

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

MALMIOSASTO

M19/3812/96/ 1

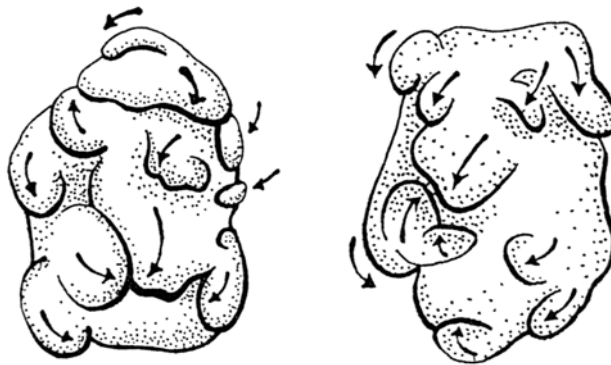
3812 07

Inari

Kari A. Kinnunen, Bo Johanson, Mauri Terho ja Risto Puranen

17.5.1996

**Lemmenjoen alueen Puskuojalta elokuussa 1995 löytyneen
Iivari-kultahipun (126,95 g) morfologia ja pintarakenne,
kemiallinen ja mineraloginen koostumus sekä
petrofysikaaliset ominaisuudet**



Kinnunen, Kari A., Johanson, Bo, Terho, Mauri ja Puranen, Risto



Sisällysluettelo

Johdanto	3
Morfologia	4
Pintarakenteet	7
Mineraloginen koostumus	9
Kemiallinen koostumus	11
Petrofysikaaliset mittaustulokset	13
Tulokset tiivistettynä	14
Tulosten tulkinta	15
Kiitokset	16
Kirjallisuus	16
Liitekartta	18

Johdanto

Kultahippitutkimus on osa Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) perustutkimusohjelmaa, jossa pyritään soveltamaan uusia laboratoriomenetelmiä arvokkaisiin hippuihin niitä tuhoamatta.

Kookkaita kultahippuja voidaan laboratoriossa tutkia huomattavasti monipuolisemmin ja herkemmin menetelmin kuin pieniä hippuja. Kookkaita kultahippuja on tutkittu varsin vähän maailmallakin johtuen niiden korkeasta hinnasta. Tieteellisen mielenkiinnon lisäksi tuloksilla on käyttöä malminetsinnän suunnittelussa ja hippujen kaupallisessa luokittelussa ja yksilöinnissä.

Kullankaivaja Raimo Kanamäen Inarista, Lemmenjoen alueen Puskuojalta 22.8.1995

huuhtomalla löytämä Iivari-kultahippu, 126,9 g, on kuudenneksi suurin Suomesta raportoiduista.

Hippu saatiin GTK:hon tutkittavaksi vuoden 1996 helmi-maaliskuussa. GTK:n Kivimuseon johtaja Pentti Karhunen teetti samalla hipusta kopioita museo- ja näyttelykäyttöön. GTK:ssa on viime vuosina tutkittu useita kookkaita kultahippuja, mm. Aleksia (385 g), joka on toiseksi suurin Suomesta löytyneistä (Kinnunen ym. 1995). Lisäksi on tutkittu lukuisia pienempiä Lapin kultahippuja Lemmenjoen, Ivalojoen ja Tankavaaran alueilta.

Iivarin löytöpaikan läheisyydestä Puskuojalta (Liite 1) on tavattu useita kookkaita kultahippuja mm. 103 g isomus, joka löytyi 20.10.1954, ja runsaasti korukäyttöön soveltuvia korundeja, Lapin Tähtiä. Myös näitä korundeja on GTK:ssa tutkittu (Kinnunen ja Johanson 1993). Samoin on tutkittu Puskuojalta löytyneitä suurehkoja kullan ja kvartsin muodostamia sekahippuja (Kinnunen 1995a).

Iivari-hipun pinnan rakennetta on tutkittu uudella erityisesti kultahipuille kehitetyllä menetelmällä, jolla hipun pinnasta otetaan tavallaan sen sormenjäljet muovikalvolle. Näin hippu voidaan aina uudelleen tunnistaa, sen kulumistapa selvittää (Kinnunen ym. 1995) ja

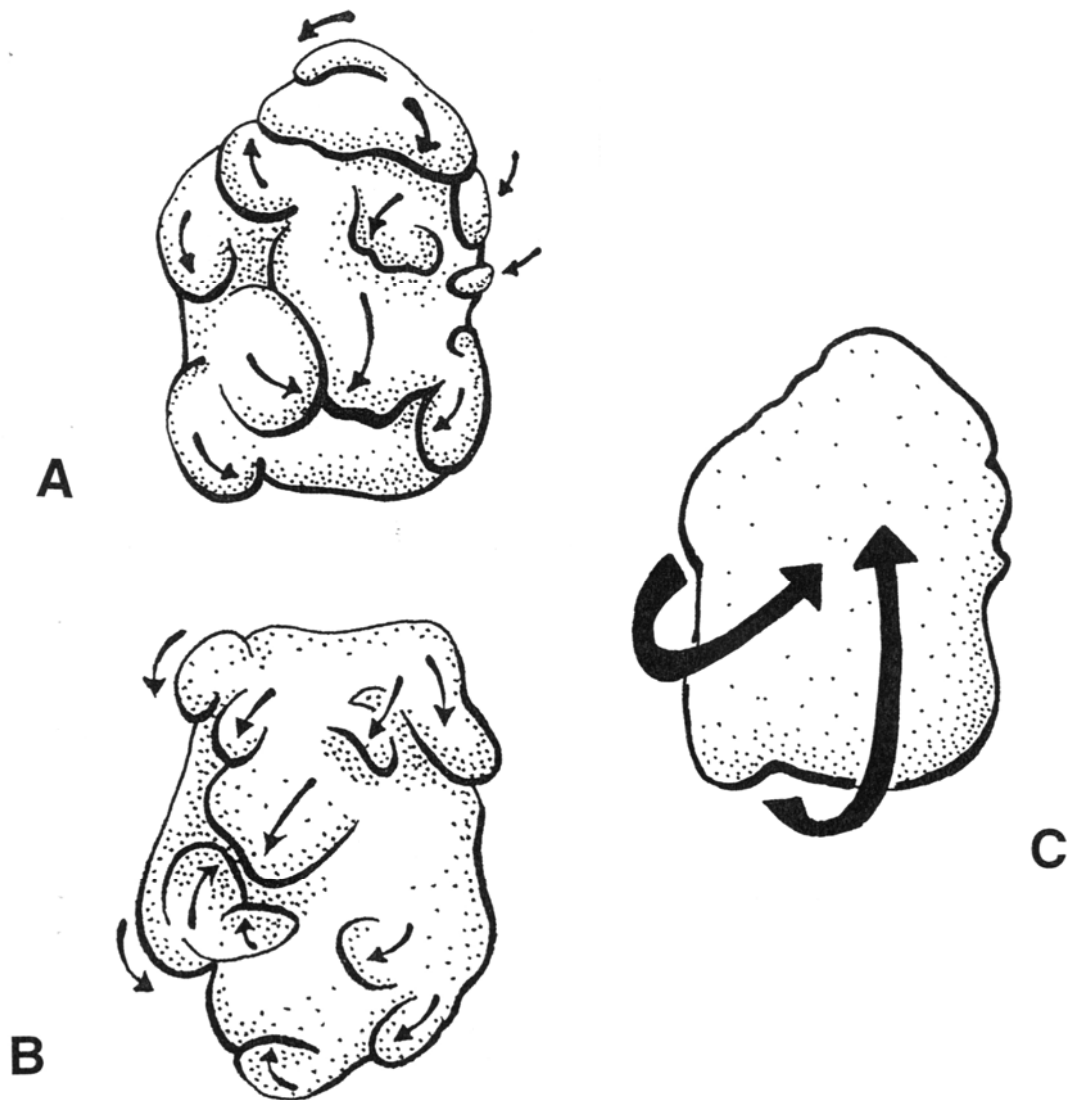
luonnonhippu erottaa mahdollisista väärennöksistä (Kinnunen ja Vilpas 1994). Iivarin kemiallinen koostumus määritettiin GTK:n uudella elektronimikroanalysaattorilla, jolla saadaan näytettä tuhoamatta mikroskooppisen pienistä kohteista tarkka määrittäminen. Laite on Pohjoismaiden monipuolisimpia. Iivarin petrofysikaalisten ominaisuuksien määrittämiseen käytettiin alunperin meteoriittien tutkimukseen kehitettyjä menetelmiä (Terho ym. 1993). Tutkimukset tehtiin ennen kuin hipusta teetettiin kullatut kuparijäljennökset. Hipun tiheys määritettiin uudelleen ja hipun pintarakenteet tutkittiin toistamiseen jäljentämisen jälkeen. Tässä selvityksessä käytetyt tutkimusmenetelmät on lähemmin selostettu seuraavissa luvuissa tutkimustulosten yhteydessä.

Morfologia

Iivari on pyöreämuotoinen ja sen läpimitat ovat pituus 36 mm, leveys 31 mm ja korkeus 28 mm (Kuva 1). Läpimitat on mitattu kohtisuoraan toisiaan vastaan. Sedimentologisella Powersin pyörityneisyysasteikolla hippu on puolipyöritynyt (SR, subrounded). Hipun kulmat ovat taipuneet poimuttumalla kiinni hipun pintaan. Yhteensä hipussa on 19 kpl poimuttuneita kulmia. Hipun kulmien taipumissuunnista tehtiin selvitys tutkimalla niitä stereomikroskoopilla (Kuva 2A ja 2B). Kunkin kulman tulkittu taipumisuunta merkittiin hipusta tehtyihin piirroksiin Tulosten perusteella voidaan päätellä hipun pyörineen pääasiallisesti kahdessa suunnassa (Kuva 2C). Tämän piirteen selittää hipun pyöräminen mannerjäätikön alaisessa moreenissa. Muissa kuljetusmuodoissa voi olettaa suuntien olleen sattumanvaraisia. Mahaneyn (1995) tutkimustulosten mukaan osasten pyöräminen jäätikön alaisessa moreenissa on osoitus korkeasta huokosveden paineesta, joka on vallinnut nimenomaan deformaatiomoreenin (deformation till) muodostuessa. Poimuttuminen sisänsä on kultahipuissa yleinen piirre: pienten lehtimäisten kultahippujen kulmat ovat yleisesti poimuttuneita.



Kuva 1. Iivari-kultahipun pituus on 36 mm ja paino 126,95 g. Hippua luonnehtivat pyöristyneet ulokkeet, primaarikolot (pohjalla ruskehtava sedimenttityte) ja halkeamia muistuttavat taipuneiden kulmien saumakohdat, joista on rakennetulkinta kuvassa 2. Kuva: Jari Väättäinen, GTK.



Kuva 2. Iivari-kultahipun taipuneiden kulmien perusteella tehty rakennetulkinta hipun pääasiallisista pyörimissuunnista moreeniaineksessa. Kulmien taipumissuunta määritettiin stereomikroskoopilla. Kulmat ovat painautuneet tiukkaan hipun pintaan ja niistä on näkyvissä vain saumakohdat. Kulmat ovat taipuneet päinvastaiseen suuntaan kuin mitä pääasialliset pyörimissuunnat ovat olleet. Tulkitut taipumissuunnat on merkitty piirroksiin A ja B (ylä- ja alapinta) ja niiden perusteella tehty pyörimissuuntien tulkinta piirrokseen C. Piirrokset: Kari A. Kinnunen, GTK.

Pintarakenteet

Pintarakenteet tutkittiin asetaattikalvomenetelmällä (Kinnunen 1995b). Kultahipun pintaan tartutetaan asetonilla kostutettu asetaattikalvo. Se irrotetaan kuivumisen jälkeen ja kiinnitetään kahden mikroskoopin objektilasin väliin. Hipun pinta on näin jäljentynyt kalvoon, jota voidaan tutkia mikroskoopilla ja arkistoida tulevaa käyttöä varten. Tällä tavoin yksittäinen hippu kyetään aina uudelleen tunnistamaan siitä mahdollisesti teetetyistä jäljennöksistä tai suoranaista väärennöksistä.

Kultahippujen pintarakenteet voidaan jakaa kolmeen geneettiseen pääluokkaan: primaareihin, sekundaareihin ja antropogeenisiin jälkiin (Kinnunen 1996). Primaarit jäljet ovat syntyneet hippuihin kallioperässä, sekundaarit maaperässä ja antropogeeniset ihmisen toiminnasta. Iivarin pintarakenteista tehtiin analyysi, jossa kunkin pintarakenteen osuus esitetään pinta-alaprosentteina taulukossa 1.

Iivari-hipun pinnalla on kahden tyyppisiä antropogeenisiä jälkiä: huuhtonnan yhteydessä ilmeisesti täryseulassa syntyneitä naarmuja ja heikkoa kiillottumaa hipun ulkonemissa.

Suurimmat täryseulanaarmut ovat kiiltäviä uurteisia kiillottumia hipun kulmilla (pituus 1 - 4 mm). Niitä on vain muutama kappale.

Sekundaareja jälkiä Iivarin pinnassa ovat painaumakolot, mikrouurteet, uurrelasturakenteet, aaltopainumat (harvinaisen kookkaita) ja impaktikuopat. Yleisimpiä ovat mikrouurteet ja painaumakolot. Sekundaarien jälkien voi tulkita syntyneen hipun pintaan moreenissa jääkauden aikana ja jäätikköjokisorassa. Osa painaumakuopista voi myös olla syntynyt varhaisemmin mutta tätä ei nykyisillä tutkimusmenetelmillä kyetä varmuudella osoittamaan.

Taulukko 1. Iivari-kultahipun pintarakenteen analyysi.

Pintarakenne	Pinta-ala (%)
Primaarit jäljet¹	
Primaarikolot	18
Kidepintajäänteet	0
Deformaatorakenteet	0
Sekundaarit mekaaniset jäljet²	
Painaumakolot	28
Mikrouurteet	20
Aaltopainauumat	2
Impaktikuopat	8
Antropogeeniset jäljet²	
Kiillottumat	22
Naarmut	2

¹ - määritetty foliomenetelmällä (ks. seuraava luku)

² - määritetty asetaattikalvomenetelmällä

Sekundaareihin jälkiin kuuluvat myös hipun pinnan kemialliset muuttumistulokset ja muut saostumat. Iivarin pinnalla on vain vähän limoniittista saostumaa eräiden kolojen pohjalla.

Yleistä Iivarin pinnalla on mikrokiteinen kultasilaus. Sen voi tulkita syntyneeksi hopean ja kuparin uuttuessa pois hipun pinnasta. Hipun pintaan on näin syntynyt ohuita lähes puhtaan kullan kerroksia. Mikroskoopissa ne erottuvat mikrokiteisenä silauksena. Yleensä tämä silaus peittää primaareja ja sekundaareja jälkiä, mutta puuttuu antropogeenisten jälkien pinnalta.

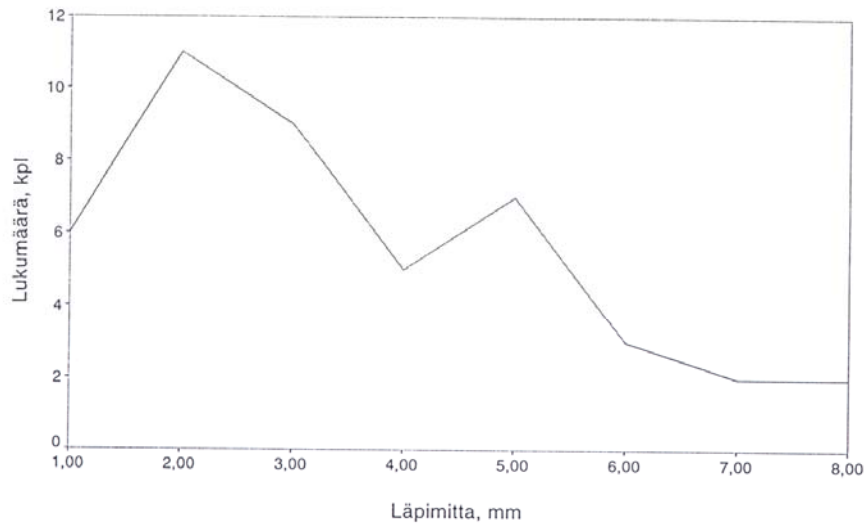
Primaareja jälkiä ovat viereisten mineraalien kolomaiset valokset, joita lähemmin kuvataan seuraavassa luvussa.

Mineraloginen koostumus

Mineralogisesti varsinainen hipun aines koostuu nyky muodossaan pelkästään kullasta. Itse kullasta ei kyetty löytämään mineraalisulkeumia. Pienten malmimineraalisulkeumien löytyminen edellyttäisi pintahieen valmistamista hipusta. Se olisi vaatinut hipun sahaamista ja osittaista tuhoamista. Tähän ei ollut lupaa.

Hipun pinnassa erottuvat primaarikolot kuitenkin osoittavat että hippu alunperin on sisältänyt runsaasti muita mineraaleja (Kuva 3). Kolojen suurin läpimitta hipun pinnan suunnassa vaihtelee 1 - 8 mm, keskimäärin se on 3,6 mm (yhteensä mitattuja koloja 45 kpl). Primaarikolojen pinta-ala mitattiin vetämällä hipun pintaan tiiviisti muovinen läpinäkyvä foliokalvo ja piirtämällä siihen ohutkärkisellä tussikynällä kolojen ääri viivat. Aukilevitetystä kalvosta määritettiin kolojen pinta-ala pistelaskumenetelmällä laskentaikkunaa käyttäen. Pinta-alaprosentti on pistelaskumenetelmällä määritettynä (ks. esim. Jones 1987, s. 73-75) sama kuin kolojen tilavuusprosentti, joka Iivari-hipulla on keskimäärin 18 % (vaihtelu 13 - 21 %). Hipussa on siis ollut 18 tilav.% muita mineraaleja ja Iivari-hippu on voinut olla osa kallioperän rakotäyttymää. Raon muiden mineraalien raekoko on ollut karkeahko ja lähellä mitattujen satunnaisten poikkileikkausten läpimittojen maksimia, siis noin 5 - 8 mm. Muiden mineraalien laadusta ei kyetty tekemään lopullisia johtopäätöksiä. Kolot ovat omamuotoisia, poikkileikkaukseltaan useimmiten kolmiomaisia. Ne eivät siis ole pyörityneiden sedimenttien detritaalisten kappaleiden aikaansaamia painaumuksia. Koloista tehtiin kulmamittauksia stereomikroskoopin avulla, mutta kullan deformaatio (reunojen taipuminen ja poimuttuminen) teki tarkat mittaukset mahdottomiksi. Tarkoilla kulmamittauksen tuloksilla kolojen mineraalitäyte kyettäisiin ehkä tunnistamaan.

Iivarin syvimpien kolojen ja onkaloiden pohjaa peittää hienorakeinen kellertävä sedimenttiaines.



Kuva 3. Iivari-kultahipun pintarakenne-analyysi primaarikolojen (kolmikulmaiset kuopat) läpimitasta. Kuva-alan pituus vastaa 26,5 mm. Primaarikolojen läpimitta kuvastaa hipun kalliolähteen sivumineraalien raekokoa. Kuva ja kuva-analyysi: Kari A. Kinnunen, GTK.

Siitä tehtiin mineraloginen määrittely immersioraenäytteestä. Aines on pääosin savilajitetta.

Kellertävä väri tulee limoniittisesta saostumasta. Aineksessa on myös karkeampia detritaalisia mineraalirakeita 30 - 400 μ m raekoossa. Niiden mineraalikoostumus raeprosentteina määritettynä on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Kolojen sedimenttiaineksen mineraalikoostumus.

Mineraali	Raemäärä (%)
kvartsi	42
alkalimaasälpä	16
rapautunut aines	10
kiilteet	6
granaatti	4
amfiboli	4
muut rakeet ¹	18

¹ muut rakeet: pyrokseeni, epidootti, zoisiitti?, opaakki, zirkoni ja kivilajifragmentti amfiboliittia.

Kolojen sedimenttiaineksen rakeet ovat pääosin särmikkäitä. Amfibolit ovat pinnaltaan voimakkaasti syöpyneitä mutta granaatit ovat yleisesti vähän syöpyneitä. Aines vastaa mineraalikoostumukseltaan ja särmikkyydeltään moreenin hienoainesta tässä raekoossa.

Granaatin vähäinen syöpyminen osoittaa aineksen sisältävän vähän vanhaa sedimenttiainesta.

Kolon sedimenttiaineksen kerrostumisajankohdasta ei voida tehdä johtopäätöksiä.

Kemiallinen koostumus

Kultahipun kemiallinen koostumus määritettiin Geologian tutkimuskeskuksen täysautomaattisella Cameca SX50 elektronimikroanalysaattorilla. Kolojen pohjalta irroitettiin stereomikroskoopin avulla kolme mikroskooppista kultasälöä. Näistä sälöistä teetettiin pintahie, jolloin saatiin

riittävän tasainen pinta elektronimikroanalysaattorilla määritettäväksi. Mikroanalysaattorilla saadaan tuhannesosamillimetrin alueelta näytteen pinnasta kemiallista tietoa näytettä tuhoamatta. Analyysikohta määritetään tarkkaan etukäteen optisen ja elektronioptisen kuvan avulla. GTK:n laite on varustettu neljällä aallonpituusdispersiivisellä (WDS) ja yhdellä energiadisperiivisellä (EDS) spektrometrillä. Tässä tutkimuksessa käytettiin tarkempaa WDS menetelmää (ks. Taulukko 3), jonka avulla tehtiin 41 kvantitatiivista analyysiä. Elektronisäteen kiihdytysjännitteenä käytettiin 20 kV ja suihkuvirtana 30 nA. Kullan piikkiä mitattiin 10 s ja sen taustatarvoja molemmin puolin piikkiä 10 s. Muita alkuaineita mitattiin kaksi kertaa kauemmin paremman nettopulssimäärän saavuttamiseksi.

Taulukko 3. Analysoitujen alkuaineiden standardit, niiden koostumus, käytetty röntgeniviiva ja WDS:n diffraktiokide.

Alkuaine	Röntgeniviiva	Standardimateriaali	Pitoisuus [p- %]	Diffraktiokide
Au	L_{α}	metallinen kulta	99.99	LIF
Ag	L_{α}	metallinen hopea	99.99	PET
Cu	K_{α}	kuparikiisu	34.59	LIF
Fe	K_{α}	kuparikiisu	30.43	LIF
Hg	M_{α}	sinoperi	86.22	PET
Bi	M_{α}	metallinen vismutti	99.99	PET
Sb	L_{α}	Sb_2Te_3	38.88	PET
Te	L_{α}	Sb_2Te_3	61.12	PET
As	L_{α}	kobolttihohde	45.20	LIF
S	K_{α}	kuparikiisu	34.94	PET
Se	L_{α}	Bi_2Se_3	36.17	TAP

Raakadata korjattiin Camecan PAP matriisikorjausmenetelmällä. Keskiarvoanalyysi ja standardihajonta on laskettu 41 analyysistä painoprosentteina ja se on esitetty Taulukossa 4. Kunkin alkuaineen keskiarvo on laskettu analyysien perusteella ilman numeerisia tasoituksia.

Taulukko 4. Iivari-kultahipun kemiallinen koostumus GTK:n elektronimikroanalysaattorilla määritettynä. Analyysi: Bo Johanson.

Alkuaine	Painoprosentti	Standardihajonta
Au	95.2	0.21
Ag	4.34	0.11
Cu	0.23	0.11
Fe	0.45	0.23
Hg	0.75	0.01
Bi	0.77	0.21
Pb	0.23	0.11
Sb	0.02	0.32
Te	0.34	0.22
As	0.41	0.02
S	0.55	0.12
Se	0.01	0.01

Petrofysikaaliset mittaustulokset

Hipun massa, tilavuus ja tiheys määritettiin Arkhimedeeseen periaatteella. Massa määritettiin tuhannesosagramman tarkkuusvää'alla. Hipun kuivapaino (ensimmäinen mittaus) on 126,94 g. Kymmenen mittauksen keskiarvo ja standardivirhe on $126,95 \pm 0,05$ g. Ensimmäisen ja muiden mittauksien ero on suurimmillaan 0,18 g, mikä osoittaa hipun imeneen vettä itseensä, vaikka se kuivattiin paineilmalla joka mittauksen jälkeen. Veden imeytyminen hippuun näkyi myös vaa'an vakavoitumiseen tarvittavan ajan kestona, joka oli 20 - 30 sekuntia. Hippu on siis jonkin verran huokoinen. Tilavuudeksi saatiin $11,09 \pm 0,03$ cm³ ja tiheydeksi 11451 ± 24 kgm⁻³.

Huokoisuudesta johtuen hipun tiheys määritettiin myös Helsingin yliopiston geologian laitoksen Notari-volumetrillä. Menetelmä perustuu kappaleen syrjäyttämän ilman aiheuttamaan tilavuudenmuutokseen ja ottaa huomioon kappaleen huokoisuuden. Tämä tehtiin viiden

mittauksen sarjana. Volumetrillä määritetty keskitiheys on $11599 \pm 33 \text{ kgm}^{-3}$, josta laskemalla saadaan tilavuudeksi $10,94 \pm 0,03 \text{ cm}^3$. Kahdella menetelmällä saatujen tulosten ero osoittaa, että hipussa on jonkin verran huokosia, joihin vesi ei pääse tunkeutumaan. Iivarin tiheys on erittäin lähellä GTK:ssa aiemmin tutkittujen Toivonkipinä- ja Lopputili-hippujen tiheyksiä. Molemmat hiput on löydetty Lemmenjoen alueelta, Toivonkipinä Puskuojalta ja Lopputili Miessijoelta. Lemmenjoen alueelta löydettyjen hippujen tiheys on pienempi kuin esim. Ivalojoen hippujen, mikä kertoo hippujen erilaisesta koostumuksesta. Iivari-hipun luonnollinen remanentti magnetoituma (12 mAm^{-1}) osoittaa siinä olevan epäpuhtauksia, joista ainakin osalla on ferromagneettiset ominaisuudet.

Tulokset tiivistettynä

Löytöpaikka: Peruskartta: 3812 07 , koordinaatit: X 7617,5, Y 447,0, korkeus merenpinnasta 370 m, Inari, Lemmenjoen alue, Puskuoja, Aarne Alhosen Kultasafiiri-kaivospiiri rn:o 4379/1a

Löytäjä ja löytöaika: Kullankaivaja Raimo Kanamäki, 22.8.1995

Massa: Kymmenen mittauksen keskiarvo 126,95 g, standardivirhe 0,05.

Koko ja tilavuus: 36 x 31 x 28 mm, $11,09 \pm 0,03 \text{ cm}^3$

Muoto: Pyöristynyt (Powers-asteikolla SR), kulmat taipuneet, alkuperäistä pintaa näkyvissä

Väri: Kellertävän oranssi (Munsell-koodi 10 YR 7/6)

Ominaispaino: Arkhimedeen periaatteella $11,451 \pm 0,024$. Notari-volumetrilla $11,599 \pm 0,033$

Kemiallinen koostumus: Kultapitoisuus keskimäärin 95,2 %, tärkeimmät hivenaineet hopea > vismutti > elohopea > rikki > rauta > arseeni > telluuri > kupari > lyijy > antimoni > seleeni.

Magneettiset ominaisuudet: Luonnollinen remanentti magnetoituma ($11,8 \text{ mAm}^{-1}$) osoittaa hipussa olevan epäpuhtauksia, joista ainakin osalla on ferromagneettiset ominaisuudet

Pintarakenteet: Tyypillisiä Lapin kultahippujen piirteitä: primaareja koloja, glasigeenisia painaumakoloja, mikrouurteita, uurrelasturakenteita, aaltopainauksia (harvinaisen kookkaita) ja mikroimpaktikuoppia. Primaarikolojen läpimitta keskimäärin 3,6 mm, muoto suorareunainen. Primaarikolojen täyte: saviaines, kvartsi, granaatti, amfiboli, kiille ja amfiboliitti. Sekundaarikolojen keskimääräinen läpimitta 1,3 mm. Täryseulassa syntyneet naarmut ovat kiiltäviä, uurteisia kiillottumia hipun kulmilla (pituus 1 - 4 mm). Hipun käsittelystä syntynyt kiillottuma hipun ulkonemissa on vähäistä.

Tulosten tulkinta

Iivari-kultahippu on painoltaan kuudenneksi suurin Lapista raportoiduista. Sitä suurempia ovat Kiviniemen hippu (392 g, Luttojoki, löydetty 1935), Aleksin hippu (385 g, Hangasoja, 1910), Virtasen sekahippu (183 g, Tankavaara, 1950), Pellisen hippu (162 g, Morgamoja, 1949) ja Veinin hippu (145 g, Hangasoja, 1992). Iivari on kulunut ja pyörästynyt paljon enemmän kuin Puskuojan hiput yleensä (Aarne Alhonen, henkilökohtainen tiedonanto 1995).

Lapin kullanhuuhdonta-alueiden irtokulta on tulkittavaksi litogeeniseksi, kallioperässä syntyneeksi, ominaisuuksiensa perusteella. Irtokullan varsinaisia lähteitä ei ole löydetty. Hipuista saatavat tiedot ovat tästä syystä myös etsinnän kannalta merkityksellisiä. Isomushipuista on kerättävissä seikkaperäisempää tietoa kuin pienistä. Iivarin pinnan primaarikolot viittaavat hipun olevan peräisin rakotäyttymästä eli juonimineralisaatiosta. Hipun kohdalla on juonessa ollut kultaa 82 tilavuusprosenttia ja muita mineraaleja 18 tilavuusprosenttia. Juoni on ollut melko karkearakeinen, sillä muut mineraalit ovat olleet omamuotoisia, poikkileikkaukseltaan kolmi-kulmaita kiteitä ja läpimitaltaan noin 5 - 8 mm. Muiden mineraalien omamuotoisuus myös viittaa siihen, että kultapitoinen juoni ei saostumisen jälkeen ole deformatunut.

Lemmenjoen alueen irtokullan emäkallioita on jäljitetty GTK:n toimesta 1950- ja 1960-luvuilla ja viimeeksi 1990-luvun alussa tarkalla moreenigeokemiallisella näytteenotolla mannerjäätikön kuljetuksen tulosuuntaa vastaan (Nurmi ym. 1991). Viimeksi mainitussa tutkimuksessa ilmeni Naukussuon alueella kultakriittinen anomalia noin 8 km SSW-suuntaan Iivari-hipun löytöpaikasta (Nurmi ym. 1991). Tätä voi pitää hyvin todennäköisenä lähteenä osalle kultahippuja. Lemmenjoen alueen hipuilla lienee kuitenkin runsaasti erillisiä juonityyppisiä lähteitä. Tähän viittaavat mm. Miessin kultasekahipuista tehdyt petrografiset määritykset (Kinnunen 1991), joissa kuvattiin lukuisia rakenteeltaan ja mineralogialtaan erilaisia sekahipputyyppejä.

Kiitokset

Kiitämme kultaseppä-kullankaivaja Aarne Alhosta, että hän ystävällisesti järjesti meille mahdollisuuden tutkia Iivari-hippua ennen kuin se asetettiin ensimmäisen kerran julkisesti näytteille Lahden Kansainvälisillä Jalokivimessuilla maaliskuussa 1996. Haluamme myös kiittää yli-intendentti, dosentti Martti Lehtistä Helsingin yliopiston Luonnontieteellisestä Keskusmuseosta Notari-volumetrin käytöstä. Kiitämme myös GTK:n valokuvaajaa Jari Väätäistä kuvan 1. ottamisesta ja Helena Saarista kuvien vedostamisesta paperikuviksi.

Kirjallisuus

Jones, Meurig P. (1987) Applied Mineralogy. A Quantitative Approach. Graham & Trotman, Lontoo, 259 s.

Kinnunen, Kari A. (1991) Lemmenjoen alueen irtokullan alkuperäiskivilajien määrittäminen sekahippujen petrografian perusteella. Geologian tutkimuskeskus, malmiosasto, arkistoraportti M16/3812/91/1, 31 s.

- Kinnunen, Kari A. (1995a)* Puskuojan kullan ja kvartsin muodostamista sekahipuista. Geologian tutkimuskeskus, malmiosasto, arkistoraportti M19/3812/95/1, 10 s.
- Kinnunen, Kari A. (1995b)* New methods for photography through the microscope: application to gem materials. Geological Survey of Finland, Special Paper 20, 185-187.
- Kinnunen, Kari A. (1996)* Surface textures of gold nuggets from Finnish Lapland. Käsikirjoitus tarkistusvaiheessa.
- Kinnunen, Kari A. ja Johanson, Bo (1993)* Tutkimustietoa Lemmenjoen alueen Puskuojan korundeista. Gemmologian Työsaralta 25/1993, 6-28.
- Kinnunen, Kari A. ja Vilpas, Leeni (1994)* Kultahippujäljitelmiä erottaminen Lapin hippukullasta. Summary: Discrimination of faked nuggets from the natural gold nuggets of Finnish Lapland. Geologi 46 (9-10), 119-123.
- Kinnunen, Kari A., Johanson, Bo, Terho, Mauri ja Puranen, Risto (1995)* Aleksin kultahipun (385 g) laboratoriotutkimuksista. Summary: Aleksi gold nugget (385 g) laboratory studies. Geologi 47 (3), 35-39.
- Mahaney, William, C. (1995)* Pleistocene and Holocene glacier thicknesses, transport histories and dynamics inferred from SEM microtextures on quartz particles. Boreas 24, 293-304.
- Nurmi, Pekka A., Huhta, Pekka ja Hakala, Pertti (1991)* Rapakallio- ja moreeninäytteenoton jalometallitulokset Inarin Naukussuon alueella vuonna 1991. Geologian tutkimuskeskus, malmiosasto, arkistoraportti M19/3812/91/1, 16 sivua ja 22 liitettä.
- Stigzelius, Herman (1987)* Kultakuume. Lapin kullan historia. 2. tarkistettu ja täydennetty painos. Suomen Matkailuliitto ry, Helsinki, 253 s.
- Terho, Mauri, Pesonen, Lauri J., Kukkonen, Ilmo T. & Bukovanska, M. (1993)* The petrophysical classification of meteorites. Studia geoph. et geod. 37, 65-82.

