

産婦人科領域に於ける RI Scanning の応用について

第2編 低濃度 RI プール検出に関する研究

昭和39年10月13日 受付

信州大学医学部産婦人科教室

(主任: 岩井正二教授)

大学院学生 前 沢 晴 朗

Application of RI Scanning in Obstetrics and Gynecology

Part 2. Studies on the Detection of RI Pool of low Density.

Haruo Maezawa

Department of Obstetrics and Gynecology, Faculty of Medicine.

Shinshu University

(Director: Prof. S. Iwai)

第1章 緒 言

著者は第1編において¹³¹I-HSAによる胎盤位置決定法等に関する2~3の知見につき記述したが、診断を目的としたRIスキヤニングの際には人体へのRI投与量は極力最少限量におさえられるべきである事は云う迄もない所である。特に産婦人科領域における卵管疎通性検査法や胎盤位置決定法の如き場合においては、更に一層その使用量の減少化が図られるべきである。現在医学用として一般に使用されている2×2インチのNaIの結晶を使用した装置は夫々の目的に応じかなり優秀なる機能を発揮しているがしかし特に低濃度のRIプールの形状把握時にはその解像力に難点がみられる場合も少なくない。現在の装置では一般に20~50 μ cの投与量が必要であり比較的低濃度の検出に有利なlinear scanning(以下L.S.と略)でも、その検出には数 μ c以上のRIが必要である。しかもL.S.では体軸方向の描記が主体でシンチグラム像等の形状把握は不可能である。そこで著者は低濃度のRIプールのシンチグラム像を明確に得る方法につき検討し2~3の知見を得たのでその概要につき報告する。

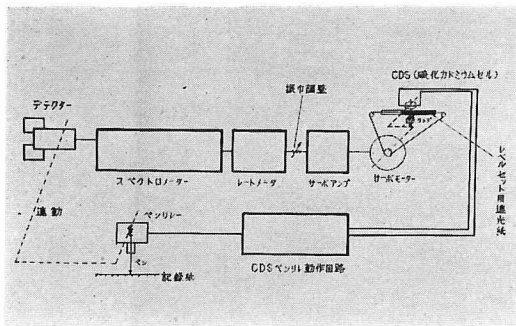
第2章 低濃度 RI プールの検出装置

本法の原理はL.S.とarea scanning(以下A.S.と略)の従来の装置を適当に組合せる事により低濃度RIプールを検出せんとするものであり、本学中央レントゲン部滝沢¹⁶氏の協力で以下の如き装置を試作し検討を行なった。装置は島津製SCC15型万能スキヤナーを主体としNaIの結晶は2×2インチ、又メデカルスペクトロメーター(以下スペクトロメーターと略)は東芝製UCH2303 survomoter (balancing moter) <平衡電動機>は島津製XYレコーダ

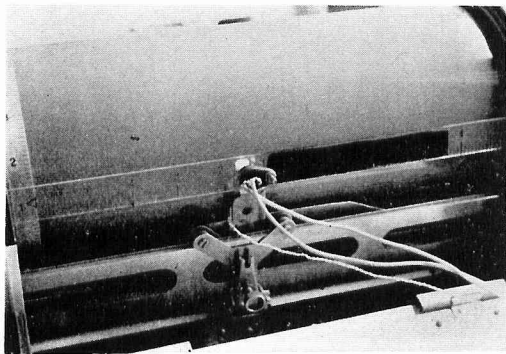
ーを用いコリメーターは直径3cm及び6cmのcylindrical hole type(以下C-typeと略)を使用した他、比較検討用として焦点5cm及び10cmのhoney cone type(以下H-typeと略)をも使用した。装置の大要の略図は第1図、又主要部分の情況は第2図の如くである。即ちscintillation counter(以下counterと略)にコリメーターを取り付け、そこより入るパルスの波高分析を行つた後レートメーターの電流の一部をとり出し増巾後、信号の大きさによつて廻転角度の変るsurvomoterを駆動する。更にmoterの指針に光によつて電気抵抗の減弱する硫化カドミウムの結晶即ちCDSとこれに光を当てる豆ランプとを取り付けこれらをsurvomoterと連動させ、更にこの豆ランプとCDSとの間にレベルセット用の黒い遮光紙(厚さ2mm)を挿入しておく。

以上の如き構造によりパルスによつてレートメーターが振れsurvomoterが廻転するとCDSとランプが平行して動くがレートメーターの振れが大きい場合にはCDSとランプとが黒い遮光紙のある場所を外れ、CDSに電流が流れこれがペンリレー回路を通つて記録される様になる。尚記録装置は通常のA.S.実施時のシンチスキヤナーの打点器に第3図の如きペンを新たに設置した。従つてこの遮光紙の位置とCDS及びランプを装置した指針の振巾との調整を行なうことにより、natural background(以下natural B.G.) body B.G.を除去することが出来、このB.G.のcuttingを行なつて適当な間隔でA.S.を行なうと点と線とによるシンチグラム像を得ることが出来る訳である。即ちシンチグラム像の点はB.G.かB.G.に近い入力を現わし、線はその集積で、求めるべきRIプールの放射能と考えることが出来る。

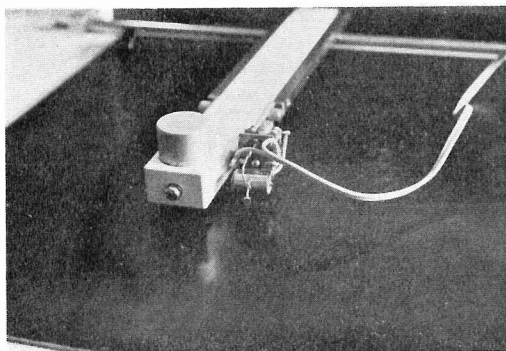
第1図 試作装置概要



第2図 本装置の主要部分

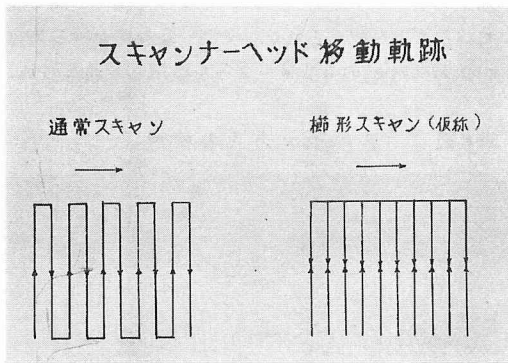


第3図 記録装置。…通常のシンチスキャナーの打点器にペンをつけたもの



又カウント測定法の場合と同様一般にこの様な方法においては低カウントの為に統計偏差が大きくなり描記像に歪みを生ずる恐れがある為、シンチスキャナーを少しく改造し第4図の如く同一線上を一往復する走査法(櫛形スキャンと仮称)を行なうことにより統計偏差の歪みを少なくすると共にレートメーターの時定数による像の歪みをも軽減させるべく努力した。以上の装置につき

第4図 同一線上を一往復する櫛型スキャン模図



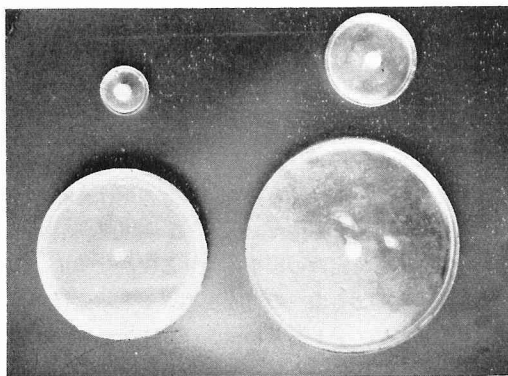
- 1) どの程度の低濃度逆シンチグラム像として描記せしめうるか。
 - 2) 解像力をどの程度迄犠牲にしてよいか。
- の2点を主眼に先ず本装置に関し2~3の基礎実験を試みた。

第3章 基礎実験

第1節 実験材料並びに方法

水ファントームは第5図の如く直径厚さが夫々3×1.6×2, 10×2, 15×2cmのプラスチック製及びパラフィン製のものを作成しRIとして¹³¹I 0.5μcを均等に稀釈封入し種々の状態における正常のスキャン方式と櫛型スキャン方式の描記力につき比較検討した。

第5図 基礎実験用ファントーム



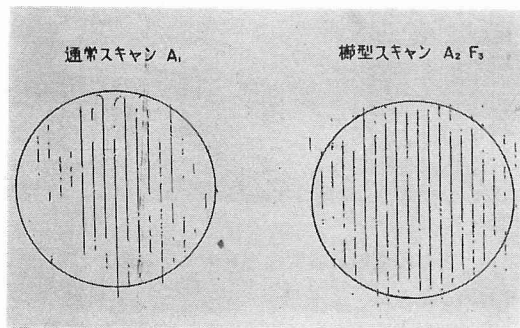
第2節 実験成績

第1項 走査方式の検討

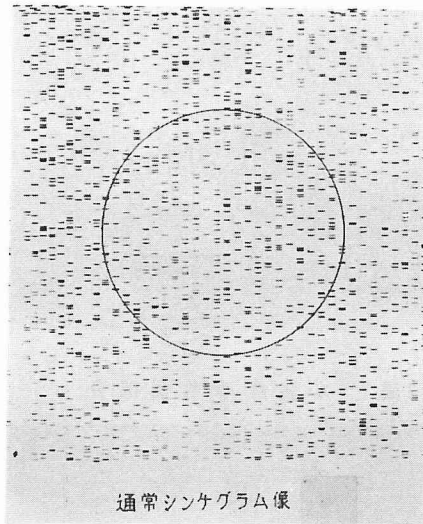
まず統計偏差を少なくする為の走査方式の検討を行なうべく¹³¹I 0.5μcを均等に含む直径10cm厚さ2cmの水ファントームにつき線源コリメーター間距離(以下SCDと略)を3cmとし直径3cmのC-typeにて

通常のスキャン方式と楕型スキャン方式とを走査スピード 40cm/min, 走査間隔 6mm で比較すると, 第6図の如く楕型スキャン方式において像の再現性が高くなっていることが認められた。又同一条件における焦点 5cm の H-type のコリメーターを使用して通常の A.

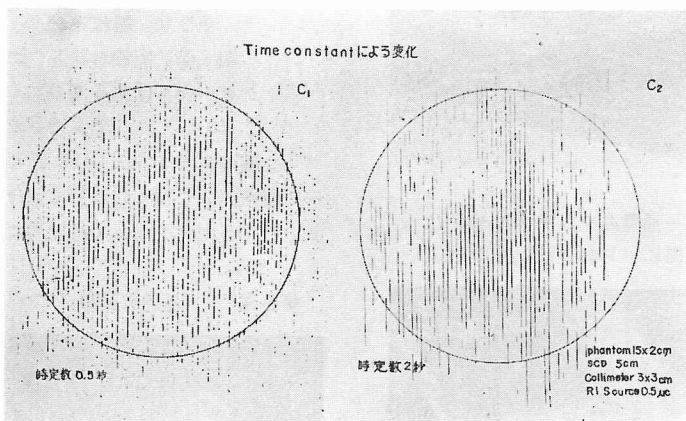
第6図 スキャン方式の検討



第7図



第8図



S. (rate down¹/1) を行なうと第7図の如きシンテグラム像を示し, B. G. とのコントラストは全くなく像の読影は不可能であつた。

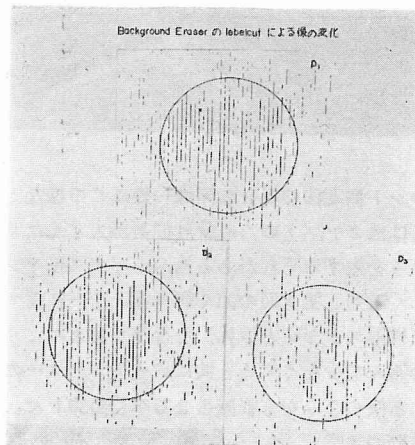
第5項 時定数の影響に関する検討

次に時定数による像への影響を調べる為に直径15cm 厚さ2cmの水ファントームにつき SCD 5cm にて走査を行なうと第8図の如くで, 時定数2秒に比べて短い0.5秒において像の忠実度が増加していることを確認した。

第3項 background のカットに関する検討

次に B. G. を消す為の erasing label による像の変化を調べる為に第9図の如く label を 1.3cps (図 D₁) 1.5cps (図 D₂) 1.7cps (図 D₃) にセットしてシンテグラム像を描記せしめるとレンジ 1.7cps にお

第9図



いては B.G. は充分カットされているが、像の描記もやゝ悪くなつており B.G. によつて適宜レベルセットを變へることが必要と考えられた。

第4項 コリメーターに関する検討

次に使用コリメーターの問題であるが RI scurce の容積及び強さによつて種々異なり一概には行かないが、例えば胎盤位置決定法における胎盤の如く、直径 18~20cm 程度の大きさを有する場合の描記においては、解像度よりも寧ろ感度の方を強調する必要がある。その為には H-type では感度が不足して問題にならず、C-type か又は tapered type (以下 T-type と略) を使用すべきであると考えられた。しかし B.G. の消去等を考慮すると T-type より寧ろ C-type を使用すべきと考えられるので以下 C-type を使用して実験を行なつた。直径 3cm と 6cm の C-type によるシ

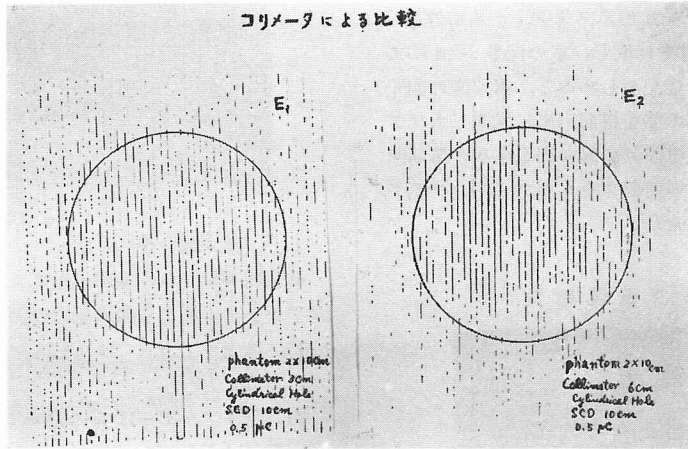
ンテグラム像は第10図の如くでその描記状態においては右直径 6cm (E₂) に比し左の直径 3cm (E₁) のコリメーターの方がその像の忠実度はやゝ有利かと考えられた。3cm のものは更に感度も比較的落ちず像の再現性も良好であるが、RI プールの条件によつて直径 6cm の C-type の方が適当な場合 (例えば極めて低濃度の場合) もあり対象に応じてこれ又適宜 3cm ないし 6cm のコリメーターを使用するのが無難と考えられた。

第5項 検出限界に関する検討

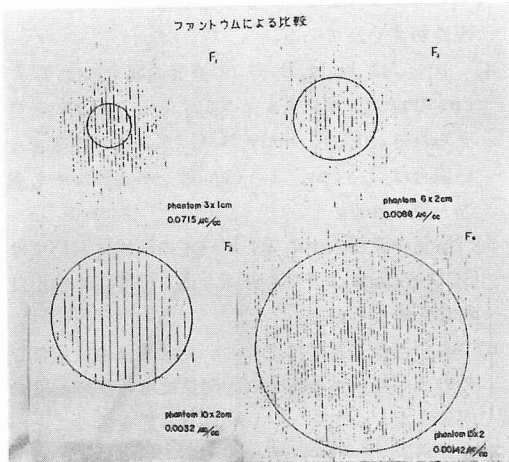
(1) 空気中における実験成績

RI プール検出限界に関する前記 4 種類の水ファントムの実験成績では夫々小なる方より 1cc 当りの RI 濃度は 0.0715 μc/cc, 0.0088 μc/cc, 0.0032 μc/cc, 0.0014 μc/cc となるが、その描記結果は第11図の如くである。

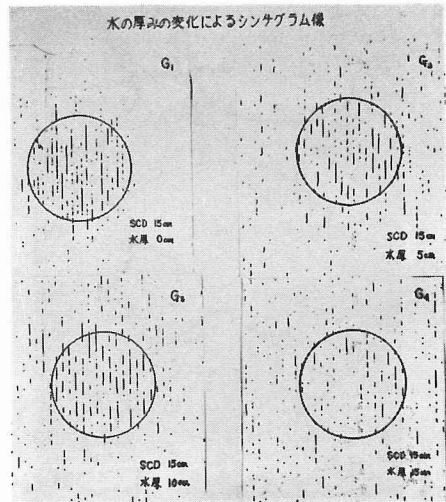
第10図



第11図 検出限界測定成績 (空気中)



第12図 検出限界測定成績 (水中)



即ち $3 \times 1 \text{ cm}$ のファントーム (1cc 当りの RI 濃度の高い場合) では像の拡大が著しいが F_2 , F_3 の如くファントームが大きくなり 1cc 当りの RI 量が適当に減少せる場合には像の描記も良好に認められた。しかし F_4 の如く直径 15 cm の場合には極端に低濃度の為にその描記が又困難となる事を確認した。

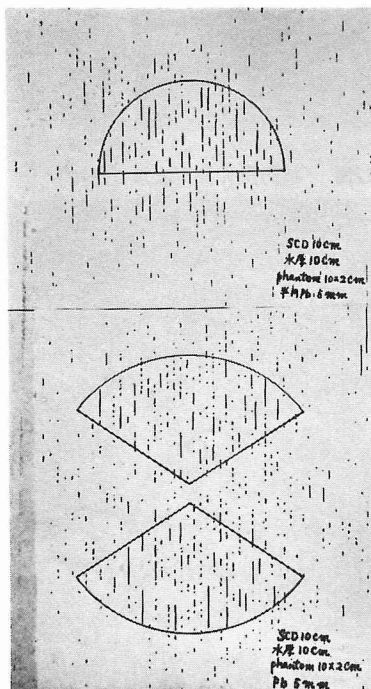
(2) 水中における実験成績

次に RI プールを水中に入れた場合の RI プールと水の深さとの関係を調べる為に、 $10 \times 2 \text{ cm}$ の水ファントームを水中に入れ SCD を 15 cm として水の深さを $5, 10, 15 \text{ cm}$ と変へて測定を行なうと第12図の如くで、 15 cm 以上では殆んどプールの所在を示さないが 10 cm 以下ではその描記像をかなりの精度で認めることが出来た。即ち表面より 10 cm 以内ならば或る程度本装置によりその RI プールの描記は可能と考えられる。

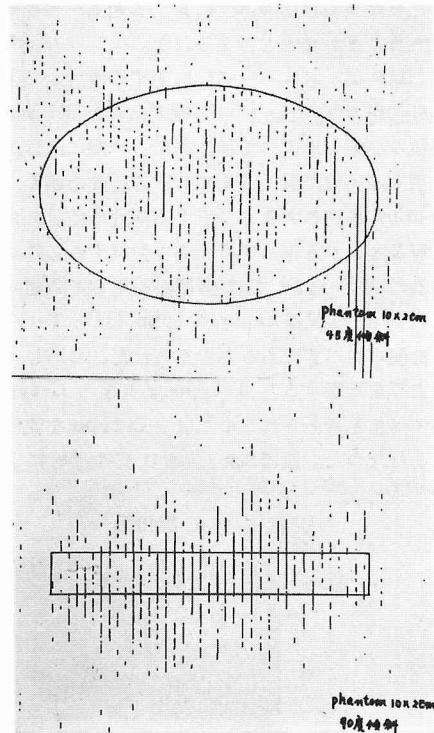
(3) RI プールの形状描記に関する検討

最後に RI プール欠損部の表現がどの様に描記出来るかを調べる為に $10 \times 2 \text{ cm}$ の水ファントームに厚さ 5 mm の鉛によつて欠損部を作成し、水の深さ 10 cm にてそのシンチグラム像を描記せしめると、第13図の如くで明瞭さを欠くが一応の型を描記出来、又同じ水ファントームを 45 度、 90 度の傾斜に置き測定すると第14図の如くやはり或る程度の明確さをもつてそのシンチグラム像を得ることが出来た。

第13図 欠損部の表現情況



第14図 欠損部の表現情況



第3節 小 括

低濃度 RI プール検出装置による種々なる条件の水ファントームによる検出能力の測定の結果は

- 1) スキャン方式では楕型スキャンの採用が有利である。
- 2) コリメーターは C-type が一般的でありその直径は RI プールの大きさ及び強さによつて適宜 3 cm 又は 6 cm のものを使用すべきである。
- 3) 時定数は低濃度の RI プールの場合においては、 0.5 秒が 2 秒よりブレが少なく像の忠実度及び再現性がすぐれている。
- 4) レンジは body B. G. の強度の場合には 1.7 cps のレンジでレベルセットすることがよいと考えられる。しかし body B. G. があまり強度でない場合は 1.3 cps, 1.5 cps のレベルセットも適当と思われる。
- 5) 空气中及び水中の RI プールの検出においては SCD が 15 cm 以下であれば、或る程度迄の検出は可能と考えられる。
- 6) 欠損部の表現の描記においてはやはり欠損部以外の RI プールの強さにも関係はするが或程度の明確さをもつてそのシンチグラム像を得ることが出来る。

以上の検討成績より本装置は臨床的にも低濃度 RI プールの検索に充分応用し得ると考えられた。

第4章 臨床実験

前述の如き基礎実験により本装置が人体内の低濃度 RI プール検出にも充分応用の可能性のある事を認めたので実際臨床への応用を試みた。

第1節 実験対象

信大産婦人科に来院或いは入院中の各種疾患患者。

第2節 実験方法

甲状腺検査には ^{131}I 、卵管疎通性検査には ^{198}Au 、胎盤位置決定法には ^{131}I -HSA を従来の使用量より大幅に減少して投与、本装置による影像情況につき検討した。

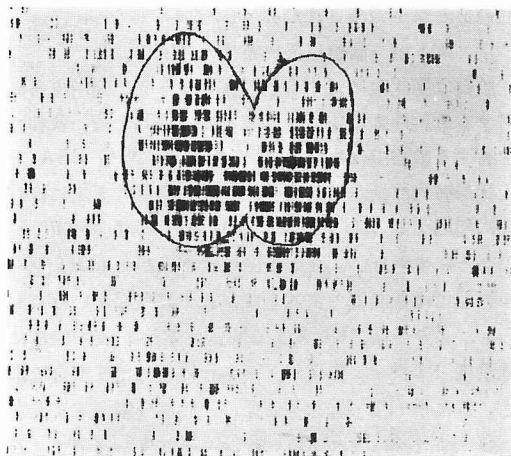
第3節 実験成績

第1項 甲状腺検査法への応用

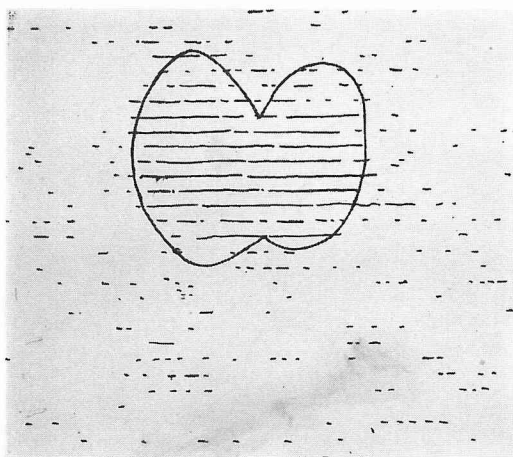
先ず最もシンチグラムを明瞭にとり易い甲状腺につき検討を試みた。通常正常甲状腺のシンチグラム像を得る為に投与される ^{131}I 量は $100\sim 200\mu\text{C}$ ⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾であるがその量の約 $1/4\sim 1/8$ である ^{131}I カプセル $25\mu\text{C}$ を投与し走査を行なった。即ち3日間沃度含有食品の厳重なる制限後、 ^{131}I カプセル $25\mu\text{C}$ を内服投与し24時間後に通常のシンチスキャナーと低濃度 RI プール検出装置とを同時に行ないその像を比較検討した。

まず H-type (f5cm) のコリメーターにて A. S. を行なうに両者共に甲状腺の描記は困難であった。そこで直径6cmの C-type にて走査を行なうと第15、第16図の如くで両者共に明らかな影像が認められた。像の忠実度に関してはやゝ通常法の方が良好の様と考えられ、臓器に RI 親和性のある場合や RI 投与量が $20\sim 25\mu\text{C}$ 以上の場合の如く甲状腺に関しては特に

第15図 通常のシンチスキャナーによる像 (楕型スキャン)



第16図 本装置による像 (楕型スキャン)



本装置の優秀性は認められなかった。

第2項 卵管疎通性検査法への応用

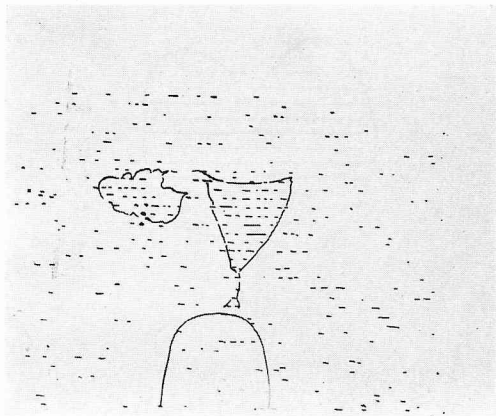
卵管疎通性検査への RI の応用は藤森⁽¹⁾⁽²⁾始め多くの興味ある報告がなされている所であるが教室でも岩井⁽⁵⁾⁽⁶⁾、中村⁽⁹⁾等による所謂 ^{198}Au コロイド溶液によるシンチグラム法の検討がありその詳細は既に中村の原著として発表されている。

中村が本法施行時に使用する ^{198}Au の量は $250\sim 400\mu\text{C}$ であり正常卵管⁽³⁾では、動物並びに臨床実験の組織学的検索でも大略 $400\sim 500\mu\text{C}$ 以下では明らかな放射能による変化を認めない事が裏付けられている。しかし病的卵管においては多少の障害像が認められており、又 RI 法の原則から云つても本法の施行に際しては極少量である事が望ましい事は云う迄もない所である。そこで著者は低濃度 RI プール検出装置を使用することにより検査時に投与される ^{198}Au コロイド溶液の使用量を少しでも減少し得るのではないかと考え臨床検査を行なった。即ち $3\mu\text{C}$ 、 $10\mu\text{C}$ を造影剤と混合し走査せる成績と直後に撮影せるレ線写真は第17、第18、第19、第20図の如くである。

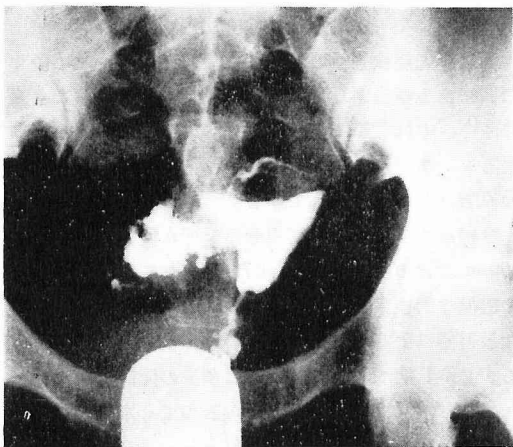
即ち子宮腔と右卵管部附近の RI プールの情況は推測されるが $3\mu\text{C}$ 投与例においては左卵管部は全く記録されず又 $10\mu\text{C}$ 投与例にても前者よりやゝ明確な像を得ることは出来たが子宮卵管造影法に比し期待した様な成績は得られなかった。しかし $10\mu\text{C}$ 投与例に同時に行なつた直径3cmの C-type コリメーターによる通常の走査では第21図如くで楕型スキャンを採用したにも関わらず全く読影することは不可能であり、かかる点では本装置の優秀性が裏付けられた。

即ちシンチグラムによる子宮卵管疎通性検査法への

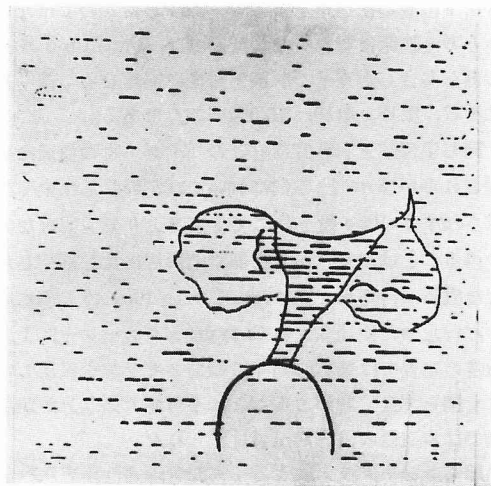
第17図 ^{198}Au $3\mu\text{c}$ 投与例
本装置によるシンチグラム像



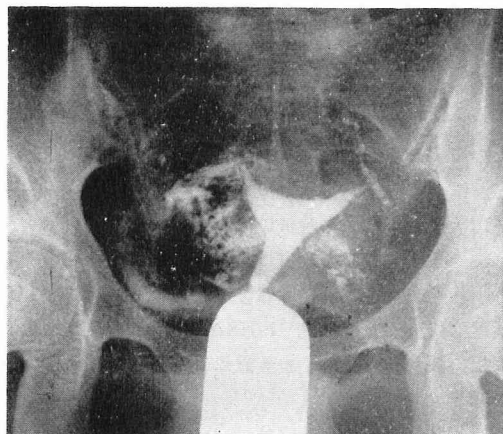
第18図 ^{198}Au $3\mu\text{c}$ 投与例
子宮卵管造影法による像



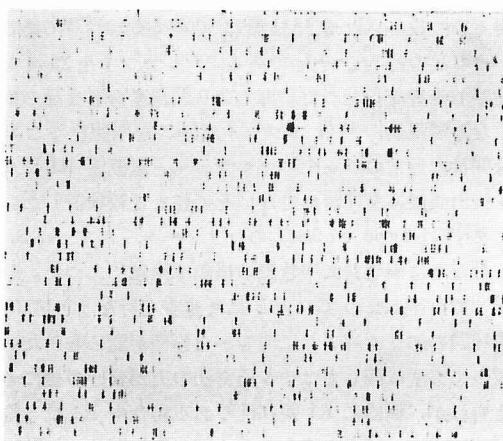
第19図 ^{198}Au $10\mu\text{c}$ 投与例
本装置によるシンチグラム像



第20図 ^{198}Au 子宮卵管造影法による像



第21図 ^{198}Au $10\mu\text{c}$ 投与例の通常
スキヤンナーによる像



応用では現在尚期待通りの結果は得られなかつたが従来の使用量を遙るかに下廻る少量でも実施し得る可能性のある事が推測された。

第5項 胎盤位置決定法への応用

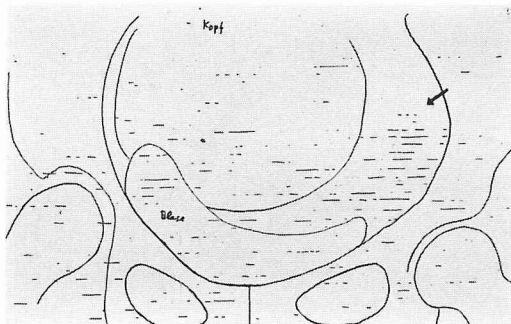
胎盤は甲状腺に対する放射性ヨードや細網内皮系に対する放射性金の如く特に或種の RI と強い親和性を有する臓器ではない。従つて ^{131}I , ^{131}I -HSA を人体静脈内に投与した場合にも比較的血管血流に富む事に起因する RI プール(所謂 "pool of blood") であるにすぎない。従つて胎盤は本来からも RI プールとしては低濃度である上に対象が妊産婦という点からも、より一層、RI による胎盤位置決定法の際には低濃度 RI プール検出装置があれば極めて好都合である。既に第一編で詳述せる如く、腹壁分割測定法及び L.S. 法においても確実に胎盤附着部位を適中させる

ことは困難であり、そこで本装置の胎盤附着部位診断法^{⑩⑪}への応用を試みた。

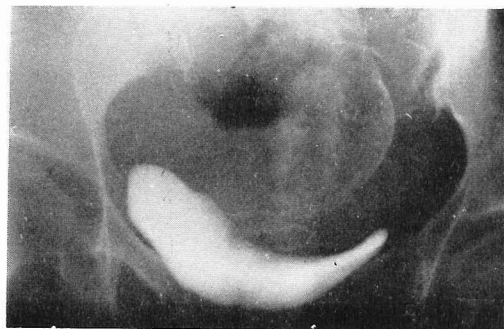
症例は26才の初産婦で妊娠Ⅹヶ月(36週4日)

妊娠Ⅹヶ月中旬より断続的な性器出血が中等量あり前置胎盤の疑いにて信大産婦人科に入院。内診時子宮口は開大せざるも子宮腔部の左上方に僅かに奇禱感を認めた。沃度剤による前処置後¹³¹I-HSA 5 μ cを投与し直ちに低濃度走査を恥骨膀胱部を中心として行なうと、第22図の如く右側に比し左膀胱上部に RI プールの存在を推測させるシンチグラム像を認めた。走査終了後の膀胱造影法においては第23図の如くでこれらの所見より左辺縁性前置胎盤の疑いと診断した。本患者はその後帝切を施行したが手術所見で左辺縁性前置胎盤附着部位は主として内子宮口の頸部前壁から左側壁にかけての附着である事を確認した。しかし胎盤辺縁の不明確等著者の期待通りの成績とは云い難く更に今後臨床への応用にはより一層の検討改善が必要である事を痛感した。

第22図 本装置による走査像



第23図 同時に行なつた膀胱造影像



第4節 小 括

著者等の考案せる低濃度 RI プール検出装置を、甲状腺機能、卵管疎通性、胎盤位置推定等の実際臨床に

応用せる結果は次の如くである。

(1) 甲状腺においては¹³¹I カプセル 25 μ cを投与し従来の方法と本装置による A. S. とを比較した結果は共に明確なシンチグラム像を得たが特に本装置の優秀性は認められなかつた。

(2) 卵管疎通性検査法においては従来の使用量の $1/50 \sim 1/100$ でも一応子宮腔及び腹腔流出像等を推測し得たが期待通りとは云い得ぬ情況であつた。

(3) 胎盤位置決定法についての応用でもその像を得ることは容易でなく尚今後に多くの改善すべき諸点のある事を認めた。

以上少数の臨床応用ではあるが本装置の一般臨床への応用については、より一層の検討と改善の必要性ある事を確認した。

第5章 考 案

各種の診断、検査の為に RI を人体に投与する場合は RI の使用量はその目的とする診断、検査を確実にし得る必要にして最少限の量におさえるべき事は云う迄もない所である。殊に現在各方面において RI の応用範囲が増大するにつれ、その使用量もやゝもすると増加する傾向になり勝ちである事は否定出来ぬ事実であり、この点実施者としては常に深甚なる注意が払われるべきである。就中産婦人科領域において RI を使用する場合には卵巣、子宮、卵管等の内性器或いは胎児に対する影響が十分に配慮されなければならない。特に第一編での諸成績により著者は低濃度 RI プール検出装置の必要性につき痛感したので信大中央レントゲン部の協力により試作せる装置につき基礎的臨床的に2~3の検討を実施した。

低濃度の RI 検出の為の研究は本邦では竹内^⑩、筧^{⑩⑪}、坂本等^{⑩⑪}が以前より鋭意その開発に努力しているが一般には B. G. の消去回路としてレートダウン (rate down) を使用するもの、レートメーターを使用するもの、ゲート回路を使用するもの等に大別されている。著者等の試作せる測定装置はこれ等の中のレートメーター型の一変法であるが、何れの型式も現在一長一短が認められている。今回の試作器でも B. G. が比較的完全に消去できるという点では他の型式のものに比し有利性が認められたが反面時定数による記録の時間的なおくれを生じその為走査速度を早くしえない欠点等があり今後更に検討すべき点が多く認められた。しかし低濃度 RI プール検出装置は従来の装置に比し RI 使用量の減少を始め多くの利点があり、今後更に本装置改善の為に各方面よりの検討がなされるべきであらう。

第6章 結 論

以上著者は第一編の成績に基き使用 RI 量の減少化並びに低濃度 RI プールの検出という面より低濃度 RI プールの検出装置につき2~3の検討を実施し以下如き知見を得た。

(1) 低濃度の RI プールの検出の場合 body B. G. がかなり高いレベルにあつても eraser のセットレベルを適当に調節することによつて目的の RI プールのみを撰択的に描記する事が可能である事を認めた。

(2) 従来のスキャナーでは検出不可能な極めて低濃度な RI プールも検出する可能性が認められた。

(3) しかし本装置では通常のスキャナーに比し測定時間を要する為に排泄の早い RI の描記には不適當である。

(4) RI の濃度は或る程度以上多い時には従来のスキャナーによる走査の方が明確な像が得られる。

(5) 本装置の實際臨床応用には尚幾多の問題点が残されている。

等の所見を得た。現在迄の著者の基礎的臨床的検討成績は必ずしも期待通りとは云い得ぬ情況であつたが今後更に本装置の改善に努力し、一般臨床応用に資したいと考える次第である。

稿を終るに臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた恩師岩井教授に衷心感謝の意を捧げます。又多大なる御教授御援助を戴いた福田助教授に深謝すると共に共同研究者である中央レントゲン部滝沢技官に感謝の意を表わします。

尚本論文の要旨は第23回日医放学会総会及び第1回産婦人科 EM 研究会にて発表した。

文 献

- ①藤森他：日独医報，1：249，1956。 ②藤森：産婦人科臨床検査法，199，医歯薬出版，1958。
 ③福田他：産婦の世界，12：1729，1960。
 ④G. J. Hine：J. Nuclear Med，4：439，1963。
 ⑤岩井他：産婦の世界，11：680，1959。 ⑥岩井：信州医誌，12：407，1963。 ⑦岩井他：第23回日医放学会総会抄録集，(22)1964。 ⑧岩井他：第1回産婦人科ME研究会，(25)1964。 ⑨岩井：産と婦31，：1458，1964。 ⑩寛他：日医放会誌，22：415，1962。 ⑪寛他：第23回日医放学会総会抄録集(23)1964。 ⑫川名：日医放会誌，23：1460，1964。
 ⑬小山他：原子医学，金原出版，1963。 ⑭永井：Radioisotope と臨床，医学書院，1958。 ⑮中村：信州医誌，11：4，1963。 ⑯牧内：信州医誌，12：72，1963。 ⑰坂本他：日医放会誌，22：561，1962。 ⑱滝沢他：日医放会誌，23：205，1963。
 ⑲竹内他：日医放会誌，7：138，1962。 ⑳竹内：産婦の治療，7：138，1962。 ㉑山田：産婦の治療，7：86，1963。