



Title	マイクロラジオグラフィー(I)(超軟エックス線による組織構造の撮影の研究)
Author(s)	中泉, 正徳; 江藤, 秀雄; 梅垣, 洋一郎
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1954, 13(10), p. 587-591
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19119
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

マイクロラジオグラフィー (I) (超軟エックス線による組織構造の撮影の研究)

東京大学医学部放射線医学教室(主任 中泉正徳教授)

教授 中泉正徳

助教授 江藤秀雄

醫學士 梅垣洋一郎

Microradiography (I)

(On the Studies of "Historadiography" Using the Ultra-soft X-rays)

Prof. Masanori Nakaidzumi

Assist. Prof. Hideo Etô

Igakusi Yoichiro Umegaki

Radiological Department, Faculty of Medicine, Tokyo Univ.

(Director. Prof. M. Nakaidzumi)

(昭和28年7月14日受付)

〔内容梗概〕

研究目標：超軟エックス線を用い組織切片のエックス線寫眞を撮影し、これを拡大観察する。

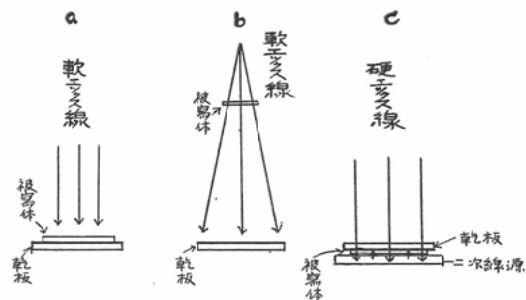
研究方法：分析用エックス線管の側部に取付けたカメラ室内に組織切片を貼布した超微粒子乾板を入れ、エックス線管と共に排氣しつつ撮影する。

結果：各種の試料につき撮影観察を行った。例えば単一細胞(吉田肉腫、人骨髓性白血病細胞その他)、上皮組織(人手掌部皮膚、人頭皮その他)、その他消化器系、泌尿生殖系等につき試みた。その結果は原板では可なりよいディテールを得ることが出来た。

(1) 緒言

長波長のエックス線を用いて生物組織の微細構造を研究する試みは可なり以前から行われていたが¹⁾、特に Lamarque²⁾ が多数の組織の鮮明な寫眞を發表するに及び大いに發展した。エックス線顯微撮影法としては例えば第1圖に示す如き3種の方法が考えられる³⁾。すなわち(a)は被寫體を微

第1圖 エックス線顯微撮影法の原理圖



粒子乾板上に置いてエックス線撮影を行い、その像を更に光學顯微鏡で拡大観察する方法で一般により結果が得られている。(b)は極めて小さい焦点より發散するエックス線束を用いて被寫體の像を拡大しようとする方法である。これに對しては Sievert はエックス線管窓にピンホールを設けたが、Ardenne⁴⁾は靜電レンズの作用を、Cosslett⁵⁾等は磁界レンズの作用を利用して極小焦点を結ばせている。(c)は二次線を利用して撮影する方法である。このほか金屬源を別に設けてそれよりの二

次線を用いる方法⁶⁾、エネルギーの低いβ線を放出する放射性物質を利用する方法⁷⁾などがあり、更に造影剤注入による微細血管の撮影、骨組織切片の撮影などが報告されている。Engström⁸⁾⁹⁾は長波長エックス線の組織による吸収について詳細な理論的研究を行い、組織の微小體積の密度の決定及び含有元素の定量分析が可能であることを示し、組織化学に一大進歩をもたらした。著者等は1945年より本研究を行い、その内容は既に第5、6及び11回日本醫學放射線學會(1946、1947、1950年)の席上で報告したものである。

(2)理論的考察

(i)エックス線の吸収

単色エックス線の物質透過に際しては次の関係が成立つ。

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

但し I_0 、 I は各々入射及び透過エックス線の強度、 μ はその波長のエックス線に対する減弱係数。この実験に使用する波長範囲のエックス線であつて軽元素より成る物質を撮影する場合には減弱は主として真吸収によるものとみなしてよい。計算の結果によれば¹⁰⁾ 第1表の如くで、従つて3μの切片の撮影には10Å以上(管電圧は2kV程度)のエックス線でないといふ十分なコントラストが得られない。

第 1 表

波 長	水 分 の 半 價 層	パラフィン の 半 價 層
1Å	2.5mm	7.3mm
2Å	0.33mm	1.01mm
5Å	0.022mm	0.068mm
10Å	2.8μ	8.5μ

(ii)混合エックス線の場合

混合エックス線の物質による吸収は波長成分が知られれば上式より計算されるが、フィルターを用い均等にすれば上式をそのまま適用することが出来る。但しフィルターに用いる材料の吸収端が適當でないと必ずしも均等にならない。例えばアルミニウムの吸収端は8.3Å附近にあり、これよ

り波長の短いエックス線を著しく吸収するが、より長い部分の吸収は少ない。本実験では細胞の観察が主であつたので出来るだけ長波長のエックス線を透過させるためアルミニウムの蒸着膜を使用した。數10mμ程度(10Å)のアルミニウム膜では5~15Åにわたつてエックス線の大部分を透過させることが出来る。

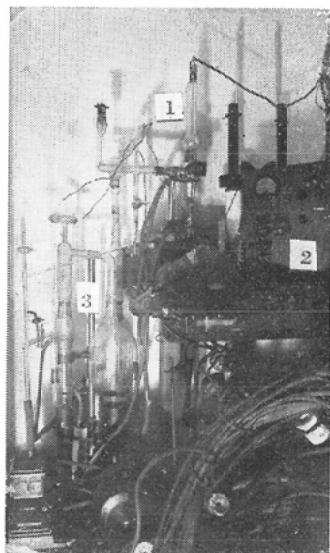
(3)撮 影 法

(i)実験装置

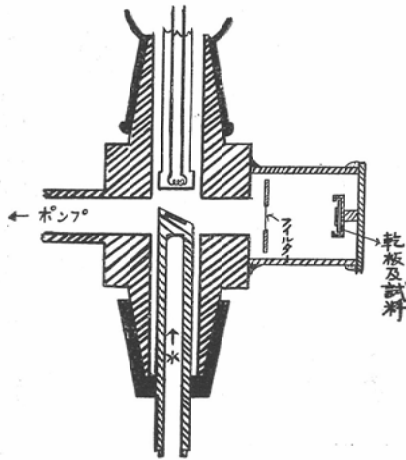
既述の如く厚さ5μ程度の組織切片を撮影するためには波長5~10Å程度の長波長エックス線を用いる必要がある。このような長波長エックス線は空気による吸収が大きいので、撮影はすべて真空中で行わねばならぬ。本実験では分析実験用の水冷式金属エックス線管に真空カメラを取りつけて使用した。装置の構造は第2圖及び第3圖に示す如くである。フィラメントから出る可視光線を吸収し、エックス線のみを透過するためエックス線管放射窓にフィルターが取り付けられているが、良好な結果を得るためには極めてエックス線吸収の少ないものを使用する必要がある。Lamarqueはリチウム金属の箔を使用し、最近ではベリリウム金属の薄板も用いられているが、そのいずれも入手

第2圖 排氣型エックス線装置全景

(1)エックス線管、(2)高壓發生装置、(3)真空装置



第3圖 エックス線管及びカメラ



出来なかつたので、厚さ約 1μ のコロジウム膜の上にアルミニウムを真空蒸着し不透明にしたものを放射窓口に取りつけた。アルミニウム層の厚さは数 10μ 以下と考えられ、長波長エックス線の殆どすべてを透過し好結果が得られた。缺點はコロジウム膜が機械的にも熱的にも弱く、フィラメントよりの熱のため数回の使用で破れてしまうことである。高圧発生装置はグライナツヘル結線で、出力を平滑にしてエックス線出力を増している。

良好な真空を得るために廻轉ポンプ及び油擴散ポンプの二段で排氣した。

(ii)感光材料

超微粒子乾板フジリス(富士製)を使用した。200倍程度の擴大では殆んど粒子を認めぬ。

(iii)試料作製法

固定には10%ホルマリン、ツエンケル液等を使用した。切片作製は通常の方法でパラフィン切片を作製する。切片の厚さは薄い程よく、 $2\sim 3\mu$ でないとは良好な結果が得られぬ。パラフィン切片を水に浮べ乾板上にすくい上げて貼りつけ、乾燥後キシロールでパラフィンを除去する。

(iv)撮 影

切片を貼布した乾板を真空カメラに入れて、エックス線管と共に排氣し、真空度が 10^{-5} mmHgに達すればエックス線管を發生させ撮影を行う。撮

影後乾板をとり出し、水中で切片を除去し現像する。

(v)觀察法

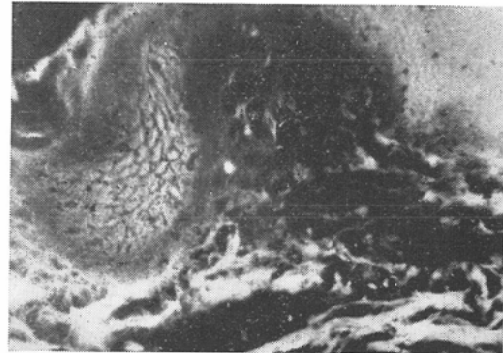
撮影した組織寫眞は顯微鏡寫眞をとり擴大觀察する。

(4)撮影結果

各種の試料につき撮影觀察を行つた。例えば單一細胞(吉田肉腫、人骨髓性白血病細胞その他)、上皮組織(人手掌部皮膚人、頭皮その他)、消化器系(舌粘膜、食道粘膜その他)、泌尿生殖系(腎臓、マウス睪丸その他)、その他内分泌系、脈管系等であるが、多くの寫眞は轉載しても果してよく厚板のデイトールを再現し得るかどうか疑問があつたので、ここには二三の例を掲げるに止めた。

(i)人手掌部皮膚(5μ)(第4圖)

第4圖 手掌皮膚

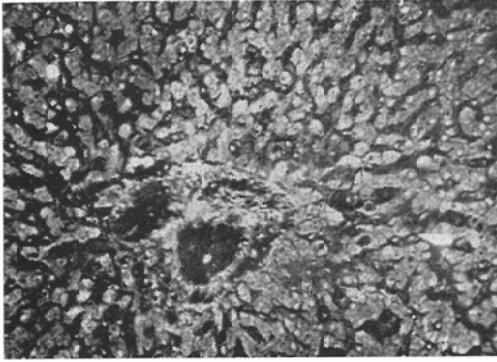


表皮、真皮共に層に依り著しい吸収の差異を認める。表皮では真皮に接する圓柱細胞層の吸収が最も少く、有棘細胞層に至ると細胞質の吸収が著しく増す。圓柱細胞では細胞質より細胞核の吸収が強いが有棘細胞ではその逆になる。又有棘細胞層では廣い細胞間隙が認められ、その吸収は甚だ少く、液體の流通路であることを思わせる。顆粒層に至ると再び細胞質の吸収は減少し細胞間隙も認められず一様の吸収を示す。角質層は表面に近づくと共に吸収を増す。真皮では粗な甚だ吸収の強い結合組織線維からなる網狀層と吸収の弱い細い線維からなる乳頭層が認められる。以上の所見から皮膚の角化は先ず有棘細胞に於いて合成された細胞内角質が細胞の死と共に層全體に浸潤し、

次いで含水量の減少に依り強い角質層となると考えられる。

(ii) 人肝臓(3 μ)(第5圖)

第5圖 肝 臓



ツエンケル固定標本である。中等度の吸収を示す肝細胞索と吸収の強い細胞核が見られる。クツペル氏星細胞核も強い吸収を示している。細胞索の間隙は全く吸収がない。

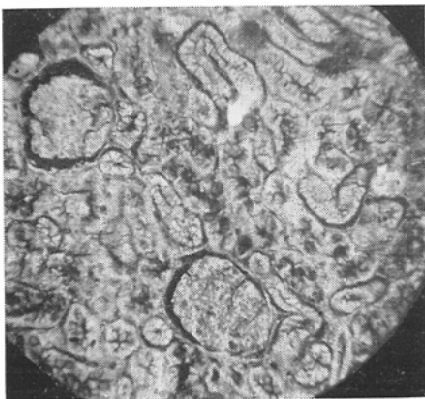
(iii) 人腎臓(3 μ)(第6圖)

a) 皮 質

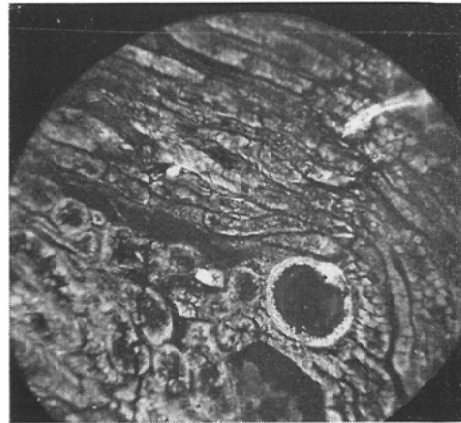
血管毬は中等度の吸収を示し、外膜細胞の核が吸収強く認められる。これに続く曲細尿管は細尿管中で最も吸収が強い。刷子状縁は解像力不足のためか認め得ない。閏管は吸収稍と弱く、管腔広く明らかに區別される。閏管では細胞核が細胞質より吸収強く認められる。

第6圖 腎 臓

(a)



(b)

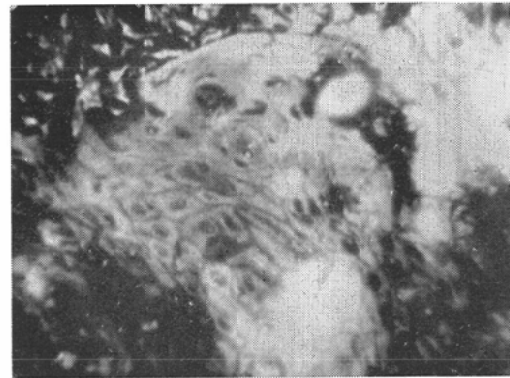


b) 髓 質

ヘンレ氏係蹄は圖にみられる如く細胞質の吸収中等度で、細胞の中央に吸収の強い核をみる。髓質中に小動物がみられるが、動脈壁の吸収は甚だ強い。

(iv) 扁平上皮癌(舌癌)(5 μ)(第7圖)

第7圖 扁平上皮癌



角化の強いカンクroidである。極めて吸収の強い癌眞珠が認められる。癌細胞は有棘細胞型で細胞質に極めて強い吸収を示し、角化物質を含むことがわかる。細胞核は大きく吸収弱く、吸収の強い核小體がみられる。

(5) 考 接

一般の組織の構成要素には著しい差はなくても含水量は極めて變動が大きい。組織の含水量は報告により一定しないが大體60%~90%を占めており一般に若い組織程含水量が多いとされている。

又細胞内では原形質分子は一樣に分布せられておらず、ゲルよりゾルに至る種々の段階のコロイド分散状態にある。又組織には種々の間隙があり、生活状態では組織液に充されている。著者等の方法では真空カメラ中に入れるし、勿論パラフィン切片にするときはカメラに入れる前に乾燥状態となつている。従つて撮影された組織の寫眞のコントラストは殆ど全部含水量の差と考えられるのである。實際に撮影した寫眞を観察すると若い組織程エツクス線吸収が少く、又隙組織等含水量の多い組織は吸収が少くこれに對し皮膚、結合組織等の含水量の少い組織は極めて強い吸収を示している。

なお固定液に組織を入れると組織は或いは膨満し、或いは收縮するし、又細胞内のコロイドの分散状態も當然變化する。又重金属鹽の入つた固定液を用いると細胞の部分により種々の程度に重金属と結合する。Engström はモリブデン酸アンモニウムを細胞の蛋白質と結合させた後組織のエツ

クス線吸収を測定して吸着したモリブデンの量から細胞の蛋白質量を決定する研究を行つている。著者等の場合も例えば豚をツエンケル液で固定すると腺細胞には結合が強く、導管部の上皮細胞には結合が弱いのでエツクス線像に明らかな吸収差が認められる。固定方法の影響を除くためには凍結乾燥の方法が最もよいと考える。

終りに臨み排氣式エツクス線装置の使用に御便宜を賜つた本學農學部家畜解剖學教室に深謝する。

文 獻

- 1) Dauvillier: Acad. Sci. Paris. 156(1913), 686.
- 2) Lamarque: Brit. Journ. Rad. 11(1938), 425.
- 3) Sievert: Acta Radiol. 17 (1936), 299. —4) Ardenne: Elektronen-Übermikroskopie., Berlin. 1940. —5) Cosslett & Nixon: Nature. 13(1952), 436. —6) 江藤秀雄: 日本醫放誌 4 卷10, 11, 12號(昭和19年), 839. —7) 高橋信次, 小見山喜八郎: 弘前醫學, 3 卷1 號(1952), —8) Engström: Acta. Radiol. Suppl. (1946), 63. —9) Engström: Progress in Biophysics 1(1950). —10) Grebe: Tabellen zur Dosierung für die Strahlentherapie (1950).