

## 平成8年度コロラド地学巡検報告(その2)

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-06-01 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 静岡県地学会コロラド州地学巡検団 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00025194">https://doi.org/10.14945/00025194</a>

## 平成8年度コロラド地学巡検報告 (その2)

### 静岡県地学会コロラド州地学巡検団\*

#### デンバーの自然史博物館

まず、規模の大きいことに驚いた。デンバーの人口は浜松市とほぼ同じにもかかわらずこの博物館の大きさは、東京の国立科学博物館なみであった。8月5日の午前、今回の参加者メンバー全員14名とジョン博士とお嬢さんのキャシー(中1)助手のケンドルで博物館で行われている特別展、Prehistoric Journey(有史以前の旅)の展示を見学した。

博物館に入るとまずティラノザウルスレックスの実物大のレプリカが目に入った。この展示は大変動的にレイアウトされていた。恐竜の化石が豊富にあるアメリカでもさすがにTレックスの全身骨格は大変貴重であることがうかがえた。生命の歴史の展示で1番の人気はやはり恐竜である。ステゴザウルスの骨格標本では喉の所にプロテクターとなるものが復元されて取り付けられていた。これはつい最近の研究によってわかってきたとのことである。このことはこのコーナーで説明していた博物館の人からうかがった。

デンバーの博物館でさすがだなと思ったのは、この解説者のいることである。この特別展のコーナーには何人かの解説者が働いていた。博物館の所員なのか、ボランティアなのかよくわからなかったが、ボランティアだとすれば大変よく勉強している。その他、実物の化石にふれるコーナーがあり、ティラノザウルスの実物の牙にさわったり恐竜の糞石にふれたりして子供達が喜んでいるのが印象的であった。

さらに学ぶべきは、この博物館が調査、研究、発掘まで行っていることである。展示されている恐竜などの化石のほとんどが、この博物館が中心となって発掘し、クリーニングを行い、研究をしたのち展示していることである。博物館の中にそのための研究室があった。さらに、大学等の研究者とも共同研究を進めているようであった。

#### アメリカの一般大衆への科学教育について

今回の巡検のなかで強く感じたことは、アメリカでは科学が一般大衆の趣味としてしっかりと根付いているということである。デンバー郊外で恐竜の足跡の残るモリソン層群のジュラ紀の砂岩層を見学したとき、およびブラックキャニオン渓谷を見学したとき、至る所に地学に関する説明の看板が設置されていたことに感銘を受けた。

また、露頭が道路ぞいに到るところで見られることに改めて感動した。日本では露頭を見ることはたいへんである。まず、主な道路ぞいは、ほとんどすべてコンクリートが吹き付けられていて露頭が

---

#### \*巡検参加者

坂田算浩・坂田尚子・長谷川 靖・穂本貴通・今村守孝・福田 寿・高橋 豊・伊藤彰彦  
保坂貞治・加藤和男・兼高靖之・竹中俊夫・熊野善介・兼高敏光

見れない。これでは、地学に対して一般の人が興味を持つことは困難である。アメリカでは露頭が到るところで目に付くので一般の人でも地層に興味を持つようである。そのためか、ガソリンスタンドで地図といっしょに地質図が売られているところがあった。ちなみに、地質図の値段は地図とほとんど同じである。そのガソリンスタンドでは、地層、岩石、鉱物、化石など地学関係のハンドブックが多数売られていた。

ロックショップの多さにも驚いた。コロラド州という土地柄もあるのだろうが、ちょっとした町や観光地には必ずロックショップがあり、鉱物や化石がみやげものとして売られていた。そこでは地学関係の本も多数置かれていた。日本の観光地に置かれている、みやげ物の感覚でおいてあった。恐竜の骨まで売られていて、これはほんとに売っていいのかと思いつつも、思わず買ってしまった。アメリカでは自然科学が大衆からしっかり支持されていることを強く感じた。 (今村守孝)

### 8月7日(水)

8:30 コンドミニウムを出発。クレストッド・ビューとガニソンの間のオールモント (Almont) という町の南約2 km のところで道路脇の露頭を観察する。ラミナの発達した白い砂岩(写真1)で、ジュラ紀初期に形成されたエントラダ層 (Entrada Formation) と呼ばれているものであるとの説明があった。そして、ダンケイズ博士から、砂岩の成因(すなわち、Beach, River, Sand dune のい

ずれか)を考えるよう質問がされた。この砂岩は、粒が丸く揃っていること、また、粒子の間に隙間があいていることから砂漠で形成されたものであるということであった。次に、この砂岩の下位の地層を観察する。片麻岩～花崗閃緑岩で、エントラダ層の砂岩に不整合で覆われている(写真2)。この岩石の絶対年代は17億年前、先カンブリア時代の基盤岩である。道路脇の露頭に、このように古い岩石が露出しているのを見て、アメリ

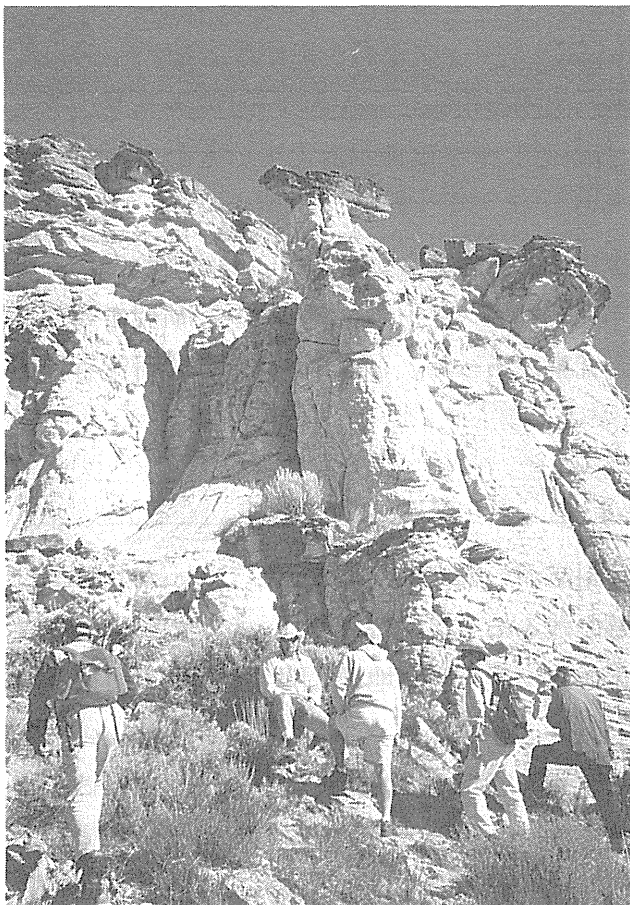


写真1 オールモント (Almont) の南、ラミナの発達した砂岩

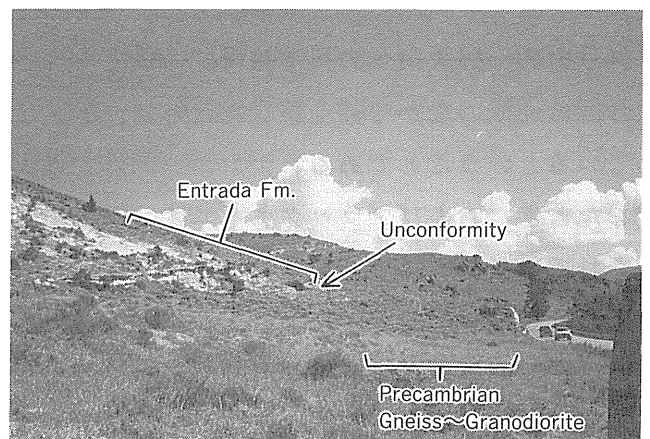


写真2 オールモントの南、基盤岩とエントラダ層の不整合

カ大陸の規模の大きさに驚かされ、日本では採取できない古い岩石のサンプリングに夢中になった。ここでまた、ダンケイズ博士から質問が出された。この露頭では、先カンブリア時代の岩石の上に、ジュラ紀の地層が不整合で堆積しており、古生代の地層が全く欠落している。この理由を考えろというもので、古生代の地層の堆積はなかったのか、それとも、堆積はあったが侵食され欠如しているのかを考えながら次の露頭へと進んだ。

今度は、エントラダ層の上位の地層で、ジュラ紀後期のモリソン層 (Morrison Formation) を観察する。モリソン層は、3色 (green, red, tin-color) の頁岩 (写真3) からなり、その色の特徴から8月5日・6日にも観察しているのがすぐに思い出された。greenはFeOに、redはFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に富み、tin-colorはFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が少ないために、このような色を呈するのだという。また、モリソン層は、ドライな環境で堆積したエントラダ層とは異なり、ウェットな環境下で堆積したものである。

ここで、ダンケイズ博士から、ジュラ紀に起こった堆積環境の変化について説明があった。博士は、車から大きなスケッチブックを取り出すと、ボンネットの上に広げ、イラストを描きながら、大変わかりやすく説明してくれた(写真4)。ジュラ紀の初め、コロラド州の西には、大きな山脈があり、偏西風に乗って西から湿った空気が運ばれてきても、山脈にさえぎられ、このあたり一帯には広大な砂漠が広がっていた。こうして形成されたのが、エントラダ層の砂漠の砂岩である(図1)。それから約2500万年後、ジュラ紀の後半になると、山脈は浸食によって削られ、低くなっていった。そうする



写真3 モリソン層の頁岩

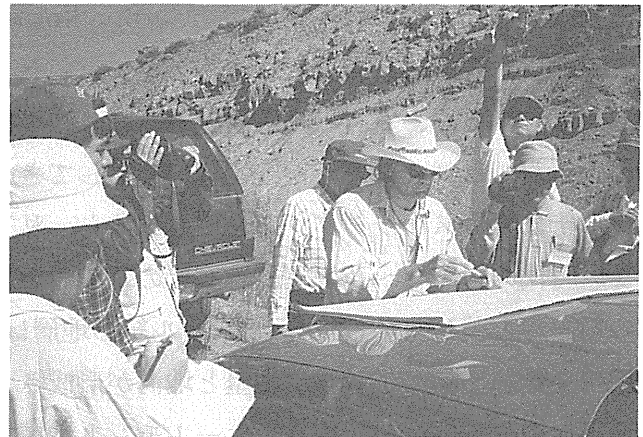


写真4 ダンケイズ博士の説明を聞く

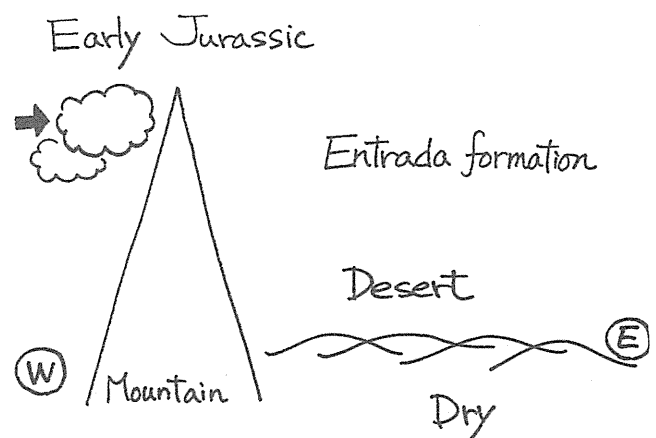


図1. エントラダ層の砂漠

と、今まで山脈によってさえぎられていた湿った空気も山を越え、コロラド州にも雨を降らせるようになった。こうして、ドライな環境からウェットな環境へと変化し、氾濫原で堆積形成されたのが、モリソン層の頁岩である(図2)。このように、露頭で得られたデータから仮説を立て、古環境の復元モデルを作り考察していく、大学を卒業して以来久しぶりに聞くスケールの大きな話に、私達はわくわくしながら耳を傾けた。

次の場所は、オールモントの北東に位置するセメント溪谷 (Cement Creek) である。移動中、車の中でダンケイズ博士から、さきほどの質問がなされた。エントラダ層の下位に古生代の地層はあったのか否か。……答えは、古生代の地層はあった。これからその地層を見に行こうというのである。

初めにセメント溪谷の西で古生代の岩石を観察した。絶対年代で10億年前を示す、先カンブリア時代の花崗岩の上に、カンブリア紀のクォーツァイトであるサワッチ層(Sawatch Formation)、オルドビス紀の頁岩マニトウ層 (Manitou Formation)、石炭紀前期(ミシシッピ紀: Mississippian) のレッドビル石灰岩 (Leadville Limestone) が観察された。これらの岩石の存在から、当時この地域は熱帯の海 (Tropical Seas) であることが推測される。それぞれの岩石のサンプリングのあと、セメント溪谷の上流へと進み、ここで昼食となった。

昼食後、周囲の露頭の観察が行なわれた。ここの岩石は赤褐色の礫岩(写真5)で、さきほどのサワッチ層～レッドビル石灰岩の上位にあたり、石炭紀後期(ペンシルベニア紀: Pennsylvanian) から二畳紀に形成されたマルーン層 (Maroon Formation) と呼ばれるものであった。ダンケイズ博士は、この礫岩の礫を注意深く観察するように言われた。礫を見てみると、さきほど観察してきた、クォーツァイトや頁岩、さらに石灰岩が確認され、下位の地層が浸食運搬され形成された礫岩であることがわかった。これらのことから、今日観察してきた地層の関係を考える謎解きが始まった。

博士は再びスケッチブックを取り出すと、私達に説明を始めた。古生代、この地域には、先カンブリア時代の片麻岩～花崗閃緑岩などの基盤岩の上に、暖かい海ができ、カンブリア紀から石炭紀前期の地層が堆積した。(ただし、シルル紀の地層はない。)そして石炭紀後期(ペンシルベニア紀)に大規模な断層運動が起こり、地塁と地溝が形成された。(図3) この断層をペンシルベニア断層という。地塁にあたる部分が、現在のオールモント地域であり、地溝の部分、セメント溪谷地域である。地



写真5 セメント溪谷上流、赤褐色の礫岩

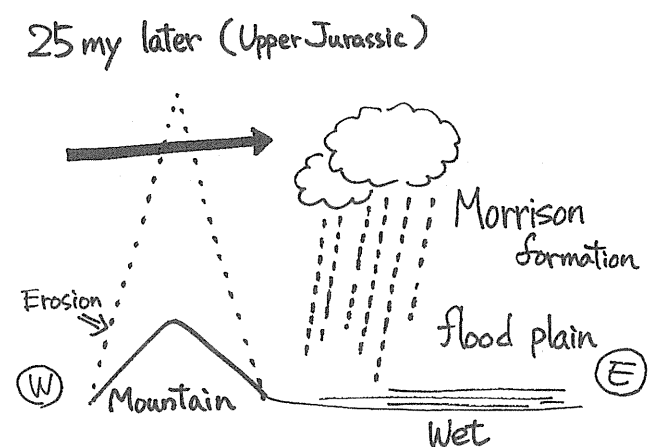


図2. モリソン層の頁岩の形成

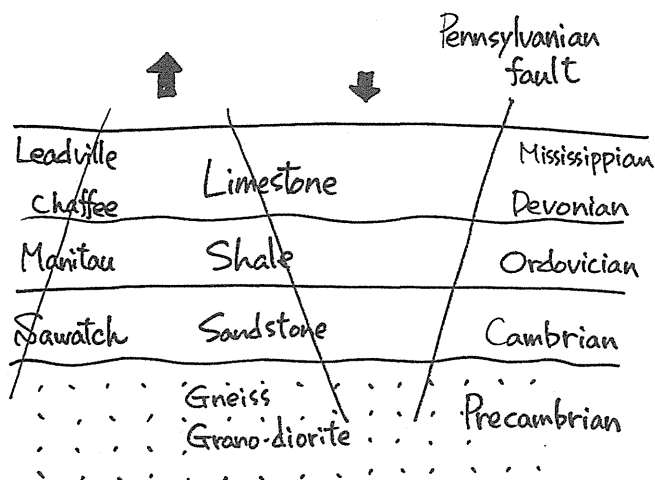


図3. 地質断面の概略

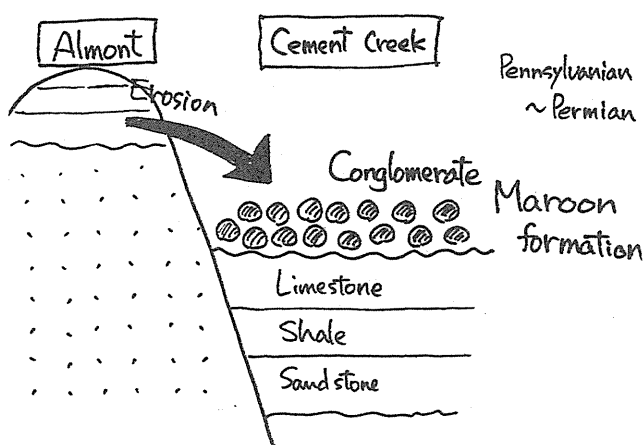


図4. マルー層の堆積

塁の部分、古ロッキー山脈 (Ancient Rocky Mountain) であり、石炭紀後期 (ペンシルベニア紀) ~ 二畳紀にかけて浸食され、その碎屑物がセメント渓谷地域に堆積し、マールン層となった。(図4) その後、コロラド地域には、前述の砂漠が広がり、エントラーダ層が堆積した。(図5) こうして、オールモント地域には、古生代の地層が欠落し、先カンブリア時代の基盤岩の上に、ジュラ紀の地層が不整合で重なり、セメント渓谷では、先カンブリア時代の基盤の上に、古生代の地層が堆積しているのである。ダンケイズ博士の熱のこもった話に耳を傾け、そのスケールの大きな話に、改めて地学の面白さを感じた。

セメント渓谷を後にして、クレストッド・ビュートの西のアーウィン湖 (Lake Irwin) に向かった。セメント渓谷を離れる際、ダンケイズ博士は、このマールン層の礫岩の礫をよく覚えておくように言った。私達は、今度は何があるのだろうか、期待した。今晚は、このアーウィン湖のほとりでデブ婦人がバーベキューをしてくれるといい、これも楽しみであった。

表1 コロラド地域 層序表

第三紀 始新世 ~ 暁新世	ワサッチ層群 (礫岩)
上部白亜紀	メサベルデ層群 (砂岩)
	マンコス層群 (頁岩~粘板岩)
下部白亜紀	ダコタ層群 (砂岩)
上部ジュラ紀	モリソン層群 (頁岩)
下部ジュラ紀	エントラーダ層群 (砂漠起源の砂岩)
二畳紀 ~ ペンシルベニア紀	マールン層群 (礫岩)
ミシシッピ紀	レッドビル石灰岩
デボン紀	チャフィ石灰岩
オルドビス紀	マニトウ層群 (頁岩)
カンブリア紀	サワッチ層群 (クォーツアイト)
先カンブリア時代	花崗岩 (10億年前)
	片麻岩~花崗閃緑岩 (17億年前)

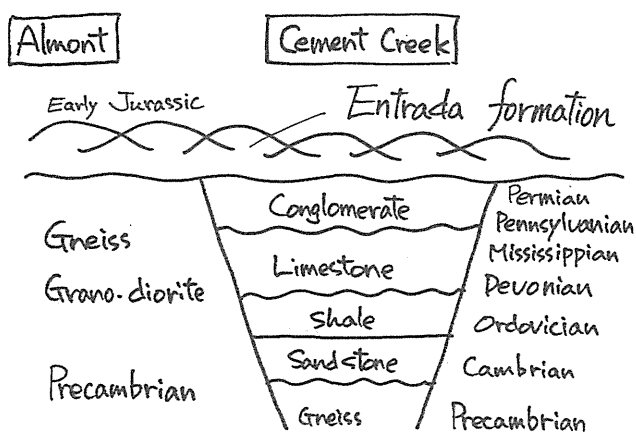


図5. エントラーダ層の堆積



写真6 アーウィン湖の西、赤褐色礫岩

アーウィン湖の西の山に登り、山頂付近で赤褐色の礫岩を観察する。(写真6)ダンケイズ博士から、先ほどのマルーン層の礫岩と同じかどうか質問があった。色もマルーン層によく似ているが、マルーン層とは異なるワサッチ層 (Wasatch Formation) の礫岩であるという。ワサッチ層は、今から7200万年前頃隆起した、新ロッキー山脈 (Modern Rocky Mountain) によって形成された礫岩層で、マルーン層と同様な方法で形成されたものであるが、新生代第三紀の暁新世～始新世の、ずっと新しい地層である。(新ロッキー山脈は、

1000万年前頃にも、2度目の隆起をしているが、ワサッチ層は、1度目の隆起によるものである。)中生代にはロッキー付近に石灰岩の形成はなく、ワサッチ層の礫の中には、マルーン層とは異なり、石灰岩礫が見られないことが特徴である。

ワサッチ層の観察の後、アーウィン湖のほとりで、バーベキューを楽しみ、コンドミニウムへと戻る。今日一日で、実に17億年前の先カンブリア時代の岩石から、古生代・中生代そして新生代第三紀までの地層を見、コロラドで起こった大地殻変動を体験してきたことになる。宿に帰ってから興奮覚めやらず、夜遅くまで今日取ってきたサンプルを見ながら、地層の名前を復習した。(表1)

(坂田算浩・尚子)

### Leadville 鉱山群・工場と鉱物

8/8 (木) Cottonwood 峠 (12126 feet) 太平洋と大西洋の分水嶺を通過して Leadville 市の博物館・鉱山・工場の見学をした。

Hope More 鉱山は熱水鉱床の鉱山である。(図6参照) 7200万年前と3500万年前に Granodiorite (花崗閃緑岩) の貫入によりできた熱水鉱床である。Galena (方鉛鉱  $PbS$ )、Shalerite (閃亜鉛鉱  $ZnS$ )、Pyrite (黄鉄鉱  $FeS_2$ )、Bornite (斑銅鉱  $Cu_5FeS_4$ ) などの鉱物とともに金や銀も産出する。

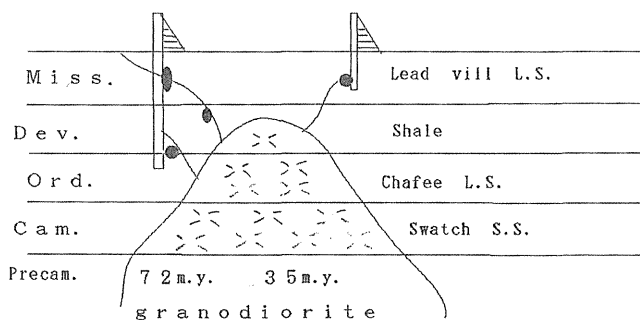


図6. Hope More 鉱山  
 $PbS$  (Galena)、 $ZnS$  (Sphalerite)、 $Cu_5FeS_4$  (Bornite)、 $Ag$ 、 $Au$ 、 $FeS_2$  (Pyrite) を産出する

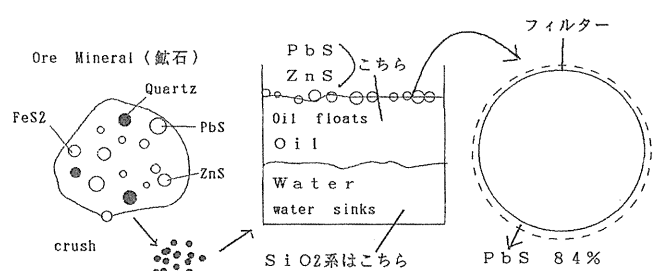


図7. 鉱石からの元素分離

われわれは、この鉱山のズリ山で鉱物の採集を行った。Pyriteのきれいな結晶などを採集することができた。静岡高校の坂田算浩先生が鉱物の鑑定に活躍された。

鉱山博物館には、この地域のゴールドラッシュ当時の様子や、当時の採掘方法の展示、産出した金銀その他多数展示されていた。日本でも科学博物館が各地に作られたが、鉱物の展示はあまりされていない。それに対して鉱物関係だけでかなりの規模の博物館が作られているのには驚きであった。

次に訪れた Black Cloud 工場では Galena 等から硫化鉛が取り出される過程を見学した。会社の技術者が私たちをつれて工場内を案内し、説明をしてくれた。粉碎された鉱石は油と水を使って分離されるとのことである。取り出された硫化鉛は日本で処理され鉛となり、再びアメリカに輸入され車のバッテリーなどに使われるそうである。(図7参照)

8/9 (金) 午前中 Crested Butte 近くにある Gunsight 廃坑へ行き鉱物採集をした。屋外のズリでの採集であった。ここも3400万年前に Granodiorite が貫入したことによってできた熱水鉱床である。やはり Pyrite, Galena, Sphalerite などが採集できた。(図8参照) また、Granodiorite のボーリングコアを各自拾った。

午後からは Irwin 湖近くにある Owen 山で銀を含む鉱石や水晶の採集をした。晶洞中に小さくはあったが、きれいな水晶の結晶を多数見つけることができた。

### 流星観望と天体写真撮影

8/9～8/12にかけてペルセウス座流星群の観望を長谷川先生と私はおこなった。穂本先生も行ってた。月は新月に近く条件は最高であった。宿舎からクレストドビュート山に向かって20分程度歩いて観望と写真撮影を行った。標高は3000m近くあり、町明かりもまったくなく、空気も乾燥しているため、すばらしい星空を眺めることができた。これほどきれいな星空は、20年ほど前に台風通過直後、中央アルプスの駒ヶ岳で見て

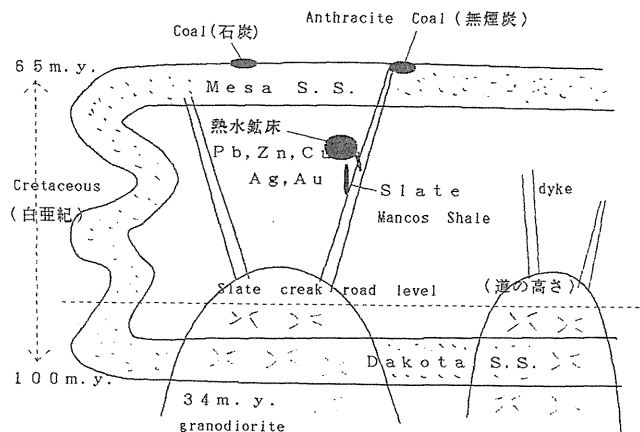


図8. Crested Butte近くのGunsight廃坑の断面



写真7 クレストドビュート山を登る星



いろいろのことであった。ここに大口径の望遠鏡を持ってきたら、どれほどすばらしく各種天体を見ることができらうと思った。

今回の旅行は地学巡検が目的のため、赤道儀もメカニカルシャッターのマニュアル式カメラも望遠レンズも全く持参していなかった。そこで、28～80 ミリ F 3.5-4.7 ズームレンズで固定撮影という条件で写真撮影を行った。写真7はクレストドビュート山と登る星を写したものである。(今村守孝)

#### ガニスンからブラックキャニオンへ (図9・10参照)

1996. 8. 11日、Crested Butte を南に下り Gunnison に出て、ガニスン河沿いにハイウェイ 50 号線を西に進み、Black Canyon までの地質巡検を試みた。

ガニスン河をロックヒルダムで堰止めて生じた巨大な湖「Blue Mesa Lake」に沿って北側の道を進む。眼前の岩壁には、淡い紫、緑、褐色をみせる中生代ジュラ紀の Morrison formation の頁岩、粘板岩の厚い累積、上部には白亜紀の Dakota sandstone を挟んで West Elk Breccia と呼ばれる火山角礫岩が cap rock として表層を覆うのが仰ぎ見られる。

湖「Blue Mesa Lake」を途中で南側に渡ると、湖面を通して対岸には、湖面に鮮やかな彩色を写す Morrison formation の頁岩、粘板岩などの上にテーブル状にのる West Elk Breccia の cap rock が見事な地形「メサ」を創り出しているのが望まれる。「メサ」の末端の地形には、cap rock を開析、侵食した「Castle Rock」と呼ばれる尖塔状や円錐状の土柱が遠望できる(写真8)。

ガニスン川を堰止めたロックヒルダムの下流の谷の壁には、東西方向に延びる cimarron fault で持ち上げられ、侵食された露出した先カンブリア時代の変成岩の片麻岩や結晶片岩、これを貫く花崗岩やペグマタイトが見られる。ガニスン川はこれらを下刻して西に流れ下り、広大な Black Canyon を形成している。Black Canyon が下刻する平坦な地形面には、コロラドの多くのモニュメントの cap rock と同様に Dakota sandstone が拡がり、その上には、南部を中心に白亜紀の Mancos Shale がこれを覆うのが見られる。しかし、その上部はやはり West Elk Breccia の cap rock (写真9) に覆われているようで、平坦な地形面は失われることなく、見渡す限り広がるのが見られた。

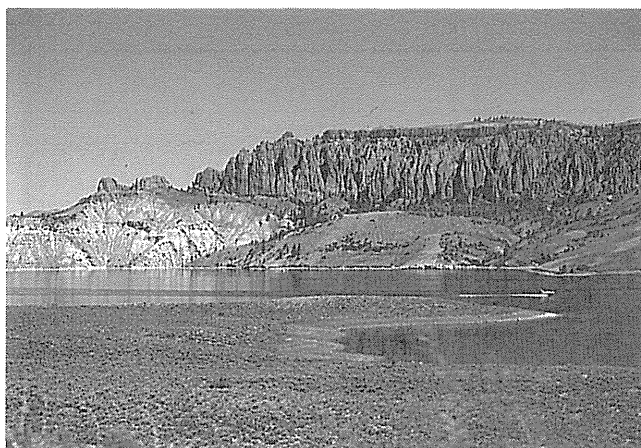


写真8 Castle Rockと呼ばれる尖塔状の土柱  
「Blue Mesa Lake南から撮影」



写真9 West Elk Brecciaのcap rockの様子

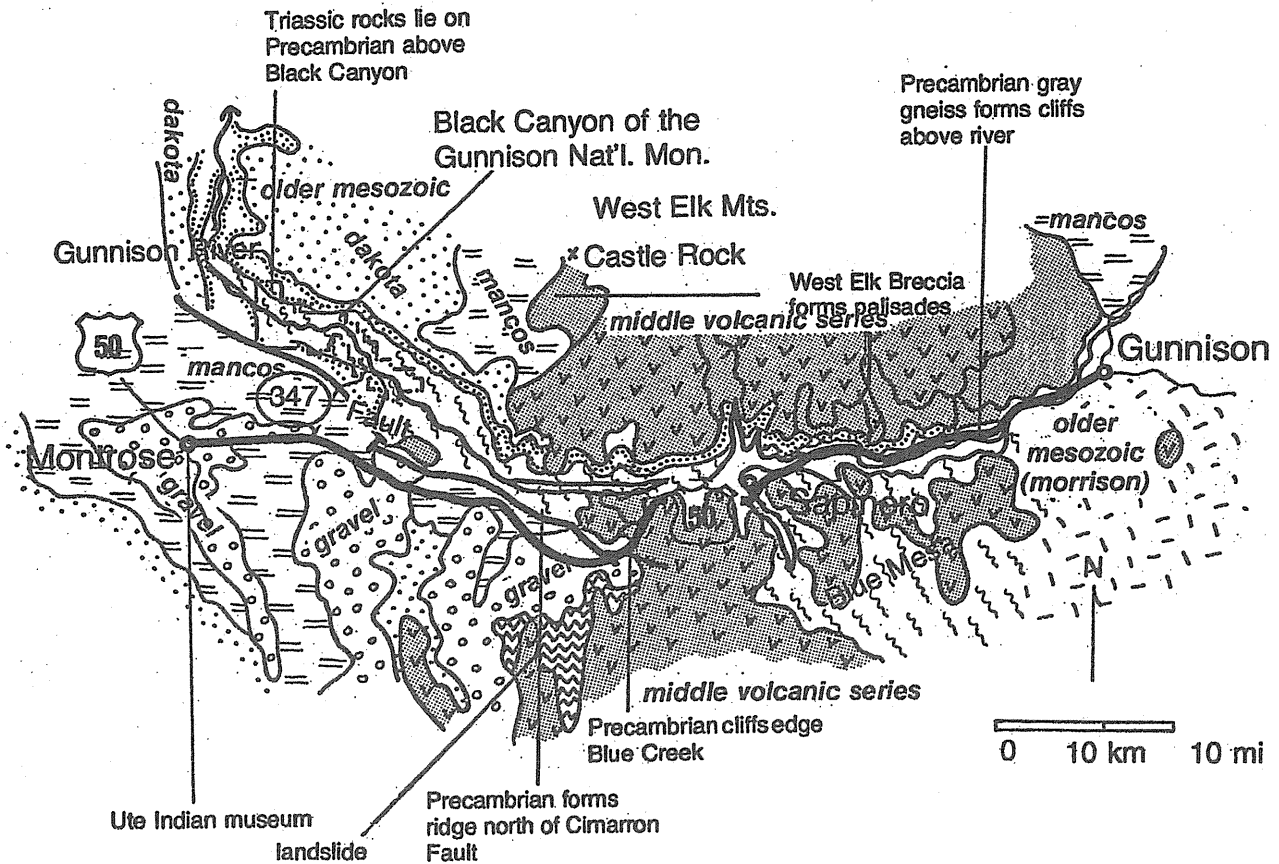


図9. ハイウェイ50号線沿いの地質図 (ガニスンからブラックキャニオンまで)

mesa

ガニスン川沿いにハイウェイ 50 号線を西に進み、最初の露頭では二種類の火山噴出物に出会った。道路の北側の露頭には、北の West Elk 火山から 2,500 万年以上前に噴出した West Elk Breccia が真っ黒く固い玄武岩の角礫岩が柔らかい凝灰質部分から洗い出され突出した様子を見せ、伊豆の火山角礫岩と同じような様相を見せていた。南側の露頭には、南遙に霞んで見える南の火山 San Juans からの灰色の流紋岩質火砕流堆積物、溶結凝灰岩が露出していた。いずれにしても、両火山からの火山噴出物はガニスン河流域の中生代ジュラ紀の Morrison formation の頁岩、粘板岩、白亜紀の Dakota sandstone、白亜紀の Mancos Shale などの中生代の地層を覆い cap rock の役目をし、湖「Blue Mesa Lake」周辺のメサの地形を生み出していた。

Blue Mesa をはじめ、mesa は水平な硬い岩層におおわれ、周囲の一部を急崖で囲まれたテーブル状の高地を意味している。

Blue Mesa をはじめ、mesa は水平な硬い岩層におおわれ、周囲の一部を急崖で囲まれたテーブル状の高地を意味している。

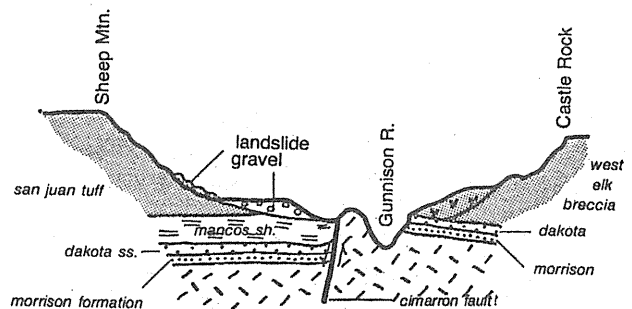


図10. ガニスン川を南北に横断する地質断面図 (Cimarron fault付近)

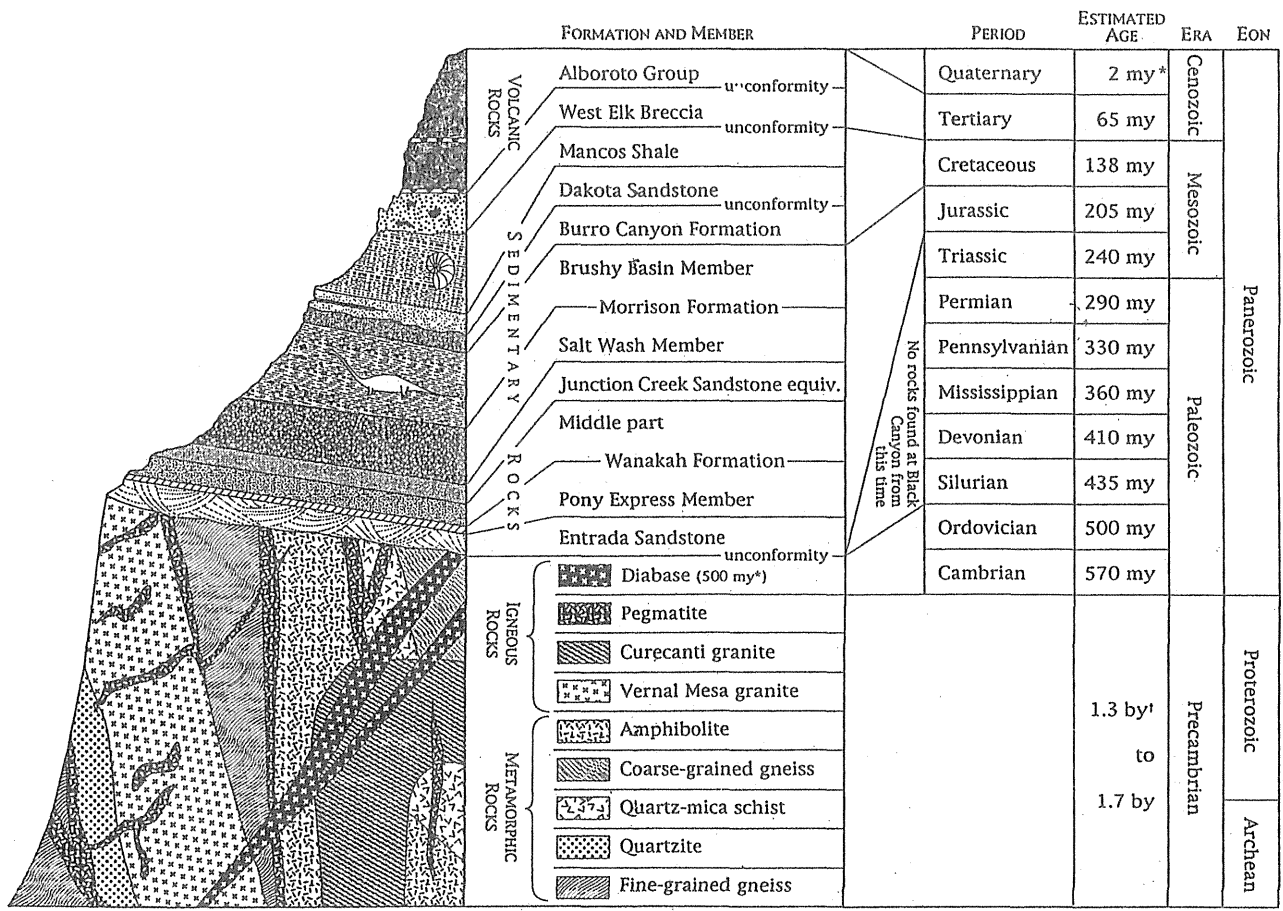
Black Canyon (図 11 参照)

ブルーメサダムの西側から、先カンブリア代の Black Canyon 片麻岩が、渓谷沿いに突然顔を出す。Black Canyon はダムの西の片麻岩からなる 60 m の谷から始まり、西に 30 km 流れ、700 m もの谷壁を下刻する大峡谷を形成する。垂直な渓谷の谷壁に見られる「Black Canyon Gneiss」は変質し黒雲母、普通角閃石、緑泥石を伴うので黒っぽい外観を見せている。谷壁は広範囲にわたって、花崗岩やペグマタイトの岩脈に貫かれ特異な景観を見せている。

アメリカには景色の美しさや珍しい景観を基準に、49 の国立公園 National park と 76 の国定記念物 National Mounment がある。国立公園のうちアリゾナ州にあるグランドキャニオンは私たち日本人にもよく知られている。コロラド州にあるブラックキャニオンは国定記念物の 1 つで、規模はグランドキャニオンに較べ一回り小さいが、水の侵食作用によって作られた地形は実にみごとである。

この峡谷はおよそ 200~300 万年前からコロラド川の上流にあるガニソン川の侵食作用によって形成され、全長約 19 km、深さ 520 m~730 m に及び、川幅は狭いところで 12 m しかない。峡谷の岸壁は植生がないため地層の露出がよく先カンブリア時代から、古生代・中生代・新生代までの各地層を観察できる。

ブラックキャニオンにおけるプレカンブリア時代の岩石は、グランドキャニオンの峡谷の底部にあるものと同様にロッキー山脈の東部地域の中心部を構成しているものとたいへん似ている。これらの



\*my = million years  
†by = billion years

図11. Black Canyonの地質断面図

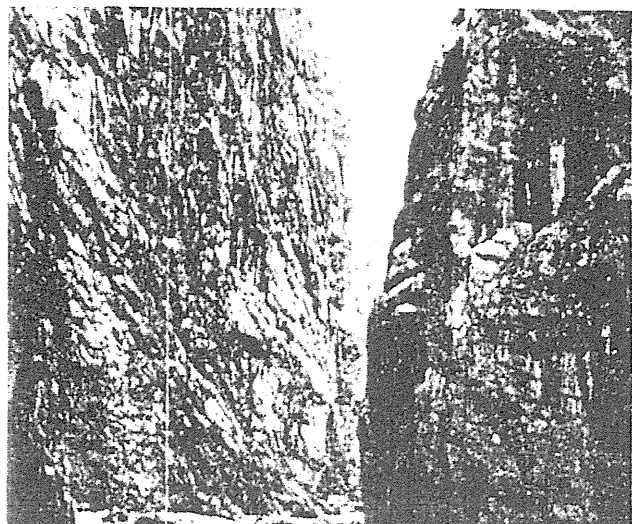


写真10 ガニソン川の峡谷

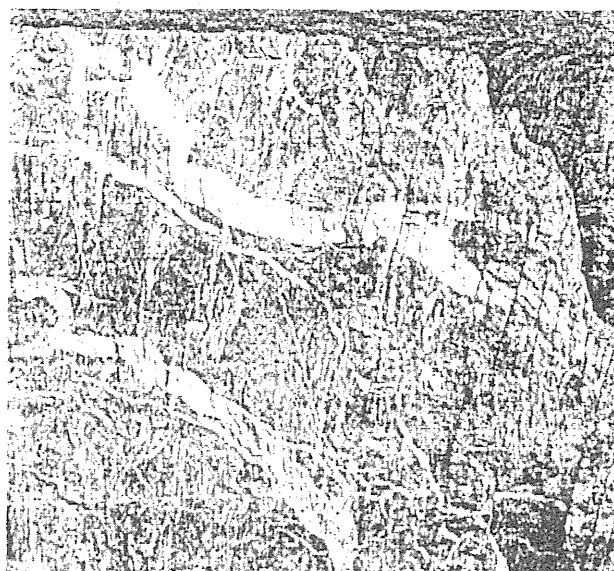


写真11 片麻岩の岸壁に描かれたピンク色の花崗岩の絵模様

岩石は、アメリカ大陸の基盤を作る典型的なものである。

20億年前に地殻内でひどく屈曲、圧搾された片麻岩は13.5億年前に巨大な圧力で岩層内の亀裂に貫入した花崗岩やペグマタイトと交錯する。

ガニソンの見晴台に立って対岸の岸壁を見ると、茶色をした片麻岩の壁の中に、ピンク色した花崗岩の帯が川底から延々数100m伸びていく。その光景は、まさに巨大な竜が天に昇り上がっていく姿を想像させ、訪れたものを驚嘆させる。

バスを降り、ガニソン川の川底に向かって数100m歩いた。川底から見上げると岸壁が垂直にそそり立っていた。プレカンブリア代の片麻岩や結晶岩の岩塊は光沢があり手に取ると重く感じた。岸壁にはいくつかの節理が見られたが、ダンケン博士よりこれが物理的・化学的風化作用によるものであると説明を受けた。

(高橋 豊・伊藤彰彦)

### ロッキー山脈生物研究所の見学

8/12 ロッキー山脈生物研究所の見学 7:30~12:30

ロッキー山脈生物研究所は、クレストット・ビュート市からスキー場を通り北のゴシック山の麓の山間地で鉱山の廃坑を利用した標高2920mの高地にある研究所である。鉱山は1872年に開かれ2年で閉山となった。この地に1884年に全米科学財団(NSF)の援助を受けて生物学実験所がつくられ、現在150人の研究者が環境プログラムのチームをつくりそれぞれの分野で研究を行っている。研究所や先生方の宿舎はいたって簡素な作りで、小屋風の小さな建物が点在している。ここでは自然の生態系から地球環境問題について世界的に価値ある研究がなされている総合研究所である。

(1) 死肉を餌とするキャリオン・ビートルス Carrion Beetles (シテムシ別名埋葬虫) の研究

案内された野外施設ではローズマリー (Dr. Rosemary Smith ネブラスカ西州立大学) 先生と助手のアリソン、研究生のアンジェラーがキャリオン・ビートルスについて熱心に説明をされた。

キャリオン・ビートルスは甲虫目シテムシ科の昆虫で、日本では北海道位の緯度に生息している。死肉を見つけ土の中に埋め込み産卵して子育てをすることより別名埋葬虫と言われている。キャリオン・ビートルスの親は鼠が死ぬと2マイル以内の行動範囲で死後一時間以内の速さで素早く死骸を発見し雌雄が協力して、鼠の腹の上と下に回り初めに液を出し毛を溶かす。次に化学物質を吹きかけて腐食を止める。次に鼠を丸い団子状にしてから下の土を柔らかくして土の中に鼠の死骸を数インチ引き込み10~30個の卵を産みつけ雌雄で子育てをする。この作業は夜間ハエが卵を産みつけて肉を横取りされないように行う。親は孵化した幼虫に肉を食べ消化してから与える。親は1週間子育てをして飛び去り1シーズンで死ぬ。幼虫は1か月で成虫となり、冬は凍土の下までもぐり成虫で越冬をする。空き缶の中でも観察ができ、甲虫の採集には肉片を投げて置けばすぐに集まってくる研究に適した動物である。

## (2) 樾の実を食べるアリ、レプトソラックス *Leptothorax* の研究

アリの研究については、ジェイ・エバンス (Dr. Jay Evans ユタ州立大学) 先生のスライドによる興味ある説明を受ける。アリは昆虫類の中で社会生活をし、種内に独特のコミュニケーションの手段を持ち、本能行動だけでなく知能行動もする謎が多く魅力のある動物である。

研究されているアリは寒い山岳地帯に生息し、カシの実を餌とする大きさ2 mmの小型のアリで行動半径が1 mと極めて狭い範囲の珍しいアリである。飼育箱はプラスチックでできた深さ15 cm、縦横40 cm位の箱を使っている。巣は飼育箱の底を半分程毛糸で四角に枠を作り一か所開けておく。その上に透明のプラスチックをかぶせボンドで張りつけて置けば毛糸の太さの空間の巣ができる。開口部は出入り口となり、巣が透明のプラスチックでできているため巣の中のアリの行動が良く観察できる。箱の壁面にはアリが逃げないようにワセリンを塗っておく。アリのコロニーの観察をすることにより、種内の様々なコミュニケーションの研究。敵と味方の判別。同じ種でもコロニーが違おうとどうして戦いが起こるのか。他の動物との共生等興味ある研究がある。複数の女王アリが生まれると戦いが起こるといふ。生殖は女王アリが雄アリとの間で2 nの働きアリを産み、単為生殖でnの雄アリを産む。働きアリは、ミツバチと異なり産卵をすることができる。簡易な装置で扱い易いアリで研究用には適した素材である。

## (3) ジョンハート (Dr. John Harte) 先生の地球温暖化と植物の生態系に及ぼす影響についての研究

現在の地球大気は、西暦2050年までに空気中のCO<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>量が360 ppm → 500 ppmに増加すると予想し、温暖化現象により過去10年間で平均0.3°C上昇していることから、このまま放置すると西暦2050年に1.5°C気温が上昇すると予測している。ここでは西暦2040年に1.4~4.5°C上昇すると予想するモデルを考えて、平均気温が上がり植物の成長にどのような影響を与えるか、環境面より研究を進めデータをとっている。野外の自然の状態の中で赤外線を照射して地温を上げ、1991年より成長を観察してデータを取っている。研究に着手して6年間で180個の土壌調査資料を80メガバイト集めている。

研究対象は3種で①灌木、②草本の花、③イネ科の草本が研究対象になっている。

① shrubs 灌木、 ② forbs 草本の花、 ③ grasses イネ科 (芝)

結果 日光の吸収率大きく、 日光の吸収率少なく、 成長に変化が見られない。  
成長が良い。 成長が低下する。

科学技術の進歩は、私たちの生活を便利にして様々な利益をもたらした。しかし、反面では生物が住む地球環境に様々な問題を引き起こした。緑が失われ生態系が崩れ地球規模で砂漠化が進行している。生物、鉱物資源の乱用と枯渇。自然の浄化力を上回る廃棄物の投棄と自然では分解し難い物質の廃棄。農薬や有害物質のように生態に取り込み易く、残留して障害を起こす物質の使用と廃棄。二酸化炭素やフロン等水や空気の成分比を変える物質が多量に排出する問題等。生物が生活している地球、生態系の基盤となる地球環境について真剣に考えなくてはならない時代に入ってきている。ロッキー山脈生物学実験所では、こうした地球環境問題を考え生態系を中心とした価値ある研究が進められている。

### ロッキー山脈、コロラドの植物

北アメリカ大陸の屋根であるロッキー山脈の南部ロッキーは、3000~4000 m級の山が連なる山岳地帯である。今回の巡検は、デンバーより車で350 km走ったクレストドビュート市人口15210人、標高約2700 mを起点に最高でクレストドビュート山3658 mを巡検した。この辺りは氷河期に山を覆った氷河が山地を侵食したカール地形が各所で見られる。山岳より雪解け水がしみ出てせせらぎとなり、カールの底を緩やかに蛇行しながら流れている。低地ではモレーンで堰止められた湖やビーバーダムがみられる。ダムには枝が積み上げられビーバーが巣をつくっていた。川の上流では山岳からしみ出た水をロックヒルダムを築いて溜め保養地として利用している。水はダムにより調整されしみ出た水が安定した水源となって下流の土地や人を潤していた。コロラドの大地は17~18億年前の先カンブリア時代の片麻岩の露頭が各所でみられ赤茶けた岩石が多く、黄色味を帯びた白亜紀の地層も少し見られる。州名の語源スペイン語の赤い色の通り露頭は赤い岩肌が目立った。

赤い土は酸化が進み植物の育ち難い貧土である。日本の土地に見られる植物が良く育つ黒土は全く見られず、貧土の黄色い土と赤土が広がる大地であった。土は浅く山は岩山の表面にわずかに風化した土が乗っている程度で、それも瓦礫混じりの土地である。低地には氷河や流水の侵食、運搬により堆積した礫混じりの砂礫地が見られた。デンバー近くでは、海進の海に堆積した砂岩、泥岩の露頭が見られた。

植物は今まで見た乾いた大地アメリカのイメージとは違い良く繁っている。草本植物は山頂の岩肌や岩盤が露出している地帯を残し山頂まで覆っている。樹木は風化した土があれば山頂まで繁茂している。

気候はデンバーで、年平均気温10.4°C、1月が-0.9°C、7月が23.2°Cと凌ぎやすい。湿度は平均48%と乾燥している。年降雨量は365.7 mmと少なく4~8月にかけて40~50 mm前後の降水量がある。宿泊地のクレストドビュートは山岳地帯でありデンバーより6°C前後低く雨も多くなる。残雪は6月中旬まであり、9月末には降雪があるが直ぐに解け、11月下旬より本格的にスキーが始まるとい

う。巡検中 10 日間で 2 度午後にわか雨に遭うが長くは降らず直ぐに止んだ。風は日本と違い山岳地帯であるも少なく穏やかである。空にはふんわりとした積雲が連なっている。

クレストドビュートは山岳地帯であるが気温は、夏は暑からず、冬もあまり厳しくないという。雨は少ないが降る。これも五大湖と周辺の湿地地帯より水の供給によることが大きいのではないかと考える。広大なアメリカ大陸の水の循環は海よりの供給は極めて少なく陸地よりの蒸発による。その殆どが植物の蒸散によっている。水の循環で大切な植物が良く残っていることが、気候を和らげ雨をもたらしている。

植生は宿泊地の北のスレートクリークの谷間の比較的水分の多い地帯で、日本で見られるヤナギの葉に似た紅紫色の花をつけたヤナギラン、亜高山帯にみられるコバイケイソウ、日本に帰化植物になっているギシギシ、タンポポも見られる。名前に相応しいモニュメントプランツが 1 m 以上すくと伸びている。州の花で水色の美しいブルーカロンバインは、日本のオダマキで萼片、花卉共 5 枚であるが、日本のオダマキは、萼片、花卉、花卉の後ろの距（キョ）が内側に曲がり、花卉は 5 枚が立ち上がり筒状に重なっているが、コロラドのカロンバインは花は開き、距は外に長く伸び開いている。谷間のやや乾燥した土地に生えているナラの木は、長楕円形の葉が 4～6 か所大きく切れ込んでカシワの葉を縦に引き伸ばしたような形をしている。共通の祖先をもつ植物の種も長い間地理的に離れ混じりあうことなく別々の進化をすると、形態的に大きく変わるものだと実感した。やや乾燥した砂礫地にはオキナグサ、岩場の影にはキキョウ科のイワシャジンが紫色の鐘状花をつけている。やや小形の野生のヒマワリやデージーも陽地に見られた。

谷川の源流域では山岳に遅くまで残った残雪が少しづつ溶け、地下水を供給するので草原や森林に覆われている。しかし、市街地に近い岡や低い山が並ぶ地帯では山岳からの水の供給が少なく、川は低地を蛇行しながら流れ、川より一定の高さまで水を潤し緑が濃く草本植物は良く繁っているが、低地より数 10 cm から 1 m 位高くなると横に定規で線を引いたように乾燥化し植物は緑を失い乾燥した土地となっている。そこには砂漠に生えるセジブラッシィやウチワサボテンの仲間が生えている。

高山の草原地帯から山を包むように湿り気のある山では、トウヒやシラビソ、マツの仲間が森をつくっている。やや乾燥した土地では白い樹肌が美しいアスピン（セイヨウハコヤナギ）の美林が続いている。やや乾燥した土地では、日本と違い太陽の直射の少ない北の斜面に背分けをしたように森林が広がっているのも面白い。植生からして人々が入植前には谷は鬱蒼と大森林で覆われていたであろう。伺うとここに人々がやって来たのは 100 年前で、鉱石が各所で発見され鉱山を開くために木を伐採して鉄道を敷き、道を造って街がつくられた。そして、広大な谷間を切り開いて牧場にしたという。しかし、クレストドビュート市は山岳地帯で遅い春、一気に夏、急ぎ足で近づく秋と短い夏のため農作物の栽培には適さない。従って牧場はあるが農場が無く緑が多く雨が降り、気温が山岳地帯の割に穏やかである。クレストドビュートから R 135 号線に抜けるナショナルフォレストの森では、幹回り 2 m 以上もあるアスピンの森と遙かなる谷間に広がる針葉樹の美しい森があり 100 年前のアメリカの大森林と大草原が広がる雄大な姿を連想させてくれた。（写真 12）

ロッキーの山岳地帯での樹木の遷移は、先駆樹木のアスピンが点々と生え、アスピンが島状に群落をつくる。その間に陽樹の赤松が生えてくる。森が密になると陰樹の red fir（レッドファ）アカモミ

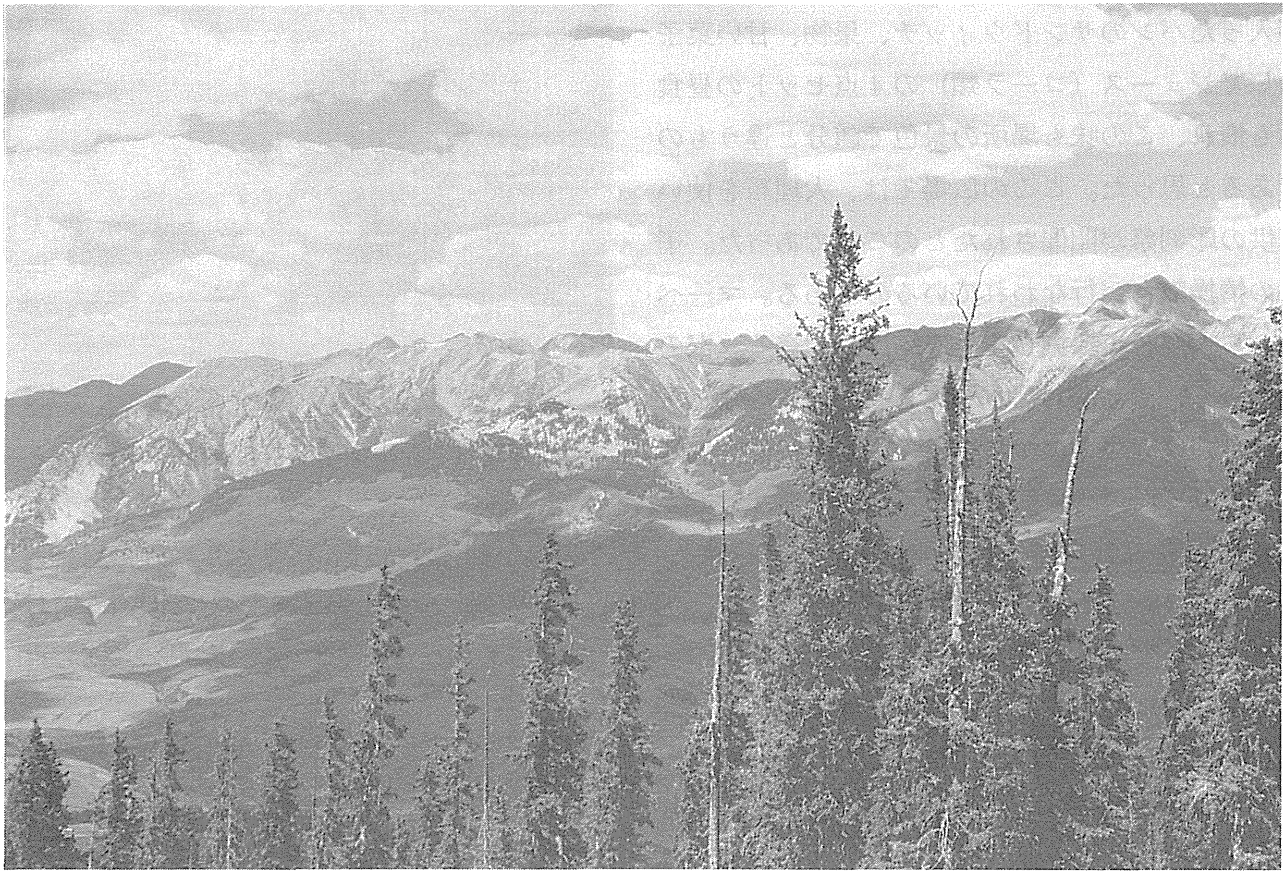


写真12 ロッキー山脈と山頂付近の直立した樹木

やシラビソの仲間が生え森を形成している。

山岳地帯よりデンバーに向かう山裾がなだらかに広がる山間の地帯では、周囲より幾分低い低地は湿りけがあり緑も見られ草が良く生えた牧草地となっている。しかし、50~60 cm も小高くなるとそこは乾燥地帯で牧草の色は緑を失い枯れ草となっている。道路沿いに数mから10数mの小山があり、赤松が横に這うように枝を伸ばし、林床には草も生えず赤土がむきだしになっていた。降雨の少ない平坦地では山岳よりの雪解け水が潤す低地は良いが、少し高くなった場所は少ない降雨で土地は乾燥し植物の生命維持には厳しい環境下にあった。 (保坂貞治)

#### 8月13日(火) クレステッドビュートからマーベルへ

クレステッドビュートの町から北北西方向にあるマーベルの町へ向かう。途中で新ロッキー山脈を作る岩石を観察する。山肌は、赤色系の岩石であるが、9日に水晶などを採取したアーウィン湖近くで見た礫岩でワサッチ層群といわれるものである。また、山腹が階段上に盛り上がった状態になっているが、大規模な貫入岩体 (sill or dyke) による仕業である。この貫入岩は石英モンゾナイト斑岩である。その中には、写真13のように大型のピンク色系の結晶 (正長石) が入っていて、上手に周辺の岩石を欠いていくと正長石の単結晶として取り出すことができる。アスピン (白樺に似ている) の森を抜けてマーベルへ急ぐ。



クリスト川の河畔で昼食をとる。小さな木の実が入ったパンのサンドウィッチ、果物、甘い菓子そしてジュース（コーラ類）の4点セットの昼食にも慣れ、この味も場所の景色で随分と違うものであると思った。ここの広場では、大理石を使い子供の彫刻祭が開催されたとのことであった。子供の情操教育が行なわれているのである。マーベルから大理石を採掘している鉱山まで登る。沢の底は白く、清く澄んだ水が流れ喉の乾きを知らせる。鉱山に近づくと小径の原岩が接触変成作用を受けて漸近的に変成されているのが観察できた。

黒い貫入岩の岩脈に、突然採掘されて、地上に顔を出した純白な大理石がまぶしい程に目に入る。驚きであった（写真14）。この白さは、元岩（レッドビル石灰岩）が貫入岩（第三紀、約3000万年前）の熱による変成を受けたとき、完全に炭素分が系外に出てしまったためである。勾配が大変急な山道を登ると鉱山に着く。山脈にポッカーリ開けられた入り口がある。小さいが、なかに入った途端に大きな洞窟になり今までに大量の大理石が採掘されたことを示すものであった。ここからは採掘現場に行くことはできず、地底からの重機のエンジン音が響き渡り採掘している現場が近くにあることを知らせてくれた。工夫など関係者の出入り口は他にあるようである。1時間程、掘り出された大理石の美しさにみとれ、また方解石の大型の結晶を探したりした。

この良質の大理石は、ユール採石場の大理石の名で用途が広く、例えば、リンカーン記念館の建築用材、各種の記念碑などの彫刻材料として利用されている。レッドストーンに寄り、彫刻材料として利用している彫刻家エリック・ジョンソン氏のアトリエを見学、固い岩石の表面に微妙な曲線を付けて、あの高名なミケランジェロのタヴィデ像やピエタに表現を近づけようとしているようであった。完成を期待する。また、町の入り口の河岸の露頭に赤い色のマルーン層（古生代石炭紀から二畳紀、約3億年前）があり、見事なクロスラミナが観察できた。クレステッデビューートの町へ帰路急ぐ。

（加藤和男）

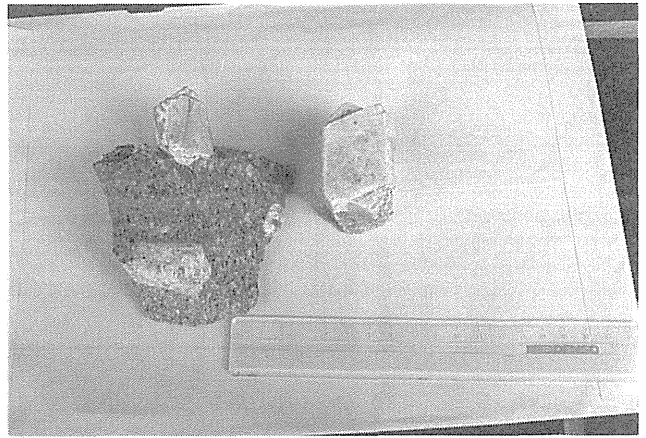


写真13 シルダイワ中の正長石の結晶



写真14 大理石鉱山で採掘された純白な大理石