

<報告・資料>

韓国 Jeju 島のジオパークを訪ねて -2019 年第 12 回アジア地域応用地質学会 (12th_ARC of IAEG, 2019) に参加して

山岸宏光¹⁾・Dou Jie²⁾

Visiting Geoparks on Jeju Island, Korea-Participating the 12th Asian Regional Conference of IAEG, 2019

Hiromitsu Yamagishi¹⁾ and Dou Jie²⁾

2020年6月29日受付

2020年9月10日受理

1) 北海道地質学研究センター

2) 長岡技術科学大学

Keyword: Jeju 島, ジオパーク, 火山地質, サージ堆積物, タフォニ

2019年9月23-27日に韓国 Jeju 島で、第12回アジア地域応用地質学会 (12th Asian Regional Conference of International Association of Engineering Geology) が開催された。Jeju 島は比較的新しい火山島で、島全体がユネスコの世界ジオパークに登録され、多くは海岸線にそって多くのジオパークが存在する。この報告では、文献やガイドブックにもとづいた Jeju 島の紹介と、主に会期中に訪問したいくつかのジオパークの火山地質の露頭について、筆者らの見解を含めて紹介する。

会議とジオパークの概要

1. 会議の概要

筆者らは、アジア地域で2年ごとに開催される、アジアの応用地質の研究者・技術者が集まる国際会議 (第12回アジア地域応用地質学会; 2019年9月23 - 27日: 韓国 Jeju 島) に参加した (図1)。今回は世界的に有名な韓国 Jeju 島で会議が開催され、会場は島の南部の最高

級ホテル Booyoun Jeju) で開催された。主にアジア地域から400名が参集した。会議では、いくつかの基調講演と多くの講演が口頭とポスターで発表された。口頭発表はテーマごとの分科会に分かれて実施されたが、その主なテーマは1) 土質工学, 2) 岩石力学, 2) 災害の予測と解析 (筆者らはこの分科会で講演), 3) 地盤調査解析, 4) 環境と水, 5) トンネル・ダム建設と保守, 6) 応用地質学における新技術の適用 (リモートセンシング, ドローン, レーザー計測) などの分野であった。会議の



図1 第12回アジア地域応用地質学会大会のポスター (<http://www.iaegarc12.org/>).

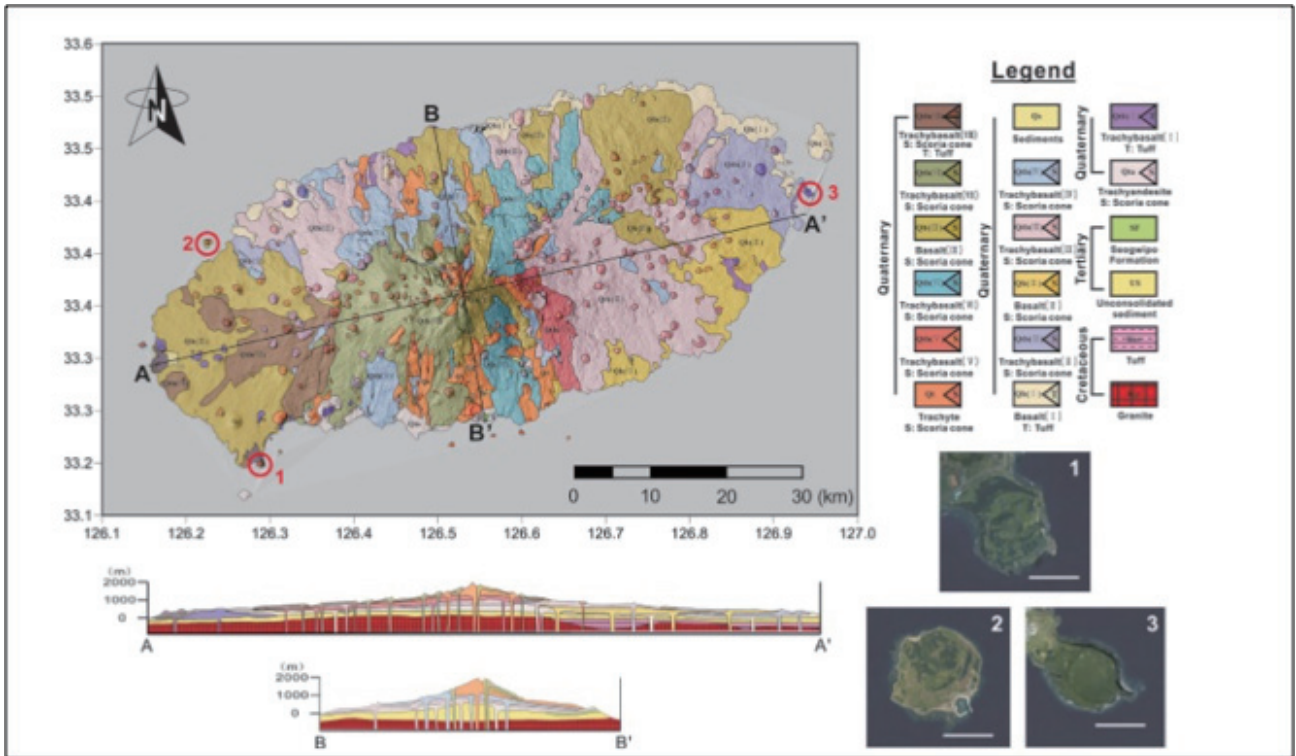


図2 Jeju 島の地質図と断面図など (Ko and Ymu, 2016).

Jeju 島の地形地質

1. Jeju 島の地質概要

Jeju 島は韓国の南の沖合に位置する火山島である。この島は代表的な楕状火山で、なだらかな地形と東北東に伸びた楕円形を呈する。東西 73 km, 南北 31km で、面積は 1,847km²に及ぶ。この島の地質については、Woo, Y.S. et al (2016) によると、以下のように解説されている (図 2)。つまり、この島は主に 80 万年前から 3 万年前に火山活動が活発であり、歴史時の噴火の記録もあるということが定かではない。

この島は玄武岩から粗面岩が広く分布し、Mt Halla 山 (図 3, 標高 1950m) が中心をなし、島全体に 360 個の volcanic cone が散在する (Sohn and Park 2007)。

しかし、表面近くにはマグマ水蒸気爆発によるタフリングやタフコーン (tuff rings and tuff cones) から供給された火山碎屑物や関連する堆積物が分布する (Sohn and Park 2004; Sohn et al. 2008)。これらの堆積物は南東の黄海における大陸縁辺 (水が豊富に存在した環境のため, hydrovolcanic explosion が起りやすい) で火山活動が始まったことを意味する。つまり、初期は hydrovolcanic な活動で、後期には溶岩噴泉の活動に移行し、最終的には陸上の楕状火山となった。海洋火山島とも異なる shelfal 楕状火山 (shelfal shield volcano) と定義されている。浅い海底で生まれたか、あるいは浸

食面や古土壌層を挟む火山性あるいは非火山性堆積物の上に誕生したらしい。ちなみに、Jeju 島に河川がないのは、こうした透水性の高い地質のため、帯水層が存在せず、水はすべて地下水を使っている。したがって、1960 年代以来、数千に上る地下水のボーリング孔が掘られていて、表層の地質の理解を助けたという。

基盤の地質は花崗岩と珪質の火山岩で、ジュラ紀から白亜紀にあたる。それらを覆う砂岩泥岩層は厚さ 70-250m で、火山活動の前に大陸棚に堆積した淘汰の良い石英砂岩や泥岩であるという。それを覆って厚さ 100m の玄武岩質の火砕岩 (マグマ水蒸気爆発による) や化石の豊富な堆積物が載っているという。

2. ジオパークの地質概要

Jeju 島は島全体が世界遺産とユネスコの世界ジオパークに登録され (2014)、各地にローカルなジオパークが 20 箇所存在する (図 3)。済州観光公社のホームページによると、この島は「多様な火山地形と地質資源を備え、島全体が世界地質公園 (世界ジオパーク) である。それらの地質について、Woo, Y.S. et al (2016) が各々の概要を以下のように紹介している。まず、象徴的な Halla 山 (図 3 G) が島の中心にあり、Suwolbong tuff ring (図 3 A 水月峰) は水蒸気爆発地形としてよく知られている。Sanbangsan Lava dome (図 3 B 山房山) は珪質な溶岩ドームで、80 万年前に形成され海拔 395m ある。Yongmeori Tuff Ring (図 3 C 竜頭海岸) は、初期のころの水蒸気爆発でできた地形であり、その噴火活動で形

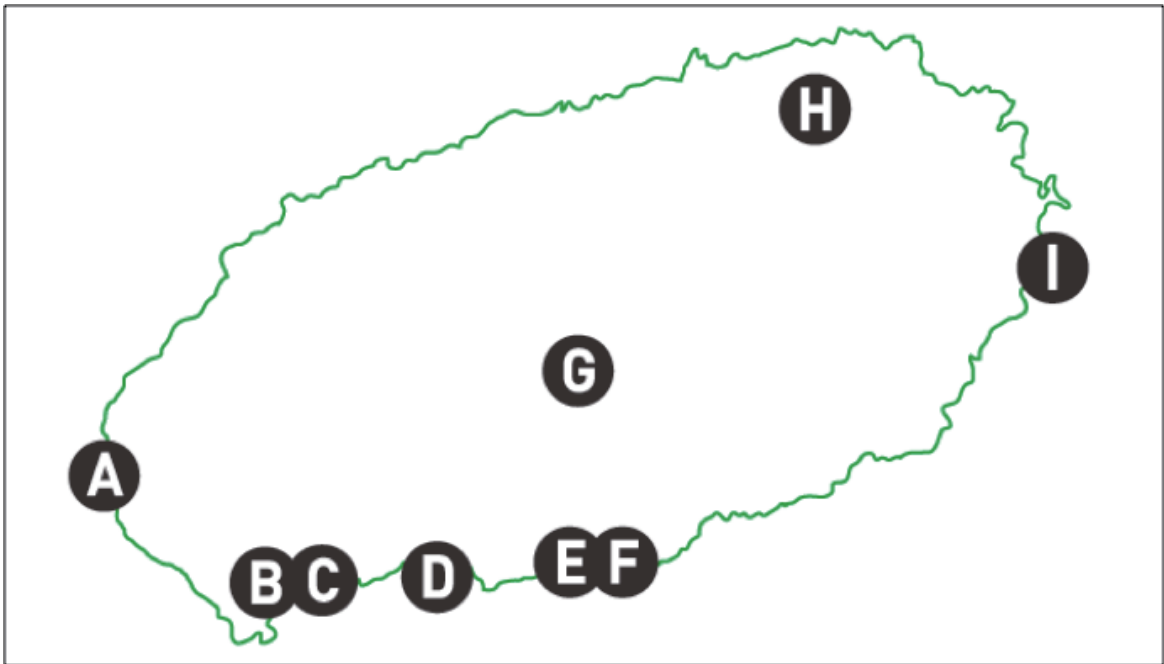


図3 Jeju 島のジオパークの位置図 (済州観光公社:世界ジオパーク <https://ijto.or.kr/japanese/?cid=12> より). A. Suweolbong Tuff Ring (水月峰) B. Sanbangsan Lava Dome (山房山), C. Yongmeori Tuff Ring (竜頭海岸), D. Jungmun Daepo Columnar-Jointed Lava (柱状節理), E. Seogwipo Formation (西帰浦層), F. Cheonjiyeon Waterfall (天地淵滝), G. Halla 山(漢拏山), H. Manjanggul Lava Tube (万丈窟), I. Seongsan Ilchulbong Tuff Cone (城山日出峰). ゴシック字は,今回訪問したジオパーク.

成された厚い堆積物とその周辺に分布する。Jungmun Daepo (図3D)では典型的な柱状節理が見える。ここでは形態学習の場として有名であり、火山爆発後、溶岩が冷却する際に体積が減った結果、縦に割れて5～6角形の柱状形になったと説明されている。人気のあるサイトの一つである。Seogwipo Formation (図3E 西帰浦層)は貝化石を含んだ堆積物である。Cheonjiyeon Waterfall (図3F 天地淵滝)は堆積岩を浸食して谷ができ、その後退によりできたものと説明されている。Seongsan Ilchulbong Tuff Cone (図3I 城山日出峰)は「夜明け岬」と呼ばれ、代表的なタフコーンの地形である。最後に Manjanggul 洞窟 (図3H 万丈窟)は Geomunoreum 溶岩トンネルで、一般に開放されている。

本文では、主に見学で訪れた9か所のジオパークで見学したいくつかの露頭について筆者らの観察や見解を紹介する。

Jeju 島のジオパークの露頭の産状

前述したジオパークのうち,B,C, D は山岸が訪問し,H は Dou が訪問した。以下にそれぞれのサイトの露頭の産状について、文献を参照しつつ、筆者らの見解をまじえて解説してみたい。

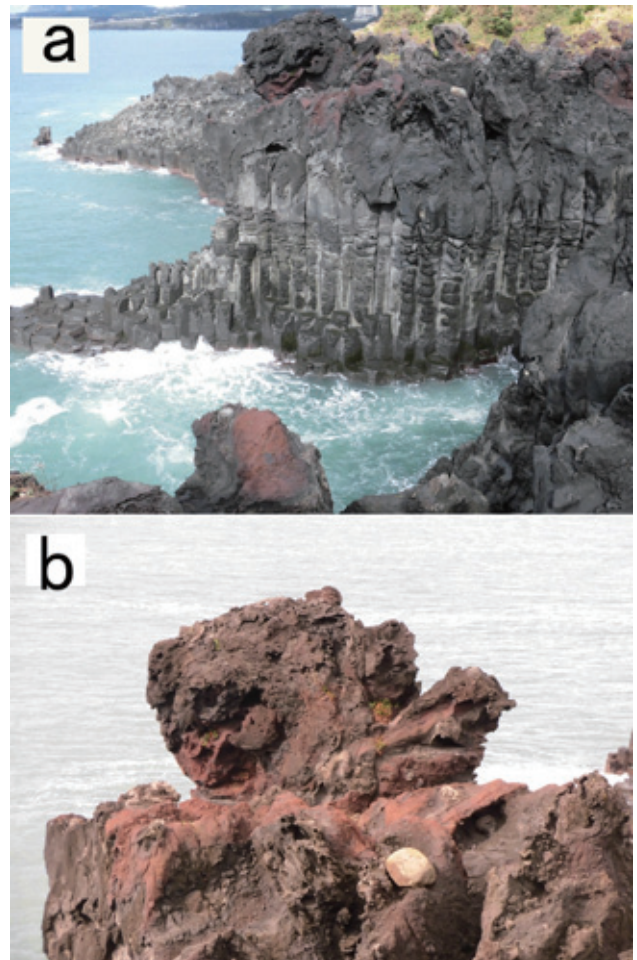


図4. Jungmun Daepo 海岸 (図3D) の陸上溶岩流。a: 下部が柱状節理, 上部が AA 溶岩, b: AA 溶岩のラバーボール。全体に酸化して赤茶けている。



図5 Sanbangsan Lava Dome(図3B)を背景にした参加者の集合写真。溶岩ドームは白っぽく、珪質岩らしい。

a. D. Jungmun Daepo Columnar-Jointed Lava

最初に訪問したのは、今回の会議の表題の写真にも使われている海岸で、陸上の玄武岩の溶岩流であり、海面下は見えないが、見える範囲では下部が柱状節理、上部がAA溶岩である(図4a)。上部のAA溶岩にはラバーボールと呼ばれる岩塊が見える(図4b)。

b. 溶岩ドーム

図3B, 図5は、柱状節理の発達した白っぽい珪質の溶岩ドームで、Sanbangsan Lava Dome(山房山)と呼ばれている。北海道の昭和新山(標高398m)と標高もほぼ同じであり、岩質も似ており“屋根山”があるのもそっくりである。昭和新山の場合は、屋根山のために内部構造は見えないが、このように柱状節理が発達していると推定される。

c 浅海性の水性火山砕屑岩

図3CとDのあるYongmeori海岸では、浅海性のhydrovolcanicな堆積物で、近くのTuff Ring由来の降下堆積物が露出している(図6a)。Tuff Ringの降下堆積物の上部の崖(図6b)には化学風化による窪み(タフォニ;西山ほか2010)が見える。また、共役の面なし断層も見える。Tuff Ringの降下堆積物の水平露頭には、bomb sag構造が見える(図6c)。この内部には、落下したときにできた衝撃による破碎した岩塊がめり込

んでいる。一方、図6dはbomb sag構造の断面で、岩塊が垂直に落下したというよりは斜め上方から降下したように見える。図6eは降下堆積物(ラピリタフ)に載るジョイントドブロック(山岸, 1998; 亀の子状の割れ目は冷却節理)であり、水中を通過したかもしれない。図6fはサージ堆積物のdune構造(いわゆる横殴り噴火により右から左へ流動したらしい)と思われる。Sohn, Y. K. and Park, K.H. (2005)を参照。

d. 溶岩トンネル

溶岩洞窟(図3H。Manjanggalは会期中最後の見学地(図7a, b, c)であったが、当日は悪天候であったが、洞窟内(溶岩トンネル)は見学できた。図7cは溶岩洞窟内部に発達した石筍lava stalgmiteで、天井から垂れ下がってできた塔状の石筍に相当するものらしい。この場合は陸上の溶岩洞窟でできたものであるが、水中でもできることがある(Yamagishi, 1991)。

用語解説：

ラバーボール(Lava ball)

Glossary of Geology (4th Edition) (Jackson J. A ed. 1997)によると、Lava ballとはA globular mass of lava that is scoriaceous inside and compact

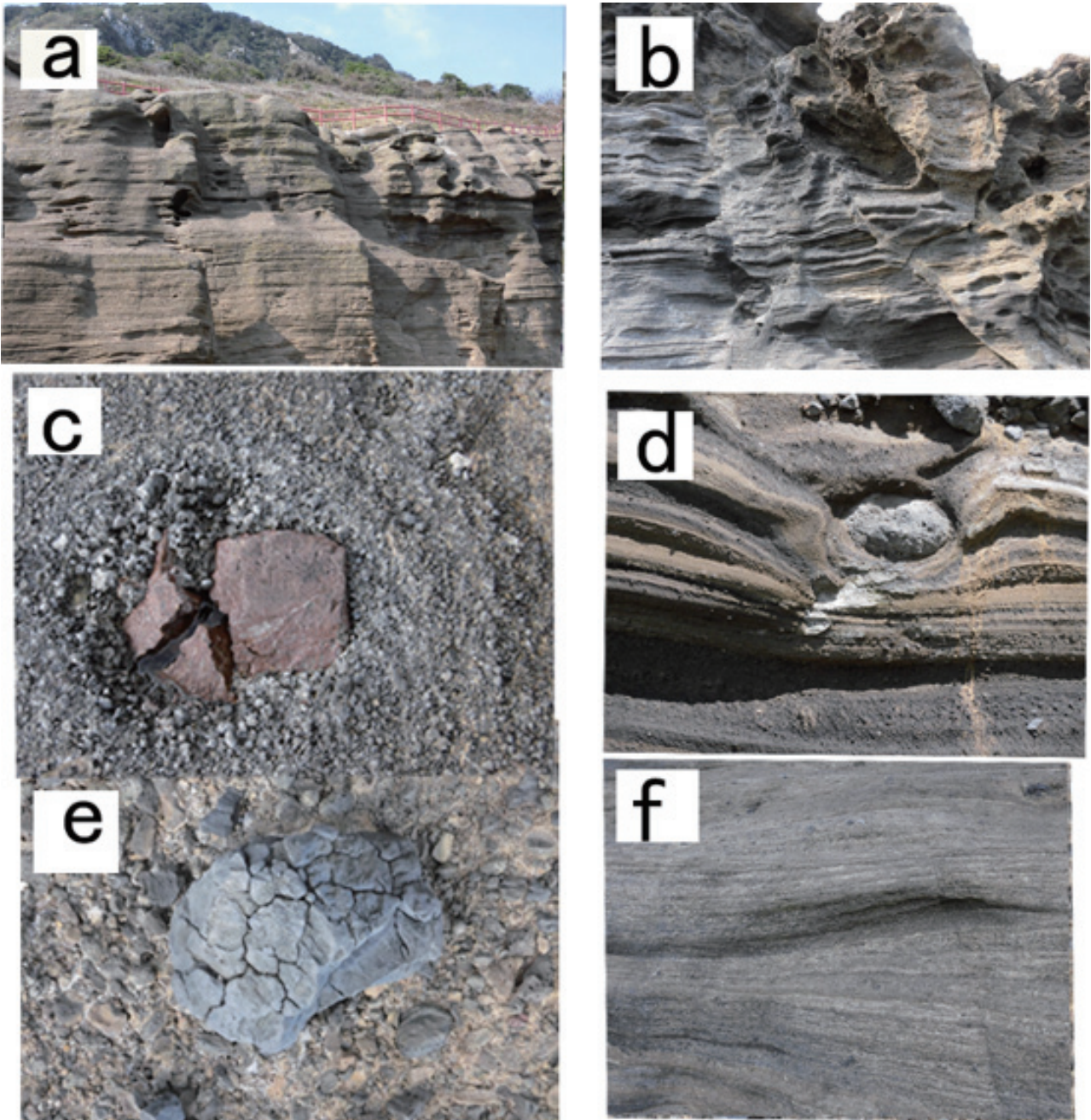


図6 a: Tuff Ring の降下堆積物 (Yongmeori 海岸 図3C), b: 上部の崖に見られる化学風化によるタフォニ, c: 水平露頭に見られる bomb sag 構造, d: 垂直露頭に見られる bomb sag 構造, e: 水平露頭に見られるジョイントブロック, f: サージ堆積物の dune 構造で, 向かって右から左へ流動したらしい。

on the outside, and it is formed by the coating of a fragment of scoria by fluid lava. Syn. Pseudo bombs, volcanic ball

ボンブサグ (bomb sag) 構造

Encyclopedia.com <https://www.encyclopedia.com/science/dictionaries-thesauruses-pictures-and-press-releases/bomb-sag> によると, 以下のように解説されている

B o m b s a g T h e d e f o r m a t i o n o f primary, unconsolidated, volcanoclastic bedding structures by the impact of a large ballistic block.

The block, which can be a volcanic bomb or a fragment of crystalline country rock, is ejected from its source vent during a period of violent explosive activity. The asymmetry of the deformation structure it produces, can be used to locate the position of the source vent.

また, 前述の Glossary of Geology, 4th edition (1997) では, bedding-plane sag の同意語とされ, 以下のように解説されている. Depressed and disturbed strata or laminae of tuff or other deposit into which a volcanic block or bomb has fallen. Cf: secondary

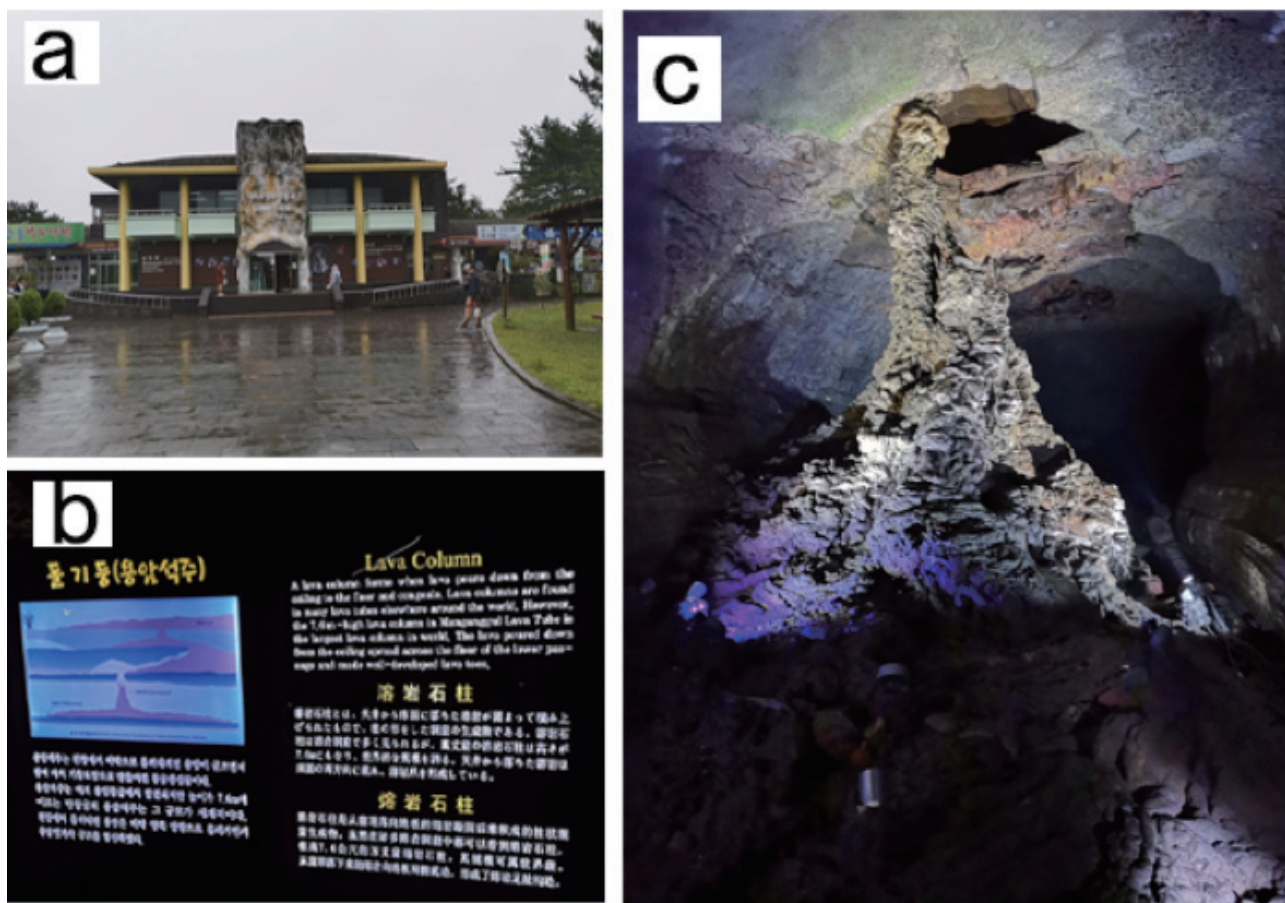


図 7. 溶岩洞窟 (図 3 の H. Manjanggul), a: 入口, b: 説明のプレート, c: 溶岩洞窟内部に発達した Lava stalgmititeらしい。

crater.

ジョイントッド ブロック (Jointed block)

山岸 (1988) は、「jointed block とは、冷却に起因する脆性破壊によって形成された平滑な面で囲まれた多面体のブロックをいう。」また、「その表面構造は、断面では外形に直角な小さい割れ目 (冷却節理) が発達し、平面では、亀の甲状 (六角形) の割れ目となる」。また、空中高く放出された jointed block は落下した時の衝撃により、冷却割れ目が大きく開くことがある。実際、1988 年の十勝岳噴火の際、同様なジョイントッドブロックが多数放出された (Yamagishi and Feebrey, 1994)。

Dune 構造

Dune とは「砂丘」の意味で、宝田 (2017) によると、火砕サージなどの低角度で噴出する火砕流の堆積物に見られる。トラクションカレントと呼ばれるメカニズムで形成されるとされる。

層理があり、上位の層が下位の層を浸食したり、削ったりする現象。

タフォニ浸食

凝灰岩などのような地質工学的軟岩の急崖には、凹んだ穴がよく見られることがある (西山・横田, 2010,

など)。特に海岸に多い。この産状は、元々は、宮城一女高の宇留野勝敏氏が提唱した「雲形浸食」と同じもので、波浪などの物理的な風化でなく、含まれる長石や火山ガラスなどの化学的風化によるとされている。

あとがき

2018 年 9 月に、韓国有数の観光地であり、火山島でもある Jeju 島で開催された第 12 回アジア地域応用地質学会 (12th ARC of IAEG) の参加の際に訪問したジオパークのいくつかを紹介した。最後の見学地である Manjanggul (万丈窟) は、筆者の一人山岸の帰国便が早まったため、参加できず、共著者の Dou 博士が参加して、写真を提供してもらった。

今回、案内されたジオパークはいずれも英字表記の看板が整備され、バス 5 台で回った時などは、英語のできる案内者が 1 名ずつ配置され詳しい案内をしてくれた。もちろん火山地質学者ではないようで、筆者のような火山地質に詳しいものには物足りないところもあったが、他の応用地質の参加者には十分のようであった。活火山のない韓国では、こうした火山地質がよく観察される露頭は貴重であり、火山を学ぶ格好の場所である。ま

た, 露頭状態もよく, 本文でも引用したように, 浅い爆発的火山の噴出メカニズムや堆積機構の研究が精力的になされている (Sohn and Park, 2005, Sohn and Yoon, 2010) .

全体として, 会場も Jeju 島一番のホテルで開催された会議も盛況であった. 見学地がすべて“火山”であったのは, 応用地質や地盤工学などの専門家にとっては, 多少不本意であったかもしれないが, 巡検会はいずれも盛況であった.

謝辞 この会議の主催側の実行委員長 Chungbuk National University の Seo 教授は私の古い友人であり, 会議の初日に, 前国際応用地質学会 (IAEG) 会長 Scott Burns 博士らとともに dinner に招待いただいた. また, ジオパークそのものの火山地質の論文を直接送っていただいた Sohn 博士には謝意を表します. 最後に, 本会議の出席にご支援いただいたシン技術コンサル (株) に謝意を表します.

引用文献

- Jackson J. A ed. (1997) *Glossary of Geology (4th Edition)* American Geological Institute Alexandria, Virginia,
- Ko B. and Yun S.-H. (2016) A Preliminary Study on Calculating Eruptive Volumes of Monogenetic Volcanoes and Volcanic Hazard Evaluation in Jeju Island *Jour. Petrol. Soc. Korea* , **25**, 143-149, 2016 <http://dx.doi.org/10.7854/JPSK.2016.25.2.143> 143.
- 西山賢一・横田修一郎 (2010) 熊本県, 天草上島の古第三系砂岩に分布するタフォニの形状. 応用地質, **51**, 122-129.
- 産総研地質調査総合センター 池田火山 https://gbank.gsj.jp/volcano/Act_Vol/ikedada/page4_2_3.html.
- Sohn, Y. K. and Park, K.H. (2005) Composite tuff ring/cone complex in Jeju Island, Korea: possible consequences of substrate collapse and vent migration. *Journal of Volcanology and Geothermal Res.*, **141**, 157-175.
- Sohn, Y. K. and S.-H.Yoon (2010) Shallow-marine records of pyroclastic surges and fallouts over water in Jeju Island, Korea, and their stratigraphic implications. *Geology*, **38**, 763-766.
- 宝田晋治 (2017) 火砕流の流動堆積機構. *Proceedings of the International Meeting on Eruptive History and Informatics* (2017, No.2).
- 宇留野勝敏 (1978) 雲形浸食について. 日本地質学会講演要旨. DOI https://doi.org/10.14863/geosocabst.1978.0_63.
- Woo Y. S., Sohn Y. K., Yoon S.-H., Ahn U. S. and Spate, A. (2016) *Jeju Island Geopark-A volcanic World of Korea*, Springer 96p.
- Yamagishi, H (1991) Lava Spelothem in the Pillow Lavas from the Oshoro Peninsula, Hokkaido, Japan, *Bull. Volcanol. Soc. Japan*, **36**, 453-455.
- 山岸宏光 (1998) ジョイントドブロック. 地球科学, **52**, 244-245.
- Yamagishi, H. and Feebrey, C. (1994) Ballistic ejecta from the 1988-1989 andesitic vulcanian eruptions of Tokachidake Volcano, Japan: Morphologies and genesis. *Jour. Volcanol Geotherm Res.*, **59**, 269-278.

abstract

The 12th Asian Regional Conference of International Association of Engineering Geology was held at Jeju Island, Korea, during 23 to 27 September Jeju island. It is relatively new volcanic island and was registered as UNESCO Global Geopark in 2014, and many local geoparks are existing mostly along the coastline. In this report, we introduce the outline of Jeju Island based on the references and guidebooks, and show the volcanic geology of the our visiting geopark, including our remarks.