

# 韓半島南部縦断地質巡検記

徳橋秀 一)

## 1. はじめに

2002年9月14日(土)～9月16日(月)にかけて、日本地質学会第109年総会・年会が新潟大学を中心に開催されたのを機会に、その前の9月9日(月)から9月13日(金)にかけて、今回の学会唯一の海外地質巡検である日本地質学会見学旅行第1班韓国コース「韓半島中・南部の地質」が実施された。くしくもサッカーのワールドカップが日韓で共同開催された年に行われたこともあり、地質分野での記念すべき共同事業であったといえるかもしれない。本見学旅行(以下では地質巡検と表現する)の企画・準備、そして案内をされた地質巡検指導者は、新潟大学の立石雅昭教授(Prof. TATEISHI Masaaki)、チュンナム(忠南)大学のイ・ヒョング(李 鉉具)教授(Prof. LEE Hyun-Koo)、韓国地質資源研究院(KIGAM)のソン・ピョングク(孫 炳國)博士(Dr. SON Byeong-Kook)、同コ・ヒジェ(高 喜在)博士(Dr. KOH Hee-Jae)、同ソン・ジンダム(孫 晋潭)博士(Dr. SON Jin-Dam)、プサン(釜山)大学のユン・スン(尹 銑)教授(Prof. YOON Sun)の方々であった。

本地質巡検は、あとで述べるように、韓半島の地質構造を胴切りする形で、韓半島の中・南部(特に南部)に分布する古生代～新第三紀のある意味で最も代表的な地層(一部時代未詳の弱変成岩を含む)を見学コースに含んでおり、私を含めて、韓半島の地質に初めて触れるものにとっては、大変よい入門コースであったといえる。そこで、韓国の地質に不慣れな人が韓国の地質の概要を理解し、関心を深めていただく上での一助になればと思い、本巡検の報告をまとめることにした。

## 2. 固有名詞の表記法

最後の感想のところでも述べているように、韓国で目にする看板やチラシなどの記述はほとんどの場合表音文字であるハングル文字が使われ、表意文字である漢字は現在ほとんど使われていないことから、本報告でも、地名などの固有名詞の表現は表音文字であるカタカナでの表記を優先し、漢字や英語表記は、最初に使われたときなどに括弧で示すことにした。しかし、このカタカナ表記も決して容易ではない。なぜなら、巡検案内書は英語で書かれているが、固有名詞の英語表記には独特なところがあり、英語表記から類推してカタカナ表記にした場合は、実際の発音と異なっている場合も多いからである。本報告では、よく知られた地名、地形などの固有名詞の場合は、市販されている韓半島の地図や観光案内書等に書かれているカタカナでの表記法にならったが、多くの地層名などに使われているローカルな地名については、案内者の一人であるソン・ピョングク氏が日本語にも堪能であることから、同氏を通して、英語で書かれた個々の地名等の固有名詞の漢字表記、カタカナ表記を教えていただいた。そのため、同氏とは何度もファックスのやりとりを行った。ここに心から謝意を表したい。ただ、ハングルと日本語の間での発音には当然違いがあるため、たとえば中間的な発音をカタカナで表現する場合には、その人の感じ方、個性が出てくることも十分考えられる。したがって、本報告のカタカナ表記は、あくまでひとつの参考と考えていただいたほうがよい。もし何かの手違いで間違いがある場合や、よりよい表現法・表記法がある場合は、ご指摘・ご教示いただければ幸いである。

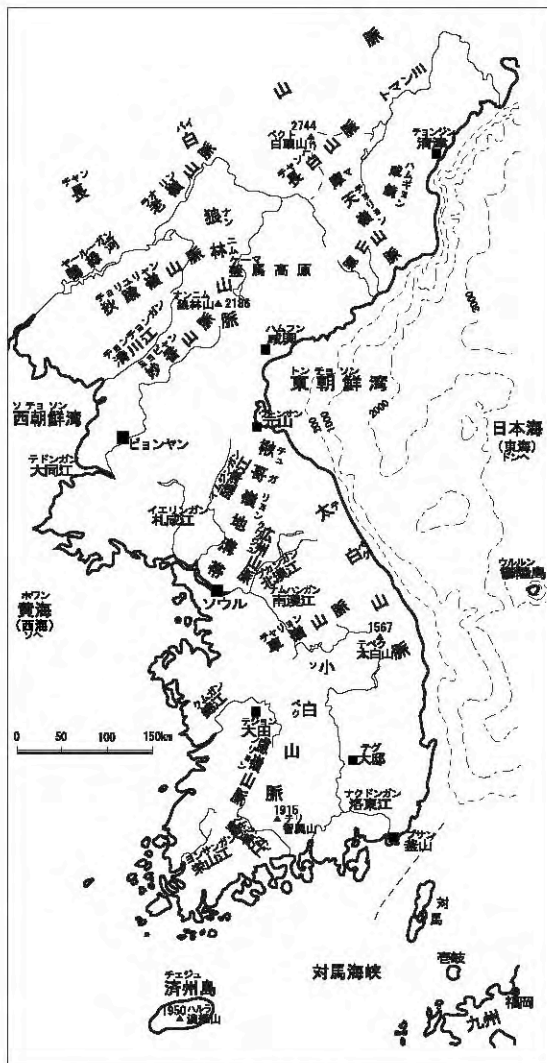
### 3. 韓半島の地形の概要

ここではまず、あとで紹介する個々の見学地域の地質が、韓半島全体の地層(岩石)の分布や地史のなかでどういった部分にあたるのかを理解する上での一助とするために、韓半島の地形・地質の概要について紹介する。近年、韓半島を含む東アジア大陸と日本列島との間の地質学的関係については、特に日本海が開く前の日本列島の位置や東アジア大陸の発達史との関係等の観点から種々の議論がなされているが、これらについては、内容的に複雑多岐にわたる上に、著者の理解も十分とはいえないので、本稿では言及しない。

韓半島の地形図を第1図に示す。韓半島(朝鮮半島)は、東西200~300kmで南北1,000kmのアジア大陸から南方に突き出た半島であり、その周りの海は、韓国では東海(日本海のこと)、南海、西海(黄海のこと)と呼ばれている。韓半島は地形的に起伏が多く、その70%が山間部である。しかし、山はそれほど高くなく、平均高度は482mである。韓半島の地形を概観すると、東海岸は直線的で単調な地形であるのに対して、西海岸は溺れ谷を含むリアス式の複雑な海岸線を示すなど、東西の海岸地形の対照性が目立つ。これは韓半島が東高西低の傾動地塊となっているためであり、最も主要な分水嶺であるテペク(太白)山脈が東海岸近くに迫っている。こうした韓半島の陸上における東西の地形の対照性は、それを取り巻く海底地形にも顕著に現れている。すなわち、東側の日本海(東海)では、大陸棚の幅は大変狭く大陸斜面が海岸線近くに迫り、そのすぐ沖合には水深1000m以上の深い海が広がっているのに対して、西側の黄海(西海)では、大陸棚以浅の浅い海が広く分布している。

### 4. 韓半島の地質の概要

韓半島の地質図を第2図に示す。この図では、時代未詳の岩石を除いた先カンブリア紀(始生代~原生代)の岩石類を一括して白地で表している。この図からみると、韓半島の地表部のかなりの部分は先カンブリア紀の岩石(主に変成岩や花崗岩から成る)で占められていることになっている。そして、顕生代(一部時代未詳を含む)の堆積岩(及



第1図 韓半島とその周辺の地形図。

び変堆積岩)類や火成岩類(貫入岩類や火山岩類などは、これら先カンブリア紀の岩石類を覆いまたは貫入して、地域的に比較的まとまって分布していると考えられてきた。

以下では、主に李(1979), Geological Society of Korea (1987), 巡検案内書(Tateishi et al., 2002)などを参考に、韓半島に分布する岩石や地層の概要を年代順で紹介する。

#### 4.1 先カンブリア界(始生代~原生代)

韓半島に露出する最も古い岩石は、先カンブリア紀前半の始生代(もしくは太古代)(Archean)の岩石である。第二次大戦以前は、これら始生代の



動は正確にはわかっていないが、最近では、それまで先カンブリア紀と考えられてきた地質体が年代学的・構造地質学的に再検討されるようになってい、その一例として、第1図のテペク(太白)山とテジョン(太田)を結ぶ北東-南西方向に韓半島南部を斜めに横切って分布するオクチョン(沃川)帯(Ogcheon Belt)の中軸部に分布するオクチョン層群の年代については、第二次大戦以前より先カンブリア紀(原生代最後期)と考えられていたが、その後Cluzel *et al.* (1990)に代表されるように、古生代前期(カンブリア紀~オルドビス紀)のチョソン累層群の同時異相ではないかという主張が展開されるなど、地質学者の間で活発な議論がなされている。最近では、その主体は古生代中期のデボン紀の地層ではないかという見解も出されている(Teraoka & Okumura, 2003; 寺岡・奥村, 2003)。

## 4.2 古生界

### チョソン累層群(古生代前期)

主に海成層から成る古生代前期のカンブリア紀~オルドビス紀の地層が、韓半島北部のピョンヤンの北東方向の一带と韓半島南部でオクチョン層群分布域の北東にあたるテペクサン(第1図参照)周辺にまとまって分布しており、前者はピョンアン(平安)堆積盆(Pyeongang Basin)、後者はテペクサン(太白山)堆積盆(Taebaeksan Basin)と呼ばれている。これらの堆積物では、石灰質海成シーケンスが卓越し、チョソン(朝鮮)累層群(Choseon Supergroup)と呼ばれている。なお、李(1979)では、累層群を大層群と呼んでいるが、ここでは、一般的な呼び方にならって、累層群という表現を用いることにする。

### ヘドンニ層(古生代中期)

上記のピョンアン堆積盆やテペクサン堆積盆では、カンブリア紀~オルドビス紀の下部古生界は石炭紀~二疊紀の上部古生界の陸成層によって直接不整合で覆われると長い間考えられ、その間の時間的ギャップは“大欠層(Great Hiatus)”と呼ばれてきた(李, 1979)。その後、テペクサン堆積盆において、チョソン累層群と次に述べるピョンアン累層群の間にシルル系が発見され(李, 1982)、ヘドンニ(檜洞里)層(Hoedongri Formation)と名づけられている。ヘドンニ層は、うすい苦灰岩質石灰岩

を挟む海成の微晶質石灰岩から構成されている(李, 1987)。このことから、少なくともテペクサン堆積盆周辺では、チョソン累層群を堆積したカンブリア紀~オルドビス紀の海は、多分シルル紀までは断続的に広がっていたと考えるほうが妥当である。

### トマン累層群(古生代中~後期)

韓半島北東端部のトマン川西南部には、トマンガ(豆満江)トラフ(Tuman River Trough)と呼ばれる堆積盆が存在し(李, 1979)、そこには、トマン(豆満)累層群(Tuman Supergroup)と呼ばれるデボン系から二疊系上部の地層が分布する。トマン累層群の中・下部は海成層で、上部は陸成層である(Geological Society of Korea, 1987)。

### ピョンアン累層群(古生代後期)

上記のピョンアン堆積盆やテペクサン堆積盆では、カンブリア紀~オルドビス紀のチョソン累層群やシルル紀のヘドンニ層を不整合に覆って、主に陸成層から成る石炭系~二疊系が分布し、これらは、ピョンアン累層群(Pyeongang Supergroup)と呼ばれている。二疊紀の地層中には、重要な石炭層が挟在している。

## 4.3 中生界

### ソンリム変動・ソンリム花崗岩類とテドン累層群(三疊紀~ジュラ紀前期)

三疊紀中期に造山運動が起き、中朝台地の陸塊内のすべての堆積層に影響を与え、断層や褶曲をもたらした。この運動は、ソンリム(松林)変動(Songrim Disturbance)と呼ばれている。ソンリム変動は、ピョンアン累層群やオクチョン層群を堆積した以前の堆積盆や韓半島西海岸のクムガン(第1図参照)北方の先カンブリア界の上位に、いくつかの孤立した山間堆積盆を形成し、そこでは、陸成のテドン(大同)累層群(Taedong Supergroup)及びその相当層が三疊紀後期~ジュラ紀にかけて形成された。テドン累層群は異なった堆積盆に異なった岩相やシーケンスを有しているが、多数の礫岩層を挟在していることが特徴である。いくつかの地域では、小規模な石炭層を挟在している。

ソンリム変動に伴って、韓半島の北部域で花崗岩類の貫入がみられ、ソンリム花崗岩類(Songrim Granite)と呼ばれている。ソンリム変動は、三疊紀に花崗岩が貫入したとされる韓半島北部のほうが

より激しかったと一般的には信じられている。しかし、韓半島南部における三疊紀後期～ジュラ紀のテドン累層群の地域的分布からみて、ソソリム変動は、これまでの考え方に反して韓半島南部でも大変激しく、幾人かの地質学者は、オクチョン帯の北東部における堆積盆構造の西～北西方向は、ソソリム変動に起因する構造の現れと考えている。

#### デボ運動とデボ花崗岩類(ジュラ紀～白亜紀初期)

ジュラ紀初期～白亜紀初期には、デボ(大宝)運動(Daebo Movement)もしくはデボ造山運動(Daebo Orogeny)があり、韓半島の中部を中心に広い範囲にデボ花崗岩類(Daebo Granite)が貫入した。デボ造山運動は、その強さにおいて顕生代の構造運動上最も激しいものであり、それまでのすべての地層は強く変形し、あるものは弱い変成作用を受けた。オクチョン褶曲帯は、韓半島を斜めに横断する北東-南西方向に配列した。大藤ほか(1987)は、オクチョン褶曲帯の南東縁に沿って北東-南西方向に長さ400km、幅100kmにわたって伸び、右横ずれ成分を有するホナム(湖南)剪断帯(Honam Shear Zone)の活動は、デボ花崗岩類の貫入と同時期の出来事と考えている。

#### キョンサン累層群とブルグクサ花崗岩(白亜紀～古第三紀前期)

デボ造山運動に引き続いて、韓半島の南東部には大きな白亜紀の堆積盆が、また点在する孤立した多様なトラフが形成され、そこに非海成堆積物、火山碎屑物、火山岩類が形成された。これら一連の堆積物がキョンサン(慶尚)累層群(Gyeongsang Supergroup)である。このキョンサン累層群の堆積時期とほぼ同じ時期に、ほぼ同じ特徴を有する関門層群が、日本列島の九州北部から山口県西部にかけても形成されている。キョンサン累層群上部の厚い火山碎屑岩類及び火山岩類は、酸性～中性の噴出岩、溶岩、凝灰岩から成る。この時期に貫入したブルグクサ(佛国寺)花崗岩(Bulguksa Granite)は、主にキョンサン堆積盆(Gyeongsang Basin)とその周辺に分布する。ブルグクサ花崗岩の貫入は、これまでは白亜紀末に終わったと考えられていたが、最近の年代測定によると、前期古第三紀までつづいていたことが明らかになった。韓半島、特に南部における重要な鉱床は、これらの白亜紀後期の火成活動と関係が深い。

## 4.4 新生界

### 第三系とヨンイル変動(第三紀)

韓半島は白亜紀末から古第三紀初期にかけて現在の姿になったと考えられ、東海岸に沿った小さな堆積盆や散点するいくつかのトラフにおいて、第三紀の堆積物が形成された。第三紀の堆積物は、ほとんどの場合、前期の非海成堆積物、そして後期中新世～更新世の海成堆積物から構成されている。非海成堆積物と海成堆積物の間の中期中新世に不整合が見出されている。前者はゆるやかに変形し、火山碎屑物を挟在している。このときの変動は、ヨンイル(延日)変動(Yeonil Disturbance)と呼ばれている。

### アルカリ玄武岩の噴出(第四紀)

このあと、第四紀アルカリ玄武岩火山活動が、ペクト(白頭)山(Mt. Paektusan)、ウルルン(鬱陵)島(Ullung Island)、チェジュ(済州)島(Cheju Island)、チュガリョン(楸哥嶺)地溝帯(Chugaryeong Rift Valley)、その他の散点的なトラフなどで広く行われた。

## 4.5 花崗岩の活動

韓半島における顕生代の花崗岩類の主な貫入は、大きくみると三疊紀(ソソリム花崗岩類)、ジュラ紀(デボ花崗岩類)、白亜紀中期～古第三紀(ブルグクサ花崗岩類)の3つの時期にみられるが、大局的には、新しい時代のものほど韓半島の南部に分布するという特徴がかなり明瞭に認められる。

ソソリム花崗岩類とブルグクサ花崗岩類が主として岩株状に貫入しているのに対して、デボ花崗岩類は、主としてパソリス様の産状を示し、韓半島の中部から南西部にかけて、北東-南西方向(いわゆるシニアン方向)に帯状に広く分布している。ブルグクサ花崗岩類の貫入は、銅・鉛・亜鉛・重石・磁鉄鉱などの鉱床の形成など、韓半島における最も重要な鉱化作用をもたらしている。

## 4.6 まとめ

韓半島の地表部の地質や地史を概観した場合、日本列島と異なった特徴として、先カンブリア紀の地質体が広域的に存在すること、顕生界は海成層よりも陸成層が主体であること、特に新生界の分布域が限られていること、第四紀火山の分布が散点

的に限られていることなどがあげられるが、決定的に重要なことは、チャートなど付加体を特徴づける堆積岩類が分布しないことで、このことは、韓半島がユーラシア大陸東縁の付加コンプレックスの形成場になかったことを意味する。

今回の巡検では、時代未詳のオクチョン層群、ソペクサン堆積盆に分布する古生代のチョソン累層群とピョンアン累層群、白亜紀のキョンサン累層群、そして東海岸周辺の第三紀堆積物を、概ね時代の古いほうから新しい方へ見学するコースで実施された。本文中で示す見学先周辺の地質図の位置を第3図に示す。

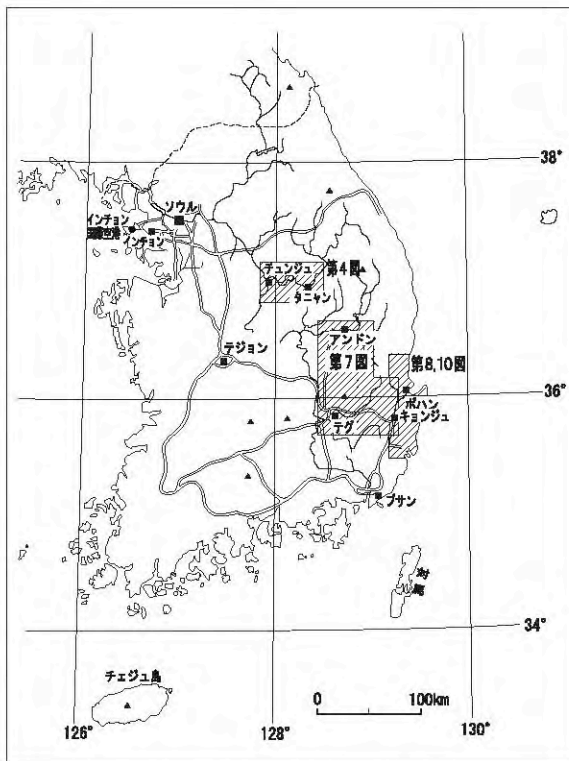
以下では、具体的な巡検内容を時系列的に紹介し、最後に本巡検の感想などをまとめた。

### 5. 巡検第1日目(9月9日月曜日)

#### インチョン国際空港への集合

当初の予定では、日本からの参加者全員は出発日早朝に新潟空港に集合する予定であったが、他の空港からも新潟空港から出発する飛行機とほぼ同じ時間にインチョン(仁川)国際空港に着くフライトがあることにわかり、インチョン国際空港に昼頃の集合となった。その結果、参加者の多くは、9:30新潟空港発、11:45インチョン国際空港着のKE764を利用したが、一部は名古屋空港や成田空港から出発した。また、先にソウルに入っている参加者もあったが、全員が9月9日お昼過ぎにはインチョン国際空港のロビーに集合した。空港では韓国側の案内者のうち、チュンナム大学のイ・ヒョング先生と韓国地質資源研究院のソン・ピョングク氏が我々を出迎えた。お二人とも学位を日本の大学でとられた経緯もあって、日本語が達者である。本地質巡検全体の調整をされたイ先生は、残念ながら大学の都合で初日だけの参加となり、代わりにソンさんが全期間参加して、本巡検の世話をすることになったという説明があった。

日本側からの参加者は、巡検指導者である立石雅昭教授(新潟大学)を除くと、松山幸弘氏(元福井県庁)、小林巖雄氏(新潟大学名誉教授)、鎌田耕太郎氏(弘前大学)、酒井治孝氏(九州大学)、星博幸氏(愛知教育大学)、東田和弘氏(名古屋大学)、高橋裕平氏(産業技術総合研究所)、野崎保氏(野崎

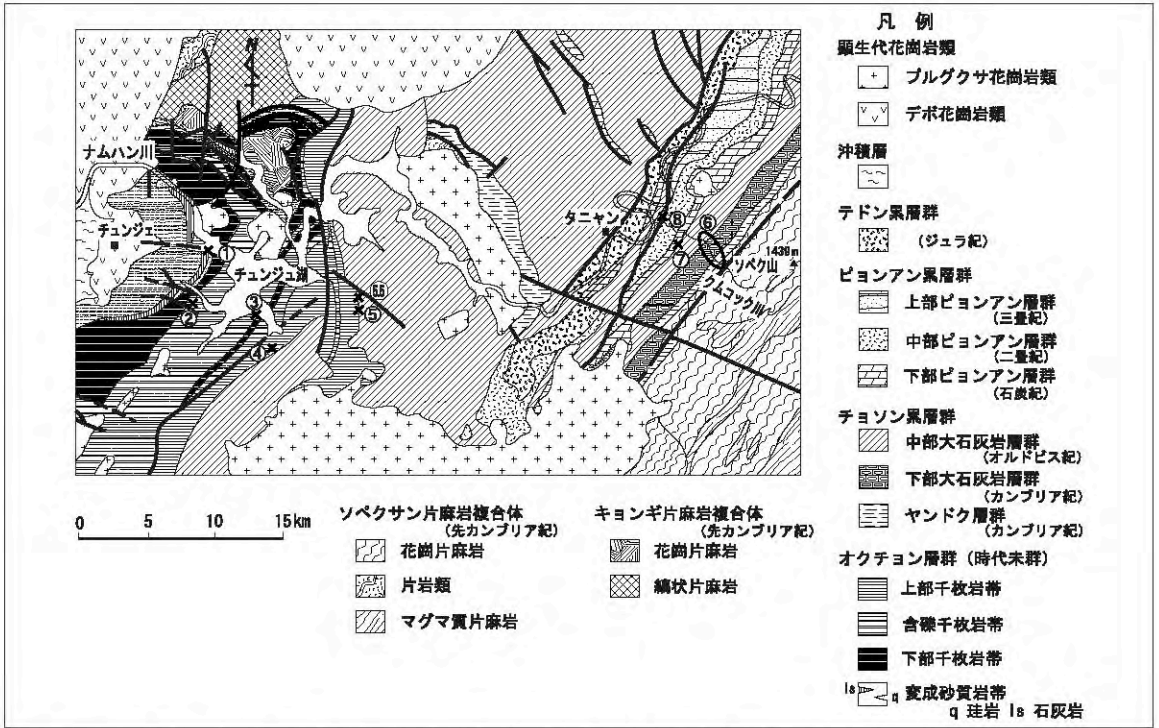


第3図 韓半島見学先地質図位置図。

技術士事務所)、立石良さん(島根大学院生)、中井亮さん(新潟大学学生)、生神美佳さん(弘前大学学生)、それに著者の12名である(いずれも巡検時の所属)。これら12名の日本人参加者のうち、これまでに韓国の地質に触れた経験のあるのは、元新潟大学の小林先生お一人ということであった。今回の地質巡検は、ソウルの約100km南東部にある半島中部のチュンジュ市で始まり、タニャン市、アンドン市、キョンジュ市を経て韓半島の東海岸のポハン市で巡検を終了するというコースである(第3図)。本コースは、北東-南西方向に伸びる韓半島の地質系統を胴切りに横断するコースであり、しかも古いほうから新しい時代の地層へとほぼ時代順に観察するコースであるため、著者を含めて、初心者にとっては大変有意義な巡検コースであるといえる。

#### 見学地点への移動

インチョン国際空港は、ソウル市の約40km西方、インチョンの街の沖合の人工の島に建てられた空港である。2001年3月に開港したばかりの空港だけあって、建物が新しいうえに大きくてゆとりが感じられる空港である。一行は、空港に迎えにきた



第4図 チュンジュ湖周辺の地質図。韓国地質資源研究院発行の25万分の1地質図「江陵」及び「安東」より作成。○内の数字は、見学地点のStop番号に対応。

マイクロバスに乗り、海の上を伸びる高速道路で本土に渡ったあと、ソウルを迂回しながら、その日の午後見学する2地点に向かうべくソウルの南東100 km前後のところにあるチュンジュ(忠州)市へと向かった。ソウルの周辺では、地震国日本ではとても考えられないようなスリムな高層アパート群を横目にみながらひた走り、途中高速道路のサービスエリアで簡単な昼食をすませた。その後高速道路を降り、チュンジュ市街を通り、午後3時半頃には、チュンジュ市東方のチュンジュ湖(ダム湖)西側の道路沿いにある最初の見学地点に到着した。ここでは、初日と二日目の案内者である韓国地質資源研究院のコ・ヒジェ博士が我々を待っていてくれた。

**チュンジュ湖周辺のオクチョン層群**

チュンジュ湖周辺には、化石を産しないために正確には時代未詳で、かつては先カンブリア紀末期と考えられ、その後、古生代前期のチョソン累層群と同時異相ではないかという主張が広がるなど、何かと議論の多いオクチョン(沃川)層群が分布している。オクチョン層群は主に堆積岩類から成るが、多かれ少なかれ変成作用を受けている。また、

ジュラ紀と白亜紀に貫入した花崗岩類が分布している(第4図)。オクチョン層群は、岩相上、下位から、部分的に珪岩や苦灰石を挟む変成砂質岩帯、下部千枚岩帯、含礫千枚岩帯、上部千枚岩帯に大別することができる(第4図)。これらの岩石は、さらにいくつかの累層や部層に区分されるが、ここでは、説明資料として現地で配布された案内者のコ氏ほかの名称にしたがう。

**Stop 1: テヒャンサン層とヒャンサンニ苦灰石**

最初の露頭であるStop 1では、まずオクチョン層群最下部の変成砂質岩帯に属するテヒャンサン(大香山)層(Taehyangsan Formation)を見学した。ここでのテヒャンサン層は、主に珪岩や粘板岩から成るが、小褶曲などの変形構造を受けている(写真1, 2)。次にすぐ近くのトンヤン(東洋)滑石鉸山前の道路際に積み上げてあるヒャンサンニ(香山里)苦灰石(Hyangsanri Dolomite)の岩石類を見学した。ヒャンサンニ苦灰石は、テヒャンサン層を整合に覆うが、分布はオクチョン層群の北東部のチュンジュ湖周辺に限られているという。ヒャンサンニ苦灰石中には角閃岩がシル状に貫入し、滑石が豊富



写真1 Stop 1で説明する韓国側巡検指導者(案内者)、左端が、チュンナム大学のイ・ヒョング教授、真ん中が、韓国地質資源研究院(KIGAM)のコ・ヒジュ博士、その後が、同ソン・ピョングク博士。



写真4 オクチョン層群上部の含礫千枚岩の露頭(Stop 2)、右奥にみえるのはチュンジュ湖。



写真2 オクチョン層群最下部のテヒャンサン層中の珪岩と粘板岩の露頭(Stop 1)。小褶曲変形構造が観察される。



写真5 含礫千枚岩の近接写真。泥岩中に多くの礫が浮いているように散在し、その後の変形作用により、泥岩が千枚岩化している。



写真3 ヒャンサンニ苦灰石中の角閃岩(優黒色岩)と滑石(優白色岩)(Stop 1)。

に含まれている。滑石の産出は角閃岩と密接に関係しているということである(写真3)。

**Stop 2 : ファンガンニ層**

次のStop 2は、やはりチュンジュ湖西側の道路沿

いの露頭で、ここでは、泥岩の基質中にさまざまな大きさの礫が一見浮いているように取り込まれているダイアミクタイトから成るオクチョン層群の含礫千枚岩帯上部に属するファンガンニ(黄江里)層(Hwanggangri Formation)が観察される(写真4, 5)。ファンガンニ層は、一見すると、中国の先カンブリア紀末期のシニアン(震旦系)にみられ、水礫岩(テライト)と解釈されている堆積物に似ていることから、こうした堆積物の存在が、オクチョン層群を先カンブリア紀末期の堆積物と考えたひとつの根拠になっているようである。しかし最近では、堆積物としての特徴から、デブリフローによって運搬・堆積した含礫泥岩とする解釈が支配的であるという(Chough, 1981; 中沢ほか, 1982; Cluzel et al, 1990)。礫の主な種類は、珪岩、石灰岩、粘板岩、花崗岩、片麻岩、石炭質粘板岩である。礫はよく





写真6 オクチョン層群の下部千枚岩帯のソチャンニ層(左手)と含礫千枚岩帯のファンガンニ層(右手上部)との境界部(Stop 3)。両者の境界に厚さ数mの大理石(白色部)が挟在する。

みると扁平化していたり引き延ばされていたりするダクタイルな変形を受けており、また基質の泥岩(泥質堆積岩)も千枚岩化作用を受けていることから、岩石名としては、含礫千枚岩と呼ぶ方がよりふさわしい。

#### ホテルへの移動

ここで巡検初日の露頭見学を終え、チュンジュ湖南西にあるスアンボ(水安堡)温泉にあるスアンボサンノクホテル(Suanbo Sangnok Hotel)に向かった。ホテル到着後、2人のチュンナム(忠南)大学の大学院生が合流した。夕食後、ホテルの地下にあるカラオケ店において、日韓でのどの競演を行うなどして、しばし親交を深めた。チュンナム大学のイ先生は、大学の都合により、このあと大学院生が運転してきた車でチュンナムに戻られたが、残った2人の大学院生は、KIGAMのソンさんといっしょにこのあと何かと巡検の手伝いをしてくれた。

## 6. 巡検第2日目(9月10日火曜日)

### Stop 3 : ソチャンニ層とファンガンニ層の境界

巡検2日目の最初の露頭Stop 3は、チュンジュ湖南岸の道路際にあり、ここでは、オクチョン層群の下部千枚岩帯に属するソチャンニ(西倉里)層(Seochangri Formation)とStop 2でみた含礫千枚岩帯に属するファンガンニ層との境界部を観察することができる。ここでは、露頭に向かって左手に含ガーネット片岩から成るソチャンニ層を、右手上部に含礫千枚岩から成るファンガンニ層をみるこ

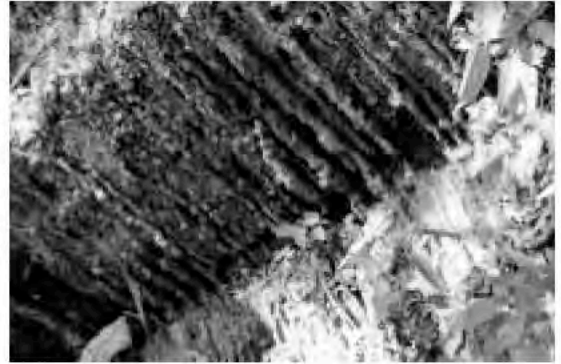


写真7 炭酸塩岩と泥岩の細かい互層から成るオクチョン層群のコウンニ層(Stop 4)。チョソン累層群とする見解もあるという。

とができる(写真6)。また、両者の境界部に厚さ数mの大理石層が観察される。この大理石層は薄いにもかかわらずよく連続し、オクチョン層群の重要な鍵層になっているということである。

### Stop 4 : コウンニ層

Stop 4は、チュンジュ湖南岸に注ぐ川筋を少し南に入った道筋の露頭であるが、ここでは、炭酸塩岩と泥岩の細かい互層から成るコウンニ(古云里)層(Goeunri Formation)を観察した(写真7)。白亜紀の花崗岩の貫入の影響でホルンフェルス化しており、また所属については、チョソン累層群に属するかオクチョン層群に属するか議論があるということであるが、案内者のコ博士は、オクチョン層群に属すると考えておられるようである。

### Stop 5とStop 5.5 : オクチョン層群とチョソン累層群の境界

このあとStop 5とStop 5.5では、チュンジュ湖東方の道沿いでオクチョン層群とチョソン累層群とが接触する境界部付近の露頭を観察した。どちらでも境界自体は観察できなかったが、オクチョン層群のほうは、ターピダイトと思われる砂岩(珪岩)が優勢な砂岩泥岩互層から構成されており(写真8)、これらは、オクチョン層群のソチャンニ層に属するということである。Stop 5.5をもって、前日以来のオクチョン層群の見学は終了した。

### ソペクサン国立公園への移動

チュンジュ湖周辺でのオクチョン層群の見学を午前中の一通り終えたところで、今度は、時代未詳のオクチョン層群とは異なり、化石を豊富に産する古



写真8 オクチョン層群とチョセン累層群の境界部付近に出てくるオクチョン層群の珪岩 (Stop 5). タービダイト起源と考えられる。



写真9 白亜紀のウオラクサン花崗岩にみられる板状節理 (ソペクサン国立公園に行く途中のチュンジュ湖沿いで)。

生代前期のチョソン累層群を見学するために、チュンジュ湖のさらに上流部にあたるソペクサン(小白山)国立公園(Sobaeksan National Park)に向かって、一路東へとバスは進んだ。そして途中の休憩所に立ち寄ったが、ここでは、ダム湖のまわりを取り囲むように露出する白亜紀のウオラクサン(月岳山)花崗岩(Weolaksan Granite)に発達する見事な板状節理を観察することができた(写真9)。

#### チョソン累層群

古生代前期の堆積岩類からなるチョソン累層群は、韓半島南部では、北東-南西方向に伸びるオクチョン帯の北東部(テペクサン盆地)に分布する。チョソン累層群は、大部分が炭酸塩岩質堆積岩から成るが、一部珪質の堆積岩類を挟み、通常、浅海成の堆積環境下で形成されたと考えられている。最初、井上(1907)によってチョソン層と名づけられたが、その後、Geological Investigation Corps of



写真10 ソペクサン国立公園入り口付近の看板。左は、韓国地質資源研究院(KIGAM)のソン・ピョングク博士、右は、新潟大学名誉教授の小林巖雄先生。

Taebaegsan Region (GICTR) (1962)によって、チョソン系へと格上げされるとともに、下部のヤンドク(陽徳)統(Yangdeog Series)と上部の大石灰岩統(Great Limestone Series)に区分された(第4図)。ヤンドク統は、主に珪岩や頁岩といった碎屑性堆積岩から成るのに対して、大石灰岩統は主に炭酸塩岩類から構成される。チョソン累層群は、地域によって異なるユニット名が名づけられており、今回巡検で見学するソペクサン国立公園周辺には、ツイボン(斗圍峯)ユニット(Duwibong Unit)が分布する。

ツイボンユニットは、下位の先カンブリア紀の花崗片麻岩や変成堆積岩類を不整合に覆い、石炭紀~三畳紀のピョンアン(平安)累層群(Pyeongan Supergroup)によって不整合に覆われる。ツイボンユニットは、カンブリア系(層厚900-1,100m)とオルドビス系(層厚約500m)に区分され、それぞれがいくつかの累層や部層に区分される。ここでは、説明資料として配布された案内者のコ氏ほかの名称にしたがう。

#### Stop 6 : クムコック川沿いのチョソン累層群

休憩所から1時間ほどバスに揺られて、巡検一行は、午後ソペクサン国立公園の入り口付近に到着した(写真10)。ここでは主に、ソペクサン国立公園のなかを流れるクムコック(金谷)川に沿って古生代前期のチョソン累層群をほぼ連続的に観察することができることから、この部分をまとめて、Stop6としている。駐車場からソペクサン管理事務所に向かう道路に沿って行くと、クムコック川を横切る橋があり、そこから下に降りると、ちょうど先カンブリア紀の花崗片麻岩を、チョソン累層群最下部



写真11 クムコック川底でみられる先カンブリア紀花崗片麻岩とカンブリア紀ジャンサン層(珪岩)の間の不整合(Stop 6の南端)。人が立っているあたりが不整合の位置(右側が基盤の片麻岩、左側が上位の珪岩)。その後のせん断変形により、不整合面が横ずれの断層面にもなっているという。



写真12 カンブリア紀プンチョン層(Stop 6:クムコック川)。石灰岩と苦灰岩の細互層から成る。河原のあちこちで、団欒する家族連れなどがみられる。



写真13 ドンジョム層中の珪岩(Stop 6:クムコック川)。珪岩と頁岩の互層から成り、珪岩部分が出っ張っている。



写真14 オルドビス紀前期のツムゴル層の葉状石灰岩(Stop 6:クムコック川)。のちの変形運動による変形を受けている。

のカンブリア紀のジャンサン(壮山)珪岩(Jangsan Quartzite)が不整合に覆う露頭を観察することができる(写真11)。ただ、後のホナム(湖南)せん断運動(Honam Shear Movement)といわれるダクタイトル変形を受けているために、不整合の境は、小規模な断層にもなっているということである。ダクタイトル変形は、基盤の花崗片麻岩にもまたそれを不整合に覆うチョソン累層群にも組織上の変形を与えている。ジャンサン珪岩中には礫の密集部や斜交層理等の堆積構造がよく観察された。

クムコック川に沿って下流側に向かって歩くとより上位のチョソン累層群が観察されることから、一行は地層を見、またコ博士の説明を聞きながら、徐々に河を下り始めた。当初珪岩や粘板岩が中心

であったが、少し河を下っていくと、層状の白色岩から成る崖がみえてきた。これが石灰岩と苦灰岩の互層から成るカンブリア紀プンチョン(豊村)層(Poongchon Formation)である(写真12)。ここでは白色の石灰岩と苦灰岩の細互層が観察される。なお、プンチョン層の石灰岩は、韓国の石灰岩需要の大半を供給しているということである。

今度はクムコック川に沿う道路を少し歩きながら下ると、ドンジョム(銅店)層(Dongjeom Formation; 珪岩と頁岩の互層: 写真13)とオルドビス紀前期のツムゴル(斗務洞)層(Dumugol Formation; 葉状石灰岩: 写真14)とがややとびとびに観察されるが、これらは、小さなスラストにより何度か繰り返して出現するということである。これらの堆積物にも



写真15 チョソン累層群マッゴル層(オルドビス紀)とピョンアン累層群マンハン層(石炭紀後期)の不整合露頭(Stop 7)。右側の塊状で灰白色を呈する石灰岩がマッゴル層で、左側の紫がかかった砂岩及び頁岩がマンハン層。不整合直上部に石灰岩のブロックがあり、堆積盆内で起きたスランプ堆積物とする説と堆積盆外からもたらされたオリストリスという説があるという。

変形がみられるが、白亜紀の走向方向右回りスリップにもなって形成された可能性が高いという。

**Stop 7 : チョソン累層群とピョンアン累層群の不整合**

さてクムコック川沿いに露出するチョソン累層群を一通り見学した後、今度はバスに乗って少し移動し、道路沿いに露出するStop 7に向かった。ここではチョソン累層群に属するオルドビス紀のマッゴル(莫洞)層(Maggol Formation)に、上位のピョンアン累層群に属する石炭紀後期のマンハン(晩項)層(Manhang Formation)が不整合に重なる露頭を観察することができる(写真15)。オルドビス紀のマッゴル層は灰色の石灰岩(海成層)から成るのに対して、石炭紀のマンハン層は、紫色を帯びた陸成層の砂岩と頁岩から構成されている。マンハン層の基底部(不整合面直上)には、石灰岩のブロックが観察され、Cluzel et al. (1990)は、これらをマンハン層堆積時のスランプ堆積物と解釈しているが、案内者のコ氏は、堆積盆外に由来するオリストリス起源と考えているということであった。

**Stop 8 : ゴス洞窟(鍾乳洞)**

Stop 8はこの日最後の見学地点で、チョソン累層群の石灰岩中に発達し、このあたりの観光スポットにもなっているゴス(古藪)洞窟(Gosu Cavern)である。ゴス洞窟の入り口には、非常に大きな駐車



写真16 ゴス鍾乳洞内部でみられた鍾乳石。



写真17 出口に向けてえんえんとつづくスパイラル状階段。

場があり、その周りはお土産屋が取り囲んでおり、着いた早々観光地らしい雰囲気を感じられた。夕方近くになっていたこともあり、一行はバスから降りるや急いで階段を上ってゴス洞窟の入り口に急ぎ、そこで入場券を買って中に入った。中は鉄の通路や階段でよく整備されているが、一人がやっと通れるような狭いところから、広い空間まで変化に富むとともに、広い空間で上をながめると見事な鍾乳石が発達しているなど、なかなか見ごたえがある(写真16)。途中前進しながらかなり下っていったために、最後は大きな丸い鉄柱の周りのらせん状階段を相当上って出口に達するなど(写真17)、上下方向に移動量の大きい大変ダイナミックな鍾乳洞である。

この洞窟は、スラスト面を介して、ピョンアン累層群に属する二畳紀のコバンサン(高坊山)層



写真18 ハフェ村木石園入り口付近。さまざまな木彫り人形たちが出迎えてくれる。



写真19 木石園の広場でハフェ村について説明するキム・ジョンフン氏(右側)とそれを通訳する案内者のソン・ピョングク氏。

(Gobongsan Formation)の上盤側に発達するチョソン累層群に属するオルドビス紀のマッゴル層中に形成されたものである。マッゴル層は、主に暗灰色の石灰岩から構成され、層厚は1,000m以上であるという。

#### 第2日目の宿泊地：アンドン市ハフェ村

このあと一行は、1日目と2日目の地質の案内をされたコ氏と別れを告げ、宿のあるアンドン(安東)市(Andong-shi)へと向かい、陽が沈む前に2日目の宿に到着した。

第2日目の宿は、安東市西方の、ナクドン(洛東)川(Nakdong River)の蛇行河川の突洲(ポイントバー)の上に発達し、お面(仮面)の里として、また王朝時代からの儒教を主体にした昔ながらの住居と生活が残されているところとして有名なハフェ(河回)村(Hahoe Village)のハフェパークホテル(Hahoe Park Motel)である。ここで第3日目の案内を担当する韓国地質資源研究院(KIGAM)のソン・ジンダム(孫 晋潭: Dr. SON Jin-Dam)博士が合流した。

この宿の隣には、面作りや木彫り師として有名なキム・ジョンフン(金 鐘興: Kim Jong-Heung)氏の作業場や展示即売所などがある木石園があり(写真18)、そのなかには、いろいろな木彫り人形を周囲に配置した広場もある。参加者は、夕食をとったあとこの広場に集まり、ソン・ピョングク氏の通訳で、キム氏からいろいろなお面の由来(身分や役割)について順に説明を聞くとともに(写真19)、お面によって身の振り方、踊り方が違うことを実演で学んだ。そして今度は、参加者一同が輪になり、



写真20 輪になってお面ごとの踊りの練習。

同氏の指導の下、お面ごとの踊りを身振り手振りで踊り興じることとなった(写真20)。またこの後、みなで歌を披露して盛り上がったが、こうした大変珍しい体験は参加者に深い印象と感銘を与えたに違いない。

#### 7. 巡検第3日目(9月11日水曜日)

##### キョンサン累層群

この日の見学の主たる目的は、韓半島南東部のキョンサン(慶尚)堆積盆(Gyeongsang Basin)に分布する白亜紀の非海成層であるキョンサン(慶尚)累層群(Gyeongsang Supergroup)を見学することである。同じ時代の非海成層が、日本の九州北部から山口県西部にも分布することが知られ、関門層群と呼ばれている。両者の形成時代、すなわち日本海の開く前に、お互いにどのような位置関係にあったかは、日本海の形成機構ともからんで大

変重要な問題である。キョンサン累層群は、下位から、シンドン(新洞)層群(Sindong Group)、ハヤン(下陽)層群(Hayang Group)、ユウチョン(楡川)層群(Yuchon Group)に大別される(第5図)。

最下部のシンドン層群(白亜紀のネオコミアン; 層厚2,000-3,000m)は、扇状地、河川、湖などで形成された礫岩、砂岩、泥岩(シルト岩、頁岩)、石炭質頁岩などから構成される。岩相や岩石の色により、下位より、ナクドン(洛東)層(Nakdong Formation)、ハサンドン(霞山洞)層(Hasandong Formation)、ジンジュ(晋州)層(Jinju Formation)に区分される(第5図参照)。累層区分の際には、岩相のみならず色も重要な役割を果たしている。たとえば、中部のハサンドン層の場合、その上下の累層が非赤色であるのに対して、赤色縞状層で特徴づけられる。本層群からは、植物化石を含む非海成化石、すなわち、軟体動物化石、カイエビ類、車軸藻類、パリノモルフ、そして貝形類などの化石の産出が知られている。

中部のハヤン層群(前期白亜紀後期、層厚1,000-5,000m)は、頁岩、砂岩、少量のマールと周辺の供給源や堆積盆に貫入した火山岩から由来した礫岩から成る。本層群は、岩相、鍵層、岩石の色に基づいていくつかの累層に区分されてきた(第5図)。本層群には、白亜紀のアルビアン-アプチアンを示す非海成化石(軟体動物、車軸藻類、カイエビ類、孢子と花粉)が含まれている。しかしながら、古地磁気学的研究によると、チャェクサン(採葉山)層(Chaeyaksan Formation)とコンチョンニ(乾川里)層(Konchonri Formation)は白亜紀のカンパニアンに属するという。ハヤン層群の堆積時に、堆積盆はいくつかの小さな地殻片に分割した西北西方向の成長断層に支配されていたと考えられている。代表的な例は、パルコンサン(八公山)断層(Palgongsan Fault)である。堆積同時性ブロック運動及び関連した差別的堆積作用は、側方への岩相や層厚の突然の変化をもたらし、堆積盆内の対比を困難にしている。たとえば、パルコンサン断層にそって貫入したと考えられるパルコンサン花崗岩の北側(慶尚盆地中部)と南側(慶尚盆地南部)の間では、異なった層序学的シーケンスが発達し、そのため異なった累層区分がなされている(第6図)。

年代	層群	層	記号	岩相	層厚 (m)	主要岩石		
白 亜 紀	セ/マニアン-カンパニアン	ユウチョン層群	Yg		2000	流紋岩 安山岩質凝灰岩 緑灰色泥岩 安山岩 デイサイト質凝灰岩 安山岩質凝灰岩 火山角礫岩		
						暗灰色頁岩 緑灰色泥岩 礫岩 マール		
	アルビアン — アプチアン	下陽層群	シンドン礫岩層	HJ		2000	"クサンドン凝灰岩"	
			ハヤン成安層	HH			赤色泥岩 緑灰色泥岩 凝灰質砂岩	
			ハヤン新洞火山岩新層	HV			0-250	玄武岩 赤色シルト岩 凝灰質砂岩
			ハヤン新洞礫岩層	HS			200   400	礫岩 赤色泥岩 凝灰質砂岩
			ハヤン深谷層	HC			550   700	赤色泥岩 暗灰色泥岩 凝灰質砂岩 礫岩 マール
			ハヤン新洞層群	ジンジュ晋州層			SJ	1000
	ネオコミアン	新洞層群	シンドン霞山洞層	SH		1300	赤色シルト岩 砂岩・礫岩 緑灰色泥岩	
			シンドン洛東層	SN			700	暗灰色泥岩、頁岩 灰色砂岩 褐色泥岩 石炭・石炭質頁岩 マール
先白亜紀						gr: ジュラ紀花崗岩 gn: 花崗片麻岩		

第5図 キョンサン累層群の標準層序。Son (1997)より。

最上部のユウチョン層群(白亜紀最後期; 層厚約2,000m)は、主に火山岩類から構成され、不整合に(場合によっては、見かけ上整合に)ハヤン層群を覆うが、稀にシンドン層群を覆う。火山岩類は、カルクアルカリ岩で、下位からジュササン(朱砂山)安山岩(Jusasan andesite rocks)とウンムンサ(雲門寺)流紋岩(Unmunsa rhyolitic rocks)の2つの subgroupに分けることができる(第6図)。前者は、安山岩溶岩と安山岩質凝灰岩と凝灰岩質堆積物の層との厚い互層である。後者は、酸性のアッシュフロー堆積物、溶結凝灰岩、それらに付随する流紋岩や黒曜石から構成されている。

今回の巡検では、主にパルコンサン花崗岩の北

義城地区 (慶尚盆地中部)		密陽地区 (慶尚盆地南部)			
新陽洞層	乾川巨層	KYa	新陽洞層群		
春山層 ⑥	換葉山火山岩部層 ②	KH3	累層群		
會谷層 ①	松茂泊層	KH2			
點谷層 ④ (龜谷合源史跡)	成安層	KH1	下層群		
後坪洞層	新羅礫岩部層				
一直層 ③	漆谷層	KS3	慶尚		
	晉州層				
	龜山洞層			KS2	
	洛東層	KS1	新羅層群		

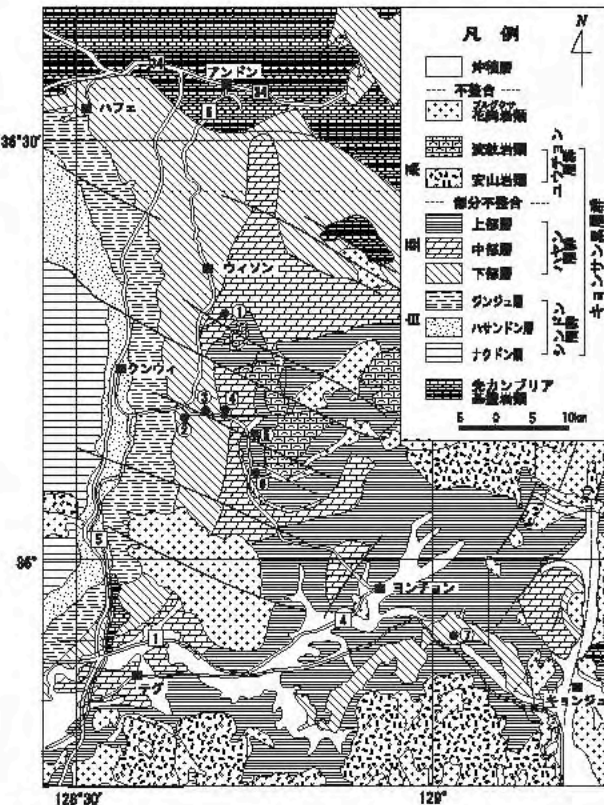
第6図 キョンサン盆地中部と南部の層序対比。Son (1997) より。○内の数字は、見学地点のStop番号に対応。



写真21 アンドン市ハフェ村の観光案内板。観光案内板であっても、説明はハングル文字で書かれている。



写真22 蛇行するナクドン川の突洲(ポイントバー)上に広がるハフェ村。観光案内板の写真から。



第7図 キョンサン盆地見学地域の地質図。Son (1997) より。○内の数字は、見学地点のStop番号に対応。

側(慶尚盆地中部)に分布するキョンサン累層群中部のハヤン層群を、鉄道(中央線)にほぼ沿って伸びるアンドン(安東)市からヨンチョン(永川)市を経てキョンジュ(慶州)市に向かう道路沿いで観察することになった(第7図)。

### ハフェ村周辺

まずは、昔ながらの建物と生活が残っているというハフェ村をひとまわり見学しようということで、近くにある観光案内板を見ながら、ハフェ村の立地条件を確かめた(写真21, 22)。このあと、朝もやの立ち込める村のなかを歩きながら、王朝時代の農村風景を眺めたり、お土産屋(写真23)さんに寄ったり、記念撮影をしたりした。また、近くのビョンサン(屏山)書院(Byeongsan Seowon)という当時の学問所を訪れ、その雰囲気を楽しんだりした。眼下にナクドン川をただくその静かなたたずまいは、学問を学びまた論じる場所としては最適と思わ



写真23 ハフエ村のお土産屋さん、各種のお面が売られている。



写真26 地質図を前に、その日の見学コースを確認。左端は、巡検指導者リーダーの立石先生、地質図は、25万分の1地質図「アンドン(安東)」。



写真24 ビョンサン書院から眺めたナクドン川。



写真27 恐竜足跡化石の露頭位置を示す標識。このようにハングル文字以外に、漢字や英語がついた標識は非常に珍しい。



写真25 ビョンサン書院の前に並んだ現在の学生諸氏。左から、チュンナム大学の院生、島根大学の院生立石 良さん、弘前大学学生の生神美佳さん、チュンナム大学の院生、新潟大学学生の中井 亮さんの5人。

れる環境で、情報過多の現代が失ってしまった何かがそこには残っているように思えた(写真24, 25)。

そのあと、ナクドン川の現在のポイントバーから対岸のハヤン層群最下部の河川及び洪水成堆積物から成るイルジク(一直)層(Iljik Formation)を遠望しようとしたが、あいにく霧のために眺めることはできなかった。一行は、地質図を前に説明を聞きながら、現在いる地点やその日の見学コースの確認を行った(写真26)。

### Stop 1 : サゴク層と恐竜の足跡化石

このあと一行は、思い出多きアンドン市に別れを告げ、アンドン市南方のウイソン(義城)市(Euiseong-shi)を経てさらに南下し、恐竜足跡化石と書かれた標識(写真27)のところで東に進路を変え、少し走ったところにあるStop 1に到着した。ここに露出する地層は、ハヤン層群中部のサゴク





写真28 ハヤン層群中部サゴク層中部の河川・洪水成堆積物の露頭(Stop 1)。層理面に沿って多数の恐竜の足跡化石がみられることから、雨水防止のために屋根がついている。



写真30 イルジク層上部の蛇行河川堆積物～氾濫原オーバーバンク堆積物(Stop 3)。



写真29 層理面上にみられる恐竜足跡化石。丸く凹んでいるところが足跡に相当する。崖ができたの頃は、もっと明瞭に観察されたという。



写真31 チャート礫を含む礫岩層(Stop 3)。

(舎谷)層(Sagok Formation)である。ここでは、サゴク層中部の厚い均質なシルト岩と細粒砂岩(河川・洪水堆積物)が観察されるが、みどころは、層理面上に多数観察される恐竜の足跡化石である。ここでは、大小の足跡が進行方向に何列にも配列しており、全部で200余りの恐竜の足跡化石が見学できるという(写真28, 29)。このあたりは、他と比べて地層が比較的立って急傾斜となっているが、これはキムソンサン(金城山)コールドロン(Geumseongsan Cauldron)の形成と関係しているということである。

#### Stop 2とStop 3：イルジク層とチャート礫

このあと、中央線に沿って道路を再び南下し、ウボ(友保)駅正面の道路沿いに位置するStop 2でバスは止まった。ここでは、ハヤン層群下部イルジク(一直)層(Iljik Formation)の中部に属するデルタ成～湖成堆積物(厚層理くさび状中粒砂

岩、厚層理均質灰色泥岩、葉理の発達した黒色頁岩、薄層理灰色マール)を観察した。このあと、近くの食堂で昼食をとった後、Stop 2の東方の道路沿いの露頭であるStop 3で、再度イルジク層を見学した。ここではイルジク層上部の蛇行河川堆積物や氾濫原オーバーバンク堆積物(厚層理の礫岩、厚層理の粗粒～細粒砂岩、厚層理のシルト岩)を観察した(写真30)。特に注目されるのは、礫岩の礫のなかに、玄武岩、安山岩、フェルサイトなどの火成岩起源の礫のほか、チャートの礫が含まれていることである(写真31)。チャート岩体を含む地質体は、現在の韓半島では知られていないということから、日本の付加体の研究者も加わって、これらのチャート礫中の放射虫化石の検討を行い、日本列島の付加体との関係について論じられている(八尾・章, 1990; 久田ほか, 2001)。



写真32 ハヤン層群中部チョムゴク層中部のウイフン含礫泥岩 (Stop 4).



写真33 ハヤン層群上部のチュンサン層中部の湖成堆積物 (Stop 6).

#### Stop 4, Stop 5 : ウイフン含礫泥岩とクサンドン凝灰岩

一行はこのあと、さらに東に進み、Stop 4でハヤン層群中部のチョムゴク(點谷)層(Jomgok Formation)中部の厚さ数mの含礫泥岩を観察した(写真32)。この含礫泥岩には、ウイフン含礫泥岩(Uihung Pebbly Mudstone)という名前がつけられており、比較的広く追えるということである。案内者のソンさんの説明によると、扇状地の上に形成された土石流堆積物ではないかということであったが、冷却節理のような節理がみられることや、火山碎屑物が豊富にみられることから、水蒸気爆発・火砕流・火山泥流など、何らかの火山活動と関係した堆積物ではないかという印象を強くもったので、そのような見解を伝えた。次のStop 5は、道路沿いをさらに東方に進み、少し南方に向きを変えた道路沿いにあり、ここでは、ハヤン層群上部のチュンサン(春山)層(Chunsan Formation)の基底のマーカ―となっているクサンドン(九山洞)凝灰岩(Kusandong Tuff)を見学した。この凝灰岩は、日本でよくいうゴマシオ状凝灰岩(有白色の鉱物と黒色の鉱物が混じった凝灰岩)というものに類似している。氾濫原堆積物に挟まれて出現し、厚さ数mにかかわらずよく連続し、有効な鍵層となっているということである。

#### Stop 6 : チュンサン層のストロマトライト

Stop 6は、Stop 5からさらに南下した道路沿いにあり、ここではハヤン層群上部のチュンサン層中部の堆積物を観察できる。チュンサン層中部に

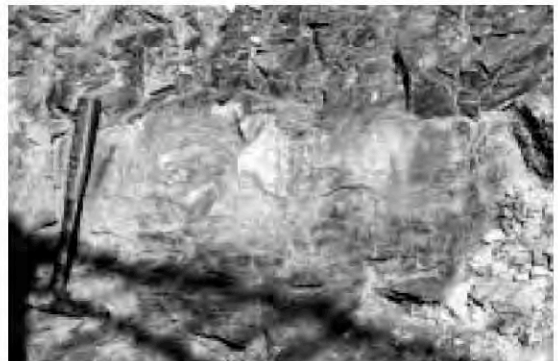


写真34 チュンサン層中のストロマトライト (Stop 6).

は、キムソンサンコールドロンの発達によって形成された湖に堆積した薄いマールをともなう非常に厚い暗灰色泥岩がみられる(写真33)。ここでは、ストロマトライト(写真34)と巨大なリング状断層の形成にともなってその近傍で形成されたという微小褶曲や微小断層を観察した。

#### Stop 7 : マンプルサン寺とチャヤクサン火山岩部層

このあと一行は、さらに南下して案内者のソン・ジンダム氏のふるさとであるというヨンチョン市を通り、キョンジュ市の方向に向かってバスを進め、その途中にあるマンブルサン(萬佛山)寺(Manbulsan Temple)に寄った。この寺の周りにみられるハヤン層群中部のジンドン(鎮東)層(Jindong Formation)中にあるチャヤクサン(採葉山)火山岩部層(Chaeyaksan Volcanic Member)が、この日最後の見学地点のStop 7である(写真35)。ここでは、非海生環境下で形成された玄武岩溶岩、火山礫岩、集塊岩、凝灰岩などを観察し、こ



写真35 マンプルサン寺横の崖にみられるジンドン層中のチャヤクサン火山岩部層(Stop 7)。台地の上に金色の大仏像がみえる。

のあと、マンプルサン寺をしばらく見学した後、3日目の宿があるキョンジュ市へと向かった。

#### キョンジュ市への移動

キョンジュ(慶州)市(Gyeongju-shi)は、高句麗、新羅、百済の三国時代を経て、韓半島を初めて統一した新羅の都として990年余り(国王の数で56代)栄えた古都であり、日本の奈良や京都にあたる。雰囲気は日本の奈良に似ており、市内のあちこちに公園があり、丸く盛り上がった古墳などをバスから見学できた。韓国では修学旅行などで一度はキョンジュを訪れている人が多いとかで、この点でも京都や奈良に似ている。3日目と4日目の宿は、このキョンジュ市の郊外にあり、湖の周りにホテルや娯楽施設などが集まったリゾート地の一角にあるキョンジュ教育文化会館という立派なホテルであった。教職員の共済施設であるため、案内者の一人であるチュンナム大学のイ先生の予約で安く泊まれることになったという。夕方このホテルに到着したが、ほぼ同じ頃に、4日目の案内者であるプサン大学のユン・スン先生も到着され、市内のレストランでいっしょに食事をした。

### 8. 第4日目(9月12日木曜日)

#### プルグクサの訪問

参加者はまず、案内のユン先生の提案により、キョンジュの古代建築を代表し、また地質学的には白亜紀末～古第三紀のプルグクサ(佛国寺)花崗岩(Bulguksa Granite)の名前でなじみ深いプルグクサ(佛国寺)を訪問した(写真36)。プルグク

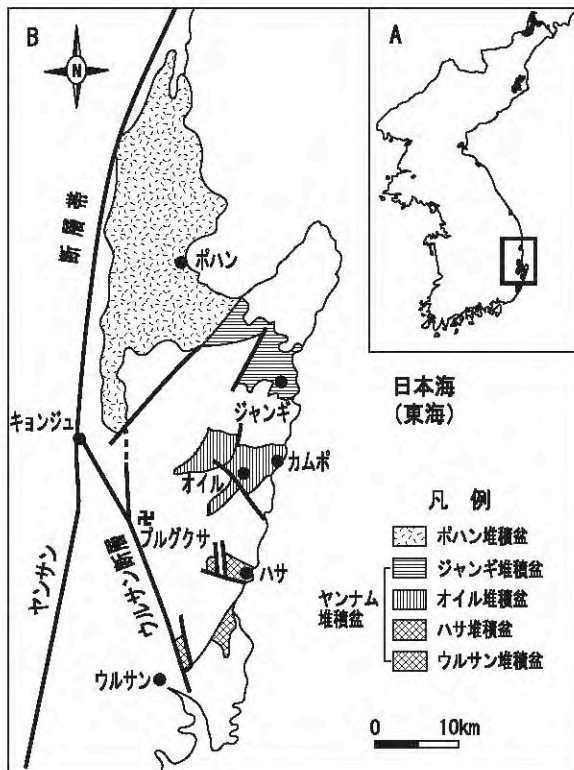


写真36 プルグクサ(佛国寺)の入り口。



写真37 高台の上に建つ紫霞門。俗界から階段を登って高台の門をくぐるとそこは極楽浄土であるという。

サは、750年頃創建されたが、その後何回か改修が加えられた。しかし、豊臣時代の文禄・慶長の役のときに放火であらかた消滅してしまったが、王朝時代後期にいくつかの建物が再建、最近では、1969年の発掘調査を基に、いくつかの建物が1973年に復元され、1995年にユネスコ世界遺産に登録されたという。プルグクサは、高い築台の上に平地をつくり、そこに殿閣を立てた一大伽藍で、大雄殿、極楽殿、毘盧殿といった主要な建物と付随する建物が境内に点在している。高まりとなっている境内の殿閣の前には階段の石組みがあり、石組みの上が仏の国(極楽浄土)であり、その下が普通の人々が住む世界(俗界)であるということである(写真37)。もちろん、これらの石組みはプルグクサ花崗岩からできている。



第8図 A: 韓半島における第三紀層の分布(黒色部).  
B: ヤンナム及びポハン堆積盆の分布. Tateishi et al. (2002) より.

### 韓国の第三紀層とポハン・ヤンナム堆積盆

韓半島における第三紀層の分布域は非常に限られている(第8図A)。特に韓国のある韓半島南部の場合、日本海(東海)に面する東海岸周辺に限られ、そのなかで最も大きいのが、4日目の主な見学対象となっているポハン・ヤンナム(浦項-陽南)堆積盆(Pohang-Yangnam Basin)である(第8図B)。ヤンナム堆積盆及びポハン堆積盆は、韓半島の南東隅に分布し、Yoon (1986) によって名づけられた。Yoon (1986) の前には、本地域の第三系に対して、Kim (1970) によって、3つの堆積盆、すなわち、ポハン堆積盆、オイル(魚日)堆積盆(Eoil Basin)、ウルサン(蔚山)堆積盆(Ulsan Basin)に区分されていた。第三紀堆積盆に対するKim (1970) の区分は、海成層の分布に基づいているが、Yoon (1986) は第三系堆積盆の造構史の観点から、ヤンナム堆積盆とポハン堆積盆に区分する考えを示した。ヤンナム堆積盆には、Kim (1970) のオイル堆積盆、ウルサン堆積盆が含まれ、ポハン堆

積盆はKim (1970) のそれと同じである。

ヤンナム堆積盆とポハン堆積盆は大きさはほぼ同じで、互いに隣接して分布している(第8図B)。基盤は、ともに白亜紀の堆積岩と火山岩(キョンサン累層群)及び花崗岩(プルグクサ花崗岩)である。これら2つの堆積盆を埋積する第三系は、下位より、始新世のオアンサン(旺山)層(Wangsan Formation)、前期中新世のボムコクニ(凡谷里)層群(Beomgogni Group)とジャンギ(長髪)層群(Janggi Groups)、前期中新世最後期~中期中新世のヨンイル(延日)層群(Yeonil Group)に区分される。最下部のオアンサン層はデイサイト及びデイサイト質溶結凝灰岩から構成されており、ホアム花崗岩に貫入されている(第9図、第10図)。その上位の前期中新世のボムコクニ層群とジャンギ層群は、ヤンナム堆積盆にのみ分布する。

ボムコクニ層群はオアンサン層を不整合に覆い、デイサイト質火山岩類(火山角礫岩、ラピリ凝灰岩など)から構成されている。ジャンギ層群は、ボムコクニ層群を不整合に覆い、礫岩、砂岩、泥岩、デイサイト質ラピリ凝灰岩、デイサイト質貫入岩、安山岩質-玄武岩質ハイアロクラスタイト、溶岩、貫入岩から成る。ジャンギ層群のジャンギ植物群(Janggi Flora) (Changgi Flora; Huzioka, 1972) は、日本における阿仁合型フローラ(藤岡, 1963) に対比される。ヨンイル層群(Yoon, 1992; 立岩(1924)の延日層群)は、ジャンギ層群を不整合に覆い、最下部の陸成層(ヤンナム堆積盆のカンドン(江洞)層(Gangdong Formation)やポハン堆積盆のタングリ(丹邱里)礫岩(Danguri Conglomerate))を除くと海成層である。海成層の堆積環境は、内湾から開いた海で、このときの海進は、前期中新世最後期に始まり、中期中新世の間続いた(Yi and Yun, 1995)。ヨンイル層群の下部の内湾成のユニット、すなわち、ヤンナム堆積盆のシンヨン(新峴)層(Sinhyeon Formation)とポハン堆積盆のチョンコクサ(泉谷寺)層(Cheongogsa Formation)は、Vicarya-Anadara群集といった暖海性の軟体動物要素で特徴づけられる(Yoon, 1979)。これらは日本のArcid-Potamid群集(津田, 1965)に対比される。

このように、両堆積盆の中新世シーケンスは大きく異なっている。すなわち、ヤンナム堆積盆では、前期中新世デイサイト質、安山岩-玄武岩質火山岩

年代	層群	陽南堆積盆	浦項堆積盆
中世 中新世	新白層群		ドレライト(2)
	新白層群		① 興海層(3) ① 羅谷層(4)
前期 中新世	新白層群	新羅層(7) 江東層(8)	興海層(3) 羅谷層(4) 丹陽里礫岩(6)
	長安層群	藏林寺デイサイト(10) ③ 興海層(14)	望海山層(11) ④ 羅谷層(12) ④ 金光洞部層 井泉里礫岩(13)
始新世	長安層群	④ 興海層(14)	
	凡谷層群	④ 興海層(14) ② 威州角礫岩(16) ⑥ 臥巴里凝灰岩(20)	厚洞里層(18) 上敬洞層(19)
白亜紀		① 慶尚累層群(22)	ホム花崗岩(21.5r) 仏國寺花崗岩(22.5a)

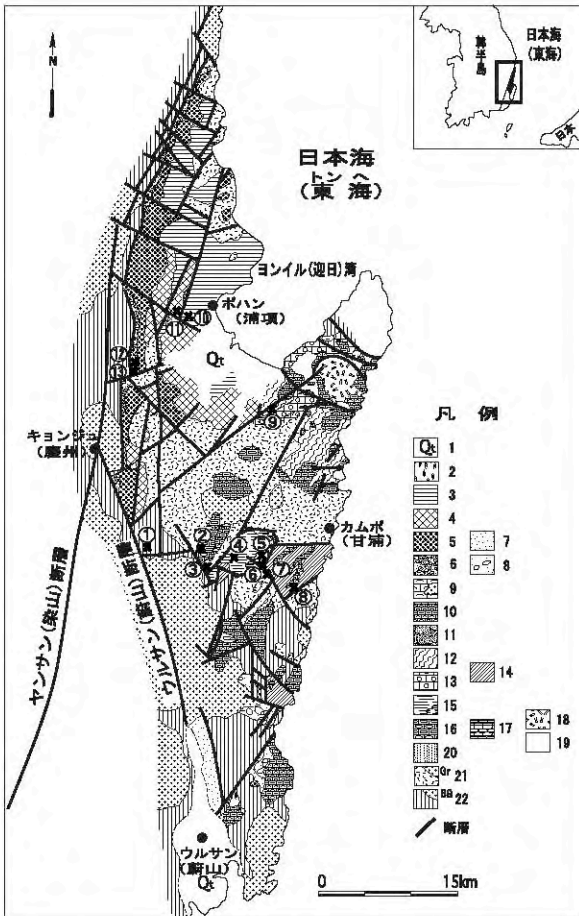
第9図 ヤンナム及びボハン堆積盆の層序. Yoon(1992)より. ○内の数字は、見学地点のStop番号に対応.



写真38 前期中新世チュリョン角礫岩(デイサイト質角礫岩; Stop 2).



写真39 始新世のオアンサン層(デイサイト・デイサイト質溶結凝灰岩; Stop 3).



第10図 ヤンナム及びボハン堆積盆の地質図. Yoon(1992)より. ヤンナム及びボハン堆積盆の凡例は、第9図の番号に対応. ○内の数字は、見学地点のStop番号に対応.

及び薄い前期中新世最後期-中期中新世初期の内湾成の海成堆積物を挟む陸成堆積物から構成されている. 対照的に、ボハン堆積盆では、前期中新世の火山岩を欠き、前期中新世最後期-中期中新世の下位から上位に内湾性から開いた海へと変化した堆積環境下で形成された厚い海成層から構成されている (Yoon, 1992).

**Stop 1-Stop 6 : 白亜紀基盤及びヤンナム堆積盆ポムコクニ層群**

巡検では、まず南部のヤンナム堆積盆の地層から見学した. 最初プルグクサ花崗岩の貫入により熱変質を受けた基盤の白亜紀キョンサン累層群を見学したのち (Stop 1), 前期中新世のポムコクニ層群に含まれる地層を道路沿いや小さな川沿いで見学した. すなわち、デイサイト質角礫岩から成るチュリョン(楸嶺)角礫岩 (Churyeong Breccia) (Stop 2 : 写真 38), デイサイト・デイサイト質溶結凝灰岩から成る始新世のオアンサン層 (Stop 3 : 写真 39), デイサイト質凝灰岩(ラピリ凝灰岩, 溶結凝灰



写真40 前期中新世アンドンニ礫岩 (Stop 5).



写真42 前期中新世オイル玄武岩 (Stop 7).



写真41 前期中新世ワウプニ凝灰岩 (デイサイト質凝灰岩; Stop 6).



写真43 前期中新世ジョンドン層 (Stop 8). 円摩された礫を含む礫岩中に角ばった玄武岩ブロックが含まれ、ペペライトと解釈されている。

岩、角礫岩など)から成るジャンハン(獐項)層 (Janghang Formation) (Stop 4), 巨礫~中礫から成るアンドンニ(安洞里)礫岩 (Andongni Conglomerate) (Stop 5: 写真40), デイサイト質凝灰岩 (溶結凝灰岩, 石質凝灰岩)から成るワウプニ(臥呂里)凝灰岩 (Waepni Tuff) (Stop 6: 写真41)を見学した。凝灰岩の場合はいずれもデイサイト質であるために、時代が違い、地層は違っていてもほぼ同じような岩質である。いずれも陸成層であり、時代はKr-Ar年代など放射年代値に基づいている。

**Stop 7とStop 8: ヤンナム堆積盆ジャンギ層群**

このあと、ボムコクニ層群を不整合に覆い、やはり前期中新世に属するジャンギ層群を見学した。最初に見学したのは、道路沿いに露出するオイル(魚日)玄武岩 (Eoil Basalt)である。この玄武岩は、従来溶岩と解釈されてきたが、案内者の

ユン先生は、岩脈と解釈しているということであった (Stop 7: 写真42)。このあと、礫岩(一部、砂岩・泥岩)形成中に玄武岩溶岩が貫入することによって一種の水中爆発が起き、ペペライト化した玄武岩が礫岩中にみられるというジョンドン(典洞)層 (Jeongdong Formation)を見学した (Stop 8: 写真43)。

**Stop 9: クムガンドン部層のジャンギ植物群**

ヤンナム堆積盆の第三紀層をここまで見学したあと、一行は海岸方向に向かって移動し、日本海を眺めながら東海岸を少し北上したところにあるカムポ(甘浦; Kampo)の街の小さな食堂で昼食をとった。昼食後、海岸沿いの道路をバスで北上



写真44 前期中新世クムガンドン部層(剥離性褐色泥岩; Stop 9).



写真46 中期中新世フンヘ層(Stop 10). 多様な海成の脊椎および非脊椎動物化石を産出する。



写真45 クムガンドン部層から見出された植物化石(ジャンギ植物群)。

し、ヤンナム堆積盆最後の見学地であるStop 9へと向かった。ここでは、小さな沢沿いでジャンギ層群オチョン(烏川)層(Ocheon Formation)のクムガンドン(金光洞)部層(Geumgwangdong Member)を見学した。同部層は、細粒で葉理の発達した、非海成の褐色頁岩から構成されている(写真44)。本頁岩中には、Fagus, Sequoia, Acer, Quercus, Alnus, Liquidamber, Betula, Pinus, Picea, Podocarpusなどの多様な植物化石が含まれている。これらは、ジャンギ植物群と呼ばれ、日本における阿仁合型フローラに相当するものである。日本では通常チャンギフローラと呼ばれることが多いという。参加者一同、頁岩中の葉理面を次々と剥がしながら、多くの植物化石を発見し採取した(写真45)。クムガンドン部層を挟在するオチョン層の本体は、今回は見学しなかったが、非海成の砂岩と泥岩の互層から成り、とき

おり石炭層を挟むということである。

#### Stop 10, 11: ポハン堆積盆の中新世海成層

ここでようやくヤンナム堆積盆の見学を一通り終えたので、今度はポハン堆積盆の第三紀層を見学すべく、一行を乗せたバスは、再び海岸に出て海岸線を北西方向に走ったのち、ポハンの街に入り、ポハン西方のStop.10, Stop 11へと向かった。Stop 10では、海成塊状泥岩(シルト岩)から成る中期中新世のフンヘ(興海)層(Heunghae Fm)を見学した。色は風化作用による漂白により灰白色を示す(写真46)。くらげ類、甲殻類、軟体動物群、魚類といった多様な海成の脊椎及び非脊椎動物化石を含む。堆積時の古水深について、研究者の間で議論があり、有孔虫の研究者によると2,000mまでの深さを想定するが、一方、他の古生物学者や堆積学者は、200m前後を主張しているという。この泥岩は、途中のポハン市内を通過中にあちこちで観察した地層で、ポハンの街の土台をなしているともいえる。Stop 11は、Stop 10の少し西方の道沿いの露頭で、フンヘ層の下位のハクジョン(鶴田)層(Hagjeon Fm)が露出する。ここでは、灰白色の海成の泥岩中に、横によく連続する薄い砂岩層が挟在しており、タービダイトと解釈されている(写真47)。案内者の一人のソン・ピョングクさんによると、韓国の陸上でタービダイトを見たのはここだけだと強調していた。このハクジョン層からは、陸起源の植物化石や管状生痕、軟体動物、サンゴなどの海成化石が豊富に産出するという。



写真47 中期中新世ハクジョン層(Stop 11). 泥岩中に薄いタービダイト砂岩が挟まれる。



写真48 前期中新世ダングリ礫岩(Stop 12).

### Stop 12, 13: ポハン堆積盆西端部

このあと、巡検一行は、南西方向にバスを走らせ、ポハン堆積盆の最下部を占め、またポハン堆積盆の西縁部に分布するダングリ(丹邱里)礫岩(Danguri Conglomerate)を見学した(Stop 12)。ここでは、山あいの小さな沢沿いでファンデルタを思わせるような大型のギルバート型斜交層理を観察することができた(写真48)。このあと少し南に下がったところで、ポハン堆積盆の西縁を規制している構造線に沿った断層を観察した(Stop 13)。ここでは、逆断層(断層破碎帯)を境に、上盤側の白亜紀のキョンサン累層群と下盤側の第三紀層(ダングリ礫岩)が接している様子をうかがうことができた。この露頭をもって、ヤンナム堆積盆及びポハン堆積盆の第三紀層の見学をしたが、今回の巡検の露頭見学を無事終えたことになる。

## 9. 第5日目(9月13日金曜日)

最後の5日目は、2泊したキョンジュ教育文化会館からインチョン国際空港への向けてのバスでの移動日である。というのは、キョンジュ市に比較的近いプサン(釜山)国際空港からは新瀉空港に行く直行便がないこと、キョンジュ市からインチョンまでは、高速道路を使っても6~7時間かかること、夕方5時発の新瀉行きKE763に間に合わせるためには、少なくとも午後3時頃までにインチョン国際空港に着いている必要があるからである。参加者一同はまず朝食をとり、そのあとプサン大学

に戻られるユン先生をお見送りした。そして午前8時過ぎにキョンジュを発ち、すぐに高速道路に入って一路インチョンに向かった。途中テジョン(大田; Daejeon)のインターチェンジで外に出、この間、道路沿いの露頭見学などの際に我々の安全に目を配るなど、何かと側面から協力してくれたチュンナム(忠南)大学のイ教授のところの2人の大学院生とここでお別れをした。このあとバスは再び高速道路に戻り、一路インチョン国際空港に向けてひた走った。途中特に大きな渋滞にもあわなかったため、予定通り3時過ぎに空港に到着することができた。ここでまずチェックインをした後、巡検期間中ずっとわれわれといっしょに行動し、韓国語と日本語の通訳兼韓国の文化紹介などあらゆる側面から本巡検を支えてくれた韓国地質資源研究院のソン・ピョングク氏とお別れをした。その後一行はKE763に乗り込み、ほぼ予定通り夕方7時過ぎに新瀉空港に到着した。

## 10. おわりに

以上、今回の地質巡検の具体的内容を紹介した。韓半島の地質と日本列島の地質は、もともとはつながっていたと考えられる白亜紀の陸成層(キョンサン累層群と関門層群)を除くと、主たる構成物に大きな差異があり、少なくとも表層地質に関しては対照的である。前者にないものが後者にあり、後者にないものが前者にあるといっても過言ではない。主として大陸的な地質の特性を有する韓半島と主として島弧的な地質の特性を有





写真49 3日目のレストランでの夕食シーン。右端が、キョンサン累層群を案内した韓国地質資源研究院(KIGAM)のソン・ジンダム博士。右から3番目が、第三紀層を案内したプサン大学のユン・スン教授。



写真50 夕食に出された料理(4人分)。ごはんや味噌汁のおわんとはしはスチール製である。中央は共通の料理であるが、小皿ごとに種類が異なり、辛いものもあればそうでないものもある。

する日本列島は、お互いに補完的な関係にあるといえ、両者を理解することは、島弧の地質の特性・成立ちを理解する上でも、またアジア大陸の発達史を考える上でも大変重要である。今回の巡検は、案内者を除いた日本側からの参加者は12名と、定員の20名に比べると少なかったのは、その内容を考えて大変残念であったが、地質や地球科学の分野での日韓の交流が今後もっともっと積極化することを願ってやまない。

巡検期間中はよい天候に恵まれ、地質はもちろんのこと、風景や文化も十分楽しむことができた。また、料理の品数が大変多い韓国料理に感心しながら、朝、昼、晩の食事を大変おいしくいただくことができた(写真49, 50)。今回の参加者は、先に述べたようにほとんどの人が韓国は初めてであったが、韓半島の地質をはじめ、いろんな意味で韓半島(韓国)実地入門の非常によい機会であったと思われる。一方、通りで目にする看板やホテルで入手した宣伝パンフに書かれた文字はほとんどがハングル文字ばかりで、漢字や英語を見出すことは大変稀であるという厳しい文化的現実を垣間見る機会ともなったといえる。今後もし一人で来るような場合には、少しはハングル文字が読め、その意味がわからないと右も左もわからないのではないかという危惧を強くもったのも確かである。

なお巡検中一人の地質屋として感心したことは、高速道路も含めて、日本のように道路沿いの崖の岩石や地層がコンクリートでカバーされてい

ることは稀で、大半が自然の岩石や地層のまま残されていることである。落石などがあるところは、一部金網などがかぶせてあるところもあるが、基本的には自然の素材のままの状態にしてあった。先に著者は、地下の地質の情報源であり、人と地盤を構成する自然との重要な交流の場である自然の崖の重要性を、したがって自然の崖を残すことの重要性と何でもコンクリート等で被覆することの愚を主張したが(徳橋, 2002のあとがき参照)、今後、崖があればなんでもコンクリートでかぶせてしまうというような日本の二の舞だけはやってほしくないという願いにはいらなかった。

本巡検は、日本海を挟んで韓半島と相対する新潟大学での地質学会にふさわしい日韓合作の国際巡検であり、記念すべきワールドカップの年に行われた記念すべき見学旅行であった。しかし本巡検の企画や実施は、日韓両国の巡検指導者及びその関係者の方々の長年の交流の上に実現されたといっても過言ではない。新潟大学では、学生地質巡検が韓国で行われることもあるという。本巡検を企画し実行された新潟大学の立石先生、また側面から補助された元新潟大学の小林先生、忙しいなか現地で案内していただいた韓国側の巡検指導者(案内者)の皆様に、改めて心からお礼を申し上げたい。特に本報告をとりまとめるにあたり、韓国地質資源研究院(KIGAM)のソン・ビョングク博士には、韓国固有名詞のカタカナ表記・漢字表記について、多大なご協力を賜った。

ここに重ねてお礼を申し上げる次第である。また、  
図面等の作成にあたっては、非常勤職員の久保  
紀子氏のご協力を得た。最後に、本原稿を査読  
していただいた編集委員の方の労と貴重なコメン  
トに感謝の意を表して、結びとしたい。

#### 文 献

- Chough, S. K. (1981) : Submarine debris flow deposits in the  
Ogcheon Basin, Korean Peninsula. United Nations ESCAP,  
CCOPTech. Bull., 14, 17-29.
- Cuzel, D., Cadet, J. P. and Lapierre, H. (1990) : Geodynamics of  
the Ogcheon Belt (South Korea). Tectonophysics, 183, 41-56.
- Geological Investigation Corps of Taebaegsan Region (GICTR)  
(1962) : Geological map of the Taebaegsan region, Geol.  
Surv. Korea.
- 久田健一郎・Lee Yong Il (李 容鎰)・鎌田祥仁・高島 静  
(2001) : 韓国の慶尚累層群-日本列島との「接点」を考える-。  
古生物トピックス, No.2, 73-86.
- 藤岡一男 (1963) : 阿仁合型植物群と台島型植物群。化石, no.5,  
39-50.
- Huzioka, K. (1972) : The Tertiary floras of Korea. Jour. Mining  
College, Akita Univ., Ser. A, 5, 1-83.
- Geological Society of Korea (1987) : Geology of Korea (First Edi-  
tion). Kyohaku-sa, Seoul, 514p.
- 井上禮之助 (1907) : 韓国の地質及び鉱産。農商務省地質調査所地  
質要報, Vol.20, No.1, 1-219.
- Kim, B. K. (1970) : A study on the Neogene tertiary deposits in  
Korea. Jour. Geol. Soc. Korea, 6, 77-96.
- Lee, H. Y. (1982) : Conodonts from the Hoedongri Formation  
(Silurian), Western Chongson Area, Kangwondo, south  
Korea. J. Nat. Acad. Sci. R. O. K. Nat. Acad. Sci. Nat., Sci. Ser.,  
21, 43-131 (E-K).
- Lee, H. Y. (1987) : 5-2 Middle Paleozoic Strata. In: Geology of  
Korea, Geological Society of Korea, 82-85.
- 李 商萬 (1979) : コリア半島の地質とテクトニクス。岩波講座地球  
科学, 16, 105-116.
- 中沢圭二・齋 剛民・徳岡隆夫 (1982) : 沃川地向斜帯と飛驒変成  
帯。地質学論集, no.21, 91-101.
- 大藤 茂・柳井修一・朴 奉淳・左 容周 (1987) : 南部韓半島の  
湖南剪断帯。構造地質, No.32, 69-85.
- Son, J. M. (1997) : Cretaceous stratigraphy of Gyeongsang Basin.  
Paleont. Soc. Korea, Special Publ., No.3, 31-46.
- Tateishi, M., Lee, H. K., Yoon, S., Son, J. D., Son, B. K. and Koh, H. J.  
(2002) : Geology of the southern part of Korean Peninsula.  
Geological Society of Japan, 26p.
- 立岩 巖 (1924) : 延日・九龍浦及び朝陽図幅。朝鮮地質図, 第2集,  
6p.
- 徳橋秀一 (2002) : 「タービダイトの話 (地質ニュース復刻版)」。実業  
公報社, 250p.
- Teraoka, Y. and Okumura, K. (2003) Geological Map of East  
Asia, scale 1:3,000,000. Geological Survey of Japan, AIST.
- 寺岡易司・奥村公男 (2003) : 東アジア地質図の出版。地質ニュー  
ス, no.592, 49-52.
- 津田禾粒 (1965) : 東北日本の新第三紀動物群と岩相-とくに中新  
世中期の動物群について-。化石, no.10, 21-23.
- 八尾 昭・章 基弘 (1990) : 韓国南東部の下部白亜系礫岩チャー  
ト礫からのトリアス紀-ジュラ紀放散虫。日本地質学会第97年  
学術大会 (富山), 講演要旨, 164.
- Yi, S. and Yun, H. (1995) : Miocene calcareous nannoplankton  
from the Pohang Basin, Korea. Paleontographica Abt. No.237,  
113-158.
- Yoon, S. (1979) : Neogene molluscan fauna of Korea. Mem. Geol.  
Soc. China, 3, 125-130.
- Yoon, S. (1986) : Tectonic history of the Tertiary Pohang and  
Yangnam basins, Korea. In Nakagawa, H., Kotaka, T. and  
Takayanagi, Y., eds., Essays in Geology, Professor Nobu  
Kitamura Commemorative Volume, 637-644.
- Yoon, S. (1992) : Geology of the Tertiary Yangnam and Pohang  
basins, Korea. Bull. Mizunami Fossil Museum, no.19, 13-31.

TOKUHASHI Shuichi (2004) : Geologic excursion  
across the southern part of the Korean Peninsula.

<受付: 2003年9月25日>