

## 〔原 著〕

## X線回折法による微量土壌の鑑別について

東京女子医科大学法医学教室 (主任 吉成京子教授)

教授 吉 成 京 子 ・ 堀  
ヨシ ナリ キョウ コ ホリ昭 ・ 小 栗 備 恵  
アキラ オ グリ トモ エ

(受付 昭和38年4月30日)

## 緒 言

微量な土壌の異同、さらにその産地の鑑別が容易にできることは一般捜査鑑別の上から極めて重要なことである。しかるに一般地質図は入手できるが、土壌に関しては殆んどその詳細な記載は特殊な粘土鉱物を除いては入手できない現状である。関東各地の土壌について、その特徴ある相違の有無、また全国各地の表面の土壌について、それぞれの特徴の有無などを調べることは甚だ興味あることと思つた。もしそれぞれに特徴があれば、組織的に全国の土壌につき調査すれば、一種の土地の指紋簿ができるものと思われる。このような見地から、試みに各地の土壌についてX線回折法によつて調べた概要と考察を報告する。

## 実験材料ならびに方法

**材料：** 全国各地において、その表面土壌を採集して試料とした。道路工事その他で他から搬入されたと思われるものもてきただけさけた。試料を一定量多量の純水に分散し、ガーゼ2枚で濾過し、その濾液をよく振盪し、5分静置後、沈澱物を捨て、その上澄を1昼夜放置し、得られた沈澱物を小さいガラススライドに塗布し、40°Cで乾燥したものを使用した。

**実験装置および条件：** X線回折装置は本学総合研究室の理学電機K.K.製の自動記録式X線回折装置Geigerflexを使用した。X線は  $\text{Cu}\alpha$ 、波長 1,500Å, Ni-filter を使用し、電圧30KV, 電流10mA, 送査速度2°/min, Chart速度 2 cm/min, スリット 1°-1°-0.4mm, Scale Factor

4, 時定数4, Multiplier 1の条件で操作した。なお基準として水晶粉末、炭酸石灰粉末を使用し補正をおこなつた。

その他ガラススライドに塗布乾燥した試料を肉眼で観察し、色調を新色名帖<sup>9)</sup>の分類に従つて記録した。図中、地名の下の数字はその記号である。

## 実験結果

(1) 関東一円につき18例、すなわち東京都内(新宿2カ所、井ノ頭、墨田、品川、自由ヶ丘、成城、狛江、町田、浅川)、所沢、飯能、浦和、宇都宮、千葉、久慈浜、保土ヶ谷、鎌倉の土壌のX線回折図をとつた。

第1図河田町、第2図井ノ頭、第3図品川にみられるように、原子面間隙3,36Åと2,5 Å附近に明瞭な線があらわれ、3,1 Å~4,4 Å (2θ角目盛28~22) にいたる幅の広い帯状反射があらわれる。

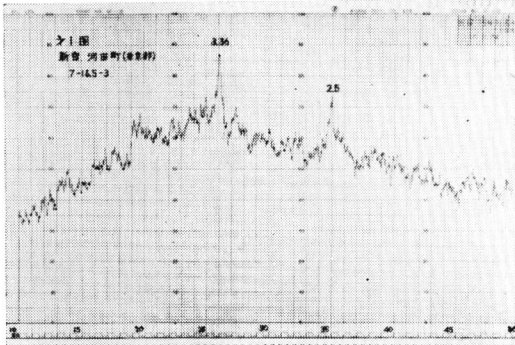
大体において関東一円のものの上図にあらわしたような所見であるが、個々のものについて微細な点では以下述べるような相違があつた。

第4図自由ヶ丘と第5図浦和とでは一見似ているが、3,22Åに現われる線は自由ヶ丘の方に著しく強い。

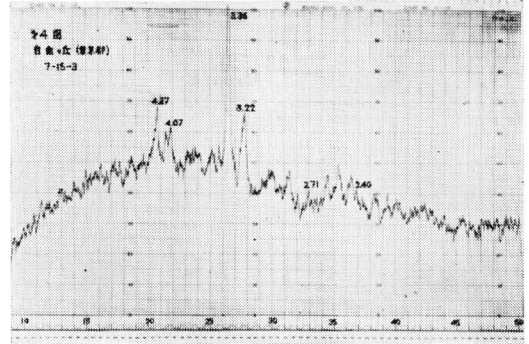
また自由ヶ丘と第3図品川とでは4,0 Å~4,4 Åと2,4 Å~2,7 Åに著明な差がみられる。

第6図墨田のものは3,23Åと3,06Åの線が他に

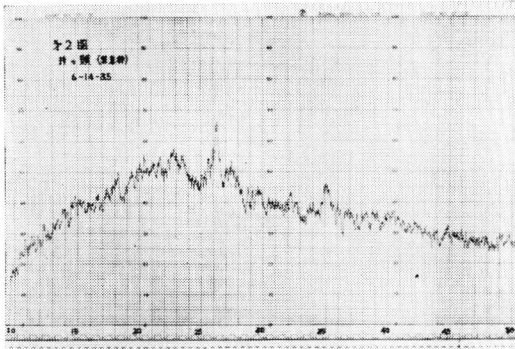
Kyoko YOSHINARI, Akira HORI & Tomoe OGURI (Department of Legal Medicine, Tokyo Women's Medical College): Identification of the soil in the small quantity by X-ray diffraction method.



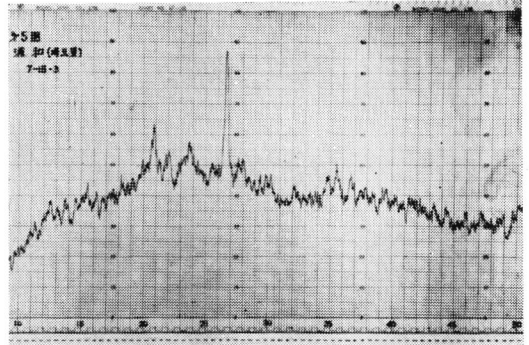
第 1 図



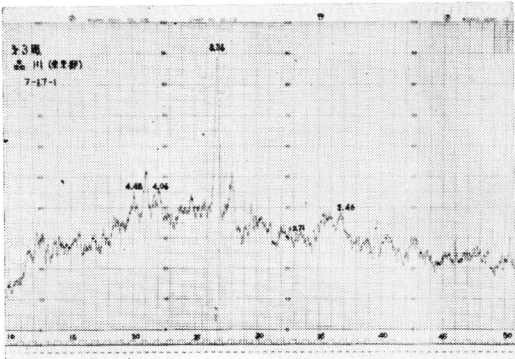
第 4 図



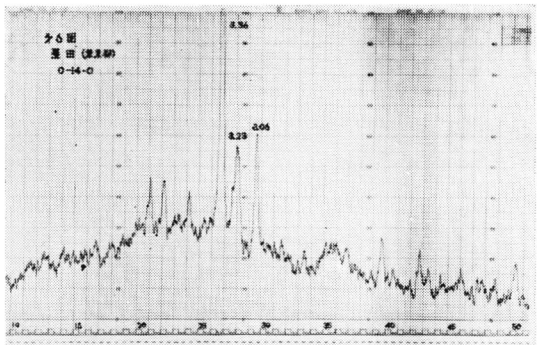
第 2 図



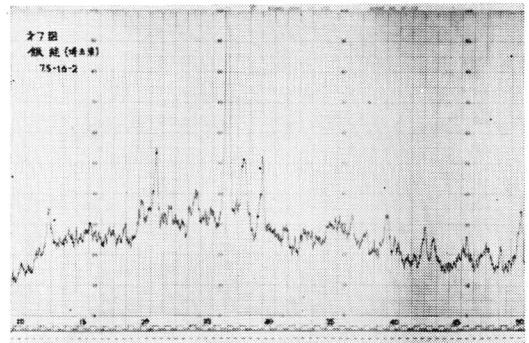
第 5 図



第 3 図



第 6 図



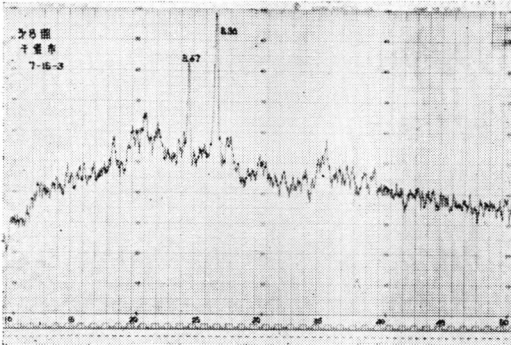
第 7 図

類のない程強い。

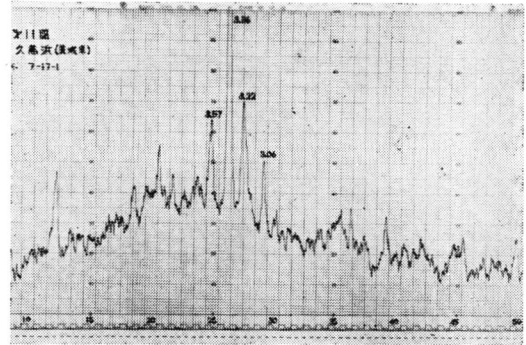
第7図飯能のは石英の線と石灰岩の線と両方が重なり、他のものと異っていた。

第8図千葉のは $3.36\text{Å}$ の他 $3.67\text{Å}$ に強い線があった。

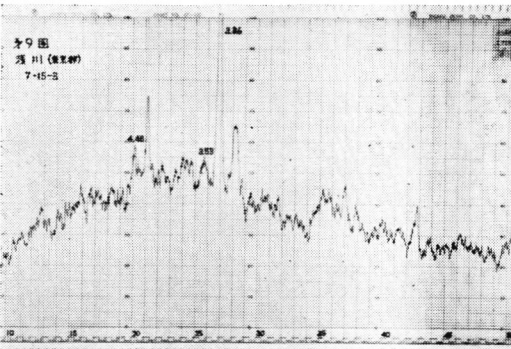
第9図浅川および第10図宇都宮では $3.55\text{Å}$ ～ $4.43\text{Å}$ に至る線と帯状反射は一見して判別できるもので、この点は浅川と宇都宮とはよく似てお



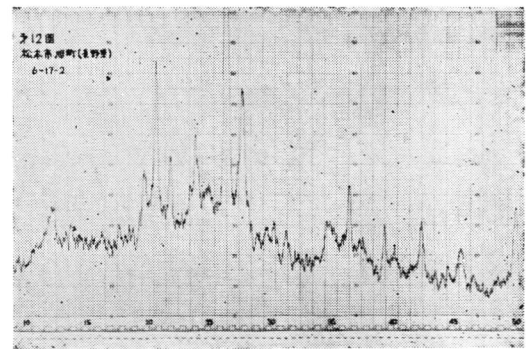
第 8 図



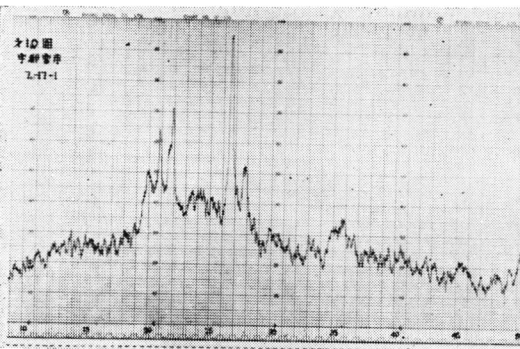
第 11 図



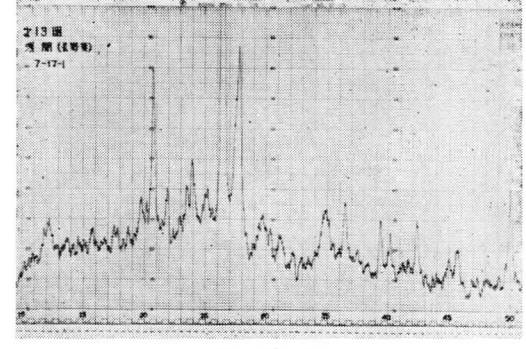
第 9 図



第 12 図



第 10 図



第 13 図

り、他の地域とは異なる。

第11図久慈浜では $3,36\text{\AA}$ 、 $3,22\text{\AA}$ 、 $3,57\text{\AA}$ 、 $3,06\text{\AA}$ の強い線があつて他と区別できる。

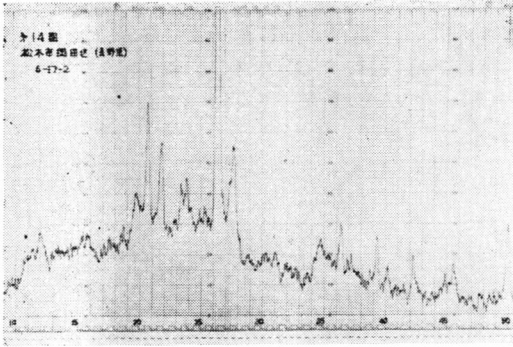
小括：

関東一円は地質学上知られているように大部分の土地は富士火山灰に由来する関東ロームからなっているので、X線回折図もロームに特有な帯状反射をあらわし、その中に石英に相当する $3,36\text{\AA}$ の線を伴う。地質図によると関東ローム地帯は非

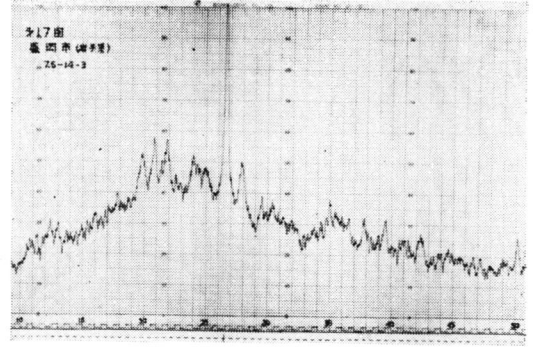
常に広く、一見全部その土壤は同じように思われるが、実際にX線回折図をみると上述のような明瞭な相違を示している。

(2) 長野県松本附近につき4カ所から採集した試料では(第12図旭町、第13図浅間、第14図岡田区、第15図南松本)殆んど一致したX線回折図を得た。このように一地方で全く同一の図形を得ることがある。

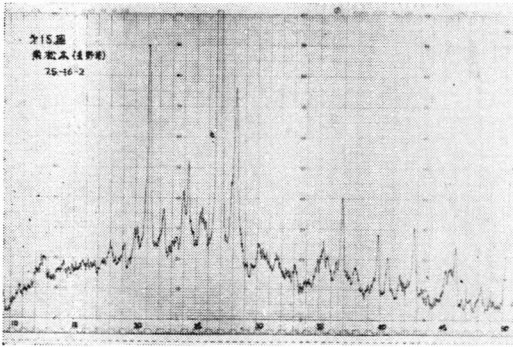
(3) 盛岡附近の地質図によると、市内と周辺



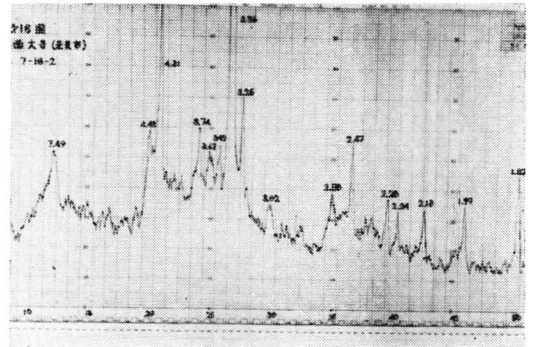
第 14 図



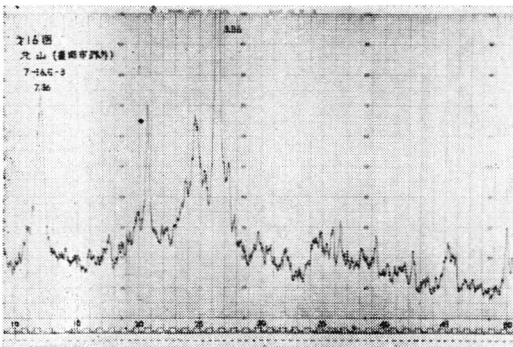
第 17 図



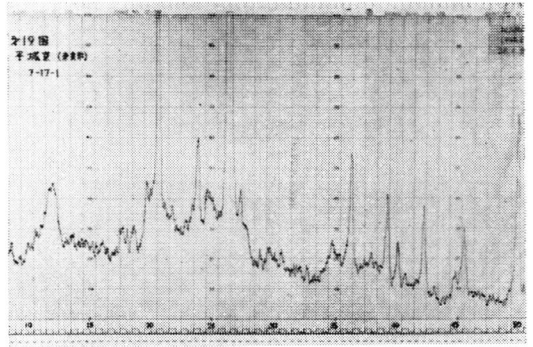
第 15 図



第 18 図



第 16 図



第 19 図

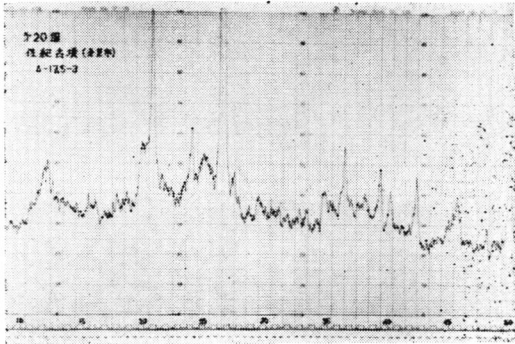
の土地と地質を異にし、その上、周辺においても東西南北と異なる地質である。それで、ある地域では当然市内の試料と郊外の山の試料とではX線回折図は異なるはずである。図のように第16図盛岡 No. 1と第17図盛岡 No. 2とでは著しく違っている。盛岡 No. 1は市の周辺にある山地で、No. 2は市内である。

(4) 奈良附近の3カ所、第18図西大寺、第19図平城京、第20図佐紀古墳の試料では、いずれも

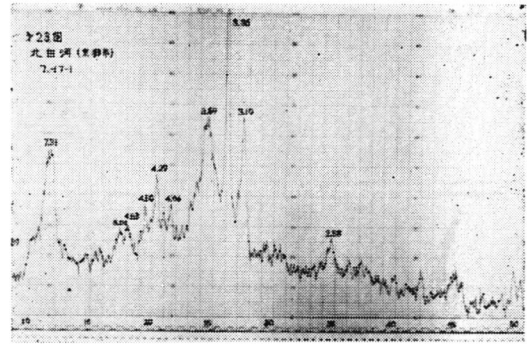
一致したX線回折図を与える。しかも特徴ある線をあらわし、 $3.36\text{\AA}$  (石英) 以外に $4.31\text{\AA}$ 、 $3.25\text{\AA}$ 、 $4.48\text{\AA}$ 、 $3.74\text{\AA}$ 、 $7.49\text{\AA}$ 、 $2.47\text{\AA}$ 、 $3.49\text{\AA}$ 、 $3.62\text{\AA}$ 、 $1.82\text{\AA}$ 、 $2.58\text{\AA}$ 、 $1.28\text{\AA}$ 、 $1.99\text{\AA}$ 、 $2.13\text{\AA}$ 、 $2.24\text{\AA}$  などいずれも明瞭である。このように多くの線は関東地方では殆んど現われない。

(5) 大阪附近について、第21図岸和田および第22図大東の試料では、前述の奈良のものと $3.36\text{\AA}$  (石英)、 $4.31\text{\AA}$ 、 $2.46\text{\AA}$ 、 $2.28\text{\AA}$ 、 $2.13\text{\AA}$ 、 $1.82$

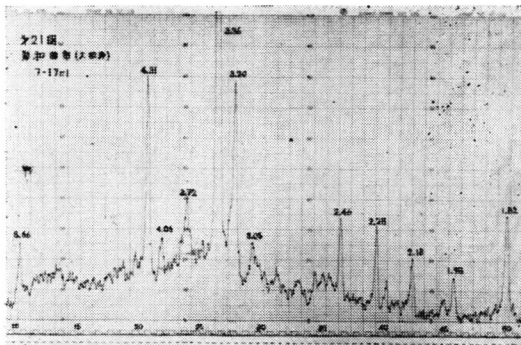




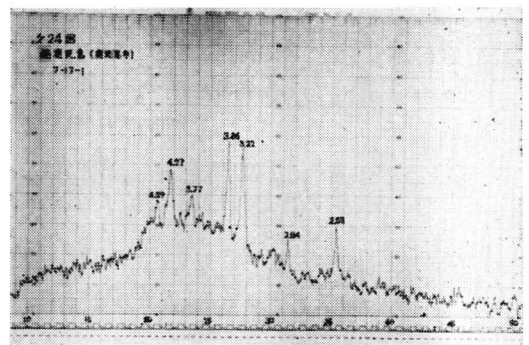
第 20 図



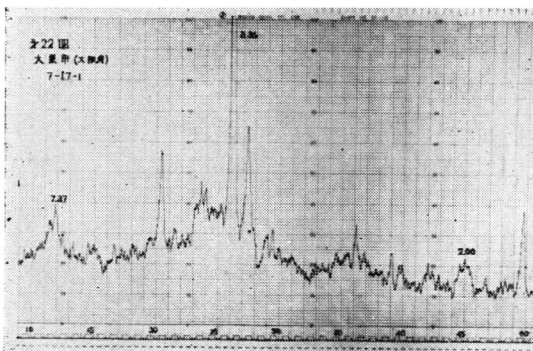
第 23 図



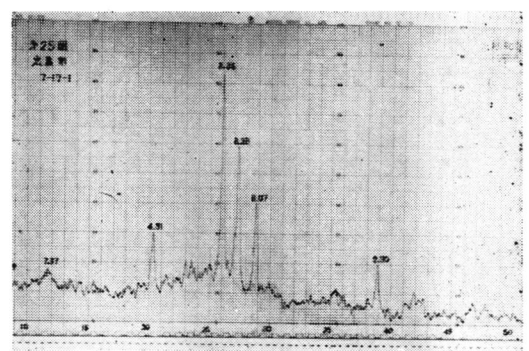
第 21 図



第 24 図



第 22 図



第 25 図

Åの線が一致しているが、 $4,31\text{Å}$ 、 $3,20\text{Å}$  に非常に強い線があらわれている。

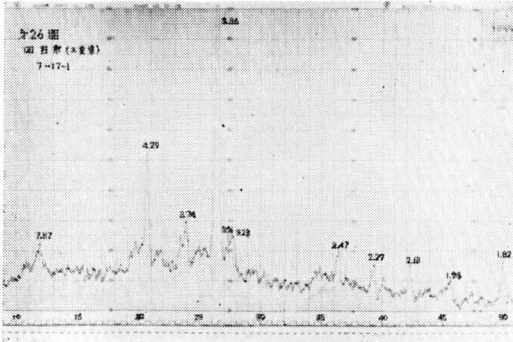
岸和田および大東は殆んど一致するが、異なる点は大東には $10,4\text{Å}$ 、 $7,37\text{Å}$ 、 $2,00\text{Å}$  の線が出ているが岸和田にはない。また岸和田にのみ $8,66\text{Å}$ の線があらわれている。

(6) 第23図京都北白河の試料、石英は別として、 $3,10\text{Å}$ 、 $3,59\text{Å}$ 、 $7,31\text{Å}$  に顕著な線を示し、 $3,10\text{Å}$ 以下にはあまり著るしい線はなく、 $5,00\text{Å}$ 、

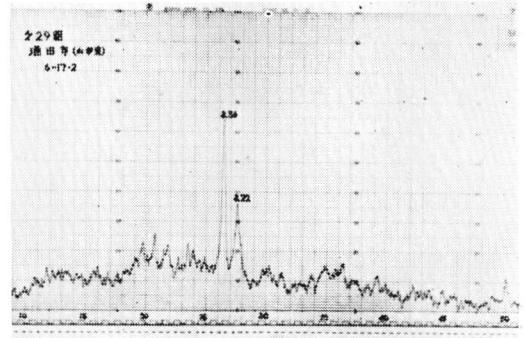
$4,83\text{Å}$ 、 $4,50\text{Å}$ 、 $4,29\text{Å}$ 、 $4,06\text{Å}$  にかたまつた線群があらわれる。 $10,39\text{Å}$ の線は特徴あるものである。

(7) 第24図西鹿兒島、この試料は極めて特徴あるX線回折図を与え、他所に類似のものをみない。その線は $3,36\text{Å}$ 、 $3,22\text{Å}$ 、 $4,27\text{Å}$ 、 $3,77\text{Å}$ 、 $4,29\text{Å}$ 、 $2,53\text{Å}$ 、 $2,84\text{Å}$ で、 $4,3\text{Å}$ ~ $3,22\text{Å}$ の間、幅の広い帯状反射を示す。

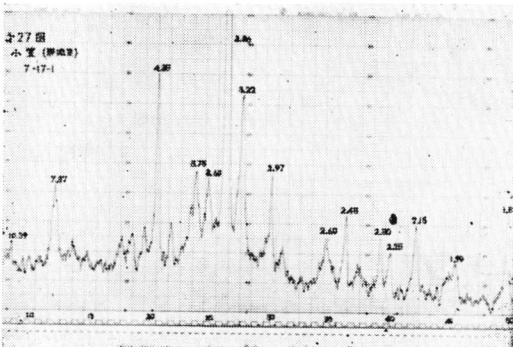
(8) 第25図広島、この試料は他の地方のものと比較すると無定形の部分が少なく、結晶性が明



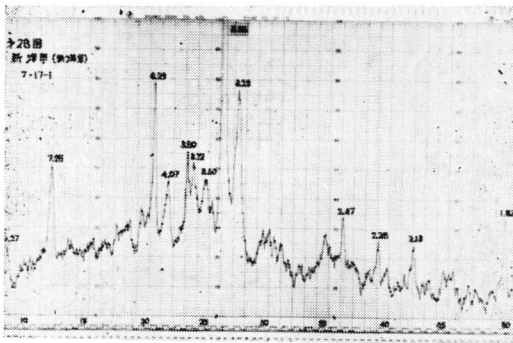
第 26 図



第 29 図



第 27 図



第 28 図

隙である。すなわち図形でみると全体の山が低くそのわりに尖った線が出る。3,36Å, 3,23Å, 3,07Å, 4,31Å, 2,30Åなどに非常に鋭い明瞭な線を有する。

(9) 第26図四日市、これは岸和田のX線回折図に似ているが、3,20Åの強い線を欠いていて、その代わりに3,26Å, 3,23Åに弱い線があり、8,66Åの代わりに7,37Åに線があらわれる。

(10) 第27図静岡および第28図新津、遠くはなれた所であるがX線回折図は一見して似ている。4Å以上の回折線は静岡が4,33Å, 7,37Å, 10,39Å, 13,38Å, 15,49Åであるが、新津は4,07Å, 4,29Å, 7,25Å, 10,27Å, 14,97Åと全く異つた線がみられる。

(11) 第29図酒田、3,36Åおよび3,22Åが顕著であるだけで、線の非常に少ないX線回折図を与える。関東ロームに似た図であるが上記の2本の線が著しい点は関東ロームと異なる。

### 考 察

従来法医学方面でX線回折法は睡眠剤などの裁判化学的分析法に用いられ<sup>3)</sup>、また脂肪酸類の鑑別にも応用されている<sup>4)</sup>。衝突事件その他において微小な試料の分析が必要な場合がある。肉眼で辛うじて認められる程度の小さい試料の分析は従来殆んど困難であつたが、X線回折法による回折像の解析を行ない、0,1×0,1×0,1(mm)程度の微粒も分析し得る<sup>5)</sup>といわれる。

犯罪捜査あるいは犯罪の立証の際に土砂の鑑定が重要な役割を演ずることがしばしばある。そしてこの検査は甚だ困難な多くの素因を存している検査の一つである。微量土砂の検査法については比重による検査法がL.J. Goin & P.L. Kirk<sup>6)</sup>、生田<sup>7)</sup>により報告された。その他顕微鏡検査による方法もあるが、これは判定が主観的であることを免れ得ない。

土壌は一般に砂、微砂(silt)、粘土、有機物の混合物であるが、私共の検査では土壌のなるべく粒子の細かい部分を沈澱法により選んだもので、

粘土、有機物に微砂の混入したものを指すものである。

私共の試験した各地の土壤のX線回折図形は皆異つていて、それぞれ特徴を有していたので、この方法により微量土の異同の鑑別は容易にできることが判明した。

地質学的に関東地方は関東ロームが殆んど支配的であるが、気候、河川、植物相、細菌などの影響により関東各地の間には相当な差がみられた。同じ東京都内でも少しずつの差があり、また場所によつては著しい差が認められた。

しかし、ある地方、たとえば松本地方、奈良西大寺附近などは3~4カ所の土壤を試験したが全く同一の回折図形を示した。このことは逆に言うと同じ図形の存在するある場所は、ある広さを有することを意味する。そういう場所では地点、地点の土が異なるX線回折図を示すことは殆んどなく、地域、地域に特性を有する図形をあらわすのが普通である。それ故に地図作製が可能である。

ここで興味あることは広島であつた。他の地域に比べ無定形のもものが少なく、結晶質の成分が多いことが図形からわかる。このことは原爆による被災の際、非常な高熱により土壤の成分が融解その他の変化が起り、今回の試験で特異な所見を呈したのかもしれない。また鹿児島は地質学的にシラス台地で、鹿児島県や宮崎県に広く発達する火山灰砂層からなり、その成分は火山灰、砂を主とし、その中に石英粗面岩の礫を含むという。X線回折図でも極めて特徴ある所見であつた。

本研究では法医学的に検査の対象となる可能性のある(たとえば現場の土、履物についた土砂の鑑別など)土壤の表層の試料についてX線回折図の相異を比較したもので、深部地質との関連性や、また各土壤の成分などについての研究は本研究の目的に外れるため触れない。少数の実験例の結果から直ちに各地方の土壤の鑑別についての結論は出せないが、全国各地の土壤のX線回折図に明らかな相違のある可能性を見出した。

今迄地質学的に土壤型の研究による分類は、ポドソール、ラテライト、チエルノーゼなどという

ような非常に大きい分類法であつて、これを直接鑑別に利用することはできなかつた。X線回折法で得られた所見はこれを分類保存するには、回折線より計算される原子面間隙と強度と全国各地とを十進分類法により記載し、パンチカードによれば組織的調査は更に実用価値があると思つてみる。

なお検査方法について、本実験では試料が微量のため、ガラススライドに試料をはりつけているので、極く僅かな $2\theta$ 角のずれが認められる。それは $3.36\text{\AA}$ に相当する石英の線を基準に補正したが、本格的に調査して台帳をつくる場合は、多量の試料を使用し、アルミ枠に試料をつめることが望ましい。

## 結 論

関東地方各地18カ所の土壤からの微量試量につきX線回折法で検査した結果は次のようであつた。

1. 関東一円は関東ロームからなつていて、X線回折図もロームに特有な帯状反射をあらわし、その中に石英に相当する $3.36\text{\AA}$ の線を伴うことは共通した所見であつたが、その他の微細な点で関東各地の間には相当な差異が認められた。
2. 松本地方および奈良地方では3~4カ所から採集したかなり広範囲な試料が、全く同一回折図形を示した。このように一地方で全く同一の回折図形を得る地方がある。
3. 各地方の土壤の鑑別については、全国各地の土壤のX線回折図に明らかな相違のある可能性を見出した。

稿を終るに臨み御指導、御校閲下さいました本学総合研究室佐藤弘一教授に深謝いたします。なお材料蒐集に御盡力をいただいた皆様にも深謝いたします。

## 参考文献

- 1) 須藤俊男: 粘土鑛物 増補版 岩波書店 東京 1962年 26頁 92頁
- 2) 和田三造: 新色名帖 日本色彩研究所 東京 1961年
- 3) 山村醇一: 科学警察研究所報告 12 320 (1959)
- 4) 山村醇一・丹羽徹吉: 科学と捜査 10 13 (1957)
- 5) 荒居茂夫: 科学警察研究所報告 12 225 (1959)
- 6) Goïn, L.J. & Kirk, P.L.: Am. J. Police Science 38 267 (1947)
- 7) 生田平平: 科学と捜査 5 24 (1952)