インディアライト結晶に関する一考察

On the indialite crystal

杉 浦 孝 三 (Kozo Sugiura)*

寺 田 召 二 (Shoji Terada)*

Abstract : Besides a typical hexagonal pattern, several weak diffraction lines are discernible in the X-ray powder photograph of a synthesized indialite. It seems that the weak lines are caused from the presence of super-lattice or crystal-distortion in the indialite lattice, and therefore, the crystal is not necessarily hexagonal in the strict sense of the word. Thus the optically biaxial character of the indialite corresponds with the appearance of the weak diffraction lines.

近年、都城秋穂等¹⁾により、コーディーライト (cordierite) の同質異像として、インディアライト (indialite) の存在が確認された。前者が擬六方斜方晶系 (V_h^{17} 或は V_h^{20}) に属することは古くより知られており²⁾³⁾、後者は、都城等の X 線の研究により、六方晶系 (D_{6h}^{22}) に属すると結論された。しかし、現在迄にインディアライトと同定されたものの多くは、光学的には明らかに 2 軸性 (光学性負) であつて、その光軸角も $0\sim 83^\circ$ と測定され、また、それらの大部分は複雑な擬六方双晶 (六方晶系にはあり得ない) を示している。都城等⁴⁾は、これらの事実を、該結晶の光学異常 (optical anomaly) にもとづくものと説明している。

筆者等は、インディアライト結晶に認められる、前述の光学的性質と X 線の性質との間の不一致性を再検討する為、筆者の一人杉浦⁵⁾がかつて硝子失透法により合成したインディアライト結晶の X 線粉末写真と、インド、ボカロ炭田地方に産するインディアライト結晶⁶⁾の光学的性質とを詳細にしらべ直した。以下、その結果について記載する。

(1) X 線粉末写真試験

先ず、前述の合成インディアライトの X 線粉末写真を、次のような条件下で撮影した。

* 東京工業大学

- 1) A. Miyashiro, T. Iiyama; Japan Acad. Proc., **30**, 746~751, 1954.
A. Miyashiro, T. Iiyama, M. Yamazaki, T. Miyashiro; Am. Jour. Sci., **253**, 185~208, 1955.
- 2) B. Gossner, F. Mussgnug; N. Jb. Min., **58**, Abt. A, 213~227, 1928.
- 3) W. L. Bragg; Zeit. Krist.; **74**, 262~263, 1930.
高根勝利, 竹内常彦; 岩礦, **16**, 101~127, 1936.
A. Byström; Arkiv. Kemi. Mineralo. Geol., **15**, B, 12, 1941.
- 4) 前掲
- 5) 杉浦孝三; 窯業協会誌, **59**, 323~328, 1951.
- 6) 都城等(前掲)によりインディアライトであることが確認された。

対陰極 Cu(Ni フィルター使用), 電圧: 25KV, 電流 12~15mA, カメラ半径: 5.7

第1表 インディアライトのX線粉末写真
(Cu K α , $r=5.74\text{cm}$, $a=9.754$, $c=9.336\text{KX}$)

Ob.d(KX)	Intensity	Indices	Calc. d(KX)
8.46	10	100	8.447
4.88	5	110	4.877
4.67	3	002	4.668
4.083	8	012	4.086
* 3.92	vw	—	—
* 3.76	vw	—	—
* 3.62	vw	—	—
3.372	7	112	3.372
* 3.23	vw	—	—
3.130	8	022	3.132
3.020	9	121	3.021
2.635	5	122	2.635
2.438	1	220	2.439
2.414	0.5	032	2.411
2.334	3	004	2.334
2.271	1	131	2.272
2.229	1	123	2.229
2.159	1	222	2.161
2.093	4	132	2.094
2.043	0.5	024	2.043
1.936	1	230	1.938
1.920	0.5	042	1.924
1.898	0.3	231	1.898
1.870	3	133	1.872
1.843	1	140	1.843
{ 1.814	2	141	1.808
{ 1.789		034	1.797
1.708	0.3	025	1.708
1.687	6	224	1.686
1.654	0.5	134	1.654
1.625	0.5	330	1.626

* 長時間露出によってあらわれる廻折線,

した如く, 約8°(光学性は負)である。

次に, V. Venkatesh³⁾の好意により, ボカロ炭田(Bokaro Coal Field)地方に産するインディアライト試料を入手したので, そのうちに含まれる約25個の結晶の光軸角を, 経緯鏡台により測定した。その結果得られた数値は, 44~45°, 52~53°, 56~58°(光学性は何れも負)の3群にわかれ, それらの中間の値を示すものが無い。

また, ボカロ産試料中の結晶につき, それらの双晶を経緯鏡台によりしらべた結果, 何れも110又は130を双晶面とする擬六方双晶であることが確められた。

4cm, 照射時間: 約15時間。その結果得られた廻折線は, 六方格子, $a=9.754\text{KX}$, $c=9.336\text{KX}$ として, 正確にindexingされることが出来た。第1表にそれを示す。

しかし, 本研究の目的のためには, 更に詳細なX線粉末写真は必要なので, 同一試料につき, ほとんど同一条件で, 次の如き長時間露出を行った。電圧: 20KV¹⁾, 照射時間: 350~400時間。かくして得られた写真には, 既述の廻折線以外に, 数本の微弱な新廻折線が認められた。それらのうち, CuK β 線による廻折に近いものを除き²⁾他の線を第1表に併記する。これらの廻折線については, 前回のa, c週期を用いても, 全くindexingすることは出来ない。

(2) 光 学 的 試 験

上述のX線粉末写真撮影に使用した合成インディアライト試料の光軸角は, 前回に報告

1) 出来得る限り白色X線を除去するため, 電圧を低くした。

2) WL線についてもしらべた。

3) インド地質調査所 (Geological Survey of India)

(3) 実験結果の考察

前述の如く、インディアライト結晶粉末を X 線に長時間露出させて得られる廻折線のうちには、普通の六方格子としての a, c 週期では説明出来ない。数本の微弱な線が認められる。このような廻折線のあらわれる原因として、先ず考えられるのは、該結晶格子中に超格子または格子歪みの存在することである。たとえば、インディアライト結晶構造中において、六方鎖を形成する、四面体配位の位置は、 Si^{+4} と Al^{+3} (5:1) で占められているが、両イオンの分布状態に若干規則性があるとすると、その結果、この結晶格子は超格子的性格を帯びて来る筈である。このような見地より問題の微弱線を再検討してみると、これらは $a=9.754\text{KX}$, $c'=9 \times c=84.024\text{KX}$ とした場合、次の如く indexing し得る。

Ob.d(KX)	Indices	Calc.d(KX)
3.92	0 1 19	3.918
	0 2 8	3.919
3.76	0 1 20	3.762
3.62	0 1 21	3.616
	0 2 12	3.617
3.23	0 1 24	3.234

もっとも、これは問題の微弱線を説明する幾つかの考え方のうち、その一つを例示したに過ぎず、果してこの通りであるか、どうかは、更に詳細な結晶学的検討を要する。

しかし、本構造が超格子を構成するにせよ、或いは格子歪みを有するにせよ、その結果として、それは厳密な意味に於いては、必ずしも、六方格子に属さないものであるから、光学的には 2 軸性であることも可能となる。既述の如く、ボカロ炭田産インディアライトの光軸角の値が不連続性を示したことは、あたえられた物理的環境に対応する超格子、または格子歪みの様式にも、不連続性があるらしいことを暗示している。

また、コーディーライトの粉末写真にも、インディアライトの場合とほとんど同位置に、上述のような弱廻折線が認められる。即ち、上述のような超格子、または格子歪みは、コーディーライト結晶の場合にも存在するらしい。Gossner¹⁾等は、コーディーライトの単結晶廻転写真の比較的内側に、一般の層線に乗らない数個の投影点を認めている。これらが、上述の廻折線に一致する可否かは、今後の研究に待たなければならぬ。

本研究は、東京工業大学地学教室で行われた。実験全般にわたってご指導を賜った本学山田久夫助教授、科学研究所中平光興博士、X線実験において有益なご助言及びご援助を戴いた本学岩井津一講師に衷心より感謝申上げる。また貴重な試料をご寄贈下されたインド地質調査所 V. Venkatesh 博士にも、併せて謝意を表する次第である。