text{ }\mu\text{C}$ 宛、 I^{131} が含有される様に I^{131} 溶液を吸収させ、之を乾燥の後、オートラジオグラムによつて、均等に吸収されているか否かを確かめ、均等なものを材料とした。濾紙に溶液を均等に吸収させることは、非常に困難で何回も繰返し実施して目的を達した。以下の実験材料には、すべてこの様にして作った I^{131} 含有の濾紙を使用した。

正常組織模型としては、 I^{131} 含有 ($2\text{ }\mu\text{C}/\text{cm}^2$) の濾紙で、大きさ $15\times 15\text{ cm}^2$ 、腫瘍模型としては、 $1\times 1\text{ cm}^2$, $2\times 2\text{ cm}^2$, $3\times 3\text{ cm}^2$, $4\times 4\text{ cm}^2$, $5\times 5\text{ cm}^2$ の大きさのものを作つた。

ファントムは厚紙で面積 $20\times 20\text{ cm}^2$ 、厚さ 1 cm の箱を作り、この中には米粒を充し、これを20箇重ね合せたものを使用した。

腫瘍模型を正常組織模型1枚の上に1枚重ねておけば、何れも単位面積当りの I^{131} 含有量は同じであるから、腫瘍部に相当する部分は、正常組織に相当する部分に比較して、単位面積当り2倍の I^{131} 含有量となる。2枚重ねれば3倍、3枚

では4倍, 4枚では5倍ということになる. 又正常組織模型2枚の上に, 腫瘍模型を1枚重ね置けば, 腫瘍部は1.5倍の I^{131} 含有となり, 3枚置けば2.5倍となる.

以上の如き, 正常組織模型の中央に腫瘍模型を重ね, 之をライスファントムの中に挿入した. 挿入した深さはファントム表面より1~10cmでその間1cm毎に Scintillation counter による正常組織部と腫瘍部の計数率の比較, Scintiscanner による Scintigram の描記及び Ratemeter に連結した Recorder による線源強度の変化曲線の記録を行つた.

Scintillation counter による計数の場合は, 中央の腫瘍部の計数値 (c.p.m.) と周囲の正常組織部の計数平均値 (c.p.m.) より次の如く百分率を求めた.

$$\frac{\text{腫瘍部 c.p.m.} - \text{正常部 c.p.m.}}{\text{正常部 c.p.m.}} \times 100\%$$

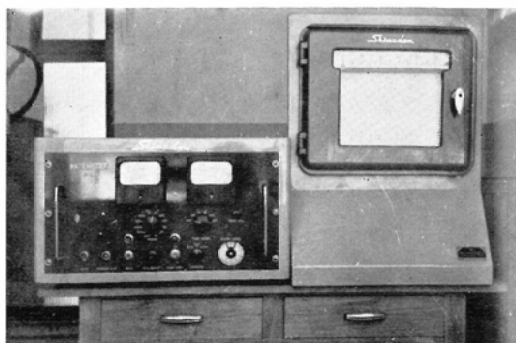
但し c.p.m. は何れも Back ground を減じたものである. 診断可能な限界を, 120%, 130%及び150%とした場合の三者について夫々診断可能性を検討した.

Scintiscanner は島津 SC-1 型放電記録式である (写真1). Scintigram は凡そ $15 \times 15 \text{ cm}^2$ 大に描記せしめ, 中央に腫瘍部が位置する様にし

写真1 シンチスキャナー



写真2 Ratemeter 及び Recorder



た.

Ratemeter は島津 C-1A 型で線源の強度変化を連続的・自動的に測定記録することが出来, 精度は $\pm 1\%$ である. 之を島津 S A P 小型電子管式自動平衡器 (電位差計式) に連結し, 附属記録紙に線源強度の変化を連続的に記録させた (写真2).

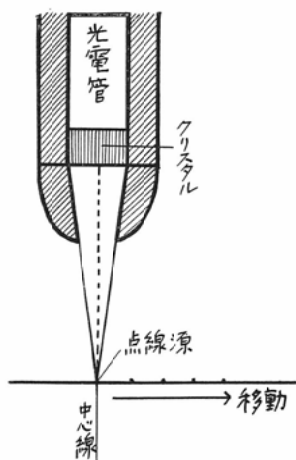
尚 Ratemeter は Scintiscanner の Scintillation counter に連結し, counter が腫瘍部の中央を通る様に走査させた.

第3章 実験成績

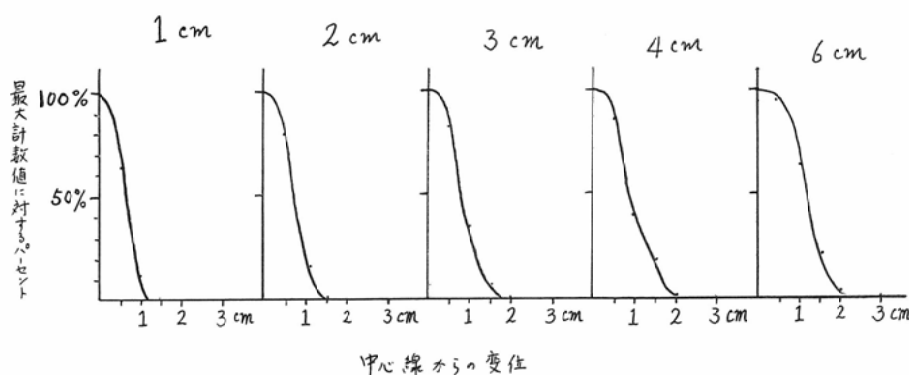
第1節: Scintillation counter の解像力 (予備実験)

Scintigram にとって最も問題になるのは Scintillation counter の解像力である. この解像力に影響を与えるものはクリスタル及びコーンの大

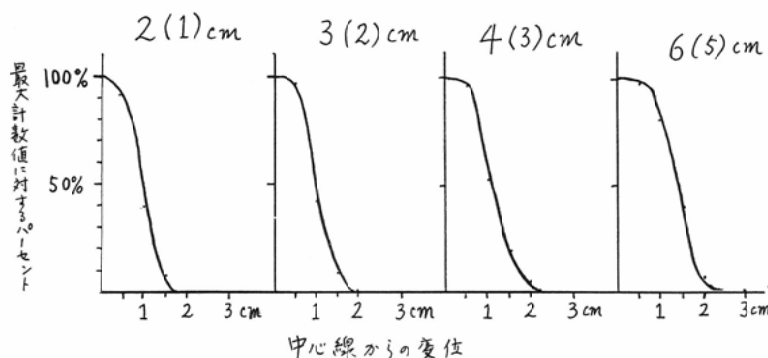
第1図 コリメータの解像力試験法



第2図 コリメータの解像力（線源がファントム表面にある場合）
フード先端と線源との距離



第3図 コリメータの解像力（線源がファントム内にある場合）
フード先端と線源との距離：（ ）内はファントム表面より線源までの距離



きさと、形状であるが、コーンの形は殊に重要である。

私の使用したものは、標準シリンドリカルコリメータで、クリスタルは $0.5\text{in}\phi \times 1.0\text{in}$ でコリメータの孔は $12\text{mm}\phi$ である。

I) シリンドリカルコリメータの解像力

第1図の如く、コリメータの中心線上に Point sourceを置き、之を移動させて中心線より 0.5, 1, 1.5, 2, 3 cmの5点に於て計数率を測定した。

線源をファントムの表面に置いた場合、第2図の如くフード先端と線源との距離が大になる程、half value radius（半値幅）(W)（第4図参照）は大となり曲線はゆるやかになっている。

曲線が急峻な程、即ちWが小さい程シンチグラ

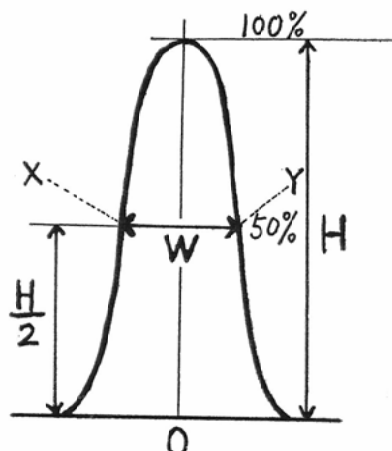
ム描記の場合、忠実度が高く解像力が良くなり、Wが大なる程シンチグラムが実物より拡大して解像力が低下する。

併しWの小さいコリメータを使用して、小さい線源の描記を行う場合、コリメータが線源の直上を走査すれば解像力のすぐれたシンチグラムが得られるが、それ以外の場合は走査間隔を出来るだけ小さくしないと、走査間隔より形状の小さい線源は描記が困難になり解像し難くなるおそれがある。第5図に示す如く、Wの異なる二つのコリメータ(A)(B)について比較すると、線源が中心線よりずれてMN（或は M'N'）間にある場合は、Wの小さいコリメータ(A)では描記困難となるが、Wの大なるコリメータ(B)では解像力は低下しても描記困難となることはない。

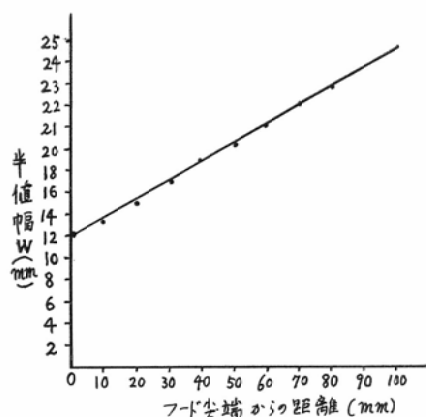
第4図 半値幅

(最大計数値 ($H = 100\%$) の $1/2$ の値即ち 50% を示す点 X, Y の距離を云う)

(1)



(2)



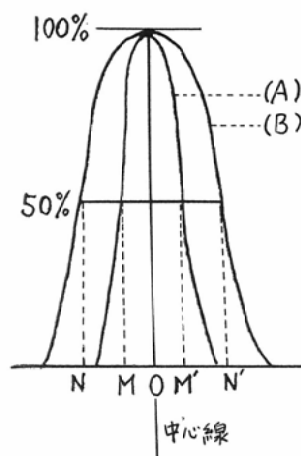
私の使用したコリメータのWは第4図(2)の如く、プローブ先端と線源との距離が1 cmの場合約13mm、8 cmの場合約23mmで、走査間隔を装置規格の最小値2mmにしたので、形状の小さい線源でも解像が困難となることは無いと云つてよい。

線源をファントム内に挿入した場合は、第3図の如く半値幅はやゝ大となるが、曲線は線源がファントム表面にある場合と略と同様であるので解像力が著明に低下することはないと思われる。

II) Scintigram の解像力

シンチスキャンナーは、人体内に蓄積された R

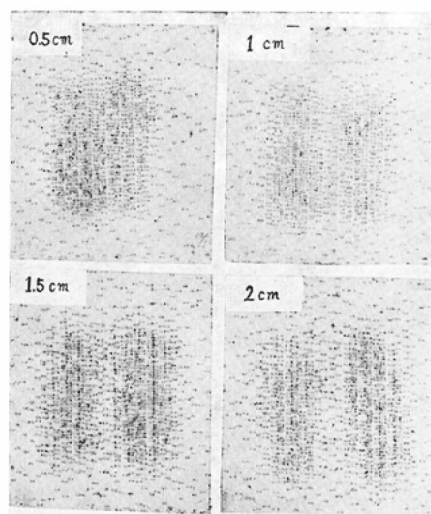
第5図 Point Source に対する半値幅の異つた2つのコリメータの応答曲線



I から出てくる放射線を、体外で検出し、その強度や分布状態を自動的に直接記録紙に記録し、人体の器管或は組織の異状を検出して病変を診断する装置で、得られた記録紙の図型をシンチグラムと云う。(写真3, 4 参照)

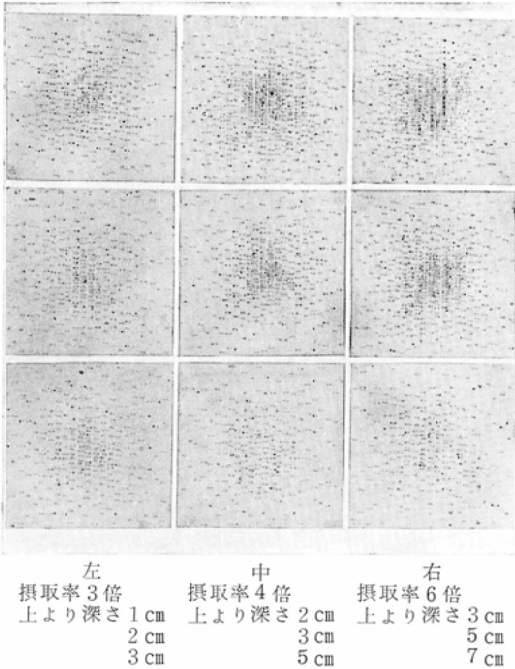
第6図の如き、種々の形状の濾紙に I^{131} を均等に浸し、これらの濾紙をライスファントム内に挿入して、シンチグラムを描記し、解像力を検討

写真3 シンチグラムの解像力

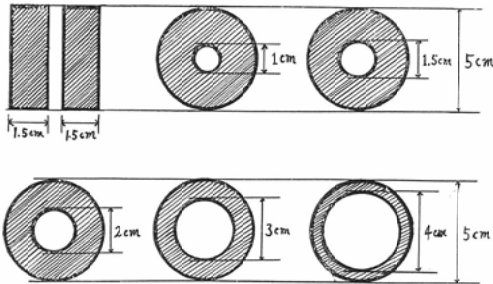


(ファントム内の深さ1 cm, 左肩の数字は2個の矩形模様の間隔を示す。)

写真4 シンチグラムの診断能 (腫瘍模型 2×2 cm)



第6図 シンチグラムの解像力試験に用いた模型



した。

第1表(1)は、5×1.5cmの矩形濾紙をファントム内に挿入した場合の結果であるが、二個の濾紙の間隔が0.5cmの場合は、ファントムの表面より深さ1cmの層に挿入した場合でも解像されない。即ち2個のものとして識別されない。間隔が1cmであれば、深さ4cmまでは解像されるが、深さ5cmになると解像困難となる。間隔が1.5cm以上であれば、何れの深さに於ても解像される。(写真3参照)

第1表(2)は、第6図の如き5種の同心円を

第1表 Scintigram の解像力

(1) 矩形模型の解像力

	間 隔			
深 さ	0.5cm	1 cm	1.5cm	2 cm
1 cm	—	+	+	+
2 cm	—	+	+	+
3 cm	—	+	+	+
4 cm	—	+	+	+
5 cm	—	±	+	+
6 cm	—	—	+	+
7 cm	—	—	+	+

(2) 同心円模型の解像力

	直 径				
深 さ	外円 5 cm	5 cm // 1.5 cm	5 cm // 2 cm	5 cm // 3 cm	5 cm // 4 cm
	内円 1 cm				
1 cm	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+
4	±	+	+	+	+
5	—	+	+	+	+
6	—	+	+	+	+
7	—	±	+	+	+

ファントム内に挿入した場合の結果である。内円直径が1cmのものは、ファントム内の深さ3cmの層までにある場合は中空同心円として解像されるが、深さ4cmになると解像が困難となる。内円直径が1.5cmのものは、深さ6cmまで解像されるが7cmになると解像困難となる。内円直径が2cm以上になると、何れの深さにあつても解像される。

以上の実験結果の如く、シンチグラムでは、2つの陽性陰影の識別はその間隔が0.5cmの場合は、2つの物として認められない(解像不能)が、1cmの場合は深さ4cmまで、1.5cm以上では、7cm以上の深さまで解像し、又陰性陰影の場合は、大きさ1cmφで深さ3cmまで、1.5cmφで深さ6cmまで、2cmφ以上では7cm以上の深さまで解像し得ることがわかつた。

第2節 up take (count/min) の差による診断可能性

I) 腫瘍部と正常部の up take の比が120%を診断可能の限界とした場合

第2表 up take の比が 120%を診断可能限界とした場合の診断能

(1) 腫瘍模型 $1 \times 1 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+
3	—	+	+	+	+	+	+
4	—	+	+	+	+	+	+
5	—	—	—	+	+	+	+
6	—	—	—	+	+	+	+
7	—	—	—	—	—	+	+
8	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—

(2) 腫瘍模型 $2 \times 2 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+
3	—	+	+	+	+	+	+
4	—	+	+	+	+	+	+
5	—	+	+	+	+	+	+
6	—	—	+	+	+	+	+
7	—	—	—	+	+	+	+
8	—	—	—	+	+	+	+
9	—	—	—	—	+	+	+
10	—	—	—	—	+	+	+

(3) 腫瘍模型 $3 \times 3 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+
3	—	+	+	+	+	+	+
4	—	+	+	+	+	+	+
5	—	+	+	+	+	+	+
6	—	—	+	+	+	+	+
7	—	—	—	+	+	+	+
8	—	—	—	+	+	+	+
9	—	—	—	—	+	+	+
10	—	—	—	—	+	+	+

(4) 腫瘍模型 $4 \times 4 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+
3	—	+	+	+	+	+	+
4	—	+	+	+	+	+	+
5	—	+	+	+	+	+	+
6	—	—	+	+	+	+	+
7	—	—	—	+	+	+	+
8	—	—	—	+	+	+	+
9	—	—	—	—	+	+	+
10	—	—	—	—	+	+	+

(5) 腫瘍模型 $5 \times 5 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+
3	—	+	+	+	+	+	+
4	—	+	+	+	+	+	+
5	—	+	+	+	+	+	+
6	—	—	+	+	+	+	+
7	—	—	—	+	+	+	+
8	—	—	—	+	+	+	+
9	—	—	—	—	+	+	+
10	—	—	—	—	+	+	+

1) 腫瘍模型の大きさ $1 \times 1 \text{ cm}^2$ の場合 (第2表 (1))

腫瘍部の摂取率が正常組織部の 1.5倍あれば、深さ 2cmまで、2～2.5倍あれば深さ 4cmまで、3～4倍あれば深さ 6cmまで、5～6倍あれば深さ 7cmまで診断が可能である。

2) 腫瘍模型の大きさが $2 \times 2 \text{ cm}^2 \sim 5 \times 5 \text{ cm}^2$ の場合 (第2表 (2) (3) (4) (5))

第2表 2, 3, 4, 5, に示す如く、模型の大きさが $2 \times 2 \text{ cm}^2$ 以上であれば、結果が同一であるので一括して述べる。

腫瘍部の摂取率が、1.5倍あれば深さ 2cmまで、2倍あれば深さ 5cmまで、2.5倍あれば深さ 6cmまで、3倍あれば深さ 8cmまで、4倍以上あれば深さ 10cmまで診断可能である。

第3表 第2表(1)(2)(3)(4)(5)の総括
(表中の数字は診断可能な深度を示す)

	撮 取 率						
大 き さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1×1 cm ²	2cm	4cm	4cm	6cm	6cm	7cm	7cm
2×2 "	2	5	6	8	10	10	10
3×3 "	2	5	6	8	10	10	10
4×4 "	2	5	6	8	10	10	10
5×5 "	2	5	6	8	10	10	10

以上、第2表(1)(2)(3)(4)(5)をまとめたものが第3表である。

Ⅱ) up takeの比が130%を診断可能な限界とした場合

1) 腫瘍模型 1×1 cm² の場合 (第4表(1))

腫瘍部の撮取率が正常部の1.5倍であれば、診断不能である。2倍あれば深さ3 cmまで、2.5倍あれば深さ4 cmまで、3倍あれば深さ5 cmまで、4倍あれば深さ6 cmまで、5～6倍あれば深さ7 cmまで診断可能である。

2) 腫瘍模型 2×2 cm²～5×5 cm² の場合
(第4表(2)(3)(4)(5))

腫瘍模型の大きさが2×2 cm²以上あれば、結果が略く同一であるので一括して述べる。

撮取率が1.5倍では、腫瘍模型2×2 cm²のみは診断不能であるが、それ以上の大きさでは深さ1 cmまで診断出来る。2倍あれば深さ4 cmまで、

第4表 up take の比が130%を診断可能限界とした場合の診断能

(1) 腫瘍模型 1×1 cm²

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	—	+	+	+	+	+	+
2	—	+	+	+	+	+	+
3	—	+	+	+	+	+	+
4	—	—	+	+	+	+	+
5	—	—	—	+	+	+	+
6	—	—	—	—	+	+	+
7	—	—	—	—	—	+	+
8	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—

(2) 腫瘍模型 2×2 cm²

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	—	+	+	+	+	+	+
2	—	+	+	+	+	+	+
3	—	+	+	+	+	+	+
4	—	+	+	+	+	+	+
5	—	—	+	+	+	+	+
6	—	—	—	+	+	+	+
7	—	—	—	+	+	+	+
8	—	—	—	—	+	+	+
9	—	—	—	—	+	+	+
10	—	—	—	—	+	+	+

(3) 腫瘍模型 3×3 cm²

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	+	+	+	+	+	+	+
2	—	+	+	+	+	+	+
3	—	+	+	+	+	+	+
4	—	+	+	+	+	+	+
5	—	—	+	+	+	+	+
6	—	—	—	+	+	+	+
7	—	—	—	+	+	+	+
8	—	—	—	—	+	+	+
9	—	—	—	—	+	+	+
10	—	—	—	—	+	+	+

(4) 腫瘍模型 4×4 cm²

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	+	+	+	+	+	+	+
2	—	+	+	+	+	+	+
3	—	+	+	+	+	+	+
4	—	+	+	+	+	+	+
5	—	—	+	+	+	+	+
6	—	—	+	+	+	+	+
7	—	—	—	+	+	+	+
8	—	—	—	+	+	+	+
9	—	—	—	—	+	+	+
10	—	—	—	—	+	+	+

(5) 腫瘍模型 $5 \times 5 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	+	+	+	+	+	+	+
2	—	+	+	+	+	+	+
3	—	+	+	+	+	+	+
4	—	+	+	+	+	+	+
5	—	—	+	+	+	+	+
6	—	—	+	+	+	+	+
7	—	—	—	+	+	+	+
8	—	—	—	+	+	+	+
9	—	—	—	—	+	+	+
10	—	—	—	—	+	+	+

第5表 第4表 (1) (2) (3) (4) (5) の総括
(表中の数字は診断可能な深度を示す)

	撮 取 率						
大 き さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1 × 1 cm	0	3cm	4cm	5cm	6cm	7cm	7cm
2 × 2 cm	0	4	5	7	10	10	10
3 × 3 cm	1cm	4	5	7	10	10	10
4 × 4 cm	1	4	6	8	10	10	10
5 × 5 cm	1	4	6	8	10	10	10

2.5倍あれば深さ5～6cmまで、3倍あれば深さ7～8cmまで、4倍以上あれば深さ10cmまで診断が可能である。

以上、第4表 (1) (2) (3) (4) (5) をまとめたものが第5表である。

Ⅲ) up take の比が 150% を診断可能な限界とした場合

1) 腫瘍模型が $1 \times 1 \text{ cm}^2$ の場合 (第6表 (1))

腫瘍部の撮取率が正常部の 1.5 倍では診断が不能である。2 倍あれば深さ 2 cm まで、2.5 倍あれば深さ 3 cm まで、3 倍あれば深さ 4 cm まで、4 倍あれば深さ 5 cm まで、5 倍以上あれば深さ 6 cm まで診断が可能である。

2) 腫瘍模型が $2 \times 2 \text{ cm}^2 \sim 5 \times 5 \text{ cm}^2$ の場合 (第6表 (2) (3) (4) (5))

腫瘍模型の大きさが $2 \times 2 \text{ cm}^2$ 以上あれば、結果が略と同一であるので一括して述べる。

撮取率が 1.5 倍では診断が不能である。2 倍あ

第6表 up take の比が 150% を診断可能な限界とした場合の診断能

(1) 腫瘍模型 $1 \times 1 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	—	+	+	+	+	+	+
2	—	+	+	+	+	+	+
3	—	—	+	+	+	+	+
4	—	—	—	+	+	+	+
5	—	—	—	—	+	+	+
6	—	—	—	—	—	+	+
7	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—

(2) 腫瘍模型 $2 \times 2 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	—	+	+	+	+	+	+
2	—	+	+	+	+	+	+
3	—	—	+	+	+	+	+
4	—	—	+	+	+	+	+
5	—	—	—	+	+	+	+
6	—	—	—	—	+	+	+
7	—	—	—	—	+	+	+
8	—	—	—	—	—	+	+
9	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—

(3) 腫瘍模型 $3 \times 3 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	—	+	+	+	+	+	+
2	—	+	+	+	+	+	+
3	—	—	+	+	+	+	+
4	—	—	+	+	+	+	+
5	—	—	—	+	+	+	+
6	—	—	—	—	+	+	+
7	—	—	—	—	+	+	+
8	—	—	—	—	—	+	+
9	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—

(4) 腫瘍模型 $4 \times 4 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	—	+	+	+	+	+	+
2	—	+	+	+	+	+	+
3	—	—	+	+	+	+	+
4	—	—	+	+	+	+	+
5	—	—	—	+	+	+	+
6	—	—	—	+	+	+	+
7	—	—	—	—	+	+	+
8	—	—	—	—	+	+	—
9	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—

(5) 腫瘍模型 $5 \times 5 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	—	+	+	+	+	+	+
2	—	+	+	+	+	+	+
3	—	—	+	+	+	+	+
4	—	—	+	+	+	+	+
5	—	—	—	+	+	+	+
6	—	—	—	+	+	+	+
7	—	—	—	—	+	+	+
8	—	—	—	—	+	+	+
9	—	—	—	—	—	—	+
10	—	—	—	—	—	—	—

第7表 第6表 (1) (2) (3) (4) (5) の総括
(表中の数字は診断可能な深度を示す)

	撮 取 率						
大 き さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
$1 \times 1 \text{ cm}^2$	0	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	6 cm
2×2	0	2	4	5	7	8	8
3×3	0	2	4	5	7	8	8
4×4	0	2	4	6	8	8	8
5×5	0	2	4	6	8	8	9

れば深さ2 cmまで、2.5倍あれば深さ4 cmまで、3倍あれば深さ5～6 cmまで、4倍あれば深さ7～8 cmまで、5倍あれば深さ8 cmまで、6倍あれば深さ8～9 cmまで診断が可能である。

以上の結果、第6表 (1) (2) (3) (4) (5) を総括したものが第7表である。

以上の如く、Scintillation counter によつて、腫瘍部と正常組織部の count/min の比が 120% を診断可能な限界とした場合、腫瘍部の大きさが $1 \times 1 \text{ cm}^2$ であれば、腫瘍の RI 撮取率が 3～6 倍で深さ 6～7 cm まで診断可能であるが、2～2.5 倍では深さ 4 cm までしか診断出来ない。

腫瘍の大きさが $2 \times 2 \text{ cm}^2$ 以上になれば、撮取率が 3 倍でも深さ 8 cm まで、4 倍以上あれば深さ 10 cm まで診断出来る。

count/min の比が 130% を診断可能な限界にした場合は、120% の場合に比し診断可能性が多少低下するのは勿論のことであるが、実験の結果は大差がみとめられなかつた。

150% を限界にした場合は前 2 者に比し、診断可能性が著明に低下するが、之は説明するまでのことはない。

第3節 Scintigram による診断可能性

1) 腫瘍模型の大きさ $1 \times 1 \text{ cm}^2$ の場合 (第8表 (1))

腫瘍部の RI 撮取率が正常組織部に比し、1.5 倍の場合は、深さ 1 cm にあつても診断出来ない。2 倍あれば深さ 2 cm まで、2.5～3 倍あれば深さ 3 cm まで、4 倍あれば深さ 5 cm まで、5～6 倍あれば深さ 6 cm まで診断可能である。

2) 腫瘍模型の大きさ $2 \times 2 \text{ cm}^2 \sim 3 \times 3 \text{ cm}^2$ の場合 (第8表 (2) (3))
診断可能性は $1 \times 1 \text{ cm}^2$ の場合と略々同様である。

第8表 Scintigram の診断能
(1) 腫瘍模型 $1 \times 1 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	—	+	+	+	+	+	+
2	—	+	+	+	+	+	+
3	—	—	+	+	+	+	+
4	—	—	—	—	+	+	+
5	—	—	—	—	+	+	+
6	—	—	—	—	—	+	+
7	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—

(2) 腫瘍模型 $2 \times 2 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	—	+	+	+	+	+	+
2	—	+	+	+	+	+	+
3	—	—	+	+	+	+	+
4	—	—	—	—	+	+	+
5	—	—	—	—	+	+	+
6	—	—	—	—	—	+	+
7	—	—	—	—	—	—	+
8	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—

(3) 腫瘍模型 $3 \times 3 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	—	+	+	+	+	+	+
2	—	+	+	+	+	+	+
3	—	—	+	+	+	+	+
4	—	—	—	—	+	+	+
5	—	—	—	—	+	+	+
6	—	—	—	—	—	+	+
7	—	—	—	—	—	+	+
8	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—

(4) 腫瘍模型 $4 \times 4 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	—	+	+	+	+	+	+
2	—	+	+	+	+	+	+
3	—	—	+	+	+	+	+
4	—	—	—	—	+	+	+
5	—	—	—	—	+	+	+
6	—	—	—	—	+	+	+
7	—	—	—	—	—	+	+
8	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—

(5) 腫瘍模型 $5 \times 5 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	—	+	+	+	+	+	+
2	—	+	+	+	+	+	+
3	—	—	+	+	+	+	+
4	—	—	—	—	+	+	+
5	—	—	—	—	+	+	+
6	—	—	—	—	+	+	+
7	—	—	—	—	—	+	+
8	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—

第9表 第8表(1)(2)(3)(4)(5)の総括
(表中の数字は診断可能な深度を示す)

	撮 取 率						
大 き さ	1.5 ×	2×	2.5 ×	3×	4×	5×	6×
1 × 1 cm	0	2 cm	3 cm	3 cm	5 cm	6 cm	6 cm
2 × 2	0	2	3	3	5	6	7
3 × 3	0	2	3	3	5	7	7
4 × 4	0	2	3	3	6	7	7
5 × 5	0	2	3	3	6	7	7

3) 腫瘍模型の大きさ $4 \times 4 \text{ cm}^2 \sim 5 \times 5 \text{ cm}^2$ の場合(第8表(4)(5))

これも前2者に比し大差はないが、腫瘍部の摂取率が4倍あれば深さ6cmまで、5～6倍で深さ7cmまで診断可能である。

以上の結果、第8表(1)(2)(3)(4)(5)を総括したものが第9表である。参考のために写真4にシンチグラムの一部を示す。

以上の如く、Scintigramの診断能は低く、Scintillation counterによつて腫瘍部と正常部のcount/minの比をとり、これが150%を診断可能な限界とした場合の診断能よりも劣っている。

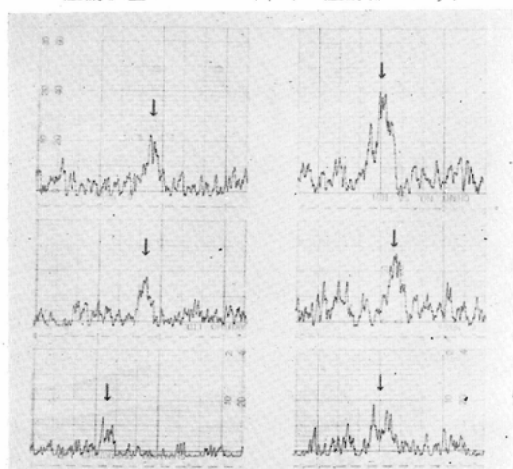
即ち腫瘍部のRI摂取率が5倍以上あつても診断可能性の範囲は深さ6～7cmまでである。

第4節 Retemeterの変化をRecorderに記録した場合の診断可能性

放射線測定の際、線源の強度の連続的な変化を自動的に記録出来る、精密計数率計と記録計を組

写真5 Ratemeter-Recorder 法の診断能

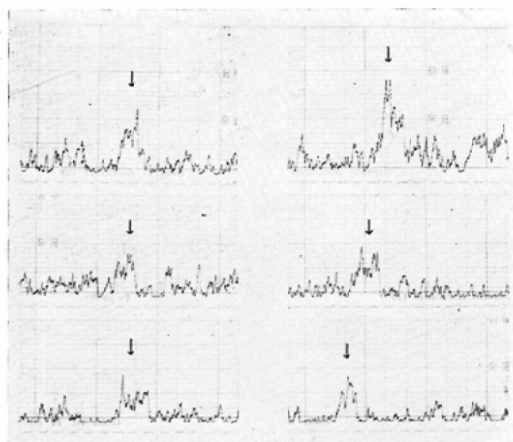
(1)

腫瘍模型 $1 \times 1 \text{ cm}^2$ (↓印は腫瘍部を示す)

左
 摂取率 3 倍
 上より深さ 2 cm
 4 cm
 6 cm

右
 摂取率 5 倍
 上より深さ 3 cm
 5 cm
 7 cm

(2)

腫瘍模型 $2 \times 2 \text{ cm}^2$ 

左
 摂取率 2 倍
 上より深さ 3 cm
 4 cm
 5 cm

右
 摂取率 4 倍
 上より深さ 6 cm
 8 cm
 10 cm

み合せたものを用いた。

1) 腫瘍模型の大きさ $1 \times 1 \text{ cm}^2$ の場合(第10表(1)), (写真5(1)参照)

腫瘍部の RI 摂取率が正常部に比し, 1.5倍であれば深さ 2 cm まで, 2 ~ 2.5倍であれば深さ 4 cm

第10表 Rate-Meter 及び Recorder 法の診断能

(1) 腫瘍模型 $1 \times 1 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+
3	—	+	+	+	+	+	+
4	—	+	+	+	+	+	+
5	—	—	—	+	+	+	+
6	—	—	—	+	+	+	+
7	—	—	—	—	—	+	+
8	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—

(2) 腫瘍模型 $2 \times 2 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+
3	—	+	+	+	+	+	+
4	—	+	+	+	+	+	+
5	—	+	+	+	+	+	+
6	—	—	+	+	+	+	+
7	—	—	—	+	+	+	+
8	—	—	—	+	+	+	+
9	—	—	—	—	+	+	+
10	—	—	—	—	+	+	+

(3) 腫瘍模型 $3 \times 3 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+
3	—	+	+	+	+	+	+
4	—	+	+	+	+	+	+
5	—	+	+	+	+	+	+
6	—	+	+	+	+	+	+
7	—	—	—	+	+	+	+
8	—	—	—	+	+	+	+
9	—	—	—	—	+	+	+
10	—	—	—	—	+	+	+

(4) 腫瘍模型 $4 \times 4 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+
3	—	+	+	+	+	+	+
4	—	+	+	+	+	+	+
5	—	+	+	+	+	+	+
6	—	+	+	+	+	+	+
7	—	—	—	+	+	+	+
8	—	—	—	+	+	+	+
9	—	—	—	—	+	+	+
10	—	—	—	—	+	+	+

(5) 腫瘍模型 $5 \times 5 \text{ cm}^2$

	撮 取 率						
深さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
1cm	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+
3	—	+	+	+	+	+	+
4	—	+	+	+	+	+	+
5	—	+	+	+	+	+	+
6	—	+	+	+	+	+	+
7	—	—	—	+	+	+	+
8	—	—	—	+	+	+	+
9	—	—	—	—	+	+	+
10	—	—	—	—	+	+	+

第11表 第10表 (1) (2) (3) (4) (5) の総括
(表中の数字は診断可能な深度を示す)

	撮 取 率						
大 き さ	1.5×	2×	2.5×	3×	4×	5×	6×
$1 \times 1 \text{ cm}^2$	2 cm	4 cm	4 cm	6 cm	6 cm	7 cm	7 cm
2×2	2	5	6	8	10	10	10
3×3	2	6	6	8	10	10	10
4×4	2	6	6	8	10	10	10
5×5	2	6	6	8	10	10	10

まで、3～4倍あれば深さ6cmまで、5～6倍あれば深さ7cmまで診断が可能である。

2) 腫瘍模型の大きさ $2 \times 2 \text{ cm}^2$ の場合 (第10表 (2)) (写真5 (2) 参照)

R I 撮取率が1.5倍あれば深さ2cmまで、2倍あれば深さ5cmまで、2.5倍あれば深さ6cmま

で、3倍あれば深さ8cmまで、4倍以上あれば深さ10cmまで診断可能である。

3) 腫瘍模型 $3 \times 3 \text{ cm}^2 \sim 5 \times 5 \text{ cm}^2$ の場合 (第10表 (3) (4) (5))

R I 撮取率が1.5倍あれば深さ2cmまで、2～2.5倍あれば深さ6cmまで、3倍あれば深さ8cmまで、4倍以上あれば深さ10cmまで診断可能である。

以上の結果、第10表 (1) (2) (3) (4) (5) を総括したものが第11表である。

以上の如く、Ratemeter 及び Recorder によって線源の強度変化を連続的、自動的に測定記録した場合、腫瘍の大きさが $2 \times 2 \text{ cm}^2$ 以上で、腫瘍部の R I 撮取率が正常部に比し4倍以上あれば、深さ10cmまでは診断可能な範囲にある。之は腫瘍部と正常部の count/min の比が120%を診断可能な限界にした場合よりも、診断能は僅かではあるが優れている。即ちこの方法が最も診断能が良いことがわかる。

第4章 総括並に考按

R I を応用した腫瘍の診断に関しては、第1章に於て述べた如く、多くの報告をみるが、 γ 線源を利用したものは、 I^{131} にて標識した $\text{I}^{131}\text{-DIF}$ 、RIHSA が主であり、之等は殆ど頭蓋内腫瘍の診断に供せられている。

Ashkenhazy, Davis, Martin²¹⁾ (1951) は D I F を応用して、脳腫瘍 340例中95%の診断適中率、Moore, Peyton, French, Walker¹⁶⁾ (1948) は33例中28例適中したと述べ、Chou, Aust, Moore, Peyton²⁵⁾ (1951) は10例中全部適中、Yuhl, Stirrett, Libby²⁶⁾ (1953) は、D I F で24例中83%適中、R I H S A で20例中90%適中したと述べている。

又 Stirrett, Yuhl, Libby²⁷⁾²⁸⁾ (1953) は R I H S A を使用して、肝転移に対して95%の診断率をあげている。

私は D I F 或は R I H S A による腫瘍の External counting 診断が、被検者に殆ど苦痛を与えず有用性のあることを期待して、その診断能の限界を基礎実験によって検討したのである。

External counting 診断の可能性には、次の因子が関与するので、各因子について基礎実験を行った。

- 1) 検出器の性能及び検出方法
- 2) 腫瘍組織と周囲正常組織とのRI摂取率の比
- 3) 腫瘍の大きさ及び体表面よりの深さ

診断能に検出器の性能の良否が影響を及ぼすことは勿論で、感度が高く、解像力の良いものが望まれるが、高い感度を得るためには大きなシンチレータを、良い解像力を得るためには孔径の小さいコリメータを用う必要がある。併しこの2つの要素は互に相反するもので両立し難く、理想的なものは実験には使用し得なかつた。

最近、上記の2つの要素を満たしたハネコーンコリメータが製作され、普及しつつあるので診断能の向上も一層期待出来る様になった。即ちハネコーンコリメータは大きなシンチレータを有効に使用出来るのでRIの検出感度を著しく高くすることが出来、又コリメータには多数の穴があり、それぞれの穴の中心軸が一点に集中する様に配置されていて（この一点がコリメータの焦点と呼ばれる）焦点附近で感度が最大となるという焦点特性をもっている。更には半値幅(W)が非常に小さく、鋭い指向性を有しているので被検物が明瞭に分離され、すぐれたシンチグラムを得ることが出来る。併し乍らシンチレータが大きいのでバックグラウンドが多くはなるが、上述の特長によつて之を補うことが出来、更にスペクトロメータを付加することによつて、散乱線を除去すれば一層指向性、分解能のすぐれた忠実度の高いシンチグラムを得ることが出来る。

尚ハネコーンコリメータにスペクトロメータを併用した同様な基礎実験の結果は教室の鈴木が近日中に発表の予定である。

私の使用したコリメータ(12mm ϕ)の解像力、即ち点線源の変位に対する応答曲線はコリメータ面からの距離が大になるほどゆるやかになるのは勿論であるが、その度合は差程著明ではなく、半値幅(W)は線源との距離1cmの場合約13mmで、

8cmの場合約23mmであつた。実際に描記したシンチグラムに於ては、2個の矩形模型をファントム内に挿入した場合、その間隔が0.5cmであれば2個のものとして解像されないが、間隔が1cmあれば深さ4cmまで、1.5cm以上あれば7cm以上の深さにあつても解像(識別)される(写真3参照)。又同心円模型を挿入した場合、内円が1cm ϕ であれば深さ3cmまで、1.5cm ϕ であれば深さ6cmまで、2cm ϕ 以上あれば7cm以上の深さまで中空同心円として解像されることがわかつた。

次に濾紙に P^{32} を浸して作つた腫瘍及び正常組織の模型をライスファントム内に挿入して行つた実験に於ては、正常組織に対して腫瘍の摂取率が1.5倍の場合は、検出法の如何に拘らず、又腫瘍の大小に拘らず深部のもの(3cm以上)は診断が不可能である。

腫瘍の摂取率が2倍の場合は、Scintillation counterによつて、腫瘍部と正常部のcount/minの比が120%を診断可能の限界とすれば、深さ4~5cmまで、130%を限界とすれば、深さ3~4cmまでは、腫瘍の大小に拘らず診断が可能である。150%を限界とすれば、深さ2cmまでと診断能が悪くなる。

Ratemeter 及び Recorder による測定記録法によれば、 $2 \times 2 \text{ cm}^2$ 以上の大きさがあれば、5~6cmまでは診断が可能である。

Scintigram 描記の場合は、150%を診断可能の限界とした場合と殆ど同様で診断能が低く、深さ2cmまでが限度である。

腫瘍部の摂取率2.5倍の場合は、やゝ診断能は良くなるが、前者と概ね同様の結果である。

腫瘍部の摂取率3倍の場合は、前述の120%を診断可能限界とすれば、大きさが $1 \times 1 \text{ cm}^2$ で深さ6cmまで、 $2 \times 2 \text{ cm}^2$ 以上あれば深さ8cmまで診断可能であり、Ratemeter 及び Recorder 法も全く同様の結果を示している。130%を診断可能限界とした場合は、大きさが $1 \times 1 \text{ cm}^2$ で深さ5cmまで、 $2 \times 2 \text{ cm}^2$ 以上あれば深さ7~8cmまで診断可能である。

Scintigram 描記法では、深さ3cmが診断可能

の限界で、150%を診断可能限界とした場合（5～6cm）よりも劣っている。

摂取率が4倍以上あれば、診断可能限界を130%にした場合も、120%の場合と同様に、大きさが $1 \times 1 \text{ cm}^2$ で深さ6～7cmまで、 $2 \times 2 \text{ cm}^2$ 以上あれば深さ10cmまで診断可能である。

Ratemeter 及び Recorder 法も之と全く同様の成績である。Scintigram 描記法は150%を診断可能の限界とした場合の成績（5～6倍で深さ8～9cm）よりも劣り、5～6倍の摂取率があつても深さ7cmが限度である。

次に腫瘍の大きさと検出率との関係は、 $1 \times 1 \text{ cm}^2$ に於ては、検出率の最も良好な Ratemeter 及び Recorder 法を用いても、摂取率2～2.5倍で深さ4cm、3～4倍で深さ6cm、5～6倍で深さ7cmが診断可能の限度であるに反し、 $2 \times 2 \text{ cm}^2$ になると、 $3 \times 3 \text{ cm}^2 \sim 5 \times 5 \text{ cm}^2$ の場合と殆ど同様の検出率があつて、摂取率2倍で深さ5～6cmまで、2.5倍で6cm、3倍で8cm、4倍以上では深さ10cmまで診断可能である。

更に、検出し得る腫瘍の深さを深部と云う意味から5cmと10cmを標準にして検討すれば、検出率の最も良好な Ratemeter-Recorder を用いた場合でも、5cmの深さのものは大きさ $2 \times 2 \text{ cm}^2$ 以上で、2倍以上の摂取率があればよいが、10cmの深さのものでは、 $2 \times 2 \text{ cm}^2$ 以上の大きさで、4倍以上の摂取率がなければならない。従つて深部の腫瘍の検出は、腫瘍の大きさよりも摂取率が関係することが知られる。

以上、Scintillation counter を使用して、腫瘍部と正常組織部の線源の count/min の比を求め、之の多少による腫瘍の診断、Scintiscanner による Scintigram 描記による診断及び Ratemeter 及び Recorder による線源強度の変化曲線の記録に基いた診断に関して基礎実験を行い、その診断能と優劣について検討した。

診断能の最も良好なものは、Ratemeter 及び Recorder による記録法であつて、腫瘍部と正常部の count/min の比が120%を診断可能の限界とした場合の診断能よりもやゝ優れた成績を示

した。Scintigram 描記法が最も劣り、腫瘍部と正常部の count/min の比が150%を診断可能限界とした場合よりも診断能は低かつた。

然るに測定結果の観察からみれば、Scintigram が最も優れ、次は Ratemeter-Recorder 法で、最も劣るのは計数法 (count/min) である。Scintigram は腫瘍の形をそのまま図形にするので、形状、大きさを直ちに知ることが出来る。Ratemeter-Recorder法は線図形で、平面図形には劣る。計数法は一つの点の count/min を測るのであるから更に劣ることになり、之で腫瘍を診断しようとするれば、非常に多数の点を別々に測定する労苦を要する。

従つて、Scintigram の診断能をあげる事が一つの課題であるが、之をRatemeter-Recorder法の診断能まで上げることは容易なことではない。そこで最も診断能の優れた Ratemeter-Recorder 法を改良し、一枚の記録紙に曲線を重ねて書き、平面性を持たせ、Scintigram と同様効果のある平面図形にしようとの試みを、目下尾関教授は考案中である。

以上要するに、現在のところ、診断能の最も良い Ratemeter-Recorder 法を以てしても、深部（5～10cm）の腫瘍を診断するためには、腫瘍の大きさが $2 \times 2 \text{ cm}^2$ 以上であつて、RIの摂取率が2倍以上なければならない。一方大きさが $1 \times 1 \text{ cm}^2$ でも摂取率が3倍以上あれば深部（7cmまで）の腫瘍を診断することが出来る。従つて摂取率の方が大きさよりも問題であり、之は又検出器の感度をあげれば診断が向上することを意味する。

第5章 結 論

γ 線源を応用した腫瘍の体外よりの診断に際して、腫瘍と正常組織との間に摂取率の比がどれだけあれば、診断の可能性があるかを模型実験によつて検討し、更に検出法の比較、コリメータ及びシンチグラムの解像力の検討を行つた。

I^{131} を吸収させた濾紙で、腫瘍及び正常組織模型を作り、之をライスファントム内の種々の深さに挿入し、

(a) Scintillation counter を使用して、腫瘍

部と正常組織部の up take (count/min.) の比を求めた。

(b) Scintigram の描記。

(c) Ratemeter に Recorder を連結して、線源強度の変化曲線を連続的に記録した。

以上の実験より、次の結果を得た。

1) コリメータ (12mm ϕ) の半値幅は線源からの距離が 1 cm の場合約 13mm, 8 cm の場合約 23mm であった。

2) シンチグラムでは、2 個の陽性陰影の識別はその間隔が 0.5cm の場合は、2 個のものとして認められないが、1 cm の場合は深さ 4 cm まで、1.5 cm 以上では 7 mm 以上の深さまで解像し、陰性陰影の場合は、大きさ 1 cm ϕ で深さ 3 cm まで、1.5 cm ϕ で深さ 6 cm まで、2 cm ϕ 以上では 7 cm 以上の深さまで解像し得る。

3) 検出法として診断能の最も優れているのは、(c) の Ratemeter-Recorder 法で (a) の up take 測定の方法による診断可能限界を 120% にした場合の診断能に優るとも劣らない。

4) 診断能に最も関係するのは、腫瘍の大きさよりも RI の摂取率である。即ち腫瘍の摂取率と正常部の摂取率との比が 1.5 倍では、如何に腫瘍が大きくても深さ 2 cm 迄のものしか診断出来ない。

5) 腫瘍の大きさが 1 $\times$ 1 cm² でも摂取率が、2 $\sim$ 2.5 倍あれば深さ 4 cm まで、3 $\sim$ 4 倍で深さ 6 cm まで、5 $\sim$ 6 倍で深さ 7 cm まで診断出来る。

6) 腫瘍の大きさが 2 $\times$ 2 cm² 以上あれば、摂取率が 2 $\sim$ 2.5 倍で深さ 5 $\sim$ 6 cm まで、3 倍で 8 cm まで、4 倍で 10 cm まで診断可能である。

7) 更に深部の腫瘍と云う観点から考察すれば、深部 5 cm のものは、大きさ 2 $\times$ 2 cm² 以上で、2 倍以上の摂取率を要し、深部 10 cm のものは同じ大きさに 4 倍以上の摂取率を必要とする。

8) Scintigram 描記法は診断能が最も悪く、腫瘍の大きさが 2 $\times$ 2 cm² 以上あつても、摂取率 4 倍で深さ 5 $\sim$ 6 cm まで、6 倍で 7 cm までが診断可能の限界である。これは (a) の up take 測定の方法による診断可能限界を 150% にした場合の診断

能よりも劣る。

9) 以上の如く、現在の装置による診断能は満足すべきものではないので、検出器、検出法の改良を行う必要がある。

擧筆するに臨み御指導、御鞭撻更に御校閲を賜つた尾関教授に深く感謝の意を捧げる。

尚本研究の一部は文部省科学総合研究費によつたことを附記し深謝する。

参考文献

- 1) Low-Beer: Surface measurements of radioactive phosphorus in breast tumors as possible diagnostic method. Science, 104, 399, 1946. — 2) Low-Beer, Bell, Mc. Corkle: Measurement of radioactive phosphorus in breast tumors in situ; a possible diagnostic procedure; Preliminary report. Radiol., 47, 492, 1946. — 3) Mc. Corkle, Low-Beer, Bell & Stone: Clinical and laboratory studies on the uptake of radioactive phosphorus by lesions of the breast. Surgery, 24, 409, 1948. — 4) 島田信勝: 乳癌の早期診断, 日医会誌, 32, 297, 昭29. — 5) 小林節昭他: P³²による乳腺腫瘍の診断的価値について, 外科, 18, 533, 昭31. — 6) 淵上在弥: アイソトープによる診断. 癌の臨床, 3, 310, 1957. — 7) 津布久誠: P³²による乳腺腫瘍の診断. 日医放会誌, 19, 722, 1959. — 8) 田淵昭他: 子宮癌のアイソトープ診断. 癌の臨床, 3, 743, 1957. — 9) 藤森速水: 人工放射性同位元素 P³²による子宮癌の診断. 日産婦誌, 10, (8), 1958. — 10) 中山恒明: アイソトープによる食道癌の早期診断. 癌の臨床, 3, 163, 1957. — 11) 中山恒明: アイソトープによる胃癌の早期診断. 癌の臨床, 3, 213, 1957. — 12) 中山恒明: アイソトープによる直腸癌の早期診断. 癌の臨床, 3, 260, 1957. — 13) 篠井金吾: 肺癌のアイソトープによる診断. 癌の臨床, 3, 274, 1957. — 14) Sweet, W.H., Brownell, G.L.: Localization of intracranial Lesions by scanning with positronemitting Arsenic. J.A.M.A., 157, 1183, 1955. — 15) Moore, G.E.: Fluorescein as agent in differentiation of normal and malignant tissues. Science, 106, 130, 1947. — 16) Moore, G.E., Peyton, W.T., French, L.A., Walker, W.W.: The clinical Use of Fluorescein in Neurosurgery; the Localization of Brain Tumors. J. Neurosurg., 5, 392, 1948. — 17) Moore, G.E.: Use of Radioactive Diiodofluorescein in the Diagnosis and Localization of Brain Tumors. Science, 107, 569, 1948. — 18) Moore, G.E., Hunter, S.W., Hubbard, T.B.: Clinical and exp-

perimental studies of fluorescein dyes with special reference to their use for diagnosis of central nervous system tumors. *Ann. Surg.*, 130, 637, 1949. — 19) Martin, J.F., Moore, G.E.: Localization of brain tumors with radiodye. II. Experimental evaluation of physical limitations. *Nucleonics*, 3, 63, 1948. — 20) Ashkenhazy, M., G.V. Le Roy, T. Fields and L. Davis: The Detection of Intracranial Tumors by the Use of Diiodofluorescein. *J. Lab. & Clin. Med.*, 34, 1580, 1949. — 21) Ashkenhazy, M., L. Davis and J. Martin: An Evaluation of the Technique and Results of the Radioactive Diiodofluorescein Test for the Localization of Intracranial Lesions. *J. Neurosurg.*, 8, 300, 1951. — 22) Davis, L., Martin, J., Ashkenhazy, M., Le Roy, G., and Fields, T.: Radioactive diiodofluorescein in diagnosis and localization of central nervous system tumors. *J.A.M.A.*, 144, 1424, 1951. — 23) Belcher, E.H., H.D. Evans: The Localization of cerebral Tumors with Radioactive Derivatives of Fluorescein. *Brit. J. Radiol.*, 24, 272, 1951. — 24) de Winter, J.G.: Some Preliminary Observations on the Use of Radioactive Isotopes for the Localization of Brain

Tumors. *Brit. J. Radiol.*, 24, 280, 1951. — 25) Chou, S.N., J.B. Aust, G.E. Moore and W.T. Peyton: Radioactive Iodinated Human Serum Albumin as Tracer Agent for Diagnosing and Localizing Intracranial Lesions: *Proc. Soc. Exper. Biol. & Med.*, 77, 193, 1951. — 26) Yuhl, E.T., Stirrett, L.A., Libby, R.L.: A Comparative Study of the Use of Diiodofluorescein and Iodinated Human Serum Albumin for the Diagnosis and Localization of intracranial Neoplasms. *Annal. Surg.*, 137, 184, 1953. — 27) Stirrett, L.A., Yuhl, E.T., Libby, R.L.: A New Technique for the Diagnosis of Carcinoma Metastatic to the Liver; Preliminary Report. *Surg. Gynec. & Obst.*, 96, 210, 1953. — 28) Stirrett, L.A., Yuhl, E.T., Libby, R.L.: The Hepatic Radioactivity Survey. *Radiol.*, 61, 930, 1953. — 29) Madell, S.H., Kligerman, M.M., Quimby, E.H., Fertig, J.W.: Statistical Appraisal of the Use of Radioactive Iodinated Human Serum Albumin for the Detection of Liver Metastases. *Radiol.*, 67, 210, 1956. — 30) Selverstone, B., Salomon, A. K., Sweet, W.H.: Location of Braintumors by means of radioactive phosphorus. *J.A.M.A.*, 140 277, 1949.

Studies on the Radioisotope Scanning (Report 1) Fundamental studies on the diagnostic possibility of tumors by means of γ -ray emitter.

By

Shizuo Yanase

Department of Radiology, Kurume University School of Medicine

(Director: prof. M. Ozeki, M. D.)

It was investigated in the phantom experiment, whether the diagnosis of tumors was possible by outer counting of γ -ray, if how much rate of γ -ray uptake of tumor tissue was present against intact tissue, in the diagnostics of tumors by means of γ -ray emitter.

Methods:

Model forms of tumor ($1 \times 1 \text{ cm}^2 - 5 \times 5 \text{ cm}^2$) and intact tissues were made by filter paper absorbed with I^{131} . These models were introduced into the rice phantom in various depth of 1-10 cm.

1) Uptake rate (count/min) of tumor part against intact part was measured by the scintillation counter.

2) The scintigram was recorded.

3) By connecting the ratemeter with the recorder, the curve of variations in the intensity of γ -ray was recorded.

Results :

1) The method (3) was the best in the diagnostic activity. When the tumor was larger than $2 \times 2 \text{ cm}^2$, tumors having 3 times greater uptake of γ -ray than the intact part were found even in the depth of 7~8 cm from the surface. In the case of 4 times greater uptake rate, tumors of 10 cm depth were diagnosed. When the tumor was as large as $1 \times 1 \text{ cm}^2$, the limit of the diagnostic possibility was the depth of 7 cm from the surface even if the uptake rate of tumor was 6 times greater than that of the intact; and the tumor lying deeper than 7 cm could never be detected.

2) The diagnostic activity of the scintigram was poor. The possibility of the diagnosis was limited in the depth of 7 cm, even if the tumor was as large as $2 \times 2 \text{ cm}^2$, and the uptake rate of γ -ray was 6 times greater.

From these results of the model experiment it will be augmented that :

In order to find the deep tumor of the human from out of the body by means of the γ -ray emitter, the γ -ray uptake of the tumor must be 3-4 times greater than that of the intact tissue, and the tumor must be as large as $2 \times 2 \text{ cm}^2$.
