

北海道奈井江試錐コアの重鉱物組成

佐藤 良昭*

Heavy Minerals in the Drill Core at Naie District, Sorachi-gun, Hokkaido

by
Yoshiaki Satō

Abstract

Geological sequence of the core is as follows :

Alluvium 0~49.4 m

Neogene (Takikawa formation) 49.4~241.8

Paleogene (Coal-bearing strata) 241.8~ (in depth)

Forty-eight sandstone samples from the Naie drill core were analysed to obtain the heavy mineral data.

The Takikawa formation is characterized by abundant mafic minerals such as hornblende, hypersthene and augite. The hornblende-pyroxene ratio in the formation is low (1:5) in the upper part, but in the lower, the ratio is reverse (2:1). The Paleogene coal-bearing strata consist of zircon, tourmaline, garnet and other stable minerals.

A characteristic heavy mineral zone is distinguished between 580 m and 680 m. This zone is characterized by the abundance of anatase and tourmaline, and the presence of allanite and epidote. Zircon is less than 50%.

According to the results of the seismic survey and the well velocity survey, higher velocities were measured at the depths of over 620 m and 650 m, respectively. It is noticeable that both the depths correspond to the lower part of the heavy mineral zone.

要 旨

北海道奈井江試錐(深度 750m)のコアから、48個の砂岩の試料を選び、その重鉱物組成を調べた。得られた結果のおもなものは、次の通りである。

1) 滝川層は、普通角閃石と輝石類の量比で、上下2つに区分できそうである。

2) 深度 580m と 680m との間で各種重鉱物の量は、その上下と比較してかなり顕著な差が認められる。このことは、620m 付近を境として 3,200m/sec (第3層) と 4,200m/sec (第5層) の2つの速度層に分けられるという地震探査の結果、および 650m 以深で比較的大きな速度値が認められるという坑井内速度測定の結果と比較して興味深い。

1. 緒 言

石狩炭田開発に寄与するため、北海道空知郡奈井江町

高島部落において地震探査³⁾(昭和28年度)・試錐調査²⁾(昭和29年度)が行なわれ、さらに昭和30年度にはこの試錐井を用いて坑井内の速度測定⁴⁾が行なわれた。筆者は、地層の垂直方向における重鉱物の組成および量的変化を知り、さらに隣接地域との対比を行なう基礎資料を得るため、奈井江試錐のコアにつき重鉱物分析を行なつた。なお東京大学の飯島東、北海道大学の棚井敏雅¹⁾が、筆者とは独立に同じコアの試料について重鉱物組成を調べ、その結果を発表している。

飯島らの研究は、試錐コア(試料18個)のほか、石狩平野周辺地域の重鉱物についても比較検討を行なつたものである。

2. 位 置

試錐井の位置は北海道空知郡奈井江町字高島部落地内で、函館本線奈井江駅の南西約4km、奈井江測線の測点44付近にある。

3. 地 質

* 燃料部

試錐調査報告によれば、地表から49.40mまで沖積層、49.40~241.77mまで滝川層、以下が第三紀夾炭層となつている。

地震探査による奈井江測線の解析結果によれば5つの速度層に分け、第1層(1,800m/sec)を第四系、第2層(2,300m/sec)を滝川層、第3層(3,200m/sec)を川端統あるいは樺戸層群(石狩層群の一部を含むことも考えられる)、第4層(3,500m/sec)を石狩層群、第5層(4,200m/sec)を基盤岩類(中生代または古生代)と推定している。しかし試錐井付近では第4層を欠いており、同地点での第3層と第5層の境界は深度約620mとされている。

この試錐井における坑井内速度測定調査報告によれば、新第三系と古第三系を境として速度変化が著しく、また深度650m以深で比較的大きな速度値が認められたという。

すなわち深部では地層区分と速度区分が一致していないようである(第1表)。

4. 試料および研究方法

第2表の試料番号の通り、750mのコアから総計48個の試料を選んだ。滝川層は軟弱でコアの採取率が悪く、試料は4個のみで、残りの44個は第三紀夾炭層とされているものである。試料は砂岩および礫質砂岩で、砂岩の少ない所では頁岩も用いた。

試料から重鉱物を分離する方法は従前通りである⁵⁾。

得られた重鉱物は馬蹄型磁石により磁鉄鉱を除き、残りスライドガラスにリゴラック註1)で封じた。リゴラックはバルサムのように焼く必要がなく、粘性も小さいため鉱物粒が散らず、気包もはいらぬので都合が良

註1) リゴラック 2004 理研合成樹脂 K. K. 製。屈折率 $n=1.54$

い。

この標本を偏光顕微鏡下で観察し鉱物種を同定、また移動載物台により透明鉱物を200~300個数え、透明各鉱物種の百分率、透明鉱物と不透明鉱物の割合等を求めた(第2表)。

5. 結果

同定した鉱物のうち、おもなものとしては、ジルコン(無色・褐色・紫色)・電気石(緑色・カーキ色・褐色・青色)・ざくろ石(無色・淡桃色・淡赤褐色・淡黄褐色)・普通角閃石・酸化角閃石・紫蘇輝石・普通輝石・黒雲母(赤褐色・褐色・緑色)で、くさび石・金紅石・鋭錐石がこれに次ぐ。形は紫色ジルコンが円磨されているが、他のジルコンは自形、その他の鉱物は角ばつた破片が多い。たゞ鋭錐石は底面に扁平な結晶が集合しており、ときに正方錐のほとんど完全な結晶が認められる。黄鉄鉱には細い結晶の集合および球形のものがみられる。

第2表をみて気がつく点は、

1) 242m以浅(試料1~4)と246m以深(試料5)では、鉱物組成に著しい差がある。すなわち前者は多量の有色鉱物を含むが、後者はこれに反してジルコン・電気石・ざくろ石等の堆積岩に普通の鉱物を含む。

2) 試料1, 2は普通角閃石+酸化角閃石と輝石類の量比が1:4~1:6で輝石類が多いが、試料3, 4ではこの比が2:1と逆に角閃石の方が多くなる。

3) 磁鉄鉱が顕著に認められるのは、試料1, 2のみである。

4) 上部では量的にほとんど重要性をもたない鋭錐石・褐簾石・緑簾石が、下部で急にその量を増す帯がある。この帯は、

鋭錐石 578~685m (試料 33~44)

褐簾石 597~650m (// 35~39)

第1表 従 来 の 結 果

| | 地 震 探 査 | | 坑 井 内 速 度 測 定 | | 試 錐 調 査 | |
|----|---------|-------------|---------------|-------------|------------|------------------|
| | 深 (m) | 速 度 (m/sec) | 深 (m) | 速 度 (m/sec) | 深 (m) | 地 層 |
| 1 | 0~35 | 1,800 | — | — | 0~49.4 | 沖 積 層 |
| 2 | 35~280 | 2,300 | 50~230 | 2,010 | 49.4~241.8 | 滝 川 層 |
| 3 | 280~620 | 3,200 | 230~650 | 3,560 | 241.8~ | 古 第 三 系 (夾炭層) |
| 5* | 620~ | 4,200 | 650~700 | 4,440 | | |

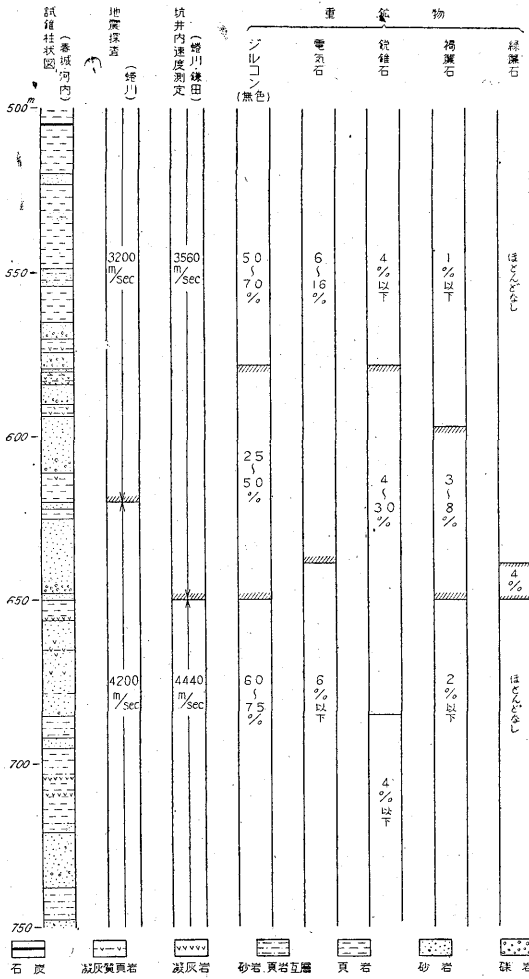
(總川・鎌田)

* 試錐地点では第4層(3,500 m/sec)が欠けている

緑簾石 639~650m (試料 37~39)

と大体 580m から 685m の間にある。また、電気石の量が 639m (試料 37) を境として、以深では 5% 以下であり、それまでの 10% またはそれ以上と較べ大きな差がみられる。他の重鉱物が増えた結果として、シリコン (とくに無色) の量が 578m と 650m (試料 33~39) との間で、その上下と較べ、急に減つて 50% 以下となる。しかし、ざくろ石については、このような傾向は認められない。

これらの傾向をまとめたのが第 1 図である。



第 1 図 奈井江試錐の主要重鉱物分布図 (深度 500~750m)

5) 黄鉄鉱は 419m (試料 21) 以下ではほとんど問題にならず、僅かに 675m (試料 43) で不透明鉱物中の 42% を占めるのが目立つのみである。しかし、377m (試料 18) 以浅では、しばしば多量の黄鉄鉱が存在し、不透明鉱物の大半を占めることがある。

6) 579m と 597m (試料 34, 35) との間で黒雲母が目立っている。

6. 結 論

以上の事実から次のことがいえる。

1) 試料 1~4 と 5 以下の鉱物組成の差は、第 1 表にみられる通り、滝川層と夾炭古第三系の相違であることが明らかである。すなわち滝川層は、角閃石類・輝石類の火山活動の産物と思われる有色鉱物で特徴づけられ、夾炭古第三系は、シリコン・電気石・ざくろ石等の堆積岩に普通に伴なわれる安定な重鉱物で特徴づけられる。

2) 試料 1, 2 と 3, 4 では角閃石類と輝石類の量比が逆になつている。この特徴をもつて滝川層を上部と下部の 2 つに分けうる可能性が存するが、隣接地域の試料について、さらに検討してみたい。

3) 第 1 図にみられるように、鋭錐石・絹雲母・緑簾石・電気石・シリコン (無色) の量に著しい変化のみみられる帯の下限は、地震探査の速度分布上の第 3 層と第 5 層の境界深度である 620m、坑井内速度調査で区間速度が 3,560m/sec と 4,440m/sec の 2 つの速度層に分けられる深度 650m と、ほぼ一致している。先に述べたように、地層区分と速度区分は一致しないが、重鉱物組成の量的変化からみれば、600~650m 付近に 1 つの境界を認めることができよう。

自生鉱物とみられる鋭錐石が多量に存在する点を考え合せると、当時、物質の供給状況・堆積環境にかなり変化があつたことを示しているようである。

この境界が、地震探査の結果が示す古第三系とその基盤岩類 (中生代または古生代) の境界に相当するものか否か、現在のところ、確言しえない註 2)。

(昭和 34 年 3 月稿)

文 献

- 1) 飯島 東・棚井敏雅：石狩平原下の夾炭層の地質時代について一奈井江試錐コアの重鉱物組成一、新生代の研究, No. 28, 1958
- 2) 河内英幸・春城清之助：北海道奈井江石炭試錐調査報告, 地質調査所月報, Vol. 6, No. 12, 1955
- 3) 蛭川親治：北海道奈井江地区地震探査報告, 地

註 2) 飯島ら¹⁾は、問題の試錐含炭層を重鉱物組成から“石狩層群型”であるとし、下部と上部ではとくに区別できるような特徴を示さないといつている。また、この含炭層は、しいていえば石狩層群上半部に対比することが可能であると述べている。

第 2 表 奈 井 江 試 錐

| Sample Nos. | Core Nos. | Depth (m) | Rock Facies | Reaction to HCl (IN) Weight Percentage of Heavy Residue | | | | Zircon | | | Tourmaline | | | | Garnet | | | | | | |
|-------------|-----------|-----------|-------------|---|------------|-------------------|---------------------------------------|--------|-----|----|------------|------|-----|-----|--------|-----|------|------|----|----|---|
| | | | | Non-Opaque (%) | Opaque (%) | Pyrite/Opaque (%) | Magnetite/ Heavy Residue (%) (wt.) | col. | br. | p. | gr. | gbr. | br. | bl. | cd. | pp. | prb. | pyb. | | | |
| 1 | 2A | 69 | mud. s. | 2.9 | 94 | 6 | 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 3 | 177 | f. s. | 2.2 | 86 | 14 | 3 | + | | | | + | | | | | | | | | |
| 3 | 6-16 | 232 | f. s. | 1.7 | 85 | 15 | 10 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | |
| 4 | 8-2 | 242 | f. s. | 1.7 | 89 | 11 | 15 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 11 | 246 | c. s. | 0.44 | 30 | 70 | 84 | 37 | 2 | 5 | 11 | 5 | + | | | | 11 | 1 | | | |
| 6 | 17-26 | 254 | f. s. | ○ | 0.07 | 45 | 55 | 45 | 48 | 6 | 5 | 5 | 7 | + | | | 19 | | | | |
| 7 | 21 | 261 | f. s. | ◎ | 0.07 | 30 | 70 | 1 | 34 | 1 | 1 | 21 | 3 | 11 | + | | 17 | 1 | 1 | | |
| 8 | 30-15 | 277 | m. s. | 0.11 | 39 | 61 | 10 | 33 | 1 | 4 | 6 | 2 | 2 | 2 | | | 16 | 3 | 1 | | |
| 9 | 37-4 | 287 | c. s. | ◎ | 0.41 | 8 | 92 | 77 | 51 | + | + | | | + | | | 5 | 4 | 5 | 12 | |
| 10 | 51 | 297 | f. s. | ◎ | 0.14 | 33 | 67 | 1 | 55 | 1 | 4 | 5 | 2 | 4 | 1 | | 19 | 3 | + | | |
| 11 | 56-6 | 304 | m. s. | ◎ | 0.04 | 17 | 83 | 14 | + | | | 34 | 2 | 3 | 24 | 4 | 8 | 2 | 14 | 1 | 2 |
| 12 | 65-8 | 313 | m. s. | 0.03 | 32 | 68 | 22 | 58 | 3 | 1 | 12 | 2 | 5 | | | | 10 | + | | 2 | |
| 13 | 80-8 | 324 | f. s. | + | 0.05 | 43 | 57 | 2 | 61 | 1 | 6 | 2 | 1 | 4 | | | 13 | 3 | | 3 | |
| 14 | 82-4 | 328 | c. s. | + | 0.06 | 34 | 66 | + | 39 | + | 4 | 10 | 2 | 5 | 3 | | 14 | 4 | | 4 | |
| 15 | 90-8 | 338 | c. s. | ◎ | 0.23 | 10 | 90 | 91 | 42 | | 3 | 3 | + | + | | | 9 | 5 | | + | |
| 16 | 98-2 | 351 | sandy sh. | 0.05 | 58 | 42 | 3 | 64 | 1 | 5 | 4 | 1 | 2 | | | | 8 | 1 | | 1 | |
| 17 | 102-3 | 358 | f. s. | 0.18 | 19 | 81 | 94 | 56 | 7 | 5 | 3 | | 5 | | | | 14 | + | | | |
| 18 | 109-2 | 377 | m. s. | 0.08 | 24 | 76 | 73 | 63 | 2 | 2 | 6 | 2 | 4 | | | | 11 | 2 | | 2 | |
| 19 | 112-10 | 386 | c. s. | + | 0.02 | 35 | 65 | 1 | 48 | + | 5 | 11 | + | 3 | | | 18 | 3 | | + | |
| 20 | 119-23 | 411 | sh. | 0.01 | 29 | 71 | 25 | + | 59 | 6 | 3 | 3 | | + | | | 4 | + | | + | |
| 21 | 121-4 | 419 | f. s. | + | 0.01 | 49 | 51 | 1 | 74 | + | | 2 | + | 4 | | | 6 | | | | |
| 22 | 127-19 | 425 | f. s. | 0.03 | 54 | 46 | + | 56 | 1 | 5 | 8 | 2 | 2 | | | | 10 | 2 | | 1 | |
| 23 | 134-30 | 437 | f. s. | 0.05 | 42 | 58 | 1 | 52 | + | 4 | 10 | 3 | 7 | 1 | | | 9 | 2 | | + | |
| 24 | 144-13 | 454 | c. s. | ◎ | 0.14 | 26 | 74 | 1 | + | | | 56 | 4 | 2 | 5 | 1 | 2 | + | 11 | 2 | 2 |
| 25 | 147-3 | 461 | sh. | 0.10 | 29 | 71 | 3 | 55 | | 3 | + | | + | + | | | 28 | | | | |
| 26 | 150-18 | 467 | f. s. | ○ | 0.01 | 37 | 63 | 11 | 75 | + | 1 | 1 | | 2 | | | 7 | + | | 2 | |
| 27 | 162 | 477 | f. s. | ○ | 0.05 | 35 | 65 | 3 | + | | | 63 | 1 | 2 | 11 | 1 | 3 | 7 | + | | 2 |
| 28 | 168-24 | 484 | m. s. | + | 0.01 | 36 | 64 | 10 | 68 | 1 | + | 3 | | 3 | | | 7 | 2 | 1 | 1 | |
| 29 | 172-18 | 493 | f. s. | 0.06 | 39 | 61 | 1 | 53 | 3 | 5 | 6 | 2 | 6 | + | | | 11 | 2 | | 2 | |

北海道奈井江試錐コアの重鉱物組成 (佐藤良昭)

重 鉱 物 組 成 一 覧 表

| Titanite | Rutile | Anatase | Allanite | Epidote | Chlorite | Biotite | | | gr. Hornblende | br. Hornblende | Oxyhornblende | Glauco-phane ? | Hypersthene | Augite | Other Minerals | Grains Count per Slide |
|----------|--------|---------|----------|---------|----------|---------|-----|-----|----------------|----------------|---------------|----------------|-------------|--------|----------------|------------------------|
| | | | | | | rb. | br. | gr. | | | | | | | | |
| | + | | | | | | | | 9 | 8 | 3 | 1 | 41 | 38 | | 304 |
| | + | | | | | | 1 | | 8 | 3 | 3 | + | 67 | 17 | | 308 |
| 1 | 1 | | | 1 | | | | | 42 | 16 | 6 | 1 | 14 | 16 | | 330 |
| | | | | 2 | + | | | | 41 | 20 | 4 | + | 12 | 19 | | 328 |
| 5 | 1 | 1 | | | 7 | | | | 2 | | | | 5 | 1 | 5 | 211 |
| 2 | 2 | 1 | 1 | | | | | | | | | | 3 | + | 1 | 356 |
| 2 | 1 | | | 3 | | | | 1 | | | | | 1 | | 2 | 226 |
| 4 | 3 | 20 | | | | | | | | | | | + | | 3 | 297 |
| 2 | | + | | | | | | | 13 | + | | | | | 3 | 82 |
| 2 | 1 | 1 | + | + | | | | | | | | | 1 | | 1 | 366 |
| | 4 | + | | | | | | | | | | | | | 1 | 169 |
| 2 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | 380 |
| 2 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | + | | | 344 |
| 5 | 5 | 5 | | | | | | | | | | | | | | 294 |
| 5 | + | 6 | | | | | | | 21 | | | | | | | 67 |
| 2 | 2 | 6 | | | | | | | + | | | | + | | 3 | 363 |
| 3 | + | + | | | | | | | | | | | | | 3 | 93 |
| 2 | 2 | | | | 2 | | | | | | | | | | | 180 |
| 4 | | 1 | | | 4 | | | | | 2 | | | + | | | 269 |
| 6 | | + | | | | | | | | | | | 7 | | 6 | 68 |
| 4 | 3 | 2 | | | + | | | | | | | | | | 3 | 119 |
| 4 | 2 | 3 | | | | | | | + | | | | | | 4 | 352 |
| 3 | 2 | 2 | | | 2 | | | | | | | | | | 2 | 338 |
| 5 | + | + | | | + | | | | | + | | | | | 8 | 226 |
| 4 | | + | + | | | | | | | | | | | | 2 | 61 |
| 4 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 6 | 231 |
| 3 | 1 | 3 | 1 | | | | | | | 1 | | | + | | 1 | 350 |
| 3 | 1 | 2 | | | 1 | | | | 2 | | | | | | 5 | 332 |
| 4 | 1 | 3 | | | 1 | | | | | + | | | | | 1 | 346 |

| Sample Nos. | Core Nos. | Depth (m) | Rock Facies | Reaction to HCl (IN) | | | Zircon | Tourmaline | | | | Garnet | | | | | | | |
|-------------|-----------|-----------|-------------|------------------------------------|----------------|------------|--------|------------|-----|----|-----|--------|-----|-----|-----|-----|------|------|---|
| | | | | Weight Percentage of Heavy Residue | Non-Opaque (%) | Opaque (%) | | col. | br. | p. | gr. | gbr. | br. | bl. | cd. | pp. | prb. | pyb. | |
| 30 | 191 | 515 | f. s. | 0.02 | 44 | 56 | 3 | 65 | 2 | 5 | 6 | 4 | 4 | 8 | | | 1 | | |
| 31 | 198 | 523 | f. s. | ⊙ 0.02 | 58 | 42 | + | 68 | 2 | 5 | 2 | 2 | 4 | 5 | 2 | + | | | |
| 32 | 210-2 | 534 | Sandy sh. | 0.01 | 56 | 44 | 3 | 69 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 9 | + | + | | | |
| 33 | 229-B | 578 | m. s. | + | 0.03 | 68 | 32 | 7 | 26 | + | + | 3 | | 2 | + | 3 | 1 | 2 | |
| 34 | 230 | 579 | c. s. | ⊙ 0.07 | 51 | 49 | 2 | + | 25 | 1 | 1 | 2 | + | 1 | | 10 | 1 | 2 | |
| 35 | 241 | 597 | m. s. | ⊙ 0.06 | 30 | 70 | 15 | + | 39 | 3 | 5 | 6 | 2 | 3 | 1 | 11 | 2 | 2 | |
| 36 | 250-2 | 623 | m. s. | ⊙ 0.06 | 35 | 65 | | | 37 | 1 | 3 | 10 | 2 | 4 | 1 | 13 | 8 | 2 | |
| 37 | 263 | 639 | m. s. | 0.05 | 53 | 47 | 1 | | 50 | 1 | 4 | 7 | 1 | 2 | | 10 | 4 | 3 | 2 |
| 38 | 264-B | 643 | c. s. | 0.01 | 59 | 41 | 10 | | 51 | 3 | 4 | 2 | 1 | 1 | + | 10 | 3 | 5 | + |
| 39 | 273-B | 650 | m. s. | ⊙ 0.40 | 25 | 75 | 7 | | 50 | 1 | 2 | 3 | | 2 | | 12 | 5 | 5 | |
| 40 | 280-1 | 658 | m. s. | ○ 0.06 | 33 | 67 | + | | 72 | 2 | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 41 | 281-2 | 665 | c. s. | ○ 0.01 | 57 | 43 | 15 | | 68 | 2 | 1 | + | | 1 | | + | | | |
| 42 | 285-1 | 672 | m. s. | + | 0.01 | 56 | 44 | 8 | 66 | 1 | 1 | + | | 2 | | 9 | 3 | 2 | |
| 43 | 287 | 675 | m. s. | ○ 0.01 | 61 | 39 | 42 | | 77 | + | + | | + | + | | 1 | | | |
| 44 | 293-2 | 685 | c. s. | ○ 0.06 | 32 | 68 | + | | 41 | + | 1 | 2 | + | 3 | | 11 | 6 | 2 | 1 |
| 45 | 296-2 | 695 | f. s. | ⊙ 0.08 | 53 | 47 | 2 | | 68 | 1 | 4 | 2 | + | 1 | | 11 | 3 | 3 | |
| 46 | 316 | 714 | Sandy sh. | ⊙ 0.01 | 59 | 41 | 1 | | 73 | 2 | 5 | 1 | 1 | 2 | + | 9 | 1 | + | |
| 47 | 321 | 719 | Sandy sh. | ○ 0.03 | 59 | 41 | | | 74 | 3 | 7 | 1 | + | 2 | + | 8 | 1 | + | + |
| 48 | 324 | 724 | f. s. | 0.03 | 41 | 59 | 1 | | 64 | 2 | 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 11 | 3 | 1 | |

Reaction to HCl
 + : slight
 ○ : moderate
 ⊙ : strong

Heavy minerals
 col. : colorless
 br. : brown
 p. : purple
 gr. : green
 gbr. : greenish brown

bl. : blue
 pp. : pale pink
 prb. : pale reddish brown
 pyb. : pale yellowish brown
 rb. : reddish brown

+ : less than 0.5%

北海道奈井江試錐コアの重鉱物組成 (佐藤良昭)

| Titanite | Rutile | Anatase | Allanite | Epidote | Chlorite | Biotite | | | gr. Hornblende br. Hornblende Oxyhornblende Glaucofane? | Hyperssthene Augite | Other Minerals | Grains Count per Slide |
|----------|--------|---------|----------|---------|----------|---------|-----|-----|--|------------------------|----------------|---------------------------|
| | | | | | | rb. | br. | gr. | | | | |
| 2 | | 3 | | | | | | | | | | 312 |
| 2 | 3 | 4 | | | | | | + | | + | | 344 |
| 3 | 1 | 4 | | | | | | | | | | 339 |
| 1 | + | 58 | 1 | | | | | | | + | 2 | 447 |
| 1 | | 29 | | | | 7 | 11 | 8 | | | 1 | 311 |
| 1 | 1 | 3 | 3 | | | 6 | 11 | 1 | | | | 331 |
| 2 | 1 | 9 | 3 | | 4 | + | | | | | | 302 |
| 2 | 1 | 1 | 6 | 3 | | | | + | | + | 3 | 391 |
| 2 | 2 | 4 | 5 | 4 | | | | | | | 3 | 347 |
| | + | + | 8 | 4 | | | | | | | 8 | 227 |
| 1 | 1 | 18 | 1 | | | | | | | | | 446 |
| 2 | | 20 | 1 | | | | | | | + | 4 | 266 |
| 5 | + | 6 | 1 | | | | | | | | 3 | 209 |
| 3 | | 14 | + | | + | | | | | | 1 | 153 |
| 2 | 2 | 29 | + | | | | | | | | | 262 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | | | | | | | + | | 401 |
| 2 | 2 | 1 | | | + | | | | | | | 351 |
| 2 | | 2 | | | | | | | | | | 351 |
| 3 | 1 | 4 | | | | | | | | | | 378 |

- 質調査所月報, Vol. 6, No. 2, 1955
- 4) 蜷川親治・鎌田清吉: 北海道奈井江試錐井における坑井内速度測定調査報告, 地質調査所月報, Vol. 8, No. 3, 1957
- 5) 佐藤良昭: 秩父盆地赤平層 (第三系) の重鉱物組成, 地質学雑誌, Vol. 61, No. 723, 1955