

Mikropaleontologian sovelluksista opiskelijoille

HASLETT, SIMON K. (2002; toim.). *Quaternary environmental micropalaeontology*. 340 s. Arnold, London.

Simon Haslett, vanhempi lehtori englantilaisen Bath Spa University Collegen maantieteen laitokselta on toimittanut opiskelijoille suunnatun kirjan, joka käsittelee mikropaleontologian sovelluksia ympäristömuutoksen tutkimisessa. Mikrofossiilit ovat mineraaliaineksesta tai orgaanisesta aineksesta koostuvia jäänteitä mereisistä tai makeanveden organismeista (tai niiden osista) ja niiden tutkimiseen tarvitaan mikroskooppi. Ne kertovat sedimentin iästä, kerrostumisympäristöstä ja diageeneettisistä historiasta fossiiliyhteisöidensä ja kemiallisen koostumuksensa, etenkin fossiilien happi-isotooppivaihteluiden kautta. Klassisiksi kutsutut mikrofossiiliryhmit koostuvat kalkista, piistä, fosfaatista tai selluloosasta. Näitä ovat kirjassa käsitellyistä ryhmistä huokoseläinten (Foraminifera), raakkuäyriäisten (Ostracoda), piilevien (Bacillariophyceae) ja säde-eläinten (Radiolaria) kuoret, panssari-siimaelioiden (Dinoflagellata) kystat ja kalkkikuoriset nanofossiilit (kokkoliitit). Palynomorfit ovat eläinten tai kasvien mikroskooppisia jäänteitä (5 µm–500 µm), jotka koostuvat sporopolleniinista, kitiinistä tai samankaltaisista kestävästä aineista. Näistä siitepölyjä on käytetty jo 1900-luvun alusta alkaen. Syvänmeren sedimenttien arvo mikrobiologisenä tiedonlähteenä havaittiin jo 1870-luvulla, mutta mikrofosseille alettiin tutkia syvänmeren sedimentisarjoista vasta 1930-luvulla (Lowe & Walker 1987: 8). Monet mikrofossiilin jälkeensä jättävät eliöt ovat merien ravintoverkon alkupäässä ja viimeaikaiset ympäristömuutokset, esimerkiksi rannikkovesien pilaantuminen, saattavat vaikuttaa niiden kautta taloudellisesti merkittäviin kalakantoihin.

Mikropaleontologian liittäminen merisedimenttien tutkimukseen lienee kuitenkin vain käsitteellinen erotelu paleoekologian merisedimenteitä tutkivalle haaralle, sillä joidenkin samojen ryhmien fosseille tutkitaan myös makeanveden sedimenteistä (paleolimnologia) ja suokerrostumista kutsuamalla niitä subfossiileiksi. Kirjassa onkin mukana jotakin tapauksia esimerkiksi piilevä-, raakkuäyriäis- ja siitepölyanalyysin järvisedimentti-sovelluksista. Martin Brasier (1980: 1) määritteli fossiilin laveasti ”miksi tahansa kuolleen organismin jäänteeksi, joka on sedimentaatio- ja eroosioprosessin alaisena huolimatta siitä milloin se kuoli tai miten se on säilynyt”. Syvänmeren rauhassa kasaantuneista sedimenteistä saadaan tietoa satojen tuhansien vuosien ajanjaksoilta, kun taas kvartäärikauden (viimeiset 2 miljoonaa vuotta) mannerjäätiköiden alle joutuneet järvet sedimentteineen ovat enintään 15 000 vuotta vanhoja. Kirja keskittyy kvartaarin ajanjaksoon ja sen ilmastonvaihteluihin ja toisaalta viimeaikaisiin ihmisen aiheuttamiin ympäristömuutoksiin. Pääpaino kirjassa on mikrofossiilien käytön ympäristösovellusten esittelyssä eikä niinkään biologiassa, evoluutiossa, taksonomiassa tai anatomiassa. Toisaalta juuri neokologian tuntemusta tarvitaan tulosten tulkinnassa.

Kirjassa on kolmen sivun suppea johdanto, jonka jälkeen kymmenessä kappaleessa kuvataan kussakin jokin tärkeä mikrofossiiliryhmä: sen taksonominen

luokittelu, tunnistuksen kannalta tärkeimmät morfologiset piirteet, näytteiden käsittely ja hieman ekologiaa. Lopuksi esitellään valikoima käytännön sovelluksia ympäristömuutoksen tutkimiseen kyseisen ryhmän avulla. Huokoseläinten vallitsevuutta tutkimuksessa kuvastaa sen osuus koko kirjan annista – noin 40 prosenttia. Teoksen loppuosan liitteessä kuvataan lyhyesti muun muassa mikropaleontologiassa sovellettavia tilastollisia menetelmiä ja näiden käyttöä kirjoittajien tutkimuksissa. Jokaisen kappaleen tarkoituksena on palvella opiskelijaa valitsemaansa mikrofossiiliryhmää koskevan kurssityön tekemisessä.

1950-luvulle tultaessa mikrofossiilien käyttö öljyteollisuudessa oli jo vakiintunut. Niiden avulla etsittiin ja ajoitettiin öljyä sisältäviä kerrostumia. 1900-luvun loppupuolella mikrofossiilien käyttö ympäristömuutoksen tutkimuksessa kasvoi nopeasti, mikä käy ilmi tämän teoksen runsaasta, uusia lähteitä sisältävästä lähdeluettelosta. Esimerkkeinä monipuolisista soveltamismahdollisuuksista kirjassa käsitellään muun muassa syvänmeren huokoseläimillä tehtyjä tutkimuksia, joissa on selvitetty ulapan tuotannon, perustuotannon ja syvänmeren kierron sekä merenpohjan happitilanteen vaihtelua maailman merissä eri ajanjaksoilla. Tutkittu on niin merijään vetäytymistä viimeisen jäätiköitymisen jälkeen Norjanmeressä kuin ilmanpaineolojen, säteilytasapainon ja sadannan sekä valunnan aiheuttamia veden virtauksen, perustuotannon ja pohjan happitilanteen muutoksia Välimeressä. Planktisten panssari-siimalevien kystoja on käytetty muun muassa meren pintakerroksen lämpötilan, suolaisuuden ja merijään peittävyuden rekonstruoinnissa. Ne ovat auttaneet myös merivirtojen vaihtelun, kumpuamisen ja viimeaikaisen rannikkovesien rehevöitymisen tutkimisessa sekä arkeologisessa tutkimuksessa tunnistettaessa ja paikannettaessa viikinkiaikaisia sedimenttejä. Etenkin maantieteilijää saattavat kiinnostaa vuorovesialueiden huokoseläimet, joiden avulla voidaan selvittää merenpinnan vaihteluita, kuroutumishistoriaa sekä myrsky- ja hyökyaaltohistoriaa. Heräkin kysymys, kuinka yksi eliöryhmä voi ilmentää niin monen ympäristötekijän muutosta. Jokaisessa tutkimusaineistossa onkin otettava huomioon alueelle tyypilliset ympäristön piirteet. Tilastolliset menetelmät tulisi hallita monipuolisesti aineistossa esiintyvien rakenteiden paljastamiseksi. Lisäksi tutkijan on tunnettava tutkimansa eliöryhmän autekologiaa.

Kirjan alun kappaleissa on toistoa, mitä on ehkä vaikea välttää, kun useat kirjoittajat käsittelevät samaa aihepiiriä (tässä eri habitaattien huokoseläimiä). Kirjaa mainostetaan erityisen opiskelijaystäväällisenä kappalekohtaisena yhteenvedoineen ja lihavoituine tukisanoineen. Kirjassa on kuitenkin kokonaisia lukuja ilman ensimmäistäkään lihavoitua tukisanaa. Pisimmän yhteenvedon teksti jatkuu rakenteeltaan samanlaisena lähdeviittauksineen kuin itse tekstissään. Toisaalla sovellukset jäävät mainitsematta, vaikka tämä on yksi kirjan keskeisimmistä tavoitteista. Moni yhteenvedo jää hyvin ohueksi tai katsaukseksi tulevaisuuteen, mikä ei tue opitun nopeaa kertaamista. Näissä suhteissa kirja ei täyty lupaustaan.

Kirjan alusta puuttuu mielestäni kunnan johdanto, jossa aihepiiri liitettäisiin laajempaan ympäristömuutoksen

utkimusta paleoekologisiin menetelmin käsittelevään kontekstiin. Kaipasin rakennetta, jossa johdanto-osaan olisi kerätty tärkeät paleoekologiseen tutkimukseen liittyvät käsitteet. Nyt tekstissä mainitaan lyhyesti uniformitarismin periaatteesta, tafonomisista prosesseista tai ympäristönmuutoksen eri aikajaksoista useassa kappaleessa. Nämä olisi tärkeää ymmärtää ennen työhön ryhtymistä. Tärkeiteensä nähden (happi)isotooppitutkimus on saanut vähän huomiota kirjassa.

Monimuuttujamenetelmiä ja siirtofunktioita käytetään yleisesti mikropaleontologisissa tutkimuksissa. Kvantitatiiviset menetelmät tulevat esiin monessa kappaleessa esittelynomaisesti. Tämä vie turhaa tilaa, kun kirjan lopun liitteen on tarkoitus hoitaa asia. Aihe on tärkeä, mutta hyvin laaja ja ratkaisut esitettävistä asioista ovatkin varmasti vaikeita. Mutta koska aiheeseen on tartuttu, olisi sitä mielestäni kannattanut käsitellä perustavanlaatuisemmin. Kirjassa tuodaan toistuvasti esille siirtofunktioimenetelmän heikkous, jossa elämän monimutkaisuus koetaan yksinkertaistaa yhteen muuttujaan, vaikka tämä saattaa olla ekologisesti epärealistista. Joidenkin mikrofossiiliryhmiä tapauksessa siirtofunktiot eivät ole ekologisesti uskottavia. Miksi niitä on ylipäätään yritetty soveltaa tällaisissa tapauksissa (esimerkiksi panssarisiimalevien kystat)? Toisten, ekologialtaan paremmin tunnettujen ryhmien kohdalla siirtofunktiot toimivat paremmin. Näissä tapauksissa mallinnettava muuttuja on ekologisesti merkittävä tekijä lajiston vaihtelussa.

Liitekappaleeseen on koottu alalla eniten käytettyjä monimuuttujamenetelmiä, kuten ordinaatiotekniikoita ja ryhmittelyanalyysijä, ja esitelty niiden pääperiaatteita. Esimerkkitutkimuksissa on saatu ekologisesti vakuuttavia ja mielenkiintoisia tuloksia näillä eksploratiivisilla menetelmillä. Kirjassa kuitenkin pidetään eksploratiiviset menetelmät ja mallintaminen erillään toisistaan, vaikka ne mielestäni tukevat toisiaan. Ensinnäkin tutkitaan mitatuista muuttujista mitkä ovat tärkeitä (eksploratiivinen vaihe) ja vasta näitä on mielekästä mallintaa (siirtofunktion luominen). Lajiston vaihtelulle merkityksettä muuttujia ei kannata yrittää mallintaa. Siirtofunktioimenetelmän perusolettamuksia ei kirjassa esitellä.

Kirja ei anna yksipuolisen arvoista kuvaa mikrofossiilitutkimuksen kyvyistä selittää ympäristönmuutoksen syitä ja seurauksia. Mutta kirja tuo useasti esille sen, että monta lähdeä antaa vahvemman tulkinnan kuin yksi. Tästä huolimatta esimerkit lähteiden yhteiskäytöstä ovat harvassa. Useita lähteitä hyödyntävien multiproksitutkimusten suosio kuitenkin kertoo tarpeesta kokonais-

valtaiseen ympäristönmuutoksen tulkintaan, jossa pyritäisiin hahmottamaan koko systeemin toiminnan ajallista vaihtelua tarkastelemalla samanaikaisesti useaa eri systeemin osaa, esimerkiksi planktisia tuottajia (piilevät), eläinplanktonia (säde-eläimet) ja pohjan toisenvaraisia (huokoseläimet).

Valtamerten velloviin sedimentaatioympäristöihin, etenkin erilaisiin estuaareihin, vuonoihin ja matalan meren alueisiin verrattuna pikkuiset järvet ovat kuin koelaboratorioita. Valtamerissä tafonomiset prosessit, eli kulkeutuminen, kasaantuminen, sekoittuminen sekä fossiilien liukeneminen ja rikkoutuminen aiheuttavat sen, että sedimenteistä saatava kuva eliöiden laji- ja runsaussuhteista (*tanatokenoosi*) voi olla hyvinkin erilainen verrattuna sedimentin pinnalla ja yllä olevassa vedessä elävien eliöiden tosiasialliseen jakautumiseen (*biokenoosi*). Näiden prosessien tutkimusta tarvitaan kipeästi lisää, jotta tulkinnan monia epävarmuustekijöitä voitaisiin vähentää.

Kirjan tarkoitus on antaa opiskelijoille käsitys mikrofossiilien käytöstä ympäristönmuutoksen tutkimisessa ja antaa mikrofossiilikurssilla. Mielestäni opiskelija kuitenkin tarvitsee tämän teoksen ohteen täydentävää kirjallisuutta ymmärtääkseen paremmin ympäristönmuutoksen tutkimusta mikrobioidikaattoreiden avulla. Kirja toimii yleisesittelynä tutkimuksessa eniten käytettyihin pääryhmiin. Se sisältää runsaasti kiehtovia kuvia ja selkeitä kaavioita ja antaa erittäin kattavat lähdeviittaukset alan uusimpiin tutkimuksiin. Toivottavasti kirja innostaa joistakin rakenteellisista puutteistaan huolimatta monia opiskelijoita syventämään tietämystään mikropaleontologiasta ja kenties siirtymään tutkimukseen. Lisää tutkimustuloksia tarvitaan sekä merien mikrofossiilien suhteesta ympäristöönsä että viimeaikaisen ympäristönmuutoksen, etenkin rannikkovesien saastumisen ja ilmastomuutoksen, vaikutuksista eri ryhmiin.

KIRJALLISUUS

- Brasier, M. D. (1980). *Microfossils*. 193 s. Unwin Hyman, London.
- Lowe, J. J. & M. J. C. Walker (1987). *Reconstructing Quaternary environments*. 2. p. 446 s. Longman, Harlow, Essex.

MARJUT NYMAN

*Ekologian ja systematiikan laitos,
Helsingin yliopisto*