

第 16 回海外応用地質学調査団

報告書

韓国

第 12 回 IAEG アジア地域会議



2020 年 7 月

一般社団法人 日本応用地質学会

目 次

はじめに(茶石貴夫)

1. 調査団概要(茶石貴夫, 山下久美子).....	1
1.1 行程	1
1.2 参加者	2
2. IAEG アジア地域会議の経過(茶石貴夫)	3
3. IAEG 総会 (Council Meeting) (伊藤久敏)	7
3.1 主な議題	8
3.2 主な話題	8
4. 第12回 IAEG アジア地域会議.....	11
4.1 概要(茶石貴夫).....	11
4.2 Jeju Geo-Trekking Tour (伊藤久敏).....	15
4.3 会議1日目(武田和久).....	18
4.4 会議2日目 Jeju Geo-Park Tour, Banquet (茶石貴夫, 山田大介).....	24
4.5 会議3日目(多田啓亮).....	33
4.6 UNESCO Natural Heritage Tour (武田和久).....	37
5. Jeju 島の地形と地質(向山栄, 高見智之, 大竹重則)	54
5.1 地形	54
5.2 地質	62
6. Jeju の歴史と自然遺産	78
6.1 歴史と風土(安田智広).....	78
6.2 ユネスコツアーから知った歴史(武田和久)	81
7. Hallasan 登頂(向山栄, 田中姿郎, 山田大介)	85
7.1 Hallasan の登山コース	85
7.2 登頂記	85
7.3 体験記	93
8. 特別寄稿(阿部周平)	95
9. 済州島の食事風景.....	96
10. 今後の展望(茶石貴夫)	101

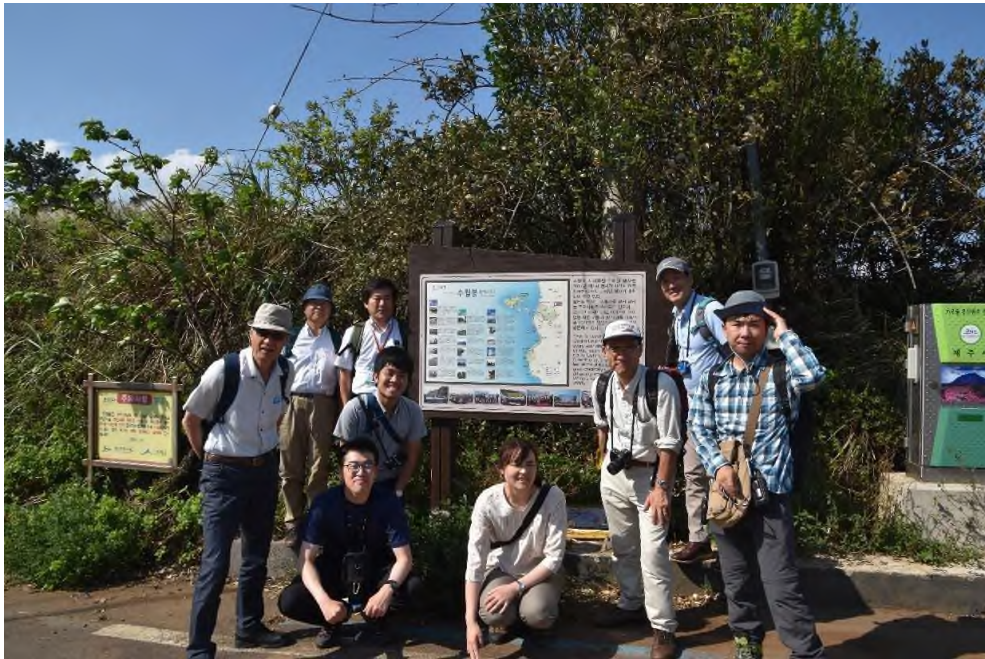
第 16 回海外応用地質学調査団 写真集



台風一過の海と Jusangjeolli Cliff の柱状節理



ポスター会場にて Scott Burns 前会長と団員



スウォルボン海岸の巡検に臨むメンバー



Hallasan 登山開始前で元気いっぱいのメンバー



多田啓亮団員の発表



安田智広委員の発表

加地広美委員の発表



佐々木靖人氏の発表





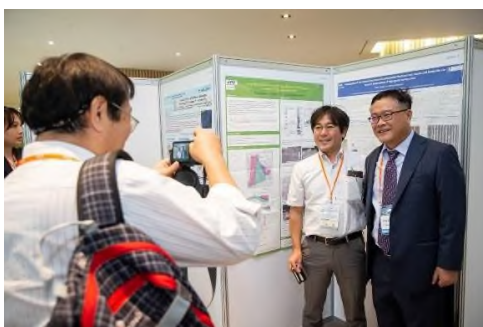
伊藤久敏委員長の質問



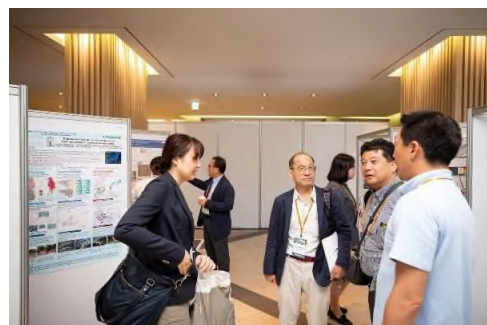
千木良雅弘代表の質問



Scott 前会長と
山下久美子委員



Seo KSEG 会長と田中姿郎団員



国際航業チーム



安田、武田、大竹、多田団員



ゲームをする伊藤委員長と田中、武田団員



山田委員



茶石団員



山下委員

はじめに

茶石貴夫

第 12 回 IAEG アジア地域会議(ARC-12)は、2019 年 9 月 24 日から 26 日に韓国の有名な観光地と世界遺産で知られる済州島で開催された。会議途中、及び前後各一日は主催者による Field Tour があり、会議前の Tour の前日には IAEG の総会(Council Meeting)が開催された。この ARC-12 に合わせて、日本応用地質学会(JSEG)では 14 名からなる海外調査団を計画した。本報告書は、当初 2020 年 4 月頃の完成を予定していたが、3 月以降に起きた新型コロナウイルスの感染拡大と政府の緊急事態宣言の発令の影響を受け、やや遅れて 7 月末の完成になったものである。

1997 年に井上大栄元学会長(当時は国際委員長)の発案によって東京でアジアシンポジウムがスタートし、途中の第 6 回から IAEG アジア地域会議と名を変えながらアジア諸国を一巡し、2015 年に記念となる第 10 回会議を京都で開催した。それに刺激されたのか、開催地を誘致する機運が高まって競争にもなったが、第 11 回は 2017 年にネパールのカトマンズで盛大に開催された。そして、今回の第 12 回は韓国が学会の設立 30 年記念も合わせて開催することになった。そのような話は 2015 年に京都会議の折に行ったミーティングで出ていたのであるが、韓国の Prof. Bo an JANG が IAEG アジア地域の副会長になったことも影響している。

韓国の後の第 13 回(2021 年)はシンガポール、第 14 回(2023 年)は既にマレーシアでの開催が決まっている。IAEG では毎年、定例の総会(Council Meeting)を開催しており、最近では 4 年ごとの行事である IAEG コングレス(第 13 回はサンフランシスコ)の間は、地域会議や国際地質学会議(IGC)に合わせて行われている。このようなアジア地域会議の機運はアフリカや南アメリカ地域を刺激し、それぞれに開催が始まっている。また、IAEG の本流であったヨーロッパで総会が 5 年間開催されていない危機感から、2020 年はギリシャで第 3 回のヨーロッパ地域会議を開催し、そこで IAEG 総会を行う予定になっている。

このような状況の中、日本応用地質学会(JSEG)では会員、特に若手の積極的参加を意図して、ネパールでの第 11 回地域会議に続いて今回の第 12 回地域会議に調査団を派遣することになった。最近の日韓関係の悪化が少し気掛かりであったが、日本から近距離にある観光地でもある済州島で、調査団として特に目玉になりそうな企画もなかったのも、済州島を形成したハルラ山(韓国最高峰で標高 1,995m)への登頂を行うことにして募集した。2019 年の日本は台風 15 号、19 号と大災害が連続した年であったが、実は、調査団が向かう済州島は台風 17 号の直撃も受けた。幸い、大きな被害ではなかったがメンバーの行程が狂って大混乱になってしまい、参加を中止せざるを得ないメンバーが 2 名出てしまったことは残念であった。

出発日が近づいて、台風情報から渡航に影響しそうだということが現実的になり、大慌てで対応策を取るようになった。予定便が欠航になる場合に備えて団員の連絡体制を整え、ジオプランニングの立澤さんに対応を依頼した後に **Council Meeting** に出席するために 21 日の便で先発した。21 日は早くも風が吹いていたが無事に着陸し、宿泊ホテルに到着、ARC-12 会場まで少し散策したが既に風雨が強くなって来ていた。翌日の **Council Meeting** の最中に欠航の連絡が入り、会議中も団員や立澤さんとのメール対応に追われた一日であった。

このような状況ではあったが、団員の努力によって無事に？ハルラ山への登頂を含めて終えることができた。このような調査団の記録を残しておくことも大事なことであり、本報告書は参加した団員がそれぞれに分担して執筆した貴重な記録である。

カトマンズに続いて、今回もジオプランニングの立澤富朗氏に旅行の手配をお世話になった。台風でいろいろ混乱したが、行き届いた手配のおかげで済州島を十分に楽しむことができたことに感謝申し上げる。また、現地ではガイドの朴さんに大変お世話になった。

1. 調査団概要

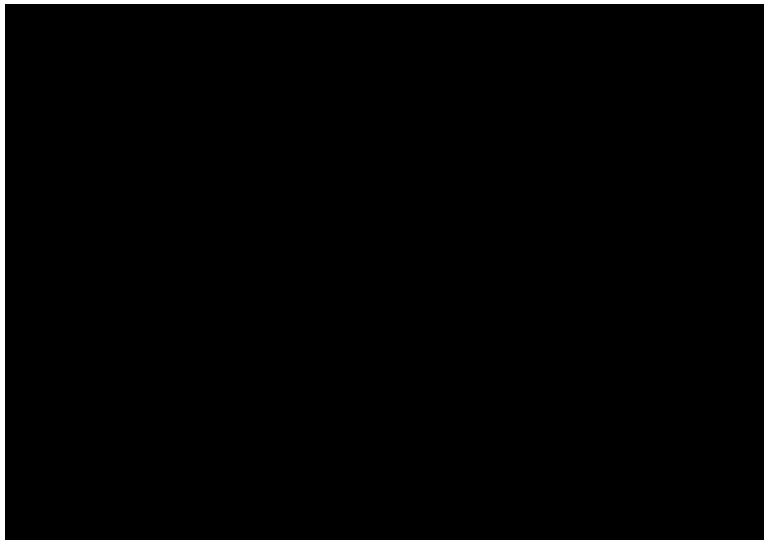
茶石貴夫，山下久美子

1.1 行程

調査団の行程概要を表-1.1.1 に示す。「はじめに」に書かれているように調査団の行程は台風 17 号の襲来によって大きく変更を余儀なくされた(図-1.1.1 参照)。計画では、9 月 22 日にシンガポールから移動する多田団員とその他全員が成田から移動する予定であったが、22 日は済州空港が閉鎖になってしまった。航空会社の制約もあって、大部分の団員は 25 日に成田から移動することになった。

表-1.1.1 調査団の行程概要

日	行程	摘要
9 月 21 日 (土)	千木良，伊藤，茶石が済州島に 移動	IAEG 総会に出席，夜半から風雨強まる
22 日(日)	会場のホテルにて IAEG 総会 3 名が出席	台風 17 号のため済州国際空港閉鎖 台風通過
23 日(月)	ARC-12 プレ巡検 千木良，伊藤，茶石が参加	武田，山田団員が東京から，多田団員が シンガポールから到着
24 日(火)	第 11 回アジア地域会議 開会式	
25 日(水)	第 11 回アジア地域会議 午後半日巡検，歓迎パーティー	高見，山下，安田，田中，平田，向山， 大竹団員が航空便変更により遅れて到着
26 日(木)	第 11 回アジア地域会議 午後，一部メンバーで巡検	国際委員会を開催 調査団夕食会を開催
27 日(金)	ハルラ山登頂(城板岳ルートか ら観音寺ルート)	武田団員は ARC-11 のポスト巡検に参加
28 日(土)	済州島から成田に移動	多田団員はシンガポールに移動



図－1.1.1 台風 17 号接近時の天気図

1.2 参加者

台風の影響で参加できなくなったメンバーも含めて今回の参加者を表－1.2.1 に示す。なお、26 日の午後遅くに出席者 6 名で国際委員会を宿泊ホテルにおいて開催した。

表－1.2.1 第 16 回 海外応用地質学調査団 参加者

氏名	所属	日本応用地質学会	日程	登山
伊藤 久敏	(一財)電力中央研究所	国際委員長	21-28	○
茶石 貴夫	(株)開発設計コンサルタント	顧問	21-28	○
武田 和久	ハイテック(株)	技術者教育普及委員	23-28	Tour 参加
多田 啓亮	基礎地盤コンサルタンツ シンガポール支社		23-28	○
山田 大介	国際航業(株)	国際委員幹事	23-28	○
大竹 重則	(株)開発設計コンサルタント		25-28	○
高見 智之	国際航業(株)	東北支部	25-28	○
田中 姿郎	(一財)電力中央研究所	事業企画委員	25-28	○
平田 康人	(一財)電力中央研究所		25-28	○
向山 栄	国際航業(株)	副会長	25-28	○
安田 智広	基礎地盤コンサルタンツ(株)	国際委員	25-28	○
山下 久美子	国際航業(株)	国際委員	25-28	○
加地 広美	OYO インターナショナル(株)	国際委員	(23-26)	別行動
菊地 輝行	(株)開発設計コンサルタント	国際副委員長	中止	－
長谷川信介	応用地質(株)	国際委員	中止	－

2. IAEG アジア地域会議(アジアシンポジウム)の経過

茶石貴夫

IAEG アジア地域会議は、発祥の地である日本応用地質学会の会員にはアジアシンポジウムの方が馴染んでいる。2015 年 9 月に第 10 回 IAEG アジア地域会議(ARC-10)を京都で開催し、これを契機にアジア地域の国際活動が活発になってきた。2017 年の 11 月には ARC-11 がネパールのカトマンズで開催された。学会ではヒマラヤ山脈と地質の見学を企画した第 15 回海外調査団を派遣し、長谷川前会長による日本応用地質学会会員向けの地質巡検が行われた。今回の ARC-12 はネパールに続いて韓国の済州島で開催されたもので、韓国は 2007 年の 10 月にも第 6 回アジアシンポジウムをソウルで開催している。図-2.1 にアジアシンポジウム開催地を示す。



図-2.1 アジアシンポジウム開催地

これまでに開催されたアジアシンポジウムの開催地等を表-2.1 にまとめた。第 1 回のシンポジウムは 1997 年に東京で開催され、2 年ごとにアジア各地で開催していくことが提案された。これに刺激されて、1999 年の第 2 回は、中国の Wang Sijing に続いて IAEG アジア地域副会長になったマレーシアの Ibrahim Komoo の主導で、クアラルンプールで開催された。ここで、2001 年の第 3 回は活動がさほど活発でないとされたインドネシアで開催されることになった。JSEG から比較的多くの参加があった。

第4回は、クアラルンプールでの打ち合わせではトルコが候補になっていたが、前回開催から3年が経過した2004年に中国の成都工科大学との共催で、香港で開催することが2002年の時点で決まっていた。このシンポジウムには、日本からは東北支部のメンバーを中心に参加され、当時IAEGアジア地域副会長であった大島洋志元会長がパネルディスカッションに加わっている。ちなみに、現在ではトルコの学会はヨーロッパ地域に所属している。

その翌年の2005年の第5回の開催地はネパールになったが、運悪く2005年2月に国王が緊急事態令を出すという政変が起こり、情報連絡が途絶えたうえにJSEGからの参加もなく詳細はわからなかったが、どうやら200名くらい参加して開催されたいらしい。

2006年に大島洋志元会長に続いてIAEGアジア地域副会長になった中国のFaquan Wuは韓国の学会と調整し、2007年に第6回をソウルで開催した。この回から名称がアジア地域会議に変わり、IAEG役員などの参加も増えてきた。また、日本から多くの発表と参加があった。この会議では、井上元会長が日本の活断層に関して基調講演を行った。

第7回は2009年に中国の成都で開催された。これは大規模建設と地質工学的諸問題に関する国際シンポジウムにアジア地域会議をくっ付けたかたちであるが、その前年に四川大地震が起き、それに関係する発表も多かった。また、大島元会長が長天山岳トンネルの計画と建設に係わる基調講演を行い、注目を集めた。なお、初めて本会議に合わせてIAEG総会が開催された。

成都での打合せの中で、次回第8回の開催地をどこにするかが議論された結果インドが候補に挙がり、無理やり地下空間技術の会議にくっつけるかたちで2011年の1月に開催された。日本からの参加もなく、他国からの参加もほとんどなかった。その原因のひとつとしてビザの発給が手間取ったためと言われている。現在でもインドの国際会議に参加するためにはビザ取得は大きな難関である。

このあたりでアジア各国を一巡し、そろそろ次の9回を日本でどうかという打診が当時のアジア地域副会長であった中国のRunqie Huangから2012年の初めにあった。しかし、時間的に準備が厳しいということで第10回なら、という返答がなされた。これを受けて、第9回は北京でIAEG総会とともに2013年に開催された。北京オリンピック会場の近くの国際会場で、演出も非常に派手であったが登録費が高いのには驚いた。日本からの参加は極めて少なかった。

そして遂に第10回を日本で開催する準備を始めた。2015年9月末に京都大学宇治キャンパスで行われる研究発表会に続いて同じ会場で開催することに決まり、関西支部の全面的な支援を受けることになった。最も大きな課題は、国際会議の開催がほとんど初めてのことであり、いろんな準備や対応が手探り状態であったことである。また、IAEGアジア地域副会長にインドのYogendra Devaが就任した関係で、その1ヵ月後にニューデリーでIAEG後援会議と総会が開催されることが決まっていることもあって、国内外から参加者が集まるかどうか大きな不安であったため、出来る限りの広報や密な連絡を行った。

幸い、海外からも国内からも100人を超える方々が参加し、巡検も含めて印象深く成功裏

に終えることができ、翌月のニューデリーでの IAEG 総会で開催報告を行い、真面目に IAEG に後援料も納めた。

京都での会議の間に IAEG アジア地域ミーティングが開催された。日本、中国、台湾、韓国、インドネシア、ベトナム、インド、ネパール、UAE のメンバーが顔を合わせることができた。そして、今後のアジアシンポジウムの開催についてネパールとマレーシア(代表の参加はなかった)が第 11 回を希望し、韓国からは第 12 回を開催してもよいとの発言があった。台湾も十分に力はあると思われるが、中国との関係の難しさから現在は Taipei Regional Group として活動している。第 11 回については翌月のニューデリーの IAEG 総会で上記 2 国がプレゼンをして決めることになり、投票の結果ネパールに決まったのである。

ネパールのカトマンズで開催された第 11 回会議は参加者が 300 人以上、開会式に大統領まで出席するという盛大なものであった。ただ、ネパールでは IAEG のネパール支部をめぐってネパール地質学会(NGS)と、ネパール応用地質学会(NEGS)との対立が深まっている。韓国は、このカトマンズで開催された IAEG 総会において第 12 回会議を実行したい旨を表明し承認された。カトマンズと同様に IAEG 総会の場も提供しており、アジアシンポジウムは参加者、規模ともに大きくなりすぎた感がある。

「はじめに」に記述したように、2021 年の第 13 回はシンガポール、2023 年の第 14 回はマレーシアにほぼ決まっている。その間の 2022 年には第 14 回 IAEG コングレスが中国成都で開催され、ここで IAEG 役員の改選がある。第 15 回以降の ARC は中国や台北地域グループが手を上げる可能性が高いと思われるが、次回の日本での開催要請が比較的早く、10 年後の 2031 年の第 18 回頃には機会が巡ってくることもあると想定しておく必要がある。

表-2.1 これまでの IAEG アジア地域会議の概要

回	年	開催国/開催地	主なテーマ	発表数(日本)	人数(日本)
1	1997 11.14	日本 東京	ダム地質 Engineering Geology for Dam	招待:6(3) 一般:7(7)	約 50
2	1999 9.23-25	マレーシア クアラ Lumpur	調査、都市防災、環境地質、資源利用など 6 themes for Engineering Geology and Environment	基調:8(2) 一般:75(15)	約 100 (約 15)
3	2001 9.3-5	インドネシア ジョグジャカルタ	熱帯地域の開発と天然資源の管理 Natural Resources Management for Regional Development in Tropical Area	基調:5(1) 一般:53(13)	約 200 (約 15)
4	2004 5.2-4	香港	山岳地域の持続的開発と応用地質 Engineering Geology for Sustainable Development in Mountain Areas	基調:5 一般:32(5)	47 (12)
5	2005 9.28-30?	ネパール カトマンズ	社会資本の発達と防災のための応用地質 Engineering Geology for Major Infrastructure Development and Natural Hazards Mitigation	不明(なし)	209?
6	2007 10.16-17	韓国 ソウル	災害地質 Asian Regional Conference on Geohazards in Engineering Geology	基調:7(2) 一般:79 (28)	197 (43)
7	2009 9.9-11	中国 成都	大規模建設における地質工学的問題 Geological Engineering Problem in Major Construction Projects	基調:12(1) 一般:63(5)	約 200 (12)
8	2011 1.17-19	インド バンガロール	土木と鉱山における地下空間技術 Underground Space Technology in Civil Engineering and Mining Sectors	不明(なし)	約 200
9	2013 9.24-25	中国 北京	国際的に見た応用地質 Global View of Engineering Geology and Environment	基調:40(1) 一般:46(1) 論文数は 165	約 220 (4)
10	2015 9.26-27	日本 京都	自然災害と応用地質 Geohazards and Engineering Geology	基調:6(2) 招待:5(2) 一般:161	210 (115)
11	2017 11.28-30	ネパール カトマンズ	防災に係る応用地質 Engineering Geology for Geo-disaster Management	基調:13(3) 一般:222	307 (約 50)
12	2019 9.24-26	韓国 済州島	安全な社会と環境づくりのための応用地質の役割 Role of Engineering Geology for the Safe Society and Environment	基調:7(2) 招待:13(1) 一般:286	300 (約 20)

3. IAEG 総会 (Council Meeting)

伊藤久敏

IAEG 総会(Council Meeting)は 2019 年 9 月 22 日(日)に Booyoung ホテルで開催され、日本からは、茶石、伊藤のほか、千木良 IAEG Japan NG Chairman が参加した。当日は台風 17 号が通過し、そのため、参加予定だった Scott Burns 前会長が急遽不参加になるなど、異常な雰囲気ではあったが、台風を経験したことのない、イタリアの Daniele Giordan は、地中海には台風はないので済州島で始めて経験したと話しており、ヨーロッパ等からの参加者にとっては貴重な体験であったと思われた。また、地下の会議室であったが、空間が広くとられ、地下に籠っているという感覚はなく、会議中は、台風の通過した外の様子を感じることにはなかった(写真-3.1)。しかし、ホテルの中の部屋は静かであったが、午前の議事の途中で台風のため外に出ないように(Bo-an Jang による)と韓国語でアナウンスがあった。出席者は 81 人中 48 人 (59%) で定足数 (25%) を超え、会議が成立することが確認された。総会は、定刻の 9:00 に前回の Council Meeting で選出された Rafiq Azzam 新会長の開会挨拶で始まり、これまでの Council Meeting の議題を踏襲する形で議事が進行し、ほぼ定刻の 18:00 に議事が終了した。以下に Council Meeting の概要を報告する。



写真-3.1(1) 総会の様子(会長など)

右から Dr. Jean-Alain Fleurisson(Treasurer), Prof. Rafiq Azzam(President), Prof. Wu Faquan(Secretary General), Prof. Bo-An Jang(Vice President: Asia), Prof. Huiming Tang(Vice President: Asia)



写真－3.1(2) 総会の様子(日本の参加者)
右から茶石, 千木良, 伊藤

3.1 主な議題

- ・ 会長活動報告, 事務局長活動報告, 会計報告と来期予算
- ・ 各地域の副会長による活動報告
- ・ Web サイト管理者報告, ブリテン編集長報告
- ・ New Commission の創設
- ・ YEG (Young Engineering Geologists Committee)の活動報告
- ・ 新規 IAEG 加入国
- ・ Nepal National Group (NG)の問題
- ・ 今後の各地域会議開催地の紹介・決定
- ・ IAEG 後援会議の紹介・決定
- ・ Bylaws の修正

3.2 主な話題

(1) 会員動向

会員数は, 2019 年 9 月 17 日時点で 4061 人であり, Bulletin ありが 1720 人, Bulletin なしが 2341 人である. 会員の多い国は, 中国 586 人, ドイツ 496 人, ニュージーランド 477 人の順であり, Bulletin ありの会員数では, 英国 265 人, 中国 227 人, ニュージーランド 186 人の順である. 日本の会員数は 87 人(うち Bulletin ありが 75 人)である. いくつかの NG は音信不通状態にあり, 9 年間音信不通が 4 カ国, 8 年間で 3 カ国, と続く. アジ

アではベトナムが 8 年間音信不通となっているほか、インドネシア(5 年)、イラン(4 年)である。新しい NG として、キルギスタン、ミャンマー、ウズベキスタンの 3 カ国が承認された。

(2) IAEG Bulletin

IAEG Bulletin の投稿数は年々増加傾向にあり、2018 年は投稿数 1095 件、受理数 225 件で、8 割近くがリジェクトとのことであった。投稿は多い順に中国(51%)、イラン(14%)、トルコ(6%)であり、日本は 1%程度であった。インパクトファクター(two-year impact factor)は 2017 年 1.825、2018 年 2.138 で、若干上昇した。

(3) New Commission

新しい Commission として Naturally Occurring Asbestos (NOA)が認められた。

(4) Nepal NG 問題

ネパールはネパール地質学会と新たに設立されたネパール応用地質学会の 2 つが NG を主張している状態で、どちらを NG とするか議論された。結局、両方を認め、代表権(投票権)を半分に分割する案が採用された。

(5) 今後の IAEG 地域会議

- ・ 2020 年 9 月に第 3 回 IAEG ヨーロッパ地域会議がギリシャのアテネで開催されること、ここ 5 年間ヨーロッパで開催していないことから、その際に Council Meeting を開催することが決定された。
- ・ 2021 年 9 月に第 1 回 IAEG 南米地域会議がアルゼンチンのコルドバで開催されること、その際に Council Meeting を開催することが決定された。
- ・ 2021 年 10 月に第 13 回 IAEG アジア地域会議がシンガポールで開催されることが決定された。なお、Council Meeting の招致も表明されたが、選挙の結果、アルゼンチンに決まった。
- ・ 2023 年 9 月に第 14 回 IAEG アジア地域会議をマレーシアで開催することの意思表示があった。

(6) IAEG 後援の国際会議

日本から 2021 年 9 月 9 日～10 日に福岡市で「5th Workshop on Rock Mechanics and Engineering Geology in Volcanic Fields (RMEGV2021)」を開催するので後援を依頼する発議を行ったところ(写真-3.2.1)、満場一致で認められた。Council Meeting 終了後には、お決まりの集合写真(写真-3.2.2)を撮り、その後、夜遅くまで別会場で懇親を深めた。



写真－3. 2. 1 RMIEGV2021 説明中



写真－3. 1 Council Meeting 後の集合写真

4. 第12回アジア地域会議

4.1 概要(茶石貴夫)

・開催日： 2019年9月24日～26日，プレツアー23日，ポストツアー27日

・会場： Booyoung Hotel & Resort

ARC-12は、有名な観光地である済州島南西海岸の中文リゾートにある立派な Booyoung ホテルの会議場で開催された。主催者発表では参加者と関係者は29の国々から485人(参加は390人)とのことであった。これは2015年に京都で開催されたARC-10の2倍に近く、一昨年のカトマンズでのARC-11と同規模であった。京都のARC-10の年のCouncil Meetingは京都後の10月にニューデリーで開催されており、Council Meetingと同時の場合には役員等が揃うため、自ずと招待者や参加者も増えて規模が大きくなる傾向にある。本来のアジア地域会議の趣旨とは少し違った形になっていることは否めない。京都の経験からは、参加者200人規模が適正ではないかと思われる。

2019年の春から韓国応用地質学会長を務めており、日本語が極めて堪能な Prof. Yong-Seok Seo の話では、ARC-12の費用は日本円で約3千万円と相当予算をオーバーしたとのことであった。参加費が約5万円(京都のARC-10は2.5万円)の収入は約2千万円なので、1千万円ほどを捻出するためはかなり苦労があったようである。ARC-11でも参加費は約4.5万円で資金は相当厳しかったと聞いている。ちなみに、京都のARC-10は会場が京都大学であったこともあり、費用は8百万円強にとどまっている。

今回のARC-12のメインテーマは、安全な社会と環境づくりのための応用地質の役割(Role of Engineering Geology for the Safe Society and Environment)で、表-4.1.1に示す8種類のトピックと一つの特別セッション(表-4.1.1のSE)があった。基調講演7件、招待講演17件、技術発表132件、ポスター発表が約140件であった。最も多いトピックは地すべり・土石流といった自然災害であったが、分野は多岐にわたっていた。このほかに、台湾のChi-Chi地震から20年を記念したワークショップ、若手技術者のセッション(YEG)およびIAEGの技術委員会TC-25(地質工学的モデル)とTC-29(土や岩盤の構造と挙動)が特別セッションを行った。なおYEGは、IAEGの将来を考え活性化することを意図した、40歳以下の若手メンバーで構成されるグループである。

表-4.1.1 トピック別の発表数(欠席も含む)

テーマ分類		招待講演	口頭発表	ポスター	計
SR	土質力学, 岩盤力学	1	23	28	52
GHL	地すべり, 土石流	6	41	27	74
GHE	地震, 活断層	1	4	12	17
GHS	沈下や陥没	0	3	0	3
SI	サイトの調査, 特性	1	8	14	23
EH	環境地質・地下水	0	17	12	29

CM	建設と維持のための応用地質	0	17	24	41
NT	応用地質における新技術	3	16	10	29
SE	サイト特性等の高度解析	5	3	12	20
計		17	132	139	288

第 12 回アジア地域会議(ARC-12)の概要を表-4.1.2 に示す。

表-4.1.2 ARC-12 プログラム概要

日	プログラム	
9 月 23 日	済州島地質トレッキングツアー 大浦海岸柱状節理, 水月峯の海岸, Dang オレム火山など	ワークショップ(台北グループ主催) 1999 年に起きた Chi-Chi 地震から 20 年, 地震で起きた地すべりがテーマ
24 日 午前	開会式 KSEG 前会長, Seo 会長, IAEG Azzam 会長, 名誉会長表彰等(写真 -4.1.1)	
	基調講演 Dr. Lee(韓国) 済州島の第四紀火山地質 Dr. Guzzetti(イタリア) 地すべり災害のアセス	
	4 技術セッション 招待講演 3 名(イタリア 2 名, カナダ 1 名) 発表 16 名 TC-25 技術部会 発表 4 名	
午後	基調講演 Dr. 千木良(日本) 最近のアジアの地すべり災害 Dr. Burns(アメリカ) 森林火災と斜面, 1991 年災害	
	3 技術セッション 招待講演(中国) 特別セッション 招待講演 3 名(ドイツ, アメリカ, 日本) 発表 12 名(日本から, 佐々木, 加地, 多田の 3 名) TC-25 技術部会 発表 4 名	
	ポスターセッション 79 件(日本から 4 名, 到着遅れのため 3 名は 26 日に発 表) 土質と岩石工学, 地すべりや土砂災害の研究, 地震災害の研究, 高度な解析等	
	3 技術セッション 招待講演(台湾) 発表 11 名(日本から, 山岸) 特別セッション 招待講演(アメリカ, オーストラリア) 若手メンバーの集会	
25 日 午前	4 技術セッション 招待講演(イタリア) 発表 16 名 基調講演 Dr. 市川(日本) 自然災害における安全な放射性廃棄物 4 技術セッション 招待講演(韓国, 中国) 発表 16 名(日本から 1 名)	
午後	済州島ジオパークツアー サンバンサン(溶岩ドーム), ヨンモリ海岸(クレーター) 夕刻から Booyoung ホテルで Banquet	

26 日	3 技術セッション 発表 12 名
午前	ポスターセッション 60 件(日本から 1 名) サイトの調査, 環境地質・地下水, 建設と維持管理の応用地質, 新技術 基調講演 Dr. Wu(中国) 応用地質における技術革新 Dr. Jang(韓国) プラズマによる岩石・土の破壊技術
午後	4 技術セッション 招待講演(ネパール) 発表 19 名(日本から, 平田) 3 技術セッション 招待講演(イタリア) 発表 14 名 技術部会 TC29 発表 6 名 3 技術セッション 招待講演 発表 19 名(日本から, 安田) 閉会式

今回の ARC-12 では, 投稿はアブストラクトのみで, 予稿集も電子データだけで印刷物は作成されず, 論文の受付もなかった. 主催者は, このスタイルが最近の主流と考えていたが, 日本の学生からは, 発表しても実績にならないという理由で敬遠した人もいたと聞いた.

基調講演には, 日本から京都大の千木良雅弘教授と岡山大の市川康明教授が招待された. そのほかにもヨーロッパや中国, アメリカからの基調講演や招待講演が多く, KSEG としては相当大きな資金を投入したとのことであった. 1997 年に東京から始まったアジアシンポジウムは, 規模が大きく派手になり過ぎた感はあるが, 京都での開催時にその大変さを知っているだけに羨ましい気持であった.

会議中に, KSEG は韓国・日本・(台北)との共同ワークショップを開催したいとの意向があることを伝えられた. KSEG や台北グループには積極的に国際会議で発表し他国のメンバーと交流するなど, 活動を支援する比較的若い年齢のメンバーが揃っているように思われた. JSEG においても, 国際会議への参加や発表, 将来日本で国際会議を開催することも念頭にした動きが活発になることを期待したい.

ARC-12 は 9 月 24 日～26 日に開催され, 前日の 9 月 23 日は台風一過の快晴のもとプレ巡検(Jeju Geo-Trekking Tour)が行われた. この巡検には千木良, 伊藤, 茶石が参加した. この巡検の様子については伊藤団員が 4.2 に報告している. 元, 英語教師だったという女性ガイドの案内で水月峰海岸の露頭を巡った後, 小高い丘に登ったが急な山道が結構ハードであった. 丘の頂上を少し下ってから登坂を引き返すことになって, 腰の調子が悪い Scott 前会長が「なぜ, 前もってそれを言わないのだ」と, 珍しくお怒りになった. このプレ巡検には台風の影響で参加できなかった人達が多く, ARC-12 の実行委員会は参加費の払い戻しをすることに決めた.

23 日の昼には台風が通り過ぎて, 武田, 山田, 多田団員が無事 Jeju HANA ホテルに到着した. その夜は団員の顔合わせを兼ねて大人数での夕食会を予定していたが, 5 名と少なくなったものの韓国焼肉を堪能した.

ARC-12は予定通り24日に開会式から始まった。午前と午後に各2名の基調講演があり、午後には京都大学の千木良教授(IAEG 日本支部代表)が基調講演を行った。この日の模様については武田団員が4.3に報告している。二日目の25日は午前に関山大学の市川教授等による基調講演があり、ロッテホテルのレストランで約300人が昼食を摂った後にバスに分乗してのField Trip、夕刻にホテルに戻り盛大なBanquetが執り行われた。このBanquetには、台風で遅れた7名の団員が夕刻に到着し参加することができた。この模様は4.4に山田団員が報告している。

翌26日は早くもARC-12最終日になった。遅れて到着した団員は地質巡検にまったく参加することが出来なかったため、昼までにポスター発表の展示を終え、希望者により23日のプレ巡検で訪れた水月峰海岸の巡検を行った。あいにく、台風一過の天気が早くも下り坂で風が強く、ヨシモリ海岸は立ち入りが禁止になってしまい散策をすることが出来なかった。この日は多田団員が終日ARC-12に参加していたので4.5に報告をしている。

ARC-12 閉会後の27日は有名な溶岩洞窟などをめぐるポスト巡検(UNESCO Natural Heritage Tour)があった。前述のように大部分の団員は天候が危ぶまれるなかハルラ山の登頂に向かったが、武田団員がこのField Tourに参加した。残念ながら途中で豪雨になってしまったようであるが、その模様が4.6に報告されている。



写真-4.1.1 9月24日のARC-12開会式の様子

4.2 Jeju Geo-Trekking Tour (伊藤久敏)

標記の巡検が台風一過の 9 月 23 日(月)に実施された。前日通過した台風のため、参加人数がかなり減ることを予想したが、参加者は大型バス一台がほぼ満席になる程度には集まった。日本からの参加者は、Council Meeting に参加した千木良、茶石、伊藤の他、元新潟大学教授の山岸宏光氏の 4 人であった。ツアーガイドには、元英語教師の 40 歳代と思われる女性が付いたが、明るくおしゃべりな女性で、バス移動中を含め、彼女の話から済州島について色々と知ることができた。例えば、済州島は多孔質な玄武岩で出来ているため、雨は直ぐに地下に浸透する。そのため、1 日に 1000 mm 降ったとしても洪水や地すべりなどの災害は起こらないとの話は興味深かったが、済州島の大きさの説明が実際よりも 2 倍程度誇張されるなど(後日判明)、やや不正確な話もあったようである。

当日、9:00 に Booyoung Hotel & Resort を出発し、ほんの 2, 3 分で最初の目的地である Jusangjeolli Cliff に到着した。ここでは、海岸沿いのトレイルや展望台から海岸沿いに直立する玄武岩溶岩の柱状節理群が観察された(写真-4.2.1)。柱状節理群の上位にはアア溶岩など別の形態の溶岩が見られ、溶岩地形の発達過程の複雑さに興味を持った。日本から持参したガイドブックによると、この溶岩の形成年代は約 14~25 万年前とのことである。



写真-4.2.1 海岸沿いの玄武岩(柱状節理とその上のパホイホイとアア)

二番目の目的地は、Jusangjeolli Cliff から車で数分の Cheonjeyeon Waterfall であったが、前日の台風の影響で水量が多く、入門時間を遅らせるということで、到着時刻には見学できず、急きょ、目的地を変更することになった。結局、Osulloc (オーソルロク) tea museum という茶畑(写真-4.2.2)とお茶の博物館からなる施設を見学した。韓国の緑茶ブランド、雪緑茶(ソルロクチャ)のミュージアムで、みどころはお茶碗や茶器などが時代ごとに展示さ

れたギャラリーということであるが、そのギャラリーがどこにあるのか分からなかった。お茶の試飲コーナーがあり、試飲を楽しめたが、販売されている茶葉が高級で買うのはためらってしまった。



写真－4.2.2 Osulloc tea museum 近くの茶畑

プルコギや韓国風餃子などをバイキング形式で頂くスタイルのお店で昼食をとったあと、三番目の目的地である Hwansang Forest Gotjawal Park に行った。ここは、溶岩の上に発達した植生に特徴があり、配布資料によると、夏が涼しく、冬が暖かいことから、北方系の植生と南方系の植生の両方が共存する世界で唯一の場所とのことである。溶岩が固いため、樹木の根が地下に発達せず、地表に沿っているなどの説明があった(写真－4.2.3)。



写真－4.2.3 Hwansang Forest Gotjawal Park

四番目の目的地は Jagunae Port という済州島の最西端の港で、海岸沿いに遊歩道 (Suwolbong Geo Trail) が整備され、ほぼ水平に堆積したスコリア層(写真－4.2.4)を観察しながら、1km 弱を港まで歩いた。途中でお腹の調子が悪くなり、トイレに籠ることになったが、遊歩道にポツンとあった公衆トイレの割には清潔で、これで韓国が一挙に好きになっ

た．ここは海に沈む夕日が綺麗で、澄んだ日には中国大陸が見えるとのことであるが、どちらも見ることは出来なかった．



写真－4.2.4 Suwolbong Geo Trail の水平に堆積したスコリア層

最後の五番目の目的地は Jagunae Port のすぐ近くの Dangsangbong Volcanic Cone で、小高い丘を頂上まで歩いて、景色を楽しむのが目的のようであった．海岸沿いに風力発電用の風車が並んでおり(写真－4.2.5)，再生可能エネルギーに関する会話が多かったと思われる．特に露頭があるわけではなく、後で聞いた話では、足腰の悪い Scott Burns 氏は、同じ場所に戻ってくるのなら、自分はバスで待機していたのに、とツアーガイドにご立腹だったとのことだった．



**写真－4.2.5 Dangsangbong Volcanic Cone の頂上から見た風景
(海岸沿いに林立する風力発電用風車)**

4.3 会議 1 日目(武田和久)

2019 年日本近海では、台風の発生および接近数が平年より多く、ARC-12 直前にも台風 17 号(アジア名:Tapah)が東シナ海から日本海に進んだ。その影響を受け、日本からの直行便は欠航があったものの、西側から済州島へのフライトは概ね順調だったようで、1 日目 24 日の朝には天候が回復し、台風一過、宿泊先ハナホテル 2 階の窓からも、ハルラ山の頂上が確認できるほどであった。従って、大会議場でのオープニングの椅子席はほぼ満席となり、盛況な状況であった(写真-4.3.1)。



写真-4.3.1 開会・大会議場の盛況ぶり

開会や表彰など一連の式典は、Prof.Jaehyung Yu (Chungnam National University)の進行で始まった(写真-4.3.2)。Yu 教授は、IAEG の Korean National Group 代表を前任の Prof.Hyuck-Jin Park(Sejong University)から引き継いでおり、2 日目に行われた Welcome Party での余興をとり仕切った快活で愉快な方である。



写真-4.3.2 Yu 教授による開式進行

まず最初に、Dr.Kyoung-Sik Won 韓国応用地質学会前会長(写真-4.3.3)から歓迎の挨拶があり、済州島は火山島として著名なほか UNESCO 世界自然遺産や同ジオパークに制定されていて、見どころが一杯あるとの紹介があった。続いて Dr. Rafig Azzam IAEG 会長(写真-4.3.4)の開会挨拶があり、応用地質技術者の役割に関し、とくに最近では環境保全に対する要請が高くなっており、例えばブラジルにおける熱帯雨林の消失に対して、我々が果たさなくてはならないことがあるとのお話があった。



写真-4.3.3 Dr. K-S Won KSEG 前会長



写真-4.3.4 Dr. Rafig Azzam IAEG 会

次に来賓祝辞として、Dr. Bok Cheol Kim : KIGAM (Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources) 会長 (写真－4.3.5) より、Engineering Geology および Geologist は、社会の安全と利便さを促進、提供することが求められており、その重要性を増している。盛会であることを祝うとの挨拶があった。



写真－4.3.5 Dr. B. C. Kim KIGAM 会長

ここで、Prof. Faquan Wu IAEG 事務局長が登壇され、2018 年のサンフランシスコの総会で決まった、学会の功労表彰 2 件が紹介された。ひとつは、長年にわたる IAEG への貢献に対する名誉

会長賞であり、Prof. Ricardo Oliveira 元 IAEG 会長(ポルトガル：写真－4.3.6)の受賞である。Oliveira 氏は、1970 年の第 1 回 IAEG コンgressから約 50 年にわたり 4 年ごとの全コンgress、および毎年の総会に参加され、さらに 1990 年－1994 年には IAEG 会長を務めており、歴代の JSEG 国際委員会委員にも馴染みのある方とのことである。

もうひとつは名誉会員表彰であり、上記総会でルーマニア National Group から推薦された Prof. Cristian Marunteanu に対して名誉会員賞が授与され、それぞれ両氏より、受賞に対する挨拶があった(写真－4.3.7)。



写真－4.3.6 Prof. R. Oliveira の受賞挨拶



写真－4.3.7 Prof. C. Marunteanu の受賞挨拶

会場となったブーヨンホテルは、リゾート型の新しい大型ホテルであり、その地下 2 階の大型宴会場を仕切った 3 会議室とその周辺、および地下 1 階の会議室 4 ケ所を借り切っており、とても立派な施設であった。これら会議室については、コンパクトに仕切られ、それぞれのアクセスが良く、ポスター会場や企業ブース、観光案内カウンター、またイスラム教信者の方のための祈祷所まで設備され、行き届いた会場づくりであった。

4.3.1 キーノートセッション

一連の開会の式典に続き、座長に韓国応用地質学会長の Prof.Yong-Seok Seo 教授にかわり、午前の基調講演 2 件が行われた。

最初に KIGAM 名誉研究員の Dr.Byung Joo LEE(写真-4.3.8)が「済州島の第四紀火山活動と地質特性」と題して講演された。主に朝鮮半島の地形・地質の概説をされ、そのうち済州島の特徴である火山活動に関し、368 の碎屑丘(Tuff Cone & Ring)が分布すること、その性状や分布特性、噴出した火成岩の岩石学的特徴、水理地質状態などを解説された。これらは、27 日に実施された UNESCO 自然遺産ツアーの事前情報になるものであった。



写真-4.3.8 Dr. B. J. Lee の基調講演

続いてイタリアの地すべり研究でお馴染みの、Dr. Fausto Guzzetti(写真-4.3.9) Research Institute for the Geohydrological Protection : IRPI)が、「地すべり災害とリスク—我々は何をし、何をなすべきか—」と題して講演された。この講演では、重要不可欠な地すべりの調査や解析が、不十分な調査や方法によって行われていることがあると指摘され、イタリアにおける 62 万ヶ所の地すべりデータを基にした解析結果から、地すべりについては、Where,



写真-4.3.9 Dr.F. Guzzetti の基調講演

When, How Many, Consequence=すなわち地すべりが何処に、いつ発生の可能性があり、どのくらいの大きさで、かつ発生した時の影響度がどうかについて、基本のデータから明らかにしていく必要があると強調された。

午後にも、2 件の基調講演が行われた。始めに、京都大学の千木良教授(写真-4.3.10 IAEG 日本支部代表)が、「アジアにおける最近の大規模地すべり災害とその地質背景」と題して基調講演を行った。講演では、中国や台湾、ネパール、インドネシア、および日本の東北地方太平洋沖地震から北海道胆振地震における災害を紹介し、それぞれの発生地すべりにおける地震や降雨、そしてすべり面の挟在物の状態や地下水賦存状態、間隙水圧などの解析事例から、注意すべき地質事象や推測される地すべりの挙動などについて講演された。



写真－4.3.10 講演される千木良教授
発表後に Y-S Seo 韓国応用地質学会長(写真右)から感謝状を受ける

1 日目最後の基調講演は、Scott Burns 前 IAEG 会長(写真－4.3.11)の登場で、演題は「熱帯雨林における森林火災と斜面安定—1991 年米国オレゴン州コロンビア溪谷における森林火災からの教訓—」であった。講演では、地元オレゴン州における上記森林火災を紹介し、その 5・10 年後には大規模な土石流が発生、この原因は火災により森林の木々・植生の消失と根系の分離が生じ、その後の降雨により、容易に土石流が発生することによる。



写真－4.3.11 S. Burns 前会長の基調講演

この事実を基に、年間降雨量と当該地域の樹種・植生区分を行い、400 mm/年以下の乾燥地帯では容易に、同 400～600 mm/年の準乾燥地帯では普通に森林火災が発生すること、その後 5・10 年に降雨によって土石流が発生することを指摘した。そして、【世界的な地球温暖化によって台風やハリケーンなどの巨大化と頻発化が進行しており、ひいては降雨量の増加によって地すべりや土石流を頻発することとなる】ことが教訓であると報告された。いつもの講演のように、身振り手振り、また抑揚のある語り口で熱い講演であった。72 歳になられるとか、その年齢とは思えないパワフルな話っぷりであった。

基調講演は、何れも興味深いテーマで研究の成果を基にされた、聴きごたえのある内容であった。とくに Burns 前会長の講演テーマについては、2018・2019 年にかけてカリフォルニアやブラジル、またオーストラリアにおいてこれまで経験したことのない森林火災が連続し、しかも規模が甚大となった。同時に温暖化、熱波や北極・南極における高温時期の出現などがあり、時宜を得たテーマだったのではと思った。国内においても、これと同様に 2011 年の東日本大震災における植生流出地において、土石流の発生などがみられるとの最近の報道もあり、この問題に対する取り組みは重要と感じた。

4.3.2 テクニカルセッション

第 1 日目のテクニカルセッションでは、全 9 分野のうち、4 会場で 7 分野 40 の技術発表、および 10 の招待講演があった。この他、IAEG 技術委員会主催の TC-25「地質工学的モデル」が地下 1 階の会議室 3 で終日開催された。本報告では、日本からの出席者の発表を中心に以下に記す。

地すべり・土石流：GHL のセッションでは関係者 3 件の発表があった。応用インターの加地広美氏(写真-4.3.12)が、地すべり面とその周辺について、ボーリングコア不攪乱試料を用いた XRD や SEM による微細構造の分析結果を基に、滑動前のすべり面周辺の状況の推定について詳細な報告がなされた。

応用地質の王チャオウエン氏(写真-4.3.13)は、降雨の不確実性と分布する土質性状を基にした評価により地すべりの発生可能性に関する報告がなされた。

シン技術コンサルの山岸宏光氏(写真-4.3.14)は、2018 年北海道胆振東部地震で発生した地すべりについて報告された。まず、空中写真判読により発生地すべりを 3 区分し、さらに GIS により地すべりと地質との関連性を検討、これらの結果から地すべり区分と地形の関係を報告された。

土質および岩盤力学：SR のセッションでは、基礎地盤コンサルタンツの多田啓亮氏(写真-4.3.15)が、中部シンガポールで発見されたタフィサイト：Tuffisite の分布や性状に関する報告をされた。タフィサイトは基盤を貫いて不規則に分布し、室内や現位置の試験結果では性状も様々であり、それぞれの岩相を反映した多様な工学的性質を示し、掘削などにあたっては注意が必要なことを指摘された。聴講に際し、この「タフィサイト」という地質名は初めて耳にした。地学事典によればカルデラや火山構造的の陥没地、いわゆるコー



写真-4.3.12 加地氏の発表



写真-4.3.13 王氏の発表



写真-4.3.14 山岸氏の発表



写真-4.3.15 多田氏の発表

ルドロンの縁辺部に環状岩脈として産出するとのことで、海外の辞典(Glossary of Geology: American Geological Institute)では「Intrusive Tuff」と同義語と記されている。今回産状やその工学的性質の多様さを知り、トンネルやその他の構造物周辺で、この地質が分布するとなったら、とても厄介だなと個人的に感じた。

建設および維持管理：CM のセッションでは、土木研究所の佐々木靖人氏(写真-4.3.16)が、日本の建設工事における地質リスクマネジメントの重要なポイントについて報告された。2016 年の博多の地下鉄トンネル陥没事故などを事例に、地質リスクマネジメントにおいて重要な点は、設計や施工技術者とのコミュニケーションならびに応用地質技術者のスキル向上、事業計画段階から応用地質技術者が関与すること、および計画から竣工までの各段階でリスクマネジメントが可能な体制を作ることを強調された。



写真-4.3.16 佐々木氏の発表

4.3.3 ポスターセッションほか

ポスター発表会場は、地下 2 階のメイン会議場や登録カウンター、企業ブースと同じフロアの一部に設定された(写真-4.3.17)。

国際航業の山田大介氏は、2018 年 7 月の西日本豪雨で発生した土石流に関して、地形と災害発生個所の関係、とくに発生溪流の幅と深さに関する特性を発表された。国際興業の山下久美子氏は、近年日本における土砂災害のうち 2016 年から 2018 年の台風や豪雨災害について、地域や地形、地質、降雨の特性を整理し、その結果から地域特性を考慮することが、防災や減災に有効であることを発表された。



写真-4.3.17 ポスター発表風景

1 日目の夕刻には、40 才以下を対象とした若手技術者の集まり YEGs(Young Engineering Geologists)が開催された。まず会議室に集合し若手と IAEG 主要委員との立食懇親飲み会、その後会場を移して意見交換、懇親が図られた(写真-4.3.18)。この YEGs については、午前中の開会式の最後に目的や活動の方向性などの説明があり、IAEG の活発化や、各国間のコミュニケーション促進、技術力向上などを目的としており、同日夜刻に集まりがあるとの案内があった。

ただし、JSEG からは航空便の欠航などもあり、参加されなかったことは残念であった。



写真－4. 3. 18 YEGs 立食会と二次会の状況

4. 4 会議 2 日目 Jeju Geo-Park Tour, Banquet (茶石貴夫, 山田大介)

4. 4. 1 ARC-12

台風で欠航になった団員の代替便が 9 月 25 日になったため、会議 2 日目の 25 日も参加したのは Council Meeting に出席した 3 名と先に別便で到着した武田, 山田, 多田団員の 3 名であった。2 日目は、午前が基調講演と技術発表で、昼食も合わせて午後は Field trip (Jeju Geo-Park Tour)に出かけて、夕刻にホテルに戻って ARC-12 の Banquet という予定である。後発となった向山副会長以下 7 名は Banquet に間に合うかどうか、ということであった。

午前 10 時から岡山大学中性子医療研究センターの市川康明教授の基調講演で、日本の放射性物質の安全な処分と題して東日本大震災の津波災害、福島原発 1 号機の事故、それらに対する対応等について講演された(写真－4. 4. 1)。



写真－4. 4. 1 基調講演をする市川康明教授

市川教授は元名古屋大学に在籍され、そこで教えた韓国の研究者が何人かいる、という経緯で ARC-12 に招かれたということであった。KSEG 現会長の Prof. Yong-Seok Seo もその一人である。

12 時になって Field trip 参加者がホテル玄関に集合し、バス 8 台ほどに分乗しての出発となった(写真－4. 4. 2)。参加者は約 300 人ということであった。9 月 23 日のプレ巡検のガイドであった元英語の先生であった女性ガイドと立ち話をしたが、「大人数過ぎて大変だ」と言って喜んでいた。

300 人が昼食をどこで取るのか、と思っていたが何とロッテホテルの地下の大食堂(調査団拠点ホテルから徒歩 5 分。大変美味のため滞在中に計 3 回利用)であった(写真－4. 4. 3)。土木研究所の佐々木氏と一緒に韓国の鍋の昼食を食べたが、料理の味はともかく箸の扱いに慣れない海外の方(特に女性)は難渋していた。IAEG 会長の Azzam は中国に滞在していたことがあるとかで、箸には慣れているようであった。

ちなみに、台風による大量キャンセル発生のためか、丸々1テーブルで手付かずの鍋が複数残っており、食べっぷりに自信のある猛者たちが汗だくになりながら各々2鍋目に挑んでいたのが印象的であった。



写真－4.4.2
午後の巡検への出発
トリノの記念バッグを
背負っているのは土研の佐々木氏

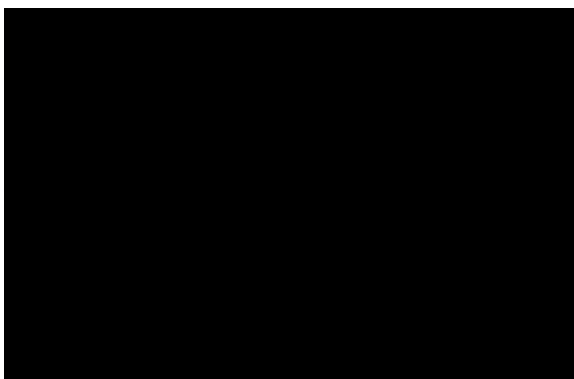


写真－4.4.3 左:300人という大集団での昼食風景
右:箸には慣れていないというドイツの Dr. Rafig Azzam IAEG 会長

4.4.2 Field Trip

Field trip の目的地は Jeju 島の代表的な観光地の一つである Mt. Sanbangsan(サンバンサン)と Yongmeori(ヨンモリ)海岸である(図－4.4.1)。前者は標高 395mの約 80 万年前に形成されたデイサイト質の溶岩ドーム、後者は Jeju 島で最も古いとされる約 100 万年前の水中火山体の噴出物が形成した堆積物で、その山形が龍が頭を下げて海に飛び込む姿に似ていることから龍頭海岸と呼ばれている。Yong は韓国語で龍、Meori は頭を意味する。

図－4.4.1 Field Trip 案内図





写真－4.4.4 ヨンモリの堆積物と背後のサンバンサンの溶岩ドーム



写真－4.4.5 バス到着ごとにサンバンサンの入口にて記念撮影

サンバンサンは約 80 万年前に珪長質で粘性が非常に高い流紋岩質溶岩が火道から緩慢に噴出した塊状の溶岩ドームである(前出**写真－4.4.4**)。Jeju 島の南西部の低地にそびえるベルのような形の山で、どこからでも見ることが出来る。海岸に近く高いことからサンバンサンの頂上付近に垂れるか渦巻くような雲がしばしば見えて、山の各面で気象が違っている。このような気象の違いは植生に大きく影響し、特に火山性の環境による特徴がある自生植物が見られる。

サンバンサンの姿は、山裾から見上げるような山容の大きさと、切り立った大きな柱状節理を持つ山肌が見えて、かなりの迫力である(前出**写真－4.4.5**～**4.4.7**)。山体の下部は径数 m の柱状節理が発達しているが、上部は岩塊状をなしている。道路までは到達しないのであろうが、北東側の山裾には径数 m 以上の崩落した岩塊が散在している。



写真-4.4.6 サンバンサンの山容。山体の下部は径数mの柱状節理が発達している

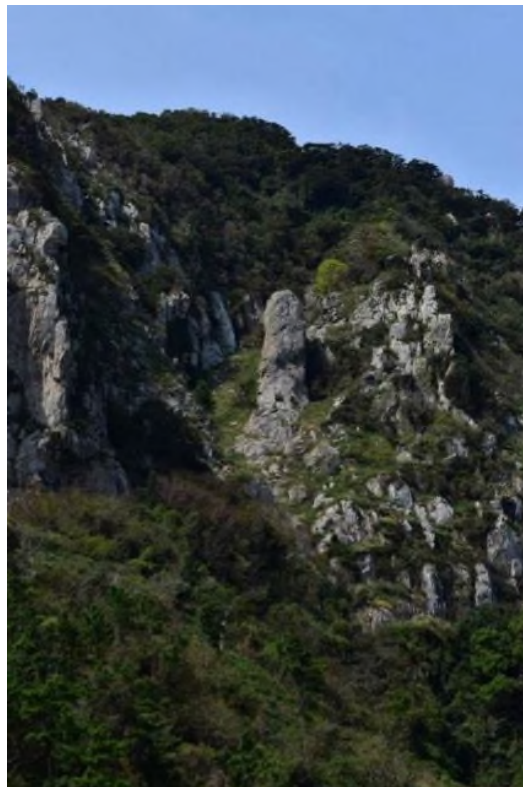


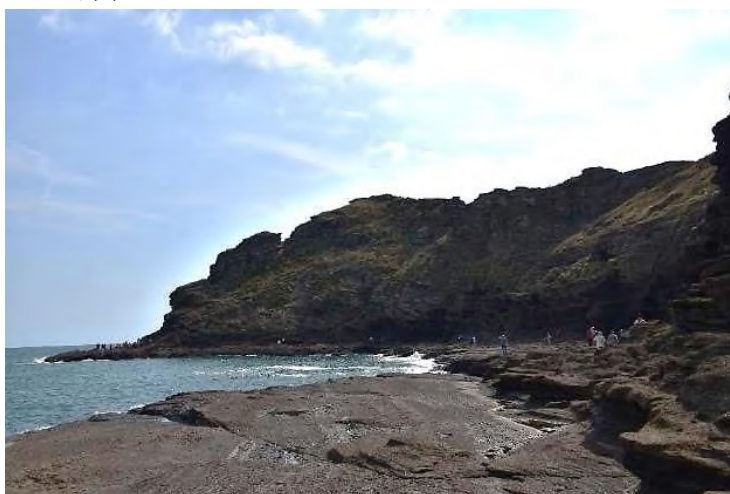
写真-4.4.7 山体上部の岩体は岩塊化し、今にも倒壊しそうなものもある

山塊の東側の道路沿いには、下位にヨンモリ水中火山帯のスコリア質堆積物、その上位に薄い砂丘堆積物(aeolian 堆積物、**写真－4.4.8**)、その上をサンバンサンの溶岩が覆っている露頭があり、案内板が設置されている。



写真－4.4.8 砂丘堆積物(灰白色部)を覆う溶岩の露頭

ヨンモリはその高さに比べて広いクレーターを持つ水性マグマ火山タイプのタフリングの残存物である(**写真－4.4.9**)。サンバンサンを背後にしながら丘を下って岩壁の中の狭い通路を降りていくと、平坦な海蝕棚の上を歩いて、ぐらりと一周することができ、途中には釣り人やサザエ売りの漁民等がいて旅行者の観光コースになっている。人数が多く、Field Tour といっても途中で地質の説明があるわけでもないの、それぞれが景色を楽しみながら歩くだけである(**写真－4.4.10**)。



写真－4.4.9 ヨンモリ海岸の北からの遠望。龍が海に飛び込む姿勢に見えなくもない



写真－4.4.10 海食崖の隙間からヨンモリ海岸に降り立った土研の佐々木氏

堆積物は、多少ラミナがある、ほぼ規則正しく細かく水平に成層したスコリア質粗粒凝灰岩で、色調が暗い茶灰色なので遠目に黒っぽく見える(写真－4.4.11)。水平の縞模様をなす地層に縦方向のクラックが入り、切り立った海蝕崖が波風によってさまざまに浸食されていろんな形状をなしていることが、観光客の目に珍しく映えると思われる。平坦な波蝕棚を歩くのは快適であるが、日本の房総や三浦半島に発達している地震隆起による波蝕棚を思い起こさせるものがある。

岬の先端付近に近づくと、写真－4.4.12～4.4.13 に示すような新旧堆積物の重なりが見られる。写真の右側の堆積物を削り、それを覆うように新しい堆積物が重なっており、上に載る堆積物は写真の左方向に傾斜している。この境界は単なる浸食ではなく、上に重なった噴出物が重力で違ったように見受けられ、かつ、噴出時の振動等によって乱れたと推察される。また、右側の堆積物に乱れがまったくないので、新旧の噴火時期にはやや間が空いていたのかとも思われる。



写真－4.4.11
玄武岩質のスコリアが
縞状に成層した凝灰岩層



写真－4. 4. 12 岬の先端付近に見られる新旧噴出物の重なり
一見，左側が落下した断層に見える



写真－4. 4. 13 右側の堆積層に乱れがなく，境界は
面なし断層のように幅があり固結している



写真－4. 4. 14
背後のヨンモリ火山堆積物に共役小断層が見られる。人物は IAEG 事務局の Zhao Fengwen



写真－4. 4. 15 岬の西側
ヨンモリの火山噴出物を新しい黒色の玄武岩溶岩が覆っている



写真－4. 4. 16 手作りの済州みかんジュース
(島内観光地の至る所で屋台販売)

ヨンモリ海岸の入口にある売店で購入したジュースでなくミカンは、27 日のハルラ山の山登りにも持っていかれ、早々に休憩所で配られた。

4.4.3 Banquet

夕方 6 時からホテルの ARC-12 会場で始まる Banquet の直前に向山副会長以下 7 名の後発班が到着し、いきなり宴会からの参加になるという貴重な経験になった。会場の入口の箱に、予め配られていた各自の Name カードを入れるところから始まった。とても広い 400～500 人は入れるという会場に多くの円テーブル、舞台がセットされていて自由に座った。

そのうち、舞台の正面のテーブル三つには IAEG 役員関係と各国の代表者が席に着いた。オープニングの挨拶は、ARC-12 の開会式を担当した Prof. Jaehyung Yu が衣装を変えて行った。続いて、KSEG 会長の Prof. Yong-Seok Seo が短い挨拶、IAEG 会長の Dr. Rafiq Azzam と前会長の Prof. Scott Burns が乾杯の音頭をとった。

乾杯の後は、韓国の艶やかな伝統舞踊である(写真-4.4.17 左)。私には、少々時間が長すぎる感があったが、欧米人には受けたと思われる。これが終わったところで、ビュッフェ形式の料理で酒宴となり、Prof. Jaehyung Yu の進行で余興が始まった(写真-4.4.17 右)。会場の入口で各自が入れた Name カードを彼が取り出して参加者の名前を呼んで、ゲームをするという余興であった(写真-4.4.18 左・中)。



写真-4.4.17 左:艶やかな伝統舞踊, 右:余興の進行をする Prof. Jaehyung Yu



写真-4.4.18 左・中:韓国版「あっちむいてホイ」、右:Banquet「当たり Table」一

調査団関係のメンバーが占めたテーブルの一つは、たまたま国際航業チームの様相を呈していたが、何故か連続して名前を呼ばれた。そのうち数名は豪華景品の獲得に成功し、多に盛り上がった(写真-4.4.18 右)。翌日、Scott に会ったら、「昨晚のお前は面白かったな」というようなことを言ってからかわれた。

4.5 会議3日目(多田啓亮)

4.5.1 ARC-12

早くも ARC-12 も 3 日目(後発隊は初日)となり、二人の基調講演と技術発表、ポスターセッション、Closing ceremony があった。

技術発表では日本からは平田氏より GHL セッションで 2018 年広島豪雨災害における高田流紋岩分布域で発生した地すべりの地形・地質的背景の発表があった。安田氏からは CM セッションでベトナム中部石灰岩分布域での基礎施工における問題点とその対処方法の事例紹介があった(写真-4.5.1)。

ポスターセッションでは日本からは伊藤氏に加え、旅程が遅れたために所定の日に発表できなかった団員(大竹氏、田中氏、山下氏)のために事務局がスペースを作ってくれた。そこに、ちょうど災害地質を専門にしている Prof. Scott Burns IAEG 前会長がポスターを見て回っていたので、短時間ではあったが日本のメンバーと交流した(写真-4.5.2)。

伊藤氏はジルコン U-Pb 地質年代測定から得られたスマトラ島北部トバカルデラ複合岩体のマグマ史の新しい知見を述べ、また次の超巨大噴火への将来予測にも言及していた。大竹氏は東北の南部地域の新第三紀背弧堆積盆地縁辺の地質構造(背斜、凝灰岩層、砂岩泥岩互層)と地すべりの関係の紹介、田中氏は高品質ボーリングコアの X 線 CT 画像解析を用いたすべり面や地すべり土塊の内部構造調査結果を紹介していた。山下氏は近年日本で発生した 3 つの土砂災害(平成 28 年台風 10 号、平成 29 年 7 月九州北部豪雨、平成 30 年 7 月豪雨)を空中写真判読と現地踏査の観点から地質学的特徴を分類し、同じ土砂災害でも違いを理解することが今後の対策につながると紹介していた。



写真-4.5.1 発表中の平田氏(上)と安田氏(下)



写真-4.5.2 ポスター会場にて，Scott Burns IAEG 前会長と日本のメンバー

基調講演は，中国の Prof. Faquan Wu IAEG 事務局長と，韓国の Prof. Bo an JANG IAEG アジア地域副会長が行った．Prof. Faquan Wu は応用地質学の Technical innovation と題して，これまでの調査・解析の課題と，それらに対して解決してきた技術について振り返りながら今後の展望を述べた．発表に対して，Prof. Ricardo Oliveira 元 IAEG 会長から Engineering geology の基本的なスタンスについてコメントがあった．特に，技術開発だけでなく，それらを使用し解析する人材の育成もまた重要であるというコメントが印象に残った．また，Prof. Bo an JANG は彼の電撃破壊技術の研究を紹介した．

最後に Closing ceremony が行われ，Prof. Yong-Seok Seo KSEG 会長が閉会を宣言した(写真-4.5.3)．

また，ヨーロッパ地域 IAEG 副会長のギリシャの Prof. Vassilis Marinos が 2020 年 9 月にアテネで開催を予定している第 3 回 IAEG ヨーロッパ地域会議 (EUROENGEO) を紹介し，Council meeting を開催することを報告した(写真-4.5.4)．前述のとおり，この 5 年間というもの Council meeting がヨーロッパ以外で開催されていることに危機感を持ち，これを提案したもので



写真-4.5.3 Prof. Yong-Seok Seo KSEG 会長

ある。ちなみに、彼は元 IAEG 会長の Prof. Paul Marinos の子息であり、外見上の雰囲気
が似ている。

第 13 回アジア地域会議 ARC-13 の開催地に決まっているシンガポールからは、Dr. Wu Wei シンガポール応用地質学会(SRMEG)名誉幹事がアナウンスを行った(写真-4.5.5)。開催は 2021 年 10 月を予定しており、SRMEG 及び香港地質学会(GSHK)が主催する。学会テーマは Engineering Geology for Sustainable Resources and Infrastructure Development で、人口密度世界第 2 位シンガポールのゴミ処理埋立島や地下空間開発を絡めて紹介されていた。

4.5.2 特別巡検

午後は、後発隊が島の地質を何も見ていないということで、23 日のプレ巡検で行った島の西端部にある Suwolbong Peak の海岸巡りと、サンバンサン、ヨンモリ海岸を訪れることにした。しかし、この日は南西の強風が吹いていて、ヨンモリ海岸は立ち入り禁止になってしまった。

Suwolbong の海岸の地質については、向山団員が 5.2 で紹介している。(写真-4.5.6)。



写真-4.5.4 Prof. Vassilis Marinos
ヨーロッパ IAEG 副会長



写真-4.5.5 Dr. Wu Wei SRMEG 名誉幹事



写真-4.5.6 特別巡検にのぞむ調査団のメンバー

また、翌日のハルラ山登頂にそなえてヨンモリ海岸の入口でミカンを買ひ、足慣らしと称してサンバンサンの麓にある寺院への階段を登り降りした。この日の午前 Prof. Yong-Seok Seo が天気予報を見て明日は午後から雨らしいと言っていたが、強い南西風が登山の不安を感じさせる予兆であった。この日の夕食は、明日のハルラ山登頂の無事を祈念し、ロッテホテル脇のレストランで ARC-12 に参加した日本の関係者も交えて食事会となった。ガイドの朴さんがうまく手配してくれたため、参加者は存分に済州島の韓国料理を満喫することができた(写真-4.5.7)。



写真-4.5.7 明日のハルラ山登頂を期し ARC-12 最終日に集う関係者

4.6 UNESCO Natural Heritage Tour(武田和久)

4.6.1 ハルラ山登頂を断念し—ユネスコツアー参加へ—

JSEG 調査団では会議終了の翌 27 日にハルラ山登頂が計画され、メンバーはこれに参加することとなっていた。ただ、事前情報によると、登りから下山までに概ね 10 時間ほどかかる行程であり、そのルートもかなり急勾配に見受けられた。従って、自分自身の体力や過去のヒザ関節加療状況などを考慮して、事前にハルラ山登山は断念、現地に行ってからポストツアーなどへの参加を検討することとした。

そして済州島到着後、会議初日朝の参加登録時に、ユネスコツアーへの参加が可能かを打診したところ、既に人数が多く難しい状況であるとの回答であった。しかし、夕刻に再度確認したところ幸運にもキャンセルがあり受入れ可となり、また費用についても、航空便欠航により不参加となったプレツアー費用と相殺して頂き、最終日の本ツアーへの参加となった。

4.6.2 ツアーの概要

今回開催された「ユネスコ世界自然遺産ツアー」は、前述のように基調講演において韓国地質資源研究院：KIGAM 名誉研究員であるビュンジョー・リー(Byung-Joo Lee Dr.)博士が「済州島における第四紀火山と地質構造特性」として、概要説明がなされている。すなわち、済州島の地形や地史、地質の見どころについて、参加者は概ね理解がなされており、さらに本ツアーにリー博士が同行され直接見学地において解説を頂いた。

また各巡検地に関しては、約 20 ページからなるガイドブック²⁾が配布され、理解を深めることができた。なお KIGAM の資料によれば、リー博士は地質図作成や防災関連部署に 40 年ほど所属し、15 以上の地域地質図作成、100 以上の地質構造調査に関する研究論文を発表されており、2005 年には韓国政府より科学功労者賞を受賞している。

本ツアーの行程は図-4.6.1 に示すように、会議場のホテルから反時計回りに済州島の南海岸の Stop1、同東端海岸部の Stop2、そして北東部へ廻り Stop3、そして島中央部のハルラ山の東麓を通過してホテルに戻るルートが設定された。済州島の火山地質図を図-4.6.2 に示す。なお、この平面図には文献²⁾で分析結果が示された K-Ar 年代測定結果も併記した。各巡検地点の主要観察目的は以下のとおりである。なお、本ツアーのガイドブックに添付された済州島の地質平面図には地点名や凡例がなかったことから、上記文献を引用した。

- ① Stop1 ソギポ層(西帰浦層) 済州島の基盤岩であり海成化石を多量に含む前期から中期更新世のソギポ層、ならびにこれを覆う玄武岩溶岩を観察
- ② Stop2 ソンサンイルチュルボン(城山日出峰) 海底火山噴火によって形成された火砕丘(Tuff Cone)が作る火山地形やスコリア丘、堆積構造などを観察
- ③ Stop3 マンジャングル溶岩洞窟(万丈窟) ハルラ山の北東部、コムンオルム側火山から流出した溶岩が作る巨大な溶岩洞窟-トンネルを観察

以上の 3 地点が主要巡検箇所となるが、Stop 1 の観察後に空がどんより暗くなり、昼食

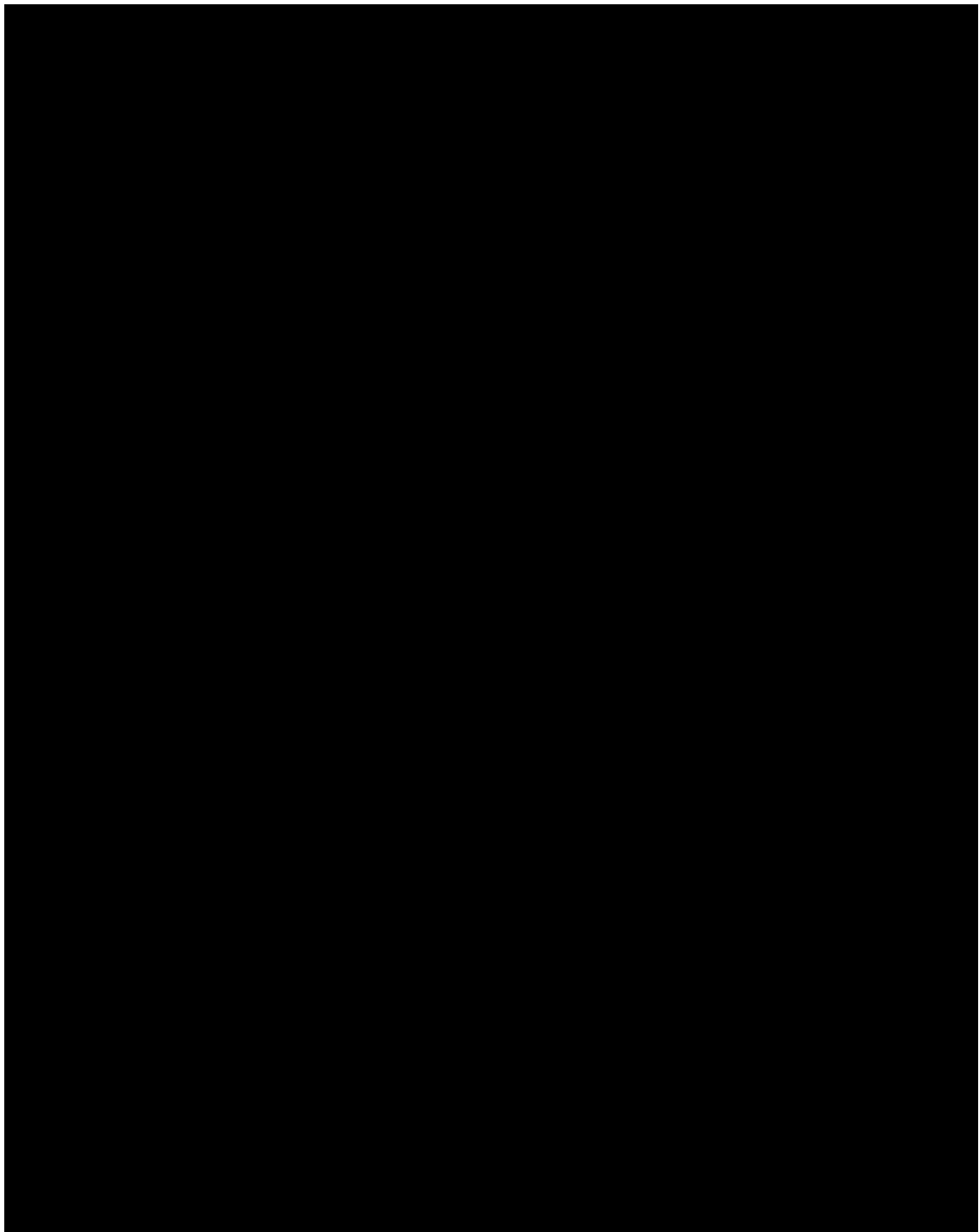
をとって Stop2 の観察開始時にはどしゃ降りの大雨，歩くのもままならないほどであり，Stop2 の火砕丘内部の踏査をキャンセルし，雨にあたらぬ洞窟内の観察が主となる Stop3 へ移動した。写真-4.6.1 にツアー参加者の集合写真を示す。なお，筆者はハルラ山に登頂した調査団メンバーとの夕食会に参加することとしたことから，Stop3 マンジャングル観察後にタクシーで済州島空港の北に位置する海鮮レストランに向かい，それ以降はツアーとは別行動となった。



図-4.6.1 ユネスコ自然遺産ツアーの行程概要，各観察地点¹⁾



写真-4.6.1 ツアー参加者集合写真(帰着ブーヨンホテル前)



図－4. 6. 2 濟州島の火山地質図および K-Ar 年代測定結果

火山地質図と分析結果は文献 2, 日本語凡例は文献 3 より引用. 両資料とも同一地質図

4.6.3 Stop1：ソギポ層(Seogwipo：西帰浦 Formation)

- 見学対象： 濟州島の基盤となる最下部層であり，かつ海成化石を多産するソギポ層の堆積岩を観察，またこれを覆う玄武岩溶岩(Trachy Andesite)露頭を遠望.
- 層 準： 前期から中期更新世(2.6–1Ma)に属するソギポ層(Seogwipo Formation)と，これを覆う玄武岩溶岩(1.0Ma).
- 見学結果： 厚く化石床が層状に堆積するソギポ層の堆積構造や産状を観察. 西側の海食崖には，ソギポ層を覆う溶岩が遠望できた.

ツアー集合時間である午前9時前から，ホテルのロビーやフロント前に参加者が集まり，ARC-12 事務方や旅行代理店の担当者が名簿による点検を行い，総勢 80 名程度で 2 台の大型バスに分乗，出発した. この出発時間帯は，濟州島文化ツアーも同時刻の出発であり，かつツアー後に空港へ行かれる方もいたようで，人と大型の荷物などが重なり合っ，ごった返していた. 上空は前日までの天気予報のとおり，灰色となり厚い雲が垂れ込め，夕刻まで何とか雨が降らずにもってくればいいなあ，と願いながらのスタートとなった.

Stop 1 までのバス内では，道路沿いに見られる 2002 年日韓サッカーワールドカップで利用したスタジアム，あるいは南側の海上に見られる虎島，その言われなどの他に，濟州島の歴史や文化，暮らしや風俗などについて，詳細な説明があり興味深く聴いた.

Stop1 については**写真－4.6.2**のように現地でもリー博士から概要説明を受け，さらに露頭近傍にはハングルと英語による詳細な地質に関する解説があり，理解に役立った.



写真－4.6.2 ソギポ層の露頭を前にリー博士から概要説明, 沖合は虎島

(1) 濟州島の基盤の形成

濟州島では，第四紀前期更新世の約 1.8Ma には水中火山の活動が継続的に活発となり，その火口周辺には火山砕屑岩，および海成の堆積物が連続的に堆積しソギポ層の層厚は 100m に達した.

その後ソギポ層堆積後も火山活動は連続し，溶岩が上部を被覆，あるいは貫いて分布し，

これらのソギボ層や火成岩類は濟州島の基盤岩となっている。ソギボ層の分布については調査ボーリングによって分布深度が確認されており、標高にして+120m から-120m にまで及んでおり、その分布標高の高まりは島の中央部であり、ソギボ層の分布形状が濟州島の地形の基礎となっていると言える。また、Stop1 の海岸部は、濟州島において地表でソギボ層の露頭が唯一確認できる場所である。

写真-4.6.3 には現地の説明版を示したが、図の左側に堆積時の古環境を、右側には現在の状況を模式的に描いている。

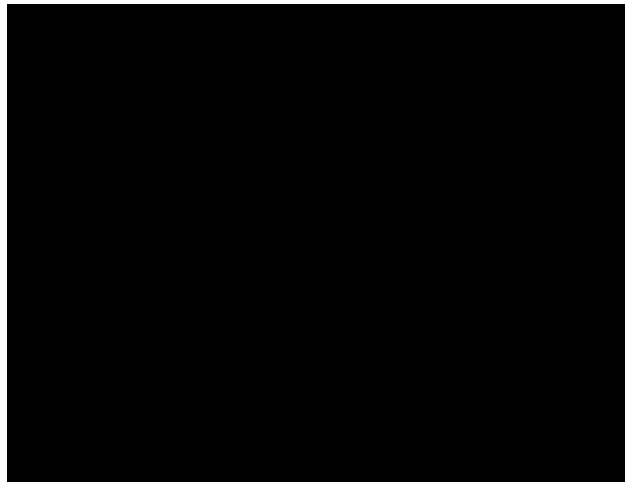


写真-4.6.3 濟州島の古環境予測図(左図)と現在(右図)

(2)地質構造

前記のソギボ層は、**写真-4.6.4** に示すように露頭西側の海食崖の上部に、玄武岩質の溶岩(Hawaiite-Trachy Basalt or Andesite)に覆われていて、その噴出年代は 0.4Ma とされる。ソギボ層は主に玄武岩質の火砕岩と一部は非火成の堆積岩からなり、おおむね露頭の下半部は浅海性の岩相を示し、上半部は非海成でかつ化石を含まない。

堆積相と古環境の分析結果によると、ソギボ層は泥勝ちの大陸棚外部、砂勝ちの同内部、内陸部の碎屑性堆積物、ならびに汀線付近の地形の影響を受けた沿岸堆積物など、様々な条件下で形成された堆積物である。



写真－4.6.4 海食崖の下部に分布するソギボ層, およびこれを覆う玄武岩溶岩¹⁾

(3) ソギボ層から産する化石の多様性

ソギボ層は主に写真－4.6.5 に示すような産状で二枚貝, サンゴ, ウニ, サメの歯など, 浅海性の暖海を示す様々な種類の海成化石を多産する。

一方では, 寒冷の環境を示す生物化石も一部認められ, 済州島周辺の古環境を考慮するうえで貴重な試料となっている。これらの多様な化石の種類や豊富な産出個体数から, ユネスコの自然遺産として指定されたものである。



写真－4.6.5 二枚貝からなる化石床と穿孔貝の化石痕¹⁾

(4) 岩相変化と古環境の推定

上記のように化石を多産するソギボ層であるが, 一部に化石を含まない4層の凝灰岩ユニットを挟在している。これらは, 沿岸域に位置した水中火山の噴火によって生成されたもので, 火砕サージの堆積物である。

この無化石のユニットの堆積速度は化石を多産する層準に比べ, 非常に早い堆積速度を

示し、水中を示唆する級化現象も認められない。従って、これらの岩相変化や堆積構造、古環境の変遷などの点からも、学術的に貴重な地質自然遺産と認められた。

(5) 水理地質構造

上記のようにソギポ層は地質分布や性状、地質構造や含有する化石などから興味深い地質となっている。また、その上部を覆う溶岩は複数のユニットから構成されており、それぞれのユニット境界を中心に不透水層を挟在している。これらの地質条件からユニット境界が止水層：バリアとなって何枚もの地下水が認められ、いわゆる宙水として存在している(図-4.6.3)。そして地下水は崖地の一部に湧出し、当該地域で「ヨンチョンス」と呼んで湧水として利用されている。

これらの水理地質構造上の特性によって、歴史的に豊富な湧水群に恵まれ、ソギポ（西帰浦）地区が済州島の交易港として繁栄した要因のようである。

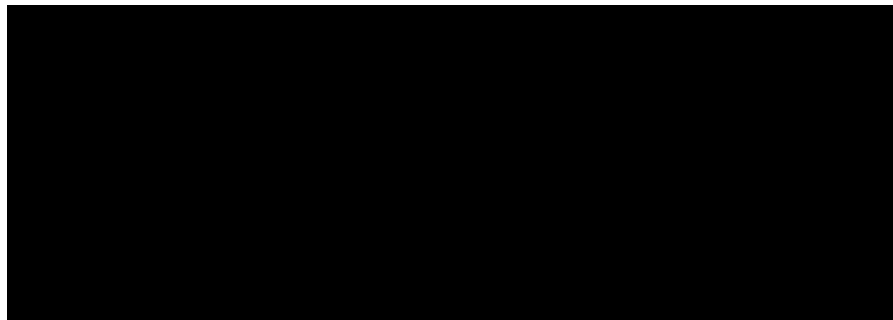


図-4.6.3 済州島模式地質断面

図中の青色が地下水層、溶岩ユニット境界に伏在

4.6.4 Stop2: ソンサンイルチュルボン (Seongsan Ilchulbong: 城山日出峰)

- 見学対象： 10 万年前の海底火山噴火によって形成された火砕丘(Tuff Cone)が作る火山地形(Stop2-2)やスコリア丘、堆積構造(Stop2-1)などを観察する。
- 層 準： 後期更新世(0.10Ma)の海底火山による火砕丘(図-4.6.4 参照)。
- 見学結果： 現地到着後に大雨となり、Stop2-2 はキャンセル。Stop2-1 についても豪雨で露頭に近づけず、主に案内所における概要説明のみとなった。

済州島南部の Stop1 西帰浦市からバスで同島の東端へ移動、途中で馬肉焼肉鍋の昼食をとり、その頃には雨が降り出した。食事後「城山日出峰」に到着する時には既に大雨となり、参加メンバーは支給された簡易レインスーツを着込んで、バスを出ることになった。

結局、上記のとおり野外調査は出来ず、案内所において写真や映像を中心とした簡易な説明があり、その後 Stop2-1 の海岸線まで下りた。しかし、大雨で動きが取れず海女さんの作業小屋で小降りになるまで雨宿りをし、バスに戻った。Stop2「城山日出峰(ソンサンイル

チュルボン)は、済州島を代表する景勝地のひとつであり、絶景がみられると期待したものの、13:40には参加者の携帯が一斉に鳴るエリアメール【緊急警報-豪雨(ハングル語)】が届くほどの大雨になり、視界が全くきかない状況であった(写真-4.6.6).

この時間帯に、ハルラ山登山をされている調査団メンバーの皆さんの安否が心配になった。しばらくして、Line 通信仲間になっていた大竹重則さんからのメール「15分前に頂上に到着、下山中です。暴風雨！」(12:40 受信)という連絡があり、こちら下界の大雨から想定し、さぞかし山では大変だろうなと推測した。これらの顛末は、当日夕刻に合流した会食時に詳細を聞いて、安堵した次第である。

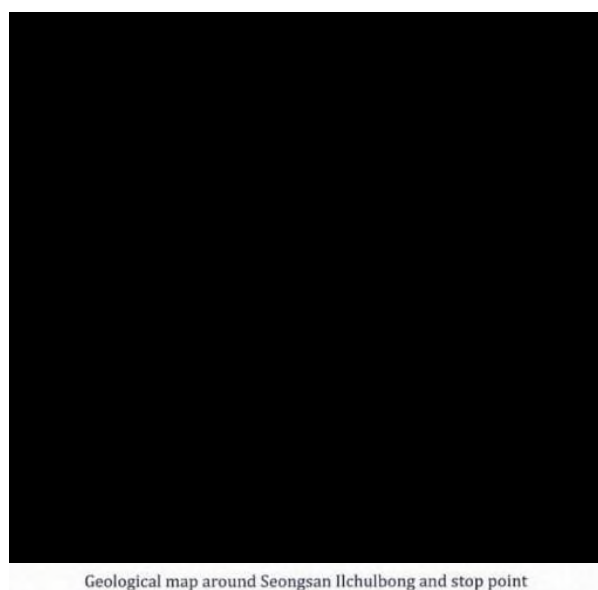


図-4.6.4 城山日出峰巡検地と地質概要
巡検がドックから



写真-4.6.6 城山日出峰案内所ゲート、午後1:30頃の豪雨

(1)城山日出峰の形成

今から約 10 万年前, 濟州島の東側の沖の海水が沸騰し, マグマの水蒸気爆発より生まれたのが城山日出峰である。

城山日出峰は典型的な火砕丘(Tuff Cone : Ring)である。火砕丘とは火山碎屑物が積もってできた丘を意味し, 1 回の噴火により作られるのが一般的であるが, 城山日出峰では噴火が大きく 3 段階に分かれて形成された。

その過程は, まず城山日出峰の東にある小さな岩島(セッキョンサン)付近を中心に火山が噴火し, 現在の城山日出峰の下部を形成, 次に西側で再び火山が噴火し中間部ができた。そして, 2 回目の噴火口のさらに西側で最後の火山が噴火し, 現在の上部が形成され城山日出峰の全容となった(写真-4.6.7 参照)。

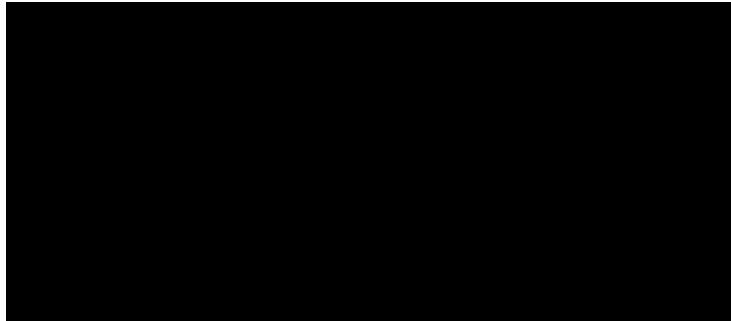


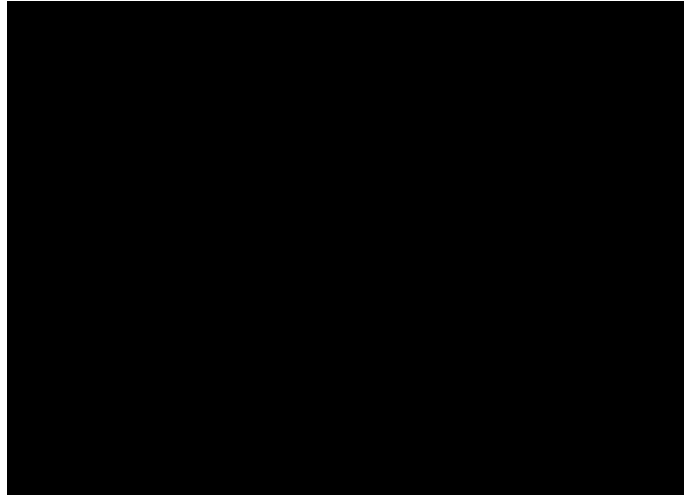
写真-4.6.7 案内所説明版の水中噴火想定図

(2)地形や

景観

城山日出峰の頂部標高は 180m, 火砕丘の直径は概ね 600m であり, 東側の一部が削剥・欠如しているものの, 海面から勾配 40・70°と急な外壁を有しており, 高さに比して噴火口が大きく Tuff Ring と呼べるような円形を呈している(写真-4.6.8)。

火砕丘を縁取る円形の外縁は, 99 個の岩峰が噴火口を取り囲んでおり, その内側は 10ha ほどの広大な草原となっている。島の東端から西北部に案内所や駐車場が整備されており, 頂上までは階段が設けられ, 1 時間程で往復できるとのことである。世界遺産に制定以降は年間 300 万人もの観光客が, 山頂からの眺めを体験すべく訪れており, 資料によれば過去には火口丘内で馬の放牧も行われていた。



写真－4. 6. 8 城山日出峰

巡検がドブツから

(3)現地調査の状況

前述のように大雨のなかバスを降りて、案内所で概要説明を受け、その後案内所の北側の階段を降りて**写真－4. 6. 9**に示す Stop2-1 の海女小屋まで行った。そこでは小屋の背後の露頭を観察する予定であったものの、大雨になり地質境界と分布するスコリア層の観察は出来なかった。ただし、城山日出峰の北側斜面は遠望でき、**写真－4. 6. 10** および**図－4. 6. 5**のような火山碎屑岩の成層状況が確認できた。

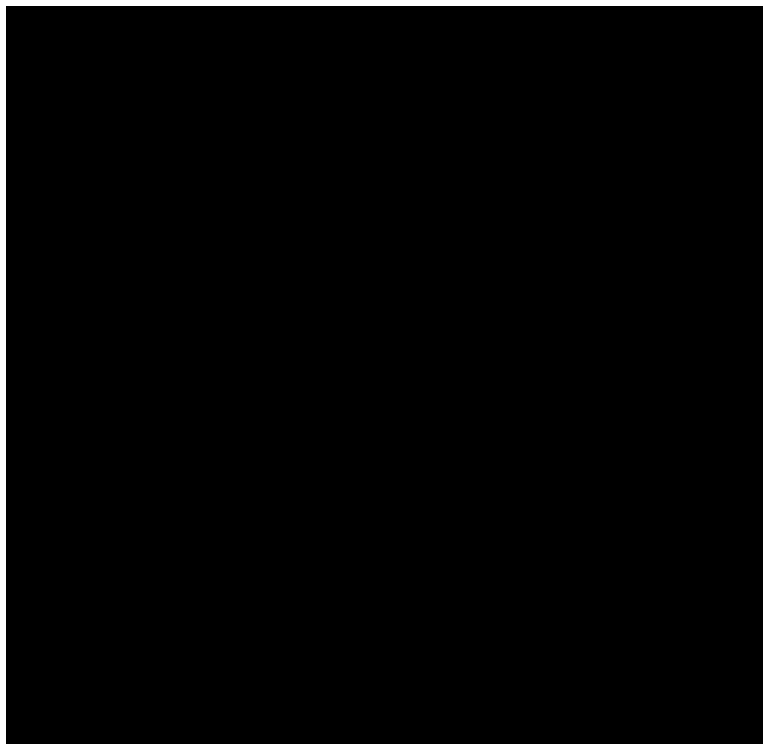
大雨になり、海女小屋の軒先で雨宿りをしたが、その軒下ではアワビやサザエなどの即売をしていたものの、参加者は冷やかすのみでまったく商売にはならないようで、海女さんたちは時間を持て余している状況だった。



写真－4. 6. 9 Stop2-1 海女小屋の背後に露出する凝灰岩と玄武岩の地質境界



写真－4. 6. 10 Stop2-1 から城山日出峰の北斜面を望む (NS 走向で西へ 20-30 傾斜)



図－4. 6. 5 城山日出峰に分布する火山碎屑岩の走向・傾斜¹⁾

4.6.5 Stop3:マンジャングル溶岩洞窟(manjanggul:万丈窟 Lava Cave)

- **見学対象：** 世界 15 大溶岩洞窟のひとつであり、済州島で最大規模のコムンオルム溶岩洞窟系(拒文岳溶岩洞窟系: 英文名 Geomunoreum Lava Tube)に属する、万丈窟溶岩洞窟を観察した。入坑可能な溶岩洞窟の延長は 7.4 kmのうち 1 kmであり、洞窟系の全体延長を合計すると 16 km以上である。
- **層 準：** ハルラ山の北東部に噴出したコムンオルム側火山から北東方向に流下した玄武岩溶岩であり、30 から 10 万年前、0.3 から 0.1Ma とされている。
- **見学結果：** 公開されている第 2 坑口から入り、山体の上部方向へ向かい観察終点に位置する石柱までを往復した。溶岩洞窟内では、生成した各種の特徴的な溶岩の産状が観察できる。洞窟内壁面は、最も新しくても既に 10 万年以上前に噴出、流下して固結・固化した溶岩であるが、つい最近噴出したもののように生々しくダイナミックで、黒色に光る色・ツヤが認められ、真新しい状況を感じさせた。

(1)コムンオルム系溶岩洞窟の概要

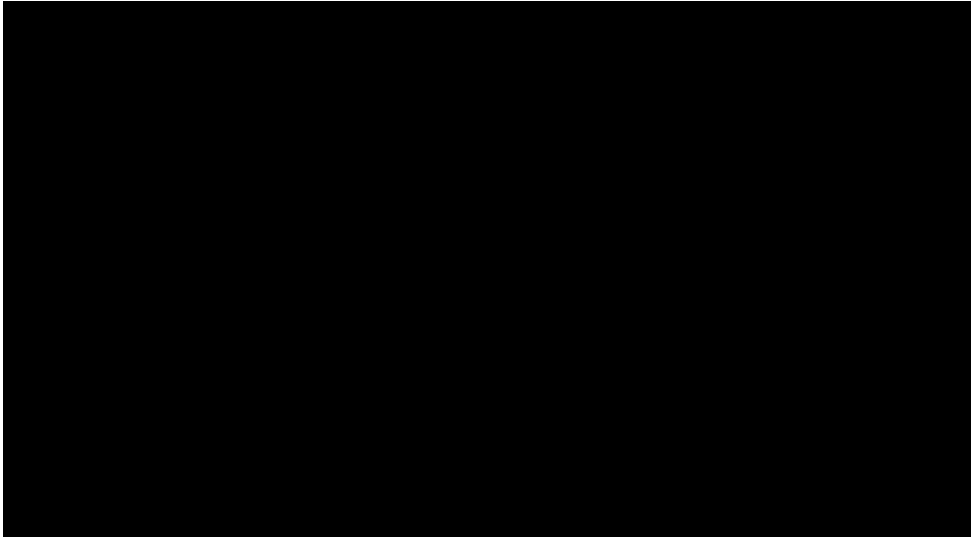
今回入手したリーフレットや現地の解説、また Web により収集できる資料⁴⁾⁵⁾⁶⁾を総合し、溶岩洞窟系全体の総括を表-4.6.1に取りまとめた。また世界遺産として登録されている溶岩洞窟のコアゾーンと緩衝地帯の平面位置図を図-4.6.6⁴⁾および図-4.6.7に示した。

同表に示した登録番号の 1～3 については 2007 年に、また 4 と 5 については 2018 年 1 月に世界遺産として追加指定された。このような状況や、後述する溶岩洞窟の生成メカニズムから推定すると、今後も新たな洞窟の発見があるものと思われる。

表-4.6.1 コムンオルム系の溶岩洞窟のとりまとめ

No	世界遺産登録番号	名称			規模 (m)		概要・備考
		読み	漢字表記	英文表記	長さ	高さ・幅	
①	1	コムンオルム側火山	拒文	Geomunoreum Volcanic Cone	—	—	本溶岩洞窟系を形成した溶岩を供給した火口丘
②	2	ベンディグル	—	Bengdwigul Lava Tube	4,481	—	溶岩洞窟の形状が複雑で迷宮、蜘蛛の巣状に延びる。溶岩柱、溶岩溝などが発達。
③	4-1	ウツサンジョングル	—	Utsanjeongul Lava Tube	2,385	—	2018年1月に上部の溶岩洞窟系の一部として追加指定された。複数段あり曲がっている。溶岩鍾乳や石筍のほか二次鉱物が認められる。
④	4-2	ブコレウム	—	Bukoreumgul Lava Tube	221	—	同上。天端の崩壊により分断される。中空が複合した溶岩が特徴的である。
⑤	5	ダエリウム	—	Daerimgul Lava Tube	173	—	同上。2箇所の天端崩壊箇所があり、洞窟内から空が確認できる。その崩壊箇所の間は、橋梁状に岩盤が残る。
⑥	3-1	マンジャングル	万丈窟	Mangjanggul Lava Tube	7,416	Max30*23	入坑した洞窟。溶岩洞窟の中で最大。3箇所の入口があるが、入坑・観察できるのは第2坑口からのみ。延長約1km間の天端・壁面・隙間には、溶岩鍾乳、縄状溶岩、溶岩棚、流線、溶岩石柱などが観察できる。
⑦	3-2	ギムニョングル	金寧窟	Gimnyeonggul Lava Tube	705	—	別名ヘビ洞窟と呼ばれている。1962年にマンジャングルと同時に天然記念物に指定された。
⑧	3-3	ヨンチョングル	竜泉窟	Yongeondonggul Lava Tube	340	—	2005年に地表電柱を移設する際に偶然発見された。溶岩洞窟の最下端は延長800m、深さ7～15mの巨大な池となっている。溶岩鍾乳、中空のストロー状鍾乳石、石筍、石柱、洞窟サンゴ、動物の骨や陶製水差しのかげらなどが発見されている。
⑨	3-4	タンチョルム	—	Dangcheomdonggul Lava Tube	260	—	1994年に農民が畑地を整地中に発見。ヨンチョングルと同様な溶岩鍾乳などが認められる。
					15,981		火山火口丘は除く

注 1) 本表は現地の説明看板、パンフレットおよびWeb資料を基に作成。横棒は不明箇所
2) 名称の読みは、邦文説明書を基にして表記した。



図ー4. 6. 6 Stop2-1 海女小屋の背後に露出する凝灰岩と玄武岩の地質境界



図ー4. 6. 7 コムンオルム系の溶岩洞窟平面(赤：コア地域，青：緩衝地域⁵⁾)

(2)マンジャングル洞窟内における溶岩の産状

溶岩洞窟内には、様々な形態の固結した溶岩が確認でき、例えば流線、溶岩鍾乳、溶岩標石、溶岩棚、縄状溶岩、中空のストロー状鍾乳石、石筍および石柱などである。これらのうち、坑内観察をして印象に残った「流線」と「石柱」について記載する。



写真-4.6.11 流線の状況
上写真鉛直、ペン15 cm、同下は水平方向の流線



ひとつは「流線」と呼ばれる溶岩が固化する途中で冷え固まる痕跡を示したもので、上部から滴り落ちる形のもの、ならびに、溶岩の流動化している部分が固結しながらその高さを減じる時に残していく流路方向に沿うほぼ水平に近い固化痕跡である。これら坑壁での状況を**写真-4.6.11**に示す。何れも溶けたチョコレートが今まさに固まったというような産状で、見事な色つやを示している。

もうひとつ「石柱」については、前述のとおり洞窟の観察可能範囲の終端に位置し、**写真-4.6.12**に示すように溶岩洞窟の天端の一部が崩れ、穴が開いており、そこから洞窟のフロア部分に屹立した形の円錐形の固結した溶岩が認められる。これらの天端や坑壁の状況、またこの石柱までに至る、上記の流線や様々な形状の溶岩の産状を見てきた後で観察した石柱は、その生成メカニズムが現地で推測できるものであった。

すなわち、まず溶岩洞窟が形成され、その後に天端の一部が裂け、上部に残っていた高温の溶岩が天端から滴り落ちて、円錐状コーン型の石柱が形成されたのではと予想された。この石柱については、円錐形の外周は凸凹が顕著で、その勾配は60°程度あり、生成時の粘性はかなり高く、流線を作るPahoehoe型のものとは異なり、いわゆるAa状のものに移化したものかと思われた。

なお、マンジャングルの溶岩洞窟は、鍾乳洞などとは異なり足もと部分のフロアは平滑で、歩きやすく、照明などが整備されていて、坑内が少し寒

写真-4.6.12 坑奥の石柱上部(手前は人影)

いことを除けば観察に快適な環境であった。

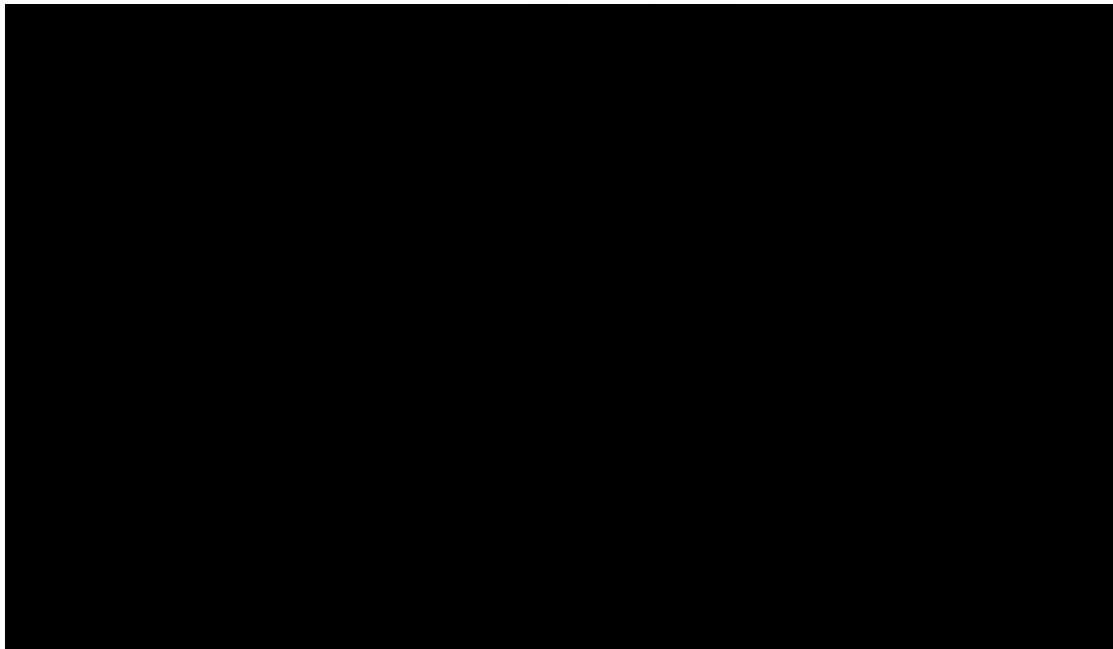
(3)溶岩洞窟の生成

上記のような溶岩洞窟はどのように形成されたのか？というのが気になるところである。今回のツアーで配布された巡検案内書、およびハワイにおける同様の溶岩洞窟の生成過程に関する説明資料を、**図－4.6.8**に示す。

これらの資料を概観し、溶岩洞窟の形成過程を簡易にまとめると以下のとおりである。資料7によれば、溶岩洞窟を形成する際の天井部の固化溶岩は、非常に優れた断熱性があり、溶岩温度測定結果から溶岩流の内部温度は、10 km程流下しても洞窟内を流下する溶岩は数度低下する程度であると言われており、洞窟内と外部は熱遮断され、これらの要因が坑内に様々な固化した溶岩の造形物を残しているものと思われる。

溶岩洞窟の形成過程

- ① 火山(側火山)による溶岩の流出
- ② 溶岩の流下経路に平坦で沢やトレンチ状の溝が存在し、そこを流下
- ③ その流下溶岩は、両側に橋を架けるように地表面が急冷固結
- ④ 一方、表面と底部は固結するものの、内部は高熱のまま流動性に富むことから、内部の溶岩が下流方向に抜け出して中空となる
- ⑤ 上記の固化過程において、前述のような流線や石柱など様々に固化した溶岩の造形物が形成された



図－4.6.8 溶岩洞窟の形成過程説明図

(a) 巡検ガイドブック (b) 資料7 ハワイ島における溶岩洞窟の形成過程想定図

(4)溶岩洞窟は将来的に安定？－応用地質学的観点から－

今回観察したマンジャングル洞窟では、高さと幅がそれぞれ最大 20m および 30m であり、応用地質技術者が知る機会がある、地下発電所などの大型の地下空洞・トンネルに相当するものである。ただし、その壁面は覆工や支保が無い、とても見事な空洞である。しかも、流動性の高い溶岩壁面は黒光りして、とてもきれいである。

前述のように洞窟内の踏前は、緩勾配というか殆ど傾斜していることを感じないほど緩く、またその表面は平滑であり、また凹地箇所には観察者のために敷石が組み込まれて歩きやすく、適度な照明やベンチなども設備されている。世界遺産として登録される前には、輝度の高い照明などによって、コケなどが繁茂し、環境変化が生じたようであり、UNESCO の指導を受け改善⁸⁾、現在は原状復旧し安定的な状態となっているようである。

ただ、観察可能範囲のほぼ中ほどに、天端からの滴水が著しく、その踏前部分には**写真－4.6.13**に示すような溶岩洞窟の伸長方向に平行な、開口割れ目が認められる。これらの状況を勘案すると、天端と踏前にはそれぞれに相応する洞窟の伸長方向に延びる開口割れ目があり、これらが透水帯となっていて、大雨時や地下水位が高い時などには、坑内への滴水となるのではないかと想像された。現況では洞窟の安定に課題は無いようであるが、これらの観測や対応がなされているかなと気になった。



本溶岩洞窟系については、新たに発見されたものがあり、済州島の西部においても同様な新洞窟が確認されている。これらの新規の発見とともに既往の溶岩洞窟の地質学的、また応用地質や生物学など科学的研究が進展することを希望するところである（済州島の火山の噴火史などは未解明なところも多く、近年世界遺産センターなどの拡充を図っているとのこと⁸⁾）。

写真－4.6.13
踏前に認められる開口割れ目（幅は

<参考文献>

- 1) Field Tour Guide Book-UNESCO Natural Heritage Tour- 19pp, Sep.27th 2019, 12th ARC of IAEG, By Dr.Byung-Joo Lee KSEG
- 2) 「韓国済州島の火山岩の K-Ar 年代とその層序学的解釈」 玉生志郎 地質調査所月報 41 巻 10 号 pp527-537 1990,https://www.gsj.jp/data/bull-gsj/41-10_01.pdf
- 3) 「韓国の地熱」 玉生志郎 地質ニュース 366 号,50-57 頁,1985 年 2 月 https://www.gsj.jp/data/chishitsunews/85_02_07.pdf
- 4) 世界遺産 HP 「済州島の火山と溶岩洞窟」 2020.1.25 閲覧 [https://whc.unesco.org/en/list/1264/multiple=1&unique_number=2314,](https://whc.unesco.org/en/list/1264/multiple=1&unique_number=2314)
- 5) Application for Minor Modification to the Boundaries of the Jeju Volcanic Island and Lava Tubes, Jan 2018, Republic of Korea
- 6) 「コムンオルム溶岩洞窟系」 2020.1.25 閲覧 https://en.wikipedia.org/wiki/Geomunoreum_Lava_Tube_System
- 7) Geology of Roadside of Hawaii, 307pp,R.W.Hazlett, D.W.Hydman 1996, M.P.Publishing Company
- 8) 済州島火山めぐり,萬年一剛,神奈川県温泉地学研究所だより,第 65 号,2015

5. 済州島の地形と地質

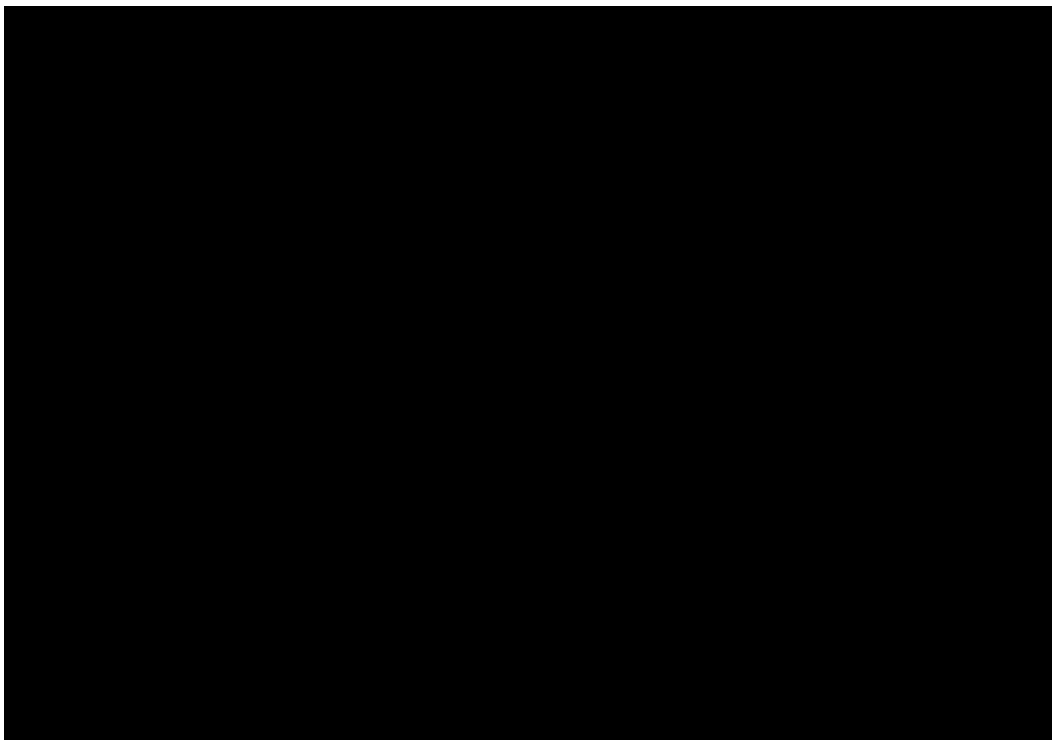
向山栄，高見智之，大竹重則

5.1 済州島の地形

5.1.1 済州島の位置

済州島は，朝鮮半島南端から約 85km の東シナ海上に位置する火山島である．日本列島との位置関係で見ると，五島列島西端の福江島から西北西に約 180km，対馬から西南西に約 220km の距離にある．済州島の最高地点は海拔 1950m であり，朝鮮半島沿岸の島嶼から済州島を望見することはできる．五島列島福江島の父ヶ岳(海拔 460.3m)からは，計算上は済州島を視認できるはずだが，確認されたという報告はない．

済州島の周囲の海底は，水深約 100～120m の大陸棚であり，日本列島との間には対馬海峡西水道に連なる水深 120～200m のチャンネルが分布する(図－5.1.1)．最終氷期の海水準が最も低下した時期に対馬海峡が陸続きになったかどうかという問題は解決していないが，済州島が大陸と陸続きになっていたことはほぼ確実であり，また当時は黄河の河口部が済州島付近にあったと考えられている¹⁾．

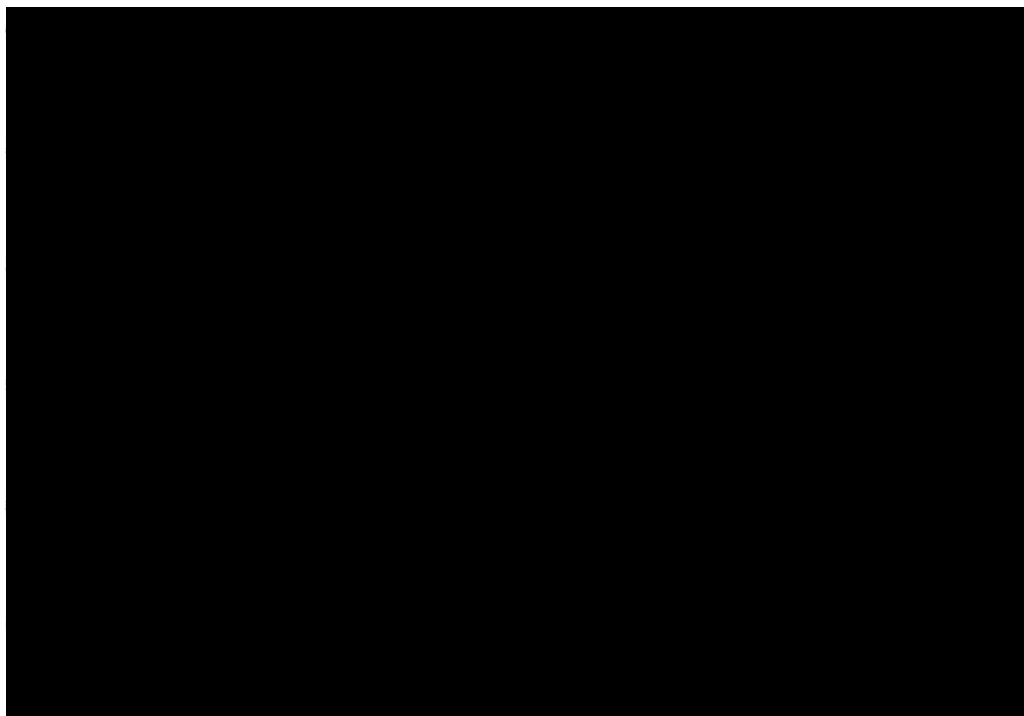


図－5.1.1 済州島から対馬海峡にかけての水深図¹⁾
(網掛部は-100m 以深，-130m 以深の領域を示す)

5.1.2 濟州島の地形概要

濟州島の大きさは、東西方向の長径が約 70km、南北方向の短径が約 30km で、面積は約 1845km² と、日本の沖縄本島(約 1207km²)の約 1.5 倍の広さがある。ASTER-GDEM(30mGrid)を用いて作成した濟州島の地形図を**図－5.1.2**に示す。濟州島の平面形状は、海岸線付近の低標高部では東西方向に扁平なほぼ楕円形を示し、ほぼ南北対称である。しかし上方斜面部の標高約 150m～約 500m では、北斜面南斜面とも等高線がやや南側に凸となり、さらに標高の高い部分では再び南北対称の形状となる。

濟州島の地形断面図を**図－5.1.3**に示す。島の断面形状は、最高点であるハルラ山(漢拏山：海拔 1950m)を中央にして、その山頂部から全方位に向けて単調に高度を減じる斜面が海岸まで連続し、溶岩流などの噴出物が火口を中心にして累重する複成火山の特徴を示す。しかし斜面の浸食と碎屑物の移動・堆積を顕著に示す地形は少ない。火山活動が主に玄武岩溶岩の噴出であることを反映し、斜面の傾斜は概ね緩やかで、標高 600m 以下の平均傾斜は、島の長軸方向で約 1.4°、短軸方向で約 3°となっているが、標高 600m 以上のハルラ山の上部斜面の平均傾斜は、長軸方向で約 6.7°、短軸方向で約 13.8～10.8°とやや急傾斜となっている。



図－5.1.2 濟州島の平面図（等高線間隔は 50m、白線は図－5.1.3 の断面位置）

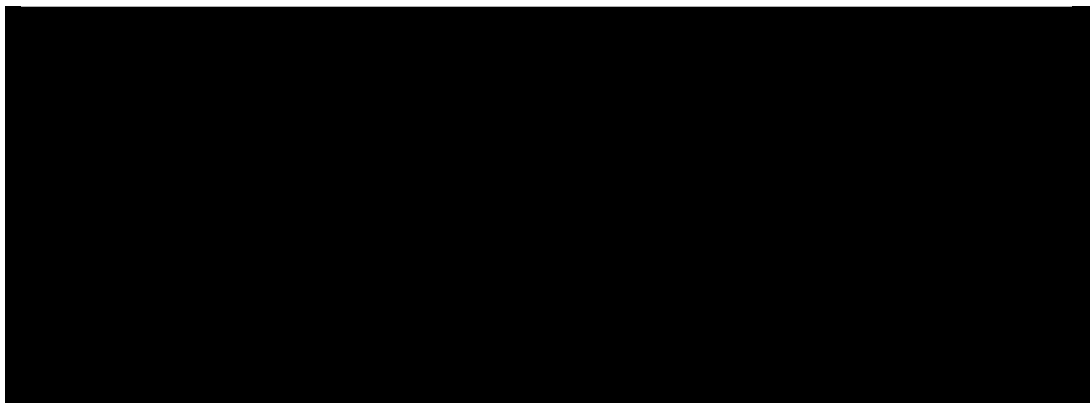


図－5.1.3 濟州島の地形断面図 (V : H ≐ 10 : 1)

5.1.3 濟州島と他の火山との地形の比較

ハルラ山，富士山，およびハワイ島のマウナロア山の陸上部分の地形断面図を図－5.1.4に示す．各火山の斜面縦断面形は，富士山は成層火山特有の下に凸の曲線，マウナロア山は直線的だがやや上に凸の傾向曲線を示す．ハルラ山の断面形は富士山ほど顕著ではないが下に凸となっており，一般的に想像される盾状火山の地形断面とは異なっている．しかし山頂の標高が低いことと傾斜が緩いことが相まって，全体に扁平な断面形状を示している．マウナロア山については，巨大な火山の上半部を見ているため，海面下の斜面も含めるとやや異なる縦断面形になると思われる．

ハルラ山の火山体の体積は，海面上の山体の全体は約 300km^3 ，海面下の大陸棚(水深約 100m)からの山体を合計すると約 580km^3 と算出されている²⁾．他の火山と比較すると，富士山の底面の長径が約 40km ，短径が約 30km ，火山体の体積は，底面から上部の山体は $1200\sim 1500\text{km}^3$ といわれるが，成層火山体としての噴出物の体積は $400\sim 500\text{km}^3$ とされている(文献³⁾など)．世界最大の火山といわれるハワイ島のマウナロア山は，海上部分の長径が約 120km を越え，高さは約 4000m であるが，水深約 5000m の海底から火山体が形成されており，体積は約 75000km^3 (文献⁴⁾など)と桁違いに大きい．



図－5.1.4 ハルラ山，富士山，およびマウナロア山の地形断面図(海面から上の山体のみ)

5.1.4 濟州島の単成火山群の地形

濟州島の地表には約 300 個の火山碎屑丘を主とする小丘が分布しており，これらは，溶岩流の流出と火山碎屑丘の形成を伴う噴火活動で形成された単成火山であると考えられている．各々の単成火山の大きさは，底面直径は約 800m 以下，比高は 100m 以下のものが大部分を占める．世界各地の単成火山群の比較を，文献 5) に基づいて表-5.1.1 に示す．濟州島の単成火山の分布密度 18 個/100km² は，世界の単成火山群のなかでもやや大きい値である．また個々の山体は，大きな火山の山腹に分布する単成火山群としてはやや大きめであるが，単成火山のみから成る単成火山群に比較するとやや小さめであり，より密集して分布しているのが特徴であると言えそうである．ちなみに，2018 年の IAEG に参加した際に現地調査で訪れた米国アリゾナ州のサンフランシスコ火山帯の単成火山群について，サイズ



分布の代表値(中央値)を比較すると，山体の大きさは約 1.7 倍，分離距離は約 1.27 倍，濟州島の単成火山群の値より大きい．

なお濟州島の一部には，明瞭な火砕丘を伴わない単成の楕状火山やデイサイトの溶岩ドーム(写真-5.1.1)も少数存在している．

写真-5.1.1 山房山(Sanbangsan)の溶岩ドーム(デイサイト)

表-5.1.1 単成火山群の分離距離，火山サイズの比較(文献 5 中の表 4 を簡略化，表記一部を日本語にした)

単成火山群名	分離距離(m)			比高(m)			底面直径(m)		
	25%	50%	75%	25%	50%	75%	25%	50%	75%
濟州島	740	1080	1810	70	90	110	580	670	790
マウナケア(ハワイ島)	570	810	1520	50	70	100	400	510	650
エトナ島(イタリア)	430	780	1400	40	60	90	310	370	470
キリマンジャロ	680	1150	1880	—	—	—	480	670	950
サンフランシスコ火山群	990	1370	1970	80	110	170	890	1160	1500
ミチョアカン(メキシコ)	840	1250	2070	69	90	140	630	800	980
パルクテン(メキシコ)	830	1150	1780	—	—	—	620	850	1000
ヌニヴァク島(アラスカ沖)	1047	1550	2960	30	50	70	660	850	1300

上の 4 地域が火山山腹に分布する単成火山群，下の 4 地域が独立に分布する単成火山群

5.1.5 濟州島の地形の特徴

(1)海岸の地形

濟州島の地形については、日本列島周辺の地形と比較して興味深い点がある。まず、濟州島の海岸部に注目すると、沈降による沈水海岸の特徴(溺れ谷の入り江など)を示す箇所が無い。また顕著な海成段丘も発達していない。さらに比高の大きい海食崖が連続して発達していないことも特徴といえる。

濟州島の海岸線を Google earth 等の画像で観察すると、溶岩を主とする岩石海岸の部分が多いので、長く連続する砂浜は少なく、平坦な波蝕棚が広く発達している箇所もほとんど無い。波蝕棚が発達しないのは、海岸を構成する岩石が一定以上の強度を持ち波浪に対する抵抗力が大きいことを示す。濟州島の海岸に達した溶岩流は挟在する火山碎屑物が少なく、マッシブなユニットの硬岩部分を主とするため、波浪による浸食に耐えて海食崖をあまり発達させることなく、後続する溶岩流が海岸線を沖合へと成長させたと考えられる。例外的な場合としては、島の西端部の Suweolbong(水月峰)海岸付近で、マッシブな溶岩流を覆う水中火砕岩の地層の部分が海食崖を形成し、溶岩流の上面が波食棚を形成している場所がある(写真-5.1.2)。また、島の南部の Yongmeori 海岸(龍頭海岸)も水中火砕岩のタフリング堆積物の部分が浸食を受けて後退した海食崖と波食棚が認められる。

濟州島におけるこのような硬岩からなる岩石海岸は、そもそも段丘面に成り得る平坦地の形成を妨げるが、濟州島において海成段丘が顕著に発達しない大きな理由は、島弧の内側の大陸棚上の火山島であり、地殻変動による隆起沈降の影響が小さいことにあると考えられる。

(2)山地内の谷地形

次に、濟州島の山体は比高が大きいにもかかわらず、大規模な斜面崩壊や地すべりの発生を示す地形がほとんど無い。また山体を大きく削り込む浸食谷は少ない。例外はハルラ山山頂直下の北側斜面で、比較的大きく山体を浸食した谷が 2 本あり、急傾斜の谷壁を持つ谷底には多量の巨礫が堆積している(写真-5.1.3)。谷沿いの登山道には、休憩所が土石流で被災した旨を記した看板も設置されていた。土砂移動による浸食地形が少ないのは、島全体が玄武岩溶岩の噴出を主体とする火山活動によって形成され、斜面の傾斜が緩いことと、表層を溶岩流が覆い、亀裂から地表の水が地下に浸透するために、表流水による表面浸食が少ないこと、さらに斜面を構成する岩石物質として火砕物が少ないことが理由と考えられる。このような状況を反映して、河川による細粒物質の搬送、堆積が少ないため、低地には谷底平野や扇状地、海岸平野などがあまり発達していない。



写真－5.1.2 濟州島西部の水月峰周辺の海食崖



写真－5.1.3 ハルラ山北面の谷底の土石流堆

(3) 島全体の形状

さらに、火山島としての全体の形状に関して興味深い点は、島の中心部のハルラ山山頂部を形成するような中心噴火による大量のマグマ噴出のステージがあったにもかかわらず、山体は東西に長軸を持ち、かつ割れ目噴火を示す火口列の形跡などは認められないことである。また、約 300 以上と言われる単成火山の分布は、全体として無秩序に見え、局所的には数個の火山が直線的に並ぶように見える例が散見されるが、それらの配列方向に一定の規則性が無いことも興味深い。これらの点についての考察は、地質構造発達史に関わることでもあるので、詳細は済州島の地質の項に譲る。

なお、図-5.1.3 の南北地形断面をみると、島の南斜面の傾斜がやや急であり、斜面長も短く、比高の大きい海食崖も南岸に発達する傾向がある。島内および周辺の海底には、傾動を生じさせる地殻変動を示唆する断層などの構造は認められていない。したがって、南北方向に非対称な地形は、島の西側～南側が卓越風の吹送距離の長い外洋に面し、台風などの暴浪による浸食量が多いということで合理的に説明できそうである。一方、波浪浸食が相対的に大きいはずの島の西端部に、海面からの比高が低い台地状の溶岩流が広がっており、海食崖があまり発達していないのは、この地域の溶岩流の噴出時代が比較的新しいことを示唆しているかもしれない。

済州島における有史時代の噴火については、西暦 1002 年と 1007～1008 年の 2 例が 15 世紀中頃の歴史書である高麗史に記録されている⁶⁾。また、李⁷⁾は、古文書の李朝烈聖實録に 1440 年と 1570 年の活動が記録されているとしているが、いずれも噴出源は特定されていない。しかし 11 世紀初頭の噴火については、15 世紀末の『東国輿地勝覧』では島の西部の大静県で発生したとされていること、および島南西部の溶岩平坦面の東部に位置する新坪里・楮旨里周辺から西方に広がるアア溶岩だけはほとんどクロボクに覆われていないことから、新坪里・楮旨里周辺で発生した可能性が高いと推定している文献⁸⁾もある。

(5.1 向山 栄)

文献(5.1)

- 1) 大場忠道 (1988) : 海水準変化に関するコメント, 第四紀研究, Vol. 26 (3) pp. 243-250
- 2) Marco Brenna, Shane J. Cronin, Gábor Kereszturi, Young Kwan Sohn, Ian E. M. Smith, Jan Wijbrans (2015) : Intraplate volcanism influenced by distal subduction tectonics at Jeju Island, Republic of Korea, *Bulletin of Volcanology* Vol.77-7
- 3) 国土交通省中部地方整備局富士砂防事務所富士山情報コーナー
http://www.cbr.mlit.go.jp/fujisabo/fuji_info/fuji_info-top.html (2020.1.31 閲覧)
- 4) Volcano Hazards Program, Mauna Loa, Earth's Largest Active Volcano
https://volcanoes.usgs.gov/volcanoes/mauna_loa/geo_hist_summary.html (2020.1.31 閲覧)
- 5) 長谷中利昭, 李文遠, 谷口宏充, 北風 嵐, 宮本毅, 藤巻宏和 (1998) : 韓国, 済州単成火山群の火山カタログ, 東北アジア研究, 第 2 巻, pp. 41-74.

- 6) 藤田明良 (2002) : 文献史料からみた済州島の 11 世紀噴火ー東アジア漢文史料の噴火叙述に関する予備的考察ー, 歴史地震, 第 18 号, pp. 149-164
- 7) 李文遠 (1982) : 韓国, 済州火山島の地質, 岩石鉱物鉱床学会誌, 77, pp. 55-64
- 8) 早川由紀夫・藤田明良・金 泰鎬 ・山縣耕太郎 (2002) : 韓国済州島の噴火記録と火山灰

5.2 済州島の地質

5.2.1 地質概要

Jeju 島は東西 80 km, 南北 40 km の火山島である。Jeju 島は、環日本海新生代アルカリ岩区(富田, 1951)に属する火山島として古くから岩石学者の注目を集めてきた。李(1982)の地質図を**図-5.2.1**に、済州島の火山活動史を**図-5.2.2**に示す。火山岩類のほとんどは陸上の噴出物であり、水中の噴出物は極めてまれに海岸部において局部的に分布する。その噴出量は玄武岩類が最も多く(90%以上)、少量の粗面安山岩、粗面岩類の順である。この噴出物の特徴は熔岩流が非常に多く、火砕岩流が少ないことである。

玉生(1990)は放射性年代から以下の 3 時期の活動に分類している。

第Ⅰ期：更新世前期に生じた相対的に少量のアルカリ玄武岩と粗面岩をもたらした火山活動

第Ⅱ期：更新世中期に生じた大量のハワイ岩-アルカリ玄武岩をもたらした火山活動

第Ⅲ期：更新世後期-完新世に生じた、相対的に少量のアルカリ玄武岩-ハワイ岩と粗面岩をもたらした火山活動

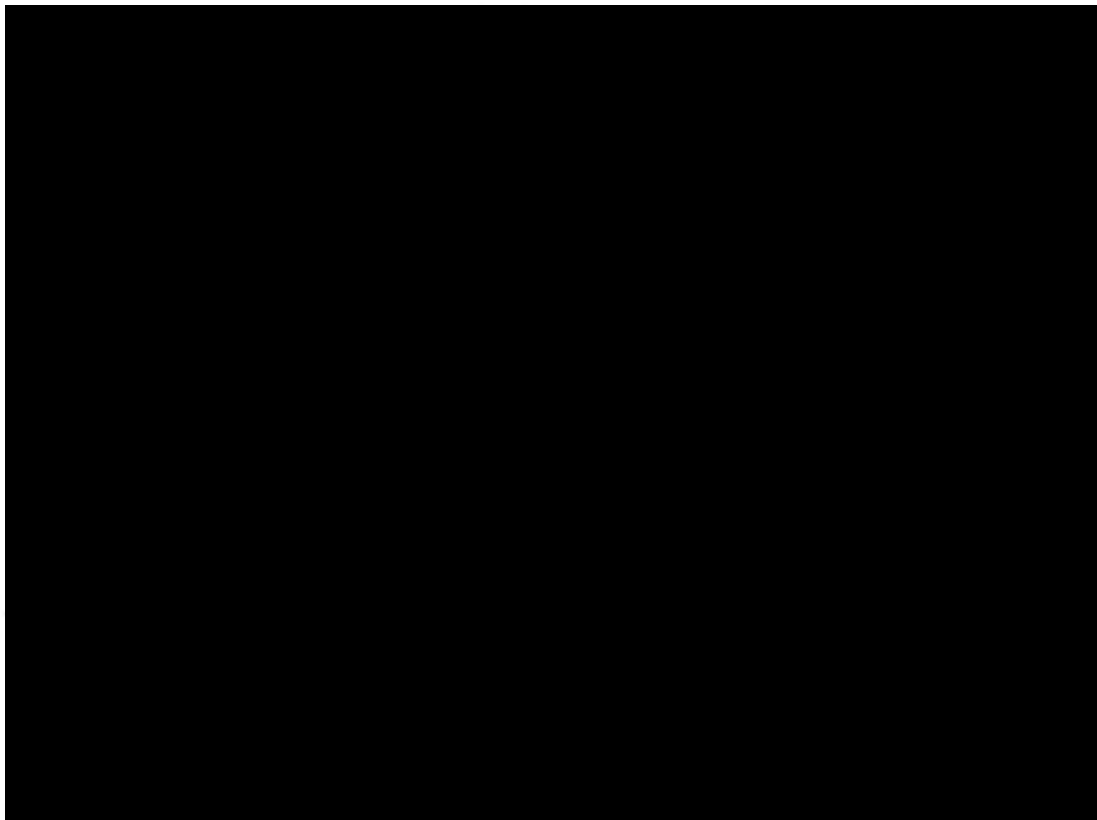
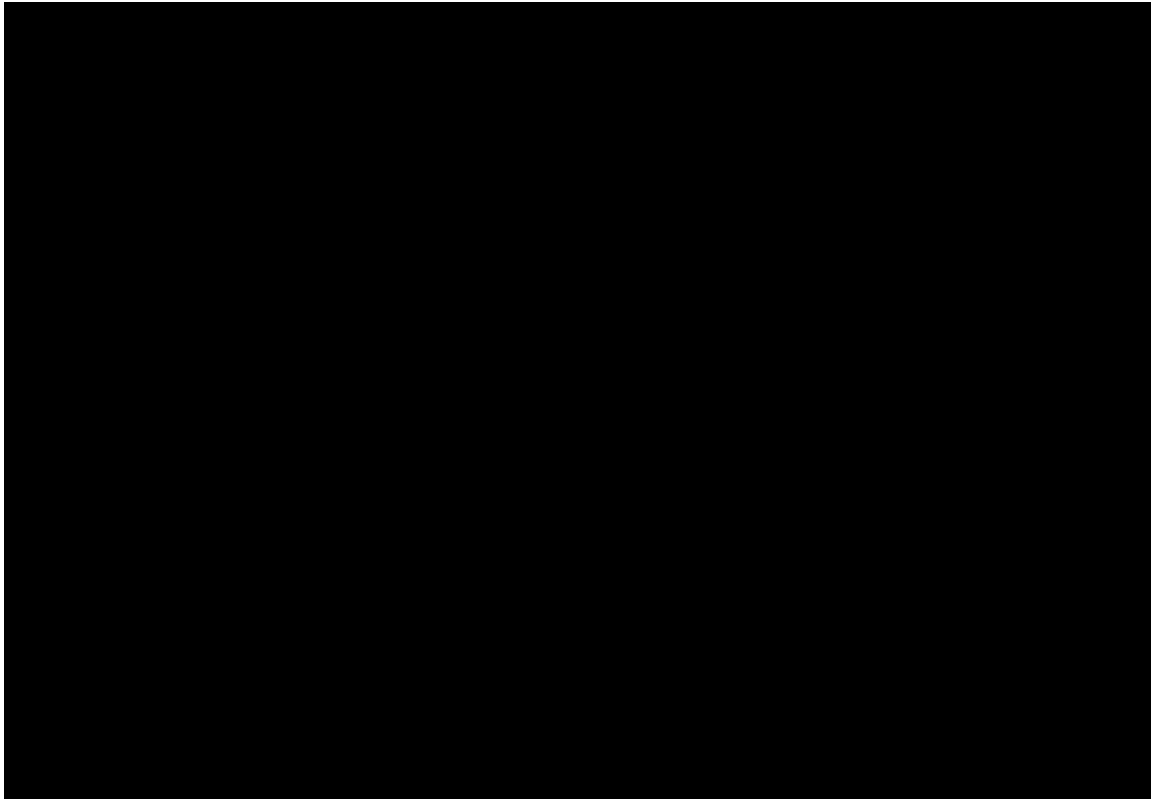


図-5.2.1 済州島の地質図¹⁾



図－5.2.2 濟州島の火山活動史(文献²⁾より引用，加筆)

*1 玉生 (1990) *2 Yun et al (1987) *3 Won et al (1986)

済州島の主な岩石

***粗面岩(trachyte)** : アルカリ岩系に属する火山岩ないし浅所貫入岩。斑状で、石基は一般に短冊状の長石が平行に配列し、粗面組織を示す。淡色を呈し、色指数は石基部分で 10 以下、岩石全体で 10~30 程度。斜長石に乏しく、アルカリ長石の量は長石全量の 70%以上を占める。特にソーダに富むものは、アルカリ粗面岩またはソーダ粗面岩と呼ばれ、主要長石は曹長石またはアノーソクレスで、苦鉄質鉱物としてアルカリ角閃石やアルカリ輝石類を含む。

***アルカリ玄武岩(alkali basalt)** : 相対的にアルカリの量が多く、アルカリ鉱物や少量の准長石などを含む玄武岩である。後にこの名称はノルム値のネフェリンとディオプサイド質オージャイトをもつ玄武岩に広げて用いられた。アルカリ玄武岩はアルカリ橄欖(かんらん)石玄武岩マグマ型の代表と考えられ、地球マントルでマグマが発生した際の基本的な生成物とされるようになった。

***ハワイ岩(hawaiite)** : アルカリ橄欖石玄武岩と粗面岩の中間で、アルカリ橄欖石玄武岩の斜長石の組成はラブラドライトであるのに対して、ハワイ岩ではアンデシンである。アンデシン、アノーソクレイス、橄欖石、オージャイト、黒雲母からなる岩石。ハワイ、キラウエア(Kilauea)に由来する。



写真-5.2.1 道路の歩道の石畳は多孔質の玄武岩



写真-5.2.2 まれに基盤の花崗岩質のゼノリスが含まれ花崗岩を基盤とすると推定される

5.2.2 大浦海岸の柱状節理

ARC-12 の会場があった中文地区の南岸にある大浦海岸には, 景勝地として有名な柱状節理の見える海食崖がある(写真-5.2.3 および写真-5.2.4). 大浦柱状節理帯と呼ばれ天然記念物に指定されていて, 歩道が整備されて周辺は公園となっている. 高さ 30~40m の柱状節理が海岸沿いに約 2 km 続く(図-5.2.1 の地質図¹⁾の Seoguipo trachyandesite にあたる).



写真-5.2.3 遊歩道から見る大浦柱状節理帯
遠方左端にサンバンサンの溶岩ドームが見える



写真－5.2.4 大浦柱状節理帯の近影

熔岩流表層部のクリンカー
(自破碎溶岩状の急冷部)

柱状節理に水平方向の板状の亀裂が入り風化が進む。岩盤の表面はタフオニ(塩類風化)が形成されている。

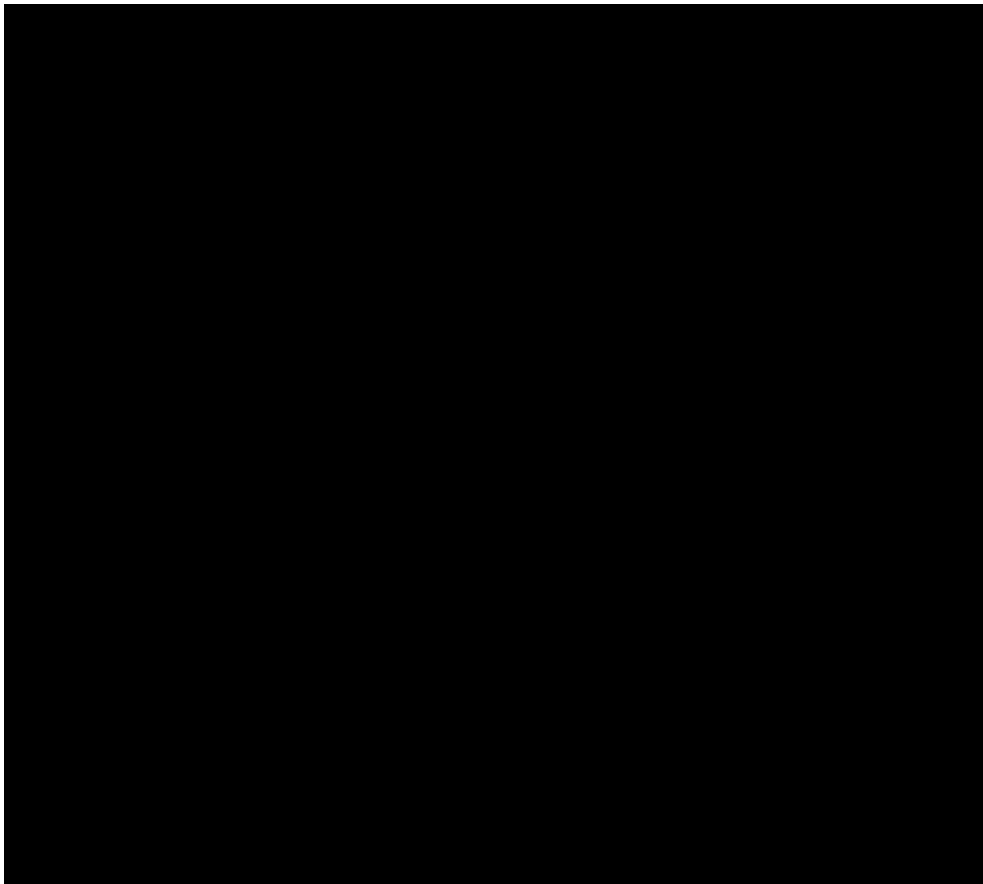
柱状節理の発達した熔岩流の中心部。断面が六角形に限らず、四角形、五角形のものもある。

5.2.3 スウォルボン・トレイルのサージ堆積物

Jeju 島の西端付近にあるスウォルボンにはナショナルジオパークに指定されている地区があり、ジオサイトをめぐるトレイルが整備されている(写真－5.2.5)。



写真－5.2.5 スウォルボンの海食崖に分布するサージ堆積物(細互層の火山灰と火山弾)
(トレイルには電動バイクのレンタルがある)



図－5.2.3 スウォルボン・トレイルの案内図



写真-5.2.6

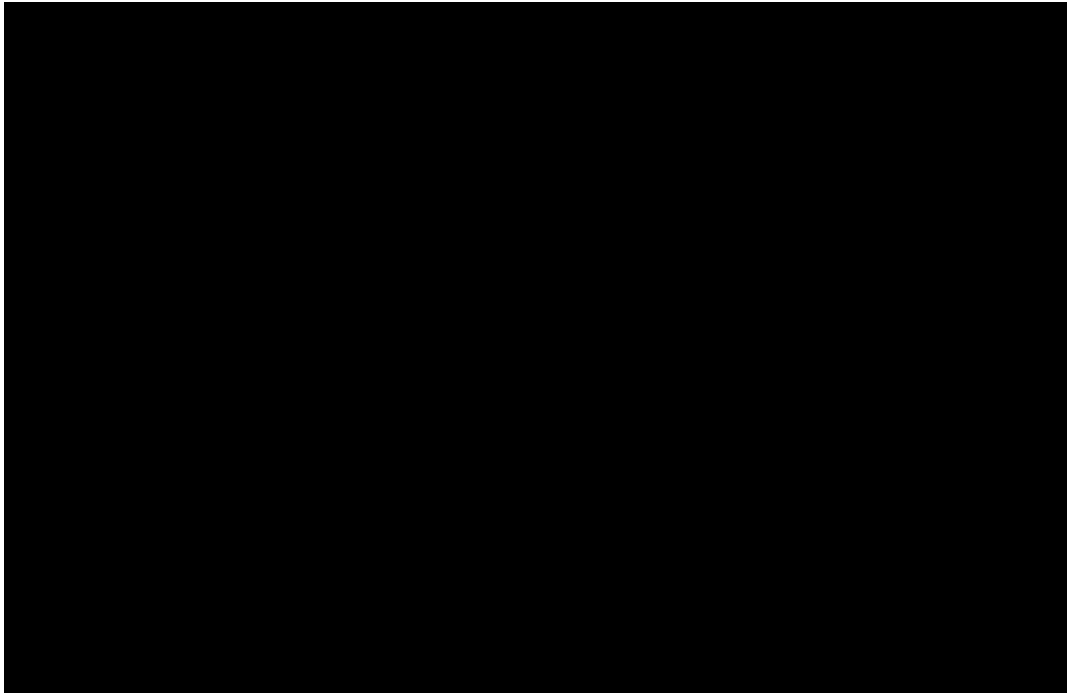
サージ堆積物に見られる堆積構造

粒度の異なる火山砕屑物の細互層と、これにめり込んで堆積した火山弾 (Bomb sag 構造).

海底に堆積した未固結のサージ堆積物に火山弾が落下して、サージ堆積物にめり込みながら写真右上方向に堆積層を跳ね上げるように変形させている.



写真-5.2.7 海食崖下部のサージ堆積物の粗粒層からの湧水。細互層の細粒層は難透水.



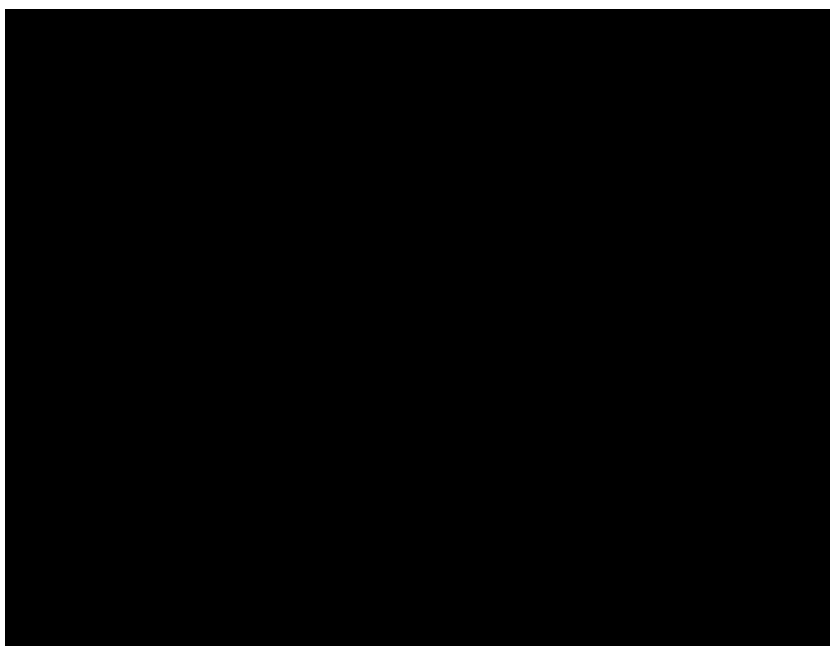
写真－5.2.8 地下水の浸透と湧水を説明する案内版. 湧水に関する悲しい言い伝えを説明.



写真－5.2.9 スウォルボン付近の海蝕崖(サージ堆積物が分布)と海蝕台(玄武岩が分布)



写真－5. 2. 10 海蝕台に露出する玄武岩は柱状節理が発達する



写真－5. 2. 11 柱状節理のでき方を説明する解説板



写真－5.2.12 ダンサンボン付近の海蝕崖
溶岩層の壁岩と下部に火砕堆積物層が露出する

5.2.4 サンバンサンの溶岩ドームとタフリング

Jeju 島の南西部にあるサンバンサンは柱状節理の岩壁がみごとな溶岩ドームである(写真－5.2.13 および写真－5.2.14)。図－5.2.1 の地質図¹⁾では Sanbangsan trachyte とされていて、粘性の大きい溶岩である。

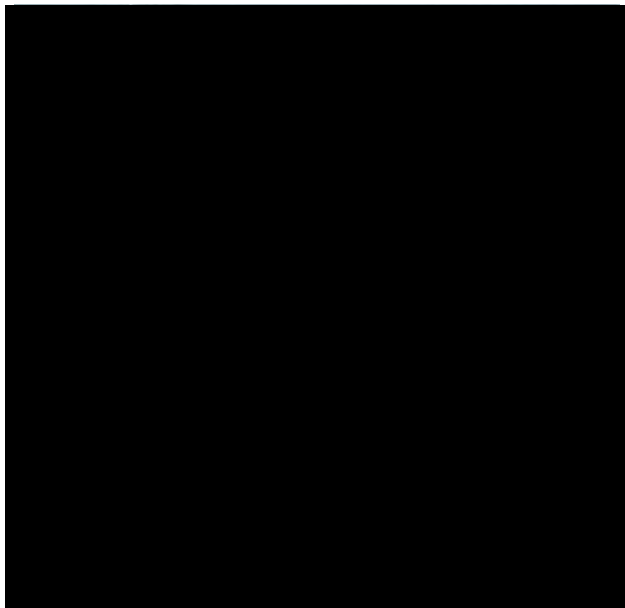


写真-5.2.13 サンバンサン溶岩ドームと周囲の緩斜面



写真-5.2.14 サンバンサン溶岩ドームの近景

柱状節理の節理面は鉛直より少し傾き、節理は開口気味で風化が進む。壁岩表面にはタフ
ォニ(塩類風化)の窪みが多数形成されている。柱状節理部の上部には不規則な節理が発達し
て石積み状になっている。壁岩の下部に洞窟があり、天井からの湧水にご利益があるとされ
る。山麓に仏教寺院「山房山普門寺」がある。



写真ー5.2.15 ヨンモリタフリングの構造

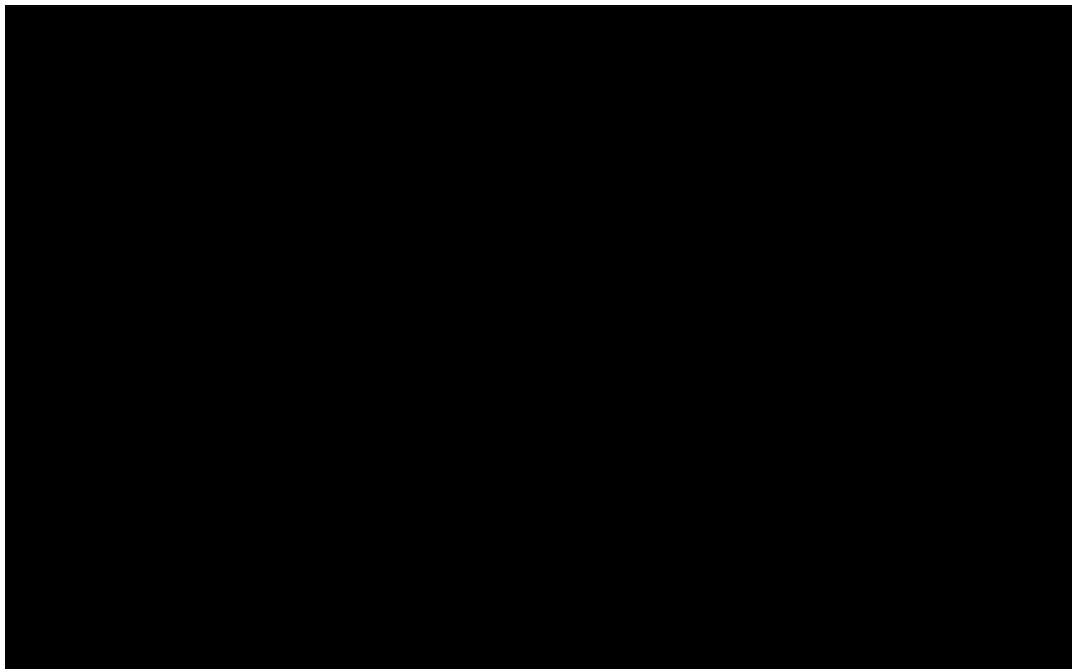
ヨンモリは済州道で最も古い
火山体でハルラ山や溶岩台地が
形成されるはるか前に形成され
た。南海の大陸棚の浅い海域で
マグマが噴出し、海水と爆発を
起こした際にできた火山灰が火
口周辺に積もって形成された火
山体で、今は長い間にわたって
の浸食により、その一部が残っ
ている。初期段階のヨンモリタ
フリングは、大きく三つの地層
にわかれており、その境界は切
断面または浸食面が観察される
(現地の解説板より)。



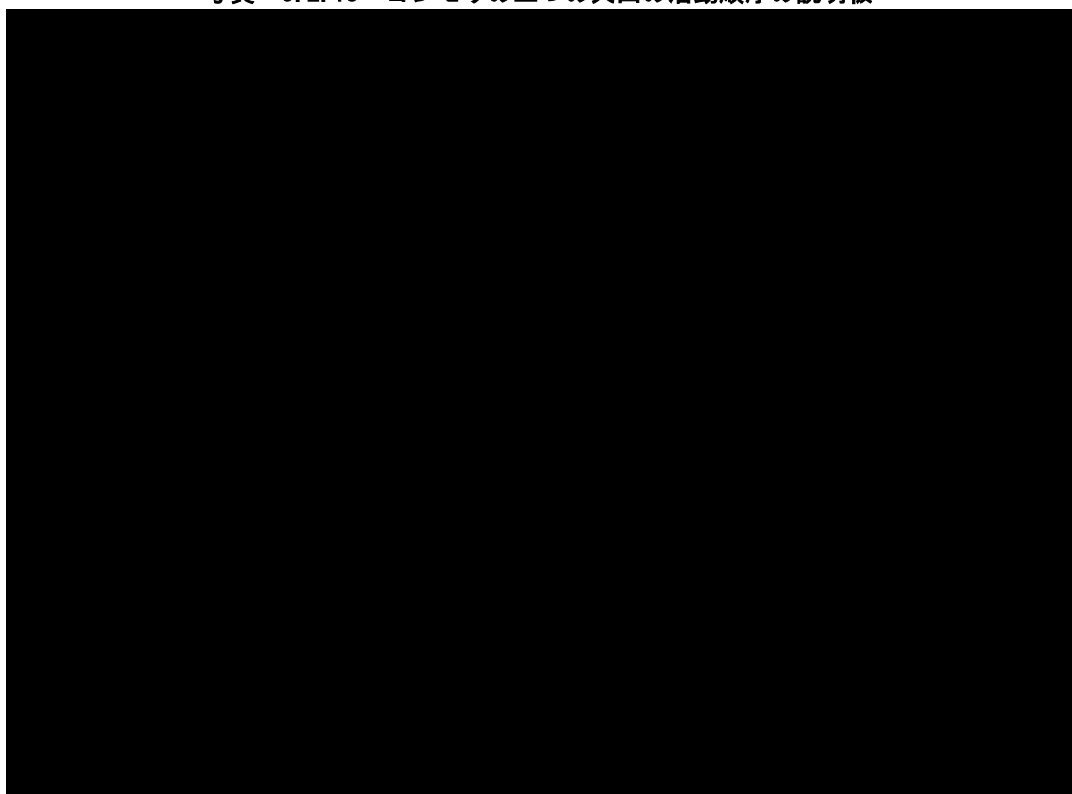
写真-5.2.16(上下) ヨンモリ火山(竜頭火山)のタフリングが浸食されて半島状に残る



写真-5.2.17 ヨンモリ火山の
タフリングの露頭近景



写真－5. 2. 18 ヨンモリの三つの火山の活動順序の説明板



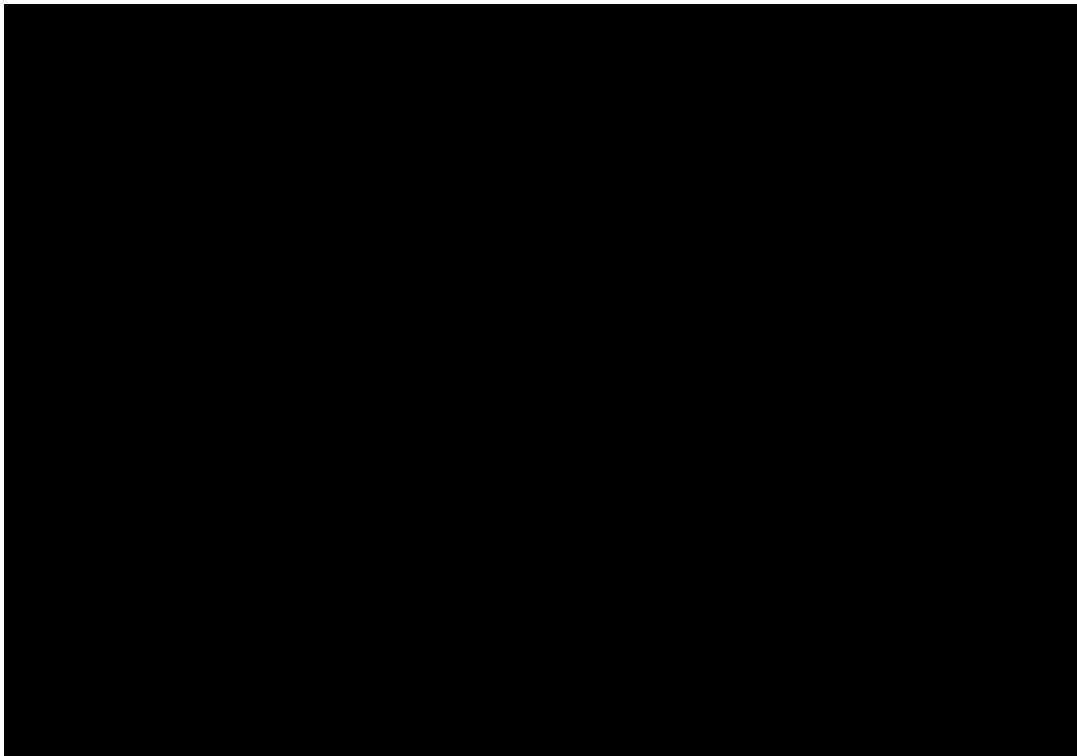
写真－5. 2. 19 サンバンサンの粘性の大きい trachyte の溶岩と、
粘性の小さい玄武岩溶岩の説明板



写真－5. 2. 20 ヨンモリ海岸(竜頭海岸)の砂浜

5. 2. 5 ハルラ山の地質

ツアーガイドの Sam Kim 氏にいただいた地質図(図－5. 2. 4)によると，青色～紫色の広い範囲が中心噴火及び側火山からの噴火によるトラキバサルト溶岩およびスコリアコーンからなり，オレンジ色に示されたものがハルラ山トラカイトの溶岩・スコリアコーンとなっている．



図－5. 2. 4 ハルラ山の地質図



写真－5. 2. 21 山頂の北側の深い開析谷に表われたハルラ山トラカイトの壁岩と転石



写真－5. 2. 22 山頂付近に分布する trachybasalt の露岩

(5. 2 高見智之)

文献(5. 2)

- 1) 李文遠 (1982) : 韓国, 濟州火山島の地質, 岩石鉱物鉱床学会誌, 77, pp. 55-64
- 2) 「韓国濟州島の火山岩の K-Ar 年代とその層序学的解釈」玉生志郎 地質調査所月報 41 巻 10 号 pp527-537

6. 済州島の歴史と自然遺産

6.1 歴史と風土(安田智広)

韓国訪問は二度目ではあったが、済州島は以前訪れた朝鮮半島本土とはかなり印象が異なった。調べてみると、古代から 15 世紀初めにかけては耽羅王国が存在し、朝鮮半島・中国・日本の中間に位置する済州島は古くから地政学的に重要な場所にあり、それ故に周辺国からの侵略を受けたり、本土との交流が途絶えたり、流刑地になったりして、独自の文化・風土が育ったようである。

島を歩くと、至る所で玄武岩に彫られたモアイ像みたいな黒い石像が目に入る。お土産店でも売っている。トルハルバンと呼ばれ、済州島の方言で「石製の爺さん」を意味する島の守り神だそうである。起源は不明らしいが、済州島で生まれた信仰の中のシャーマニズム的要素が含まれているとも言われているそうである。12th ARC 会場となった Booyoung Jeju Hotel & Resort のエントランスには黄金に輝くトルハルバンもいた(写真-6.1.1)。



写真-6.1.1 12th ARC 会場前での集合写真（トルハルバンと一緒に）

“2019 ARC Google Photo” より

13 世紀後半にはモンゴルの直轄領となり、軍馬を育てるため大規模な馬の放牧が始まったそうである。現在も馬牧は続いており、島をバスで移動中に見かけた。観光客には乗馬が人気で、馬刺しを食べる習慣もあるそうである。

侵略や冬の強い季節風を防ぐため、そして馬や牛の放牧のため、玄武岩を積んで作った石垣が多く見られた。火山島であるため石材が豊富で、宿泊しているホテルから会場への歩道にも玄武岩が敷かれていた(写真－6.1.2)。



写真－6.1.2 歩道に使用されている玄武岩

良い写真が撮れなかったが、済州島西部を車で走ると、開墾した畑の区画境に岩塊が塀状にきれいに積み重ねられているのが見える。これは、玄武岩を主体とする火山島のため、畑にする際に多量の溶岩の岩塊が掘り出されたものということであった。雨は多いが土が乏しいために浅い地下水が乏しく、岩だらけの土地を畑にした島の農民の苦労を垣間見るようである(写真－6.1.3)。

また、済州島はその温暖な気候から韓国唯一のみかんの産地でもある(写真－6.1.4)。古代から中世には柑橘類は貴重であり、本土への献上品として栽培されていたそうである。その献上は 19 世紀末まで続き、その半世紀後には済州島四・三事件が起きている。いずれも済州と朝鮮半島との間の関係や悲しい歴史を象徴する出来事である。ガイドの朴さんの話では、このみかんは日本の温州みかんの苗木を一本ずつ持ち帰って育てたものということである。岩だらけの火山島で土壌が乏しく、地下水にも恵まれない土地でみかんを育てるのには、さぞかし苦労したのではないかと想像される。



写真-6.1.3 石垣に積み上げた畑の開墾で出た溶岩



写真-6.1.4 名物のみかんを購入する千木良氏

濟州島の西側は東部と異なり気候が比較的温暖で、みかん畑が多く野菜も比較的豊富ということで、茶畑もあり、かなり高級な茶葉のようである。



写真-6.1.5 23日のプレツアーで訪れた Tea Musiam 前の茶畑

6.2 UNESCO ツアーから知った歴史(武田和久)

国際会議への参加や海外業務,あるいは外国人と一緒にいると,その際に新たな発見をすることが多々ある。例えば,日本と他国との気候や食事などはもちろんのこと,習慣や文化的な相異はよく気づくし,他方こんなところは同じだなあと思うこともある。

とくに,今回の会議では IAEG 所属の世界中からの参加者があるとはいえ,アジア地域会議と冠し,しかも隣国韓国での開催であり,人類学的なルーツの類似性のほかに,中国などを源流とする文化や習慣の共通性は,興味深いところであった。会議を通じて感じた番外の感想を記したい。

(1) 済州島の歴史や文化について –ガイドの方の説明から–

9月27日に参加したユネスコツアーでは,ホテル出発から各地への移動の間に,韓国や済州島の歴史・文化などに詳しいガイドの方が同乗されており,丁寧な説明を受けた。その説明のうち,歴史や文化などに関して,興味深く聞いた部分を記したい。

済州島の誕生について,初めに大地の穴から3神人が出現し,それぞれが姫をめとり農業を中心とする国家を形成していったとのこと,これに繋がる家系が済州島のルーツとなる姓として残っており,高(コウ)氏,夫(ブウ)氏,良ないし梁(ヤン)氏である。説明された男性ガイドさんは,私はその13代目にあたるということを誇らしく話されており,仮にひと世代が30年として400年以上の先祖様までさかのぼれるとは,驚いた。また済州島の山には,その昔「山の母」がいて500人の男の子を産んだ,そして母は何時しかスープになってしまい,そのスープを子供達がとても美味しいと言って食ってしまった。その後たちまち,子供達は全員が石に変わってしまい,これによってハルラ山は石だらけの山になったとのこと。(これを聞きながら,神話は荒唐無稽・突拍子無いことこの上ないが,500人を出産や人間がスープになることには驚愕!)

済州島を訪問された方は,滞在中に聴かれたことがあるかと思うが,済州島の女性は働き者,とくに海女さんは Haenyo:ヘニョと呼んで,海に潜り海藻や貝やアワビなどの魚介類の採取から加工,運搬,販売までを,また水汲みや焚き木採集からマキ割りまでも行うとのことである(写真-6.2.1)。そして済州島では女性だけがヘニョとなるが,日本では海女,また海人(海士)と何れもアマと呼んで女性も男性も海の仕事をすると説明された。この説明で,日本もほとんど女性だけでは?と思って聞いていたが,調べてみるとまさしく日本では同ジアマと呼んで

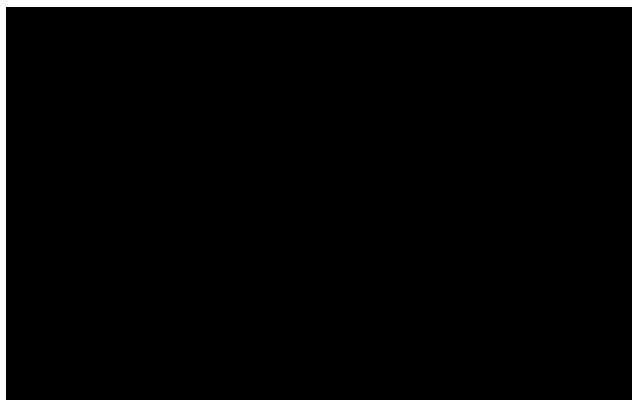


写真-6.2.1 ヘニョ:海女さんの活躍(Stop2デジタルセンター)

男女を指すようで、済州島で初めてこの事実を知った。

ユネスコツアーの Stop1 への道中には、「西帰浦：Seogwipo」という呼び名のいわれが解説された。それによると、13～14 世紀に世界制覇を目指した蒙古のチンギスハンは、各地に不老長寿の薬草がないか調査・採取する指示を配下に命じ、その使節メンバーが済州島まで訪れた。しかしながら、彼らはどこを探しても薬草を発見できず、ここから先は海の果て、さて困ってしまい、もう西(故郷)には帰れないそんな港町であることから、「西帰浦」と命名したとのこと、当日はこのいわれを聞いて曇天の町へ入ったことから、なんとなく寂しい街だなと感じた。

最も興味深く聞いた説明では、日本で呼ぶところの元寇関連の話だった。元寇いわゆる、1274 年文永の役と 1281 年弘安の役では、それぞれ 3 万・20 万の出兵で日本を攻めるも、暴風雨の来襲により撤退を余儀なくされた。日本は、この 2 回とも神風が吹いて救われた。日本はこの神風を勝利の女神とあがめ、第二次世界大戦では「神風特攻隊」を編成して、勝利できると信じたがあえなく敗戦となった。

元寇に関連して、日本侵出と制覇のためには、前線基地をどこに置くかがとても重要で、この目的のためには、済州島は格好の基地であったとのこと。これは、当時の戦闘の主力は騎馬部隊が中心であり、兵馬を船で輸送する場合、3 日以上を要すると船酔いで疲弊し使いものにならなくなるとのこと、10 万以上の兵士を送り出すには、前線基地と戦闘場所は近い必要があり、輸送ならびに馬の飼育・放牧に格好の条件であったようである。

以上のように、元寇の話など日本との密接な関連を済州島で聞くとはいってもみず、様々な点で不勉強であったなと感じた。

(2)韓国語の英語および日本語表記について

ハングル語に慣れた友人から、ハングルの作りの部分は日本語の「あいうえお」を示す文字表記ルールがあり、これを覚えると読むことは意外と簡易に理解できると聞いた。しかし、これら準備もせずに現地に行くと、日本語はもちろん英文併記も少なく、理解は難しいことが多くあった。到着翌日に、伊藤久敏氏から教示頂いた、スマホを利用して写メ訳することができる【グーグル翻訳】アプリがあることを知り、試してみると写したところから瞬時に解読が可能で、このアプリはとても役に立った。

さて、韓国ではどんな表記発音ルールがあるかと調べたら、1930 年前半まではラテン文字でハングル語を表す方式が無く、アメリカ人で当時日本の統治下朝鮮在住のジョージ・M・マッキューンとその友人エドウィン・O・ライシャワーによって、ハングル語の発音を基本としたアルファベットにアポストロフィーなどを駆使した表記法が確立され、1939 年に発表された。この表記法は、両者の名前からマッキューン・ライシャワー式(M-R 式)¹⁾と呼ばれ、米軍の陸地測量部に採用されたため、朝鮮戦争をきっかけに地名表記の基礎として国内で一般に使用された。その後韓国では、M-R 式を改良したものなどが考案され、現在は政府

が勧奨する文化観光部 2000 年式という表記法が使われている。

これら両者の差は、M・R 式があくまでも発音を忠実にアルファベット化することとしたため、ハングル文字に沿わないことがある、逆に 2000 年式はハングル文字をそのままアルファベットに変換していて、発音との整合性が薄くなっているようである。これによって両者に差が出てきており、何れの方式も、一長一短があるように推測され、政府の勧奨があるものの、未だ M・R 式で標記しているものもあるとのことである。

これらを知ると、ハングルに英文対訳が少ないことや、会議の 2 日目の歓迎パーティにおいて名前を呼ぶと、韓国や中国の漢字表記の方々に 2・3 名対象と申告される方がいて、標記と読みの多様性に起因して、呼び間違いが発生するのかわとされた。一般に、日本以外のアジア圏では、アクセントの強弱は必須であり、さらに母音の種類が日本より多いので、発音には注意が必要と感じた。本報告をまとめる際にも、以下のように同じものでも表記がかなり異なり、迷った。

なお、上記で気がつかれた方もいると思うが、ライシャワー氏はアメリカの歴史学者で、1961-1966 年に駐日大使をされており、帰国後はハーバード大学教授を歴任された。戦前には韓国を旅行し、マッキューン氏と交流を深めて、ハングル語の体系化にも尽力されたようである。⁹⁾

英語の表記発音では難しい表現 事例

日本語カタカナ表記＝ コムンオルム ヨウガンドウクツケイ
漢字表記＝ 拒文岳溶岩洞窟系
英文表記＝ Geomunoreum Lava Tube
ハングル語は略

(3)隣国に対する理解の必要性を痛感

ARC-12 からの帰国後、高校時代の友人と話をしていたところ、その友人の父親は済州島出身であり、友人の生後すぐに日本に渡って来たという話を聞いた。以前より韓国出身ということは知っていたものの、済州島ということは初めて知り驚き、当時の日本や朝鮮半島の状況を調べてみた。

すると我々の世代―昭和 20 年代後半生まれについては、日本と朝鮮半島は朝鮮戦争ならびにその擾乱状態のなか、韓国および北朝鮮は表向きには統一を目指していたものの、それぞれの体制維持を固執、さらに米国・中国・ソビエトも介入した混沌とした状況に陥っていた。そこに済州島では社会主義活動の台頭、これに警察や上記関連 3 国の思惑なども重なって、島民が警察や自治への不満を基にした蜂起を起こしたことに対して、警察などが中心となり民間人を 6 万人近く殺害したという四・三事件があり、これを引き金とした日本への避難であったことを知った。

先に記した元寇の事実、その後には太閤秀吉による朝鮮出兵、大正から昭和にかけての日

本による朝鮮半島の植民地化, 朝鮮戦争など, これらについてその概要と時代背景, その時々日本の行動などを知っておく必要があろうと感じた. 実際に済州島の竜頭海岸の巡検では, 海岸部の洞窟に「日本帝国軍が見張り用に利用した **Cave** である」と銅製の説明版が記されていたり, 以前慶州の古寺を訪れた際には, 「旧本堂については, 秀吉により焼き払われて現存しない」との記載があったりと, これらのことから史実を正確に理解する必要を痛感した.

この報告を書いている 2019-2020 年においては, 日韓両国は徴用工の問題や戦後補償, 慰安婦などの課題が叫ばれ, これまで以上に関係は冷え切った状態となっており, 「このような時こそ相互の理解と, 歴史認識を基にした将来に向けた思考—行動が無ければならぬのでは?」と感じた次第であった.

ユネスコツアーの添乗ガイドさんの元寇ほかの説明に触発され, 日韓の関係を調べることとなった. ツアーや会議では, 日本や韓国のみならず, 中国や台湾の皆さんとも例えばひとつのテーブルで同じ昼食を取り, 歓談をした経験は思い出深い研修, 国際会議への参加となった.

9) 「マッキューン・ライシャワー式」 2020.1.25 閲覧

[https://ja.wikipedia.org/wiki/マッキューン%EF%BC%9D ライシャワー式](https://ja.wikipedia.org/wiki/マッキューン%EF%BC%9Dライシャワー式)

7. Hallasan 登頂

向山栄，田中姿郎，山田大介

7.1 Hallasan 登山の概要

済州島の中心に位置する Hallasan(ハルラ山：漢拏山)は標高 1,950 m で，朝鮮半島軍事境界線以南の韓国最高峰である．済州島全域は 2010 年 10 月に世界ジオパークとして認定されたが，Hallasan 周辺については，2007 年にコムンオルム(拒文岳)溶岩洞窟系，城山日出峰とともに，漢拏山天然保護区域としてユネスコ世界遺産に登録されている．Hallasan は，玄武岩溶岩の噴出で形成された大規模な楕状火山である．山頂部には長径約 600m，短径約 400m の火口があり，火口底には火口湖(白鹿潭・ペンノクタム)が水を湛えている．火口縁の浸食により山頂部の一部が立ち入り禁止となっているため，現在は最高地点に到達することはできない．

今回の調査団の巡検では，ハルラ山の地形・地質の特異性がもたらす水理特性や災害素因の特徴などを観察するため，東麓の城板岳登山口(標高約 700m)から山頂火口縁東部の最高地点(1920m)に達し，北麓の観音寺登山口(標高約 580m)に下山する行程を企画した．世界遺産に選定されたためもあって，Hallasan は世界各国からの観光登山客も多く，登山道はよく整備され，重装備が無くても比較的気軽に登山ができる．しかし山体がなだらかなため，登り下りとも歩行距離，歩行時間が長くなり，城板岳登山口から山頂までは約 10km，4.5 時間の登り道となる．コースの要所には通過制限時間が設けられているため，確実な登頂を目指すためには，早朝の出発と安定した歩行ペースの維持が必要となる．今回の登山メンバーの構成は老若男女，その年齢差も 30 歳以上といった混成部隊である．まずは全員の行程貫徹を目指すため，前夜の作戦会議では，長い行程で予想されるアクシデントも考慮し，パーティ分割も含めたプラン B や引き返し決定地点，などを確認し，各メンバーは早めに準備を整えて，翌日の行程に備えることとなった．

なお，今回の登山には，Hallasan に詳しいツアーガイド(観光通訳案内士)の Sam Kim 氏の同行を得て，英語での説明をしていただくことができた．渉外にあたられた国際委員会の伊藤委員長に感謝したい．

(向山)

7.2 登頂記

本調査団のメインイベントの一つである Hallasan 登山は，前日の天気予報通り天候が危ぶまれる中 9 月 27 日(金)に決行された．参加メンバーは下記 12 名の調査団員に韓国人ガイドの Kim 氏を含めた 13 名である．

Hallasan 登山のメンバー(◎：リーダー)

伊藤久敏(電力中央研究所)，大竹重則(開発設計コンサルタント)，高見智之(国際航業)，多田

啓亮(基礎地盤コンサルタンツ), 田中姿郎(電力中央研究所), 茶石貴夫(開発設計コンサルタンツ), 長谷川信介(応用地質), 平田康人(電力中央研究所), ◎向山 栄(国際航業), 安田智広(基礎地盤コンサルタンツ), 山下久美子(国際航業), 山田大介(国際航業)

Hallasan には5つの登山ルートがある。今回の登山では、東麓の城板岳(ソンパナク)登山口を出発し、北麓の観音寺(クァヌムサまたはカヌンサ)口に下山するルートを選択した(図-7.1.1)。

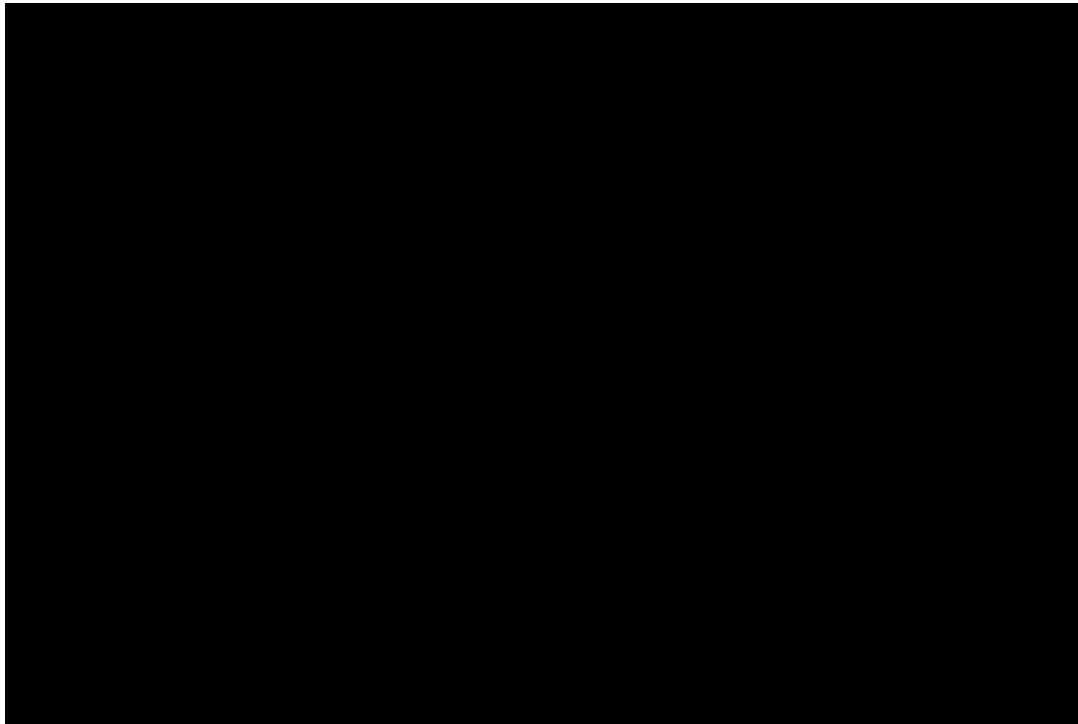


図-7.1.1 Hallasan の登山地図と当初計画
(ベースの地図は少し古いもののようで休憩所の場所などが少し変わっているのでご注意ください)

登りの城板岳コースは、頂上火口にある火口湖(白鹿潭：ペンノクタム)までの全長約9.6km(登り：4.5 時間)のコースである。事前情報によれば、比較的緩やかで階段などが整備されているものの、距離があり忍耐が必要とのことである。下りの観音寺コースは標高差が大きく、かつ全長約8.7kmと距離もあり、所要時間は下りでも4.5時間である。こちらにも急な石段や木製階段が続く箇所が多いが、トレイルは良く整備されていて歩きやすく、三角峰避難小屋付近からは北壁の勇壮な景色を楽しめるとのことである。今回の登山計画は、所要9時間のコースを休憩込みの9時間(8時～17時)で踏破するという年齢構成をみると少々ハードなものであったが、日頃の業務で鍛えた調査団員であれば問題ないであろうと

の判断であった。

当日は各自朝食を済ませ、宿泊先の Hotel Hana を朝 7 時にチャーターバスで出発した。曇天の中バスは Hallasan の南麓を東に走り、うとうとしているうちに 7 時 50 分には東麓の城板岳登山口に到着。ここで、ツアーガイドの Kim 氏と合流した。Kim 氏から Hallasan について簡単なレクチャーを受けた後、記念撮影をして、ほぼ予定通りの 8 時 15 分に登山口を出発した(写真-7.1.2)。先頭はペースメーカーとして田中が担当し、中盤と最後尾はそれぞれ登山経験が豊富な平田氏と向山リーダーが務めた。

登山口からソクバク山小屋までは緩くなだらかな道のりである。足取りは軽く、カメラを向けると笑顔が溢れる(写真-7.1.3)。1 時間程度の道のりを Kim 氏と談笑しながらやや早足で進み、9 時 25 分にソクバク山小屋に到着。ここには簡易トイレと小さな山小屋があり、遅めの朝食を食べたり、武田さんが差し入れてくれたみかんを食べたりして各人栄養補給。9 時 35 分には次のチェックポイントであるサラオルム入り口を目指して出発した。少し勾配が急になり階段が増えてくるものの、まだ体力に余裕があり登山道も整備されているため歩きやすい。10 時 8 分にサラオルム入り口に到着。ここで Kim 氏から少し Hallasan の地質についてレクチャーを受けて出発(写真-7.1.4)。今回の調査団の登山ルートには含まれなかったが、ここからは往復 40 分のサラオルム展望台への登山道があり、紗羅岳の火口湖と済州島南部が眺望できる。ちなみに、オルムはハングル語で側火山らしい。



写真-7.1.2 出発前、城板岳(ソンパナク)登山口での記念写真。左から、後列：多田、大竹、Kim、田中、山下。前列：茶石、向山、安田、伊藤、高見、平田(敬称略)



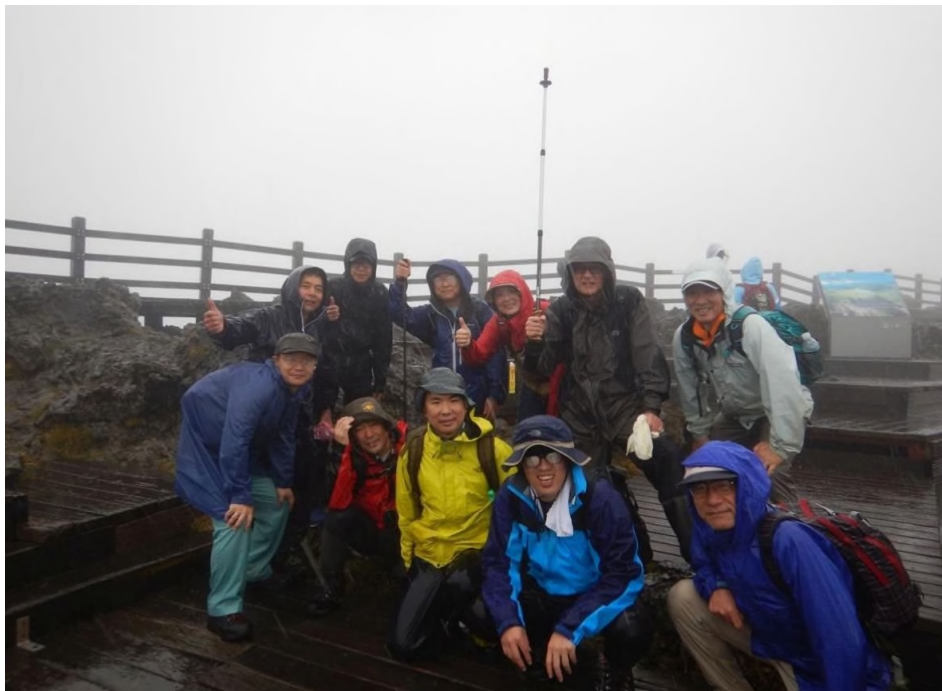
写真-7.1.3 序盤は整備された緩やかな道が続く。みんな笑顔。



写真-7.1.4 サラオーム入口でのKim氏によるレクチャーの様子



写真-7.1.5 チンダルレバ小屋休憩所での様子



写真－7.1.6 山頂付近(標高 1,920m)で記念撮影

サラオルム入り口からチンダルレバ小山までの道のりは、登り階段が多くなる。標高が高くなり、霧が立ち込めてくる。10時45分にチンダルレバ小屋に到着。一部の隊員の顔にやや疲れが見えてきたものの、ここまで計画通りのペースである。ここは白鹿潭までの最後の休憩所であり、広く整備もされており、綺麗なトイレと売店がある(カップ麺などが買えるらしい)。当初は頂上で白鹿潭を眺めながら昼食をとる計画だったが前夜の作



**写真－7.1.7 龍鎮閣待避所跡。
霧が晴れると美しい岸壁が表れる**

戦会議で計画を修正し、ここで早めの昼食をとった(写真－7.1.5)。ここで体調に不安のある隊員がいた場合は、城板岳登山口まで引き返す班と計画通り登頂し観音寺ルートを下る班に分かれ観音寺口で合流する計画となっていた。しかし、引き返すことを選択した隊員は一人もおらず、全員で頂上火口を目指すことになった。何よりもガイドの Kim 氏が引き返すことを許してくれる雰囲気ではなかった。

チンダルレバ小屋を 11 時過ぎに出発する。ここから先も白鹿潭までほぼ登り階段であ

る。脚に疲労がたまり、やや足取りが遅くなる。雨もばらつき始め、さて合羽を着ようかどうか悩んでいるうちに、本格的な雨となる。チンダルレバ小屋で昼食を取っておき正解であった。

雨の中階段を登り続け、12時27分に白鹿潭に到着。そこは強い風と横殴りの雨である。残念ながら眺望はゼロ。ここには「白鹿潭」の石碑があり、記念撮影のための多くの登山客が並んで知る。なんでも、石碑と自分が写った写真を公園事務所に持っていくと登頂証明書を発行してもらえたらしい。我々は風雨の中、霧で見えない山頂をバックに記念撮影を済ませ、計画よりも約30分早い12時31分には下山を始める(写真-7.1.6)。ところで Hallasan の山頂は西稜の1,950mであるが、登山道で到達できる最高地点は東稜の1,920mである。現在、山頂へは山体保護のため立ち入りは禁止がされているとのことである。また、海外調査団の現地ガイドを務めていただいた朴さんによれば、Hallasan では大雨が降ると火口の池(白鹿潭)が立派な火口湖となるそうだ。しかし、火口湖の水はすぐに抜けてしまうため、その景観を見られるのは稀だそうだ。我々がチェジュ島に滞在した期間は、先の台風の雨が加工にたまっており、もし晴れていれば美しい火口湖を拝むことができたようだった。

さて、ここからは長い下りの道のりである。下り始めるとお約束のように雨が止み一瞬の晴れ間も見える。荒れていたのは山頂付近だけだったようである。この後雨は降ったり止んだり。長い下りの階段道は膝に負担がかかる。13時20分に龍鎮閣待避所跡に到着。ここにはもともと山小屋があったらしいが、台風により壊れてしまったらしい。現在は写真-7.1.7のように、木の床が張られているのみである。そういえば、ここまであまり景色を見ることがなく歩いてきたが、晴れると美しい岩壁が姿を現した。

13時35分に龍鎮閣待避所を出発。吊り橋で溪谷を渡り、後ろを振り返るとまた見事な岩壁。これは王冠岩(王冠峰)か?(写真-7.1.8)ずっと下り道を期待していたが、ところどころアップダウンがありこの登りがきつい。13時53分に三角峰山小屋に到着。三角峰山小屋には長居せずに、トイレだけ済ませてすぐに出発。歩いている時は気がつかなかったが、山小屋から背後を入ると三角峰がそびえる(写真-7.1.9)。15時17分に耽羅溪谷待避所に到着。ここは最後の休憩地点ということで少し長めに15分ほどの休憩をとる。脚が疲れてきているので、この休憩がありがたい。15時30分に耽羅溪谷待避所を出発。計画より30分早い出発である。途中、小川を渡るところで足元にアア溶岩の露頭があり、Hallasan が火山(死火山)であることを再認識する。登山道は緩やかになりゴールも近づいてきたことから気分も足取りも軽くなる。無理せず各々のペースで歩き、観音寺登山口に16時40分頃から続々と到着(写真-7.1.10)。朴さんの笑顔の出迎えを受ける。

今回の Hallasan 登山は、あいにく頂上付近での天候には恵まれなかったものの、それ以外は暑くもなく寒くもなく、Hallasan の自然を全身に感じながら登山を楽しむことができた。事前の情報通りに登山道は良く整備されており、負傷者も城板岳登山口に引き返す者も



写真－7.1.8 吊り橋で溪谷を渡る．背後には見事な岸壁(王冠岩？)



写真－7.1.9 左：三角峰山小屋から眺める三角峰(標高 1,695m)

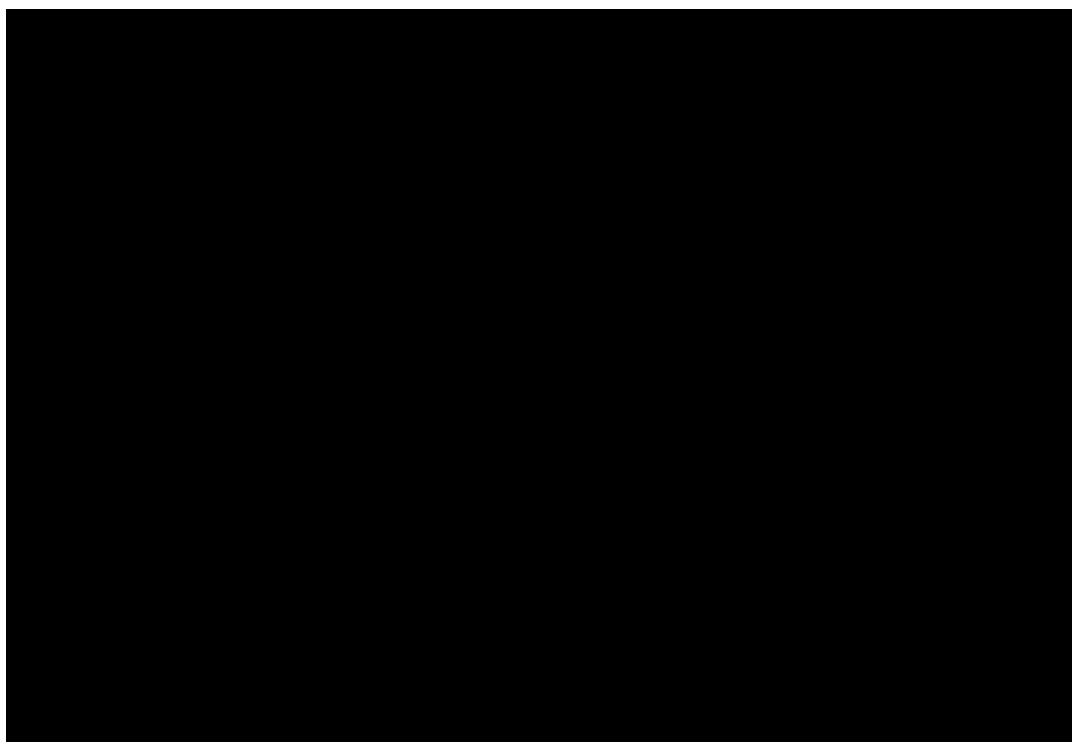
右：アア溶岩の上を歩く．久々に間近に見る

なく、ほぼ計画通りに無事に登山を終えることができた．今回の登山実績を図－7.1.2 に示す．今後，Hallasan 登山に挑む方の参考になれば幸いです．最後に，登山口まで送迎していただいた現地ガイドの朴さんと運転手さん，道中興味深い話を聞かせていただいたツアーガイドの Kim さんに感謝いたします．

(向山，田中，山田)



写真－7.1.10 観音寺口に到着した調査団員の様子。左から、疲れの見える向山氏，茶石氏，高見氏。スタートより表情の緩んだ平田氏，笑顔の山下氏，最初から最後まで？満面の笑みの山田氏。



図－7.1.2 調査団の登山実績

7.3 体験記

7.3.1 下山後の夕食会

万全のコンディションで臨まなくてはならないハルラ山登頂であったが、山の天気を祈願した前夜祭が過ぎたのか、朝から風邪気味で腹の調子もあまり良くなかった。前日の予報では山の天気は悪そうであったが、ひょっとしたら良い写真が撮れるかもしれない、というかすかな期待から重いニコンの一眼レフのカメラを持参したが、これは失敗で、体力を消耗する原因になった。しかも、ビニール袋でカメラをカバーしていたが山頂近くの激しい風雨で浸水し、まったく作動しなくなった。後日、修理に出したら、無情にも修理不能との返事であった。おまけに望遠レンズの作動まで問題があり修理が必要ということであった。

予期はしていたが、単調な木製の階段の登りの辛さと、岩の多い登山路の足場の悪さが、次第に足の疲労を呼んできて、何も見えなかった山頂から下りになると痛みに代わってきた。ストックを一本持ってきていたが、これには助けられた。他のメンバーの足取りを見ると、皆、元気そうで、もうちょっと歩けると思った自分が多少情けなかった。三角峰を下ったあたりで晴れ間が出て、付近の岩山が見えるようになって少し気持ちが上向き、次の耽羅溪谷休憩所で雨具のズボンを脱いだが、これがまた大きな間違いであった。

耽羅溪谷休憩所から観音寺口にゴールする前に再び訪れた大雨でずぶ濡れになり、痛む足をかばいながら朴さんの迎えを受けたあと、バスに乗り空港近くの海鮮料理屋に向かった。この日は ARC-12 の用意したポスト巡検に参加した武田団員が既に到着していたが、島の東部の城山日出峰あたりの平地でも強い雨で巡検が途中で取り止めになったとのことであった。

レストランは漁師がやっているものであろうか、内容は日本ではなかなか食べられない豪華で珍しいものであった。これを書くまでに相当時間が経過してしまったので詳しく覚えていないが、濟州島で極めて珍重され、最近では高騰して食すことが難しくなったという太刀魚の刺身、それに締めたばかりのヒラメ、真鯛などの刺身が絶品であった。ビールにマッコリ、武田団員に差し入れていただいたウイスキーを存分に飲んで、苦しかった登山の余韻に浸った(写真-7.3.1)。計画当初は、翌日の最終日の時間をもったいないので午前観光をすることも考えたが、無しにしておいて良かった。

翌日の朝は思ったほど足が痛くなくて安堵したが、日本に戻り帰宅した夜には階段を降りるのが辛く坂道を登るのに苦悶するような状態になり、一週間程度後遺症が残った。足は鍛えているつもりであったが、やはり年齢とともに衰えていることと、山はそんなに安易ではない別物と思い知らされた。



写真-7.3.1 海鮮レストランで存分に飲食して元気になった団員

8. 特別寄稿

第 12 回アジア応用地質学会参加報告

阿部周平

2019 年 9 月 23～27 日に済州島(韓国)で行われた第 12 回アジア応用地質学会に参加し、研究内容について口頭発表を行った(発表題目: Case Study of Landslide Monitoring based on GNSS measurement and LiDAR Analysis). 発表では、2018 年春に福島県喜多方市で発生した地すべりに GNSS を用いたリアルタイム観測(shamen-net)や DEM データを用いた 3 次元変位量推定(3D-GIV)を適用し、地すべりの安定性評価や崩壊予測を行った事例を紹介した(写真－9.1).



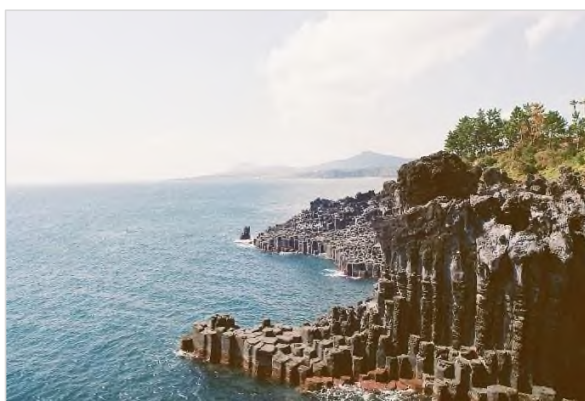
写真－9.1 発表中の筆者

また、基調講演やテクニカルセッション、ポスター発表などにおいて、地すべり等に関する発表を多く拝聴した。筆者が非常に興味を持ったのは、Ko-Fei LIU 氏による CCD カメラとジオフォンを用いた土石流検出の講演である(発表題目: Debris flow detection with geophones and video camera system). リアルタイム観測による災害の検出手法の研究であり、筆者の研究の参考になる講演であった。今回の学会で様々な国から来た発表者による研究結果を聴き、各国の防災に対する意識の違いを感じた。今後、日本で適用している防災技術を海外展開していくうえで、非常に重要な問題となってくると改めて実感した。



写真－9.2 水月峰の巡検を行う調査団

筆者は学会が主催したジオツアーや海外応用地質学調査団主催の巡検にも参加させていただいた。ジオツアーでは山房山や龍頭海岸、調査団の巡検では大浦海岸柱状節理帯や水月峰などを見学した(写真－9.2～9.3)。ツアーや巡検では、調査団参加者による解説を聴くことができ、非常に有意義な時間となった。



写真－9.3 会場近くにあった大浦海岸柱状節理帯

9. 濟州島の食事風景



9月23日の夕食 先行した伊藤、茶石と台風で一日遅れて到着した武田、山田、多田団員で楽しんだ焼肉。これが盛大な調査団夕食会になるはずであった。



焼肉を堪能してご満悦のご一行、右後ろはガイドの朴さん



9月24日の夕食 後発隊は未だ到着せず、ロッテホテル隣のレストラン高句麗にてアワビの参鶏湯を楽しむ千木良氏を含む一行。



食後にレストランの前でご機嫌の一行



9月26日の夕食会 台風で日程変更になり、やっと揃った全員で調査団夕食会。明日のハルラ山登頂の成功を祈念する。24日と同じレストラン高句麗で豚焼肉を堪能する。



同前。豚焼肉を前に平田氏と阿部氏



9月27日 疲労困ぱいのハルラ山登山後に武田氏も合流し、海鮮レストラン李萬石で飽食の団員。太刀魚、平目、鯛やアワビの食べ放題に飲み放題



最終日の9月28日 傷む足をかばいながら、空港到着前に最後の海鮮料理の昼食を楽しむ団員。

10. 今後の展望(茶石貴夫)

この報告書は, 2019 年度内に取りまとめて 4 月早々に報告会を行う予定であったが, 2020 年 3 月あたりから状況が厳しくなった新型コロナウイルスの影響で, 今日まで報告が延期になったものである. ご多忙の中, 執筆いただいた方々を始め, 原稿の取りまとめをお願いした団員の太竹重則さんにお礼を申し上げます.

遠い昔, 私が若かった約 20 年前に, ハワイ島で国際委員会を開催したことが頭にあり, 海外で開催できたら, と以前から思っていたところに, 済州島で開催される ARC-12 に合わせて, それが実現することになった. 国際委員だけの参加と思っていたら, 向山副会長から, 「ぜひ海外調査団を企画しましょう」との提案があつて, 2017 年のネパールの ARC-11 に続いて第 16 回の調査団を募集することになった. はじめに, で記したように, ARC-12 は台風 17 号に直撃され, 海外の参加者の多くが足止めされ, 調査団も半数以上の方が途中の 25 日からの参加, ないしは参加取り止めになってしまった. しかし, 人数は減ってしまったが何とか委員会を開催し, 悪条件ではあったものの, 今回の目玉であるハルラ山の登頂も果たすことが出来, 忘れがたい思い出になった.

2015 年に第 10 回のアジアシンポジウム ARC-10 を京都で開催し, 今回の済州島では委員会を開催するなど, 国際委員会は頑張ってきている. 私自身, 約 25 年に亘って委員や顧問で委員会に参加してきたが, “JSEG の国際活動において国際委員会が何をすればよいのか” は難しい課題である. 京都の経験からみても, 日本で国際会議を開催することは, 中国などと違って人材面や資金面等から容易なことではない. やはり, 海外で開催される国際会議の場を使って, 日本のプレゼンスを示すのが一番である.

その一手段として, ほぼ国際会議に伴って開催される IAEG の総会に, 出来るだけ代表が出席することが望まれる. 次に, 国際会議に行くこと, そのためには自身が発表や会議に参加すること, そして, 若手の発表を奨励することが特に大事である. 加えて, 参加することが基本的に楽しくなくてはいけない. 海外に知り合いを持つのもいいし, ツアーで組まれる巡検を楽しむのも良い. それは, 学会誌に投稿する資料の記事や表紙写真を撮る機会にもなる.

次の 2021 年の ARC-13 はシンガポール, 2023 年の ARC-14 はマレーシアでの開催がほぼ決まっている. 2022 年には, 中国成都で第 14 回の IAEG コングレスもある. また, その間の 2021 年には, 福岡で火山地域の国際ワークショップを岩の力学連合会と共催する予定もある. このように, アジア地域に限っても IAEG の活動は近年とても活発になり, 若手会員が活躍出来る場が目白押しで, 参加者が増える絶好の機会である. 今回の済州島をステップにして, JSEG の国際活動および国際委員会がより活発になることを更に期待したい.