

スペイン国内の地質教材を活用した理科教育

前マドリッド日本人学校 教諭

宮崎県児湯郡新富町立上新田中学校 教諭 新 町 幸 子

キーワード：地質，ジオパーク，スペイン

1. はじめに

2012年4月から2年間，スペインのマドリッド日本人学校で教育活動を行うという，大変貴重な機会をいただいた。スペインはイベリア半島の大部分を占め，世界文化遺産の数が多いことで知られている。歴史的にも文化的にも非常に重要な国であるが，地質学においても大変重要な国である。オルドビス紀の三葉虫や石炭紀の植物化石，ジュラ紀のアンモナイトなど多くの化石が発見されており，それらの化石をマドリッドの地質鉱物博物館で見ることができる。また，同博物館では，スペイン国内で産出される鉱物も多数展示されている。さらに，地質学的な重要性と恵まれた地質環境や地形の美しさが認められ，54あるヨーロッパジオパークのうち8つがスペイン国内にある。これらは，ユネスコの支援により設立された世界ジオパークにも認可されている。また，スペイン領であるカナリア諸島は，大西洋のハワイと呼ばれるほど，火山でできた島が集まっている。

以上のような地質学的な宝庫であるスペインに赴任したことを活かし，教育活動に取り入れていくことができたらと考え，資料収集と授業での活用を行った。

2. 活動の実際

(1) 地質鉱物博物館

地質鉱物博物館は，スペイン全土や旧植民地，その他世界各地の有名な鉱脈や遺跡にて発見された，鉱物，岩石，化石等が展示されている。大きな吹き抜けの天井にはスタンドグラスがはめられているなど，大変歴史的な趣のある建物である。入口に警備員がおり，パスポートや身分証明書を提示して無料で入館することが出来る。同じ敷地の，別の入り口の中庭では，毎月第1日曜日（1・7・8月を除く）に鉱物や化石の販売場が設けられ，多くの人で賑わう。また，第1日曜日を中心に様々な教育プログラムが組まれており，家族連れで参加する様子も見られた。



学芸員による化石のワークショップ

(2) ジオパーク

ジオパークとは，地球科学的に見て重要な自然の遺産を含む，自然に親しむための公園のことである。大地の遺産を保全し，教育に役立て，ジオツーリズムを推進する環境が整っている地域が認可され，互いに研究会を行ったり，情報を提供し合ったりしている。スペイン国内には，8つのジオパークがある。これらは，ヨーロッパジオパークに所属し，さらには世界ジオパークにも認可されている。訪問する前に，マドリッド市内の地図専門店で購入した地質図や本を，ジオパークのホームページ等で情報を得た。さらに，訪問先の観光案内所やビジターセンターで情報を収集した。



ジオパークを記載したスペインの衛星画像

① Parque Cultural de Maestrazgo (アラゴン州テルエル県)

マエストラスゴ文化公園は、サラゴサとテルエルの間にあるグアダロペ川が流れる領域で、27万haの広さがある。この地域では、2億2000万年前～6500万年前の中生代に、暖かい海が定期的に海進・海退を繰り返した。その時期の海底にはサンゴやその他の無脊椎動物が生息していた。恐竜も生息しており、水際を歩いた時の足跡の化石などが発見されている。また、海退の時には、川が運んできた土砂も堆積した。その後、6500万年前からピレネー山脈の背斜構造が出来るまでの間、この地も力を受け南北方向に傾いた後に、地質学的な低地や向斜が次第に東西方向へと形成された。力を受けて褶曲ができた後、グアダロペ川とその支流により侵食され、美しい景観をもった構造が形成された。また、マエストラスゴ文化公園の北西部にはムレロなど古生代の地層があり、マドリッドの地質鉱物博物館に、ここで発見された三葉虫などの化石が多数展示されている。

② Sobrarbe Geopark (アラゴン州ウエスカ県)

ソブラルベジオパークは、ピレネー山脈の南側に位置し、オルデサ・モンテベルデイド国立公園を含む2200km²の領域である。オルデサ・モンテベルデイド国立公園は世界複合遺産「ピレネー山脈のモン・ベルデュ」の一部である。古代の海や、パリスカン造山活動（古生代にヨーロッパで隆起した造山活動）、ヨーロッパ最南端の氷河などの証拠が残る5億年分の地層でできている。北側ほど、そして河川に侵食されて深い谷の下部ほど地層は古く、ジオパークの北にはカンブリア紀の粘板岩や珪岩がある。上層部は、古第三紀始新世のルテシア紀（4120～4780万年前）に堆積したものであり、その地層が堆積したのち大陸移動に伴う圧縮力で隆起したと考えられる。ピレネー山脈麓の町アインサの、アインサ城の一角にビジターセンターがあり、様々な展示物で情報を提供するとともに、研究者へのサポートも行っている。

③ Basque Coast Geopark (バスク州ギプスコア県)

バスク海岸ジオパークは、バスク州ギプスコア県の西海岸に位置し、89km²の広さがある。この地域は、西ピレネーと海の境界に当たり、白亜紀以降のフリッシュ（造山の前縁盆地の深海性堆積物の構造、タービダイト）と石灰岩のカルスト地形からなる。海岸線は急な崖になっており、走向は西北西で北落ちの地層が重なっている。白亜紀から古第三紀の地層が層序学に従って重なっており、白亜紀／古第三紀（K/T境界、中生代と新生代の境界）と暁新世／始新世の境界をはじめ、連続した地質時代の境界を見ることが出来る。中でも、暁新世のダン期、シェラン期、サネット期の境界は、ストラトタイプであり、この時代の世界の地層の境界を決める基準となっている。また、それらの地層の中には、二枚貝やアンモナイトなどの化石が多く発見されている。ツマイマとムトリクの2カ所にビジターセンターがあり、ジオパーク内を巡るツアーが数多く実施されている。子どものためのジオツアーに参加し、化石への関心を高めるための様々な取り組みを見学した。

④ Villuercaas-Ibores-Jara Geopark (エストレマドゥーラ州カセレス県)

ビジュエルカス－イボレス－ハラジオパークは、カセレス県の南東に位置し、2544km²の広さがある。この地域は、先カンブリア時代のエディアカラ紀から古生代のシルル紀までに堆積した石灰岩や砂岩、粘板岩、珪岩の地層によってつくられた尾根と谷が、北西から南東方向に並列に並んだ構造になっている。この構造は、エディアカラ紀から古生代のシルル紀までの地層が堆積した後、古生代後期のヘルシニア造山運動（パリスカン造山運動）で地層が褶曲し、古生代後半から中生代の間侵食された後、ジュラ紀から第三紀にかけて起こったアルプス造山運動により、さらに隆起と沈降が起こって褶曲が顕著になってきたものである。エディアカラ紀（6億3500万年前～5億4200万年前）の地層からは、後の「カンブリア紀の生物の爆発」につながるクロウディナ属の化石が発見されている。また、オルドビス紀の地層からは、三葉虫、腕足類、棘皮動物、軟体動物（二枚貝など）が発見されている。さらに、ログロサンにはフッ素燐灰石（化学肥料の原料）を採掘していたコスタナサ鉱山跡があり、坑道内を見学することが出来る。また、カスタナル・デ・イボール洞窟は、多様なアラゴナイト結

品を見ることが出来る。

⑤ Sierra Norte de Sevilla Natural Park (アンダルシア州セビージャ県)

シエラ ノルテ デ セビージャ ジオパークは、セビージャ州の北部に位置し、約18万haの広さがある。このジオパークは、バリスカン造山帯の一部であるオッサモレナ帯と南ポルトガルを結ぶ地質学的領域のシエラモレナ山脈に属する。グアダルキビル川の堆積盆地にあたる新生代中新世の露頭が南東部に一部あるが、大半は先カンブリア時代と古生代、そして中生代三畳紀に堆積した岩石である。これらの堆積岩地層には、5.4億年前と3.6～3.0億年前の造山運動により、断層や褶曲(向斜・背斜)が北西から南東方向に形成された。また、カンブリア紀に堆積してできた石灰岩からなるカルスト「セロ デル イロ」では、ローマ時代からの採石の跡がある。2つのビジターセンターがあり、1つは植物園を併設している。ビジターセンター内には展示が少なく、地図や散策ルートの案内を中心としていた。

⑥ Subbeticas Geopark (アンダルシア州コルドバ県)

スッベティカ スジオパークはコルドバ県南部のグアダルキビル川の支流域に位置し、スペインの南沿岸部に横たわるベティカ山脈の地質学において重要な領域である。ジオパークの地形と地質は密接な関係があり、峰は硬い石灰岩で、谷はより柔らかい粘土質の炭酸塩と他の岩石の礫とで形成されている。岩石は、2億年前のジュラ紀から2500万年前の第三紀の間に堆積したものである。これらの岩石は化石が豊富で、特に中生代のアンモナイトについては、進化の研究のために国際的に重要視されている。また、ベティカ山脈の形成の研究においても重要な地点で、「ピカチョ デ カブラ」の山頂から、シエラモレナ山脈とグアダルキビル盆地、ベティカ山脈の3つの地質学領域を同時に見ることができる。さらに、「コウモリ洞窟」をはじめとする洞窟が700以上あり、カルスト地形の石灰岩溶解の段階を全て見ることができる。ジオパーク内に、ビジターセンターとエコミュージアムが1つずつある。これらの施設では、この地域の地質学や生物学、考古学等の情報を提供している。特に、ビジターセンターは、展示物が充実しており、分かりやすい解説の映像を見ることができた。また、化石を採取できる地点の情報を得ることができた。

⑦ Cabo de Gata-Níjar Natural Park (アンダルシア州アルメリア県)

カボ デ ガタ ニハル自然公園は、アルメリアの東沿岸部に広がる、陸380km²と海120km²の地域である。カボ デ ガタの火山群は、1500万年～600万年前の間に地中海のアルボロン海底での火山活動によって形成された。形成時の海岸線は、シエラデフィラブレス山のあたりにあり、カボ デ ガタやニハル、アルメリアは海であった。ヨーロッパとアフリカのプレートのぶつかり合いと、小さなアルボロンプレートが衰退したことによって、マグマが海底に噴出し、海底火山を形成した。その後、カルボネラスの巨大な断層のような大きな地殻変動により、数百キロ移動して現在の位置、つまりイベリア半島の一部となった。岩質は、石英安山岩などの安山岩類で、柱状節理になっているものもある。ジオパーク内では、溶岩流跡、火山ドーム、カルデラ、柱状節理、古い海岸の痕跡、礁構造、気候変動証拠などを見ることができ、ビジターセンターで資料が展示されていた。また、「火山の家」という地学センターがあり、カボデガタの地質に関する詳しい展示やアンダルシア地方のジオパークの展示を見ることができた。さらには、学芸員による詳しい説明を聞くこともできた。

⑧ Central Catalunya Geopark (カタルーニャ州バルセロナ県)

中央カタルーニャジオパークは、バルセロナの北西にあるカタルーニャの聖地モンセラットを含む一帯である。この一帯は、3600万年前まで海であり、川やデルタ、海の部分には、石灰岩をはじめ豊富な堆積物が蓄積していった。しかし、3700万年前に始まったピレネー山脈の造山運動に伴い、徐々に陸地と化していった。カタルーニャ ポタッシク盆地には、この時堆積したハライト(岩塩)やシルピン(カリ岩塩)の地層がある。また、モン

セラットのよう、突出した珍しい地形は、デルタの礫を主とした堆積物が数百万年前から激しく侵食されたことにより形成された。ジオパーク内には褶曲や断層、衝上断層、洞窟など地学的に興味深い場所がたくさんある。また、岩塩をはじめとする鉱山も多数ある。マンレサ工科大学構内に「バレンティマサシュ」地学博物館があるが、休日は開いていないため見学をすることができなかった。さらに、2012年にジオパークに登録されたばかりであるため、ヨーロッパジオパークネットワークの情報が無く、中央カタルーニャジオパークのホームページを中心に情報を収集した。

(3) カナリア諸島

カナリア諸島は、アフリカ大陸の北西沿岸に近い大西洋上にある7つの島からなる。全ての島が、ホットスポットが起因の火山島であり、玄武岩質の火山地形がみられる。太平洋上にあり同じホットスポットが起因でできた火山島がハワイで、地形が非常に似ており1年中温暖なため、カナリア諸島は「大西洋のハワイ」とも呼ばれる。そこで、ランサローテ島とテネリフェ島を訪問し、火山地形や火山噴出物等を観察し、資料を収集した。

(4) 授業での活用

8つのジオパークを訪問して得た資料を活用した授業を行った。小学校6年と中学校1年の地学単元の授業において、褶曲（ソブラルベ、マエストラスゴ）と堆積物（マエストラスゴ、バスク、シェラノルテ）、化石（スッベティカ、イボレスーハラ）について児童生徒に提示し、活用することが出来た。さらに、カタルーニャの岩塩については、小学校5年の水溶液の単元において、自然界での再結晶の例として挙げ、活用することができた。さらに、小学校6年と中学校1年の地学単元において、カボデガタジオパーク、ランサローテ島とテネリフェ島の火山地形や噴出物などを観察し、活用することが出来た。

3. おわりに（成果）

- ・ 地質鉱物博物館において、スペインで発見された化石を観察することで化石の知識が深まった。また、化石が発見された地名を調べ、地図や地質図上で確かめることによって、実際に化石が見つかった地を訪問することが出来た。
- ・ 8つのジオパークについて、地質図とホームページの情報、パンフレットの地図を基に各地を訪れ、それぞれの特徴的な地形や堆積物、化石などを実際に見ることができ、自らの専門性を高めるとともに、資料を収集することが出来た。また、各ジオパークには、地形のでき方の説明や地質時代の説明などの看板が設置されていて、地学の専門家はもちろん、地学の専門知識がない人も理解しやすいような工夫がなされていた。図や写真で、簡潔に分かりやすく提示する方法の参考になった。さらに、収集した資料を授業に取り入れたことで、児童生徒の地質、そしてスペインへの関心が高まった。
- ・ Basque Coast Geoparkで子どものためのジオツアーに参加し、子ども達が実際に本物の化石のクリーニングをしたり、アンモナイトの絵を自由に色塗りして工作したりする様子を見て、理科授業において子どもの興味・関心を高める非常に効果的な手段の手掛かりを得ることが出来た。
- ・ ランサローテ島とテネリフェ島の火山地形や噴出物などを観察し、資料を収集することで、自らの専門性が高まった。
- ・ ジオパークを訪れる中で、洞窟の壁画や発掘された人骨など、考古学に関するものを数多く見ることができた。また、古代ローマ時代から現代までの様々な鉱山や採石の跡を見ることができた。ヒトが、先史時代から、自然の恵みを様々な形で利用してきたことを、今回の調査で改めて気づくことができた。

最後に、2年間の貴重な研修の機会を与えてくださった各関係機関の方々に感謝し、スペインで得た体験や資料を今後の教育活動に生かしていきたい。