

KAUKAZUSI UTAZÁSAIM TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI.

DÉCHY MÓR I. tagtól.

Utazásaim színtere a Kaukaszus, kutatásaim tárgya e hegyrendszer fiziogeografiai viszonyainak tanulmányozása volt.¹

A kaukasziai vidékek a XIX. században kezdődő tudományos kikutatásának útját vágta a Kaukaszus égbemeredő, havasi övében érintetlen magashegysége és sokáig áthághatatlan határt szabott a feléje törő ember tudományos vizsgálódásai elé. Csak hézagosan — részben tévesen — ismertük e hegyrendszer természeti viszonyait, magas régióinak külső fiziognomiáját, hiányoztak azt hiven visszatükröztető térképek és fényképek, nem foglalkozhattak még behatóbban a magashegység geomorfológiájával, glaciológiájával. Tág területek vártak átkutatásra a Kaukaszus magas öveiben, hova emberi tekintet még be nem hatolt és nagyon hálás tér kínálkozott a földrajzi kutatásokra a Kaukaszus még érintetlen magasságaiban.

A Kaukaszusban véghezvitt kutatásaimat főbb vonásaiban előre meghatározott munkaprogramm szerint kezdtem meg és folytattam. Első helyen állott a magas régiók arczatának, szerkezetének, geomorfológiájának, a hótakarónak és a gleccsertüneménynek, a jelenlegi és a diluviális eljegesedésnek tanulmá-

¹ A geografus a Kaukaszus névvel nem, mint az sokszor történik, a kaukaszusi földszoroson elterülő vidékeket, hanem csak az azon végig húzódó lánczhegységet jelöli. A Kaukaszus elnevezést a kaukaszusi hegyrendszerre magára kell lefoglalni, az összes vidékre pedig a Kaukaszia elnevezést alkalmazni. A hegység két részre osztja a kaukaszusi földszorost és annak északi oldalán elterülő terület a Cis-Kaukaszia, a déli pedig a Trans-Kaukaszia elnevezést kapja.

nyozása, úgyszintén, minthogy a kikutatandó magashegység fizio-geografiájának a megértése okszerűen a geológiai viszonyainak ismeretén alapszik, a geológiai téren való kutatás is, kőzetek és kővületek gyűjtése. Azon szoros viszonylatnál fogva, mely a kikutatandó terület arculata és növénytakarója közt fennáll, súlyt fektettem növényföldrajzi megfigyelésekre és botanikai gyűjtésekre.

Minden földrajzi fölfogás alapja a térkép, ennél fogva topografiai megfigyelések, fotografiai felvételek és magasságmérések alapján kívántam a kaukazusi magas régiók térképi ábrázolatának hézagjait betölteni.

A meteorológiai megfigyelések a levegő nyomására, nedves-ségtartalmára, temperaturájára és ingadozásainak meghatározására vonatkoztak.

Expedícióm alatt a fényképi felvételeket a tudományos kutatás szolgálatába szegődttetem, hogy szemlélhetővé tegyem a felületi alakulást és hogy a Kaukaszus hegylakóinak különböző típusait szintén hű képekben ábrázoljam. Mert, bár vizsgálódásaim szorosabb körén kívül estek az embertani, régészeti és néprajzi kutatások, de azért figyelemmel kísértem különösen az organikus élet jelenségeit, melyek mindenütt színterük fizikai feltételeitől függnék. A terület földrajzi konfigurációja a legnagyobb befolyással volt a népek történetére, a népáramlatokra Kaukaziában is és sehol sem annyira nyilvánvaló az okozati kapcsolat a természet és az ember között, mint épen Kaukaziában.¹

¹ Engem és utitársaimat fokozott mértékben érdekelték a Kaukaszus völgyeit lakó néptörzsek ama kérdés folytán, hogy a Kaukaszus alján végighullámszó népvándorlás idején nem verődtek-e vajjon a hegyek közé velünk magyarokkal rokon törzsek avagy néptörzsek és mennyiben mutatnak ki ott esetleg még nyomai a mi őseinknek, a kik hosszabb tartózkodás után Magyarország felé vették útjokat. Utazásaimban elvetődtem a hegység legrejtettebb zugaiba s érintkezésbe jutottam az ott élő sokféle néptörzs legnagyobb részével. Nem nyilvánítottam ugyan hangosan, hogy ennek a kérdésnek a tanulmányozása, még kevésbé, hogy a megfejtése lett volna a cél, amely engem a Kaukaszusba vezérelt, de megfigyeléseimből és nézeteimből egyet-mást munkámban is közzétettem és úgy remélem, más helyütt még visszatérhetek ezeknek a behatóbb összefoglalására.

Hogy lehetővé váljék a tervezett tudományos kutatásoknál a munkafelosztás elve és hogy az egyes tudományágakban a vizsgálódásokat és különösen a gyűjtéseket intenzívebben lehessen eszközölni, magyar szaktudósokat, geologusokat és botanikusokat kértem fel, hogy több, általam vezetett expedícióban résztvegyenek. Így egyúttal alkalmat adtam magyar tudósoknak, hogy szakmájukban az önálló kutatás terén működjenek, a kutató expedíciók technikájával megismerkedjenek és résztvegyenek ismeretlen vidékek földrajzi kikutatásában.

Utazásaimban résztvettek: a második utazásban néhai LOJKA Hűgő botanikus, a harmadik utazásban SCHAFARZIK FERENCZ geologus, a hatodik utazásban HOLLÓS LÁSZLÓ botanikus és PAPP KÁROLY geologus, végre a hetedik utazásban LACZKÓ DEZSŐ geologus.¹

Geologus utitársaim a harmadik, hatodik és hetedik expedíción, a botanikusok a második és hatodik expedíción kizárólag csak szakmájukkal és abba vágó gyűjtésekkel foglalkoztak,² a fiziogeográfia, geomorfologia és glaciologia köréhez tartozó munkálatokat és megfigyeléseket magam végeztem, úgyszintén a térképészeti és fényképi felvételeket, a magasságméréseket és a meteorológiai megfigyeléseket. Figyelemmel voltam a geológiai és a botanikai viszonyokra és több alkalommal gyűjtöttem is, különösen akkor, ha utazásaimon geologus és botanikus nem vett részt. Az expedíciók vezetése és gondozása reám hárult.³

¹ SZÁDECZKY GYULA, ki sajnos, ötödik utazásom alkalmával elkésve érkezett Kaukaziába és már a hegységben működő expedíciómmal nem találkozhatott, a Terek-völgyben és a grúz hadiút vidékére tett geológiai kirándulásokat és e vidékről érdekes geológiai gyűjteményt hozott magával.

² SCHAFARZIK a harmadik és HOLLÓS a hatodik utazásról egy kis bogárgyűjteményt hozott magával.

³ Kétszeres erőt, kitartást és időt igényel a kutatás a magashegység nehezen járható, egyes részeiben csak nagy fáradtsággal és veszélyllyel hozzáférhető havas öveiben. Tudományos munkálataimon és megfigyeléseimen kívül, az expedíciókat vezetnem, számtalan nehézség leküzdésével karavánom továbbjuthatásáról, eltartásáról gondoskodnom kellett, az élelem, a fedél, a lovak vagy a hordárok beszerzéséről, a gyűjtemények továbbításáról. Hogy pedig mennyivel több erőt és energiát kíván egy-egy sikeres tudományos expedíció a magashegység lakatlan havasi régióiban,

A Kaukaszus magas öveinek kikutatása csak úgy válik lehetővé, ha a kutató képes a terep természetes nehézségeinek leküzdésével a jéggel és hóval takart régiókba behatolni és azokat bejárni. Csak az tanulmányozhatja a magashegység jelenségeit, nehezen hozzáférhető részeinek komplikált szerkezetét, a gleccsertünemény formáit és kiterjedését, a ki fölemelkedik a magasvölgyökön és gleccsereken át a gerincek és hágók magaságáig, föl a csúcsok tetejéig, hogy azokról áttekintést nyerjen a hegység tagozottságáról, oroplastikájáról, a geológiai formációkról, bepillantást nyerjen elrejtett zugaiba, melyek zárva maradnak mindenki előtt, ki csak lent, a hegység alján, a mély völgyekben veszi útját.¹

A magashegység bejárására pedig több, legalább két vagy három, a hegymászás technikájában tapasztalt ember együttműködése szükséges és ennél fogva utaimban többször szerződött európai hegyvezetőket vittem magammal. Elkísértek első útamban: ALEXANDER BURGNER és PETER RUPPEN a svájci Walliszból, a negyedik utazásban FRANCOIS DEVOUASSOUD, MICHEL és JOSEPH DÉSAILLOUD, savoyardiak Chamonix-ból, az ötödik utazásban két tiroli, HEINRICH MOSER és GEORG KRÖLL a zillertali Mayerhofenből, a hatodik útamban PETER UNTERBERGER a tiroli Kalsból és hetedik utazásban szintén két tiroli, JOSEF KOSTNER Corvarából és ALOIS FLECKINGER Pflerschből.

Már kezdettől fogva úgy terveztem, hogy tekintettel a hegység magas öveinek bejárására alkalmas nyári idő rövidségére, az utazásokat több évre kiterjesztem, hogy a Kaukaszus

mint a középhegységben, avagy a síkságon, az afrikai steppéken és erdőkben vagy az ázsiai pusztákon, csak az tudja, a ki maga is rá adta magát ilyen vállalkozásra.

¹ A tudomány céljainak szolgálatába kell állítani Európán kívül eső még többé-kevésbé ismeretlen hegységek kikutatásában az Alpok hasonló vagy azonos jelenségeiben való avatottságot s ama veszélyek és nehézségek ismeretét, a melyekkel a kutatónak szembe kell szállania. Sajnos, hogy vannak, a kik a magashegységbeli tudományos célokkal összekötött felfedező utakat már eleve is, úgy fogják fel, mint sportvállalkozásokat és a tudományos cél szolgálatába szegődött eszközt — a mi nélkül nem érhet el eredményeket a kutató — összetévesztik magával a céllal.

egymástól nagy távolságra eső, fizikai és klimatologiai jelenségeiben egymástól oly különböző részeivel megösmarkedhessem.

Hét expedíczió jartam be a földrajzi kutatás szolgálatában a Kaukazust és útjaim sűrű hálózata vonja be a hegységet egész hatalmas kiterjedésében, nyugattól keletig.

Utazásaim és kutatásaim eredményeit, az azokon alapuló tanulmányaimat és a gyűjtött anyag feldolgozását tartalmazza 1905-től 1907-ig megjelent háromkötetes munkám. A három kötet 1210 oldalból áll; 38 réznyomatú tábla, 18 nagy körkép, 400 szöveggép, valamint 5 geologiai szelvény illusztrálja a szöveget; 35 fénynyomatú tábla az új növényfajokat és az új kővületeket ábrázolja, egy tábla pedig kőzetecsiszolatokat tartalmaz. Több ezerre megy az útaimról hozott fénykép-lemezek száma, mely e gazdag képdisz alapját teszi. A felvételek reprodukálásában szintén a fotografiai módszert alkalmaztam. Igyekeztem a kaukazusi magashegység felszíni alakulásának tiposus jellegét felismerni s a fizikai földrajz szempontjából a maga teljességében képben is bemutatni. Számos kép ethnografiai vonatkozású és ábrázolja a hegységet lakó különböző népek típusát.

A munkához a Kaukazus térképe van csatolva, két 50×92 , 56.5×83.5 centiméternyi lapon, $1:400,000$ mértékben. A térkép első sorban a magashegység orografiai ábrázolására és a glaciologiai viszonyoknak kutatásaimon alapuló helyes kitüntetésére törekszik és szoros kapcsolatban áll utazásaim leírásával ¹

¹ A fokbeosztást és a hidrografiai hálózatot átvettem az orosz tizversznyi ($1:420,000$) térképből és ott, a hol rendelkezésre állottak az egyversznyi mértékben készült mérőasztali felvételek, az orografiai anyagot térképem mértékére redukáltam. A hézagok ki töltésére felhasználtam saját különböző módszerekkel eszközölt felvételeimet, részben a prizmatikus kompasz egyidejű megfigyelésével felvett fotogramkokat, valamint számos higany-barometerek, forrpont-thermometerek és aneroidok segítségével eszközölt magasságméréseimet. Különösen a gleccserek körvonalai fényképeim fölhasználásával rajzoltattak be a térképbe; nagy gondot fordítottam a sok tekintetben hézagos vagy kétes nomenclatura kiegészítésére és helyesbítésére. A hidrografiai hálózat és a gleccser és hótakaró kék színben, a terepábrázolás barna színben, utak, nevek és a többi jelző fekete színben vannak feltüntetve. A felszíni alakulás megjelölésére oldalvilágítással egybekötött árnyékolást használtam.

A munka első és második kötetében közöltem az utazások leírását és már itt is felhasználtam a földrajzi tudomány különböző ágaiban tett kutatásaim eredményeit és a természeti viszonyokra egyáltalában, valamint a néprajzi jelenségekre vonatkozó megfigyeléseimet. A harmadik kötet tartalmazza a gyűjtött természetrajzi anyag feldolgozását és fiziogeografiai kutatásaim végeredményeit.¹

A *botanikai eredményeket* az utazásaimon gyűjtött anyag alapján FILARSZKY NÁNDOR állította össze rendszeres, könnyen áttekinthető enumeráció alakjában.

A botanikai gyűjtéseket a második utazás alatt LOJKA HUGÓ boldogult hirneves lichenologusunk eszközölte: gyűjtött zuzmókat és magvas növényeket. Az ötödik utazás alkalmával a Chevszuri-Alpok kevésbé ismert havasi tájain magam gyűjtöttem magvas növényeket. A hatodik utazáson HOLLÓS LÁSZLÓ gyűjtött gombákat, zuzmókat, mohákat, edényes kryptogamokat és magvas növényeket, különös figyelmét a gombákra irányítván. Hetedik útamban LACZKÓ DEZSŐ és saját magam a bejárt havasi tájakon magvas növényeket gyűjtöttünk.

A második utazáson LOJKA gyűjtötte zuzmókat WAINIO lichenologus Helsingforsban meghatározta, az ugyanezen útról származó magvas növények meghatározásával pedig SOMMIER és LEVIER florisztikusok Firenzében bizattak meg. Az ötödik utazáson általam a Chevszuri-Alpokon gyűjtött növényanyagot szintén SOMMIER és LEVIER uraknak küldtem determinálásra. A hatodik utazás alkalmával gyűjtött botanikai kollekczióból maga a gyűjtő HOLLÓS LÁSZLÓ a gombákat dolgozta fel, a zuzmók nagy részét ZAHLBRUCKNER Bécsben, az összes mohákat PÉTERFFY Déván és az edényes kryptogamokat KÜMMERLE Budapesten határozta meg. HOLLÓS gyűjtésének legnagyobb részét, nevezetesen a magvas növényekből álló tekintélyes anyagot, valamint a

¹ Utitársaim közül PAPP KÁROLY-nak köszönhetem a *kövületgyűjtemény* meghatározását és leírását. SCHAFARZIK FERENCZ a *közzetani eredményeket* tárgyaló szakaszt írta. Hozzájárult, de csak munkám magyar kiadásához, LACZKÓ DEZSŐ «Geologiai jegyzetek az 1902-iki expedicióról» című értekezésével.

hetedik utazás alkalmával LACZKÓ és általam gyűjtött növény-kollekciót FILÁRSZKY NÁNDOR Budapesten, KÜMMERLE és JÁVORKA segédkezésével határozta meg.

A gombák osztályából 365 fajt tartalmaz a gyűjtemény; a zuzmók 376 fajjal, illetőleg fajváltozattal vannak képviselve. Tartalmaz továbbá a gyűjtemény a moszatok osztályából egy fajt, a mohák köréből 11 fajt, az edényes kryptogamok osztályából 24 fajt. A gyűjtemény zöme a magas növényekre esik: összesen 894 faj és fajváltozat 1103 termőhelyről.

A gyűjtött gombák között 6, a zuzmók között 20 fajt mint újat határoztak meg; a magas növények között pedig mindössze 47 új fajt, illetőleg fajváltozatot sikerült utazásaimon felfedezni.

A gyűjtött anyag legnagyobb értéke abban rejlik, hogy tekintélyes része oly termőhelyekről származik, melyeket sem botanikus szakférfiak, sem más utazók eddig nem érintettek, részint pedig a magashavi glaciális zónáról, melyet 3000—3600 méter magasságban bejártunk.

Munkám első kötetében a bejárt területek leírásával összekapcsolva közöltem növényföldrajzi adatokat saját följegyzéseim és a gyűjtött anyag alapján.

Az utazásaimból eredő botanikai gyűjteményeket a Magyar Nemzeti Múzeum növénytani osztályának ajándékképpen engedtem át.

Utazásaimon különös figyelmet fordítottam geológiai gyűjtemények beszerzésére és a Kaukasz minden részéből úgy közetsorozatokat, mint kövületeket szép számban gyűjtöttünk. A geológiai anyagot a magyar királyi Földtani Intézetnek adományoztam. Csak az első és második utazásból eredő kisebb kőzetgyűjtemény került a Budapesti Tudomány-Egyetem ásványtani intézetébe, az ásványgyűjtemény pedig a Nemzeti Múzeumba.

A magyar királyi Földtani Intézetben elhelyezett gyűjtemény áll 250 darab kövületből, 20 darab ércmintából és 235 darab kőzetből.

A kövesült szerves maradványokból álló gyűjtemény feldolgozását utitársamra, PAPP KÁROLY-ra bízom, ki annak első részét ZITTEL KÁROLY tanár müncheni nagyhirű intézetében meg

is határozta, majd Bolognában a CAPELLINI tanár vezetése alatt álló Museo Geologico gyűjteményeiben pótló vizsgálatokat tett, második részét pedig itt Budapesten dolgozta fel.

PAPP az utazásaimon felfedezett 13 új fajról¹ és 2 új fajváltozatról részletes leírást közöl, miután előzőleg az összes gyűjtött fajokat stratigrafiai sorrendben összeállította. Az új fajokat és fajváltozatokat tíz fénynyomatú táblamellékleten közöltük.

A kaukazusi *liaszbeli zárványok* általában mediterrán jellegűek és gyűjteményekben két kis, valósággal piritté átváltozott ammonita, *Lytoceras incertum* et *Racophyllites caucasicus* néven új alakok gyanánt különítettett el.

A *barnajúrabeli* maradványok igen elterjedtek; köztük számos olyan faj van, a mely csak a Kaukaszban otthonos. Így a Közép-Kaukaszból, a Fiag-don völgyéből való az a szép ammonita, a mely új fajtanak bizonyult és *Stephanoceras Liechtensteini* nevet kapott. A Keleti-Kaukaszban a Günib alatt levő sötét palák középső doggerrétegeiből két új fajtát gyűjtött SCHAFARZIK: a *Perisphinctes Loczyi*-t és a *Perisphinctes daghestanicus*-t. A barnajúra felső emelete, a callovien is sok kőületet zár magába és ezen emeletből igen becses kagylók és ammoniták vannak gyűjteményekben, különösen Nyugat-Kaukaszból, úgy hogy ezeknek a *márgás-homokkő-rétegeknek* a kora most már bizonyos.

A *fehérjúra vagy malm* rétegei az egész Kaukaszban a callovien-emeletre telepednek és gazdag fauna — köztük több új faj — került ki a rétegekből. Így Nyugat-Kaukaszban a Kuban völgyében gyűjtve két új fajt fedezhettem fel: a *Montlivaultia Széchenyii*-t és a *Nerinea Kubanensis*-t.

Egy másik díszes új faj, a *Rhabdocidaris caucasica* a Közép-Kaukaszból a Bakszan-völgyből, az Ozroková melletti mészkőből származik.

A Keleti-Kaukaszban, a Günib felső mészkő emeletében gyűjtötte SCHAFARZIK a *Pholadomya Schafarziki* néven meghatá-

¹ Utólag az új fajoknak meghatározott kőületek száma egygyel szaporodott, úgy hogy a gyűjteményben most összesen 14 új faj van.

rozott új fajt, Laczkó pedig ugyanott a *Pleuromya Merzbacheri* kagylócskáját és végre a Kuszur folyó melletti vörhenyes színű mészkőből került napfényre egy gyönyörű koráltörzs, a *Cyathophora Déchyi* néven keresztelt új faj.

A *krétakorbeli* lerakódásokból gyűjteményemben különösen a neokom-, aptien- és gault-emeletek kőületekben bővelkedő rétegeiből származó fauna van gazdagon képviselve. Új fajnak bizonyult az *Eriphyla Grigoriewi*, melyet PAPP Kelet-Kaukaszban, Tandó és Bottlich között a fehér márgák sziklafalaiban gyűjtött, továbbá a *Parahoplites Déchyi* n. sp., melyet Laczkó fedezett fel, ugyancsak Kelet-Kaukaszban Levasi mellett, a dagesztani aptien-emeleten és végre az ugyanonnet való szép ammonita, az *Aconthoceras Waageni* var. nov. PAPP.

Geológiai gyűjteményem *közetsorozatát* SCHAFARZIK FERENCZ utitársam vette át feldolgozás céljából. Készítettem továbbá DOBY GÉZÁ-val több tipikus kőzetről *chemiai analíziseket*. Mint-hogy a Kaukasz kőzeteiről eddig csak rendkívül ritkán találkozzunk mennyiségi analitikai adatokkal, azok szakkörökben érdeklődést keltettek.

SCHAFARZIK az eruptív és metamorf kőzetekből álló összetett kristályos kőzetsoportokat rendszeresen feldolgozta és a mikroskopi vizsgálatok és chemiai analízisek alapján nyert eredményeket a tudományra nézve számos új szempont és új adat kiemelésével közölte.

A *gránitokra* vonatkozólag megállapítható volt, hogy szemcsés, ritkábban gránitporfiros szövetűek és mindig tömeges szerkezetűek. Nyújtott palás és kataklasztos szövetű gránit ritkábban akad és gyéribben figyelhetjük meg a barna csillám kloritosodását is, úgy hogy egészben véve az Alpok protogyn gránit típusa a Kaukaszban csak alárendeltebbnek mondható.

A *diabázok*-hoz tartozó általában sötétszínű telérek részint porfiros, részint pedig szemcsés szövetű kőzetek. Gyakran észlelhetjük rajtuk az ú. n. intersertális szövetet is. Az augit kevésbé állandó elegyrésze a Kaukasz diabázainak, a mennyiben sokszor zöldes amfibollá alakul át. A diabáz, részint mint diabázporfirit, részint afanitosan tömött féleségekben, telérek alakjában a Közép-Kaukaszban előfordul, nemcsak a gránitokon és

a kristályos palákon áttörve, hanem paleozoikus agyagpalák közt, sőt helyenként verrucano-szerű kőzetekkel érintkezve. De expedícióim kimutatták többé-kevésbé uralitos diabázok föllépését is, úgy a kelet-kaukazusi jura- és krétakorú képződményekből álló hegységekben, mint a nyugat-kaukazusi területen, a hol mint diabáztufa és a diabázokkal rokon augitporfiritek formájában előfordulnak.

A Kaukaszus *dioritjai* sötét színű, túlnyomó részben apró, sőt finomszemű, ritkábban durvaszemű telérokőzetek, melyek többnyire a gránitos alaphegységben törnek ki. Expedícióim e kőzeteket különböző varietásban különösen az Elbrusztól nyugatra kimutatták.

A *kvarczporfirók* és *porfirók* körébe sorozható kaukaszusbeli kőzeteket túlnyomólag a Kaukaszus főlánczán kívül találtuk, miből következtetni lehet, hogy e kőzetek nem annyira a hegység gránitból és kristályos palákból álló alaphegységét, hanem inkább az ezt körülvevő régibb szedimenteket törik át.

A *fiatalabb tömeges* kőzetekhez tartozó suitek gyűjteményekben dacitokból, andezitokból, liparitokból és bazaltokból állanak. Nagy szerepet játszanak a Kaukaszusban az *andezitek* és különösen az Elbrusz kolosszális hegytömegének alkotásában vesznek részt, még pedig oly mértékben, hogy a *dacitok* úgy tünnek fel, mintha az andeziteknek csak faciesbeli féleségei volnának.

A *liparitok* fellépése csak a Kaukaszus északi oldalán elterülő krétaterületen Pjetigorszki körül volt ismeretes, de utazásaim közben még két más ponton is, a felső Kirtik-völgyben és az alsó Bakszan-völgyben fedezte fel ezen savas harmadkori kőzeteket SCHAFARZIK FERENCZ.

A *bazalt* — igazi olivinbazalt — a Kaukaszus kőzeteinek sokaságában ritkán található, a mi annál feltűnőbb, mert a tőle délre fekvő örmény fennföldön uralkodó szereplése van. Egyetlen egy ponton találtuk mégis, Közép-Kaukaszusban a bazaltot, még pedig a hegység északi tövében, az alsó Bakszan-völgyben, a hol SCHAFARZIK fedezte föl, bár sajnos, itt sem szálban, hanem csak laza heverő darabokban.¹

¹ De megvan a Kaukaszusban az olivin-andezitek érdekes csoportja,

A *kristályos, palás kőzeteknek* nem jutott a Kaukaszban oly kiváló szerep, mint például az Alpok hegrendszerében, úgy hogy a geológusok talán túlságosan hangoztatták hegységünk eme fogyatékoságát. Ez talán onnét is származik, hogy a Kaukasz derekát átszelő, legkönnyebben járható és régóta ismeretes grúz hadiút mentén a kristályos palák hiánya legkirívóbban tűnik fel. De a Kaukasz még kevésbé ismert részeiben mégis akadtunk a gránittömszök szomszédságában kristályos palákra is. Hogy sikerült a kristályos palák egy bizonyos kiterjedésben való előfordulását kimutatnunk, talán expedícióim egyik tudományos főérdemének fogják beszámítani.

SCHAFARZIK-nak sikerült továbbá a gyűjteményeimben meglévő kristályos paláknak egy részét jellemző kontakt-paláknak minősíteni, a milyenek az epidot-zoizot tartalmú amfibolitok és az albitfillitek.

A Közép-Kaukaszról származó kristályos-palás kőzetek a legszorosabban függnek össze a Közép-Kaukasz gránit-lakkolitjaival. Sőt egy nagy részük közvetlenül a közeli gránitmasszívumok kontakt hatása alatt jött létre, metamorfózis útján egykori szedimentekből.¹

Munkám harmadik kötetének utolsó részében közöltem *fizio-geografiai* kutatásaim és tanulmányaim végeredményeit. Bevezetésül rövid áttekintést nyújtottam a Kaukasz *orogeniájáról*. A kaukaszsi szárazulatnak először felmerülő *archaikus* tömegei a paleozoikus korszakban részben ismét a tenger hullámai alá merültek és csak a paleozoikum és a miocén között ismétlődő fázisokban emelték föl a Kaukaszt is a földkéreg ama gyűrődései, a melyek az Atlanti-oczeántól kezdve az ázsiai konti-

mely mintegy középhelyet foglal el az andezit és a bazalt kőzetsaládók között. Elég nagy kiterjedésben fordulnak elő a Kazbek DK-i oldalán, a grúz hadiút mentén és onnét származnak a gyűjteményemben meglévő példányok.

¹ A harmadik kötetben közzétettem továbbá a Magyar Nemzeti Múzeumnak felajánlott kis bogárgyűjtemény feldolgozását, melyet CSIKI ERNŐNEK köszönhetek. Az egyetemi anthropologiai múzeumnak ajándékképpen átengedett koponyagyűjteményről csak az igazgatóság hivatalos *leltári leírását* közölhettem.

nens széléig a hegylánczolatokat létrehozták. A paleozoikum végén a párhuzamosan csapó déloroszországi és armeniai hegyek között egy bemélyedett és hasonlókorú, már csak kevéssé vagy egyáltalán ki nem töltött zóna maradt meg: *a mostani Kaukasz*.

Hatalmas mész- és homokkő tömegek, a jura, kréta és az eocén üledékei, töltötték ki lassankint ezt a folytonosan mélyedő óriási medenczét és miként a magas hegységekben mindenhol, úgy itt is csak az üledékek fölhalmozódása után, a harmadkor fiatalabb szakaszaiban következett a fölgűrődés és a redőzés.

A diszkordanciák, a melyek a különböző szisztémákban többszörösen jelentkeztek és a melyek a denudációkból vagy abráziókból s az ezeket követő messzeterjedt transzgressziókból magyarázhatók meg, azt bizonyítják, hogy a hegység nem csupán a harmadkorbeli kéregmozgásoknak a szülöttje, hanem inkább azoknak a hegyalkotó folyamatoknak az eredménye, a melyeknek kezdete már a jurakorszakba esik. A harmadkor végén, a negyedkor kezdetén azután az egész láncz hosszában hatalmas vulkanikus kitörések támadtak, a melyek a kristályos mag alapzata fölé az andezitvulkánokat fölhalmozták. A vulkánosság hatásai és a jégkorszakok a hegység geológiai kifermálását folytatták.

A Kaukasz *legrégebbi eruptív kőzetei, a gránitok*, egyetlen középponti tömegben helyezkednek s a hegység kristályos magva gyanánt a Kuban keleti forrásvidékétől a Terek áttörésén levő szurdokig húzódnak. A Kaukasznak gránitos kőzetekből és kristályos palákból alkotott ez egyetlen középponti tömegére a paleozikus palák, a jura- és krétakorbeli hegyvonulatok zónái következnek.

A *paleozoikus képződmények* a hegység centrális részének északi lejtőjén csekély kiterjedésűek, míg délen hatalmasan kifejlődtek és ellentétesen az északi oldallal, északi lejtéssel a gránit alá dülnek. Nyugat-Kaukaszban a hegység alapzata keskeny kristályos zóna, a melyet eruptív kőzetek szaggatnak meg, a hegygerinceket gnejsz és metamorf palák építik föl. A Kelet-Kaukasz a régi agyagpalák birodalma; Dagesztán hegyvidékének szabályszerűen alakult redős lánczaiban érik el

a paleozoikus palák kifejlődésük tetőpontját. Hogy ezek a kaukazusi sötét agyagpalák kétségtelenül a paleozoikumhoz számítandók-e — bár több helyen a geotektonikai viszonyok mellette szólnak —, azt az eddigelé talált silány és szinte meghatározhatatlan kövületek alapján nem lehet biztosan állítani.¹

Triaszbeli lerakódásokat 1907-ig, mikor munkámat a sajtóba adtam, a Kaukaszban nem lehetett kimutatni. Azóta VOROBIJEV a Nyugat-Kaukasz északi oldalán, nem messze Psszebaitól, gazdag felső triaszkorú brachiopoda- és bivalva-faunát fedezett fel, úgy hogy ma már a triasz nem ismeretlen a Kaukaszban.

Az archaikus kőzetekkel és a paleozoikus képződményekkel kapcsolatban jelentkezik a *jura*. A hegrendszer északi lejtőjén a liaszbeli palákat és homokköveket, valamint a középső- és felső-jura meszes és dolomitos lerakódásait messze elterjedve találtuk. Különösen ki van fejlődve a liaszikus zóna az Elbrusz északi oldalán és egy jurabeli meszekből alkotott láncolat messze kelet felé kiterjedve, párvonalosan huzódik ott a főlánczolatattal. Keleten, vagyis Dagesztánban, a jurá nem összefüggő láncolatban, hanem a krétameszékkel gyöngén, szinklinálisan települt platószerű kiemelkedésekben jelentkezik. A hegység nyugati felének déli lejtőjén a jurazóna tetemesen elterjedt és leginkább alsó-jurabeli lerakódásokból alkotott hegylánczokban nyilvánul. A *kaukazusi juráformáció* üledékeinek faciesbeli kifejlődésében, valamint emeleteinek sorozatában főképp a *közép-*

¹ SCHAFARZIK ugyan 1886-ban a Közép-Kaukaszról, az Uruch völgyéből, a Kamunta melletti sötét agyagpalából hozott apró kagyló- és brachiopoda töredékeket, a miket azonban megközelítőleg sem lehetett meghatározni. Majd LACZKÓ 1902-ben a keleti Kaukaszról, a Bazargyuzi és Tfan hegyesúcsok között, a selymesen fénylő sötét palákból egy karnagyságú darabot ütött ki, a mely rendkívül hasonlított a karbonkorbeli *Lepidodendron* nevű fa ágára. De PAPP bővebb vizsgálatára kitént, hogy nem növény-maradvány, hanem az a sajátos képződmény, a mely a paleontológiában *Glenodictyum* néven ismeretes. Papp szerint a kaukazusi alak eltér, mint sokkal régiebb korú kövület, az eddig ismert ilyenmő maradványoktól és ő mint *Glenodictyum caucasicum* n. sp. PAPP határozta meg, a melynek rendszertani helyzete talán a *spongiák* csoportjába illeszthető.

európai juraprovincziához csatlakozik. Ki kell azonban emelnem — a miként erről az utazásaimon eszközölt gyűjtések is tanúskodnak —, hogy a kaukazusi jurafaunában a *mediterrán* vagy *alpi juraprovincziának* számos alakja ott van. A *callovieni fauna* első sorban *mediterrán* s másodsorban *középeurópai* elemeket tartalmaz; ép úgy a malm is, a melynek korálos és nerineás meszei az alpi hasonló képződményekkel csaknem teljesen azonosak.

A *krétabeli lerakodások* északon a kristályos főtengelyvel párvonalosan húzódnak széles zónában, a mely a felső-júránt átkap, délen ellenben az alsó-júra, sőt egyenesen a gránit fölé tolódtak és ezeket számos eruptív kőzet töri át, a miket a nagy tektonikus háborgások hoztak a felszínre. Az alsó-kréta üledékeinek a Kaukázusban *mediterrán* jellege van. A felső-kréta ellenben a *mediterrán*-elemek mellett számos olyan alakot is tartalmaz, a melyek az északeurópai faciesben honosak. Gyűjteményemben a krétaformáczióknak csaknem minden tagja megvan és ezek között a *turon*-emeletnek *legelső biztos alakjai*, és pedig úgy a keleti, mint a nyugati Kaukázusból; amonnet az *Inoceramus Brogniarti* s eminnét a *Panopaea regularis* példányaival. A felső-kréta emeleteiből mindeddig a Kaukázusban csak a felső emeletet: a *szenont* ismertük, expedicióm alkalmával tehát a középső emeletet, a *turont* is konstatálhattuk.

A *harmadkori lerakodások* az északi oldalon a hegység lábánál, a krétabeli hegyvonulatok északi lejtői és a steppeterület között, a platószerű kiemelkedések terjedelmes zónájában terülnek el. A déli oldalon az eocén és miocén lerakodások hatalmasan kifejlődtek, messze benyúlnak a hegységbe és egészen a délkeleti szögletig terjednek, sőt a Kaukázus-láncz végső nyúlványait is alkotják.

A *harmadkorszakban* a kaukazusi isztnusz nagy tektonikus mozgások színhelye volt. A szarmata tenger borítá a Kaukázus mindkét lejtőjét, a mely a közepén hosszan nyúló sziget gyanánt emelkedett ki; azonban a vetődések, a melyek a láncz déli lejtőjén ezeket a rétegeket érték és a magasságok, a melyekig egyes pontokon föltolódtak, azt mutatják, hogy a lánczolatnak

utolsó fölemelkedése az említett képződmény után történt és hogy a miocén tenger ezen új fölgyürődés előtt visszahúzódott.

A harmadkorszakhoz csatlakoznak a *vulkánosság* fiatal tüneményei, a melyek ennek a korszaknak a végén és a negyedkorszak kezdetén a lávát ontó vulkáni kúpokat és a kitörésbeli központok egész sorozatát hozták létre, kitörésbeli közeik sokféleségével és ezzel a Kaukaszus tektonikájában a legfeltűnőbb vonásokat megalkották, a miket az Alpok fizikai története nem ismer. A posttertiar és a negyedkorszakba esnek a gleccserek legjelentősebb kifejlődései: a *kaukaszusi jégkorszakok*, a mik jéges irónjukkal egykori létüket a kaukaszusi magashegység arczulatára is följegyezték.

A *negyedkorszak* képződményei legtöbbszörre a hegység lábán levő mélyedésekben rakódtak le és a hol magasabbra nyúlnak — a miként ezt a különböző kaukaszusi völgyekben a görgeteg és konglomeratum-lerakodások eloszlása bizonyítja — ott a mai völgyrendszerek alapjukban véve már megvoltak.

Azok a különböző hatások, a melyekkel a Kaukaszus északi és déli részén a tektonikai mozgások jártak, mélyreható különbséget okoztak az északi és a déli oldal geologiai és orografiai szerkezetében. Az északi oldalon a mezozoikus és harmadkori lerakodások szabályos sorrendben, északnak dülő rétegekben és emeletszerű eloszlásban jelentkeznek. Itt a kristályos központi részhez csatlakoznak, az idősebbektől a fiatalabb képződmények felé haladva, a jurabeli lerakodások, az alsó- és a felső-neokom homokkövek, a kréta- és a harmadkoru rétegek zónái. A déli oldalon ellenben a mélyreható tektonikai mozgások és a hatalmas kitörések az üledékes lerakodások sorozatának szabályosságát megzavarták és ellentétben az északi oldal egyszerűbb szerkezetével, behatásukkal sokkal bonyolódottabb tektonikai viszonyokat hoztak létre. Iszonyú törések okozták azt, hogy sok helyen nagy gyürődések keletkeztek és hogy ott a mészkövek hiányoznak. Másrészt a nagy diszlokációk azt idézték elő, hogy a krétánál régibb lerakodások rétegeikkel észak felé, a gerincevidék felé, tehát ellenlejtősen dülnek és egyes vidékeken, így a Rion forrásvidékén, a kristályos palákat teljesen eltüntették.

Ez a különös hegyalakulás, melynél *rétegtanilag idősebb*

lerukodások a fiatalabbakra rátelepülnek, arra a konkluzióra vezet, melynek munkámban kifejezést is adtam, hogy a tektonika mezején az Alpokban és a Kárpátokban tett tapasztalatok és újabb nézetek alapján keletkezett rátolódási elmélet a Kaukaszra is alkalmazható és hogy itt is hatalmas áttolódással van dolgunk. Az Alpok hegyszerére alkalmazott új genetikai hipotézis a Kaukasz orogeniájának kikutatására nézve új perspektivákat nyit és megfigyeléseim alapján már most is kijelenthetem, hogy itt is, mint új diszlokácziótipust, a *takaróáttolódást* kell elfogadnunk.

Ezek a tektonikus zavarodások és az üledékes kőzeteknek ezekből folyó metamorfozisos átváltozásai a keleti Kaukasz déli oldalán csekélyebb mérvűek. Itt hiányzik ugyanis a kristályos központi tömeg. A Kaukasz középső részén kívül gránit nem üti ki magát a felületre és a gránitos mag mindenestre igen mélyen fekszik, kapcsolatosan az injicziált és a kontaktmetamorf burokkal

Ezt bizonyítja a Dagesztánban, a Szamur-völgyben, a Lucek körül a kontaktköpeny egyik kőzetének, a zoizot-amfibolitnak expedicióm alkalmával konstataált előfordulása és e helyen nem nagy mélységben kétségtelenül egy gránit lakkolithot tételezhetünk fel.

A második fejezetben tárgyaltam a Kaukasz tagozottságát. A hegyszer beosztásánál geotektonikus fővonásai, geológiai viszonyai és orográfiai arculata voltak vezérlő támpontjaim. Előadtam összefoglalva a hegység geológiai szerkezetére, orográfiájára és hidrografiájára vonatkozó ismereteinket, valamint kiterjedt vándorlásaim alatt autopszia alapján szerzett felületi alakulásának jellemző vonásait.

Külön fejezetben foglaltam össze a Kaukasz glaciológiai viszonyaira vonatkozó kutatásaimat. A glaciális tünemények tanulmányozása munkaprogrammom legelső helyén állt; utazásaim alatt a glaciológiai jelenségeket rendszeresen megfigyeltem, fölvételeket és méréseket végeztem. Vizsgálódásaim tárgya volt azon összefüggés, a mely a gleccsertüneménynek a kaukaszusi magashegységben való megjelenése és az ott uralkodó, létezését okozó viszonyok között megnyilatkozik. Ezek a kuta-

tások pedig annál fontosabbak voltak, mert ismereteink a Kaukasz gleccsereinek létezéséről és kiterjedéséről a legújabb idő-kig nagyon hézagosak, sőt tévesek voltak és a tudományos munkák és térképek is vagy egészen hamis, vagy csak igen silány képet adtak ezekről a jelenségekről.

Elteltekintve AGGASIZ és KEITH-JOHNSTON a mult század 50-es és 60-as években közzétett munkáinak téves adataitól, még ELISÉE RECLUS is 1881-ben megjelent monumentális Géographie Universelle című művében következőkép szól a Kaukasz hó- és jégtakarójáról:

«Jóllehet a Kaukasz csúcsai magasabbak az Alpokénál, ezeket aránylag mégis kevés hó és jég födi és pedig nem csak délibb fekvése és egyéb klimatikus okok miatt, hanem azért is, mert magas gerinczei keskenyek s hiányoznak a czirkuszok, a hol kiszélesedhetnének a hőtömegek, a gleccserek firngyűjtői. A firngyűjtők szegénysége az okozója a gleccserek ritkaságának.» Kutatásaim bebizonyították, hogy ezen állítások majdnem kivétel nélkül nem felelnek meg a kaukaszsi hegyrendszer alakulásának és a belőlük meritett következtetések mindannyian helytelenek.

MUSKETOW, a híres orosz geologus 1882-ben, tehát két évvel első utazásom előtt a következőket hirdeti:

«A felület, a melyet a kaukaszsi gleccserek borítanak, kisebb, mint csupán a Mont-Blanc csoporté és a kaukaszsi gleccserek által elfoglalt terület az alpi gleccserek területéhez viszonyítva igen csekély.» Kutatásaim pedig mutatják, hogy a valóságban a Kaukasz csak középső részeiben 1850 négyszögkilométernyi oromhóval és jéggel födött területet — tehát azonost a svájci Alpok eljegesedésével — kell fölvennünk, míg ezzel szemben a Mont-Blanc-csoportot — melynek eljegesedése MUSKETOW állítása szerint nagyobb volna, mint az egész kaukaszsi hegységé — csak 280 négyszögkilométernyi gleccser- és hótakaró födi!

De a Kaukasz glaciologiai viszonyairól még ALBERT HEIM, a hirneves geologus és glaciologus 1885-ben megjelent «Handbuch der Gletscherkunde» című művében szintén egytől-egyig téves adatokat közöl. Ebben a kitünő munkában a Kaukasz magashegységének összes hó- és jégtakaróját az addig rendelke-

zésre álló adatok alapján 120 négyszögkilométerre becsüli, a melyből fele az Elbrusz tömegére esnék. Mind a két adat helytelen, mert egyedül az Elbrusz masszívum területének hó- és jég-takarója 200 négyszögkilométerre rug és az egész hegrendszer eljegesedése sokszorosán nagyobb. Tévedés az addig uralkodott felfogást visszatükröztető állítás is, hogy a Kaukaszban az alpi nagy gleccserek dimenzióihoz fogható jégárak nincsenek és hogy a legtöbb kaukaszsi gleccser a függő-gleccserek csoportjához tartozik.

Ily téves fogalmakból állott tudásunk a kaukaszsi gleccservilágról, midőn 1884-ben első útamra indultam és már két első utazásom eredménye gyanánt rámutathattam a Kaukasz eljegesedésének nagyszerű kifejlődésére. Először 1886-ban a magyar földrajzi társaság közleményeiben, azután a külföldi geográfiai irodalomban közöltem kutatásaimnak az uralkodó felfogással szemben egészen eltérő eredményeit. Állításaim bizonyosságául szolgáltak méréseim és a Közép-Kaukasz gleccservilágából első és második utazásom alatt fölvetett fényképeim. E felvételekről állítja MERZBACHER, a hírneves kutató: «hogy a kaukaszsi magashegység első fotografiai felvételei, a melyek Európába kerültek s itt ennek a magashegységnek a szerkezetéről és eddigelé ismeretlen, hatalmas elgleccseresedéséről legelőször nyújtottak helyes képet.¹

Munkám glaciológiai fejezetében egymásután tárgyaltam a gleccserképződésre kiható *klimatikus viszonyokat*, a *hóhatárt*, a *gleccserek formáit, terjedését és méreteit*, a nevezetesebb gleccserek *leírását* fekhelyük orográfiai viszonyainak feltüntetésével, összefoglaltam az adatokat a kaukaszsi gleccserek *méreteiről*, összehasonlítva az Alpok gleccsereivel. Végre vizsgálódásaim tárgyává tettem a kaukaszsi gleccserek *ingadozásait* és különösen behatóan foglalkoztam a kaukaszsi *jégkorszak problémájával*.

Megállapítottam, hogy a Kaukaszban a *hóhatár* kisebb-nagyobb ingadozásokkal nyugatról keletre emelkedik és levontam a számbeli értékeket. A Nyugat- és Közép-Kaukaszban, kivéve ott, a hol orográfiai viszonyok és lokális meteorológiai

¹ MERZBACHER: Hochregionen des Kaukasus. Leipzig, 1901. I. köt. 230. oldal.

folyamatok kisebb szakaszokban némi eltérést okoznak, egyáltalában a pontusi csapadékdús klíma hatása a hóhatárt mélyebbre szorítja délen, mint északon; míg a hegység keleti felében a Kura-völgy steppetermészetének és már az ázsiai klímának befolyása alatt a déli lejtőn magasabb a hóhatár.

Leghatalmasabban kifejlődött az elgleccseresedés a hegység középső részében, ott felületét 1840 km²-nek vehetjük, tehát körülbelül azonosnak a svájci Alpok eljegesedett területével, a mely 1838 km²-re rug. Kimutattam, hogy 20 kaukázusi völgyi gleccsernek a felülete nagyobb 20 km²-nél, míg a Nyugati- és Svájci-Alpokban 17, a Keleti-Alpokban (Tirolt beleértve) csak 2 gleccser van, a melynek felülete nagyobb 20—20 km²-nél.

A Kaukázus gleccserei az *alpi gleccsertípusnak* felelnek meg. Az orográfiai viszonyok hatása csak az Elbrusz vulkanikus tömegének eljegesedésében idéz elő átmeneti formát a skandináviai és az alpi gleccsertípus között és kisebb mértékben a Kazbek-csoportban.

A *tengerszin fölötti magasságot* vizsgálva, a melyben a Kaukázus gleccserei végződnek, kimutattam, hogy a gleccserek nyelvei a legerősebben eljegesedett és legkiterjedtebb hógyűjtő területeket rejtő vidékeken egyúttal a legmélyebbre is nyúlnak.

A nagy völgyi gleccsereknek a hóhatár alá való *lenyomulását* tekintve azt találjuk, hogy általában a gleccserzóna északon mélyebbre nyúlik le, mint a déli oldalon, a mi a hegység orográfiai szerkezete mellett főképp a klimatikus viszonyokban leli magyarázatát. Jóllehet az alpi gleccserek közül néhány kissé mélyebben végződik, mint a Kaukázusban, kimutattam, hogy a nagy kaukázusi völgyi gleccserek nemcsak absolute, hanem a hóhatár alá is sokkal mélyebben nyúlnak, mint azt a régi téves felfogás állította.

A kaukázusi gleccserek *ingadozásait* tekintve, mint végeredményt megállapítottam, hogy úgy saját húszévi időtartamra vonatkozó megfigyeléseim, mint a hegylakók adatai szerint az utolsó félszázad óta általában hátráló mozgásban vannak.

De a kaukázusi gleccserek ingadozásai a jelenkor bizonyos periodusaiban csak jelentéktelen tünemények egykori kiterjedé-

sükkel szemben, a mely a geologiai időrend szerint a negyedkorban uralkodott és a melylyel a Kaukaszban is jégkorszakot idéztek elő. Azok az okok, a melyek a harmadkor végén és a negyedkor kezdetén, sőt még fiatalabb időszakokban is a föld nagy területét többé-kevésbbé összefüggő, kiterjedt jégtakaróval burkolták be s így a föld fejlődéstörténetében jelentőségteljes hatású korszakot teremtettek, miként az Alpokban és más nagy hegységekben, a Kaukaszban is jégkorszakot idéztek elő.

A kaukaszusi hegrendszerben talált jégkorszaki nyomok elrendezése az eljegesedés kiterjedésének különböző fázisaira enged következtetni. Mindazonáltal, megengedve, hogy a legjobban tanulmányozott hegységben, az Alpokban, megállapítható volt, hogy ott a jégkorszak periodusokra oszlott, olyképen, hogy az eljegesedés ismételt bekövetkezett, közbeneső 3 vagy 4 interglaciális periodussal, a Kaukaszban — többek közt szem előtt tartva az Alpokénál sokkal kisebb jégkorszaki elgleccseresedését — interglaciális időszakok helyett inkább csak az eljegesedés állásában bekövetkezett többé-kevésbbé intenzív *oszciillációkat* vehetünk fel, köztük két-három oly periodussal, melyekben az eljegesedés bizonyos állandóságot mutatott egy következő posztglaciális korszakkal.

A jégkorszaknak a Kaukaszban is számos és biztos jele maradt meg és azoknak a kimutatása kutatásaimnak egyik feladata volt. A jégkorszak nyomait a hegység belsejében egészen fel, a jelenlegi gleccserek határáig megtaláljuk s ezek a kaukaszusi hegrendszer majdnem minden vidékén többé-kevésbbé intenzív alakban tárulnak elénk. Hatalmas glaciális lerakódásokat, vándorköveket, glaciális diluviumot és fluvioglaciális törmelékeket, sziklacsiszolást és lekerekítést megjelöltem azokon a kiterjedt területeken, melyeket ismételt utazásaimban bejártam. Kimutathattam ott számos völgyben túlmélyedést, teknőalakot és a völgyfalakon a glaciális terraszokat, régi végmorénákat, a melyek a völgyek torkolatáig sorakoznak és a jégkorszakbeli gleccserek nyugvó pontjait megjelölik.

A Közép-Kaukaszban találkozunk a leggazdagabb glaciális jelenségekkel és itt is volt a jégkorszakban az eljegesedés legnagyobb birodalma. Nyugat felé szintén megtaláljuk az egy-

kori kiterjedtebb gleccsereknek a nyomait, bár jóval kisebb mértékben. A keleti részben a jégkorszakbeli gleccser takaró aránylag jelentéktelen volt, úgy mint a jelen korban ezen a középázsiai kontinentális klimabeli hatások alá eső hegyvidéken is.

A *jégkorszakbeli jelenségek* kiterjedésének folytonos kisebb-edése a hegység keleti felében egyúttal azt az érdekes kérdést veti föl, hogy mennyire érvényesültek azokban a geológiai periodusokban is a különbségek, a melyek jelenleg Európa nedves mediterrán klimája és a keleten uralkodó, sokkal szárazabb ázsiai kontinentális klíma között vannak. Kutatásaim egyelőre megállapították, hogy a Kaukázusban világosan kidomborodó párhuzamot látunk a jégkorszakbeli gleccservilág fejlődése és gleccsereinek jelenlegi kiterjedése között. A leghatalmasabb elgleccseresedés jelenlegi központja, a Közép-Kaukázus, a negyedkorszakban is a legelterjedtebb jégvilág helyszíne volt és akkor is úgy a nyugaton, mint különösen a keleten kisebbedett az eljegesedés.

A Kaukázus jégkorszaki gleccserei nem voltak olyan összefüggő óriási jégtakarók, mint az Alpok jégkori gleccserei és nem is nyúltak le olyan mély szintekbe, mint Európában, azonban a Közép-Kaukázusban még mindig mélyebbre lenyúltak, mint a középázsiai Tian-Sanban, a melyhez a Kelet-Kaukázus jégkorszakának tüneményeiben mint összekötő kapocs közeledik. A Kaukázus arczatának számos jellemző vonásán alapuló *euróázsiai jellege*, a melylyel a középázsiai hegylánczok és az európai hegyvonulatok között *átmeneti hegység gyanánt szerepel*, a *jégkorszakban is érvényesült*.

Munkám fiziogeográfiai részének utolsó fejezetében a Kaukázus *geomorfológiai alapvonásait* tárgyaltam.

A tektonikai, hegyképző erők munkáját követte a geologia legfiatalabb korában, a negyedkorban, a föltornyosított hegyrendszer további morfológiai kialakulása, a mely még a jelenben is folytatódik. Hogy már most mily formában játszották le a kialakulási tényezők morfológiai munkájukat, meghatározni a kialakulási erők munkájának nagyságát és a kialakult domborzat közötti viszonylatot és végre a kaukázusi alakvilág képének

a megismerése, ecsetelése, mint geomorfologiai kialakulásának az eredménye, fiziogeografiai kutatásaim körébe tartozott.

A kaukazusi *magashegység arculata* a nagyon érdekes problémáknak egész sorozatát rejti magában és munkám ezen utolsó fejezetében adtam kifejezést nézeteimnek a kaukazusi *magashegység morfológiai kialakulásáról*, leírtam sok vonásban annyira különböző részeinek fiziognómiai képét, tüneményeinek sokféleségével.

Abból az általánosan elfogadott föltevésből kiindulva, hogy a pliocén idők óta a földkéreg mozgásai a Kaukazusban is gyöngültek, a formát adó kialakulást ebben a hegységben is első sorban a víz és jég szétromboló hatásának kell tulajdonítani.

A *tektonikai szerkezet* adta meg mindenesetre a Kaukazusban az alapvető *völgyirányokat*, a *lefolyások pályáját*. A hegység gyűrődésének intenzitása, a redők közé nyomódott medencékkel, északon a tektonikai hosszantás völgyek kifejlődésére nem volt kedvező és a lefolyás iránya túlnyomóan harántos völgyszakaszokba terelődött. A déli lejtőn pedig a formációk hatalmas áttolódásai és az antiklinális által keletkezett hatalmas diszlokációk — ellentétben az északi lejtő eroziós keresztvölgyeivel — a tektonikai hosszantás völgyek egész sorozatát hozták létre.

A völgyrendszer alapvonásaiban *már a jégkorszak beköszönése előtt megvolt*; a Kaukazus már át volt völgyelve, a mint az első eljegesedés bekövetkezett. De a völgyképződés egyuttal régibb volt, mint az eruptív működés. Azok a hatalmas lávavonulatok, a melyek a hegység gerinczéről északon és délen lenyomultak és tömegükkel a diluviális kavicsokat és konglomerátokat beborították, mutatják azt a magasfokú kiképződést, a mi akkoron a völgyekkel szaggatott hegységnek már a sajátja volt. Éles különbség rejlik itt az Alpok és a Kaukazus szerkezete közt, mert az Alpoknak valamennyi eruptív közete idősebb mint a földgyűrődés, idősebb mint a völgyképződés és idősebb mint az elgleccseresedés.

A *völgyek szélesítése és mélyítése* későbbi munka volt, a mely nyugalmi közökkel váltakozott s a melyben a folyóvíz, a gleccser és olvadó vizei közreműködtek. Azokban a völgyekben,

a melyek a jégkorszaki gleccserek útjaul szolgáltak, az ezeket követő jelenségek is mutatkoznak: Az U-alakú kimélyítés, a besüllyedt teknők, a két völgylejtőn az egymásnak megfelelő terraszok és a völgyi lépcsők. Ott pedig, a hol a jégkorszaki eljegesedés csekélyebb mérvű volt, mint ez Dagesztánban meggyőző példákban nyilvánul, a fővölgyek felső folyása és az ezekbe szájadzó oldalvölgyek, a melyeket a jégkorszak jegesei töltöttek meg, a megfelelő völgyformákat mutatják, míg ellenben, a hol a jégkorszaki eljegesedés hiányzott, a középső vagy az alsó völgyszakaszai szorosszerű szűkülletben húzódnak és a tipusos V-alakú eroziós szurdokok következnek.

Igen fontos tény, melyet a kaukazusi völgyek futásában konstatálhatunk: a *tavak előfordulásának ritkasága*. Ellentétben az Alpokkal a Kaukazusnak egyáltalában nincsenek nagyobb terjedelmű völgyi tavai és *hiányzanak a nagy peremtavak*. És ez a tény nemcsak a Kaukazus geomorfologiai képének egyik nagyon jelentős vonása, hanem a tavak keletkezése és a gleccserek erozióképessége kérdésére nézve nagyon érdekes probléma.

Azok az elméletek, a miket különösen PENCK, BRÜCKNER és követői az Alpokban tett bűvárlataikkal megállapítottak, a tavak eredetét a glaciális erózióknak tulajdonítják. Eszerint a nagy alpi peremtavak a glaciális völgykimélyedés végeit jelzik; a jégkorszaki gleccserek nyelvmedenczéit visszavonulásuk periódusában víz töltötte ki; egyúttal az erózióműködés szünetelésével az akkumuláció lépett előtérbe és az így képződött peremtavakat nagy kavicstömegek és végmoréna-gátak vették körül. Most már miért nincsenek a Kaukazusnak is peremtavai és nagy völgyi tavai, *habár* jelentőséges jégkorszaki elgleccseresedése — a mint kimutattam — neki is volt!

A peremtavak keletkezésére nézve döntő, vajjon a jégárak nyelvei az előhegyeken túl, a hegység pereméig kinyúltak és ott kifejthették-e azt az erodáló munkát, melynek az említett elmélet szerint az Alpok peremtavai létezésüket köszönhetik. Bár a Kaukazusban a glaciális diluvium elterjedéséről és természetéről, a moréna-övekről, a glaciális sorozatokról és a fluvio-glaciális kavicserakodásokról a rendszeres és részletes meg-

figyelések még hiányoznak, vizsgálódásaim eredményeit a következőkben összpontosítom.

A jégkorszakbeli eljegesedésre vonatkozólag megállapíthatam, hogy a Közép-Kaukázus északi harántos *völgyeit kétség-telenül gleccserek töltötték ki*. De megfigyeléseim alapján arra a meggyőződésre is jöttem, hogy a jégárak nyelvei az előhegyeken túl *nem nyomultak ki a hegység peremére*.

Ha tehát fölteszszük, hogy a jégkorszaki gleccserek nem nyomultak le a Kaukázus előhegyein túl, ott nem is érvényesülhetett a jégkorszakbeli gleccsereknek olyan nagymérvű talajátalakító hatása, mint a melyet PENCK és követői az Alpok jégkorszaki gleccsereinek a hegység peremén tulajdonítanak; ott a Kaukázusban oly nagy tömedenczéket nem is csiszolhattak ki a gleccserek nyelvén, nem is keletkezhetek és fönnt nem maradhattak a Kaukázus északi és déli szélén a nagy glaciális eredetű peremtavak, mint az Alpokban.

Ha tehát így a Kaukázusban a nagy peremtavak hiánya nem is jut ellentétbe a PENCK-féle elmélettel, a mennyiben fölteszszük, hogy a jégkorszakbeli gleccserek nyelvei nem is nyúltak ki a hegység pereméig, a nagy völgy-tavak hiányának a magyarázata már sokkal nehezebb lesz, mihelyt keletkezésüket, úgy mint az Alpokban, a gleccserek eróziójának tulajdonítjuk. Mert a jégkorszaki gleccserek, különösen a Közép-Kaukázus úgy északi, mint déli lejtőjén, hatalmas kiterjedésben kinyomultak számos völgy középső és alsó szakaszán keresztül — és mégis egyetlenegy nagyobb völgy-tó nem maradt meg a Kaukázusban!

Igaz ugyan, hogy úgy északon, mint délen a középső és az alsó folyószakaszok vidékén számos ponton a völgytágulatokban lakusztris lerakódásokat lehet látni és láttam völgylépcsőket, a melyeknek fiziognómiája kiürült tömedenczére utal. De a geológiai időkben itt-ott létezett, inkább tektonikai okból vagy torlódásokból keletkezett tavak medenczéje kiürült és görgeteggel, morénatörmelékekkel és a gleccserpatakok kő- és iszap tömegével feltöltődött. Már pedig így a jégkorszaki gleccserek a Kaukázusban, különösen az állandóságukra következett hátráló periodusokban, inkább feltöltő, kiegyenlítő hatást vé-

geztek, *mintsem kivéső, kilapátoló működést.* Ha a Kaukaszus jégkorszaki gleccserei — amiként az Alpokban a glaciológusok nagy része tartja — hatalmas erodáló munkát végeztek volna és gleccsernyelvükkel mély medencéket csiszoltak volna ki, akkor a tavak a fiatal Kaukaszusban — figyelembe véve a jégkorszakok többé-kevésbé egyidős jelentkezését és a kőzetek hasonlóságát — eddig el nem tűnhettek volna, amiként a hasonló fiatal Alpokban sem tűntek el.

A Kaukaszusban aránylag a hegyi tó is kevés s ezek is jelentéktelen terjedelműek. Egy részük, különösen az előhegyekben, elrekesztett vízfolyásokból támadt, más részük azonban, a hegység magasabb régiójában, kétségtelenül a nagy jégkorszaki elgleccseresedés kivéső munkásságából eredt. Kisebb fülkék és károk a sziklás lejtőkön kicsiszolódtak és tavi vápákká lettek, míg más pontokon csak a végmorénák gátjai mögött feltorlódtott tavak alakultak.

A kaukaszusi völgyek esése általában meglehetősen egyöntetű és kevésbé van olyan meredek lépcsőkkel megszagatva, mint az Alpokban. Ennek a völgyi kialakulásnak egyik következménye a számbavehető *vizesések ritkasága* és nagy vizesések teljes hiánya. Utazásaimban ugyan, különösen az erősebb jégkorszakbeli elgleccseresedés szinterén, több völgyben az egyes völgyi lépcsők között meredek szakaszokat, valamint olyan oldal-völgyeket is találtam, a melyeket torkolatuknál tetemes szintkülönbségű emelet választ el a fővölgytől, de itt is hiányzik a vizesés, mert ezt a szintkülönbséget rendszeren a patak mélyen kivágott horhójával legyőzi. A kőzet azonossága mellett tehát a Kaukaszus hegyi vizeinek régibb idő óta kellett a hegységet erodálniok, mint az Alpokban, hacsak e jelenség nem inkább annak a körülménynek tulajdonítható, hogy a Kaukaszusban létező nagyobb vertikális különbség a gerinczmagasság és völgyfenék között erősebb esést és azzal gyorsabb eroziót is eredményezett.

Sorra vettem azokat a tényezőket, melyek a kaukaszusi magashegység geomorfológiai kialakulására befolyással voltak és melyek külső reliefjének fiziognomiáját megteremtették: a *különböző klíma-régiókat*, a hegység egyes csoportjainak felépíté-

sében résztvevő kőzetek különféleségét, a növénytakarót, az eljegesedést. Abban a hatalmas kiterjedésben, a melyben a Kaukázus két tenger között végignyúlik, a hegység arczulatát továbbalakító erők — különböző tényezők által befolyásolva — különböző módon működtek és olyan hegyvidékeket nemzettek, a melyek arczulatukban bámulatos sokféleséget, nagyszerű változatosságot mutatnak.

*

A messze földről hozott gyűjtemények most már hazai intézetekben találtak elhelyezést. Utazásaim eredményeit munkámban közzétettem és ha visszapillantok a lefolyt évek munkájára, elégtétellel tölt el, hogy részt vehettem a művelt nemzeteknek abban a nemes versengésében, a melyet a Föld ismeretlen tájainak megismeréséért folytatnak s hogy *a Kaukázus havasi öveinek fellírásában része lesz mindenkoron a magyar tudományos kutatásnak.*

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1910 márczius 14.-én tartott üléséből.)