

- 9) キューバ鉱中の葉片状乃至脈状ヴィオラ鉱
 10) 閃亜鉛鉱中の懸滴状磁硫鉄鉱
 11) 磁硫鉄鉱中の葉片乃至格子状閃亜鉛鉱
- なお以上の他に少量の磁鉄鉱，黄鉄鉱，四面安銅鉱が小粒状をなして他鉱物中に包有され，特に黄銅鉱中の四面安銅鉱細粒は離溶性産物と推定されるが明瞭を欠くのでこゝでは保留して置く。以上の中 1), 3), 5), 6) 及び 7) は従来各地から記載され，熱的研究から離溶による共生であることが確かめられている。4) 及び 10) は産状より離溶によるものと推定されているが，未だ実験的に証明されていない。他のものはこれまで殆ど注目されなかつたものである。筆者等は反射顕微鏡下の性質より離溶組織と推定したが，厳密には熱的研究が必要である。

本研究費の一部は文部省科学研究費によるもので，明記して謝意を表す。

福島縣伊達郡飯坂村水晶山ペグマタイト産 イツトリア石と阿武隈石

Yttrialite and abukumalite from a pegmatite of
Suisho-yama, Iizaka Village, Fukushima Prefecture.

大森 啓一 (Keiichi Omori)

長谷川 修三 (Shuzo Hasegawa)

Abstract: Yttrialite and abukumalite were collected from a pegmatite in Iizaka Village, Fukushima Prefecture. Yttrialite has G 4.560 and n 1.7604. The result of chemical analysis is given in Table I (No. 2). Powder photograph gives a cubic unit cell a 10.532Å, its crystal structure like that of pyrochlore, koppite and atopite. The cubic yttrialite may be a metamict state. Abukumalite has G 4.567. Its bulk analysis is given in Table IV (No. 2). Powder photograph of abukumalite shows close agreement with that of apatite from Drango, Mexico and their data yield a 9.58Å, c 6.81Å for abukumalite, compared with a 9.51Å, c 6.77Å for apatite.

序 言

Winchell の名著, Elements of optical mineralogy 第 2 卷 (1951 年版) の索引を繙くと，アルファベット順に配列された鉱物名の最初に阿武隈石の名が見出される。この鉱物は昭和 13 年に，福島県伊達郡飯坂村水晶山のペグマタイトから見出され，Y と Ca を含む磷酸塩鉱物として，

畑 晋 博士¹⁾ に依つて命名されたものである。その後、この化学分析の結果を、Machatschki²⁾ は詳細に検討し、本鉍物は燐灰石族の一種と考え、Winchell³⁾、桐山、関両博士⁴⁾ 等もこれに従っているが、本鉍物の産出が稀であるので、この問題はその後実験的に確かめられていなかつた。又イツトリア石⁵⁾ は阿武隈石等に伴つて産し、鉍物の物理的性質と化学成分は記載されているが、屬する晶系に就いては尙問題が残つている。

偶々数年前、筆者等は石井瑞郎学士とこの水晶山のペグマタイトを調査中、径 20 纏大の、暗赤褐色と淡緑色を呈する 2 鉍物の共生塊状体を採集することが出来 (第一図参照)、その後室内研究の結果、前者が阿武隈石、後者がイツトリア石であることが判明した⁶⁾。

イツトリア石 (yttrialite)

物理的性質 本鉍物は肉眼的に淡オリーブ緑色で、玻璃光沢を呈し、断面は参差状乃至亜介殻状で、破片は透明である。硬度は $H=6.5$ で、比重は比重壺で測定し、 $G=4.560$ (23°C) を得た。薄片は顕微鏡下に等方性を示し、屈折率は沃度メチレン ($n=1.74$) よりやゝ高い。結晶形は認められなかつた。

次に本鉍物の一片から約 30° のプリズムを作り、反射測角器に依つてこの頂角と、Na 光下に於ける最小偏角を測定した。この測定値の平均は次の通りある。

$$\left. \begin{array}{l} \text{プリズムの頂角} \quad \alpha = 30^{\circ} 12' \\ \text{最小偏角} \quad \delta_0 = 24^{\circ} 25' \end{array} \right\} n = 1.7604$$

化学成分 次に本鉍物を粉末とし、精選したものを試料として、化学分析を行つた。この結果を、畑博士の分析結果と比較して、夫々第一表 (2) に及び (1) として掲げる。比重の値がやゝ異なる点を除けば、両者は良く

1) Hata, S.: Sci. Pap. Inst. Phys. Chem. Res., 34, 455~459, 1018~1023, 1938

2) Machatschki, F.: Zbl. Min. 1939, 161~164.

3) Winchell, A. N.: Elements of optical Min. 2, 196, 198, 1951

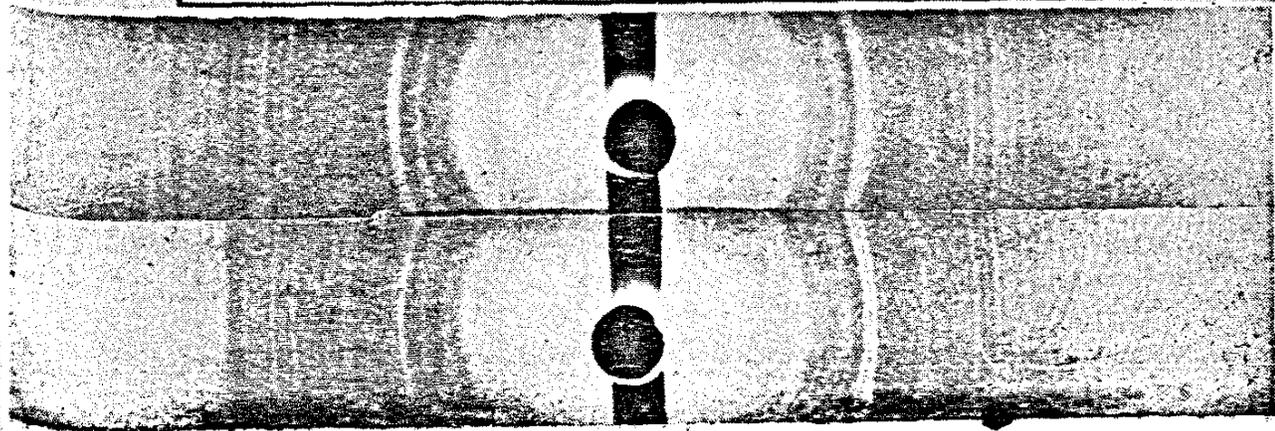
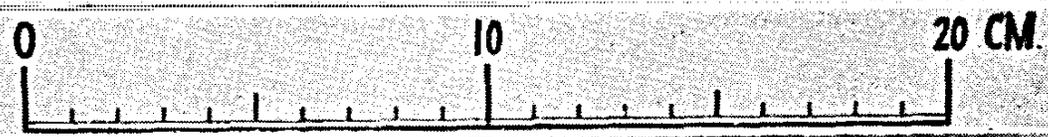
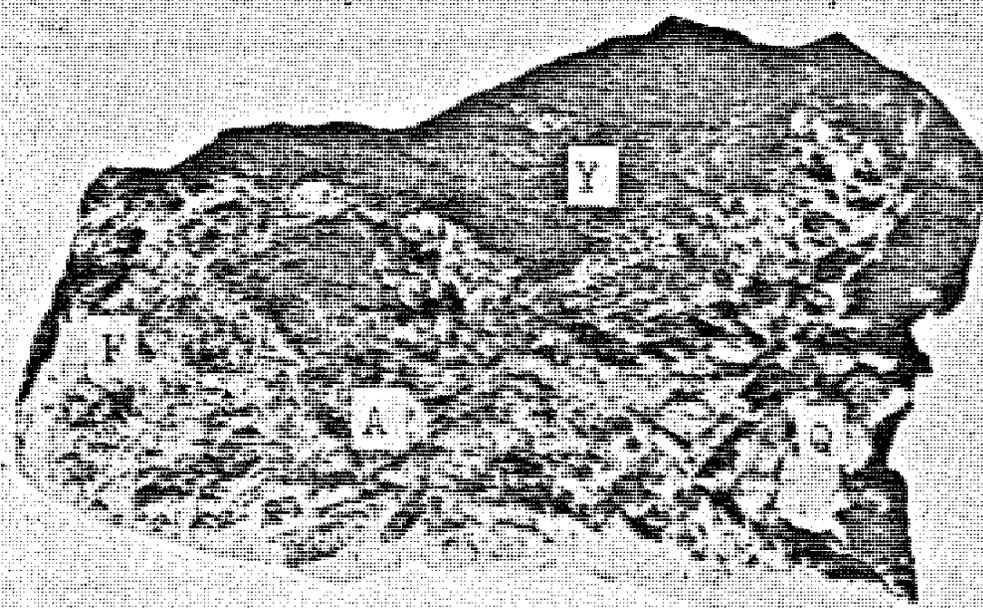
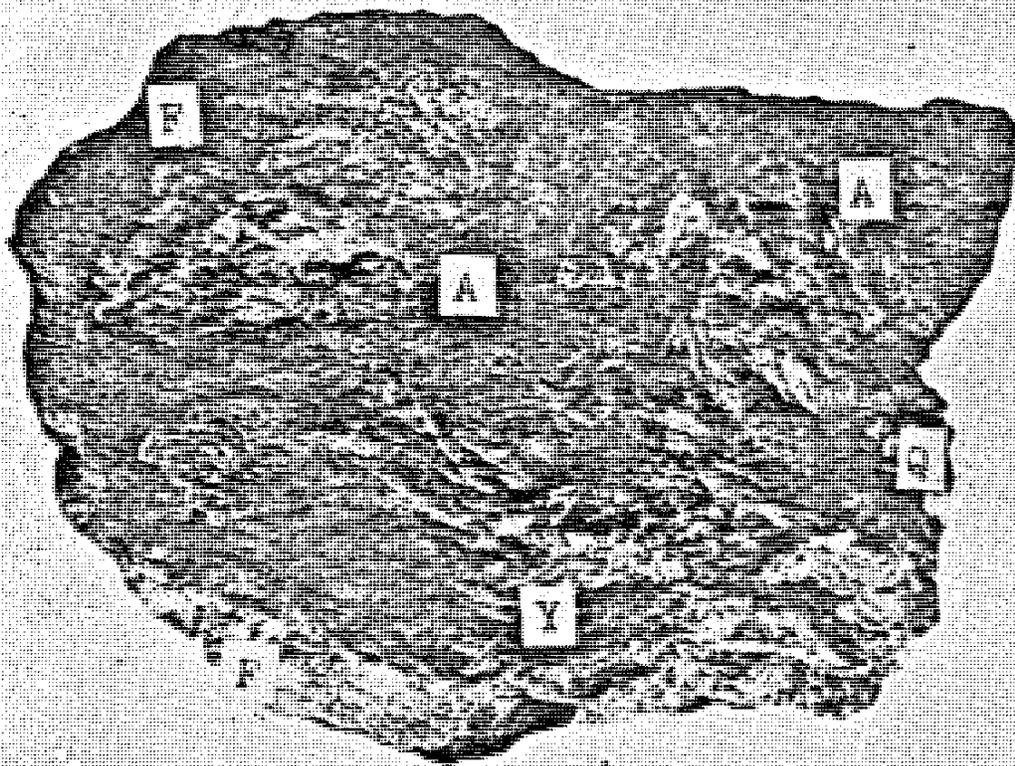
4) 桐山, 関: 結晶の化学 2, 149, 昭 25.

5) Hata, S. 同上

伊藤貞布: 本邦鉍物図誌 4, 525, 534, 昭 16.

6) この産状についてはペグマタイトの形状及び附近の地質と共に既に報告 (地質学会総会及び東北支部例会) したのでこゝには省略する。

23 頁 附圖説明: 上図と中図(第一図), Aは阿武隈石, Yはイツトリア石, Qは石英, Fは紅色微斜長石パーサイト。下図(第二図), X線粉末写真, 上は阿武隈石。下はメキシコ, Drango 産燐灰石。



一致している。

第一表 (Table I) Chemical compositions of yttrialite from Iizaka village.

	(1)	(2)	(3)
SiO ₂	29.91 %	30.10 %	500
TiO ₂	0.05	tr.	—
Al ₂ O ₃	1.91	1.40	28
Fe ₂ O ₃	—	0.15	2
FeO	2.77	2.20	31
MnO	0.39	1.19	17
MgO	0.56	0.41	10
CaO	0.90	0.98	17
Ce ₂ O ₃	—	3.88	24
[Ce] ₂ O ₃	6.42	3.49	21
[Y] ₂ O ₃	44.70	43.80	334
ThO ₂	5.25	7.43	28
ZrO ₂	0.53	0.21	2
UO ₂	3.72	3.92	15
CO ₂	0.50	0.15	—
PbO	0.10	—	—
H ₂ O+	0.72	0.32	—
H ₂ O-	0.45	0.13	—
Total	98.88	99.76	
Sp. Gr.	4.31 (at 20°C)	4.560 (at 23°C)	

(1): Yttrialite, 分析者 畑 晉 (1938年)

(2): 同 上, 分析者 長谷川修三 (1952年)

(3): (2) から算出した陽イオン比

第一表 (2) の分析結果から, 陽イオン比を求め, 更に二価, 三価及び四価のイオンを夫々別々に合計すると,

$$R'' = \text{Fe}'' + \text{Mn} + \text{Mg} + \text{Ca} = 75,$$

$$R''' = \text{Al} + \text{Fe}''' = 30,$$

$$R'''' = \text{Th} + \text{Zr} + \text{U} = 45$$

となり, 又稀土類を Y で表わすと $Y = 379$ となる。これより本鉱物の化学式として $(R''_{75} R'''_{30} Y_{379} R''''_{45}) \text{Si}_{500} \text{O}_{1776}$ が得られる。ここに R'' が Y''' で置換されるものとする R''_{75} は Y'''_{50} に相当し, 又 R''''_{45} は Y'''_{60} で置き換え得るので, この化学式を簡単にすると,

$$Y_{519} \text{Si}_{500} \text{O}_{1776} \text{ 即ち } Y_{2.07} \text{Si}_{2.00} \text{O}_{7.10}$$

となり, 本鉱物の化学式は イットリア石 $Y_2 \text{Si}_2 \text{O}_7$ と一致する。即ち本鉱物は Th 及び U を含んだイットリア石である。

尙 Geiger 計数管で放射能が認められた。

X線的性質 本鈹物のX線粉末写真は通常の時間では撮影が困難で、極めて長時間の露出に依り、辛うじて撮影し得られた。この写真は選鈹製錬研究所竹内常彦教授の好意に依つて撮影され、又X線には FeK 線が用いられた。

X線粉末写真上の同じ廻折線間の間隔をコンパレーターで測定し、この補正值から、 θ , $\sin\theta$ 及び網面間隔 d を算出し、更に逆格子を用いて $\sin\theta$ から網面指数を求め、単位格子恒数を求めると、第二表に掲げた様に平均値として $a=10.532 \text{ \AA}$ が得られた。この結果を更に、類似の成分の数種の鈹物と比較して第三表に掲げる。

次にこの単位格子中に含まれる分子数を求めると、 $n=\rho \times V/M \times 1.66 \times 10^{-24}=8.05 \approx 8$ となる。即ち単位格子中に $Y_2Si_2O_7$ が 8 分子含まれている。こゝに ρ (比重) = 4.560, V (単位格子の体積) = $(10.532 \times 10^{-8})^3$, M (分子量) = 398.43 である。

第二表 (Table II)

No.	2l(corr.)	θ	$\sin\theta$	d	Indices	a_0
1	35.26mm	16° 39'	0.2865	3.375 Å	223	11.691 Å
2	48.51	22 54	3891	2.485	313	9.625
3	57.87	27 19	4589	2.107	333,511	10.649
4	67.78	31 59	5297	1.826	440	10.327
5	81.94	39 34	6370	1.518	622	10.070
6	94.36	45 0	7071	1.368	731,553	10.504
7	116.99	55 13	8213	1.177	840	10.531
8	134.87	63 40	8962	1.079	844	10.572

Mean 10,532

第三表 (Table III)

Mineral	Chemical formula	a_0
Yttrialite	$(Y, Ce, Th, Fe)_2 Si_2 O_7$	10.532 Å
Koppite	$(Ca, Ce, Na, K)_2 (Nb, Fe)_2(O, OH, F)_7$	10.37
Pyrochlore	$(Na, Ca, Y, Ce, Th, U)_2 (Ti, Ta, Nb)_2(O, OH, F)_7$	10.33-10.38
Pyrrhite	$(Ca, Na, Fe)_2 (Nb, Ta, Ti)_2(O, OH, F)_7$	10.38-10.41
Schneebergite	$(Ca, Na, Fe)_2 Sb_2 (O, OH)_7$	10.296
Lewisite	$(Ca, Na, Fe)_2 (Sb, Ti)_2 (O, OH)_7$	10.269
Atopite	$Ca_4Na_4Mn_2 Sb_{10} O_{31}(OH, F)_4$	10.267
Romeite	$(Ca, Na, Mn)_2 Sb_2 (O, OH, F)_7$	10.261
Ocher	$xCaO \cdot ySb_2O_5 \cdot zH_2O$	10.25

本鈹物の粉末写真の廻折線の濃度及び網面間隔は第三表の pyrochlore,

koppite, atopite 等¹⁾ と類似しているので、此等と同様の結晶構造を示すものと考えられる。即ち 16 個の (Y, Ce, Th, Fe) 原子は空間群 $Fd\ 3m$ に於ける (c)²⁾ 即ち $1/8, 1/8, 1/8; 1/8, 7/8, 7/8$ 等の位置を占め、16 個の Si 原子は (d) 即ち $5/8, 5/8, 5/8; 5/8, 3/8, 3/8$ 等の位置を占め、又 56 個の O 原子のうち、8 個は (b) 即ち $1/2, 1/2, 1/2; 3/4, 3/4, 3/4$ 等の位置を占め、残りの 48 個の O 原子は (f) 即ち $x00, \bar{x}00$ (こゝに $x=0.19$) 等の位置を占めている。この構造は螢石型構造から陽イオンを少しく除いた構造に類似しており、Si 原子のまわりに 4 個の O 原子が結び付いて作る $(SiO_4)^{4-}$ 四面体が更に 2 個、O 原子を共有して結合する $(Si_2O_7)^{6-}$ は構造中に独立して存在しない。而も他に、本鉱物と極めて類似の化学式で示される鉱物に単斜晶系の thortveitite $Sc_2Si_2O_7$ ³⁾ があり、この結晶構造中には $(Si_2O_7)^{6-}$ が独立して存在している。Pabst⁴⁾ は $ThSiO_4$ に単斜晶系、正方晶系等軸晶系及び非晶質の 4 変態があることを見出し、放射性鉱物は自己の放射能に依つてその結晶構造を破壊し、単斜結晶は正方結晶に、正方結晶は更に等軸及び非晶質にと変化することを見出し、後者をメタミクト状態とし⁵⁾、更にメタミクト状態の条件として、光学的に等方性であること、劈開を欠き、介殻状断口を示すこと、U 又は Th を含有すること、X線的に非晶質であること等を記している。これらの条件はこゝに述べたイツトリア石にも認められるので、本鉱物はメタミクト状態にあるものと考えられる。この点に就いては更に目下行いつゝある加熱実験の終了後に述べるであろう。

阿武隈石 (abukumalite)

物理的性質 本鉱物は第一図に掲げた塊状体の大部分を占めているが、結晶面は認められない。肉眼的に暗赤褐色、樹脂光沢を呈し、断口は参差状乃至裂木状で、劈開は不完全である。硬度は $H=6$ で、比重は比重壺で測定し、 $G=4.567$ ($21^\circ C$) が得られた。薄片は顕微鏡下に無色透明で、劈開線

1) Gärtner, H. R.: Neues Jb. Min. **61**, 1~30, 1930.

Machatschki, F.: Z. Krist. **73**, 159~175, 1930, Z. Krist. **82**, 72~76, 1932, Zbl. Min. **1932**, 33~27, Chem. der Erde **7**, 66~76, 1932

Brandenberger, E.: Z. Krist. **76**, 322~334, 1931

Zedlitz, O.: Z. Krist. **81**, 253~263, 1931

2) Internationale Tabellen zur Bestimmung von Kristallstrukturen **1**, 367~369, 1935

3) Zachariasen, W. H.: Z. Krist. **73**, 1~6, 1930

4) Pabst, A.: Am. Min. **37**, 137~157, 1952 (本誌抄録欄 7301 参照)

5) メタミクトに就いては 田久実保太郎, 鉱物学雑誌 **1**, 1~12, 昭 27 の研究がある。

に対し直消光をなし，複屈折は極めて弱く，又一軸正性の干渉像を示す。屈折率は浸液法によつて $\omega = 1.780$, $\varepsilon = 1.783$, $\varepsilon - \omega = 0.003$ を得た。

化学成分 本鉱物の粉末は冷塩酸に溶解してゼラチン状となる。次に本鉱物の精選粉末を試料とし，畑博士¹⁾ に依つて述べられた方法に従つて，化学分析を行つた。この結果を畑博士の結果と比較して，夫々第四表 (2) 及び (1) として掲げる。(2) は (1) よりも SiO_2 , MnO 及び稀土類にやゝ富み，又 CaO と P_2O_5 にやゝ乏しい。比重も (2) の方がやゝ大である。

畑博士は (1) の分析結果から，阿武隈石の化学式として $\text{Ca}_{263} \text{Y}_{440} (\text{Si}, \text{P})_{450} \text{O}_{1819}$ 即ち $\text{CaY}_2 (\text{Si}, \text{P})_2 \text{O}_8$ を得られ，britholite に似た新種とされた。その後 Machatschki は燐灰石の P の一部を Si で置換し，又 Ca の一部を Y で置換した鉱物と考え，本鉱物が $\text{X}_5 [\text{zO}_4]_3 (\text{O}, \text{OH}, \text{F})$ で表わされることを述べている。この Machatschki の式に従つて，第四表 (2) の分

第四表 (Table IV) Chemical compositions of abukumalite.

	(1)	(2)	(3)
SiO_2	20.84 %	22.70 %	374
TiO_2	0.00	0.00	—
Al_2O_3	1.05	0.75	15
Fe_2O_3	2.10	0.79	10
FeO	—	1.44	20
MnO	1.13	3.67	52
MgO	0.22	0.10	2
CaO	13.53	9.58	170
Ce_2O_2	—	4.47	27
$[\text{Ce}]_2\text{O}_3$	6.45	5.76	35
$[\text{Y}]_2\text{O}_3$	45.98	46.91	357
ThO_2	0.90	0.51	2
ZrO_2	0.00	0.00	—
UO_2	0.00	0.00	—
P_2O_5	5.84	1.73	24
CO_2	0.05	0.10	—
F	0.45	0.50	26
$\text{H}_2\text{O}+$	0.58	0.68	75
$\text{H}_2\text{O}-$	0.16	0.15	—
$-(\text{F}=\text{O})$	—	-0.21	—
Total	99.30	99.58	•
Sp. Gr.	4.35 (at 19°C)	4.567 (at 21°C)	

(1): Abukumalite described by Dr. Hata.

(2): Present mineral. Analyzed by S. Hasegawa.

(3): Numbers of cation calculated from (2).

析結果を計算すると第五表となり，これより本鉱物の化学式として，

1) Hata, S.: Sci. Pap. 前掲

第五表 (Table V)

$X_5 (z_3O_{12}) (O, OH, F)$ (134)	Ca (254)	Y (421)	Al (15)	Si (378)	P (24)	(OH, F) (101)	(O)	O (1608)
8 $Ca_4Y (P_3O_{12}) \cdot O$	32	8	—	—	24	—	8	96
15 $CaY_4 (AlSi_2O_{12}) (OH, F)$	15	60	15	30	—	15	—	180
86 $Ca_2Y_3 (Si_3O_{12}) (OH, F)$	172	258	—	258	—	86	—	1032
25 $CaY_4 (Si_3O_{12}) \cdot O$	25	100	—	75	—	—	25	300
	244 (-10)	426 (+5)	15	363 (-15)	24	101	33	1608



が得られ、燐灰石族に屬することが知られる。

X線の性質 この点は更に本鉱物の X線粉末写真を燐灰石の粉末写真と比較することに依つて確かめられる。この比較のために用いる燐灰石には、不純物のない透明な結晶が適當であるので、特に、California 州 Bernardino の Russell Filer 氏が、筆者の一人 (K. O) に寄贈された、メキシコ Drango 産の透明自形結晶を使用した。此等粉末写真は上記 イットリア石と同時に、竹内博士の好意に依つて撮影 (FeK線) されたものである。この両鉱物の粉末写真を第二図に比較して掲げる。図から明かな様に、両者の廻折線の位置と数は良く一致している。

更にイットリア石と同様に計算した、此等粉末写真の計算結果を第六表に掲げる。第六表から、単位格子恒数として、

第六表 (Table VI)

Abukumalite (Iizaka)					Apatite (Drango)				
No.	$2l_{corr.}$	$\sin \theta$	d	Indices	No.	$2l_{corr.}$	$\sin \theta$	d	Indices
1	34.96mm	0.2840	3.405Å	002	1	34.97mm	0.2843	3.401Å	002
2	38.52	3121	3.099	120, 210	2	38.66	3132	3.088	120, 210
3	42.22	3409	2.836	121, 211	3	42.56	3434	2.816	121, 211
4	43.37	3497	2.766	300	4	44.07	3551	2.723	300
5	44.76	3605	2.682	202	5	45.47	3660	2.642	202
6	53.56	4271	2.264	130, 310	6	53.54	4268	2.266	130, 310
7	56.63	4498	2.150	131, 311	7	56.30	4472	2.162	131, 311
8	63.23	4977	1.943	222	8	63.21	4975	1.944	222
9	64.95	5100	1.896	132, 312	9	64.90	5095	1.898	132, 312
10	67.53	5282	1.831	123, 213	10	66.23	5190	1.863	123, 213
11	69.23	5400	1.791	231, 321	11	67.77	5297	1.826	231, 321
12	70.67	5500	1.758	402	12	71.20	5534	1.747	402
13	72.23	5674	1.704	004	13	74.17	5738	1.685	004
14	86.88	6561	1.474	502	14	86.88	6561	1.474	502
15	88.98	6691	1.445	150, 304	15	88.39	6655	1.453	150, 304
16	108.30	7784	1.242		16	109.29	7835	1.234	
17	111.43	7944	1.217		17	111.25	7935	1.219	
18	131.10	8808	1.098		18	130.38	8791	1.100	

阿武隈石 (飯坂村産) $a_0=9,58\text{\AA}$, $c_0=6,81\text{\AA}$, $a_0:c_0=1:0.711$,

磷灰石 (Drango 産) $a_0=9.41\text{\AA}$, $c_0=6.77\text{\AA}$, $a_0:c_0=1:0.719$

が得られ、両者はよく近似している。更にこの阿武隈石の単位格子中に含まれる分子数を計算すると、 $n=\rho \times V/M \times 1.66 \times 10^{-24}$ に於て、 $\rho=4.56$, $V=541.49^{-21}$, $M=728.28$ であるので、 $n=2.04 \approx 2$ が得られた。即ち上記化学式の 2 分子がこの単位格子中に含まれている。以上の結果から阿武隈石は磷灰石族に属することが知られる。

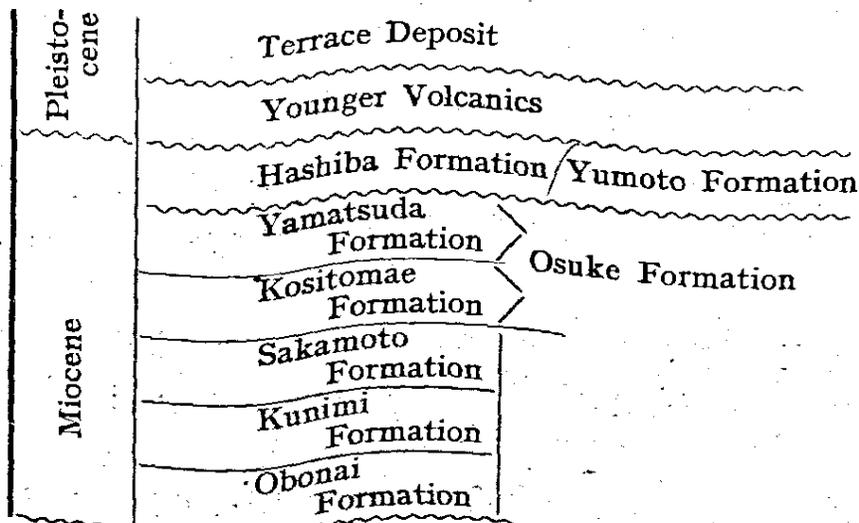
終に臨み、本鉱物の採集の際、協力された石井瑞郎学士、並びに便宜を与えられた東北珪長石株式会社川俣事業所の職員各位に対し、又 X線粉末写真を撮影された竹内常彦教授並びにメキシコ産磷灰石の美晶を寄贈された R. Filer 氏に対し、こゝに深謝の意を表す。この研究に用いた費用の一部は文部省科学研究費に依るものであることを記し、こゝに文部省に対し謝意を表す。

雫石盆地西縁部の地質 (概報)

Geology of the western border of Shizukuishi Basin, Iwate, Prefecture.

早川 典久* (Norihisa Hayakawa)
北村 信** (Nobu Kitamura)

Western border of the Shizukuishi Basin, a part of Ou-Back-born Range, are composed of Neogene strata overlying on the Granitic Rocks. Stratigraphical sequence of Neogene strata in this area is as follows in descending order:



* 東北大学工学部鉱山学教室
** 東北大学理学部地質学古生物学教室