

Analogo de hidrogeno en la nula periodo oni devas opinii fotonon — kvantumon de elektromagneta radiado, kiu leĝe daŭrigas grupon de alkalaj metaloj — hidrogeno kaj la vicon fluoro — hidrogeno, estante en ili la malplej aktiva ĥemie. Ĝi tamen ne estas tute senigita de ĥemia aktiveco, kaj kapablas efiki al elektronaj ŝeloj de atomoj, kaŭzante en ili ŝanĝon de energia stato de unu el elektronoj, t. e. kondutas analogie al atomoj de unuvalentaj elementoj. Sed se hidrogeno laŭ sia ĥemia naturo estas pli proksima al la alkalaj metaloj, fotono pli similas halogenojn. Efektive, por hidrogeno la oksidigita slato (H^+) estas pli karakterata, ol la reduktita (H^-) dume por fotono male, pli karakterata estas ĝia reduktita formo, t. e. pli-malpli ekscitita elektrono en atomŝelo de ajna atomo (tia elektrono estas analogia al anjono de halogeno) aŭ anjono de fotono — la libera elektrono. Kontraŭe, la oksidigita formo de fotono — pozitono — por ĝi estas ne karakterata kaj multe malpli stabila. Laŭ tia kompreno de naturo de la menciitaj elementaj korpuskloj, formiĝo de du (aŭ tri) fotonoj el elektrono kaj pozitono estas analogia al reakcio $H^+ + H^- = H_2$; do, nestabileco de sistemo elektrono — pozitono sekvas el ĥemio de fotono.

Al fotono, kiel al elemento de la perioda sistemo, oni ne povas atribui iun realan vican numeron, ĉar numeron -1 povas havi nur sistemo e^- (kerno) — e^+ (ŝelo). Por elemento, okupanta lokon de analogo de hidrogeno en la nula periodo, Mendelejev, kiu unue proponis la enkondukon de la nula periodo en la sistemon de elementoj⁵⁾, donis nomon Njutorio (Newtonium), Nw. Li opiniis, ke Njutorio estas substanco de tiel nomata »monda etero«, havas atompezon inter 9, $6 \cdot 10^{-7}$ kaj 5, $3 \cdot 10^{-11}$, kaj kapablon penetri tra ajnaj materiaj korpoj. Ĉio ĉi ne estas tro malproksima de la veraj ecoj de fotonoj, kaj nomon de la homo, unue proponinta korpusklan teorion de la lumo, tute leĝe oni povas uzi por ĥemia elemento, kiel atomoj estas tiuj korpuskloj.

LITERATURO

1. A. M. Васильев, Труды Казанского химико-технологического института им. А. М. Бутлерова, 2, 33 (1934).
2. E. И. Ахумов, Журнал общей химии, 16, 961 (1946).
3. E. И. Ахумов, Журнал общей химии, 17, 1241 (1947).
4. A. Ф. Капустинский, Доклады АН, 80, 365 (1951).
5. D. I. Mendelejev, Provo de kemia kompreno de monda etero.

ĈU ORGANISMOJ TRAVIVIS LA GLACIEPOKON EN LA NORDO?

(Prelego en Internacia somera universitato, Tokio 1965.)

(C. Stop-Bowitz, Oslo, Norvegujo)¹⁾

Post la mezo de la pasinta jarcento aperis pluraj fundamente gravaj teorioj, kiuj post pli aŭ malpli multe da diskutado akiris la subtenon de la sciencistoj kaj ĝisfunde ŝanĝis nian ideon pri la historio de la organismoj en la mondo. Mi menciuj ekzemple la teorion pri evoluo, kiun prezentis **Charles Darwin**, la leĝojn de biologia heredo, kiujn trovis **Gregor Mendel**, la teorion de **Wegener** pri la ŝoviĝo de la kontinentoj kaj la teorion pri la kvaternaraj glaciperiodoj.

Dum la kvaternara epoko, kiu ampleksas la lastajn unu milionon da jaroj ĝis nun, la klimato sur la norda duonglobo estis ekstreme varia, kaj oni posedas indikojn pri tio ke minimume trifoje, kredeble kvarfoje, grandajn partojn de Nordaj Ameriko, Eŭropo kaj Azio kovris grandegaj glaciejoj similaj al tiuj, kiuj hodiaŭ kovras Groenlandon kaj Antarktikon. Inter tiuj glaciperiodoj estis interglaciaj periodoj kun milda klimato, parte pli varma ol hodiaŭ. Ĉiu el la glaciaj kaj interglaciaj periodoj daŭris dekmilojn da jaroj.

¹⁾ Universitata Zoologia Muzeo, Oslo. Membro de Akademio de Esperanto.

En Eŭropo la glacikovraĵo atingis la plej vastan etendiĝon dum la antaŭlasta glaciperiodo, kaj tiam grandparte forviŝis la postsignojn de la pli fruaj. Sed plej multajn kaj klarajn atestilojn ni havas kompreneble pri la lasta glaciperiodo. Tiam la glacio kovris grandparte la Britajn Insulojn, Norvegujon, Svedujon, Finnlandon kaj la proksimajn partojn de la Sovjet-Unio, krome grandajn partojn de Danujo, Nederlando kaj Norda Germanujo. En la Alpoj situis aparta granda glaciejo. Pluraj izolaj grandaj glaciejoj kovris grandajn partojn de Siberio, aliaj situis sur la arktikaj insularoj kaj en Norda Ameriko.

La antikva klarigo: ekstermiĝo kaj re-enmigrado

Komence la skandinaviaj natursciencistoj opiniis ke grandega glacimantelo kovris la tutan Skandinavian duoninsulon, de la altmontaro ĝis la plej ekstremaj insuletoj, kaj ke ĉi vivo, vegetaĵoj kaj animaloj, estis ekstermita. Oni imagis ke post ĉiu glaciperiodo la organismoj devis rekonkeri aŭ reokupi la landojn. Oni sciis ke dum la glaciperiodoj ekzistis senglaciaj tundrosimilaj regionoj en Mez-Eŭropo. Oni supozis ke multaj arktikaj kaj montaraj organismoj travivis tie, kaj ke ili sekvis la retiriĝantan glacirandon norden tra Norda Germanujo, Danujo kaj Svedujo ĝis Norvegujo. Iuj imagis ankaŭ enmigradon el nordoriento, el arktika Rusujo, tra la Koladuoninsulo al Finnmarko kaj suden. Konfirmon de tiu teorio oni vidis en la trovo de fosiliaj arktikaj vegetaĵoj, farita de Nathorst en Norda Germanujo kaj la baltaj landoj en argilo devenanta el la fino de la glaciperiodo.

Ĝermo de nova teorio

La unuaj, kiuj komencis dubi pri la praveco de ĉi tiu teorio, estis kelkaj norvegaj botanikistoj. Jam en 1882 **Axel Blytt** atentigis pri tio, ke en la Skandinavia altmontaro troviĝas grupo da plantoj, kiuj komplete mankas en la cetera Eŭropo kaj en Okcidenta Sibiro, kaj kiuj tial ne povas esti venintaj al Skandinavio el sudo aŭ oriento; aliflanke ili vivas en Groenlando, Nord-Ameriko, kelkaj ankaŭ en Orienta Sibiro, do ambaŭflanke de la Behring-markolo.

Por klarigi la hodiaŭan ekziston de tiuj plantoj en Skandinavio Blytt imagis ke ili enmigris el Groenlando laŭ »terponto« tra Islando kaj la Feroaj Insuloj al Okcidenta Norvegujo (kaj al Skotlando). Pri la iama ekzisto de tia ponto kredeble atestas la alta submara montoĉeno, kiu hodiaŭ etendiĝas trans la Nordan Atlantikon. Sur tiu ĉeno oni eĉ trovis restaĵojn de terciaraj vegetaĵoj. Pri tio, kiam la ponto malaperis,

oni ne havis klarajn ideojn. Sed Blytt eĉ aludis ke eble iuj vegetaĵoj travivis unu aŭ plurajn glaciperiodojn en Norvegujo.

Jen la ĝermo de nova teorio, kiu diras ke multaj el la skandinaviaj montaraj plantoj travivis almenaŭ la lastan glaciperiodon sur senglaciaj rifuĝejoj laŭ la Atlantika bordo de Norvegujo, ke do la vivonieniam komplete ekstermiĝis en Skandinavio dum la lasta glaciperiodo, sed ekzistas kontinue de la lasta interglacia periodo ĝis hodiaŭ.

Ĉiam pli multaj sciencistoj akceptas la novan teorion. La klimtton dum la lasta interglacia periodo ni nun sufiĉe bone konas, precipe dank' al danaj kaj polaj esplorintoj. Skandinavio evidente tiam havis pli riĉan vivon ol nun. La teorion subtenas ankaŭ la tiom paradoksa fakto ke fosiliojn de vere montaraj vegetaĵoj oni ja trovis en suda, sed ne en meza Svedujo. Kiam la glacio retiriĝis, precipe arbaraj plantoj sekvis ĝin. Tion klarigis de Geer, kiu povis montri ke tra meza Svedujo la glacio retiriĝis tre rapide; evidente temas pri radikala pliboniĝo de la klimato, kiu permesis al la arbaroj sekvi la glacieron. Ŝajnas ke la tundroplantoj neniam atingis la pli nordajn partojn de Svedujo desude. Al tio kontribuis sendube ankaŭ la fakto ke tiutempe branĉo de la maro trastranĉis mezan Svedujon.

Sed kion diras nun la geologoj? Efektive, inter ili la opinioj varias, sed ŝajnas ke ankaŭ el la geologoj ĉiam pli multaj nun akceptas la teorion. Jam en 1912 la geologo **Thorolf Vogt** montris ke la plej ekstreme okeidentaj insuletoj, Vero kaj Röst, de la insul-ĉeno Lofoten ne estis glacikovritaj dum la lasta glacia periodo, eble neniam. Pluraj el tiuj insuloj havas horizontalan platan supron tute herbkovritan. Evidente tiuj ebenaĵoj estas restaĵoj de malnova tensurfaco ne detruita de la glacio. Sur tiuj insuloj, kontraste al la pli orientaj, oni ne trovas la karakterizajn glaciĉizaĵojn en la rokoj, ankaŭ ne morenojn kaj aliajn postsignojn de glaciejoj.

Du apartaj rifuĝejoj

Nun la sveda botanikisto **Thore C. E. Fries** komencis desegni la disvastiĝon de multaj el la montaraj plantoj sur landkartojn. Tio donis tre interesajn rezultojn, li povis distingi plurajn diversajn geografiajn grupojn. Unu grupon li nomis la »ĉieekzistantaj«, ĉar ili montras relative kontinuan disvastiĝon tra la tuta skandinavia montara regiono. Sed el la ceteraj multaj grupiĝis tute kurioze. Montriĝis ke multaj el ili koncentriĝis en du regionoj de la altmontaro, oni povus diri sur du grandaj kaj vaste apartigitaj »insuloj« en la montaro, unu en Suda, la

alia en Norda Norvegujo. En la ceteraj partoj de la montaro la vegetaĵaro estas multe malpli riĉa, kaj norde kaj sude de la »insuloj«, kiel ankaŭ inter ili. Multaj el la maloftaj montaraj specioj troviĝas en ambaŭ insulformaj regionoj, ili estas ducentraj en Skandinavio. Aliaj troviĝas nur sur la norda aŭ nur sur la suda, ili estas unucentraj. Tre interese estas konstati ke ĉiuj specioj komunaj al Norda Ameriko, Groenlando kaj Skandinavio — temas pri proks. 20 specioj da plantoj — troviĝas en la norda regiono, dum nur triono el ili troviĝas ankaŭ en la suda. Tio indikas ke ili unue atingis Nordan Norvegujon, kaj poste disvastiĝis suden, sed multaj el ili neniam atingis Sudan Norvegujon.

Sed en la du insulformaj regionoj koncentriĝas ankaŭ montaraj plantoj apartenantaj al tute aliaj geografiaj grupoj. En la norda regiono kreskas ekz. orkideo, kiu ne estas trovita pli proksime ol ĉe Jeniseo en Siberio kaj legumenaco retrovita plej proksime apud Bajkalo. En la suda regiono simile troviĝas artemizio, kiu ne kreskas pli proksime ol en Uralo kaj taraksako cetere trovita nur sur la Alpoj. Se ne temus pri travivintoj, estus tre malfacile, aŭ neeble, klarigi tian nekontan disvastiĝon. Estas ja neimageble ke hazarda disvastiĝo, ekz. per birdoj aŭ per vento, kolektus semerojn el Groenlando, Bajkalo, Uralo kaj la Alpoj precize en la samaj insulformaj regionoj en Skandinavio, dum neniu semero falus en la ĉirkaŭajn areojn!

La abundon da specioj en la suda regiono oni povas klarigi supozante ke okcidente en suda Norvegujo troviĝis senlaciar marborda strio, rifuĝejo, kie plantoj povis travivi la lastan glaciperiodon. Kiam la glacio ekdegelis kaj komencis retiriĝi orienten, la plantoj sekvis. Sur la marbordo mem aliaj plantoj enmigrintaj venkis ilin, kiam la klimato plivarmiĝis.

Tiuj aludis ke eble plantoj povis travivi la glaciperiodon ankaŭ sur nunatakoj, t. e. montpintoj, kiuj elstaris tra la glaciego; sed en tiaj lokoj apenaŭ estis sufiĉe da spaco.

La abundon da specioj en la norda regiono oni povas simile klarigi; sed ĉar tiu regiono estas multe pli vasta kaj havas pli abundan vegetaĵaron ol la suda, oni devas supozi ke la senlaciar marborda strio en la nordo estis ankoraŭ pli longa kaj kelkloke eble ankaŭ pli larĝa ol en la sudokcidento. Rilate al la ĉieekzistantaj montaraj plantoj, tiuj estas tre modestaj kaj posedas grandan disvastiĝan povon. Ankaŭ multaj el ili kredeble travivis en la rifuĝejoj kaj poste disvastiĝis en ĉiujn direktojn.

Ĝis nun mi okupiĝis nur pri la opinioj de botanikistoj. Tio estas natura, ĉar unue la botanikistoj atentis pri la argumentoj, kiuj parolas por travivado. Sed kion diras la zoologoj? Jam frue la sveda zoologo Sven Ekman atentigis pri finno-skandinavia rongulo, la lemo (**Lemmus lemmus**), kies plej proksimaj parencoj troviĝas en la regiono de la rivero Obo en Siberio. Li opinias ke la skandinavia specio evoluis per geografia izoliĝo pro la glaciego kaj travivis minimume la lastan glacian periodon sur norvegaj rifuĝejoj. Ankaŭ aliaj zoologoj, ekz. la entomologo **Lindroth**, povis montri al similaj fenomenoj inter insektoj. Oni dokumentis ke inter la animaloj de la skandinavia altmontaro troviĝas egale mirigaj specioj, kiel inter la vegetaĵoj.

Vasteco de senlaciar areoj

Sed daŭre restas necerteco rilate al la vasteco de la senlaciar areoj kaj al ilia kontinueco. Ankaŭ la demando pri la eventuala senlaciar tero nun situanta sub la marsurfaco ankoraŭ ne estas solvita. Aliflanke la norvega botanikisto Nordhagen prezentis fortajn argumentojn por la ekzisto de senlaciar, malpli grandaj, areoj ankaŭ en la plej nordorienta parto de Norvegujo (Finnmarko).

La demando ĉu ekzistis senlaciar areoj laŭ la bordoj de la Norda Atlantiko havas fundamentan signifon por la interpretado de la disvastiĝo kaj historio de plantoj kaj bestoj. La botanikistoj kaj zoologoj grandparte samopinias ke tiaj rifuĝejoj ekzistis en Skandinavio. Rilate al la okcidenta flanko de la Atlantiko, ekz. Labradoro, la opinioj estis malpli samaj. Sed se tiaj senlaciar areoj ekzistis, devas esti eble rekoni ilin per geologiaj metodoj. Oni ne povas sur la bazo de la biogeografio konkludi ke senlaciar areoj ekzistis, kaj per tiu konkludo klarigi la disvastiĝon de la plantoj kaj bestoj! Aliflanke la geologia bildo devas doni eblecon por klarigo de la disvastiĝo de la specioj de plantoj kaj bestoj, alie la geologia bildo estas mankhava.

La geologoj grandparte samopinias pri la situo de la suda limo de la maksimuma subglaciigo en Eŭropo kaj en Ameriko kaj dum la plej granda, kaj dum la lasta el la kvaternaraj glaciperiodoj. La limo en Eŭropo pasis tra Suda Anglujo, Nederlando kaj orienten, en Ameriko tra Cape Cod, Long Island kaj okcidenten. Oni ankaŭ samopinias pri tio, ke la plej norda parto de Groenlando kaj la kanada arĥipelago neniam estis subglaciigitaj. Sed kiam temas pri la areoj norde de la suda limo de la glacio laŭ la bordoj de la Atlantiko, la opinioj diverĝas. Holtedahl, Rosenqvist k. a. emas opini ke la subglaciigo estis komplete, ke tute ne troviĝis senlaciar areoj, almenaŭ ne sufiĉe grandaj por permesi al iom granda nombro da plantoj kaj bestoj vivi

tie. Aliaj opinias ke partoj de Irlando, Skotlando, Okcidenta kaj Norda Norvegujo, la Urs-insulo, Spicbergo, Islando, Groenlando, Labradoro, Nov-Fundlando, Gaspeo kaj Nov-Skotlando ne estis komplete subglaciigintaj dum la lasta aŭ pli fruaj glaciperiodoj. Oni tamen ne sukcesis interkonsenti pri difinita areo, kiu sendube estis senlacica. Mankas ia »tipa areo«, kie oni povas lerni per kiuj karakteroj senlacica areo distingiĝas de subglaciiginta.

Geologiaj indikoj

Nun la norvega botanikisto kaj geologo Eilif Dahl prezentis interesan ideon. Li atentigas pri tio, ke kie oni hodiaŭ povas observi kompletan subglaciigon sen nunatakoj elstarantaj tra la glacio, la surfaco de la glacio estas tre malforte dekliva, apenaŭ pli ol 1:100 tra kelkdek kilometroj, ordinare ĉirkaŭ 1:200. Kie la kliniĝo estas pli forta, oni ĉiam trovas nunatakojn. Tion klarigas la ecoj de la glacio. Se la surfaco estas dekliva, tio kaŭzas premon en la profundaj partoj de la glacio, kiu malrapide glitas laŭ la premo. Tiun fluadon kompensas akumulado en la pli altaj partoj de la glaciejo. Glaciejo sur profunda maro ne povas esti tre dika. Nun oni trovas en Okcidenta kaj Norda Norvegujo kaj en Groenlando altajn montojn proksime al profunda maro. Se tiuj areoj estis komplete subglaciigintaj, la kliniĝo de la surfaco de la glacio devus esti multe pli granda ol 1:100, kio laŭ la observoj estas nebla.

Se do oni povas konkludi ke la subglaciigo ne estis komleta ĉie laŭ la bordoj de la Norda Atlantiko, oni devas analizi la geologiajn kriteriojn uzatajn por konstati subglaciigon kaj eventualajn kriteriojn uzablajn por konstati senlaciecon. Ekzistas fidindaj kriterioj pri subglaciigo, ekz. glaciĉizaĵoj en monto, morenaĵoj k. t. p.; sed ne ekzistas ĝenerale akceptitaj kriterioj pri senlacieco. Nun Nahl surbaze de observoj proponas kelkajn kriteriojn pri senlacieco, sed ne estas eble tie ĉi doni detalojn. Sajnas do ke ankaŭ laŭ geologia vidpunkto oni povas pravigi la teorion pri senlaciaj rifuĝejoj ĉe la bordoj de la Norda Atlantiko, kaj mi antaŭvidas ke iom post iom ankaŭ ĉiam pli multaj geologoj akceptos tion.

Endemoj kaj migrantaj specioj

En la Alpoj estas tute evidente ke la subglaciigoj, eĉ la plej grandaj, ne estis kompletaj; ekzistas rifuĝejoj. Tiujn alpajn rifuĝejojn karakterizas i. a. alta procentaĵo da endemaj specioj, t. e. specioj, kiuj havas sian originon en la koncerna loko. Multaj el ili evidente aperis pro geografia izoliĝo je diversaj tempoj. En Norda Ameriko oni povis konstati mirigan amasiĝon da endemaj specioj en la supozataj rifuĝejoj i. a. sur Nov-Fundlando. Poste Nordhagen k. a. konstatis endemajn plant-speciojn en Skandinavio, kies plej proksimaj parencoj kreskas ekz. en Svisujo. Lindroth opinias ke pluraj el la islandaj insektoj travivis almenaŭ la lastan glaciperiodon tie. Kaj plej laste la itala zoologo Omodeo argumentas por la opinio ke grandparte la oligoĥetaj anelidoj de Islando kaj Groenlando travivis la lastan, kaj kredeble ĉiujn kvaternarajn glaciperiodojn en tiuj lokoj. — Efektive ekzistas ĉirkaŭ la Norda Atlantiko specioj de plantoj kaj bestoj, kiuj ne troviĝas aliloke sur la terglobo. Ili sendube diferenciĝis tie dum la kvaternaro kaj travivis almenaŭ la lastan glaciperiodon i. a. en Skandinavio.

Ekzistas plantoj, same kiel bestoj, kiuj estas egalaj ĉu ili vivas en Skandinavio, ĉu en Groenlando, ĉu sur la Alpoj, ĉu en Norda Ameriko. Pro kaŭzoj, kiujn ni ne konas, ili ne formis distingeblajn geografiajn rasojn aŭ subspeciojn. Aliaj specioj prezentas klarajn geografiajn rasojn, ekz. se oni komparas specimenojn el la Alpoj kaj el Norda Ameriko, en kelkaj kazoj oni eĉ rigardas ilin kiel apartajn speciojn. Kelkaj rasoj estas limigitaj al la Skandinavia duoninsulo, aliaj estas komunaj al Skandinavio, Skotlando kaj Islando. Se ekzistas en Norvegujo du apartaj regionoj da rifuĝejoj, oni sekve devus atendi ke almenaŭ iuj specioj montru distingeblajn diferencojn en la du regionoj. Nordhagen asertas ke li trovis ekzemplojn de tio.

Enmigrado, kiam kaj kiel?

Sed se ni akceptas ke pli aŭ malpli multaj organismoj travivis unu aŭ plurajn glaciperiodojn sur rifuĝejoj, ni ja tamen ne ricevis klarigon pri tio, kiel kaj kiam la Groenland-Amerikaj specioj, la Orientsiberiaj kaj la Mez-Eŭropaj specioj origine atingis Skandinavion.

Ĉu ekzistas ankoraŭ dum la lasta interglacia periodo »terpontoj« trans la Atlantikon, de Okcidenta Norvegujo tra la Feroaj Insuloj kaj Islando al Groenlando, aŭ de Norda Norvegujo tra Spicbergo al Groenlando? Wegener ja asertis ke Ameriko kun Groenlando situis apud Eŭropo dum la terciaro kaj ankaŭ dum granda parto de la kvaternaro. Sed lia terio bedaŭrinde ne sufiĉe konvinke montras kiam la kontakto rompiĝis. Sendube ekzistis ia formo de kontakto dum la terciaro, kredeble ankaŭ dum la unua parto de la glaciepoko; sed apenaŭ iu geologo supozas ke tiu kontakto daŭris ĝis la lasta interglacia periodo. Por specioj vivantaj krom en Skandinavio ankaŭ en Siberio aŭ en Mez-Eŭropo ne estas malfacile imagi enmigradon en Skandinavion ekz. dum la lasta interglacia periodo. Sed la specioj komunaj al Skandinavio kaj Groenlando kaj Norda Ameriko, postulas la terpontojn, kaj sekve ili devas esti travivintaj ne nur la lastan, sed ankaŭ almenaŭ la antaŭlastan glaciperiodon en Skandinavio. Se oni ekzamenas la organismojn ambaŭflanke de la Norda Atlantiko, estas evidente ke Eŭropo ne nur ricevis speciojn el Groenlando kaj Norda Ameriko, sed ankaŭ liveris speciojn tien.

Atesto de la lumbrikoj

Laborante pri la norvegaj Lumbrikedoj (**Lumbricidae**) mi konstatis en la lando 16 speciojn el tiu familio de oligoĥetaj anelidoj, apartenantajn al 6 genroj, kaj mi interesiĝis pri la demando ĉu ili, aŭ iuj el ili, eventuale travivis unu aŭ plurajn glaciperodojn en Skandinavio.

La familio de Lumbrikedoj estas konsiderata la filogenie plej juna grupo de la oligoĥetoj, kaj Michaelsen opinias ke la Kaŭkaza regiono kredeble estas ĝia origina hejmloko. Tiu opinio estas bazita sur la fakto ke en la menciita regiono la Lumbrikedoj prezentas grandan varion da formoj, ofte montrante kontinuajn seriojn de varioj kaj interformojn inter aliloke bone karakterizaj genroj kaj subgenroj.

Multaj specioj de Lumbrikedoj montras grandan kapablon adapti sin al novaj ekologiaj cirkonstaancoj kaj tial facile disvastiĝas tra grandaj partoj de la mondo, aktive aŭ pasive. Ili estas »migrantaj« specioj. Aliaj specioj ne montras tian kapablon adapti sin al fremdaj cirkonstancoj, ili apenaŭ disvastiĝas, kaj se ili hazarde transportiĝas al fremdaj regionoj, ili rapide formortas. Ili estas »endemaj« specioj kun klare limigita disvastiĝo. La regiono, kie troviĝas endemaj Lumbrikedoj, etendiĝas de sudorienta Usono tra suda kaj centra Eŭropo kun Norda Afriko, tra Kaŭkazo ĝis Norda Hindujo kaj Japanujo. Probable ankaŭ grandaj partoj de centra Azio apartenas al la regiono de endemaj Lumbrikedoj, sed tiuj regionoj estas ankoraŭ malmulte esploritaj.

La sudan limon de ĉi tiu zono kun endemaj Lumbrikedoj formas grandparte akvo kaj dezertoj, kiujn lumbrikoj ne povas facile transpasi; la norda limo mirinde bone kongruas kun la suda limo de la plej granda disvastiĝo de la kvaternara glaciego, almenaŭ en Eŭropo kaj Norda Ameriko, kie la cirkonstancoj estas plej bone konataj. Norde de tiu limo troviĝas precipe migrantaj aŭ ĉieekzistantaj specioj. Ne mirige do ke oni longe supozis ke dum la glaciaj periodoj komplete ekstermiĝis la lumbrikoj en Norda Eŭropo, kaj ke ili reen migris en tiun regionon post ĉiu glacia periodo. Aliflanke, kiel mi jam menciis, **Omodeo** opinias ke Lumbrikedoj travivis glaciperiodojn en Islando kaj Groenlando. Kial do ne ankaŭ en Norvegujo?

Laŭ la tuta norvega marbordo la someroj estas relative malvarmaj, sed pro la varma markurento la vintra klimato estas tre milda. Aliflanke la altaj, krutaj montoj apud longaj, profundaj fjordoj kaŭzas ekstreme multan pluvon, tiel ke Okcidenta Norvegujo formas topografie kaj klimatologie tute apartan regionon de Eŭropo. Studante la ekologiajn faktorojn, kiuj reguligas la disvastiĝon de Lumbrikedoj oni devas atenti ankaŭ la kontinuan montoĉenon etendiĝantan laŭ la tuta Skandinavia duoninsulo. Estas malfacile diri kiom tiuj ĉi faktoroj influas la disvastiĝon de la lumbrikoj, ĉar nia scio pri la ekologiaj faktoroj decidaj pri la disvastiĝo estas ankoraŭ tre minkhava; sed ŝajnas probable suposti ke la menciitaj faktoroj kune ne precize akcelas la disvastiĝon. — Plie oni devas atenti la influon de la homa kulturo. Julin dividas la Lumbrikedojn tiusence en 4 grupojn: 1) specioj dependaj de kulturita tero, 2) specioj favorataj de la terkulturado, 3) specioj indiferentaj al kulturado de la tero, 4) specioj evitantaj kulturitan teron. Por nia problemo plej interesas la du lastaj grupoj.

Ni scias nenion rekte pri la geologia historio kaj evoluo de la Lumbrikedoj, ĉar mankas fosiliaj restaĵoj de ili. Sed oni klopodis per aliaj kriterioj tiri kelkajn konkludojn, ekz. per kompara anatomio, zoogeografio k. t. p. Ĉiukaze, nenio kontraŭas la supozon ke Lumbrikedoj estis vaste disvastiĝintaj tra la Palearktika regiono dum la terciaro. Kaj jen aperas la demando ĉu ili, aŭ kelkaj el ili, travivis aŭ ne la glaciperiodojn en Skandinavio. Omodeo substrekas la tre malrapidan evoluon de la teraj oligoĥetoj kaj ke ilia granda adaptkapablo faras malfacile imagi klimatajn ŝanĝiĝojn kapablajn komplete detruigi genron aŭ familion de vermoj vivantaj en iu kontinento.

Julin atentigis pri unu specio, Dendrobena norvega (**Dendrobaena norvegica**), kiu estis trovita en Norda kaj Suda Norvegujo, proksime al la du regionoj de supozataj rifuĝejoj, kaj li komparas ĝian disvastiĝon kun tiu de du plantoj konsiderataj kiel glaciperiodaj travivintoj. Poste Omodeo raportis tiun formon el Groenlando. El Danujo oni afable disponigis al mi materialon el Groenlando. Tiun materialon konsistigas nur du specioj, unu el kiuj estas precize D. norvega, kiu evidente estas sufiĉe vaste disvastiĝinta en Groenlando.

La dana zoologo Vibe diras ke la studoj de la teraj animaloj de Groenlando pli kaj pli klare montras ke temas pri restaĵoj de malnova animalaro, kiu havis pli-malpli ĉirkaŭpolusan disvastiĝon antaŭ la glaciepoko, sed kiu poste limiĝis al izolaj lokoj dise situantaj tra la norda kaj arktika areoj.

Dendrobena norvega estas evidente hardita specio, kiu vivas en grandaj altecoj en la norvega montaro. Ĝi estas trovita ĝuste en la du norvegaj rifuĝejoj kaj en Groenlando, sed ĝi ne estas konstatita kun certeco en iu alia loko en la mondo. Ĝi certe estas kapabla travivi en arktikaj kondiĉoj, kaj mi opinias ke ĝi bele subtenas la teorion pri glaciperiodaj rifuĝejoj en Norvegujo kaj en Groenlando.

En sudokcidenta Groenlando estas cetere konata kun certeco nur unu plia specio, nome Dendrobena oktaedra (**Dendroabena octaëdra**). Tiu apartenas al la ĉieekzistantaj specioj, kaj sekve ĝia disvastiĝo nenion diras pri eventuala travivado aŭ enmigrado en Skandinavio. Sed ĝi estas la plej hardita el ĉiuj Lumbrikedoj, trovita eĉ en Nova Zempljo, kaj ĝi havas grandan disvastiĝan kapablon kaj ĝi evitas kulturitan teron. Eble ĝi parte travivis sur rifuĝejoj, parte enmigris dum postglacia tempo.

Ankaŭ tria specio estas trovita en la proksimeco de la nordnorvegaj rifuĝejoj, nome Ejseniello tetraedra (**Eiseniella tetraëdra**), sed ĝi estas trovita ankaŭ en meza kaj sudorienta Norvegujo kaj vaste en Svedujo. Pro sia malgrandeco kaj ĉar ĝi vivas en riveretoj ĝi kredeble ofte estas neglektita, kaj probable ĝi montriĝos havi multe pli vastan disvastiĝon en Norvegujo. Pro ĝia harditeco estas malfacile ekskludi ĝin de la eblaj travivintoj. Sendube ekzistis malgrandaj riveretoj fluantaj de la glaciejoj tra la rifuĝejoj dum la someroj. Aliflanke ĝi ne estas trovita en Groenlando.

La ceteraj norvegaj Lumbrikedoj ŝajnas esti desudaj enmigrintoj. La konata disvastiĝo en Svedujo kaj Finnlando ne permesas imagi enmigradon el la nordoriento por iu el ili. Nur se la D. oktaedra estu konsiderata kiel parte enmigrinta, ĝi povas esti veninta laŭ tiu vojo.

Fine, la disvastiĝo de Dendrobena delikata (**Dendrobaena tenuis**) ŝajnas indiki enmigranton el okcidento. Ĝi havas vastan disvastiĝon en Norda Ameriko, Britujo kaj Centra Eŭropo, sed estas nur okaze trovita en Danujo kaj Svedujo. Efektive estas malfacile imagi transmaran disvastiĝon de Lumbrikedo, sed ĝia ekzisto en la malgranda insulo Grímsey norde de Islando, kvankam ĝis nun ĝi ne estas trovita en Islando mem, povas indiki la eblecon de tia transmara disvastiĝo. Tamen eble ekzistas alia klarigo, nome ke ĝi travivis en sudnorvegaj (kaj islanda?) rifuĝejoj, de kie ĝi disvastiĝis tra suda Norvegujo, sed ĝis nun apenaŭ atingis Svedujon. Ĉiukaze ĝi ne estas vera desuda enmigrinto en Norvegujo.

Mia opinio malmultaj animalaj grupoj estas pli konvenaj ol la Lumbrikedoj por akceli nian komprenon pri la demandoj pri travivado kaj enmigrado. Certe, nia scio pri la Lumbrikedoj restas ankoraŭ mult-rilate mankhava, sed mi esperas ke la kolektitaj faktoj povas esti valora kontribuo kaj stimulo al plua esplorado pri ĉi tiuj demandoj.