

ノルウェー Gea Norvegica ジオパーク巡検に参加して

玉 生 志 郎¹⁾

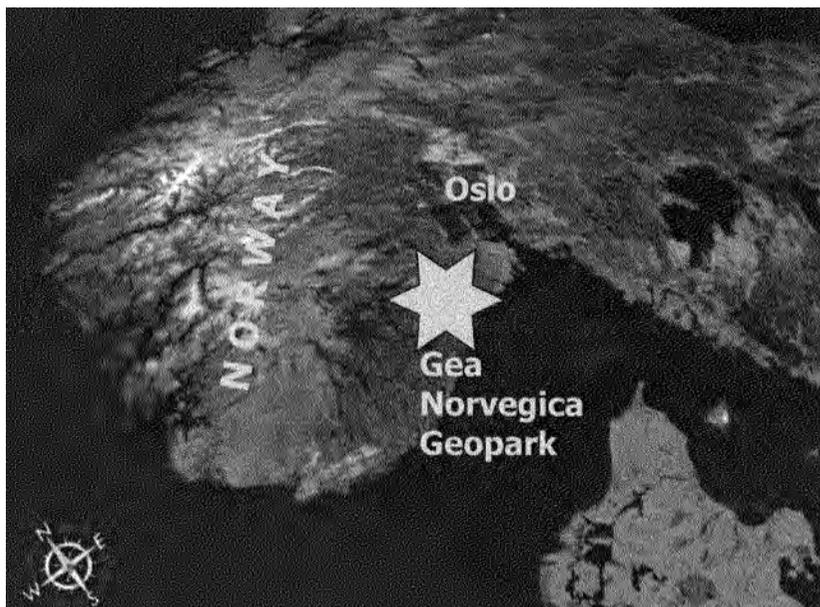
1. はじめに

第33回IGC大会(オスロ)の地質巡検として、標記のようなプログラムが実施されました。Gea Norvegica(ゲアノルヴェイサ)とはノルウェーの大地というような意味です。筆者はノルウェーのジオパーク(地質公園)を理解して、日本での地質の普及に活かしたいと考え、この巡検(2008年8月3日~5日)に参加しました。本地域は2006年6月にユネスコによって、ヨーロッパ・ジオパークおよび世界ジオパークとして認定・登録されました。これは、スカンジナビア半島では初めてとなるジオパークです。今回、このジオパークを紹介するに当たり、参考資料として巡検時に配布された巡検案内書(Dahlgren, 2008)と欧州ジオパークへの応募書類(Gea Norvegica Geopark, 2006)を参照し

ました。また、ノルウェーの地名などの日本語表記は、荒川(2007)を参考にして筆者の判断で行いました。

2. Gea Norvegica ジオパークの概要

本ジオパークはオスロ市の南西方約100kmの位置にあり(第1図)、面積は約3,000km²です。本地域の西半分は、原生代の片麻岩、角閃岩、花崗岩類、珪岩などにより構成され、一部、世界最古のカーボナタイトの露頭も見られます。一方、東半分には、古生層下部の堆積岩と石炭紀~二畳紀に形成された火山岩-深成岩複合岩体が分布しています(第2図)。この火成岩体は大陸地殻の分裂に伴うもので、火山性オスロ・リフト帯の一部です(第3図)。それは現在の東アフリカ地溝帯のようだったと推定されています。こ

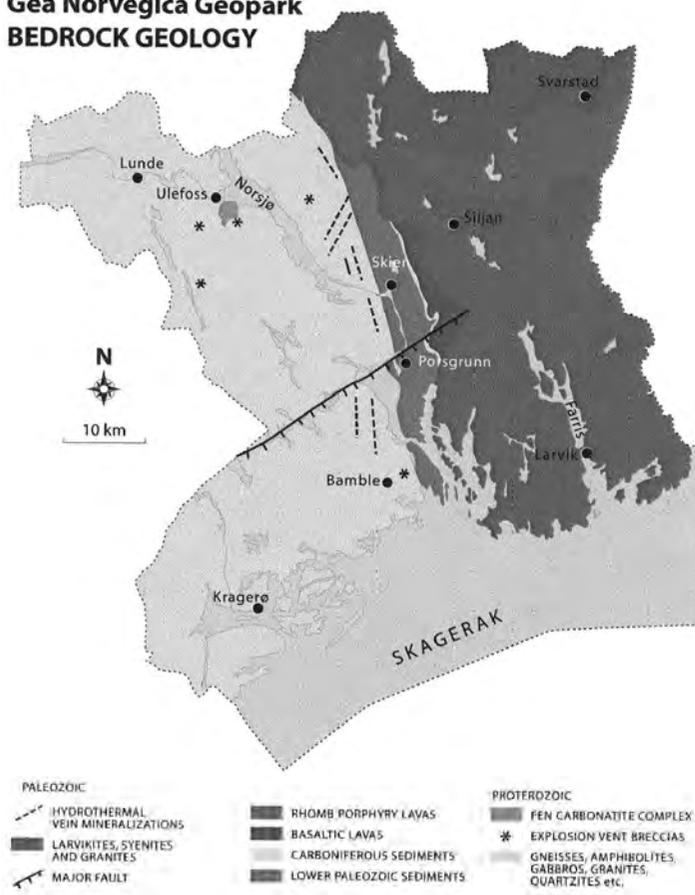


第1図
Gea Norvegica ジオパークの位置
図(Dahlgren, 2008)。

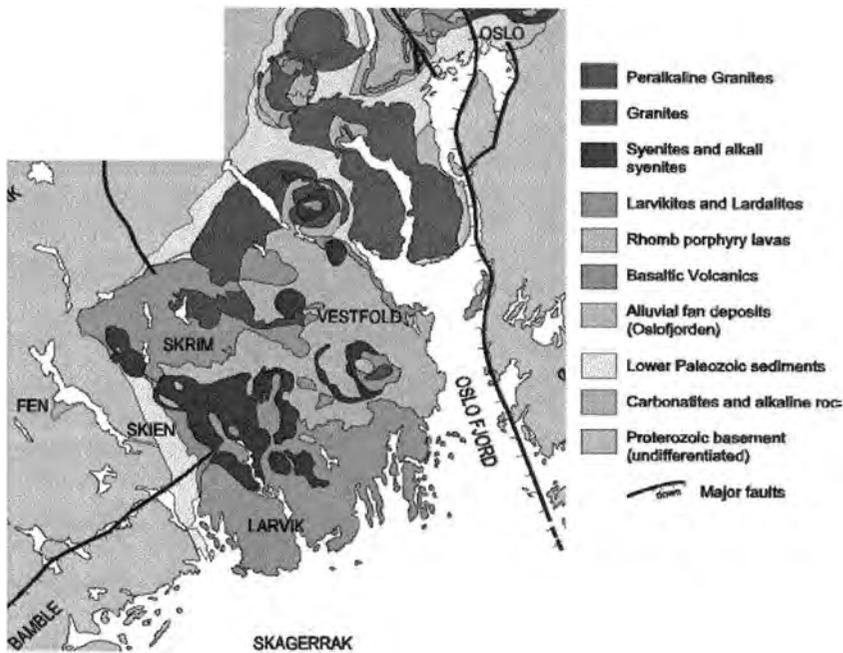
1) 産総研 地質標本館

キーワード: ノルウェー, ジオパーク, オスロ・リフト, ラルピカイト,
氷堆石, 先カンブリア紀, 古生界, 不整合, 複合岩体,
カーボナタイト

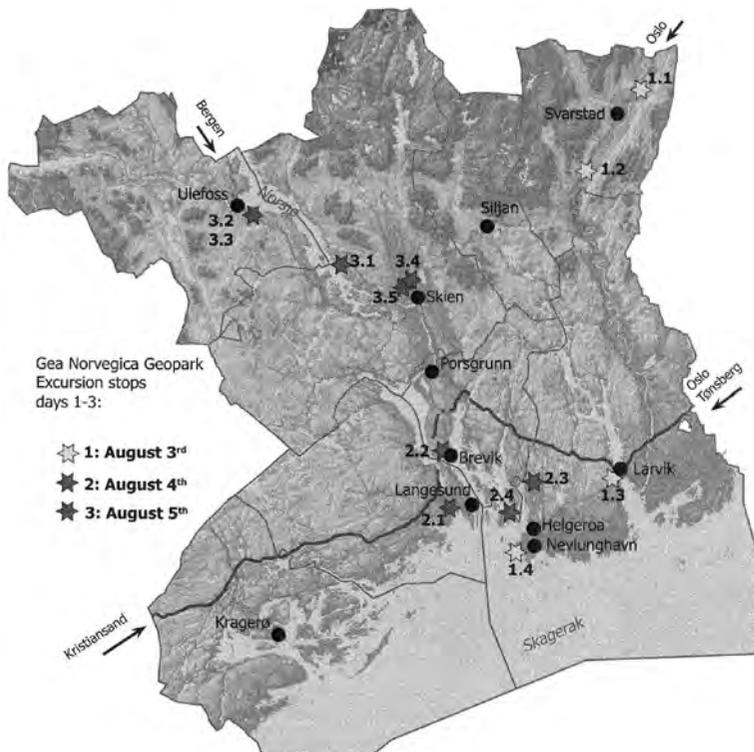
**Gea Norvegica Geopark
BEDROCK GEOLOGY**



第2図
Gea Norvegica ジオパークの地質図
(Dahlgren, 2008).



第3図
オスロ・リフト帯の地質図
(Dahlgren, 2008).



第4図
ジオパークでの見学地点
(Dahlgren, 2008).

の岩体には青白く輝く斜長石を含むラルピカイト(閃長岩の一種)が広く分布しています。また、本地域全体は、第四紀には氷河に覆われ、海岸沿いには多くのモレーンが残されています。このような地質多様性に恵まれた地域では、その土地土地に応じた鉱山業・石材業・漁業・農業・林業などが営まれています。歴史的に見ると、バイキングの時代から現在まで多くの文化遺産が残されています。これらのすべてを取り込んだジオパークが設定され、エコ・ツーリズム、地域活性、教育プログラム等に活用されています。また、それを支える組織として、地元の市町村の連携合意に基づくジオパーク幹部委員会とそのスタッフが組織化されています。また、それらを産官学の関連組織がサポートしています。

3. 見学地点(第4図)の紹介

以下、それぞれの見学地点の概要を紹介します。見学地点の番号は第4図に示してあるものです。

(1日目)

3.1 Lågendalen (ロゲンダーレン)(見学地点

1.1)

初日はオスロ駅前を8:30に出発して、高速道路を約1時間南下しました。道路の切割には、古生代下部層の砂岩・泥岩などが50-60°の傾斜で露出していました。その後、一般道路に入りジオパークの北東ゲートに到着しました。

この付近の河川谷は、第四紀の氷河によってつくられたものです。最終氷期の終わった頃はフィヨルドでしたが、その後の隆起によって徐々に陸化しました。フィヨルドで堆積した泥は、クイック・クレイと呼ばれ地滑りの原因となりますが、野菜栽培には適しているそうです。クイック・クレイは間隙水の塩分が溶脱されて土壌の骨格構造がもろくなっているために、衝撃によって簡単に流動を起こします。

3.2 Kjærra (シャッラ) 滝(見学地点1.2)

Lågendalen (ロゲンダーレン)川のKjærra (シャッラ) 滝は鮭の遡上で知られた所です(写真1)。多くの釣り人が鮭釣りに挑戦していましたが、我々が見ている時には釣り上げられませんでした。ここでは地元の人々によって、野外博物館の一環として伝統的な鮭



写真1 Kjærra (シャッラ) 滝.



写真3 Rhomb porphyry (菱長石斑岩).



写真2 鹿肉入りの野菜スープ.



写真4 装飾用石材としてのラルピカイト.

捕獲の技術が紹介されています。我々は昼食として鹿肉の入った野菜スープをご馳走になりました(写真2)。

この川沿いにはVestfold (ヴェストフォルド) 溶岩台地を構成するRhomb porphyry (菱長石斑岩)が分布しています。これは斑状のアルカリ閃長斑岩で、菱形断面を示すアルカリ長石の斑晶を含んでいます(写真3)。この岩石は主にオスロ・リフト帯の二畳紀アルカリ岩中に産します。

3.3 Larvic (ラルビック) 博物館(見学地点1.3)

ジオパーク南東部のラルビック町には、ラルピカイトを主題とする博物館があります。ラルピカイトは、このジオパークの南部一帯に広く分布しています。これは約2億9千年前の二畳紀後半に形成された閃長岩質の複合岩体です。この岩石の特徴は、長石が青白

く光っていることです。これはシラー(schiller)と呼ばれる光彩現象によるものです。この岩石は菱形のソーダ微斜長石を主成分としたアルカリ閃長石です。石英やカスミ石を含むこともあります。有色鉱物はかんらん石、斜方輝石、黒雲母、角閃石などです。この石は斜長石の結晶方向に切断、研磨すると青白く輝くため、装飾用石材として、世界で広く利用されています(写真4)。このラルピカイトはノルウェーの石として選定されています。

ラルピカイト 銀鱗のごと 薄暑かな

3.4 Mølen (モーレン) (見学地点1.4)

この海岸は、スカンジナビア半島全体を被っていた氷河が後退する際に形成したリッジ(高まり)からできています。これは氷堆石(モレーン)で、大量の砂礫、岩石、円礫から構成されています。長い間、波



写真5 海岸沿いの氷堆石(モレーン).



写真7 現地での紙芝居スタイルの説明風景.



写真6 教材用の石人形.



写真8 原生代と古生代下部層との不整合。
手前は原生代の片麻岩、遠方の崖はカンブリア紀とオルドビス紀の緩傾斜の堆積岩。その間はノンコンフォーミティー。

で洗われたため、細かい砂泥は洗い流されてしまいました(写真5)。これは、今から1万2千年前の氷河後退の停止期(約300年間)にできたと考えられています。ここでは、ジオパークのスタッフによって、岩石の野外教室が行われています。モレーン中に認められるいろいろな岩石を人形に見立てて、それぞれの石の名前や由来を教えています(写真6)。

この海岸の東隣には厚さ数百メートルのアルカリ玄武岩が分布しています。これらの溶岩には火山灰やサージ堆積物が含まれています。玄武岩の岩石学的な分析から、この玄武岩はオスロ・リフトの初期の火山活動の産物で、上部マントルの変質したざくろ石かんらん岩が少量、部分溶融したものに由来すると考えられています。現地では、紙芝居風に資料を使って、丁寧な説明がなされました(写真7)。ここに並んでいる方々は、ジオパークのスタッフです。右側二人

は地質専門家です。ここには写っていませんが、もう一人若い女性の地質専門家がいます。中央左側二人は専門家をサポートしているスタッフです。左端はこの生物を説明するために駆けつけてくれた国の職員であるパーク・レインジャーです。生憎、ここでの説明中にわか雨に襲われ、みんなバスに向かって逃げ帰りました。

大氷河 モレーン残して 虹立ちぬ

(2日目)

3.5 Rognstranda (ローンストランダ)(見学地点2.1)

2日目の最初の見学地点は、Rognstranda(ローン



写真9 原生代片麻岩の縞状構造。



写真12 産出した方解石。

トランダ)です。ここでは、先カンブリア系とカンブリア系の不整合が観察できました。原生代の片麻岩(手前の平坦な岩)の露頭の上位に、カンブリア系とオル

ドビス系(遠方の崖)が緩やかな傾斜で重なっています(写真8)。残念ながら、直接相互に接する露頭は海の中でした。両者は不整合ですが、下位が塊状の火成岩の場合は特にノンコンフォーミティーと呼ばれます。日本では地表に露出している最古の地層がオルドビス系なので、このような露頭は絶対、観察できません。また、日本では中古生層は一般的に断層で切られて急傾斜するものが多いため、このような緩く続く古生代下部層も見ることが出来ません。原生代の片麻岩は白と黒の縞状構造が顕著です(写真9)。白色部は堆積岩起源で、暗色部は火成岩起源と考えられています。指先の周辺に、褐色のざくろ石斑状変晶が多数認められます。



写真10 地上の石灰岩採掘場。

カンブリアン 生まれのままに 青岬

3.6 Brevik (ブレヴィック)のNorcem (ノルセム) 石灰石鉱山(見学地点2.2)

ここはオルドビス系石灰岩の地上採掘現場ですが(写真10)、現在は石灰岩層の傾斜に沿って掘り進み、海面下300mの深さまで坑道を掘り下げています(写真11)。我々はバスに乗って、坑道の奥深くまで見学に行きました。坑内に空気を圧送しているため、ほとんど埃っぽさを感じません。坑内は暗いため、方解石脈などは良く観察できませんでした。ここはフィヨルドの真下に当たりますが、坑道内には全然漏水が認められません。坑道から出た後、鉱山事務所の博物館で、立派な方解石の塊を見学しました(写真12)。そ



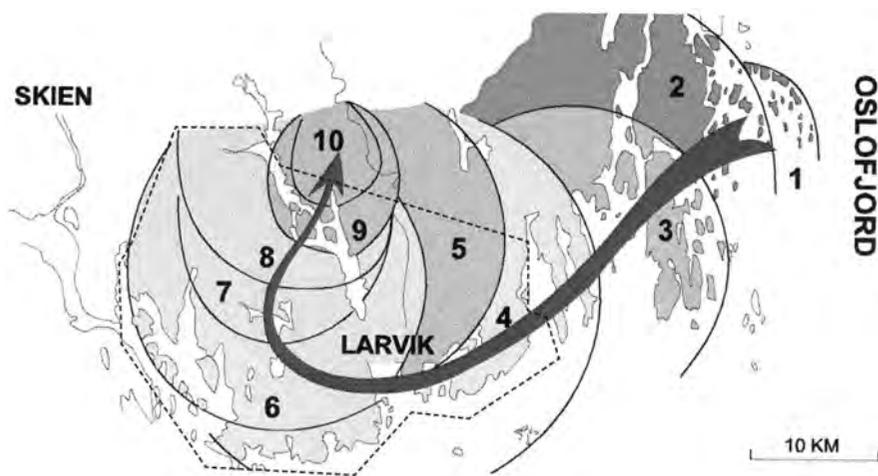
写真11 石灰岩採掘場の地質断面図。



写真13 ラルピカイト採石場。



写真14 ラルピカイトのブロック切断作業。



第5図
ラルピカイト貫入岩の半円状分布と西方移動 (Dahlgren, 2008)。

の後、事務所の食堂で昼食をご馳走になりました。

3.7 Tveidalen (ツバイダーレン) のラルピカイト石切場 (見学地点2.3)

ここでラルピカイト石切場の一つを訪問しました (写真13)。写真では雨上がりだったために、露頭が白黒の縞模様になっていますが、これは雨の浸みこみ方の違いであって、石の種類の違いではありません。石材として研磨された表面は写真4の様に見えます。ラルピカイト貫入岩体は一般的に、大規模にも小規模にもマグマ流動に伴う成層構造が認められます。大規模な成層構造は一連である10個の半円状貫入岩体の分布と関連しています (第5図)。石切場においては、小規模な成層構造を見極めることが、石材を切り出す方向を決める上で大変重要です。石材は

水圧破断によって、長さ約2m、幅約1m、高さ約1mほどのブロック (約5トン) に整形されて、運び出されます (写真14)。このブロックはまだ研磨されていません。その値段は約2クローネ (約40円) / kg だそうです。

3.8 ランゲスツ・フィヨルドのペグマタイト中の稀少金属鉱物 (見学地点2.4)

今回巡検で廻った地域の入り江はフィヨルドと名前がついていますが、決して両岸は急崖ではなく、一般的な入り江です (写真15)。それは隆起量があまり大きくないためだそうです。午後からは、船に乗っての見学です。本地域は霞石閃長岩ペグマタイトに胚胎する稀少元素鉱物群の模式地であり、第6図に示すとおり、ラルピカイト貫入岩とオールドビス系～シル



写真15 ランゲスツ・フィヨルドにかかる橋.

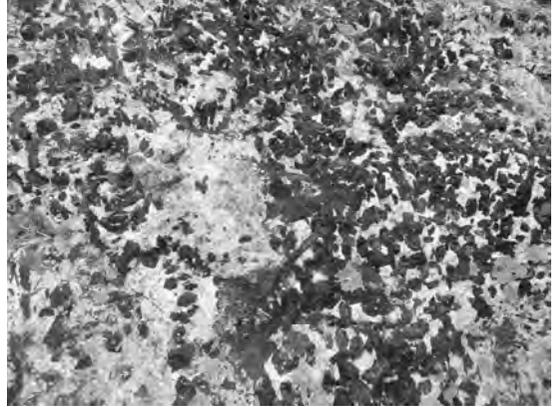


写真16 エジリン輝石の結晶.
写真の横幅は約50cm.



第6図
ラルビカイト貫入岩と古生代下部層との境界付近のペグマタイト分布域 (Dahlgren, 2008). 図の右下から左上の破線は、両者の境界の位置を示している. この破線の右側はラルビカイト貫入岩が分布している.



写真17 世界で最初にトリウムのケイ酸塩鉱物であるトールライトが発見された露頭(Løvøya島).

ル系の堆積岩との境界付近には、ペグマタイトが発達しています。そこでは170種以上の希少元素鉱物が発見されています。現在は希少金属鉱物が戦略物質となっていることから、ここでの鉱物採取は厳しく禁止されています。長さ60mの小島であるLåven(ロヴェン)島は玄武岩に貫入している霞石閃長岩ペグマタイトで、エジリン輝石や純粋なエジリンそのものの大きな結晶を産します(写真16)。このエジリンの名前の由来はノルウェーの海神Ægir(エーイール)だそうです。この島の北西方にあるLøvøya(ルーヴウーヤ)島は、トリウムのケイ酸塩鉱物であるトールライトが世界で最初に発見された場所です(写真17)。放射線測定器に強く反応しました。この船旅の途中では、横殴り



写真18 Telemark(テレマーク)運河の閘門。

の冷たい雨に遭いました。その中で、震えながらの夕食は、忘れられない思い出となりました。また、フィヨルドには無数の島々がありますが、それぞれの島に一軒ずつ別荘が建っていました。一国一城を楽しんでいるかのようでした。

フィヨルドの 小舟氷雨に 打たれけり

(3日目)

3.9 Skien(スキーン)からUlefoss(ウレフォス)までの船旅—Telemark(テレマーク)運河—(見学地点3.1)

3日目は朝7:30にホテルを出発して、Skien(スキーン)の港からUlefoss(ウレフォス)まで船で向かいました。この航路はTelemark(テレマーク)運河の一部で、途中で運河とNorsjø(ノルシュア)湖とを繋ぐ閘門があります。閘門とは水面に高低差のある場所で、水面を昇降させて船を行き来させる装置のことです。ここでは5-6段の閘門があって、船は合計で約40m上昇することができます(写真18)。Norsjø(ノルシュア)湖は穏やかに広々としていました(写真19)。この湖岸の水位約10m上には天然の洞窟があります。ここは先カンブリア紀の花崗岩質片麻岩で、風化作用を受けて柔らかくなっています。そして、最終水



写真19 Norsjø(ノルシュア)湖。

期までは海面下にありましたが、隆起の際に、波食によって洞窟が形成されたと考えられています。

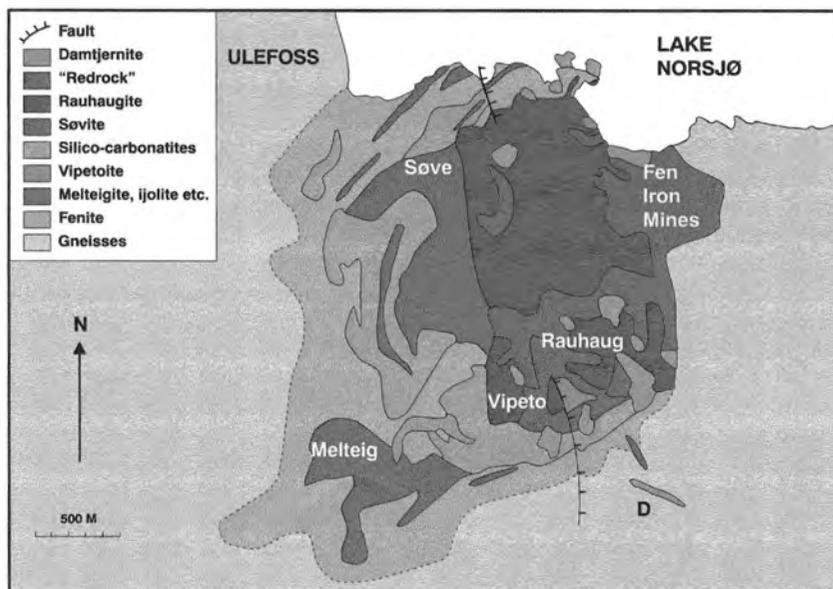
3.10 フェン カーボナタイト複合岩体(見学地点3.2と3.3)

この岩体は世界の模式地となっている原生代カーボナタイト複合岩体です(第7図)。Brøgger(1921)によって詳細に記載されています。彼はマグマ起源の石灰岩をカーボナタイトと命名しました。また、彼はマグマ環境下でのアルカリ交代作用の過程を発見しました。岩体のほとんどは、現在では農地や植生に覆われています(写真20)。しかし、湖岸沿いに露頭があります。その一つの露頭では、フェーナイト(暗色)中に貫入したソーヴァイト(白色)と、全体を垂直に切っているアンカライト細脈(茶色)が観察できます(写真21)。気成作用を受けて褐鉄鉱で赤色化した部分は赤色岩と呼ばれ、鉄鉱山として鉄が採取されました。鉄を精錬した後の鉱滓は煉瓦に加工して利用されていましたが、トリウムを多量に含んでいたため健康被害が懸念されています。

麦秋や 大地に眠る 鉄鉱床

3.11 イプセン博物館(見学地点3.4と3.5)

帰路、Skien近くのイプセン博物館に立ち寄りしました。彼は1828年にSkienで裕福な貿易商の子として生まれましたが、父の事業の失敗から1835年に田舎の家に移転しました。その家が復元されて、現在、イプセン博物館として公開されています。博物館にはイプセンに関わる演劇を演ずる小スペースが併設さ



第7図
Fenn (フェン) カーボナタイト複合岩体の岩相分布 (Dahlgren, 2008).



写真20 フェン カーボナタイト複合岩体の分布域。

れています。そこで芝居的一幕を見せてもらいました。また、巡検参加者によって、イプセンの詩が各国語で朗読されました。残念ながら、日本語版はありませんでした。この博物館の付近では、16世紀から鉄が生産され、大砲に使われていたとのこと。イプセンの作品にも、鉄の溶鉱炉の様子が描かれているそうです。この博物館の近くに、地元の人たちによりバイキング・スタイルのロッジが建てられていました(写真22)。ここで美味しい夕食をご馳走になって、巡検の打ち上げとなりました。

イプセンの詩を朗朗と 夏の山



写真21 フェーナイト(暗色)中に貫入したソーヴァイト(白色)と、全体を垂直に切っているアンカライト細脈(茶色)。

4. オスロ市内の地質露頭

この巡検に参加する前後に、オスロ市内で地質露頭を見つけました。それは、前述したジオパーク地域にも分布する地層なので、参考までに記述します。



写真22 バイキング・スタイルのロッジ。

露頭は市役所近くのアーケシェフス城海岸沿いとフェリーで渡った対岸のビグドイの船着場です。いずれも観光地めぐりのついでに見つけたもので、後程オスロ地域の地質図(Lutro and Nordgulen, 2008)で調べたら古生代カンブリア紀～シルル紀の地層でした。前者の露頭では北西に約60°傾斜した砂岩泥岩に玄武岩やひん岩が貫入していました。地質図で調べたところ、貫入岩は正確には細粒閃長岩岩脈またはシルであることがわかりました。後者の露頭はかなり急な傾斜をした砂岩泥岩互層でした(写真23)。いずれの露頭も僅かな変成・変質しか受けていませんでしたので、日本の第三系を見るような感覚で観察できました。後ほど文献(Gea Norvegica Geopark, 2006)で調べてみましたら、これらの地層は、約5億年前に南半球にあったバルティカ大陸(Gondwana大陸から分離した大陸)が海進を受けた際、大陸棚になったときに堆積したものだそうです。そう考えると、大変感慨深いものです。

5. おわりに

今回、ノルウェーのジオパークを見学して感心したことは、以下のようなことです。一つは、地方自治体



写真23 ビグドイ船着場の露頭。

が中心となって、関係機関や地元住民と協力体制をつくり、専門スタッフをコアにしたジオパーク委員会が積極的に活動していることです。その一環として、子ども達の教育や地域振興に積極的に取り組んでいます。もう一つは、ノルウェーの持つ魅力的な地質と文化です。ノルウェー由来の岩石名や鉱物名がたくさんあることに驚きました。また、日本では見ることの出来ない先カンブリア紀の片麻岩や緩やかに傾斜した古生代の地層を十分堪能できました。また、日本ではあまり馴染みのないアルカリ岩をたくさん見学することが出来ました。また、見学の途中で、ノルウェーの伝統文化や郷土料理をたくさん体験させていただきました。自分たちの郷土がもっている魅力を、きちんと認識し、それをジオパークという形で世界に発信している姿に感心しました。このような体験から、私自身も自分の住んでいる郷土を中心に、そこの地質や地形、そこで育まれてきた文化遺産について、きちんと普及していくことの重要性を再認識しました。

オスロの町を歩いていると、乳母車を押した父親や妊婦の姿をよく見かけました。この国は現在ベビーブームの様です。それを支えるインフラも整っています。市電に乗ると乳母車を押した人たちが安全に乗り降りできるよう配慮されています。多くの公共施設では車いすや乳母車の人たちが、安全にアクセスできるようにデザインされています。このような福祉事業に多くの国の予算が支出されているためか、物価および消費税の高さには驚かされます。ノルウェーに行く前に、オスロの物価は日本の2倍だと聞いていましたが、行ってみたら3倍でした。このような物価高で

も一般市民が生活していける理由は、給料が高いことや、福祉や教育費がかからないことに関連しているものと思われます。そして物価高にもかかわらず、オスロの町はドイツ、ロシア、イギリス、スペインなどのヨーロッパ諸国を中心とする外国観光客で賑わっていました。

オスロの 街行く妊婦 夏衣

オスロの市内観光として、アーケシュフス城内のノルウェー抵抗運動博物館を見学しました。ここにはノルウェーがナチス・ドイツによって侵略された1940-1945年間の記録が展示されています。また、博物館の外には、ノルウェーのレジスタンス運動の若者が、その終戦直前に処刑された記念碑が建っています。

日日草 レジスタンスの 処刑跡

オスロにはノーベル平和センターもあります。これはノルウェーの独立100年を記念して設立されたものです。ノーベル平和賞の歴史のほか、世界各地で抱えている平和問題も展示されています。ノルウェーは小さな国ですが、世界の平和問題に積極的に取り組んでいます。そして、世界に向けて平和へのメッセージを発信し続けています。

謝辞：今回の巡検を案内して下さいました、ジオパーク委員会のSven Dahlgren, Mona Holte, Henrik Heyer, Kristin Rangnes, Ingeborg Klepp諸氏に深く感謝申し上げます。また、見学地で説明して下さいました方々並びにノルウェーの伝統的な文化や食事を提供して下さいました現地の方々に感謝いたします。また、本巡検に日本から参加されました千葉県環境研究センターの楠田 隆氏には、本原稿を読んで誤りや不備を指摘していただきました。感謝申し上げます。

文 献

- 荒川明久 (2007) : まずはこれだけノルウェー語. 国際語学社. 111P.
 Brøgger, W. C. (1921) : Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes.
 4. Das Fengebiet in Telemark, Norwegen, Vid. Selsk. Skr. 9, 1-402.
 Dahlgren, S. (2008) : Gea Norvegica UNESCO European Geopark.
 33rd International Geological Congress, Oslo, August 2008
 Excursion 21 Guidebook, 20P.
 Gea Norvegica Geopark (2006) : Application dossier for nomination
 as European Geopark. A1-D5.
 Lutro, O. and Nordgulen, Ø. (2008) : The Oslo Region Bedrock map
 1:250000. Geological Survey of Norway.

TAMANYU Shiro (2008) : Field excursion of Gea Norvegica Geopark in Norway.

<受付：2008年9月30日>