

# インドシナの鉱物資源(2)

## ベトナム北部の工業原料鉱物資源(その1)

神谷 雅晴<sup>1)</sup>・須藤 定久<sup>2)</sup>

### 1. はじめに

ベトナム北部は、南中国地塊とインドシナ地塊との境界部にあっており、その複雑な地史を反映して、先カンブリア紀から第四紀まで、様々な時代に種々の鉱床が形成されてきた。インドシナ地域においては最も多彩な鉱物資源に恵まれた地域である。

これらの中で期待される資源は石炭、カオリン、ろう石、ボーキサイト、燐灰石、クロム、重晶石などであろう。

本報ではまず各地のカオリンとろう石について紹介する(第1図)。

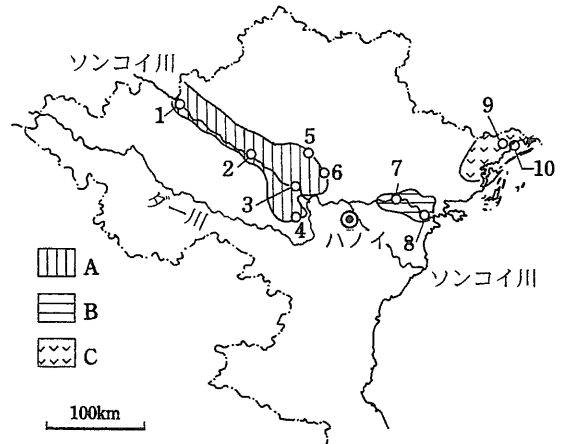
### 2. カオリン資源

この地域のカオリン資源としては3つの鉱床地帯、つまり“ソンコイ川流域”の風化型カオリン鉱床、“ハイフォン地区”の風化型および堆積型カオリン鉱床、“クワンニン地区”の熱水性カオリン・パイロフィライト鉱床(ろう石鉱床)、が知られている(第1図)。

#### 2.1. ソンコイ川流域の風化型カオリン鉱床

この地域はソンコイ川に沿う大構造帯中にある。この地域には、先カンブリア紀の片麻岩や花崗岩などからなる古い地塊が露出し、花崗岩やミグマタイト、ペグマタイトなどの珪長質岩石は風化作用を受けてカオリン化し、随所に風化型カオリン鉱床を形成している。

ラオカイ(Lao Cai)、イェンバイ(Yen Bai)、タクコアン(Thach Khoan)、ディンチュン(Dinh Tyung)など多くの鉱床が探査されている。この地域のカオリンは白色度が高く、品質が安定しているのが特徴



第1図 ベトナム北部のカオリン資源の分布。

A: ソンコイ川流域の風化型カオリン(主要鉱床は1:ラオカイ, 2:イェンバイ, 3:ゴガイ, 4:タクコアン, 5:ヌイホン, 6:ディントラン) B: ハイフォン地区の堆積型カオリン(7:トラクトン, 8:ミンタン). C: クワンニン地区のろう石(熱水性カオリン, 9:タンマイ, 10:キムティン)

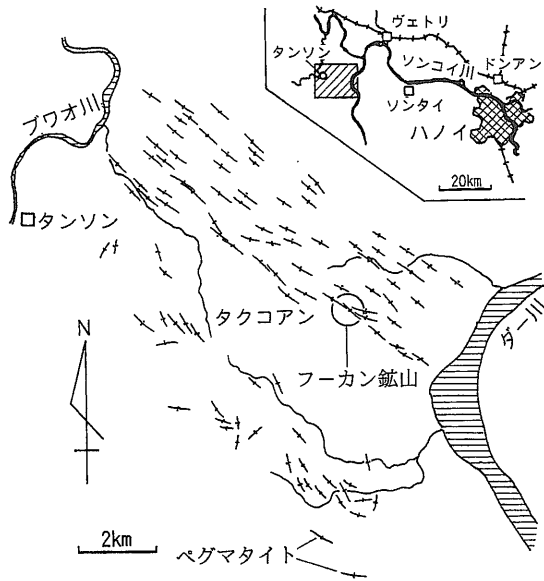
である。特にペグマタイト中の長石塊が風化したものは純度が極めて高いものが多い。一般的なカオリンの化学組成は、 $Al_2O_3$  28~32%,  $Fe_2O_3$  0.4~1.2%,  $TiO_2$  0~0.35%である。

**タクコアン(Thach Khoan) 鉱床:** ハノイの北西65kmの、ヴァン・フー省タンソン及びタンスイ地区にあるタクコワン鉱床は、この形式の代表的鉱床である。この鉱床は、ハノイの西方約40kmのソンコイ川とダー川(Da River)との合流点の南西側に位置している。

この地域には原生代の雲母片岩・珪岩・結晶質石灰岩および角閃石片岩が広く露出している。これら変成岩類の構造と調和的に多数のペグマタイト岩脈

1) 元所員, 現住鉱コンサルタント(株)  
〒160 新宿区歌舞伎町2-16-9  
2) 地質調査所 鉱物資源部

キーワード: ベトナム, 工業原料鉱物, カオリン, ろう石, タンマイ  
鉱山



第2図 タクコアン付近のペグマタイトの分布

が貫入し、現在までに245本の脈が確認されている(第2図)。ペグマタイトの形状や規模はきわめて変化に富み、さまざまである。最大の脈は北西-南東方向で延長約800m、幅6~7mの規模を持っている。これらのペグマタイト脈は地表から30m程の深さまで風化されカオリン鉱床となっている。

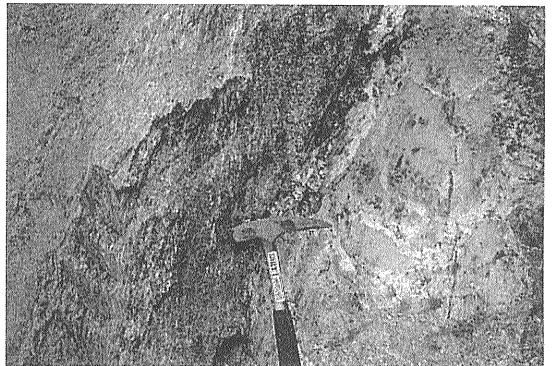
1943~1945年にペグマタイト中にベリルが発見されたことから、1958年以降探査が進められ、長石・雲母の鉱床として開発されるようになった。フーカン(Hu khanh)鉱山：タクコアン地区の鉱床の中で、最も有望な鉱床の1つがフーカン鉱山のものである。ここでは現在、240名の従業員によって露天採掘が行われている(第3図)。

ペグマタイトは地表付近では強い風化作用を受け、長石類は完全にカオリン化している(第4図)。風化作用はこの地区では一般に20~30m、断層破碎帯などでは80m以上に及ぶといわれている。それより深いところでは長石が残留するようになる。したがって、露天採掘が進めば長石もカオリンとともにこの鉱山の主要な産物となる。

この鉱山における良質のカオリン鉱は長石塊が風化した酸化鉄による汚染の少ない部分で、純白、軟質、脆弱である(第5図)。しかし、鉱石は多かれ少なかれ酸化鉄による汚染を受けているので、採掘切羽付近において鉱石の選別が行われている。ちなみ



第3図 フーカン鉱山の露天採掘場。全般に、酸化鉄により広く汚染されている。中央下部の白色部では汚染もなく、最上質のカオリン鉱が採掘されている。



第4図 カオリン化したペグマタイト(左)とペグマタイト(右)の接触部。ペグマタイトは酸化鉄に汚染されているものの風化により完全にカオリン化されている。

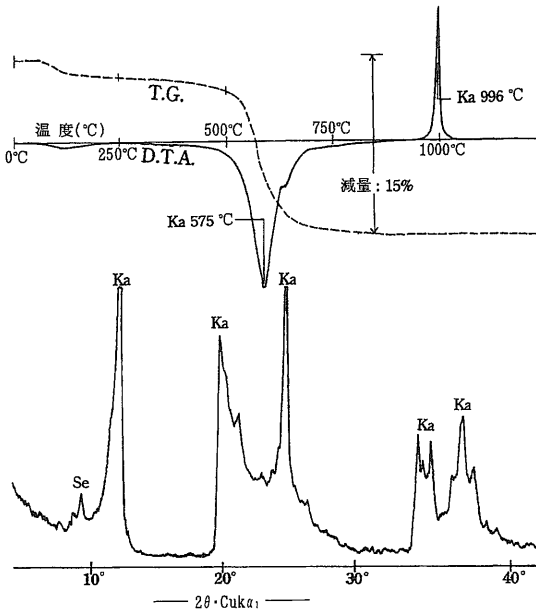
に、平均的なカオリン鉱石の化学組成は以下に示す通りである。

|                                |        |                   |        |
|--------------------------------|--------|-------------------|--------|
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 27~33% | CaO               | <0.7%  |
| SiO <sub>2</sub>               | 47~57% | Na <sub>2</sub> O | 0.4~2% |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | <1.0%  | K <sub>2</sub> O  | 1~2%   |
| TiO <sub>2</sub>               | <0.05% | IgLoss            | <10%   |
| MgO                            | <0.3%  |                   |        |

(分析：ベトナム地質調査所)

フーカン鉱山では1990年以降、カオリン鉱石を7,000~8,000t/年のペースで、主に付近の陶磁器工場へ供給し、長石もガラス・ゆう薬原料に5,000~6,000t/年の生産を続けている。

カオリンの埋蔵鉱量は総計820万トンであり、その



第5図 フーカンカオリンの試験データ。熱分析によるT.G.-D.T.A.パターンとX線回折パターンを示した。どちらも、純度の高いカオリンであることを示している。鉱物名はKa:カオリン, Se:白雲母。

うち比較的鉄分の少ないカオリン鉱石 ( $Fe_2O_3$  1.5%以下)の確定埋蔵鉱量は320万トンといわれる。

### 2.2. ハイフォン地区のカオリン資源

この地区はソンコイ川に沿う構造帯の北東側にあり、中・古生層からなる丘陵と北ベトナム平原の境界部にある。この地区の三畳系中に発達する炭田から産する高品位の原料炭は“ホンゲイ炭”として古くから有名である。

この地区には2つの型のカオリン鉱床が知られている。その1つは、風化型カオリン鉱床である。中・古生層中には酸性火山岩類が伴われており、その地表部が風化されて、カオリン鉱床となっている。あまり高品位の鉱石ではないが、鉱量が4,500万トンと豊富であり、ベトナム北部の陶磁器工場へ供給されている。

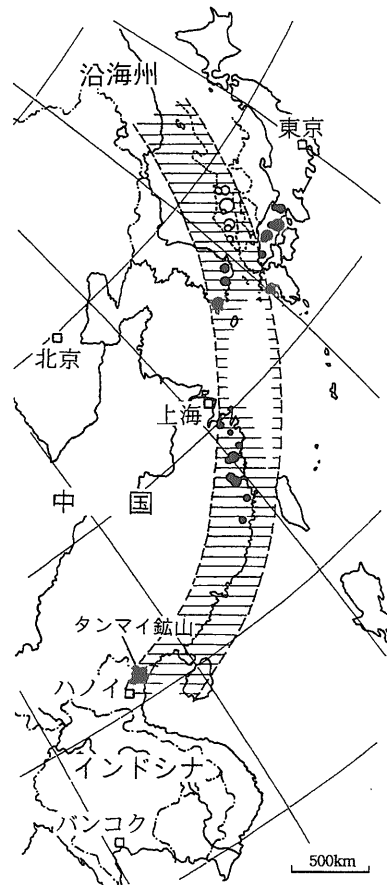
もう1つの方は第四紀の堆積型カオリン鉱床で、丘陵の麓に分布している。鉱量は800万トンと多くはないが、可塑性が強いのが特徴である。トルック・ソン鉱床が代表例で、鉱石の一般的品位は、次のとおりである。

|                   |            |                |              |
|-------------------|------------|----------------|--------------|
| $Al_2O_3 + TiO_2$ | 25~30%     | $SiO_2$        | 61.68~71.07% |
| $Fe_2O_3$         | 0.57~3.48% | $K_2O + Na_2O$ | 2.2~4.6%     |

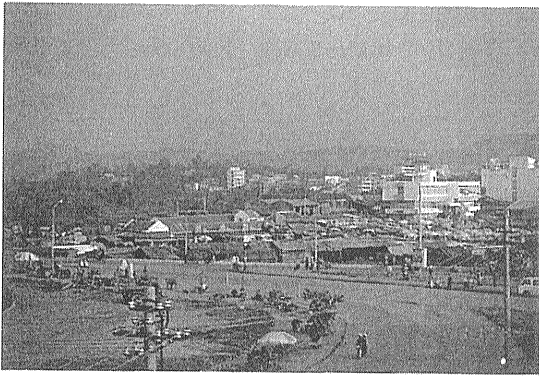
### 3. クワン・ニン地区のろう石資源

ベトナム北東端部のクワン・ニン省には、三畳系を覆ってジュラ紀~白亜紀の火山岩類とこれらを貫く花崗岩が発達している。この地区の鉱床はこの火山岩類に伴う熱水性交代鉱床で、日本で言う“ろう石”型の鉱床である。日本の西南日本のろう石鉱床帯の延長は韓半島南端部をかすめ、中国浙江省・福建省へと延びている。さらに、その先端が、ここベトナムへと延びているわけである(第6図)。

タンマイ鉱山への旅:この地区を代表する鉱床がタンマイ鉱床である。タンマイ鉱床へはハノイからモンカイ市経由で約400kmの道のりである。ハノイから



第6図 東アジアのろう石鉱床区(須藤ほか(1988)に一部加筆)。



第7図 国境の町・モンカイ市。山の向こうは中国広西壮族自治区。国道筋は多くの人々や中国からの物資を積んだトラックやバスの往来でにぎわっている。



第8図 タンマイ鉱山遠景。山の中腹に白くくっきりと見えるのがタンマイ鉱山の露天採掘場である。

モンカイ市(第7図)までは国道が通じてはいるものの、道路や橋の整備が遅れており、渡河フェリーを2度乗り継ぎ、整備不良の舗装道路や砂利道を走る。380kmの道程に11時間以上も費やした。モンカイ市で国道からはずれると路面はさらに悪くなり、山元までのたかだか12kmに1時間以上もかかる始末であった。すぐ近くに鉱山の露天採掘場が見えても(第8図)、切羽にたどり着くまでおおいに難渋した。

タンマイ鉱床の地形と地質：鉱山付近は標高100～850mの丘陵～高原からなり、1974年にろう石が発見されたことから、詳しい調査が1980年から1985年にかけておこなわれ、7つの鉱床が確認された。タンマイ鉱床はその鉱床群の北東端にあり、ベトナム地質調査所によって最初に開発された鉱床であり、すでにこの鉱床のろう石は近くのハコイ港から日本へ輸出されている。

タンマイ(Tan Mai)鉱床の他にボーリング探査が計画されているチュクバイソン(Truc Bai Son)およびピノ(Pinho)鉱床などが花崗岩体の南東側に位置し、北東-南西方向に配列している(第9, 10図)。

タンマイ鉱床の産状：タンマイ鉱床は走向が北東-南西で、南東側へ傾斜した(20°～60°S)流紋岩～デイサイト質凝灰岩類が断層沿いに熱水変質作用を受けて形成されたものと言われている。鉱床はレンズ状で長さ800m、幅20～270m、北東-南西方向の断層沿いに伸長している。北東部では南西方向に傾斜し、南西部では北西によじれている。ボーリングによ

れば深さ最大120mである。

鉱床の断面は第9図に示したように、熱水変質帯の中心にはダイアスポア帯、パイロフィライト帯(P帯と略述、以下同様)およびカオリン帯(K帯)を生じ、上部には明ばん石-石英岩(A帯)があり、それらをつつむように珪化帯、絹雲母-緑泥石帯が発達する。

第11図はタンマイ鉱山の現在採掘中の中段露天切羽であり、鉱化帯の下部(写真の左側)から上盤側に向かってパイロフィライト(一石英)帯、カオリン帯、珪化帯、カオリン帯、パイロフィライト(一石英)帯、明ばん石-石英帯、珪化帯と配列し、珪化帯は概して鉱化帯の上部で拡大する傾向を示す。

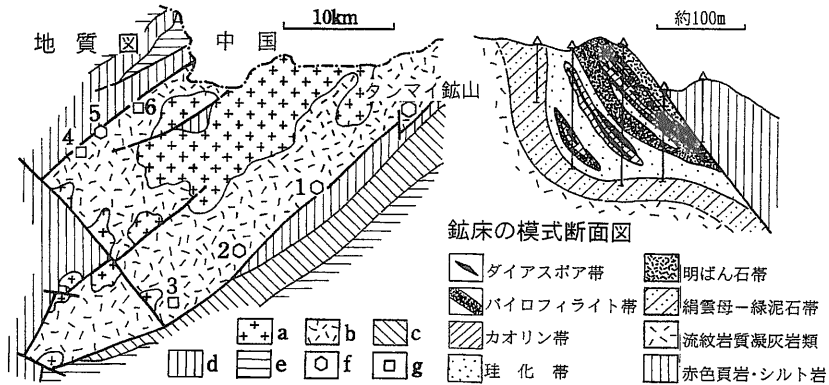
このような鉱化帯の産状は西南日本内帯や中国華南における白亜紀のパイロフィライトを主とするろう石鉱化帯の産状(例えば、須藤ほか、1988;松本、1985)と類似してる。

ベトナムろう石：鉱石は手選によりパイロフィライト鉱(P鉱)、カオリン鉱(K鉱)、明ばん石鉱(A鉱)に区分され、パイロフィライト鉱はさらに3種類(純粋P鉱、T1鉱、T2鉱)に選別される。

純粋P鉱は細粒・塊状・軟質で、帯緑色。鉱物組成はパイロフィライト純度95%以上(第1表)。

T1鉱は軟質・塊状・斑色でカオリン脈を伴う。鉱物組成はパイロフィライト・カオリン・ダイアスポア・セリサイト・石英からなる。

T2鉱は硬質・塊状・破断面は鋭い。鉱物組成は



第9図 クワンニン地区のろう石鉱床. Tran Xuan Toan (1988)を簡略化. 地質図と鉱床の模式断面図(タンマイ鉱床)を示した. a:花崗岩, b:流紋岩質凝灰岩類など, c:タンマイ累層, d:トンハイムーナクワット累層, e:ハコイ累層, f:ろう石鉱床(パイロフィライト+カオリン+明ばん石型), g:ろう石鉱床(パイロフィライト+セリサイト型), 未開発鉱床は, 1:チュクバイソン, 2:ピノ, 3:ランロム, 4:ビンリュウ, 5:バンロン, 6:チェファ.



第10図 チュクバイソン鉱床. タンマイ鉱山の露天採掘場からの遠望. 鉱床は中央のピーク付近にあり, ボーリング調査が計画されている.



第11図 タンマイ鉱山の露天採掘場. 最良質の鉱石を産出する切り羽. 2台のトラックにこぶし〜人頭大の塊鉱が手積みされる.

T1鉱と同じだが, 石英分が25%以上と高い.

カオリン鉱は細粒・塊状・軟質で, 帯緑灰色. 鉱物組成は殆どカオリンからなり, ときにダイアスポアや石英を混じえる(第1表).

明ばん石鉱は象牙色〜白色, 緻密で破断面はやや粗い. 明ばん石40~70%で残りは石英, カオリン, パイロフィライトで, 局所的には明ばん石95%に達する.

やっかい物—明ばん石: タンマイ鉱床では黄鉄鉱や赤鉄鉱による鉱石の汚染は比較的少ないが, 鉱体の上盤側にはしばしば明ばん石を多量生じている(第12図). 明ばん石は白色ときに灰白あるいは淡いピ

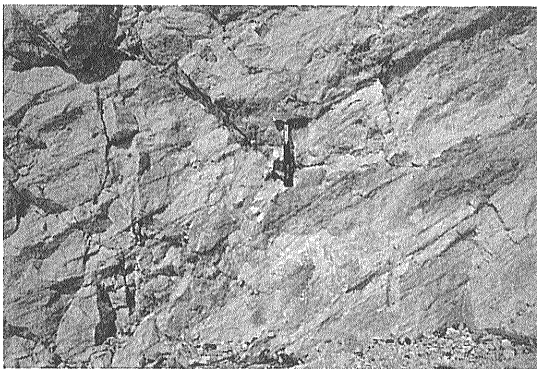
ンク色を帯び, 概して表面が粗く, ザラザラしており, 吸水性があることから, おおむね肉眼で選別可能であるが, 識別が困難な場合もある.

最近, 日本でもベトナムからの輸入鉱石中に明ばん石が混入していることがあり問題となっています(第13図). 一般に“ろう石”は低アルカリ原料として利用されるので, アルカリ分の高い“明ばん石”が混入すると, 低アルカリという特質が失われ, 商品価値は台無しになってしまいます. “明ばん石”の混入を避けるには, X線回折試験装置などを導入し, 採掘切羽での品質管理を十分に行うことが重要でしょう.

山元の切羽において手選された鉱石は, 24km離

第1表 ベトナム産ろう石の化学組成。鉱石は、Chemex社に依頼して分析した。粘土ノルム鉱物組成は五十嵐(1984)の方法で算出した。ノルム鉱物の略称は、Q:石英,ab:曹長石,ka:カオリン,se:セリサイト,mo:モンモリロナイト,pp:パイロフィライト,li:褐鉄鉱,ru:ルチル,ap:アパタイト,ot:その他の鉱物。

| [化学組成]                         |       |       | [粘土ノルム鉱物組成] |          |          |
|--------------------------------|-------|-------|-------------|----------|----------|
| 試料                             | V-3   | V-4   | 試料          | V-3      | V-4      |
| 構成鉱物                           | ka    | pp    | 鉱物          | se,mo,cc | pp,se,mo |
| SiO <sub>2</sub>               | 45.36 | 65.72 | Q           | 0.17     | 1.06     |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.41  | 0.57  | ab          |          | 0.28     |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 38.04 | 27.47 | ka          | 95.04    |          |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.07  | 0.11  | se          | 0.51     | 0.34     |
| MgO                            | 0.12  | 0.11  | mo          | 1.41     | 1.30     |
| CaO                            | 0.18  | 0.13  | pp          |          | 95.43    |
| Na <sub>2</sub> O              |       | 0.09  | li          | 0.08     | 0.12     |
| K <sub>2</sub> O               | 0.06  | 0.04  | ru          | 0.41     | 0.57     |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.20  | 0.13  | ap          | 0.32     | 0.23     |
| Ig.loss                        | 14.49 | 5.28  | ot          | 1.05     | 0.32     |
| Total                          | 98.93 | 99.65 | Total       | 98.99    | 99.65    |

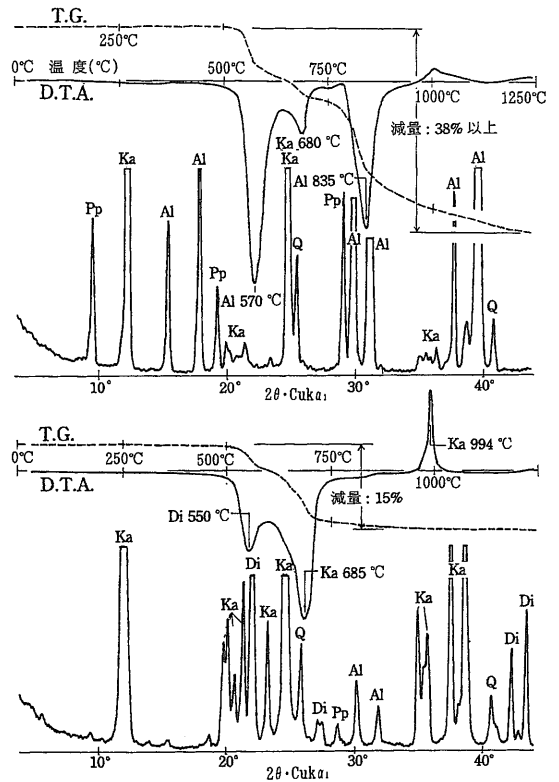


第12図 明ばん石の産状。左側へ傾斜した酸性凝灰岩が熱水変質を受けて、明ばん石-石英岩となっている。

れたホコイ(Ho Coi)にある鉱山の開発事務所までトラック輸送し、さらに選別を行って品質別に貯鉱・出荷されている。

カオリン、パイロフィライト、明ばん石は、陶磁器、耐火物、紙、ゴム、塗料に利用され、カオリン、パイロフィライトは彫刻用にも利用されている。1994年現在の年間生産量はカオリン鉱約2,000トン、パイロフィライト鉱約7,000トンで、その大半は日本向けである。

埋蔵量は4,514万トン(K, P鉱)、確定鉱量は2,881



第13図 タンマイろう石の試験データ。熱分析によるT.G.-D.T.A.パターンとX線粉末回折パターンを示した。日本へ輸入されたタンマイろう石から採取した試料。混入した明ばん石鉱(上)と高品位なカオリン鉱(下)。鉱物名はPp:パイロフィライト, Ka:カオリン, Al:明ばん石, Q:石英, Di:ダイアスポア

万トン、推定鉱量1,633万トン、明ばん石鉱は140万トン(Tran Xuan Toan, 1988)といわれている。

#### 4. おわりに

ベトナム北部で期待される工業原料鉱物資源のうち、まずカオリン・ろう石資源について紹介した。

次報においては、燐灰石、ボーキサイト(ばん土頁岩)鉱床、クロム鉱床、重晶石鉱床について紹介する。

#### 参考文献

Economy and Social Committee for Asia and Pacific, United Nation (1990): Atlas of Mineral Resources of the ESCAP

Region. vol.6, Viet Nam. 124p., UN/ESCAP, Thailand.

Geological Survey of Vietnam (1991): Geological Map of Cambodia, Laos and Vietnam. 1:1,000,000 scale, 6 sheets, 2nd ed., Hanoi.

五十嵐俊雄(1984): 粘土質試料のノルム計算(N88BASICプログラム), 地質ニュース, no.353, 37-47.

松本寛造(1978): ろう石鉱床の探鉱開発指針. 鉱山地質, vol.29, no.5, p.281-290.

須藤定久・沈 伯平・江 善慶(1988): 日本と中国のろう石鉱床-

勝光山地区と青田地区を例に-耐火物資源に関する研究. International Research Development Cooperation, ITIT Project, no.8314, p.80-86.

Tran Xuan Toan(1988): Kaolin deposits. in Geology and Mineral Resources of Vietnam, vol.1, Mineral Development Company, Hanoi, p.153-162.

KAMITANI Masaharu and SUDO Sadahisa (1996): Industrial minerals of northern Viet Nam (1).

<受付: 1996年4月5日>

## 一口メモ

## 南部はナンボ, ベトナム語

ベトナム人地質屋仲間の会話で、「ナンボ」という言葉が聞こえた。意味は関西弁の「いくら?」ではなく、ベトナム南部を意味するとのこと。多少の訛りを考えれば、日本語の「南部」と一致する。ベトナム語には日本語に類似した単語(漢字の音読)が少なくないようだ。

その昔、日本・ベトナム両国は幾度も中国の言葉を輸入した。主なルーツは、ともに、中国南東部あたりであったかも知れない。これらの輸入語はその後、中国本家の言葉と比べると、ゆっくり変化したらしい。中国で既に「化石」となった古典的単語が、日本・ベ

トナムでは共通の言葉として今も使われているのかも知れない。

現代ベトナム語(クォクゲー=国語)は、ローマ字(アルファベット22文字で、F, J, W, Z を欠く)を基本とした表記文字を用いる。K-はカ行、Gh-はガ行、X-はサ行、Gi-, D-, R-はザ行、Th-はタ行、Tr-はチャ行として発音される。声調は6種類(6声調)あり、アルファベットの母音の上や下に記号をつけ区別する。以下に、日本語に類似したベトナム単語の一部を中国語とともに示す(声調の記号は省略)。

(平野英雄)

|    | 源字 | ベトナム語               | 中国語        | 日本語<br>(音読) |
|----|----|---------------------|------------|-------------|
| 一般 | 国家 | Quoc gia (クォック・ジャ)  | Guo jia    | kokka       |
|    | 国語 | Quoc ngu (クォック・グー)  | Guo yu     | kokugo      |
|    | 雑誌 | Tap chi (タッ・チー)     | Za shi     | zasshi      |
| 地理 | 北部 | Bac bo (バック・ボ)      | Bei bu     | hokubu      |
|    | 中部 | Trung bo (チュン・ボ)    | Zhong bu   | chubu       |
|    | 南部 | Nam bo (ナム・ボ)       | Nan bu     | nanbu       |
|    | 川  | Song (ソン)           | Chuang     | sen         |
|    | 湾  | Vinh (ヴィン)          | Wan        | wan         |
| 地質 | 炭田 | Than da (ターン・ダ)     | Mei tian   | tanden      |
|    | 化石 | Hoa thach (ハー・ターチ)  | Hua shi    | kaseki      |
|    | 動物 | Dong vat (ドーン・ヴァツ)  | Dong wu    | dobutsu     |
|    | 植物 | Thuc vat (ツーク・ヴァツ)  | Zhi wu     | shokubutsu  |
|    | 風化 | Phong hoa (フォン・ハー)  | Feng hua   | huka        |
|    | 水銀 | Thuy ngan (ツイ・グァン)  | Shui yin   | suigin      |
|    | 石英 | Thach anh (ターチ・アン)  | Shi ying   | sekiei      |
|    | 鉱山 | Khoang san (コーア・サン) | Kuang shan | kozan       |
|    | 砂  | Sa khoang (サ・コーン)   | Sha kuang  | sako        |
|    | 砂  | Cat (カッ)            | Sha        | sa, sha     |