

# Karhu kiertää...

*Karhu kiertää -palstalla seurataan geologian alan uusia väitöksiä.*

27.5. 2011 *Jussi Heinonen (HY)*

## Geochemistry and petrology of the ferropicrite dikes and associated rocks of Vestfjella, western Dronning Maud Land, Antarctica

**M**antereiset laakiobasalttiprovinsit ovat suurimpia tunnettuja ilmanalaisia vulkaanisia muodostumia (alkuperäinen tilavuus jopa  $2 \times 10^6 \text{ km}^3$ ). Laakiobasalteja esiintyy kaikilla mantereilla ja niitä tiedetään muodostuneen miltei läpi maapallon historian. Laakiobasalttien purkautumisella on ollut huomattava vaikutus maapallon ilmastoon ja elämän kehitykseen, mutta niiden synnystä tiedetään edelleen varsin vähän. Tämä johtuu osaltaan siitä, että suurin osa laakiobasalttien kantasulusta on reagoinut voimakkaasti mantereisen litosfäärin kanssa ja niiden alkuperäinen, mahdollisesti litosfäärin alaisesta vaipasta peritty geokemiallinen sormenjälki on vaikeasti tunnistettavissa ja tulkittavissa.

Ferropikriitit ovat poikkeuksellisen rautarikkaita ( $\text{FeOtot} > 13 \text{ p. } \%$ ) ja primitiivisiä ( $\text{MgO} \approx 12 \text{ p. } \%$ ) laavakiviä, joita on kuvattu muutamista laakiobasalttiprovinsseista. Toisin kuin tavalliset laakiobasaltit, ferropikriitit eivät yleensä ole merkittävästi reagoineet litosfäärin kanssa ja siksi ne tarjoavat arvokasta tietoa suoraan laakiobasalttimuodostumien alkulähteiltä. Ferropikriitit on usein yhdistetty anomalisen korkeisiin vaipan lämpötiloihin ja vaippapluumeihin, mutta näiden erikoisten kivien syntyyn liittyy useita kysymyksiä: Mistä niiden korkea rautapitoisuus on peräisin? Miten ne kytkeytyvät laakiobasalttien syntyyn?

Tässä väitöskirjatyössä käsitellään Vestfjellan (Kuningatar Maudin maa, Etelämanner) ferropikriittien ( $\text{FeOtot} = 13 \text{ p. } \%$ ;  $\text{MgO} = 13 \text{ p. } \%$ )



p. %) sekä niihin liittyvien muiden primitiivisten magmakivien pikriittien, meimechiittien, pikrobasalttien ja basalttien geokemiaa ja petrologiaa. Nämä suureksi osaksi aikaisemmin tuntemattomat kivet leikkaavat juonina Karoon suuren magmaprovinssin laakiobasalteja, jotka purkautuivat jurakaudella noin 180 miljoonaa vuotta sitten Gondwana-supermantereen repeämisprosessin alkuvaiheiden aikana. Valikoiduista näytteistä (yhteensä 31 vähintään yhdestätoista juonesta) analysoitiin mineraalien koostumuksia sekä pääalkuaine-, hivenalkuaine-, ja Sr-, Nd-, Pb- ja Os-isotooppikoostumuksia.

Analysoidut näytteet voidaan jakaa hivenalkuaine- ja isotooppikoostumuksensa perusteella kahteen magmatyyppiin: (1) Köyhtynyt magmatyyppi (24 näytettä vähintään yhdeksästä juonesta) on köyhtynyt sopeutumattomimmista alkuaineista ja muistuttaa isotooppikoostumukseltaan valtamer-

ten keskiselänteiden basaltteja; (2) Rikastunut magmatyyppi (7 näytettä vähintään kahdesta juonesta) on suhteellisen rikastunut sopeutumattomimmista alkuaineista ja muistuttaa hivenalkuaine- ja isotooppikoostumukseltaan merellisten saarten basaltteja. Kumpikaan magmatyyppi ei ole merkittävästi saastunut kuorellisella aineksella.

Köyhtynyt magmatyyppi on peräisin hyvin MgO-rikkaista (jopa 25 p. %) kantasulista, jotka muodostuivat Karoon päävaiheen aikana korkeissa vaipan lämpötiloissa (>1600 °C) ja paineissa (n. 5–6 GPa) pääosin vesipitoisesta, köyhtyneestä ylävaipan peridotitiista. Rikastuneen magmatyyppin lähteenä ovat vaipan heterogeeniset pyrokseenipitoiset komponentit, jotka muodostuivat joko subduktoituneen merellisen kuoren reagoiessa vaipan peridotiitin kanssa tai sulametasomatoosin seurauksena.

Geokemiallisen mallinnuksen perusteella monet litosfäärin aineksilla saastuneista Karoon laakiobasalteista ovat saaneet alkunsa samasta vaipalähteestä kuin köyhtynyt magmatyyppi. Tästä lähteestä ovat todennäköisesti peräisin myös isotooppikoostumukseltaan hyvin samankaltaiset Intian Valtameren keskiselänteen basaltit. Nämä havainnot ja köyhtyneelle magmatyypille arvioidut korkeat lähdelämpötilat viittaavat siihen, että Karoon laakiobasaltit saivat suurimmaksi osaksi alkunsa Gondwana-supermantereiden alaisen vaipan sisäisen lämpenemisen, ei niinkään ylävaippaan tunkeutuneen syvän vaippapluumin, seurauksena.

Tutkimukseni tukee näkemystä siitä, että ferropikriittiset sulat voivat syntyä monin eri tavoin: poikkeuksellisen korkea rautapitoisuus saavutetaan todennäköisimmin, jos lähdemateriaali vaipassa sulaa (1) alhaisella asteella (2) ja/tai korkeassa paineessa ja/tai (3) lähdemateriaali sisältää rikastuneita komponentteja (esim. pyrokseeniittia tai metasomatoitunutta peridotiittia). On kuitenkin huomionarvoista, että ferropikriittinen kokokivikoostumus voi olla myös seurausta akkumulaatiosta, sekundaarisesta muuttumisesta tai fraktioivasta kiteytymisestä, ja erityistä huomiota on siksi kiinnitettävä kantamagman koostumuksen määrittämiseen.

**5.8.2011 Esa Heilimo (HY)**

## Neoarchean sanukitoid series in the Karelian Province, Finland

Laattatektoniikka on perustavanlaatuisen geologinen teoria, jota voi merkityksessä verrata biologian evoluutioteoriaan. Laattatektoniikkateorialla pystytään selittämään suurin osa maapallon merkittävistä geologisista ilmiöistä. Maankuori jaetaan mantereiseen ja merellisiin laattoihin, jotka liikkuvat toistensa suhteen laattatektoniikkateorian mukaan. Näiden mantereisen ja merellisen laatan törmätessä toistensa suhteen merellinen laatta painuu maan vaippaan. Törmäys vyöhykkeillä esiintyy maanjäristyksiä, tulivuoren purkauksia ja samalla kun uutta mantereista kuorta syntyy. On kuitenkin ollut epäselvää milloin ja miten tämä prosessi on alkanut toimia 4,5 miljardia vuotta vanhalla Maapallolla.

Tässä tutkimuksessa on kuvattu sanukitoidinimistä kivilajiryhmän Itä-Suomesta sekä tutkittu kyseisen ryhmän koostumusta, ikää, lähdettä ja sitä synnyttänyttä tektonista prosessia. Sanukitoidien poikkeuksellinen koostumus todistaa laattatektoniikan toimineen jo 2,7 miljardia vuotta sitten maamme alueella. Kuitenkin sen luonne poikkesi nykyisestä, merellisen laatan törmätessä mantereeseen katkesi upotessaan maan vaippaan. Sanukitoidien koostumus ja isotooppi suhteet todistavat niiden lähteen olevan vaipassa johon on sekoittunut mannerkuorta vaihtelevissa määrin.

Nuoremmat prosessit ovat muodostaneet Etelä-Suomen kallioperän 1,9 miljardia vuotta sitten, samalla Itä-Suomen kallioperä mukaan lukien sanukitoidit lämpenivät 400–500 °C asteeseen. Tämä lämpötila ei ole muuttanut tutkittujen kivien alkuaine koostumusta, vaikka lyijy isotooppi pitoisuuksissa havaittiin muutoksia.