

# コンロン山北東部の蒸発残留塩類について

— 粉末X線回折像による分類 —

村山 治太<sup>1)</sup>・劉 嘉麒<sup>2)</sup>

Evaporites Collected at North and East Kunlun Mountains, in China.

— Classification with X-ray diffraction method —

Haruta MURAYAMA<sup>1)</sup>・Jiaqi LIU<sup>2)</sup>

**Abstract:** The scientific expedition was carried out from the Taklimakan desert (altitude 1000m) to the Tibet plateau (4000~5000m) passing through Kunlun mountains (over 5000m) by the members of Japan-China Joint Project which name was Kekexili, China Region Science Expedition. Evaporite samples were collected from near rivers and lakes (24), bottom of lakes (2) and the others (9). Altitude was measured at the sampling site. X-ray analysis were carried out at the laboratory of Yokohama National University after dried in silica gel desiccator. Only quartz was detected for rock-forming minerals. Four secondary minerals were detected for evaporites those names were halite, thenardite, gypsum and calcite. Evaporites were consisted of only one kind of mineral, mixture to quartz or mixture to each other.

## はじめに

1989年1月に中国科学探検協会が設立され、第一号事業として「日中共同カガシリ科学探検 (Kekexili, China Region Science Expedition) プロジェクト」が企画された。カガシリ (Kekexili) 地域はこれまで人跡未踏に近く、科学調査がなされていないため、総合自然科学調査の対象地域として取り上げられた。平均標高4500mに達する山岳・峡谷・湖沼地帯の成立経緯と、動植物界の実態を明らかにすることが主な目的であった。向こう3年間を目標として、第1回科学調査隊が1990年7月18日にウイグル自治区の首都ウルムチ (Urumqi) を出発した。ランドクルーザー3台を日本から持込み、北京ジープ4台とトラック6台を中国側が用意した。タクラマカン (Taklimakan) 砂漠を越え、

1) 横浜国立大学・教育学部・化学教室

Department of Chemistry, Faculty of Education, Yokohama National University.  
156, Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama 240

2) 中国科学院・地質研究所・第四紀地質研究室

Quaternary Division, Institute of Geology, The Chinese Academy of Sciences.  
P.O.Box 634, Beijing, China.

コンロン (Kunlun) 山脈の東に位置するカガシリ山脈を含むチベット (Tibet) 北部の、標高 4000~5000m の高原地帯約 3000km を調査し、9月14日にウルムチにもどった。第一回調査隊の責務は地域全般の予察を行い、以降の計画の進行を図ることにあった。隊の構成は日中双方から動物・植物・地質・地形・古環境・陸水等の調査隊員 9 名の他、報道・設営・車両関係等も加えて、総勢 40 名であった。ルートは大部分が砂漠または半砂漠であり、行程途上で地表に析出しているエバポライト (蒸発残留塩類) 35 試料を採集することが出来た。帰国後粉末 X 線回折法で鉱物種を同定したので、報告する。

### 1. ルートおよび試料採取地点

調査地域の概念図を図-1 に、走破したウルムチからのルート図を図-2 に示す。日中両国の調査隊員は北京に集合し、先発した車両隊とウルムチで合流した。当初の計画ではテンシャン (Tianshan) 山脈を越え、コルラ (Korla) からタクラマカン砂漠 (標高 1000m) の縁に沿って東から南に回り、チェモー (Qiemo) からアルチン (Altun) 山を越えて、コンロン山脈の東に位置するカガシリ山脈を含むチベット北部の、標高 4000~5000m の高原地帯を西から東に調査する予定であった。しかし、チェモーの南東 60km の地点 (図-2 で×印の地点) で川の水が多くて渡河出来ず、計画を変更した。一度ルオチャン (Ruoqiang) 迄戻り、帰りのルートに予定していたヤチクアン (Yaziquan) 経由でアルチン山自然保護区を通過してカガシリ山地に入り、時間とガソリンの許す限り南進した。シンヤン (Xiangyang) 湖を南限として同じルートをたどり、ウルムチに戻った。

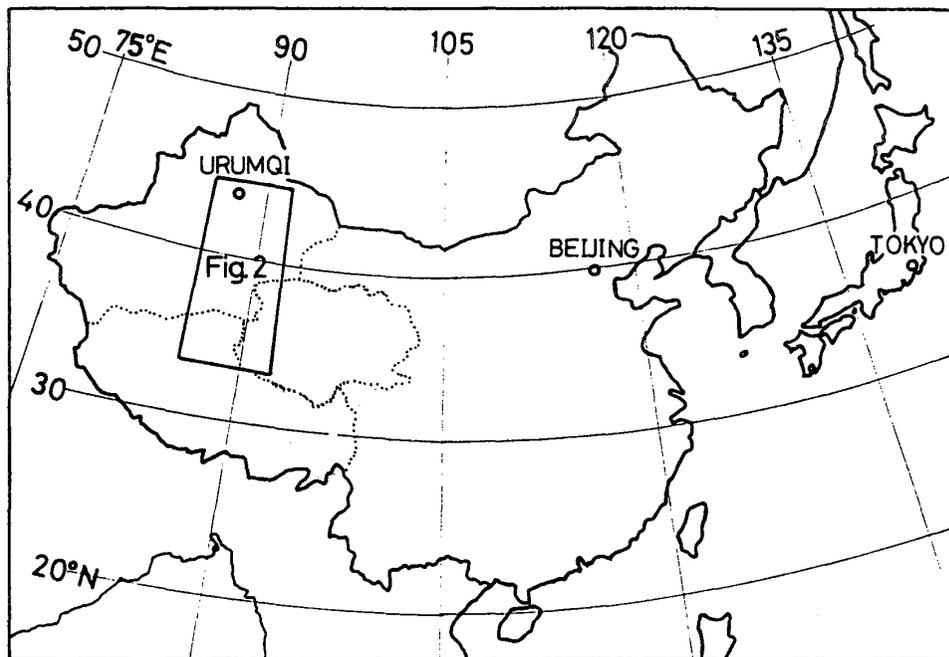


図-1. 調査地域の位置

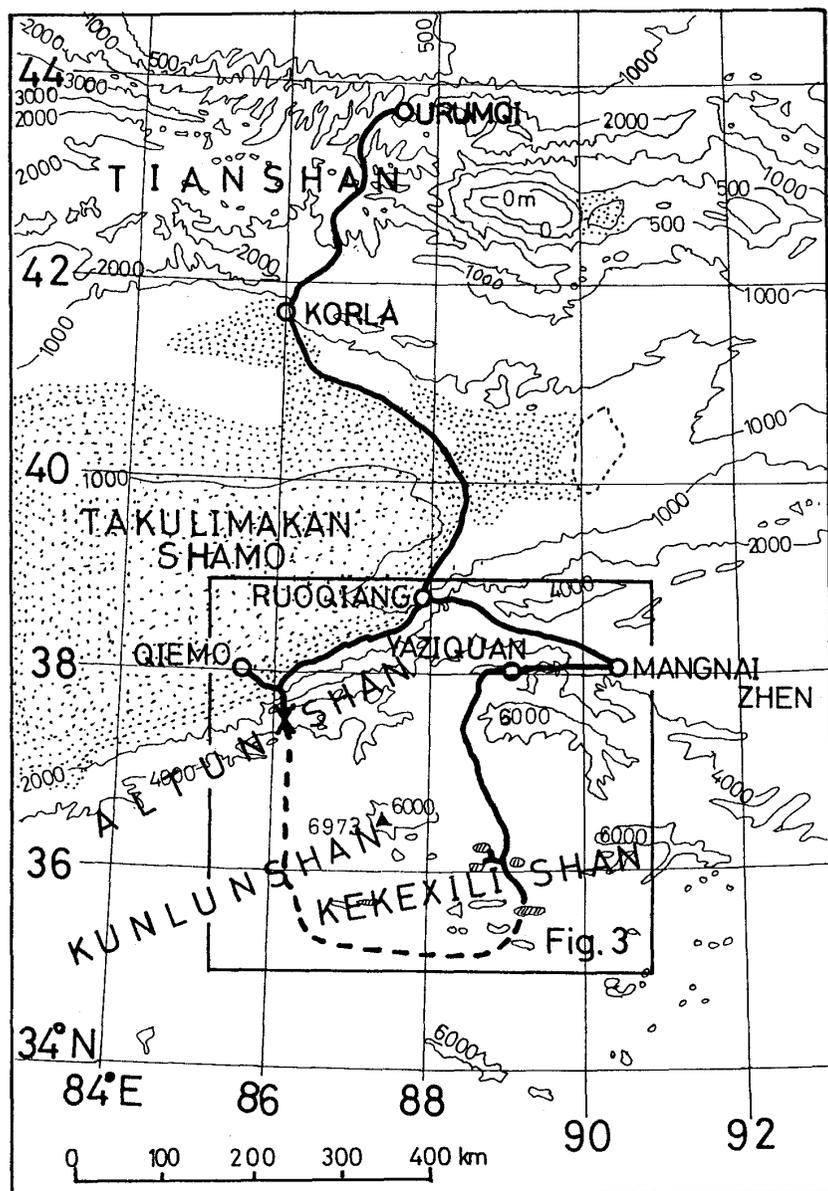


図-2. ルート図

試料採取地点および試料番号を図-3に示す。同一地点で複数個の試料を採取した場合もあり、試料番号は通し番号（粉末X線回折の結果の表も同じ通し番号）を用いた。採取した試料は全て二等分し、日中両国の隊員（日本隊は村山、中国隊は劉）が持ち帰った。

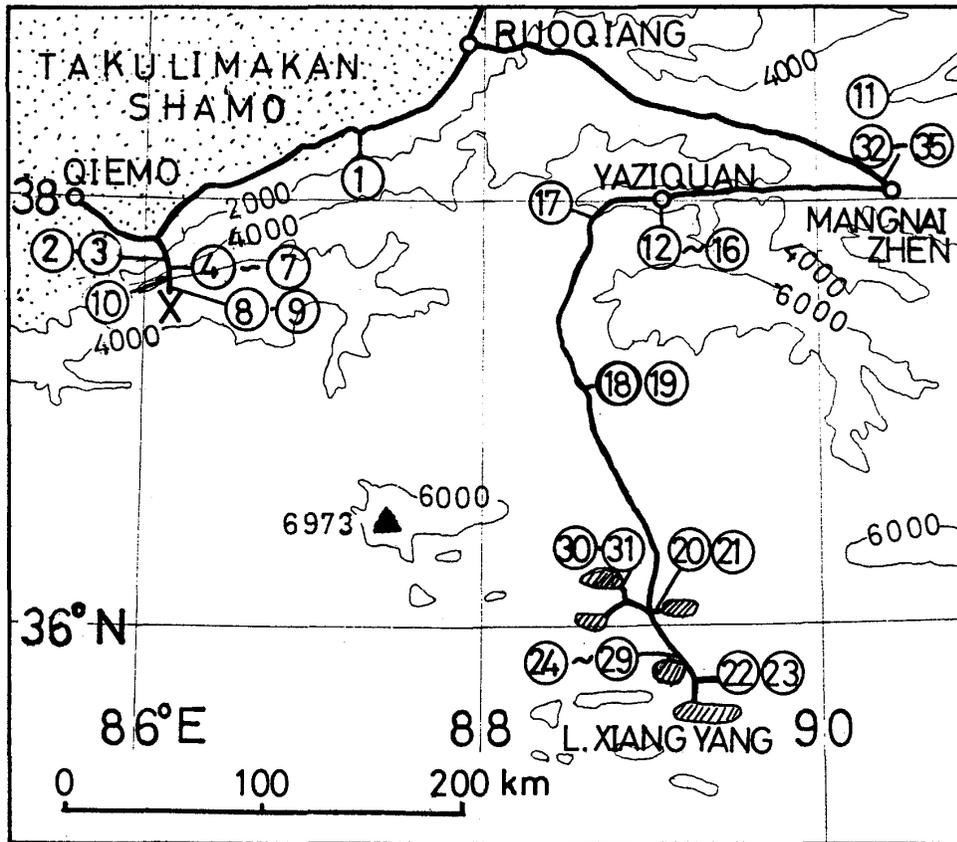


図-3. 試料採取地点

## 2. 鉍物種の同定

持ち帰った試料は室温でデシケーター中に保存して乾燥した（乾燥剤：シリカゲル）。十分に乾燥した後メノウ製乳鉢で200メッシュ以下に粉碎した。鉍物種の同定は横浜国立大学教育学部のX線分析装置を用いて、粉末X線回折法により行った。測定条件を表-1に示す。

表-1 測定条件

測定機	X線回折装置 JDX-8020 (日本電子株式会社製)
X線管球	Cu
電圧	40 kV
電流	20 mA
回折角度	$2\theta = 5^\circ \sim 55^\circ$
ステップ角度	$0.04^\circ$
測定時間	0.5 sec/step

### 3. 結果

表-1の測定条件によりえられた回折像の解析結果を表-2に示す。回折像の代表的な例として、主として石英だけのもの(試料番号17)を図-4に、ハライトを主成分とするもの(試料番号32)を図-5に、テナルダイト(試料番号26)を図-6に、そして石英・ハライト・テナルダイト3種の混合物の例(試料番号14, 31)を図-7, 8に

表-2 粉末X線回折の結果(室温で乾燥した試料)

試料番号	採集月日	採集地(海拔高度)	検出された鉱物
1	8-5	ルオチャン-チェモ-間の砂漠(黄砂・1000m)	Q
2	8-7	河原の崖(河床より30cm上・2270m)	Q>H
3	8-7	河原の崖(2と同じ,特に白いところ・2270m)	H>Q
4	8-7	河原の崖(河床より50cm上・2465m)	H, T
5	8-7	河原の崖(河床と同じ高さ・2465m)	Q>H
6	8-7	河原の流水の跡(枯木まじり・2465m)	Q>T, H
7	8-8	キャンプ地・水場の崖の表面(2650m)	H
8	8-9	平坦な草地の間の裸地(枯草まじり・2850m)	Q>H
9	8-9	草地の崩れた地面(草に付着・2850m)	Q>H
10	8-11	山の頂上付近(黄砂・2850m)	Q
11	8-18	アルチン山北の塩湖(岸・2985m)	T>H
12	8-20	鴨子泉(草地の間の白いところ・3600m)	H
13	8-20	鴨子泉(草地の間の茶褐色のところ・3600m)	H
14	8-20	鴨子泉(鼠の穴の近く・3600m)	H, T, Q 図-7 写真-7, 8
15	8-21	鴨子泉(草地の間の茶褐色のところ・3600m)	H
16	8-22	鴨子泉(草地の間の茶褐色のところ・3600m)	H
17	8-22	植物実験所の近くの草地(4000m)	Q 図-4 写真-1, 2
18	8-24	キャンプ地(裸地・4700m)	Q, H
19	8-25	キャンプ地(草に付着・4600m)	Q>H
20	8-26	桃湖北岸(4780m)	Q>H
21	8-28	川岸(桃湖に流入・裸地・4665m)	Q
22	8-28	峠を降りかけたところ(裸地・4900m)	Q
23	8-28	小山状になった石膏の結晶(4770m)	G 図-9 写真-11, 12
24	8-28	川岸(囲山湖北に流入・裸地・4670m)	H>Q>T
25	9-1	水中の石の表面に生成したカルサイト(4660m)	C>Q 図-10 写真-13, 14
26	9-2	ほぼ干上がった池の中央(4740m)	T 図-6 写真-5, 6
27	9-2	囲山湖北端(湖岸から5m・4735m)	H>Q>T
28	9-2	囲山湖北端(湖岸から20m・4740m)	Q>H
29	9-3	川岸(草の間の裸地・4660m)	H>Q
30	9-3	仏の湖の岸(湖岸から5m・4700m)	H>T>Q
31	9-3	仏の湖の岸(湖岸から70m, 草に付着・4720m)	Q>H>T 図-8 写真-9, 10
32	9-3	アルチン山北の塩湖(水中・深さ5cm・2985m)	H 図-5 写真-3, 4
33	9-8	アルチン山北の塩湖(湖岸・2985m)	H
34	9-8	アルチン山北の塩湖(湖岸から10m・2985m)	H
35	9-8	アルチン山北の塩湖(湖岸から50m・2988m)	Q>H

造岩鉱物 Q: 石英

二次鉱物 H: ハライト T: テナルダイト C: カルサイト G: ギブサム

示す。それぞれ一点だけであったが、ギプサム（試料番号23）、カルサイト（試料番号25-石英をふくむ）を採集したのでその回折像を図-9, 10に示す。図-4~10のそれぞれには産出状況の写真を2枚ずつ付したので、文末にまとめてある。試料番号23のギプサムは湖底跡の窪地に小山状に盛り上がって晶出していた。試料番号25はシンヤン湖の湖岸の水中（深さ5cm）で得た試料で、生成しつつある状態のものと思われる。硫酸ナトリウムはすべてテナルダイトとして検出されたが、これは試料を乾燥してから測定したため、現地ではミラビライトとして析出していたものも含まれている。

#### 4. 考察

地表に析出しているエバポライトと思われる部分を時間の許す限り無作意に集めた。X線回折の結果、造岩鉱物である石英のほかに4種類の二次鉱物を確認した。

石英以外の造岩鉱物は確認できなかった。岩石が風化されていく過程で風による分別作用が働いて、他の造岩鉱物は運び去られてしまい、地表付近には石英が濃集しているものと考えられる。表-2で試料番号1, 10, 22は外見は泥状であったが、X線回折像から石英以外の造岩鉱物を見つけることはできなかった。

二次鉱物は、湖水中に溶解していたものが、湖水の蒸発による湖岸線の後退の跡に取り残された場合と、地中で水に溶解していたものが、毛管現象によって地表付近まで吸い上げられ、水の蒸発の後に置き去りにされた場合とがある。試料番号11, 20, 27, 28, 30, 31, 33~35はいずれも湖岸線の後退した跡の残っている場所で採取した。試料番号2~9, 12~19, 21, 24, 29は川に近く地中の水分が多いため、地下水の毛管現象による吸い上げと地表付近での水の蒸発とが繰り返された結果、地下水中に含まれていた塩類が二次鉱物となって析出したものであり、同じ現象は湖岸線の後退した跡でも起こっている。

湖水中でも二次鉱物は生成している。試料番号26はテナルダイト（現地では多分ミラビライト）、32はハライトであったが、これらは乾燥気候に支配された砂漠または半砂漠の湖水では一般にみられる現象である。水中で生成途中にあると思われるカルサイトを採取した（試料番号25）が、生物が関与しているかどうかは不明である。試料番号23のギプサムは昔水中で生成したもので、拳大の塊を割ると一部半透明な部分を含んでいた。

時間に追われながらの計画性の無い試料採取であった。白っぽくみえるエバポライトは見かけは同じであっても、その鉱物組成は様々であった。採取地の地表の状態（砂か泥か、裸地か草が生えているか、平坦か傾斜地かなど）や標高による二次鉱物析出条件のちがいはとくに見出されなかった。

#### 5. 謝辞

本調査は中国科学探検協会の事業として行われた。数々の困難な状況をくぐり抜けて科学探検を成功に導いた中国科学探検協会の皆様、あらゆる協力を惜しまなかった中国と日本の関係者の方々に深い敬意を表します。75日間の海外調査を許可して下さった横浜国立大学教育学部教授会の皆様に感謝します。

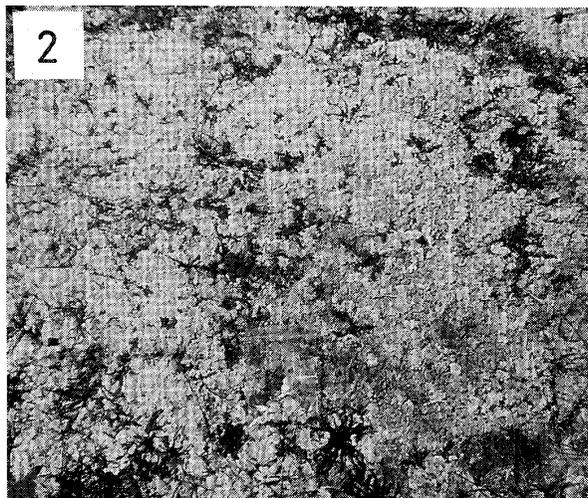
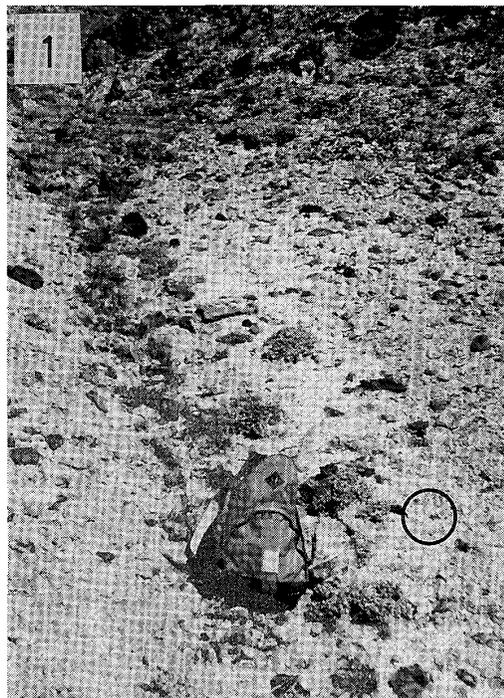


写真-1. 主として石英だけが集まったところ。  
ゆるい傾斜面の凹部に集まっている。  
○印は試料番号17採取地点。

写真-2. 試料番号17採取地点。  
二次的に生成したものではなく、風と雨  
によって運ばれてきたものであろう。

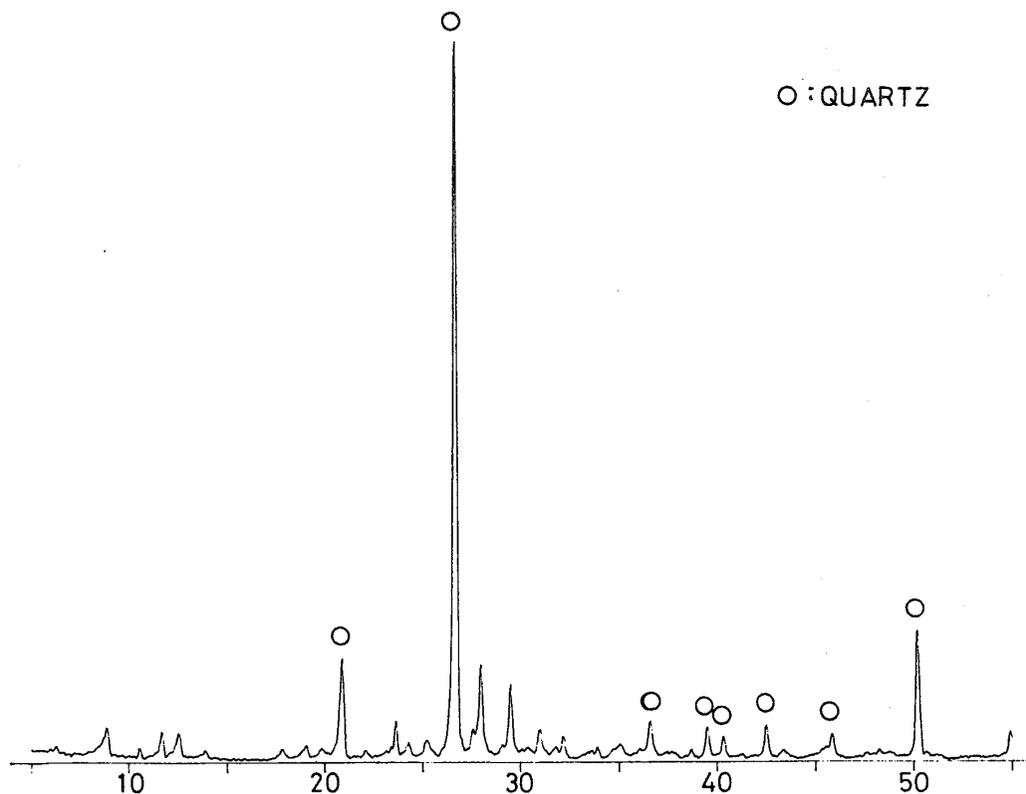


図-4. 主として石英だけの例

(試料番号17)

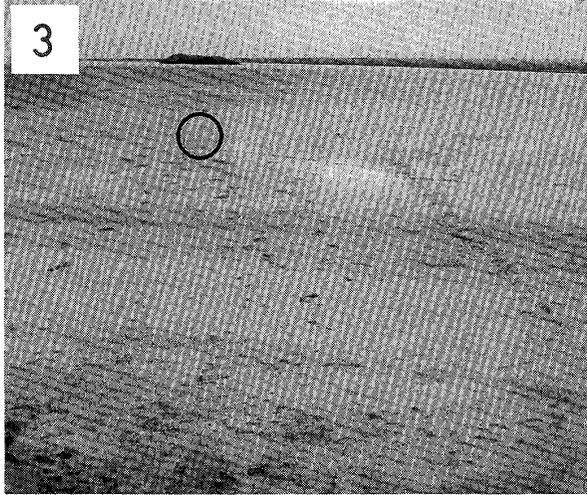


写真-3. アルチン山北の塩湖  
○印は試料番号32採取地点。

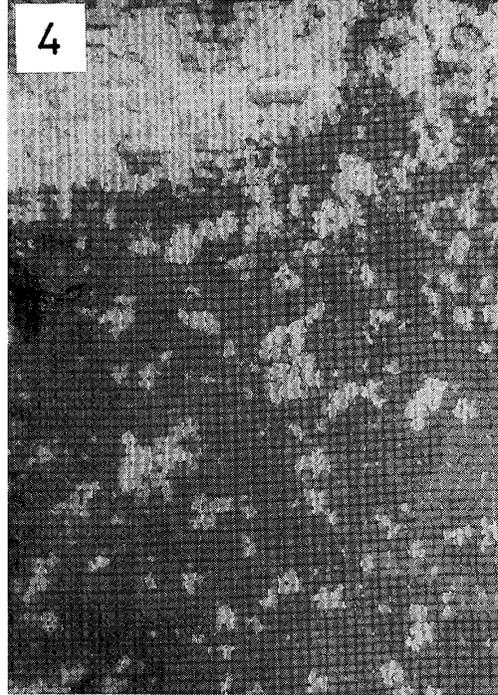


写真-4. 試料番号32採取地点。  
深さ5cmの水底に正方形の結晶が多数晶出している。

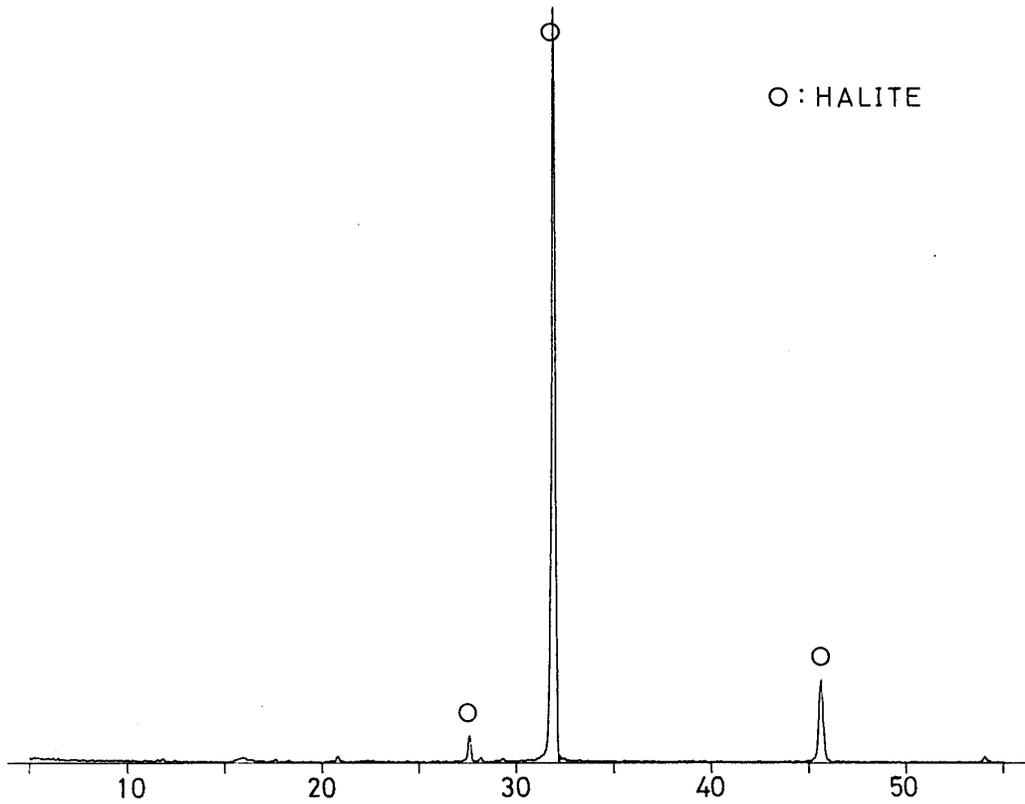


図-5. ハライトを主成分とするものの例

(試料番号32)

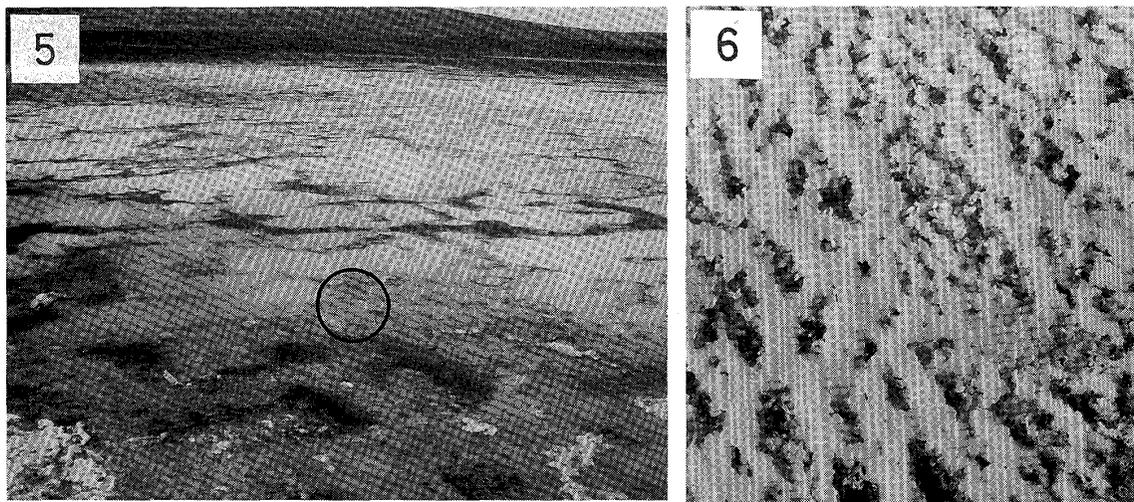


写真-5. ほぼ干上がった湖。  
○印は試料番号26採取地点。

写真-6. 試料番号26の晶出風景。  
この時点ではミラビライト (Mirabilite) であったものと思われる。下の図-6は風乾して全ての結晶水を除いたもの。

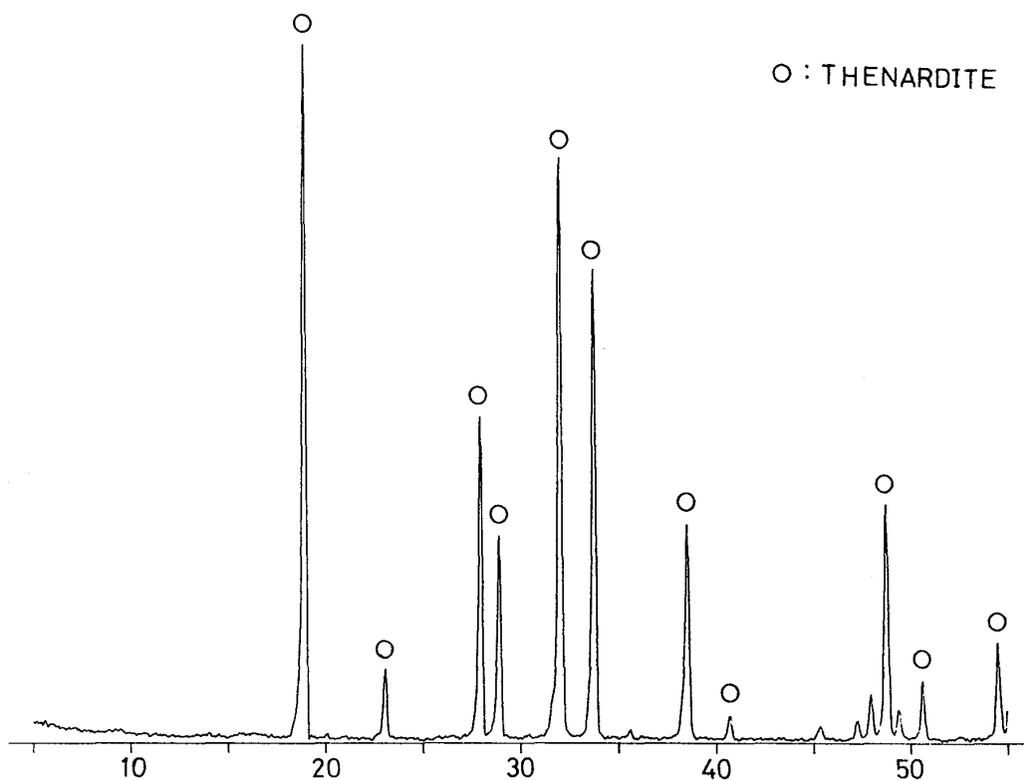


図-6. テナルダイトの例

(試料番号26)

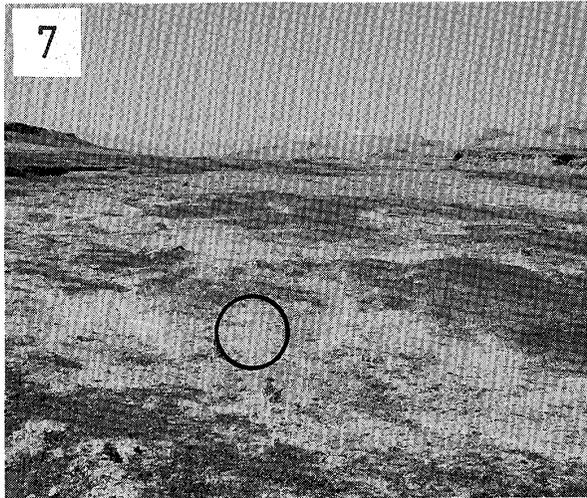


写真-7. 草原の河原の跡。  
石英と二次鉱物とが混合して晶出している例-その1。○印は試料番号14採取地点。



写真-8. 凹部に晶出している二次鉱物。  
塩害のためか草は生えていない(試料番号14)。

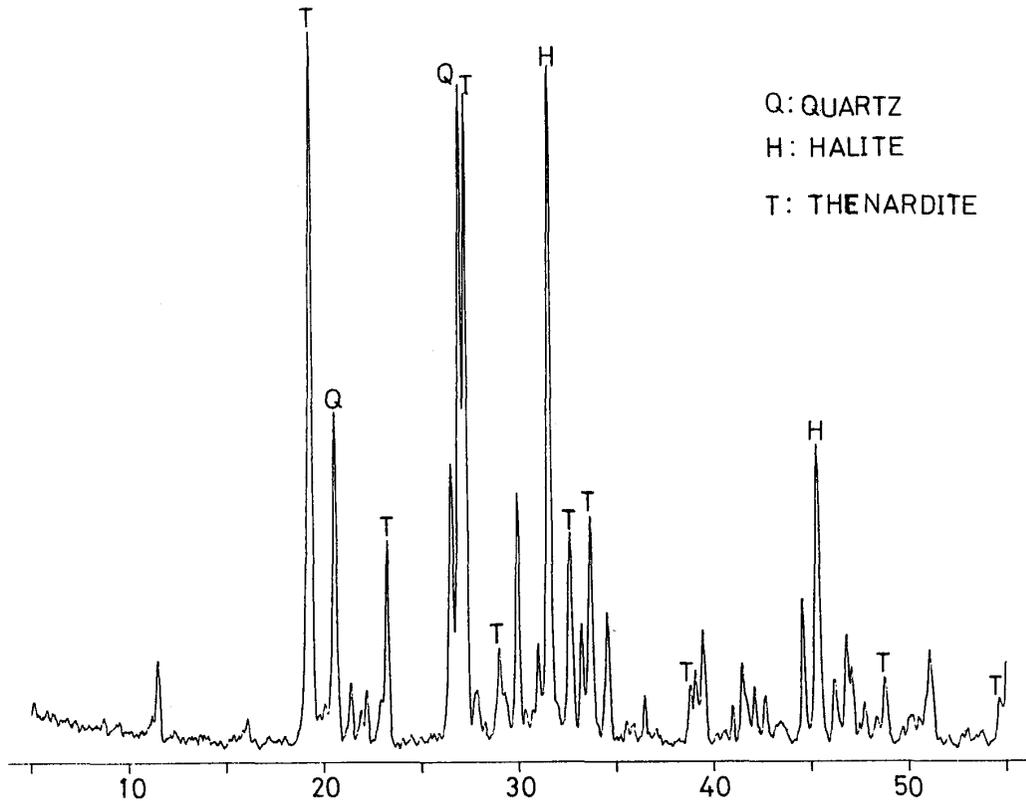


図-7. 石英・ハライト・デナルダイト3種の混合物の例-その1 (試料番号14)

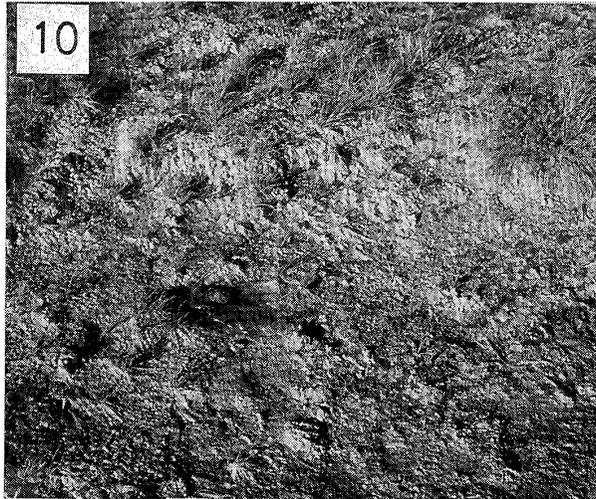


写真-9. 湖岸線が後退した跡。  
石英と二次鉱物とが混合して晶出している例-その2。○印は試料番号31採取地点。

写真-10. 試料番号31の晶出風景。  
傾斜地の草の露出して枯れた根に付着して晶出している。

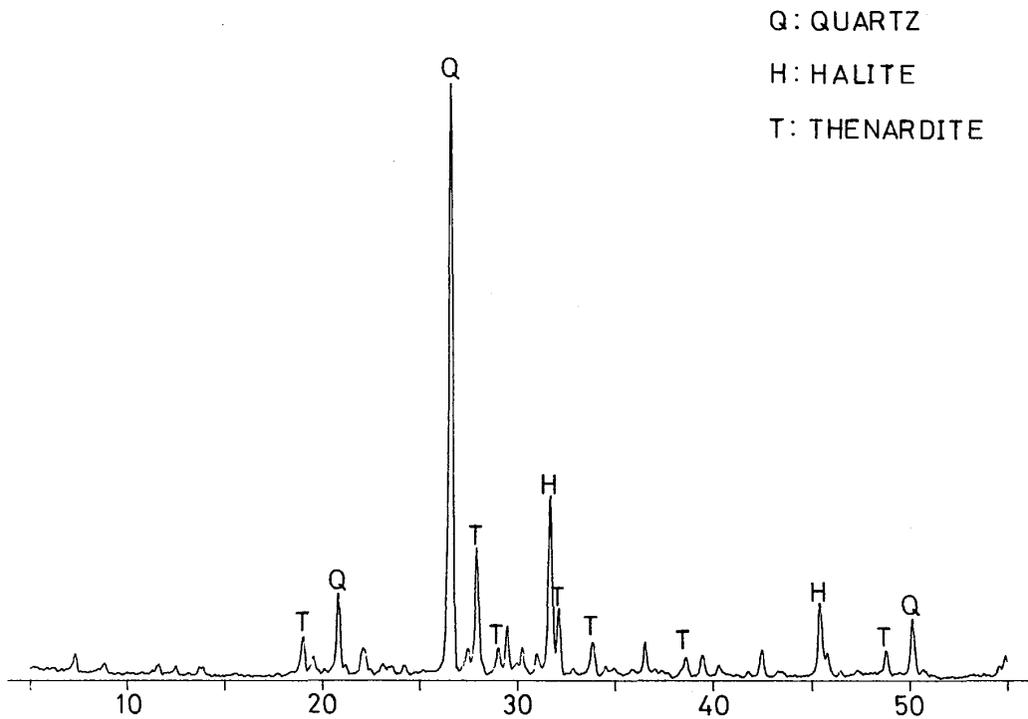


図-8. 石英・ハライト・デナルダイト3種の混合物の例-その2 (試料番号31)

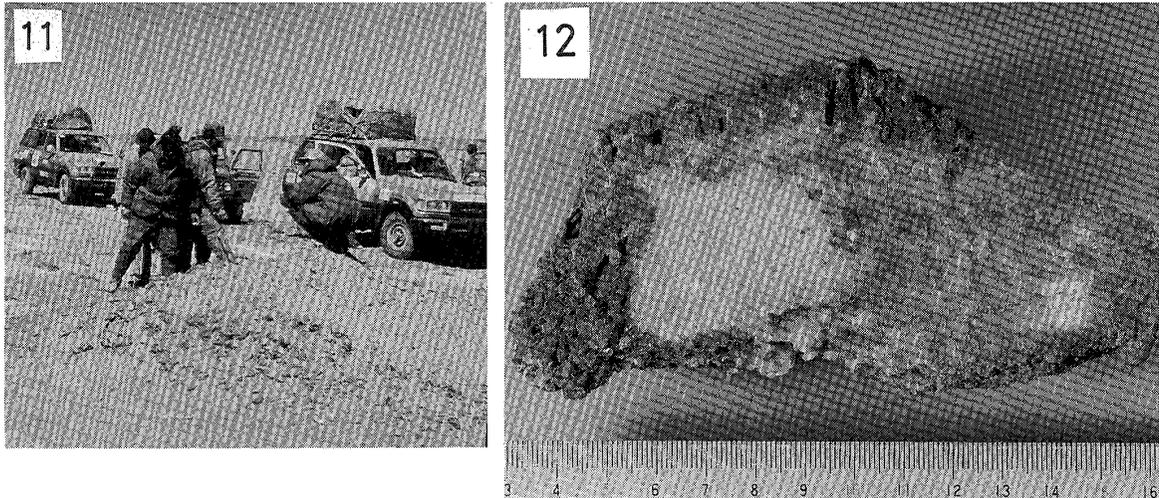
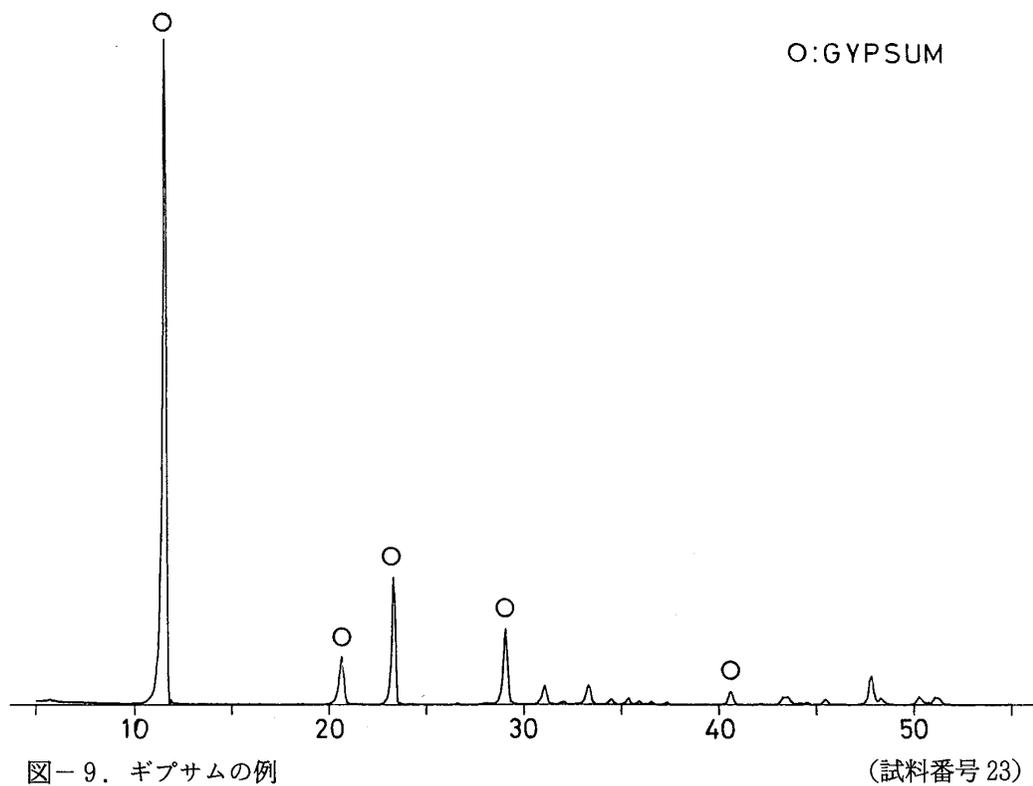


写真-11. 試料番号 23 を採取した石膏の小山。  
湖底跡に小山状に石膏の塊が盛り上がっているところがあり、大きいものは直径 5m、  
比高 1m。

写真-12. 塊状の石膏（試料番号 23）の断面。  
内部は一部分半透明であったが、X線回折の結果はどこも同じだった。下の図-9は半  
透明な部分。



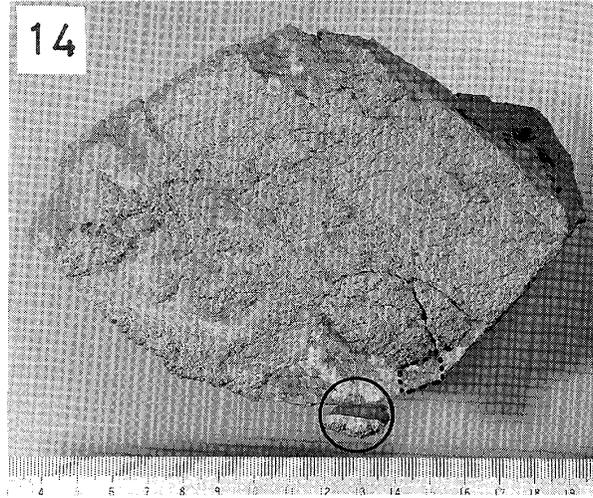
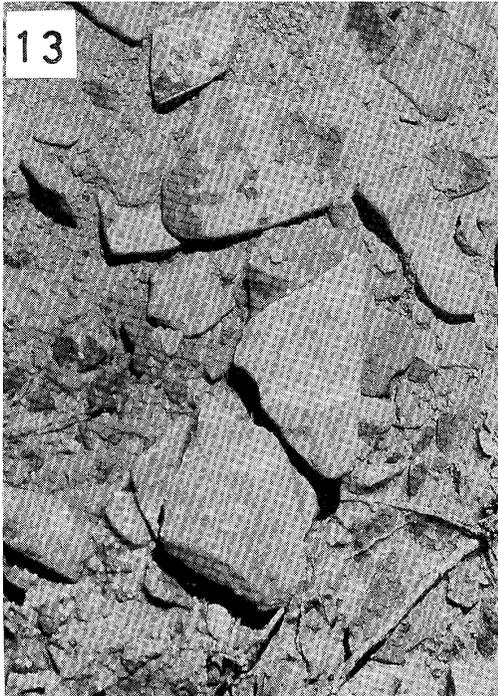


写真-13. 試料番号25の晶出風景。  
水中の石の表面にカルサイトが生成しつ  
つあるところ。

写真-14. 石の表面に生成したカルサイト（試料番  
号25）。  
○印は点線内を割った断面を示し、上方  
が石に付着していた面、下方が表面。

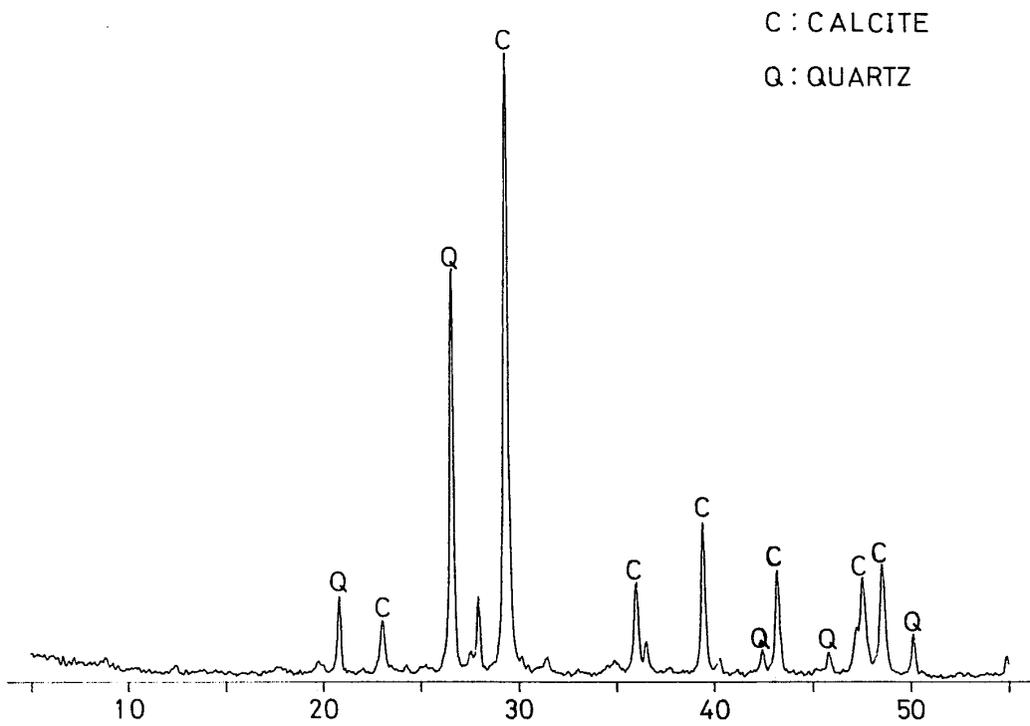


図-10. カルサイトの例

(試料番号 25)