

Mineraler i monazitt-gruppen funnet i Norge

Rune S. Selbekk, Hans-Jørgen Berg og Harald Oskar Folvik

Innledning

Basert på Struntz sin klassifisering, så hører følgende mineraler til monazitt-gruppen:

Monazitt-(Ce) (Ce,La,Nd,Th)PO ₄	CePO ₄
Monazitt-(La) (La,Ce,Nd)PO ₄	LaPO ₄
Monazitt-(Nd) (Nd,La,Ce)PO ₄	NdPO ₄
Monazitt-(Sm) (Sm,Gd,Ce,Th)(PO ₄)	SmPO ₄
Cheralitt (Ca,Ce)(Th,Ce)[PO ₄] ₂	Ca _{0.5} Th _{0.5} (PO ₄)
Gasparitt-(Ce) (Ce,REE)AsO ₄	CeAsO ₄
Rooseveltitt	BiAsO ₄

Mineraler i monazittgruppen danner parallelle kjeder med altererende kantdeling av REE (sjeldne jordartselementer) polyedra av PO₄. Monazitt opptar de store sjeldne jordarter uten nevneverdig fraksjonering, og mineralet er praktisk talt fritt for de små sjeldne jordarter med ioneradier mindre enn dysprosium.

Monazitt er en viktig kilde for thorium, cerium og lantan, og disse elementene utvinnes hovedsakelig fra monazittsand. India har pr. i dag de største drivverdige forekomstene, men det er flere potensielle thoriumforekomster i verden, som f. eks. Fensfeltet.

Analysene er utført ved hjelp av en lavvakuum SEM med EDS, og analysene kan vise mindre avvik i forhold til mikrosondeanalyser. Våre undersøkelser viser at de fleste kjente monazitt-forekomster i Norge er monazitt-(Ce).

Monazitt-(Ce). CePO₄

Monazitt er en gruppe av mineraler, og enkelte av de omtalte monazittene her kan være andre typer enn monazitt-(Ce). De som positivt er identifisert som monazitt-(Ce) er også omtalt som -(Ce)

Iveland-Evje-området

Monazitt er et ikke uvanlig mineral i landets granittpegmatitter. Bjørlykke (1934) rapporterer funn av monazitt i 56 av 108 omtalte granittpegmatitter i Iveland-området. Bjørlykke (1939) gir en liste over funnsteder for monazitt, og det henvises til denne. I tillegg til der omtalte forekomster kan det nevnes at det forekommer monazitt i Birketveit = Spellarhaugen (Barth 1931). Schetelig (1913) har utført en rekke krystallografiske målinger av monazitt fra Rostadheia nær Mølland i Iveland. Sansynligvis så er det fleste av disse monazittene monazitt-(Ce), selv om ikke alle lokalitetene er undersøkt.

Monazitt-(Ce) fra Tveit 1 i Iveland viser høye Sm verdier i forhold til andre norske lokaliteter. De mest Sm-rike monazittene inneholder opptil 10 % Sm. Disse monazittene har et høyere Sm innhold enn Nd, noe som er uvanlig i forhold til andre norske forekomster.

Neumann & Bergstøl (1963) beskriver pseudomorfoser etter monazitt fra pegmatittgangene Kåbuland og Birkeland 3 i Iveland. Pseudomorfosene som består av cerianitt, fluoceritt, törnebohmitt og bastnäsit er tydeligvis dannet under

cleavelandittfasen i pegmatittgangen utvikling. Som den aller yngste paragenesen er pseudomorfosene omgitt av en yngre generasjon av monazitt som forekommer som en randsone rundt pseudomorfosene.

Monazitt-(Ce) er påvist ved kjemiske undersøkelser av følgende lokaliteter i Iveland-Evje området: Mølland, Gamle Knipen, Eptevann, Birkteveit, Landås, Rostadheia, Landsverk, Lundekleven, Ertveit, Tveit 1 og Heia, Håvestad.

Østfold

Forbes & Dahll (1855) beskriver funn av "urdit" i en pegmatittgang "ved Nøterø", senere undersøkelser av deres materiale viser at "urdit" er identisk med monazitt. Brøgger (1906) oppgir Narestø som funnsted for monazitten som ble beskrevet av Forbes & Dahll under navnet "urdit". Monazitt er påvist i små mengder i pegmatittgangen ved Spro, Nesodden (Raade 1965);

Monazitt fra følgende lokaliteter er monazitt-(Ce): Spro, Dillingøy, Herrebøkassa, Karlshus, Gustavgruva, Stadengen, Storengen og Fredskjæret. Analysert ved NHM

Vestfold

Apatitt med monazittinneslutninger er omtalt av Bergstøl (1972) fra jacupirangitten i Kodal. Raade & Larsen (1980) rapporterer funn av monazitt i en syenittpegmatitt fra Vøra på Vesterøya ca. 8 km syd-sydøst for Sandefjord. Sæbö (1966) omtaler opptreden av monazitt som et vanlig mineral i nefelinsyenittpegmatittgangene ved Bratthagen i Lågendalen, og Raade et al. (1980) nevner også funn av monazitt som pegmatittmineral i Tvedalen. Monazitt-(Ce) er funnet på 10 forskjellige lokaliteter i larvikittområdet (Andersen et al. 1996).

Arendal-Tvedestrand

Wöhler (1846) beskriver "Kryptolith" som forekommer i tynne krystaller innvokset i apatitt fra Arendal, i de apatittprøver han undersøkte fant han 2-3 % "kryptolith". Scheerer (1848b) undersøkte apatitter fra en rekke av Arendal-forekomstene, men fant "kryptolith" bare i apatitten fra Voksnes-gruvene på Tromøya, denne apatitt inneholdt 0,17 % "kryptolith". Mallard (1887) omtaler en forekomst fra Midbø 8-9 km nord for Tvedestrand av apatitt med "kryptolith"-inneslutninger, og slår fast at den såkalte "kryptolith" er identisk med monazitt. Disse omtalte monazittene har vist seg å være Ce-rike.

Schei (1905) beskriver monazittkrystaller med en noe uvanlig habitus fra pegmatittganger i nærheten av Risør. Åmli (1975) publiserer analyser av monazitt fra Gloserheia-pegmatitten; i feltspatbruddet Vestgård i Skjeberg (Broch 1934). Granittpegmatitten Mostad-pegmatitten i Aust-Agder (Sverdrup et al. 1959).

Andre lokaliteter

Sverdrup et al. (1967) omtaler monazitt som aksessorisk mineral i fahlbåndene i Modum/ Snarum-området. Åmli (1974) rapporterer opptreden av monazitt i vekslende mengder i såvel rauhaugitt som i rødberg fra Fensfeltet. Raade (1972) publiserer funn av monazitt (sammen med apatitt) i miarolittisk druserom i ekeritt uten nærmere angivelse av lokalitet. Disse monazittene har ikke blitt analysert i forbindelse med dette prosjektet, men de er sansynligvis monazitt-(Ce).

Larsen & Åsheim (2008) omtaler plateformede triangulære fragmenter av monazitt-(Ce) opptil 360 g fra Klauvreid pegmatittbrudd, Tokke, Telemark. Monazitt er også påvist i små mengder ved Høydalenseter i Tørdal (Ofteidal 1942, Bergstøl et al. 1977).

Monazittkrystaller er funnet i en pegmatitt mellom Leirdalen og Visdalen, samt Smådalen i Lom (T.T. Garmo pers. medd.). Så langt ser det ut til at det dreier seg om monazitt-(Ce). Banham (1968) rapporterer monazitt i en prøve av et glimmerfylt hulrom i sterkt pegmatittisert biotittgneis fra Hestbrepiggen-området i nordre Jotunheimen. Monazitt-(Ce) er også påvist som små brune krystaller fra en pegmatitt i Blåhøområdet, Oppland.

Monazitt er påvist i spormengder i Li-pegmatitten ved Ågskardet i Holandsfjord (Neumann 1985). Apatitt med monazittinneslutninger er omtalt av Robins (1974) i alkaline pyroksenittganger på Seiland i Finnmark, og av Åmli (1975) fra Gloserheia-pegmatitten i Froland (sammen med xenotim). Om det dreier seg om monazitt-(Ce) er sannsynlig, men ikke bekreftet.

Monazitt er et utbredt aksessorisk mineral i magmatiske bergarter enn det kunne synes å fremgå av litteraturen. Mineralet er funnet mange andre steder i Norge, uten å være rapportert.

Monazitt-(Nd). NdPO_4

Undersøkelser ved Naturhistorisk museum, UiO viser at monazitter fra Rostadheia, Iveland Lundekleven, Evje, samt prøver fra Tromøya ved Arendal er hovedsakelig monazitt-(Ce), men lokale soneringer i mineralet kan ha en overvekt av Nd, og må i enkelte tilfeller regnes som en monazitt-(Nd).

Cheralitt. $\text{Ca}_{0.5}\text{Th}_{0.5}(\text{PO}_4)$

$(\text{Ce}, \text{Ca}, \text{Th}, \text{U})[(\text{P}, \text{Si})\text{O}_4]$

Cheralitt er et mineral i monazitt-gruppen med formel $\text{CaTh}(\text{PO}_4)$. Cesium (Ce) og uran (U) kan erstatte kalsium (Ca) i formelen. Silisium (Si) kan erstatte noe av fosforet (P). Mineralet er påvist som mikroskopiske inneslutninger i K-feltspat fra rødfargede karbonatårer som er rike på thorium. Årene forekommer i områdene rundt Trondheimsfjorden og forfatterne bruker forekomster på Ytterøya som eksempler siden Ytterøya ligger sentralt i området og har stor konsentrasjon av slike årer (Grønlie & Torsvik 1989).

Enkelte sonerte monazitt-(Ce) krystaller fra Stadengen, Råde i Østfold har soner med kjemi som passer til cheralitt. Analysert ved Naturhistorisk museum, UiO.

Gasparitt-(Ce). CeAsO_4

Gasparitt er funnet i amazonittpegmatitten ved Tennvatn i Sørfold, Nordland, sammen med en rekke andre As-holdige mineraler (Raade et al. 2006). Mineralet forekommer som brune til grønnlige masser eller små krystaller som omvandlingsprodukt etter monazitt-(Ce).

Rooseveltitt og monazitt-(Sm) er ikke sikkert påvist i Norge ut i fra forfatternes kjennskap til funn av monazittgruppen i Norge.

Litteratur

- ANDERSEN, F., BERGE, S.A. & BURVALD, I. (1996): Die Mineralien des Langesundsfjords und des umgebenden Larvik-Gebietes, Oslo-Region, Norwegen. *Mineralien-Welt* **4**, 21-100.
- BANHAM, P.H. (1968): The basal gneisses and basement contact of the Hestbrepiggen area, North Jotunheimen, Norway. *Norges Geologiske Undersøkelse* **252**, 1-77.
- BARTH, T.F.W. (1931): Feltspat III. *Norges Geologiske Undersøkelse* **128b**, 111-151.
- BERGSTØL, S. (1972): The jacupirangite at Kodal, Vestfold, Norway. *Mineralium Deposita* **7**, 233-246.

- BERGSTØL, S., JENSEN, B.B. & NEUMANN, H. (1977): Tveitite, a new calcium yttrium fluoride. *Lithos* **10**, 81-87.
- BJØRLYKKE, H. (1934): The mineral paragenesis and classification of the granite pegmatites of Iveland, Setesdal, Southern Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **14**, 211-311.
- BJØRLYKKE, H. (1939): Feltspat V. De sjeldne mineraler på de norske granittiske pegmatittganger. *Norges Geologiske Undersøkelse* **154**, 1-78.
- BROCH, O.-A. (1934): Feltspat IV. *Norges Geologiske Undersøkelse* **141**, 117 s.
- BRØGGER, W.C. (1906): Die Mineralien der südnorwegischen Granitpegmatitgänge, I. Vid.-Akad.Skr. 1,6, 1-162. Brøgger, W.C. (1907): Hellandit von Lindvikskollen bei Kragerø, Norwegen. *Zeitschrift für Kristallographie* **42**, 417-439.
- FORBES, D.D. & DAHIL, T. (1855): Mineralogiske lagttagelser omkring Arendal og Kragerø. *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne* **8**, 213-229.
- GRØNLIE A. & TORSVIK T. (1989): On the origin and age of hydrothermal thorium-enriched carbonate veins and braccias in the Møre-Trøndelag Fault Zone, Central Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **69**, 1-19.
- LARSEN, A.O. & ÅSHEIM, A. (2008): Klauvreid pegmatittbrudd, del 1: Geologi og mineralogi. *Norsk Bergverksmuseum Skrift* **38**, 49-56.
- MALLARD, E. (1887): Sur la Cryptolite de Norvège. *Bulletin de la Société française de Minéralogie* **10**, 236-238.
- OFTEDAL, I. (1942): Lepidolit- og tinnsteinførende pegmatit i Tørdal, Telemark. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **22**, 1-14.
- NEUMANN, H. & BERGSTØL, S. (1964): Contributions to the mineralogy of Norway. No. 25. Pyrophanite in the southern part of the Oslo area. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **44**, 39-42.
- ROBINS, B. (1974): Synorogenic alkaline pyroxenite dykes on Seiland, northern Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **54**, 247-268.
- RAADE, G. (1965): The minerals of the granite pegmatite at Spro, Nesodden, near Oslo. Årbok 1964. *Norges Geologiske Undersøkelse* **234**, 160-166.
- RAADE, G. (1972): Mineralogy of the miarolitic cavities in the plutonic rocks of the Oslo region, Norway. *Mineralogical Record* **3**, 7-11.
- RAADE, G. & LARSEN, A.O. (1980): Contributions to the mineralogy of Norway, no. 65. Polyolithionite from syenite pegmatite at Vøra, Sandefjord, Oslo region, Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **60**, 117-124.
- RAADE, G., HAUG, J., KRISTIANSEN, R. & LARSEN, A. O. (1980): Langesundsfjord. *Lapis*, **5** (10), 22-28.
- RAADE, G. KOLITSCH, U. & HUSDAL, T.A. (2006): Si-rich bergslagite from a granitic pegmatite at Tennvatn, North Norway. *GFF* **128**, 65-68.
- SCHEERER, TH. (1848b): Andet Bidrag til Kundskab om norske Mineralier. *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne* **5**, 299-318.
- SCHÉI, P. (1905): Notes on Norwegian minerals, 1-6. *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne* **43**, 137-145.
- SCHETELIG, J. (1913): Mineralogische Studien, I. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **2**, 3-37.
- SÆBÖ, P.CHR. (1966b): Contributions to the mineralogy of Norway. No. 35. The first occurrences of the rare mineral barylite, $\text{Be}_2\text{BaSi}_2\text{O}_7$, in Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **46**, 335-348.
- SVERDRUP, TH.L., BRYN, K.O. & SÆBÖ, P.CHR. (1959): Contributions to the mineralogy of Norway. No. 2. Bastnäsite, a new mineral for Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **39**, 237-247.
- SVERDRUP, TH.L., THORKILDSEN, CHR.D. & BJØRLYKKE, H. (1967): Uran og thorium i Norge. *Norges Geologiske Undersøkelse* **250**, 5-31.
- WÖHLER, F. (1846): Ueber den Kryptolith. *Annalen der Physik und Chemie* **67**, 424-427.

- ÅMLI, R. (1974): Mineralogiske og geokjemiske undersøkelser vedrørende scandium, niob og sjeldne jordarter i Fensfeltet, Ulefoss. *Rapport, Mineralogisk-Geologisk Museum*.
- ÅMLI, R. (1975): Mineralogy and rare earth geochemistry of apatite and xenotime from the Gloserheia granite pegmatite, Froland, Southern Norway. *American Mineralogist* **60**, 607-620.