

○ 지역에서 나는 모나즈석의 희토류원소조성

선우철, 황보현, 원현철

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《마그네사이트와 흑연, 규석과 희토류광물을 비롯하여 우리 나라에 풍부한 자원과 우리의 기술로 세계적인 패권을 쥘수 있는 경제분야를 개척하고 발전시키는데 커다란 힘을 넣어야 합니다.》(《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 47페이지)

희토류광물의 하나인 모나즈석에서 희토류원소들의 조성과 함량은 지역에 따라 서로 다르다.

론문에서는 연구지역에서 나는 모나즈석의 희토류원소조성에 대하여 서술하였다.

1. 연구지역의 지질

연구지역에는 상부시생대 랑림층군 흑운모편마암과 혼성암, 련화산암군의 관입암체가 드러나있다.

관입암체는 반상흑운모화강암, 중조립흑운모화강암, 견운모록니석화된 반상화강암, 중조립화강암으로 이루어져있으며 관입암체안에는 세립흑운모화강암, 세정암, 거정암이 맥 모양으로 들어있다. 관입암체의 암석들에는 희토류광물인 모나즈석이 다 들어있는데 모나즈석의 함량은 0.15~5.4g/kg이다.

관입암체는 제4기 중생신세에 일어난 신기지체구조운동에 의하여 뿔기된 후 풍화 및 강한 침식삭박작용을 받아 그 주변에 넓은 표사광상이 형성되였다. 주요광물조성은 모나즈석, 티탄철광, 지르콘광이다.

표사광상의 자름면을 보면 지표로부터 아래로 내려가면서 모래메흙층 10~40cm, 흙모래층 50~100cm, 자갈모래층 50~130cm, 모래자갈층 40~150cm로 되어있으며 그밑에는 기반암이 놓여있다. 자름면에서 매 층들의 두께는 일반적으로 위치에 따라 서로 다르다. 기본함광층은 자갈모래층과 모래자갈층이다.

모나즈석립자의 크기는 기본적으로 0.2~1mm이다.(표 1)

표 1. 모나즈석의 립도분포

립도구간/mm	0.1이하	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3~0.5	0.5~1	1~2	2이상
립도분포함량/%	1.23	7.92	14.58	46.55	28.39	1.27	0.06

2. 모나즈석의 희토류원소조성

연구지역의 함광층에서 광석시료를 채취하여 테블선별, 자력선별을 한 다음 모나즈석정광 100g을 분취하고 현미경에서 모나즈석단광물을 분리하였다.

분리한 모나즈석단광물을 자기절구에서 미분한 다음 건조로에서 향량이 될 때까지 건조시키고 X선형광분석과 작열감량분석을 진행하였다.(표 2)

표 2. 모나즈석단광물의 분석결과

No.	산화물	함량/%	No.	산화물	함량/%	No.	산화물	함량/%
1	Ce ₂ O ₃	30.226 5	7	Gd ₂ O ₃	0.582 0	13	Al ₂ O ₃	0.183 3
2	La ₂ O ₃	15.685 8	8	Dy ₂ O ₃	0.224 3	14	Fe ₂ O ₃	0.635 4
3	Nd ₂ O ₃	9.984 9	9	P ₂ O ₅	29.510 8	15	MgO	0.111 3
4	Pr ₂ O ₃	3.018 6	10	ThO ₂	6.475 3	16	CaO	0.138 2
5	Sm ₂ O ₃	1.120 7	11	U ₃ O ₈	0.241 4	17	작감	1.010 0
6	Y ₂ O ₃	0.620 0	12	SiO ₂	0.231 5	계		100.00

표 2에서 보는바와 같이 모나즈석에는 희토류원소 17개 가운데서 8개의 원소들(La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Dy, Y)만이 들어있으며 Th와 U가 들어있다. 이것은 다른 지역의 관입암체에서 나는 모나즈석의 조성파 일련의 차이를 가진다.

모나즈석 ((Ce, La, ...)PO₄)의 이론적조성은 Ce₂O₃ 34.99%, La₂O₃ 34.74%, P₂O₅ 30.27%, Y₂O₃ 5%, ThO₂ 5~10%, ZrO 7%, SiO₂ 6%이며 이밖에 MgO, MnO, Fe₂O₃, PbO, H₂O 등 여러가지 원소들이 들어있다.[1, 2]

그러나 연구지역에서 나는 모나즈석에는 Ce₂O₃ 30.226 5%, La₂O₃~Dy₂O₃ 31.236 3%, P₂O₅ 29.510 8%로서 낮으며 Ce₂O₃/La₂O₃~Dy₂O₃ 0.967 7로서 높다.

그리고 관입암체의 서쪽과 남쪽지역에서 나는 모나즈석의 조성파 함량에서는 일련의 차이가 있다.(그림)

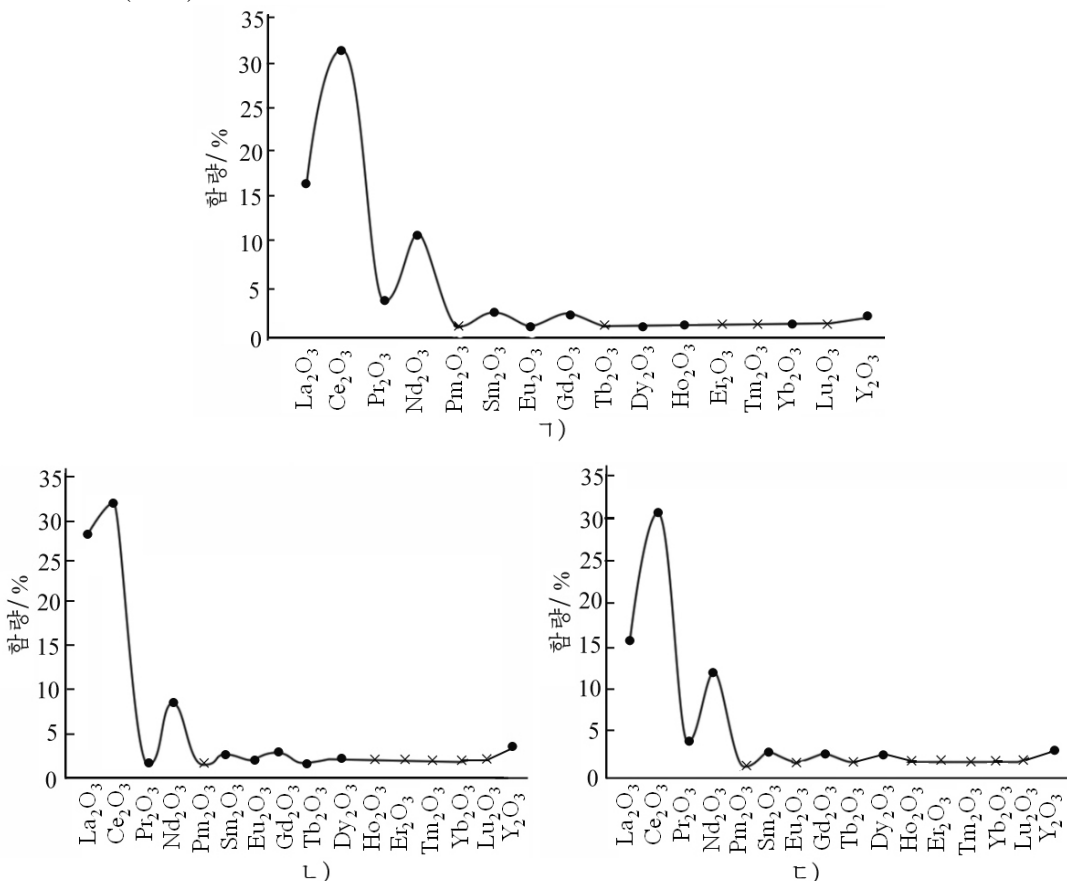


그림. 모나즈석에서 희토류원소의 조성

ㄱ) 연구지역, ㄴ) 서쪽지역, ㄷ) 남쪽지역

서쪽지역에서 나는 모나즈석에는 La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Dy, Ho, Yb, Y가 들어 있으며 남쪽지역에서 나는 모나즈석에는 La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Y가 들어 있다.[2] 그러나 연구지역(동쪽)에서 나는 모나즈석에는 La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Dy, Y가 들어 있다.

또한 연구지역에서 나는 모나즈석에는 방사성원소들인 ThO₂ 6.475 3%, U₃O₈ 0.241 4% 들어있으나 서쪽지역에서는 ThO₂ 3.67%, 남쪽지역에서는 ThO₂ 5.5%, U₃O₈ 0.3% 들어있다. 연구지역에서 나는 모나즈석의 희토류원소공반무리는 표 3과 같다.

표 3. 모나즈석의 희토류원소공반무리

지역	공반류형		
	1	2	3
연구지역	Ce-La	Nd-Pr-Sm	Y-Gd-Dy
서쪽지역	Ce-La-Nd	Pr-Sm	Y-Gd-Dy-Ho-Eu-Yb
남쪽지역	Ce-La	Nd-Gd	Y-Sm-Eu-Pr-Dy-Tb

맺 는 말

연구지역에서 나는 모나즈석의 희토류원소공반무리는 3가지 즉 Ce-La, Nd-Pr-Sm, Y-Gd-Dy로 구분된다.

참 고 문 헌

- [1] 강만식 등; 조선지질총서 7, 공업출판사, 387~388, 주체100(2011).
- [2] 한룡현 등; 희토류광물자원, 공업출판사, 148~164, 주체103(2014).
- [3] 池汝安 等; 稀土矿物加工, 科学出版社, 174~180, 2014.

주체107(2018)년 10월 5일 원고접수

REE Composition of Monazite in “○” Region

Sonu Chol, Hwangbo Hyon and Won Hyon Chol

The REE association groups of monazite in the study region can be considered as Ce-La, Nd-Pr-Sm, Y-Gd-Dy.

Key words: REE, composition