

U. S. A. Utah 州西部 Deep Creek Range の花崗岩地形

池 田 碩*

Granitic Topography of The Deep Creek
Range, Western Utah, U. S. A.

Hiroshi IKEDA

1. はじめに

筆者は花崗岩地域の組織地形に興味を持ちいくつかの報告を行なってきた¹⁾²⁾³⁾。U. S. A. の花崗岩地形についても、前回 (1977年) 訪問した折調べることができた地域について報告している⁴⁾。

今回 (1982—83年) のU. S. A. 滞在時、さらに気候帯を異にしている地域における花崗岩地形の観察を数ヶ所で行なうことができた。それらの地域のうちから、本論では、現在周氷河現象 (Periglacial phenomena) が卓越している地域の例をとりあげ、そこでの地形環境とそれにもとづく地表形態の特徴について報告する。

調査地域の Deep Creek Range は Great Basin 地域の西経114度・北緯40度付近に位置。Utah 州都の Saltlake 市から約200km西方の Great Saltlake 砂漠中にあり、幅10~15 km・長さ75km程のこの地域に多数みられる典型的な南北性の Range の1系で、新生代第三紀に貫入した粗粒の黒雲母花崗岩からなる⁵⁾。

海拔高度は、高原中の盆地に位置しているため、山麓でも 6500 Feet (2133m) とかなり高く、山頂のイバパピーク Ibabah peak は 12101 Feet (3971m) であるから、山麓との高度差は1838mである。

この山地は、過去の氷期に盛んに氷食作用を受けている。このため山頂部には Kar 群が望まれ、その末端は U-Shaped Valley へと続く。山麓には Moraine の丘や Debris Flow や Outwash で形成された扇状地状の氷河性堆積面を発達させている。

植生は、周囲の盆地域が貧弱な Sage brush のおおう砂漠であり、山麓の氷河性堆積面上も掲載した写真に見られるごとく、ほとんど同様の状態であるが、谷筋に沿う部分のみ若干の樹木がみられる。しかし氷河性堆積面末端地域で、湧水が得られる部分では、わずかに粗放的な耕作や牛と羊の放牧が行なわれていた。

山腹には、生育の悪い針葉樹が散在、谷間ではその密度をやや増している。山頂域は、調査時の5月末でも積雪におおわれていた。

気候・気象に関しては、砂漠中の地域故にこの地の記録は得ていないが、U. S. A. 全体

* 地理学研究室 (昭和59年9月19日受理)

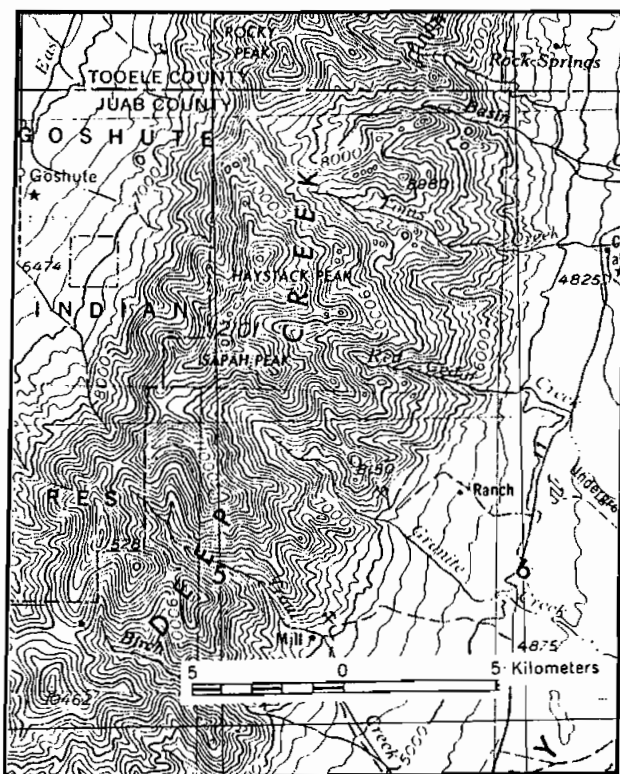


Fig-1, Topographic Map of The Deep Creek Range.⁶⁾

図1. 調査地域の地形図

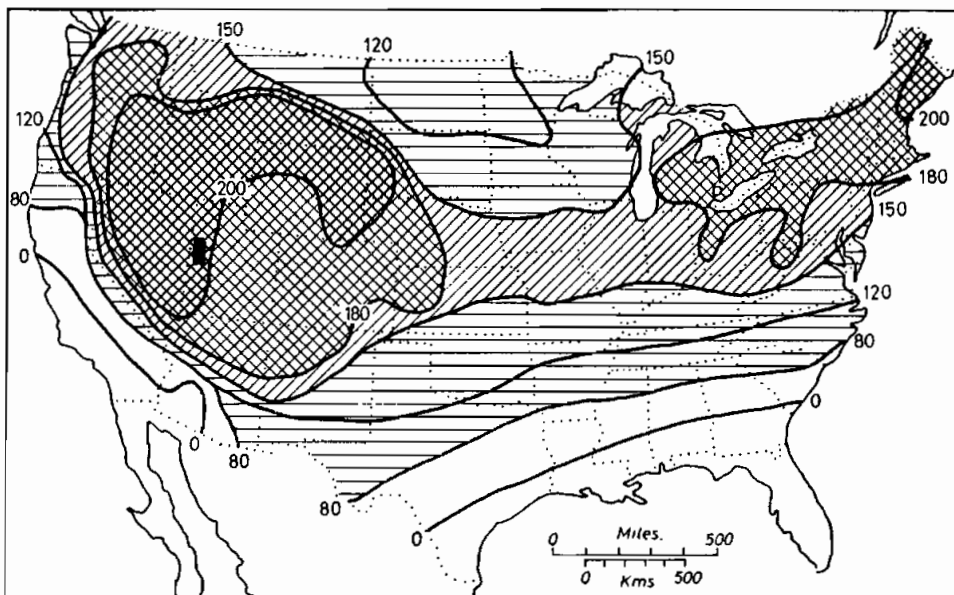


Fig-2. Frequency of freeze and thaw, U. S. A.; average number of times Per year.⁷⁾

図2. アメリカ合衆国における凍結融解頻度の年平均回数。■: Deep Creek Range area.

の気候区分からは、半乾燥ステップ帯に入る。また凍結融解の年間頻度数が最も高い（図2）⁷⁾ 範囲に入っており、さらに調査地域が、4000mに近い高山の中腹から山麓にかけての地域であることから、調査地域は典型的な周氷河気候環境下に位置している^{8) 9) 10)} ことが推測される。

さて、今回の報告で述べたいのは、まず山麓の新・旧両氷河性堆積面にみられる地表面の形状の差とその形成について、特に堆積物中の岩塊群の周氷河性気候環境下での解体過程を系統的にとらえてみたこと。

さらに、このような気候環境下で、現在盛んに山腹の岩盤上や山麓の堆積面上の大きな岩塊の表面に形成されている Gnamma について、特にその成長過程を追跡できたことについてである。以下、それらの結果を上述の順に記す。

2. 氷河性堆積面表層部の状態

ここであつかう地域は、図1に示すごとく Deep Creek Range のほぼ中央部にあたり、Ibapah Peak から西側斜面を流下する Steves Creek の山麓にみられる氷河性堆積地形である。

これらの氷河性堆積地形は、谷氷河末端部に形成された Moraine や Debris Flow・Debris Avalanche や Outwash Deposits 等によってもたらされたものである。

これらの堆積面は、高度差と地表の形状の差等から、上下関係を異にする新・旧の2面に分けられる。

そのうち、上位の堆積面は谷口近くに位置しており、およそ2万年以前を最大拡大期とする Wisconsin Glacial Stage の Moraine と考えられる。下位の面より10m以上の高度差を示しており、Moraine 末端の舌状堆積部周辺には直径1～4 m程の岩塊が累々と重なっている。

これに対し、下位の堆積面については、その形成時期を判定する資料はないが、現地の地形の状態から、案内してもらった D. R. Currey 教授等と検討した結果、一段階前の Illinoian Glacial Stage に形成されたものであろうと推定した。

この堆積面では、地表部を構成する岩塊群の表面が周氷河性の風化を強く受けて、堆積時の状況を残さないほど著しく変形している。

しかし、埋没している花崗岩岩塊の大きさは、上位の Moraine 中の岩塊の大きさとほとんど変わらないことが、この面上にいく筋か見られる小谷や局部的に洗堀されている部分の斜面中に露出している岩塊の大きさから知ることができた。

ここで、筆者が注目し観察したのは、これらの岩塊群の堆積営力や堆積状態ではなく、上位の堆積面を構成している直径1～4 mにもおよぶ岩塊群の表面は強い周氷河作用を受けて剝離が進んではいるものの、岩塊自体の現状が変化するほどには至っていないのに対し、下位面の地表部は堆積当時岩塊を多く含んで、地表にも岩塊を露出させていたはずであるが、現在はきわめて平坦化している。それ故、時間の経過とともに、どのような過程を経て起伏の大きい岩塊群の表面が平坦化したのかを知ることにある。

だが、残念ながら調査地が砂漠の中に孤立した山地であり、何度も作業に行けるようなところとはちがったため、詳細な計量的処理や気象観測等はできなかった。しかし、両堆積面の微地形の差は明白であり、さらに調査の結果岩塊群の平坦化の過程を図3のように模式化したので、これに100枚ほどうつしてきた写真から、主なものを掲載し、できるだけ現地での状況に従って説明を加えたい。

写真A-1とA-2は、上位の堆積面の状態を示したものである。A-1は山麓からながめた調査地域周辺の山地の全景である。写真の下の方が平坦化した下位面で、写真の中央部の谷口付近に高く堆積している上位面には岩塊群 (Moraine) が露出している状態がよくわかる。A-2は、上位面を構成する岩塊群の堆積状況を示したものである。岩塊の表面部は削剝が進み、下部には剝離した小岩屑や岩粉 (Rock Mill) が厚くたまり、岩塊間の Matrix となっている。

これに対し、写真A-3とA-4は、下位の平坦化した堆積面を示したものである。A-3は、下位面の中でも起伏の高い部分に位置し、岩塊が多く目につくところ (旧期のモレーンと思われる) の状態である。この中でも写真の中央から右側にかけて地表面が平坦なところほど岩塊の表面も平坦化しており、傾斜のある部分では写真の左側のように岩塊の下部が洗い出されてくるため塊状となっている。写真A-4は、下位面中の岩塊群が、今、まさに広い範囲にわたって平坦化し終えた状態を示している。岩塊の下半分が埋没しているところが白い無植生の部分であり、またそのようすからかつての岩塊の大きさを知ることができる。

このように、岩塊のうち地表部に出ている部分は顕著な周氷河気候下で、表面から剝離され続けていくうちに、岩塊自体が解体し平坦化してきているようすが、この地では実によくわかる。

そこで、つぎに調査の結果、岩塊の解体過程を7段階の模式図にし、さらに写真B-1~B-4も平坦化の過程を読みとれるように選んで順に並べた。では両者を対応させつつ説明していこう。

写真B-1は、模式図中の第2から第3段階に至っているものである。堆積時の岩塊の頂部をわずかながら残しているものとして選んだ。

写真B-2は、模式図中の第4段階に達しているものである。

写真B-3には、2つの別の段階のものがうつっている。上方の岩塊は、模式図の第3段階から第4段階へ向いつつある状態であり、下方のものや上方の岩塊の左右両側で白くパッチ状に見える部分は、岩塊がすでに第6段階に達し、ほぼ平坦化してしまった状態を示す。この写真の地域はほぼ全体が平坦化したものの、同一環境下でも岩塊中規模の特に大きかったものや、地表に露出した部分が周囲のものより高かった岩塊等は、解体がおくられてき1~2段階前の状態を示しているものである。

写真B-4は、今、まさに第6段階に達しているものである。平坦化した岩塊の端がリンク状の高まりを見せる段階を経て、リンクの一端が欠けだしたところである。リンク内の窪んだ部分は、厚さ2~3cmのRock millでみたされていた。この段階でリンク状になりやすいのは、それは平坦化してきた岩塊表面の窪んだ部分に水がたまり、この水の凍結融解が機械的風化侵食を強力に進める結果、窪みを拡大させたものと考えられる。それ故この状態は、岩面が広い場合ほど多くみられる。リンクの高まり部の形成は、常に水が岩塊の外側か窪んだ内側へ流下するため乾燥しやすい部分に当たっており、機械的風化作用がおくれる結果と考える。この状況は、次章で記す

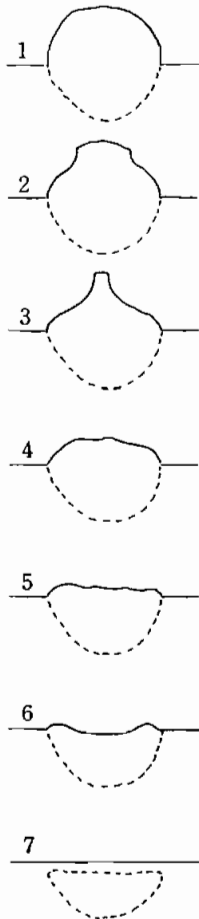
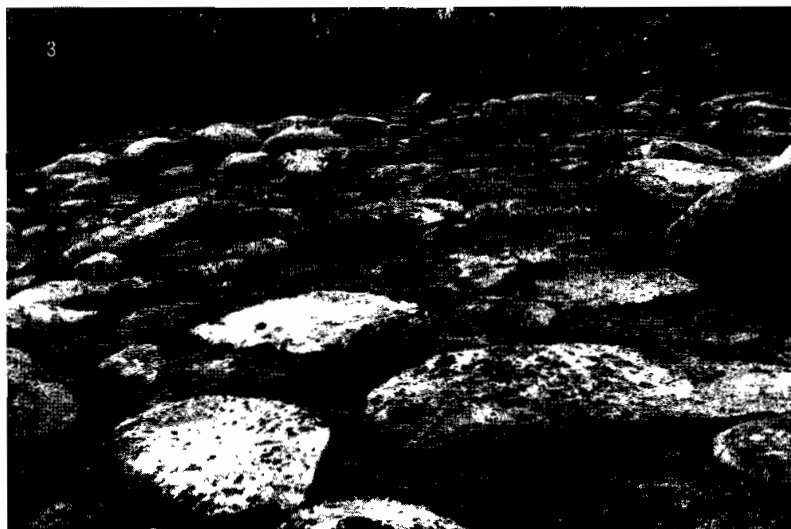


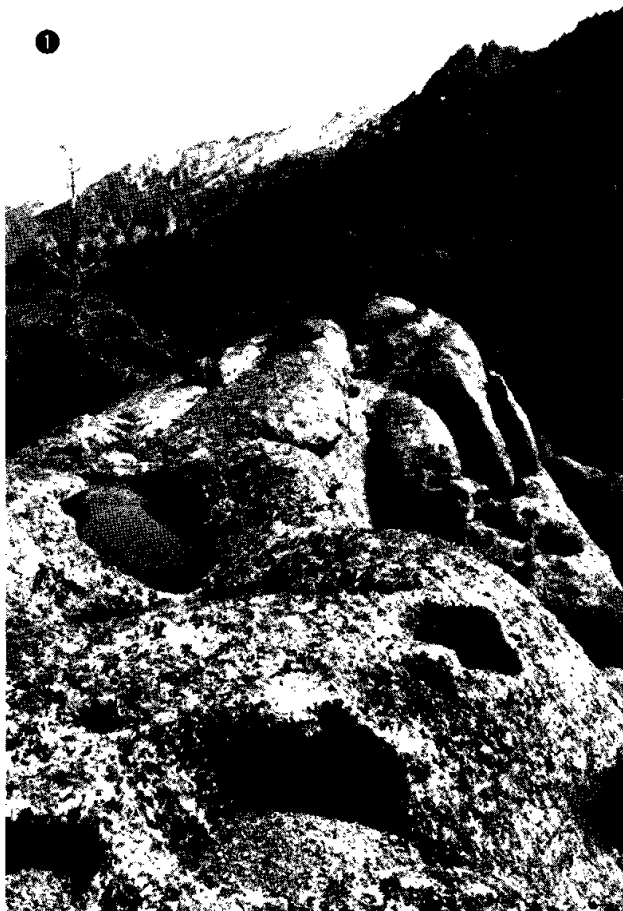
Fig-3. Dissection Process of Rock Block Due to Periglacial Action.
図3. 花崗岩塊の周氷河作用による解体過程模式図

A-1, 2: Rock Blocks of The Wisconsin Glacial age
A-3, 4: Rock Blocks of The Illinoian Glacial age



B: Dissection Process of Rock Blocks





C: Gnammas of The Deep Creek Range



D: Development Process of Gnamma



Gnamma の生因と共通する部分が多いように思われる。第7段階に入り、周囲と同じ高さにまで平坦化してしまっても、しばらくは岩塊が埋没している部分の上部では乾燥しやすく、植生も生えにくい。

このため表土の色調や植生の付着の状態を観察することによって埋没している岩塊の量や岩塊の大きさを読みとることもできる。

以上の状況から、この地域の地表部における岩塊解体の主因は、岩塊表面の激しい凍結融解のくり返しによる剝離作用、つまり周氷河気候環境にあると考える。

この地での作用は、酷寒地や高山の岩峰部で見られるような露岩部をくだきながら分解されていくほどではないことは、この地の岩塊の周囲にそのような岩片が見られないこと、この地の解体過程で生産されているものの多くが直径1~10mm位の Rock Mill であることからわかる。

また、岩塊群を含む堆積面表層部の平坦化が、現在下位面で丁度終了しつつある状態に至っていることから、それに要した期間は、Illinoian Glacial Stage 後の間氷期以降であったと考える。

さらに、岩塊の周囲に堆積している新鮮な Rock Mill の存在から、岩塊の解体が過去のどの時期に最も激しかったかは不明だが、現在もなお盛んにこの種の機械的風化作用を継続していることがわかった。

3. Gnamma の生成と成長・破壊

グマナ (Gnamma) は、花崗岩・流紋岩・砂岩等の粗粒の鉱物からなる岩石の岩盤や大きな岩塊の表面にできる円形ないし、楕円形の風化穴 (Weathering Pit or Pan)¹¹⁾ である。巨大なものは直径3 mにも達するが、通常は10~100cm位のものが多い。

名称の由来は、オーストラリアの原住民アボリジン達が、この種の穴にあてた呼び名からとられたものである¹²⁾が、他に Pan Holl とか Solution Pan¹³⁾・Water Pocket¹⁴⁾・Opferkessel¹⁵⁾ 等と呼ばれることもある。本論では、最も一般的な名称である Gnamma を使用する。

Gnamma の分布は、主として半乾燥地域や周氷河地域にかけて発達しているが、それ以外のところからの報告もあり、かなり広範な地域にわたっている。

その成因には、岩石の節理 (Joint) などの存在のため岩石表面の弱い部分にできたわずかな窪みに水がたまり、それがもとで化学的風化作用が進み、さらに機械的風化作用も加わって窪みを深め、拡大させてきたものと考えられている¹⁶⁾¹⁷⁾。

また、Gnamma の分布にかなりの気候の地域差があることから、その成因に対する化学的・機械的風化作用にも強弱の差が予想され、さらにその差は、形成された Gnamma の形状や性質にもちがいが生じてくることが推測される。

今回報告する地域の Gnamma の形成・拡大の主因は、窪みにたまった水が凍結融解をくり返し、機械的風化作用を著しく進めた結果形成されたもので、典型的な周氷河地域型のものと考えた。

そこで、この地域の Gnamma について、できるだけ詳細に観察し、その規模・深さなどについて若干計測してみた。なお、異なった環境下で形成された Gnamma との比較研究等に関しては次の機会に行なうことにする。

では、本地域の Gnamma の出現とその成長過程について、現地調査の結果を述べていこう。

Deep Creek Range には山腹や山麓に多くの Gnamma を発達させているが、そのうち、まず山腹の突出した岩盤上に発達する写真C—1に示す地域のものについて、調べてみた。

この地域に発達する Gnamma の特徴は、写真に示す範囲のものだけでも、成長初期の小さいものから、成長して完形に至ったもの、拡大していく過程でとなりのものに接し連結したもの（複合Gナマ）、さらには拡大した結果 Gnamma の周囲の壁の一边が岩体の端に達してしまい、器としての Gnamma の一角が欠けたため水をたたえることができなくなり成長が停止したものまで、一連の成長過程に現われてくるそれぞれの段階のものがそろって見られることである。

しかも、そのうち最大の Gnamma は写真C—2に示す長径 220 cm・短径 100 cm のもので、底には厚さ 1.5 cm の Rock Mill とその上に 2.5 cm の水をたたえていた。ところが、この Gnamma は拡大していく過程で、高さを異にするものが次々と連結してきた複合 Gnamma であるため、Gnamma の底が階段状に 3 段となっている。そのうち水をたたえているのは最下段に位置する Gnamma の底のみであり、上・中段のものは複合した後は最下段の集水面積を増大させる役を果たしたものの、Gnamma としての成長は停止してしまっていることがわかった。つまり、調査当日この Gnamma にだけ水がたまっていたのはそのためであり、Rock Mill の量も周囲のものより 0.5~1 cm ほど厚く、しかも Gnamma の周囲の壁も最下段のものは底部がフラスコ状に湾曲して広がっていたが、これも複合後の水量の増大に起因するものと考えた。

つぎに、山麓の新・旧両堆積面を調べてみた結果、Gnamma は両堆積物中の大きな岩塊の表面上部で発見できた。ただし、旧期の堆積物中の岩塊は、それ自体の解体が進んでいるため、Gnamma を形成させるほどの岩塊上部に平面を残さないことから、あまり見つけられなかった。ここで発見できたもののほとんどは、この堆積面を下刻している谷に沿う緩斜面上に地表面の侵食低下によって洗い出されてきた岩塊の上部に形成されたものであった。それ故、この地の Gnamma の形成条件は、新期の堆積面中の岩塊上部に形成されている Gnamma と同条件と考える。

これらのことから、Deep Creek Range 地域に形成している Gnamma は過去の時代の遺物（化石）の残景ではなく、またある時期に集中して形成されたものでもないこと。しかも山腹の基盤から山麓の新・旧両堆積面中の岩塊の表面にも形成されていることなどから、むしろ、この地域の現在の自然環境が Gnamma の形成に非常に適していることを示しているものと考えた。

では、つぎに Gnamma の形成とその初期から、成長期、完成期を経て、破壊期への過程を、写真D—1~D—4の例に沿ってたどってみよう。

まず、D—1は、岩盤上のわずかな皿状の窪み（直径 25 cm・深さ 2 cm）である。まだこの段階では Gnamma にまで成長しているとは云えないため、図 4 中にも入れなかった。しかし、窪みの中には Rock Mill（粒径 2~9 mm）がかなりたまっており、Gnamma へと成長していこうとしている状況をよく示している。

D—2は、成長期およびその前後のものである。Gnamma へと成長してくるに従って、穴底周囲の壁が垂直になるとともに、底が平らになってきている。これは Gnamma の形成が岩盤表面の窪みと、その周辺との相対的な湿度のちがいによる凍結融解のわずかな差からできてくるものではなく、窪みに水がたまるようになって、水をたたえた穴内とその外側とで環境の差が一変した結果、穴内では機械的風化量が著しく増大し、急速に Gnamma へと成長してきたものと推測した。

故に、雨のほとんど降らない砂漠では、Gnamma は形成されにくいものと考え、筆者は、この地の南方でより一層乾燥した Mojave 砂漠中の同様な花崗岩地形地域でも調査してみた¹⁰⁾が、やはりみつからなかった。

写真の左側の大きいものは、すでに一端が崩れたため Gnamma としての成長が停止しているものである。このため底部には Rock Mill もほとんどない。これに対し、中央部のものの底にはどの Gnamma の底にも Rock Mill がかなりたまっている。つまり底に Rock Mill を多くためているものほど、現在盛んに成長していることを示すものといえよう。

写真D—3は、Gnamma の完形である。この写真のものなどは、岩塊との調和から見ても自然が作成した芸術品とでも云いたいほど見事な形をしている。

一方、この楕円形に成熟した Gnamma の輪郭とその底のなめらかさに対し、この Gnamma の壁の上部から外縁、さらに岩塊の腹部にかけては岩粉状の剝離が著しく、岩肌面の凹凸がすさまじい。この種の機械的風化作用をおし進めている気候の厳しさを痛感させられた。

なお、この岩塊は山麓の堆積物下位面中のもので、小さな谷に沿う緩斜面に位置しており、下部の層から洗い出されてきたもので、この岩塊が地表に現われて以後、その表面に形成された Gnamma である。

旧期の堆積面一帯でみられる Gnamma は、ほとんど同様の条件下で岩塊がその形態をとどめているようなところでしか見つけることはできない。すなわち、旧期の堆積物中の岩塊は、前項で述べたようにそれ自体の解体が進んでおり、Gnamma を形成させるほどの平面を残さなくなっているからである。

写真D—4は、Gnamma が拡大した末、左側の壁が岩塊の端へ達してしまい破壊したため、成長を停止したものである。

このことは、その底面に Rock Mill をのせていないこと、むしろその面には茶褐色の蘚苔を付着させていることからわかるが、一方広がった底面中には、若い Gnamma が出現してきており、その中には Rock Mill がみだされている。すなわち、親 Gnamma の破壊以後新しく生まれ現在盛んに成長している「二重グナマ」で、Gnamma の発生過程を考えるのにもきわめて有効な例である。

これらのことから、Gnamma の旺盛な成長には、Gnamma の底に水をたたえることが必須条件であり、たとえ外形が立派であっても、周囲の壁がわずかに欠けただけで、その時点から Gnamma としての成長は終了するものであることがわかった。

以上の観察結果から、Gnamma の生成と形態の特徴を整理してみよう。

Gnamma の発生は、一般に節理 (Joint) のような岩質上の弱点部に形成されやすいと云われているが、この地域の Gnamma に関しては、それらの存在とは関係ないこと。むしろ、節理等の割れ目の存在は、Gnamma の拡大過程で、節理に接し破壊されることが多く、節理間隔の広さが、Gnamma の大きさを規定する役を果していること。また、この地でみる限り表面に現われている節理の部分は、線状浸食が著しく進んでおり、Gnamma を成長させるほど安定していないことがわかった。

つぎに、Gnamma の生成の初期は岩盤上のわずかな窪みから出発するが、徐々にそこに水がたくわえられるようになってくるに従い、その水が媒体となって凍結融解作用、つまり機械的風化作用が著しく働きますため、水を有する底部が深く平らになり、窪みから穴へと成長してくる。それにつれ穴と外側とを境する線の部分も垂直な壁となつてき、

Gnamma としての形態が整い完成に至る。

故に、Gnamma の完成は、規模の大小より、形態の完成に至った時点で決まると考えたい。また、Gnamma の底にたまった水が、拡大の主体的役割を果たしていることから、周囲の壁の一角でも破壊し、水が抜けてしまったら、その時点で生長も停止してしまう。

さらに、臨接する Gnamma と拡大の途中連結した複合グナマの場合、最も低い Gnamma の底に水が流下してくるため、この部分のみが一層盛んに成長することになり、複合以前の性質や形態とは著しく異ってくるのに対し、上位に位置していたため水を失った Gnamma の成長は停止する。

Gnamma 内にたまっている Rock Mill の量の差は、それぞれの Gnamma の現在の成長量を示しているとみてよい。Rock Mill の大きさは、直径 1 cm 位の大きなものもみられるが、多くは 1～5 mm ほどの石英を中心とした角張った粒子である。細砂化したものが少ないのは、乾燥した折風に飛ばされたり、局時的に降る驟雨の折洗い出されるものと考えられる。

さらに、この地域の Gnamma の大きさと深さとの関係を見るため、13個の Gnamma について計測しグラフ化したのが図4である。形態がまだ Gnamma にまで至っていないとおもわれるものと、複合グナマ化したものはのぞいた。

この結果、Gnamma の大きさ（平均直径）と深さとの間には、

$$W = 8.20D - 22.45 \quad (r = 0.935)$$

の関係式がなりたつ。

つまり、成長していくに従いがい、深さより周囲の方が拡大していくことが推測できた。全体として、Gnamma の規模が小さいのは、山腹で調査した基盤上の平面が狭く、しかも起状に富んでいたこと、割れめ（節理）の密度がやや高かったこと、さらに山麓の堆積面中のものは、大きな岩塊とはいえ転石上の表面であり、これまた平面の広がりをもっていないことに起因していると考えた。

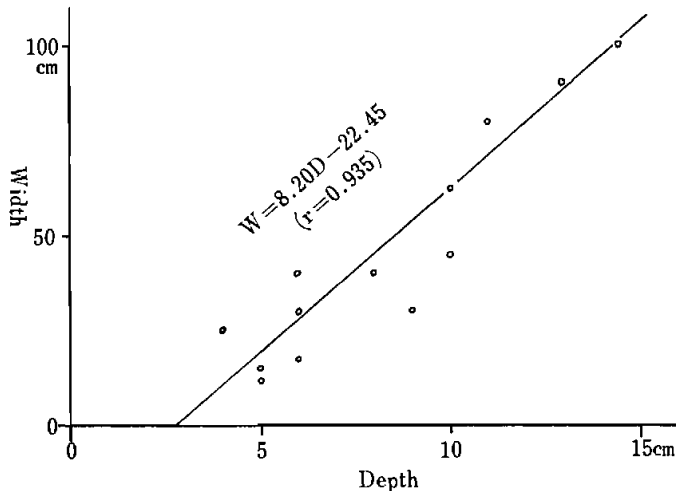


Fig-4. Relationship of Width and Depth in Gnamma.

図4. グナマの形態、直径と深さの関係

4. さ い ご に

Deep Creek Range の花崗岩地域における岩塊の解体過程は、氷期以後の地表部における厳しい機械的風化作用の継続によるものであり、また Gnamma の形成から、拡大、そうして破壊への過程は、窪地に水をたたえることによって、この部分に一層激しい機械的風化作用が進んだ結果、窪みから穴へ、つまり Gnamma を形成し、一方では主としてその水平方向への拡大が破壊へのきっかけとなっていること。

そうして、岩塊の解体・Gnamma の形成とも、この地域における現地での状況は、その作用の厳しさがあまりにもすさまじいこと。一方両者とも、あざやかな変遷の課程を示している各期・各段階の微地形を見るにつけ、本調査地域における現在の環境自体が周氷河気候地域の中でも、典型的なこの種の作用を進めているところに位置していると考えた。

さて、これらによく似た微地形に、本地域では見つけることができなかったがもう一つ Tafoni がある¹⁹⁾。

Great Basin 地域の北部の、ほぼ同様の花崗岩地形のところでは Gnamma と Tafoni が共存していた²⁰⁾。

しかし、Great Basin 地域に続く南方の Mojave 砂漠中で、最も乾燥していると思われる付近の同様な花崗岩地形のところでは、共に発見できなかった²¹⁾。

おそらく、微妙な気候条件の相異が、このような微地形の形成を左右しているのであろう。

また、岩石の種類が変われば、それだけでも複雑な変化をすることも現地で気がついた。それ故、この種の微地形の観察には、やはり花崗岩のような、ごく一般的に世界各地に分布し、また性質が均質に近い状況で見られやすい同一岩石での各地域間で、上記のような微地形の分布の差を調査比較することが大切である。

その結果が、現在あるいは過去の気候環境と地形との微妙なかかわりを知り得ることに、一層の興味をいだいた。

謝 辞

1982年9月から83年9月にかけて Utah 州立大学へ滞在中、お世話いただいた Chung. Myun Lee 教授、および本調査の現地へ案内していただき、この報告をまとめる契機を作って下さった D. R. Currey 教授に感謝の意を表します。

注

1. 池田碩 (1964) : 花崗岩地域の地形学的研究—比叡山地を事例として—, 京都私学論集, 第2号。
2. ——— (1966) : 花崗岩山地の解体過程について—信楽山地北縁上山付近を事例に一, 京都私学論集, 第5号。
3. ———他 (1967) : 六甲山地における花崗岩の割れめ・風化と地形 (阪神とその周辺の地形所収), 地理学評論, 第40巻, 第11号。
4. ——— (1978) : U・S・Aの花崗岩地形4例, 奈良大学紀要, 第7号。
5. Utah Geological and Mineral Survey. (1980): Geological Map of Utah. Scale 1: 500,000.
6. U. S. Geological Survey (1970): Elko. NK 11-12, Scale 1: 250,000.
7. Visher, S. S. 1945): Climatic Maps of Geological Interest, Bull. Geol. Soc. Amer, No. 56.
8. H・M・フレンチ著, 小野有五訳 (1984) : 周氷河環境, 古今書院。
9. 小野有五 (1981) : 周氷河現象・周氷河作用, 地形学辞典所収, 二宮書店。
10. 小泉武榮 (1981) : 周氷河気候・周氷河地域, 地形学辞典所収, 二宮書店。
11. Cliff Ollier (1969): Weathering p. 190, Oriver & Boyd, Edinburgh.

12. C. R. Twidale and Elizabeth M. Corbin (1963): Gnammas, *Revue de Geomorphologie dynamique*, Vol. 14.
13. St. Dzulynsky. A. Kotarba (1979): Solution Pans and Their Bearing on the Development of Pediments and Tors in Granite, *Z. Geomorph.*, Vol 23.
14. Klaus Schipull (1978): Waterpockets in Sandsteinen des Zentralen Colorado Plateaus, *Z. Geomorph.*, Vol 22.
15. James Hedges (1969): Opferkessel, *Z. Geomorph.*, Vol 13.
16. 赤木祥彦 (1978) : 乾燥地域の地形, 地理23巻1号, p. 85, 古今書院.
17. 前掲注13.
18. Mojave 砂漠の Kelso Dunes 南側の Granite Mts 地域.
19. J. N. Jennings (1968): Tafoni, *Encyclopedia of Geomorphology* p. 1103, John Wiley & Sons, Inc.
20. South Idaho の Cotterrel Range の Silent City of Rocks 地域.
21. 前掲注18地域.

Summary

Granitic Topography of The Deep Creek Range, Western Utah, U. S. A.. The Deep Creek Range mountain area is a typical range within the Basin and Lange region which has developed in Eastern Utah. The area of field research is the granite section of the Tertiary period located in the central part of the Deep Creek Range area.

The area surrounding the Deep Creek Range area is desert where sage brush is the dominant vegetation, however, the mountain top at an elevation of 3000 metres is snow-covered from winter through early summer.

At the upper portion of the mountain, cirques and U Shaped valleys originating during the glacial period have developed.

At the foot of the mountain a fan topography has developed where rock blocks derived from moraines and debris flows are dominant.

Granite rock regions produce distinctive micro-topography in accordance with the climate of the area.

The study area is characterized by gnamma development in the mountain, and by rock blocks derived from debris flows during the Glacial Period being eroded and disintegrated due to presently active solifluction of Periglacial Action.

Acknowledgements

I'd like to thank Prof. Chung Myun Lee for inviting me to The University of Utah from September, 1982 until September, 1983. Also, may I take this opportunity to offer my sincere thanks to Prof. D. R. Curry for taking me to the survey area and for his help in the preparation of this paper.