

地質巡検記：カリフォルニア東部，ネバダ南部， ユタ南部，アリゾナ北部

A geologic field trip in eastern California, southern Nevada, southern Utah and northern Arizona

星 博幸
Hiroyuki HOSHI

愛知教育大学理科教育講座地学領域 (hoshi@aeu.ac.jp)

キーワード：デスバレー国立公園，地質巡検，旧国道 66 号線（ルート 66），ホースシューベンド，リトルコロラド川，ミネラルパーク（ゴーストタウン），ライオライト（ゴーストタウン），トードストゥール，ザイオン国立公園

Key words: Death Valley National Park, geologic trip, Historic Route 66, Horseshoe Bend, Little Colorado River, Mineral Park (ghost town), Rhyolite (ghost town), Toadstool, Zion National Park

1. はじめに

筆者は毎年，米国で単独または学生を引率して地質巡検（見学旅行）を実施しており，その一部について本誌で紹介してきた（星，2015；星・山田，2016）。今回は 2014 年 12 月に単独で実施したカリフォルニア州東部，ネバダ州南部，ユタ州南部，アリゾナ州北部（図 1）の巡検について紹介する。読者が米国西部での地質・地形巡検を企画・実施する際に小論が参考になれば幸いである。なお，紙数の都合で観察地の地図は掲載しない。地図が必要な場合はインターネットで調べてほしい。

今回はラスベガスを発着地とする 6 日間の巡検であり，移動にはレンタカーを使用した。旅程は次の通りであった。

- 1 日目 ラスベガス (Las Vegas) → ショション (Shoshone)
- 2 日目 ショション → デスバレー国立公園 (Death Valley National Park) → ライオライト (Rhyolite) → アマーゴサバレー (Amargosa Valley)
- 3 日目 アマーゴサバレー → ザイオン国立公園 (Zion National Park) → ハリケーン (Hurricane)
- 4 日目 ハリケーン → ザイオン国立公園 → カナブ (Kanab)
- 5 日目 カナブ → グランドステアケース・エスカランテ国立公園 (Grand Staircase-Escalante National Monument) 内のトードストゥール (Toadstool) → ホースシューベンド (Horseshoe Bend) → リトルコロラド川 (Little Colorado River) → フラッグスタッフ (Flagstaff)
- 6 日目 フラッグスタッフ → 旧国道 66 号線 (Historic Route 66) → ミネラルパーク (Mineral Park) → ラスベガス

2. デスバレー国立公園

デスバレーは北米大陸で最も標高が低く，夏には気温が 120°F (50°C) 超に達する「死の谷」である (URL1)。谷といっても日本人の感覚では規模の大きな盆地に近い。この谷は横ずれ引張場で生じた構造性盆地である（例えば，Wright and Miller, 1997）。過酷な気候のため植生の発達が非常に悪く，大部分が沙漠である。そのため地層・岩石がむき出しになっている。引張場で発達する地質構造や乾燥気候下で生じる地質学的プロセスを観察するには絶好のフィールドである。デスバレーについては星・山田 (2016) の巡検記も参照されたい。

デスバレーのベストシーズンは冬である。夏は危険なほど高温になるが，冬は日本の秋か春ほどの気温で，巡検を行いやすい（日は短い）。今回訪れたときもビジターセンターの気温計は 55°F (13°C) を指していた。

巡検初日，筆者はラスベガスでレンタカーを借り，一路その日の宿泊地であるカリフォルニア州南東部のショションという集落に向かった。ショションは小さなモーターとそこに隣接するカフェ（レストラン），商店を兼ねたガソリンスタンド，そして数える程の民家しかない典型的な田舎集落である。ショションに近づくと N-S または NNW-SSE 方向に伸びる山地と谷（盆地）を横切る。ショションの集落もそうした谷にある。デスバレーと同じく，これらの山地と谷は引張場で発達した構造である。

翌朝（2 日目），ショションから州道 178 号線を走り (URL2)，すぐにデスバレー国立公園に入った。標高 3315 ft (1010 m) のサルズベリー峠 (Salsberry Pass) を超え，そこからデスバレーの谷底に向かって緩斜面を降っていく。植生がほとんどないので，豪雨時に地表流で運搬された砂礫の堆積物を道路沿いで観察できる。デスバレー観光でこのルートはマイナーなので，車の行き交いはほとんどなかった。

デスバレー南端近くの谷底に着くと，デスバレー東側のブ

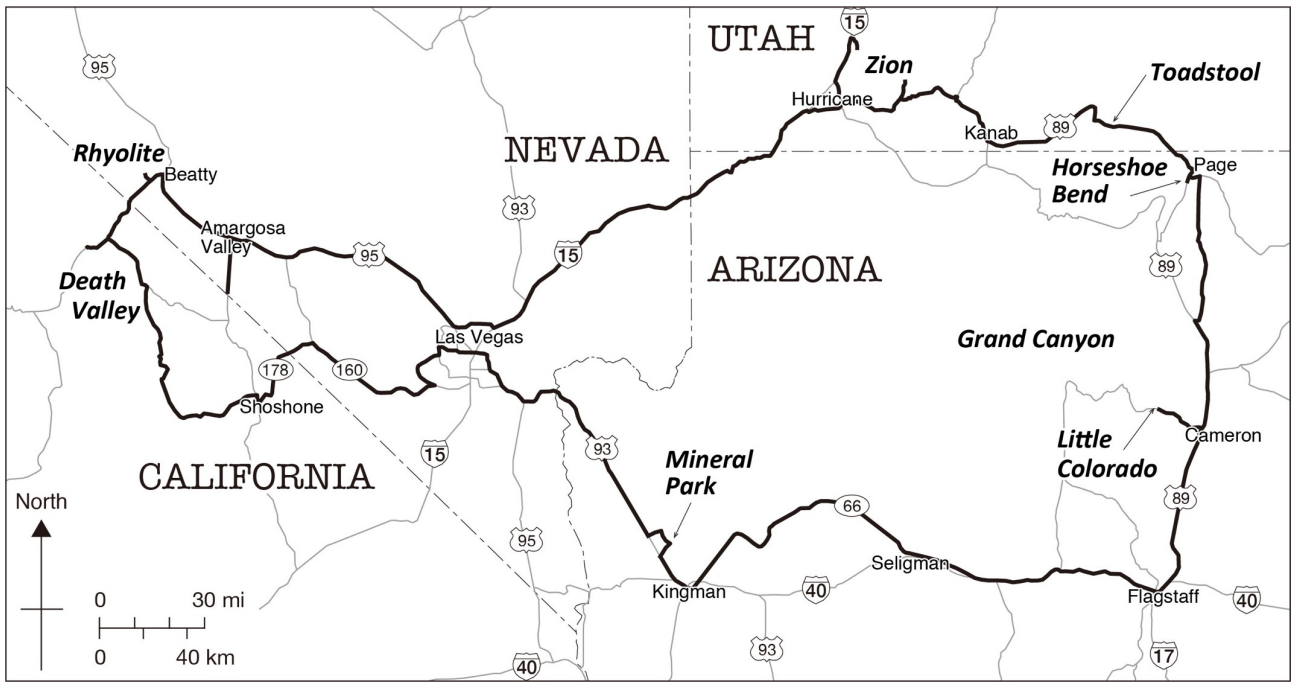


図1 位置図。黒色実線は今回の巡検で走ったルートを示す。



図2 ブラック山地西縁に発達する扇状地。山地の縁にはこのような扇状地がいくつもある。

ブラック山地 (Black Mountains; NW-SE 方向の山地) が見え、山地と谷の境界に所々発達している小型扇状地がよく見える (図 2)。山地と谷の境界では完新統と考えられる未固結砂礫層が断層によってずらされている (図 3)。こうした活断層については例えば Brogan et al. (1991) や Klinger and Pietri (2000) の報告がある。星・山田 (2016) が紹介したように、扇状地の地形が断層によって変位しているところもある。

デスバレー観光のハイライトの一つであるバッドウォーターベイスン (Badwater Basin) には多くの観光客が来ていた (ほとんどは北方のビジターセンター側から移動してきた人)。ここは海面下 282 ft (86 m) で、北米で最も標高の低い土地である。豪雨時に周囲の山地からこの低地に流れてきた水は高温と乾燥のために蒸発し、水に溶け込んでいた塩類 (当然ながら周囲の岩石起源) が結晶化して広大な塩田ができる (図 4)。つまりここは蒸発岩の形成プロセスを観察できる絶好の地である。

ゴールデンキャニオン (Golden Canyon) には中新世の堆積岩層が好露出する (星・山田, 2016)。今回筆者が訪問し



図3 ブラック山地西縁の完新世堆積物を切る断層。スケールは写真中央のハンマー。

たとき、ここでパークレンジャーが引率・案内する地質巡検にたまたま遭遇し、筆者もその団体に飛び入りで加わってレンジャーの解説を聞いた (図 5)。米国の多くの国立公園や州立公園では、レンジャーが観光客を引率してその地の地質や地形、動植物、歴史などについて解説する巡検プログラムが用意されている。筆者の経験では、レンジャーの多くは実



図4 バッドウォーターベイスンの塩田。



図6 海面と同じ高さであることを示すプレート。ここから先の低地は海面下。



図5 ゴールデンキャニオンでパークレンジャーの引率で地質巡検中の人々。



図7 ライオライトに向かう途中で見られる傾斜不整合。

によく勉強しており、筆者のような地質専門家と地質や岩石について対等に話ができるほどの知識を有している。このトレイルの巡検では、レンジャーが堆積岩層の地質構造と堆積構造、堆積岩の年代と堆積環境、露頭表面に晶出しているホウ砂 (borax) などについて解説していた。レンジャーは米国の子どもたちが憧れる職業の一つである。

今回の巡検ではアーティストパレット (Artists Palette)、メスキートフラット砂丘 (Mesquite Flat Sand Dunes)、ビジターセンターなども訪問した。メスキートフラット砂丘に向かう途中には観光ガイドブックによく掲載されている「海面と同じ高さ」(Elevation Sea Level) のプレートがある (図6)。また、デスバレーから後述のライオライトに向かう途中では見事な傾斜不整合を観察できる (図7)。

3. ライオライト

ネバダ州南部のビーティー (Beatty) という街の近くに、地質屋にとっては興味深い地名がある。その名もライオライト (流紋岩!)。この付近に流紋岩が産するからそのような地名になったと容易に推測できるが、事実この付近には中新世の火山活動で噴出した流紋岩溶岩や火砕岩が 2000 m 以上

も積み重なっている (URL3)。ライオライト (図8) はゴーストタウンだ。1900年代初期、この付近の変質火山岩中に金鉱脈が発見され、その探査をする人やディベロッパー、鉱夫などが滞在する街としてライオライトが誕生した。ゴールドラッシュによって街は急速に発展し、1907年か08年頃には人口が3500~5000人にも達した (URL3)。街には病院、学校、銀行、オペラハウスなどもあり、大変賑わっていたであろう。しかしやがて良質な鉱脈が枯渇して閉山、街は急速に寂れ、誕生からわずか15年ほどで居住者がほとんどいなくなったという。米国西部にはこうしたゴールドラッシュに関連したゴーストタウンがいくつもあるが、ライオライトはその典型である。現在、当時の学校や銀行などの一部が廃墟となって残っており、米国西部で最も写真撮影されたゴーストタウンの一つ (URL3) として知られている。

筆者はデスバレーからその晩の宿に向かう途中、このライオライトに立ち寄った。ちょうど夕方、夕日に照らされた廃墟群が何とも印象的だった (図9)。その寂寂たる風景を何人かの写真家が其処此処でカメラに収めていた。

この日の宿はアマーゴサバレーの集落から15mi (24km) 南にあるカジノホテル。約60mi (100km) 離れたラスベガスの街明かりのために東の夜空が異常なほど明るかった。



図8 ライオライトの道標。

4. ザイオン国立公園

巡検 3 日目はアマーゴサバレーからラスベガスを経由してザイオン (URL4) に向かった。ザイオンは米国人にたいへん人気のある国立公園である。ザイオンは山肌をつくる岩石の赤や橙や白 (Fig. 10), ヴァージン川 (Virgin River) の峡谷の緑, 空の青という色彩の組合せがたいへん美しい。夏はザイオン峡谷 (Zion Canyon) のマイカー通行が一部規制され, 車をビジターセンター付近の駐車場にとめてシャトルバスでザイオン峡谷を移動することになる。冬は規制がないのでマイカーで自由に移動できる。なお, ザイオンの地質については Harris et al. (1997), Biek et al. (2000), Morris et al. (2012) などがよくまとまっている。

ザイオンには多くのトレイルがあるが, 手軽にザイオンのトレッキングを楽しみたい人にはビジターセンターから東側の山腹斜面を登るウォッチマントレイル (Watchman Trail) がオススメである。初級者向けで全長も短い, ザイオン峡谷南部の絶景を楽しめる (図 11)。夏季には峡谷奥のナロウズ (The Narrows) と呼ばれるヴァージン川の廊下 (gorge) をジャバジャバ歩くこともできる。もちろん峡谷の両側の岸壁頂上に登る中・上級者向けトレイルもある。

昼過ぎにザイオンに着いた私は, その日はあまり時間がないので (一年で最も日が短い時期), ザイオン峡谷沿いを車でぎっしりと見て回った。車で行ける最奥地にあるテンプルオブシナワヴァ (Temple of Sinawava) や, 砂岩層から染み出してきた地下水がオーバーハングした岸壁から滴り落ちるウィーピングロック (Weeping Rock) などを巡ったが, そうした観光スポットの他にもザイオンでは多くの場所で地質学的に興味深い観察が可能である。例えば, 絶壁には所々に図 12 のような窪みがある。これは岩石の風化によって生じた地形で, コロラド高原の砂岩層分布域でしばしば見られるものである (星・山田, 2016 が詳しい)。ザイオンではナバホ砂岩層 (Navajo Sandstone) やその上位のテンプルキャップ層 (Temple Cap Formation) によく発達している。図 12 に見られるような窪みは砂岩層の層理面に沿って発達していることが多い。これは, 層理面に沿って移動する地下水と岩石中のセメント物質が反応して化学風化が進行し (= 脆くな



図9 ライオライトの学校の廃墟。



図10 ザイオンの Court of the Patriarchs。左から Abraham Peak (6890 ft, 2101 m), Isaac Peak (6825 ft, 2081 m), Jacob Peak (6831 ft, 2083 m)。

る), さらに層理面から染み出した地下水が冬季に露頭表面で凍結して岩石が機械的に破壊されることによって生じたものと考えられる。その日の宿はザイオン西方のハリケーンにあるモーターにした。

翌日 (4 日目) は再びザイオンでトレッキングをしながら地質と地形を観察した。キャニオンジャンクション (Canyon Junction) から日光いろは坂のようなくねくね道を登り, トンネルを抜けると, キャニオンオーバールックトレイル (Canyon Overlook Trail) のトレイルヘッドである。このトレイルも初級者向けだが絶景を楽しめる (図 13)。さらに東に向かうとナバホ砂岩層がつくる雄大な景色の中を歩くことになる。ナバホ砂岩層はジュラ紀の砂漠堆積物で, コロラド高原に広く分布するが, ザイオン付近で最も厚く約 2200 ft (670 m) に達する (Morris et al., 2012; URL5; URL6)。東に向かう道路沿いではナバホ砂岩層の斜交層理がつくる幾何学的な造形を楽しめる。公園の東側エントランスの近くにはナバホ砂岩層の斜交層理と節理が見事なチェッカーボードメサ (Checkerboard Mesa) がある (図 14)。この日は夕方カナブへ移動し, カナブのモーターに宿泊した。



図 11 ウォッチマントレイルからザイオン峡谷北方を展望。



図 12 砂岩層に見られる風化地形。砂岩層の層理面に沿ってこうした窪みが生じている。

5. トードストゥール

巡検 5 日目は、カナブを出発し、国道 89 号線沿いの地質・地形を観察しながらフラッグスタッフに向かった。カナブを出るとまもなくグランドステアケース・エスカランテ国立公園に入る。グランドステアケース（壮大な階段）という言葉が示すように、大地が踏面の広い階段のように見える（図 15）。この公園は日本人観光客にはほとんど知られていないが、荒涼とした大地に興味深い地形と地質構造が点在している（Doelling et al., 2000）。とにかく広大で移動もままならないので、一箇所に滞在して公園内を見て回るの現実的でない。公園南部は国道 89 号線を、公園北部は州道 12 号線を中心に、未舗装道路をオフロード車で走ったりトレイルを歩いたりすることになる。

この公園の南部にトードストゥール（toadstool = 毒キノコ）と呼ばれる場所がある。実はこの日偶然発見したのだが、時間に余裕があったので国道 89 号線からトレイルを歩いて行ってみた。トレイルヘッドには地質の案内があり（図 16）、

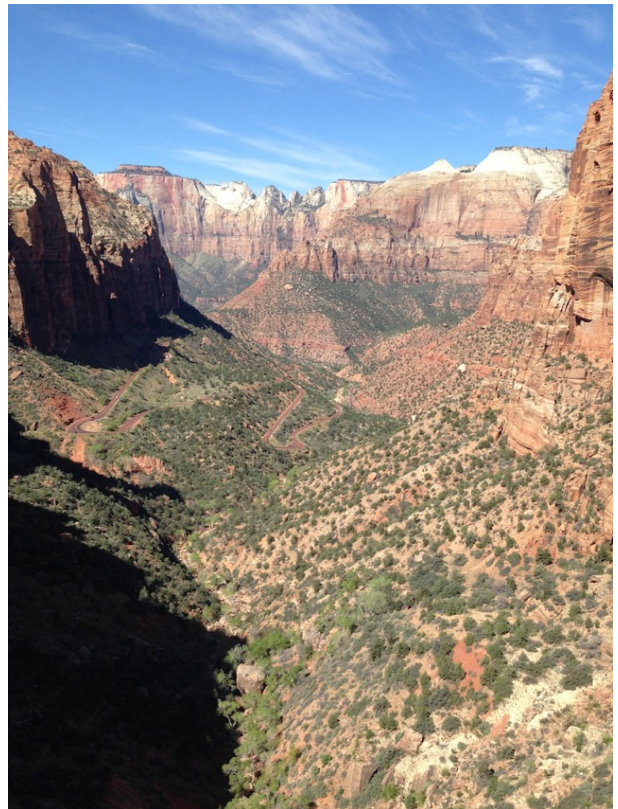


図 13 キャニオンオーバールックトレイルからザイオン峡谷方面を展望。

風化・侵食によって作り出されたキノコのような土柱（hoodoo）が見られるものと推察できた。エントラダ砂岩層（Entrada Sandstone）とダコタ砂岩層（Dakota Sandstone）の境界層準で、ダコタ砂岩層に由来する堅硬な砂岩巨礫がエントラダ（ダコタよりも軟らかい）の上にあると、その堅硬な巨礫が傘のようになって侵食されやすいエントラダを守ることになるので、砂岩巨礫を乗せた土柱ができると考えられる。こうした土柱はコロラド高原では珍しくないが、この地が mushroom ではなく toadstool と命名された理由は不

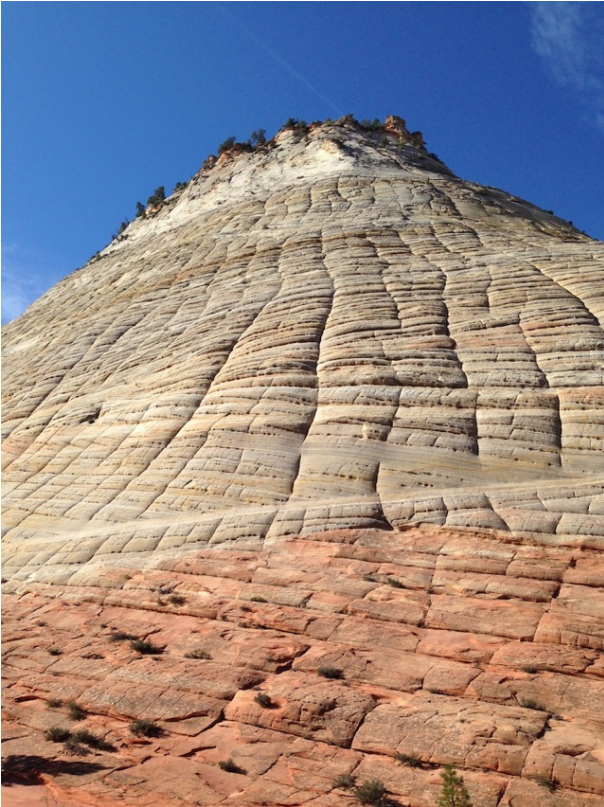


図 14 チェッカーボードメサ。地層はナバホ砂岩層。



図 17 トードストウールの象徴的な毒キノコ（土柱）。

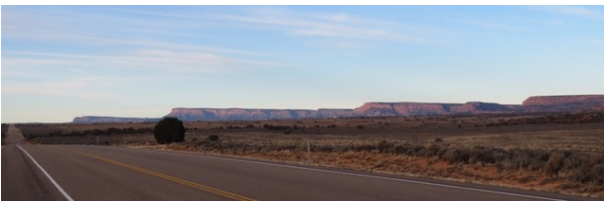


図 15 グランドステアケース・エスカランテ国立公園南部の地形（国道 89 号線沿い）。壮大な階段状地形。



図 18 グレンキャニオンダム。コロラド川をせき止めてパウエル湖（Lake Powell）をつくっている。ダム手前のアーチ橋は国道 89 号線。

Toadstool Route Information

This route will lead you to an area of unusual rock formations, and end at a stunning rock alcove.

- The distance is .8 miles long one way, or 1.6 miles round trip.
- Total gain in elevation is only 100 feet, but sandy soils can sap your strength.
- With little shade on this south-facing route, bring plenty of water and wear a hat.
- Cell phone coverage is very limited here and throughout the region.

What Is a Toadstool?

A toadstool is a spire-like feature with a boulder perched atop a pedestal rock, like a mushroom, or "toadstool." It forms when softer rock erodes away, leaving a column sheltered from wind and water. The route ahead leads to an area where conditions were right for toadstool development.

Toadstools slowly form when boulders of Dakota Formation fall downslope onto softer Entrada Sandstone, sheltering the rock directly below from erosion.

図 16 トードストウールのトレイルヘッドにある案内。

明である。とにかく見てみたいので、往復 1.6 mi (約 2.5 km) のトレイルを歩いた。周りは植生が貧弱な荒野で、アップダ

ウンは少ない。トードストウールに到着すると、そこには確かに毒キノコが発達していた。最も不安定に見える毒キノコは今にも崩壊しそうである（図 17）。

6. ホースシューベンド

トードストウールから東に向かい、コロラド川のグレンキャニオンダム（Glen Canyon Dam; 図 18）を過ぎるとページ（Page）の街である。街をかすめるように抜けると数分で、国道横にホースシューベンドの駐車場がある。駐車場からコロラド川に向かって、トレイルの赤い石英砂の上を片道 0.8 mi (1.3 km) ほど歩く。この砂はこの地を作るナバホ砂岩層



図19 ホースシューベンド。

の風化・侵食によって生じたものだ。つまり、この地の岩石
 沙漠を薄く覆っている砂は、ジュラ紀の沙漠堆積物（ナバホ
 砂岩層）からリサイクルされた砂である。この砂に足を取ら
 れながらトレイルを進むと、目の前に壮大な蛇行河川地形が
 現れる（図19）。

ホースシューベンドはコロラド川の穿入蛇行（incised
 meander）によって生じた地形である。地層はナバホ砂岩層
 からなる。コロラド川の穿入は中新世以降のコロラド高原の
 隆起に関連している。観察ポイントから川面までの標高差は
 約 1000 ft (300 m) に達する（URL7）。足を踏み外して転落
 したらおしまいだ（安全柵はない）。絶壁の「きわ」に立つ
 スリルを楽しむために、多くの観光客が歓声をあげながらき
 わに立って写真撮影していた。筆者は足がすくんで立つこと
 ができず、這ってきわに近づくしかなかった。

7. リトルコロラド川

ホースシューベンドから南下し、キャメロン（Cameron）
 の集落から西に折れて州道 64 号線をグランドキャニオン
 (Grand Canyon) に向かって走ると、いくつかの展望ポイン
 トからリトルコロラド川の峡谷を展望できる（Fig. 20）。リ
 トルコロラド川はコロラド川の支流の一つで（URL8）、グラ
 ンドキャニオン東部でコロラド川と合流する。リトルコロラ
 ド川の下流部はグランドキャニオンと同様の深い峡谷にな

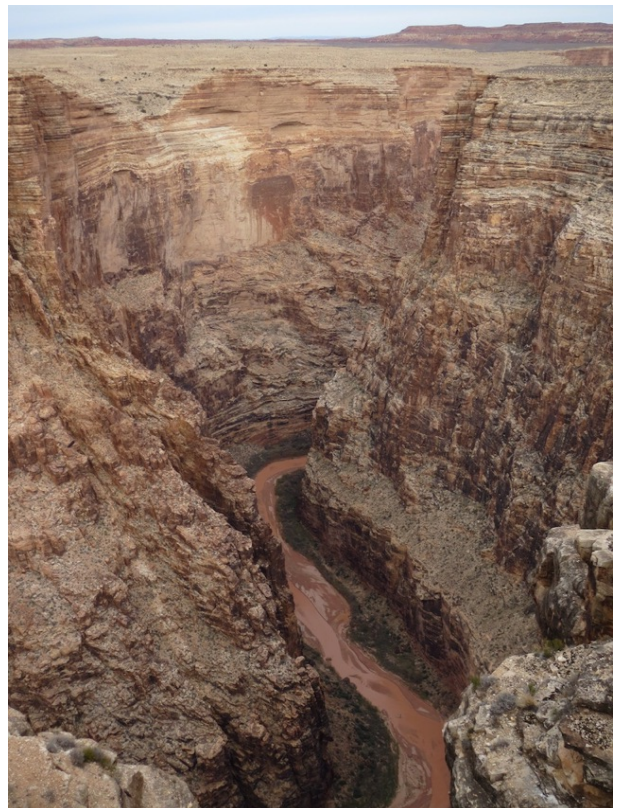
図20 リトルコロラド川の深い峡谷。キャメロン西方の展
望ポイント。



図21 セリグマンの旧国道66号線の切割に露出する火砕岩層とそれを覆う玄武岩溶岩。火砕岩は主にラピリストーンからなり、大小のスパッターが含まれる。



図22 セリグマンとキングマンの間の旧国道66号線で見られるメサ(左側)。頂部が玄武岩溶岩からなる。BNSF鉄道の長大な貨物列車が通る。

っている。この地域はナバホ種族公園 (Navajo tribal park) の一つになっており、展望ポイントの駐車場にはほぼ例外なくナバホの装身具類を販売するスタンドがある。

展望後キャメロン方面に戻り、南下してフラッグスタッフに向かった。フラッグスタッフは州間国道40号線沿いにある大きな街で、フードコート付きの大きなショッピングセンターがあり、安く泊まれるモーターも多く、アリゾナ北部の巡検では便利な街である。

8. 旧国道66号線とキングマン (Kingman) 北方の廃鉱山

巡検最終日(6日目)は、ルート66 (Route 66) として知られる旧国道66号線を通り、沿道の地質を観察しながらラスベガスに戻ることにした。ルート66はあまりにも有名で、筆者も書きたいことが沢山あるが、ここでは我慢して地質・地形の話に絞ろう。

地質的にももしろいのはセリグマン (Seligman) 付近と、そこからキングマンにかけて大きく北に遠回りする部分で



図23 セリグマンとキングマンの間の旧国道66号線で見られる玄武岩岩脈。母岩は原生代の花崗岩。

ある。このルートでは新第三紀の玄武岩質噴出物(溶岩と火砕岩層; 図21, 22), 玄武岩質噴出物のマグマの供給岩脈とその母岩の原生代花崗岩類(図23), 古生代後期の石灰岩層な

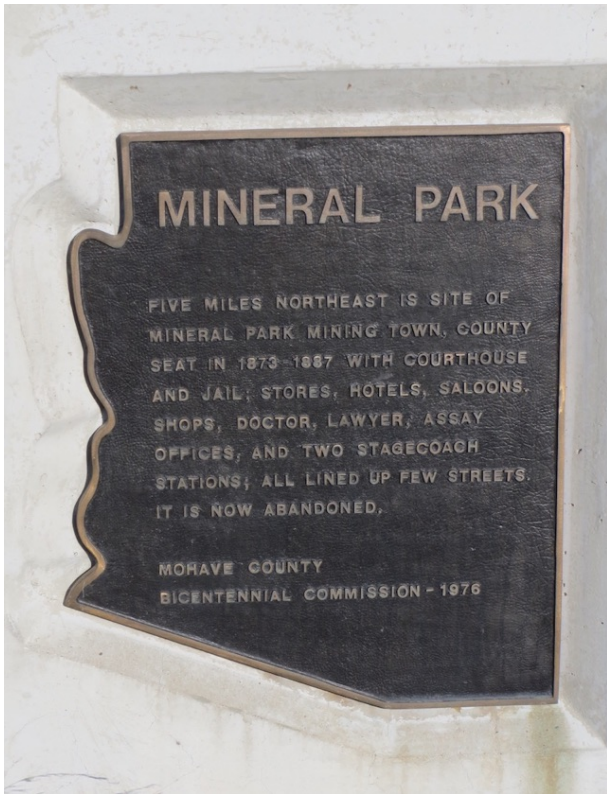


図24 国道93号線沿いにあるミネラルパーク鉱山街（ゴーストタウン）のプレート。

などを観察できる (Chronic, 2003)。玄武岩質火砕岩層はさまざまな岩相を示すが、図21に示した地層は比較的分級度のよいラピリストーンに拳大～数10cm大のスパッター (spatter) が多数含まれている。このような岩相はごく近傍で玄武岩質マグマの噴出が起こり、マグマのしぶきが冷え固まってできたラピリが降り注ぎ、その中で時々大きなスパッターも飛んできたことを示す。キングマン周辺から東方には中新世以降の火山岩類が点在しており、これはホットスポット火山活動によるものと考えられている (Tanaka et al., 1986)。最近ではフラッグスタッフ周辺が活動中心域で、サンフランシスコ火山地帯 (San Francisco volcanic field) が形成されている (URL9)。玄武岩溶岩は薄いが広く分布し、頂部が平坦なメサを形成している (図22)。キングマンに近づくと高地から低地 (Hualapai Valley) へ下るが、その地形境界はコロラド高原の西縁をなすグランド・ウォッシュ断層 (Grand Wash Fault) である。

キングマン北方には NNW-SSE 方向に連なるサーバット山地 (Cerbat Mountains) がある。この山地は主に原生代の変成岩と花崗岩類から構成されており (Duebendorfer et al., 2001)、かつては銅、金、銀、鉛、亜鉛などを産する鉱山がいくつもあったという。キングマンからラスベガスに向けて国道93号線を走っていたら偶然ミネラルパーク鉱山街 (Mineral Park mining town) というゴーストタウンのプレートを見かけた (図24)。ゴーストタウン好きの筆者は当然行ってみたいとなった。進路を東に変え、サーバット山地西麓にあるこの鉱山街跡に向かった。上述のライオライトのような風景を期待していたが、この鉱山街跡はミネラルパーク鉱山と

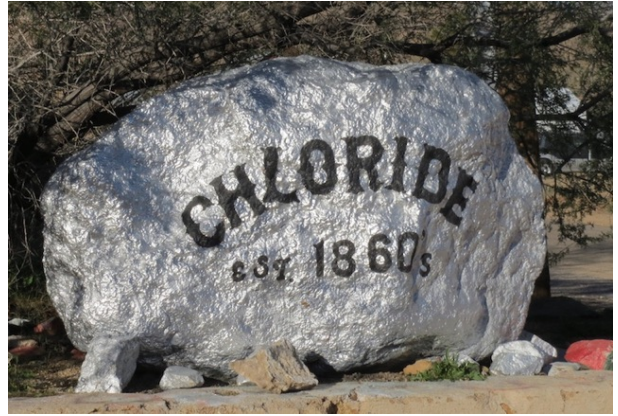


図25 クロライドの街中にある石碑。



図26 フーバーダムのダムサイト。断層が発達する火山岩類からなる。

いう大規模な露天掘り鉱山の敷地内にあつて残念ながら見ることができなかった。ここは銅や銀を産する米国屈指の鉱山で、トルコ石 (Kingman Turquoise) の産地としても有名なが、これまで何度か休山と再開を繰り返してきたという (URL10)。

ミネラルパーク鉱山から北に未舗装路を走るとクロライド (Chloride = 塩化物!) というすごい名の集落がある (図25)。現在は人口300人足らずの小さな街だが、1900年代初めには大規模な鉱山街として5000人も人口があったという (URL11)。この集落もいつかライオライトのようなゴーストタウンになるかもしれない。

国道93号線を北上し、夕方にフーバーダム (Hoover Dam) を見学した。ダムサイトは多数の断層が発達する火山岩類からなる (図26)。このダムによってコロラド川がせき止められ、ミード湖 (Lake Mead) が形成されている。

9. 謝辞

齋藤和男氏 (山形大学名誉教授) には粗稿を読んでいただき、貴重なコメントをいただいた。ただし本稿に間違いがある場合はすべて筆者らの責任である。

10. 文献・URL

- Biek, R.F., Willis, G.C., Hylland, M.D. and Doelling, H.H., 2000, Geology of Zion National Park, Utah. In Sprinkel, D.A., Chidsey, T.C., Jr. and Anderson, P.B., eds., *Geology of Utah's Parks and Monuments*. Utah Geological Association, Salt Lake City, 107–138.
- Brogan, G.E., Kellogg, K.S., Terhune, C.L. and Slemmons, D.B., 1991, *Late Quaternary Faulting along the Death Valley-Furnace Creek Fault System, California and Nevada (USGS Bulletin 1991)*. US Geological Survey, Denver, 23p.
- Chronic, H., 2003, *Roadside Geology of Arizona, Eighteenth Printing*. Mountain Press Publishing, Missoula, 321p.
- Doelling, H.H., Blackett, R.E., Hamblin, A.H., Powell, J.D. and Pollock, G.L., 2000, Geology of Grand Staircase-Escalante National Monument, Utah. In Sprinkel, D.A., Chidsey, T.C., Jr. and Anderson, P.B., eds., *Geology of Utah's Parks and Monuments*. Utah Geological Association, Salt Lake City, 189–231.
- Duebendorfer, E.M., Chamberlain, K.R. and Jones, C.S., 2001, Paleoproterozoic tectonic history of the Cerbat Mountains, northwestern Arizona: Implications for crustal assembly in the southwestern United States. *Geological Society of America Bulletin*, **113**, 575–590.
- Harris, A.G., Tuttle, E. and Tuttle, S.D., 1997, *Geology of National Parks, Fifth Edition*. Kendall/Hunt Publishing, Dubuque, 758p.
- 星 博幸, 2015, 地質巡検記: アリゾナ中部. 名古屋地学, no. 77, 18–29.
- 星 博幸・山田 桂, 2016, 米国西部における地質学学生巡検. 名古屋地学, no. 78, 13–31.
- Klinger, R.E. and Piety, L.A., 2000, Late Quaternary tectonic activity on the Death Valley and Furnace Creek faults, Death Valley, California. In Whitney, J.W. and Keefer, W.R., eds., *Geologic and Geophysical Characterization Studies of Yucca Mountain, Nevada: A Potential High-Level Radioactive-Waste Repository*. USGS Digital Data Series 58, US Geological Survey, Denver, 1–16.
- Morris, T.H., Ritter, S.M. and Laycock, D.P., 2012, *Geology Unfolded: An Illustrated Guide to the Geology of Utah's National Parks*. Brigham Young University Press, Provo, 72p.
- Tanaka, K.L., Shoemaker, E.M., Ulrich, G.E., and Wolfe, E.W., 1986, Migration of volcanism in the San Francisco volcanic field, Arizona. *Geological Society of America Bulletin*, **97**, 129–141.
- Wright, L.A. and Miller, M.G., 1997, Death Valley National Park. In Harris, A.G., Tuttle, E. and Tuttle, S.D., eds., *Geology of National Parks, Fifth Edition*. Kendall/Hunt Publishing, Dubuque, 610–637.
- URL1 <https://www.nps.gov/deva/index.htm>
- URL2 <https://www.nps.gov/deva/planyourvisit/maps.htm>
- URL3 https://en.wikipedia.org/wiki/Rhyolite,_Nevada
- URL4 <https://www.nps.gov/zion/index.htm>
- URL5 <https://www.nps.gov/zion/learn/nature/rock-layers.htm>
- URL6 https://en.wikipedia.org/wiki/Geology_of_the_Zion_and_Kolob_canyons_area
- URL7 <https://www.nps.gov/glca/planyourvisit/upload/Horseshoe%20Bend2.pdf>
- URL8 https://en.wikipedia.org/wiki/Little_Colorado_River
- URL9 https://en.wikipedia.org/wiki/San_Francisco_volcanic_field
- URL10 https://en.wikipedia.org/wiki/Mineral_Park_mine
- URL11 https://en.wikipedia.org/wiki/Chloride,_Arizona