

A MÉRSÉKELT ÖV JÉGBARLANGJAI BAZALTBAN

ESZTERHÁS ISTVÁN

8045 Isztimér, Köztársaság u. 157.

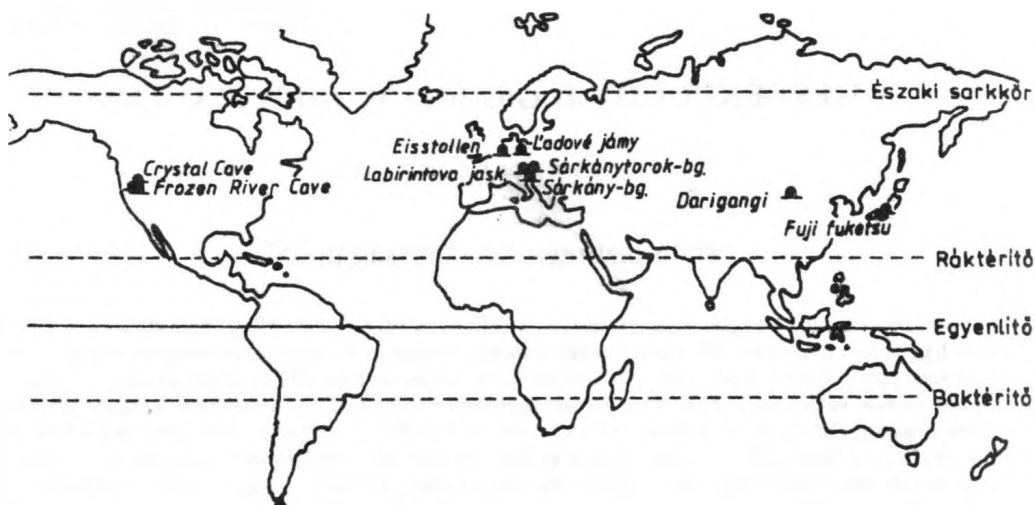
Abstract: Those caves are regarded as ice-caves in which the substance of the filling is mostly ice and it survives in the biggest part of the year. The earlier spread statements about the forming of the ice-caves mostly refer only to the karst caves of the high and medium mountains of the temperate zone. The ice-caves, formed in basalt, of the low and medium mountains were however formed under other conditions. The dissertation mentions some typical examples among the ice-caves in basalt, then with reference to these, it introduces the conditions which are the characteristics of these caves. The conditions of getting iced over are very combined in the majority of the basalt caves, but among these the most considerable is the rock structure. The rubbly, slaggy, blistered basalt preserves the cold air flown in during the winter, and their relatively bigger area helps the cooling down involved with the increased evaporation.

Bevezetés

A jégbarlang olyan barlangméretű üreg, amelyben a kitöltés anyaga többségében jég és az az esztendő nagyobbik részében meg is marad. A jégbarlangoknak két nagyobb csoportja van. Az egyik a jégben (jégtakaró, gleccserjég, jéghegy stb.) kialakult olvadásos és eróziós üregek, a másik az olyan kőzetüregek csoportja, melyeknek a kitöltését alkotja főként a jég. Egy barlangban többféle kitöltés is lehet, úgymint cseppkő, kötörmelék, víz, jég stb. Ha ezek közül a legnagyobb arányban a jég fordul elő, akkor beszélünk jégbarlangról. Csak azokat az üregeket nevezzük jégbarlangoknak, amelyekben a jégképződmények egy esztendőben legalább 6 hónapnál több ideig megmaradnak. Lehetnek egész évben jeges barlangok, aztán nagyobb-részt csak a téli félévben, illetve a nyári félévben jeges barlangok. Azokat a barlangokat, amelyekben csak alkalmi, téli, vagy télvégi egy-két hónapig fennálló jegesedés tapasztalható, nem tekintjük jégbarlangoknak. Ezek kitöltésében többnyire a jég mennyisége sem meghatározó (ESZTERHÁS I. 1999).

Néhány jégbarlang bazaltban

A mérsékelt öv alacsony- és középhegységeiben bazaltban kialakult jégbarlangjai közül szeretnék néhányat röviden ismertetni, hogy később ezek példáján keresztül világítsak rá a kevésbé emlegetett jegesedési feltételekre (1. ábra).



1. ábra: Mérsékelt övi jégbarlangok bazaltban
 Fig. 1. Ice-caves of the temperate zone in basalt

A Sárkány-barlang Magyarországon a Balaton-felvidéken, a Tapolca melletti Szent György-hegyen található (GYURKOVITS GY. 1737). A barlang a hegy északnyugati oldalában, ledőlt bazaltorgonák törmeléke közt 270 m tengerszint feletti magasságban van. Üregrendszere napjainkban van feltárás alatt (ESZTERHÁS I. 1998, JOHN-SÍKOS 1998). Jelenleg egy 32 m hosszú és 10 m mély, valamint egy 5 m hosszú és 2 m mély jeges üreg ismert a törmelék között. A folyosók meglehetősen szűkek, csak kúszva járhatók. A nyári félévben (III-IX. hó) a barlangszájakon 5-15 m/s sebességgel kifelé áramlik a 0 °C-nál hidegebb levegő (ESZTERHÁS I. 1994). Ilyenkor jégkéreg, jégbordák vannak a falakon és az aljzaton, valamint a barlang kevés törmeléke is fagyott. A téli félévben (X-II. hó) a befelé áramló levegő mellett jegesedés nem tapasztalható.

A Sárkánytorok-barlang Észak-Magyarországon, Salgótarján melletti Szilvás-kő legmagasabb pontján (628,1 m) nyílik (ESZTERHÁS I. 1994). A hegyet átszelő nyílt, néhol beboltozódó hasadékrendszer része. A Szilvás-kő bazaltja alól az 1900-as évek elején kibányászták a szénréteget. A visszamaradt üreg 1917-ben beszakadt, a fölötte levő bazaltréteg megbillent, megsüllyedt és e közben elrepedt. A barlang az egykori kráterkitöltődés salakos bazaltjában egymást keresztező, 1,5 m széles repedések mentén alakult konzekvenciabarlang. Hossza 28,4 m, mélysége 14 m. Az aknaszerű üregrendszer déli ágának előterében és a fülkéjében egész évben megmaradó 1-1,5 m

vastagságúra becsült firnhó van. Tetejét avar borítja, részben ez is védi az olvadástól. A barlang levegőjének hőmérséklete 0 és +4 °C között van és semmilyen légmozgást nem tapasztaltunk.

Jeges-hasadékbarlang (Jaškyna l'adová trhlina) Dél-Szlovákiában, az Ajnácskői-hegységben (Čerová vrchovina), a Pogányvár (Prohanský hrad) platójának déli fala mentén alakult Kőutcában (Kamenná ulica) van (*ESZTERHÁS I.-GAÁL* 1990, *STÁRKA V.* 1968). A barlang egy többszintes, keskeny, mély hasadék, teljes hossza 46,5 m, mélysége 17,3 m. Bejáratai a Kőutca felől nyílnak és alsó részei mélyen a kőtömbök között vannak. A Jeges-hasadékbarlang a téli félévben (XII-VI. hó) tartalmaz jégkérget, többnyire az alsó szintek falain, amely csak a nyár elejére olvad el. Légmozgást a barlangban nem tapasztaltunk.

A Labirintus-barlang (Labirintová jaškyna) szintén a szlovákiai Pogányvár déli oldalában van az ún. Nagy Kötenger (Veliké kamenné more) bazalttömbjei között. A kőtömbök közti fülkék és folyosók bonyolult térrendszeréből álló barlangnak hat bejárata van, teljes hossza 151,3 m, mélysége 12 m (*ESZTERHÁS I.-GAÁL* 1990). A barlang falain a téli félévben alakul jégkéreg, amely a nyár elejére már elolvad, de még augusztusban is +4 °C körüli a hőmérséklet. Az archeológiai kutatások szerint a barlangot a bronzkor emberei élelmiszer (hús) raktárnak, „hűtőházként” használták (*BÁRTA, J.* 1963, *NYÁRY J.* 1869).

A Plešiveci-jéggödör (Plešivecké l'adové jámy) Csehországban, a Cseh-középhegységben (České středohoří), Litoměřice város közelében, a Plešivec-hegy bazalttörmelékéből álló lejtőjén van. A természetvédelem hatályba lépése előtt a jéggödört részben megsemmisítette egy köfejtő. Ennek ellenére a nyár elejéig még ma is megmarad itt a firnhó és a jég.

A Jeges-táró (Eisstollen, Ewiges Eis) Németországban, a Westerwald-hegységben, a Dornburg-hegy déli lábánál található egy meredek, bazalttömbökből álló törmelékhalomban. Itt két mesterséges táró és több kisebb természetes üreg található. Bennük egész évben megtalálható a hó és jég. Már 1839-ben megkezdtek a jeges üregek vizsgálatát (*THOMÁ, E.* 1849), majd az 1953-as vizsgálatok (*STEINBACH, A.* 1954) pontosították, megerősítették azt. Ezek szerint az üregben több ezer tonna jég halmozódott fel. A jég általában 2 és 8 m mélységben képződik és a nyári olvadás öt hónapja alatt kb. ezer tonna olvad el belőle, mely aztán újraképződik a következő télen. Áprilistól kifelé tart a légáramlás, majd télen befelé és ilyenkor a törmelékfelszínen több helyen a hó is elolvad.

A Darigangi-jégbarlang Dél-Mongóliában, a Gurvan Hurete-hegységben, a Silijn Bogdo-bazalthegy lábánál található az itt alacsonynak számító kb. 1200 m tengerszint feletti magasságban (*FEJES I.* 1974). A bar-

lang egy 183 m hosszú, 8-10 m széles, 2-3 m magas, enyhén lejtő folyosó. Végpontjának mélysége 21 m. A barlangfolyosó az agyagra települt, kb. 30 m vastag hólyagos bazaltban felszakadással alakult. Alját vastag, többnyire sima jégkéreg alkotja, melyet csak az omladékhalmok tagolnak. Erre több helyen félgömbszerű jégstalagmitek fagytak. A mennyezet néhány helyén, olykor 6 cm-es nagyságú hexagonális kristályokból álló „*kondenzjégcsillárok*” vannak. A barlangban légmozgás nem érzékelhető, a jégképződmények egész évben megmaradnak.

A Fuji fuketsu több hasonló jégbarlang társaságában Japánban, a közismert szent hegy, a Fuji san (3776 m) északnyugati lábánál mintegy 1100 m-es magasságban található (TSUYA, H. 1971). A felszakadás alkotta bejáratán át egy 218 m hosszú, hólyagos bazaltban képződött lávacsőbarlangba juthatunk. A lejtős folyosójában több omláson át 64 m-es mélységig lehet lejutni. A felső szakasz (12-től a 162 m-ig) alját egész éven át 1-3 m vastagságú jégréteg borítja. A bejárat peremén júliusban előfordul 18 °C-os átlaghőmérséklet idején a barlangban csak -0,1 °C-t lehet észlelni.

Eddig az eurázsiai mérsékelt öv alacsony- és középhegységeinek bazaltban alakult jegesedő barlangjainak jellemző típusaiból soroltam fel néhányat. Ilyen jégbarlangok Észak-Amerikában, különösen a napfényes kaliforniai „*Lava Beds National Monument*” területén meglehetősen nagy számban találhatók (KNOX-GALE 1959), mint pl. a Crystal Cave, a Skull Cave, a Frozen River Cave, a Heppe Cave stb. – de ezek további részletezését, az előbbiekhöz hasonló voltuk miatt már mellőzöm (I. táblázat).

I. táblázat
Table I.

Bazaltban levő jégbarlangok összehasonlítása
Comparison among the ice-caves in basalt

Barlangnév (ország)	Földrajzi szélesség	Magasság (m)	Barlangszáj kitettsége	Kőzetstruktúra
Sárkány-barlang (H)	47°	270	ÉNy	törmelék
Sárkánytorok-barlang (H)	48°	628	fölfelé	salakos
Jaškyna l'adová trhlina (SK)	48°	555	D	repedezett
Labirintová jaškyna (SK)	48°	560	D	törmelék
Plešivecké l'adové jámy (CZ)	50°	480	Ny	törmelék
Eisstollen (D)	50°	450	D	törmelék
Dangangi tam (MNG)	42°	1200	Ny	hólyagos
Fuji fuketsu (J)	35°	1100	Fölfelé	hólyagos
Frozen River Cave (USA)	41°	1000	DNy	hólyagos

A barlangi jégfelhalmozódás általános okai és feltételei

A barlangi jégfelhalmozódásnak klimatikus okai vannak, melyek a barlangtér $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá való lehülését okozzák. Ezek lehetnek makro-, mezo- és mikroklimatikus okok, illetve ezek együttesen, egymást erősítve is hathatnak. Makroklimatikus hatásra jégesehetnek el az üregek az állandóan fagyponthoz alatti felszíni hőmérséklet mellett a sarkvidéki, vagy a magashegységi éghajlaton. Mezoklimatikus hatást jelent a barlang szájának kitettsége, az egy üreghez tartozó nyílások száma és elhelyezkedése, valamint mérete. Már $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ feletti felszíni hőmérséklet mellett is kialakulhatnak jégbarlangok, ha szűk völgy, szakadék alján, vagy északi hegyoldalban nyílik a barlang egyetlen, viszonylag tágas szája. A mikroklimatikus tényezők már csak a barlangüreg belsejében fordulnak elő és ott fejtik ki hatásukat is, ilyenek a barlangot magába foglaló közet hőmérséklete, a barlangi légmozgás, páratartalom, légnyomás, a víz jelenléte, a kőzetstruktúra, a geopotenciális energiák stb. Ha a mikroklimatikus tényezők, illetve ezek kombinációi a lehülés irányába hatnak és $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá hűtik a barlangot, úgy kialakulhat a jégeseedés.

A sarkvidékeken és a magashegységekben a jégbarlangok számítanak közönségesnek – e területeken az a különös, ha egy-egy barlangban hiányoznak a jégképződmények, vagy netán kifejezetten meleg az üreg.

A mérsékelt öv alacsony- és középhegységeiben már ritkák a jégbarlangok és minél délebbre (déli féltekén északabbra), alacsonyabb vidékre megyünk, annál inkább csökken arányuk, számítanak egyre inkább kuriózumnak.

A jégbarlangok kutatása korábban elsősorban a magashegységi és a középhegységi karsztbarlangok felé irányult. A jégbarlangokkal foglalkozó korábbi kutatók a jégeseedés más-más tényezőjét emelték ki (vagy zárták ki), attól függően, hogy mely konkrét jégbarlang klimatikus adatait ismerték alaposabban. Sajnálatos, hogy egyes (nagynevű) kutatók (is) e kevés barlang adataiból általánosításokat vontak le. Így születtek meg olyan elméletek, amelyek csak a mezoklimatikus „jégzsákelvet” (JAKUCS L. 1963), a jégkorszaki „maradványjeget” (TELL, L. 1976), vagy a „légdinamika” (GRESSEL, W. 1958) mindenfelettségét favorizálták. A légdinamika elvéből származtatott jégbarlangtípusok (sztatikus, dinamikus, sztatodinamikus) megkülönböztetése viszont mai ismereteink szerint is, úgy tűnik, hogy általánosítható.

A korábbi kutatóknak (FUGGER, E. 1888, GEIGER, R. 1961, GRESSEL, W. 1958, JAKUCS L. 1963, LUKIN, V. SZ. 1965, OEDEL, E. 1923, QUITT, E. 1962) megállapításai így legnagyobbbrészt a magashegységi és középhegységi karsztos jégbarlangokra vonatkoznak. Ezért nem általá-

nosíthatók a vulkáni kőzetekben alakult jégbarlangokra, - no meg a poláros vidékek jégbarlangjaira sem. Napjainkban teljesedik ki a vulkánikus vidékek jégbarlangjainak és a poláros vidékek jégbarlangjainak kutatása.

A bazaltban levő jégbarlangok jegesedése

Ha a mérsékelt öv alacsony- és középhegységeinek bazaltban levő jégbarlangjait vizsgáljuk, arra a következtetésre kell jutnunk, hogy korábban széleskörűen ismertté vált, alaposan elemzett karsztos jégbarlangok eljegesedési okai, feltételei a bazaltbarlangokra nem, vagy alig vonatkoznak. A mezoklimatikus „jégzsákelv” (*GRESSEL, W. 1958, JAKUCS L. 1963*) az esetek csak csekély töredékében figyelhető meg. Hogy egy bazaltban levő jégbarlang szája milyen irányba néz, milyen magasan van, az alig befolyásolja a jegesedést. A bazaltban előforduló jégbarlangok kialakulásánál fokozott szerepet kapó mikroklimatikus tényező a kőzet struktúrája az, hogy mennyire töredezett, törmelékes, vagy porózus a kőzet. A példaként felsorolt barlangok mindegyike (de a felsorolásból kimaradtak is) azt mutatja, hogy valamennyi eljegesedett barlang törmelékben, erősen töredezett, vagy hólyagos, salakos kőzetben van. Erre a tényre Németországban már a 19. században szerte Európában egyre többen felfigyeltek (*BECKER, H. K. 1923, CHOLNOKY J. 1934, OZORAY GY. 1961, STEINBACH, A. 1954*), de írásaik, tanulmányaik megállapításai a nagypéldányszámú összefoglaló munkákba sajnálatos módon nem kerültek be. Mérésekkel alátámasztott hasonló következtetésekre jutottam magam is (*ESZTERHÁS I. 1991, 1994, 1997, 1998*) függetlenül az előbb említett tanulmányoktól.

Az olyan bazaltbarlangokban, melyek törmelékben, erősen töredezett, vagy salakos, hólyagos kőzetben alakultak, a télen beáramló, befolyó hideg ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti) levegő hosszabb ideig „konzerválódik”, mint a tömör kőzetek üregeiben. A barlangot körülfogó porózus, töredezett kőzet szigetelőként viselkedik. A hideg levegő fagypontra alá hűti a barlang falait és erre a tavasszal, nyáron beszivárgó vizek, valamint az üreg légteréből kicsapódó kondenzvíz ráfagy. A jégképződmények hosszú ideig, sok esetben egész éven át való megmaradását a porózusságból, töredezettségből adódó megnövekedett kőzetfelület is segíti. A megnövekedett kőzetfelület fokozottabb párolgotatást és az ebből következő fokozottabb lehűlést tesz lehetővé. Ez részben a jégfelületek szublimálódásával, részben a megnövekedett kőzetfelületeken szétterülő befolyó- és olvadékvíz párolgásával megy végbe. A párolgást és ezáltal a hőleadást növeli a jégbarlangok nagyobb részénél előforduló légmozgás, mert nem engedi, hogy a páratartalomtól teljesen telítődjön a barlang légtere.

A porózus, töredezett kőzetekben levő barlangok mindig hűvösebbek – ha minden esetben nem is jegesednek el, mint a hasonló környezetben, de tömör kőzetben levő üregek. Erre számos példát ismerünk az alacsony- és középhegységekben (Csörgő-lyuk +4 °C, Črepová jeskyňa +5 °C, Basalthöhle bei Ortenberg cca. +5 °C, stb.)

Összegzés

A jégbarlangok kialakulásáról elterjedt megállapítások többnyire csak a mérsékelt öv magas- és középhegységi karsztos barlangjaira vonatkoznak. Az alacsony- és középhegységek bazaltban alakult jégbarlangjai viszont részben más feltételek mellett alakultak. Minden jégbarlang kialakulásának oka a 0 °C alá való lehülés. Ennek feltételei már igen sokfélék: földrajzi szélesség, a magasság, a felszíni átlaghőmérséklet, a barlangszáj mérete, iránya, száma, a befolyó víz, a páratartalom, a légnyomás, a huzat, a kőzetstruktúra, a sugárzási viszonyok stb. Ezek a feltételi tényezők makro-, mezo- és mikroklimatikus hatásokba csoportosíthatók.

Az eddigi ismereteink szerint a bazaltbarlangok eljegesedésének igen fontos, de nem egyedülálló feltétele a kőzetstruktúra. A törmelékes, salakos, hólyagos bazalt konzerválja a barlangba befolyt hideg levegőt és ezek relatíve nagyobb felülete a fokozott párolgással járó lehülést segíti. A jegesedést még a korábban felsorolt feltételek is befolyásolják. Tehát, a bazaltbarlangok eljegesedésének feltételei az esetek többségében igen összetettek, de ezek között legszámottevőbb a kőzetstruktúra, melyből további feltételek is következnek.

IRODALOM

- BÁRTA, J. (1963): Desat' rokov speleoarcheologickej činnosti – Archeologického ústavu SAV – Slovenský kras, Martin p. 87-97.
- BECKER, H. K. (1923): Leitfoden der Höhlenkunde (Deutsche Höhlenkunde) – Manuskriptdruck, Frankfurt am Main
- CHOLNOKY J. (1934): Jégvilág Telkibányán és ősi pince Pányokon – Túristák Lapja 46. p. 298-300.
- ESZTERHÁS I. (1991): A Medves-Ajnácskői-hegység barlangjai – Kézirat, Isztimér
- ESZTERHÁS I. (1994): Magyarország jégbarlangjai – Lychnis, Kapolcs p. 36-42.

- ESZTERHÁS I. (1997): Statikai, klimatológiai és biológiai adatok a Damasa-szakadékból és barlangjaiból – Kézirat a Vulkánszpeleológiai Kollektíva Évkönyvében az MKBT és a BI adattárában, Budapest, p. 41-43.
- ESZTERHÁS I. (1998): Sárkány-barlang 2. sz. szelelőlyuk – Kézirat a Vulkánszpeleológiai Kollektíva Évkönyvében az MKBT és a BI adattárában, Budapest.
- ESZTERHÁS I. (1999): Eishöhlen des gemässigten Gürtels in Basalt-Jahresbericht der Höhlenforschengruppe Rhein-Main, Jg. 20 (1998-99), Frankfurt am Main p. 107-112.
- ESZTERHÁS-GAÁL (1990): Pseudokrasové jaškye Čerovej vrchoviny, otázky genezy a rozšírenia – Slovenský kras 28. Martin p. 71-102.
- FEJES I. (1974): Jeges barlang a Góbi-sivatag szegélyén – Természet Világa 3. p. 113-116.
- FUGGER, E. (1888): Beobachtungen in den Eishöhlen des Untersberges bei Salzburg – Mitteil. D. Gesellsch. Für Sazburger Landeskunde, p. 56-164.
- GEIGER, R. (1961): Das Klima der bodennahen Luftschicht. Ein Lehrbuch des Mikroklimatologie – Die Wissenschaft. Braunschweig
- GRESSEL, W. (1958): Über die Bewetterung der Alpinen Höhlen – Die Meteorologische Rundschau
- GYURKOVITS GY. (1737): Notitia geographico-historica comitatus Vesprimensis, Simeghiensis et Szalaiensis – In BÉL: Notitia Hungariae novae historico geographica – Kézirat az Országos Széchenyi Könyvtárban, Budapest
- JAKUCS L. (1963): A jegesbarlangok képződése – Földrajzi Zsebkönyv, Budapest, p. 50-62.
- JOHN-SÍKOS (1998): A Szent György-hegyi Sárkány-barlang (Jégbarlang) – MKBT Tájékoztató (júl.-aug.) p. 3.
- KNOX-GALE (1959): The Land of the Burnt Fires Lava Beds National Monument, California – Bulletin of the National Speleological Society XXI, 2. p. 55-66.
- LUKIN, V. SZ. (1965): Temperaturnije anomalii v pescserah Preuralja i kriticeszkij analiz teorij podzemnovo – Pescseri p. 164-172.
- NYÁRY J. (1869): Óbásti barlangok – Archeologiai Értesítő
- OEDEL, E. (1923): Über Höhlenmeteorologie mit besonderer Rücksicht auf große Eishöhle im Tennengebirge (Eisriesenwelt) – Meteorologische Zeitschrift
- OZORAY GY. (1961): A californiai „Lava Beds National Monument” lávabarlangjai – Karszt- és Barlangkutató I. p. 43-45.
- QUITT, E. (1962): Mikroklimatisch Verhältnisse in den Höhlen des Mährischen Karstes – Wetter und Leben p. 159-166.

- STÁRKA, V. (1968): Pseudokrasové sluje v čedičovém příkrovu Pohanského vrchu u Hajnáčky – Československý kras 19. p. 81-86.
- STEINBACH, A. (1954): Beobachtungen und Messungen an Eishöhlen im Westerland und der Eifel – Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde 91. p. 8-36.
- TELL, L. (1976): Fifty Typical Swedish Caves – Arkiv för svensk grottforskning Nr 14, p. 41
- THOMÄ, E. (1849): Das unterirdische Eisfeld und die warmen Luftstürme bei Dornburg am südlichen Fuße des Westerwalds – Jahrbücher des Vereins Naturkunde im Herzogthum Nassau h. p. 164-202.
- TSUYA, H. (1971): Topography and Geology of Volcano Mt. Fuji – in: Fuji san, p. 132-149.