

# U・S・A の花崗岩地形 4 例

池 田 碩

## 4 Examples of the Granite Topography in U・S・A

Hiroshi IKEDA

(1978年9月30日受理)

### 1. はじめに

筆者はこれまでも組織地形の調査を行ってきた。特に他の岩石にくらべ、Joint の存在やその密度・Weathering の速さや量等に際立った特色を有している花崗岩地域・山地を中心に調査を進めてきた<sup>1),2),3)</sup>。

その結果、同質の花崗岩山地内であっても、Joint をはじめとする割れめの入り方や密度にはかなりの地域差があり、その差が Weathering やさらには山地の開析に大きく影響していること。また準平原遺物と思われる山頂平坦面の発達している山地では、風化土壌化が著しく進み時には 100 m 以上の厚さに達し、あたかも砂山のような状況を呈している事例等を報告した。

しかし我国をフィールドとしている限り、造山運動の影響を強く受けている環太平洋の孤状列島であり、しかも温暖湿潤な気候下にあたっているため、各地域にみられる地形の性格にもおのずと共通するところが多かった。

このため、これらの環境を異にする諸外国の報告を読むにつけ、いずれは自分の目で確認し比較調査を進めたいと思っていたところ、幸い、1977年2月～4月にかけてU・S・A を横断する機会を得た。

しかしながら、調査には極めて短時間であり、横断の途中観測するに過ぎなかった。だが、日本とは異なる大陸であり、また乾燥気候や氷河作用にもとづく地形等大変興味深い地域を訪ねることができた。

そこで今回は、以下の4事例地域、すなわち構造運動の影響を強く受けている太平洋岸の Monterey 海岸地域・砂漠周辺に位置する Prescott 南部の山地・氷河地形の発達する Sieranevada 山脈中の Yosemite 溪谷・Appalachian 山地南方の準平原中に位置する残丘 Stone Mountain の花崗岩地形について順に報告する。

報告にあたっては、観察の精度にも斑があるため、今回は上記したように我国と大きく環境を異にする地域における花崗岩地形の特徴を総体的に把握したいと思っていた初期の目的に合せ、事例毎に、各地域の位置・環境・岩質や地形の特徴等をほぼ同程度で説明し、それらの状態を示す2～3枚の典型的な写真を付けた。

### 2. Monterey 海岸

California 州中西部の太平洋に臨む海岸である。地質は巨晶～粗粒の花崗岩類からなる

が<sup>4)</sup>、写真で示す地域は巨晶の部分にあっていた。

気候は地中海性の地域であるが、この地形の部分は低位の海岸段丘につづく海蝕崖なので気候の反映は考えなくてよい。ただし波蝕による裸岩の部分と離れると低位の段丘面となり、その表面には多肉種の緑～茶褐色の草本におおわれていた。

写真Aは、多方向にわたって Joint の発達した岩盤が侵蝕を受けて裸岩化した状態を示す。全体に Joint の密度が高く、しかもほぼ等間隔に割れているためか、この海岸一帯の同様裸岩地域とも起伏の局所的な高まりはみられなかった。

ただわずかに写真Bに見られるくらいの高まりはあるが、この写真が示すように少し起伏に差がついてくれば割れめが多いだけに小岩片（塊）を載せる形の高まりとなるため上部から物理的に落下（侵蝕）されるようである。写真の上部と中央部にはそのようにしてけずられたと思われる平坦化した部分が存在しているのがわかる。

左上の植生部分は、ほぼ低位の海岸段丘面とその高さを示しており、海面より約5m程であった。段丘面はこの部分では背後に同質の花崗岩からなる幅5km程の小山塊があるため狭いが、山塊より南方にかけてよく連続していた。

なお背後の山地の周囲を一周してみたが地表にはほとんど岩塊は存在していなかった。このこともこの地域全体の花崗岩の Joint が密であり、岩塊を造るほどの大きさには割れていないことを示しているものと思われる。

写真Cは、この地域の平均的な岩盤と Joint の状態を上部から写したものである。多方向にわたる複雑な Joint であっても、その方向はかなり一定した直線的な方向を示していることから Joint の成因はこの一帯の構造運動の激しさにもとづくものと思われる。

すなわちこの近くには著名な活断層 San Andreas fault・Hayward fault 等が並走しており、断層線上に位置している Hollister<sup>5)</sup> の街中では舗装道路やコンクリートブロックが現在でも割れてずれている状態を見ることができるようなところである。

この地域は、今回調べてきた4地域のうちでも、構造運動の特別激しい地域としての例であったが、同様環太平洋造山帯の一角に位置する日本列島の花崗岩地域においてはよく見られるタイプでありそうめずらしい例ではない。むしろ構造運動の激しい地域では、やはり同じような状態を示していることを確認し得た次第である。

### 3. Yosemite U Valley

Yosemite の谷は California 州の中東部に位置し、大 Rocky 山脈の西端をふちどる Sierra Nevada 山脈中に本格的な氷河地形・V字谷を発達させている。ただし山岳氷河におおわれてこの地形を形成した時期は主として Wisconsin 氷期のことであり、現在氷河そのものをこの地で見ることができない。

ところで準平原状の山地を刻み、California Basin へ流下していく Yosemite River 中流域のU字谷には、あたかも直立するような高さ約1000mに達する見事な谷壁を形成している。

またこの周辺や谷底には氷河作用にまつわる種々の地形がみられる。このような氷河地形の博物館的な存在とともに、現在U字谷底には溪流が流れ、植生も豊富であるため、キャンプやハイキングにこの地を訪ねる観光客は非常に多く、ほぼ全域が山岳公園 (Yosemite National Park) として保護されている。

まず、その雄大な姿を写真Eに示した。U字谷形成地域の末端部から上流を望んだもの

である。U字谷の写真左側中央部の岩壁は EL Capitan 壁として親しまれ、その上部平坦面上の頂上付近が海拔2500m、谷底が1300mであるから、谷壁の高度差はここでは1200mにも達している。

ところで、このU字谷の谷壁も EL Capitan 付近では直立しているが、写真手前の方の谷壁になるとかなり傾斜しており、表面の状態も一見して大きな異なりを見せている。しかしながら、共に花崗岩類であり、若干鉱物組成を異にしているだけである。またこの谷内を一巡してみると他にもこのような地形・地表の状態に差を見せるところがうかがえる。地質図をみてもこの谷の周囲はほぼ花崗岩類の地域ではあるが前記同様わずかつの構成鉱物の差によって詳しく分けられている。このことはかなり詳細な調査が行なわれており地質図の精度が高い地域であるからともいえる<sup>6),7)</sup>。

ともあれ、筆者のように花崗岩地域での地形差を読み取ろうとしている者にとっては大変ありがたいことである。そういう意味では、今回報告する4地域のうちでも本地域は最もすぐれたフィールドであった。

そこで、やはり明瞭な差を示した写真Eに見られる前記2谷壁を比較してみる。まず前者の EL Capitan の谷壁に続く一帯は、白亜紀貫入の中～粗粒の黒雲母・石英質モンゾナイトと花崗閃緑岩であるのに対し、後者は同じく白亜紀貫入の中～粗粒の閃緑岩・石英閃緑岩と斑禰岩からなっている。わずかこれだけの成分の差で、どうしてこのような大きな地形差が現われるのか大変興味深いところだが、今回は調査の時間的余裕がなかった。そのため、ここでは両者間に認められる地形・地表の状態のみを比較しておく。

写真D・Fは共にU字谷の谷底から、両地域の谷壁を写したものである。Dは写真の前方に位置し、割れめの密度の高い地域である。山ひだも谷壁の頂上付近まで小さく入り、中腹より下方では岩砕がおおい、麓に向って連続した崖錐を発達させている。地表部の岩砕は20～50cm位のかなり大きいものが目立つが、その割れ方は、方向性のない多角的なものであり、しかもその表面にはすでに新たな割れめが入っており、次に衝撃を受ければより小さい岩砕へと簡単に分解していくものである。おそらくこの割れめは、構造的な Joint にもとづくものではなく、岩質によるものであろうと考える。

崖錐のうちでもやや大きい表面の黒い部分は若干以前に堆積したものであり、白っぽい部分が現在堆積しつつある部分で、その上方は若い山ひだへと連続している様子がよくわかる。また山腹にあって植生につつまれた部分は最も早い段階に形成された崖錐で、しかも現在は安定した部分である。このように崖錐形成の3段階が鮮やかに見分けられ、谷壁斜面の後退過程やその速度を調査するには非常によい場所である。一方写真Fは、このU字谷でも割れめの密度のきわめて少ない地域の一つである。このため地形・地表の状態は、上記写真Dの谷壁とはことごとく反対の内容となっており、岩砕の生産もきわめて少なく、崖錐も発達しない。このためもちろん植生も見られない。

なおこの両地域を Geological Survey 発行の24000分の1地形図でみると、両者間ではU字谷上部の谷幅に差があり、すでにU字谷形成時から差別侵蝕を受けてきていることがうかがえる。すなわち、この地域の例は同時代・ほぼ同質に近い花崗岩地域にあっても、わずかの構成鉱物・その他のちがいが岩石の割れ方や割れめの密度に最も大きな差をもたらしたようである。しかもその差は地表にあっては、その後の侵蝕の差となるため、延いてはそれが明瞭な地形の差となっている例として重要であり、具体的な氷河侵蝕と岩質・および氷河後退後の地形開析等出来れば定量的な調査を行なってみたいところである。

#### 4. Prescott 南部山地

この山地は Arizona 州中央部の小都市 Prescott から南西方向に連続する山地である。

気候はBW地域であり、山腹にはわずかばかりの灌木とサボテンが見られるくらいである。

地質は Precambrian の花崗岩類であり<sup>8)</sup>、周辺山地の地表全体が写真で見られるように大小の岩塊でおおわれている。一度は見たい景観であったが、温帯湿潤気候下の山地を見なれた筆者にとっては、まったく圧倒されるような感じを受けた。

写真Hは、やや起伏の大きい山間部の山腹一帯の状態を示そうとしたものである。すなわち地表全体を岩塊がおおっているとはいえ、おおい方にはかなりの斑が認められる。岩塊の多いところは起伏の頂部や、山腹でも尾根の部分であり、もう一つは窪んだ部分や谷間である。前者の岩塊にはまだ基盤の岩石から分離していないものが多く、それだけに岩塊の規模も全体に大きい。これに対し後者は上方より落下してきた転石の集まりであり、密集度は高いが岩塊自体は小さい。また両者の間の山腹斜面、特に緩斜面域にはきわめて少ない様子が写真からもよくうかがえる。

またここには写真で示さなかったが、全体にもっと岩塊の多いところや谷のやや深いところでは、それらの転石が大量に集中して落下してきており、その中には岩塊流 Block Stoream をなしているところもみられた。

たまたまこの写真のところでは、道路が山腹を切っているため山側の法面の状態が観察できる。道路はここでは山地のほぼ中腹の高さを走っており、またこの部分は山腹でも小規模ながら副尾根状に高まった部分にあたっている。法面には風化土壌はほとんどみられず、地表に出た岩盤が割れめに沿って侵蝕されており、その窪みでわずかばかり岩砕と土壌がたまった部分に灌木が根を延ばしている様子がうかがえる。

写真Iは、このような山地にみられる小起伏のIつを事例として示したものである。全体に割れめの密度はかなり高いが、注目されるのは起伏の頂に向うに従いがい割れめの密度が低くなり、最上部には大岩塊が存在していることである。

周囲にみられる他の小起伏の場合もほぼ同様な状態を示していることから、この地域の岩盤には若干 Joint の入り方(密度)に差があり、そのために侵蝕は割れめの密度の高い部分から進んできた結果、このような小起伏を多数つくることになったものと考えられる。

この地域は、やはり日本では見ることの出来ない砂漠周辺山地の花崗岩地形として、特に岩塊の有無と気候との関係等を考えるのに大変興味深いところであった。

#### 5. Stone Mountain

Stone Mountain は Appalachian 山脈の南東部 Georgia 州の Atranta から東へ 100km のところに位置する孤立山塊である。周囲は片麻岩類からなる海拔 300~350m 程の準平原であり、その上に忽然と伏せる海拔 570m の花崗岩の山塊である<sup>9)</sup>。すなわち、東西方向を示す長軸が約 2400m、横幅約 1100m、高さ 240m 程の Monadnock なのである。

温暖湿潤気候下の地域であるため周囲の準平原一帯は緑につつまれているが、この山塊には植生がなく、写真に見られるごとくまったくの坊主状岩山であるため付けられた名が Stone Mountain なのである。山麓を含めた山地全体が州立公園となっており、山頂へ

はケーブルカーが架設されている。写真Jは、長軸方向にむかって北側斜面を撮ったもので、全体の約2分の1が入っている。

この山塊の最大の特徴は花崗岩体に Joint がきわめて少なく、あたかも一枚岩のような状態を呈していることであり、第2の特徴は写真Kで示すようにきわめてまれにみられる Joint すなわち割れめ（幅約2cm）も完全に石英やその他の結晶で埋まっており、むしろこの部分が盛り上っているところさえあり、この山地の場合の Joint は侵蝕に対する弱線ではないことがわかった点である。共にまったくの驚きであった。

このため写真Jが示す範囲を見ても、わずかの窪みさえ見あたらない程で、岩盤の表面には雨水の流下による流痕のみが直線状の等間隔の縞模様となってきれいに並んでいるのみがみられるだけである。

このような花崗岩地塊の形成は、おそらく地下でマグマが固結してから以後は、この地が造山運動を受けることなくきわめて安定した状態で侵蝕を受け準平原化する中で地表に現われ、その後は周囲の片麻岩類よりこの部分の花崗岩の方が侵蝕に対する抵抗力が強かったため、差別侵蝕を受けることになり周囲から取り残されてできた堅牽残丘の典型的な例であろう。この点同様な残丘があれば比較研究してみる必要があると思われる。

なお Geological Survey 発行の24000分の1地形図を見ると、Stone Mountain の山麓では山地と接する準平原面が周溝状に山地をとり巻いて約30m程窪んでおり、ここへ山地から落下してきた水が集まり、それらが集合して東方へ向う川となっている。現在その途中ではダムが造られボートが浮かぶ湖としても利用されている。

このような周溝状のくぼみの形成も、差別侵蝕が生んだ副次的地形なのである。写真Lは、Stone Mountain 頂上部の状態を示す。これだけ広い範囲にわたっても直線的な割れめは見られず、ただ表面からの風化剝離により薄く岩片が剥れているところと、その跡にできた浅い窪地が見られるだけである。ところが、表面を良く観察してみると、この窪地の出来方に一つの系統性が見出せるようである。すなわち、最初の小さな浅い窪みはその形がまちまちである（第1段階）が、徐々に大きく深くなっていくに従って円形になり出す（第2段階）。この現象は河床における Pot Hole の形成期とよく似る。さらに大きく深くなるとその底にはおそらく小さな岩片や周辺からの砂状化した岩粉（埃）がたまり、しかも水分を得てそこに苔や草等の植生が付きだす（第3段階）。その時期がある程度続き腐植物が厚くたまっていくと木本が生えてくる（第4段階）ようである。

この関係がLの写真一枚の中からも読みとれるようである。写真の手前の窪みが第1段階のもので、ちょうど徐々に背後に向かって第4段階まで順に追えるのである。単純な一枚岩のような岩盤の山頂で、このようなおもしろい微小地形が形成されていることに気づき再度驚いた次第であった。

## 6. さ い ご に

各地域の状況から、まず構造運動の影響を激しく受けたところでは、粗粒の花崗岩であっても割れめの密度がきわめて高いこと。これに対し、構造運動の影響をあまり受けず、安定した状態で準平原化が進んだ地域の花崗岩には Joint 密度が極めて低く、しかも Joint による割れめがあってもすでに石英その他の鉱物によって塞がれており、地形開析にあたっての弱線ではなくなっていることがわかった。この意味で Monterey 海岸の例と Stone Mountain の例での異なりは構造運動の差という内的要因にもとづいたものとして非常によい対象地域の事例であった。

つぎに岩質は氷河地形にも強く反映している状況を見てきたが、それと合せて過去に氷河作用を受けた地域で調査を行なえば、岩質の差が氷蝕地形の形成にあたってどのような影響を与えてき、さらには氷河後退後はどのような状況にあるのか、たとえば谷壁斜面形成とその後の開析の差等両面からの比較研究ができること。一方乾燥～半乾燥地域においては、風化土壌化しにくい反面、ブロック化しやすいため、地表にはその地域の Joint の間隔に応じて大～小の岩塊、岩片を生産しており、それらが地表全体をカバーしている状態を見ることができた。すなわち Yosemite U Valley の例と Prescott 南部山地の例は岩質の地形への反映とともに、気候の差であった。

ところで、これまで我国での調査でみてきたような著しく土壌化した深層風化地域を見ることができなかったが、果して U・S・A には存在するのか大変重要な問題を残してしまった。しかしながら地層を有しない、しかも貫入してきた時代(時間)の差にあまり影響されない花崗岩類の地形の場合、岩質の差のうち、特にフィールドで観測可能なオーダーである Joint 等の割れめの密度差が地形の開析には最も大きく影響しているという筆者の従来の調査結果は一步前進させることができた。

#### 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—, 京都府私学論集, 第2号.
2. — (1964): 花崗岩地域の地形学的研究—信楽山地北縁堂山付近を事例として—, 立命館文学, 233号.
3. —, 水山他(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. Geological Map of California (1966): Department of the interior United States Geological Survey.
5. Thomas H. Rogers (1969): An Active Fault in the City of Hollister, mineral information Service pp. 159—164.
6. Mary, Hill (1975): Geology of the Sierra Nevada. University of California Press.
7. Peck, D. L.; Wahrhaftig, C.; and Clark, L. D. (1966): Field trip guide to Yosemite Valley and Sierra Nevada batholith, in Geology of Northern California, E. H. Bailey, ed. California Div. of Mines and Geol. Bull. 190. pp. 487—502.
8. Geological Map of Arizona (1969): Department of the interior United States Geological Survey.
9. James A. Whitney (1976): Age and Origin of the Stone Mountain Granite, Lithonia district, Georgia, Geological Society of America Bulletin, V87, pp. 1067—1077.

#### Summary

The author have a deep interest in Structural Geomorphology, and have been surveing at Granite regions where are widely distributed and have considerably remarkable Joint and Weathering as compared with other Rock regions.

Then, the author was able to investigate at Granite regions of U. S. A. though in a short time, last year (1977). The Granite regions of U. S. A. exist in Arid regions and Glacier regions and so on, where are fairly different from Granite regions of Japan. The investigation regions in U. S. A. where are investigated

by the author are showed as follows ;

Monterey Coast, the middle west region of California. Phot, P 128.

Yosemite U Valley, the middle east region of California. Phot, P 129.

Prescotte Southern Mountains, the middle region of Arizona. Phot, P 130.

Stone Mountain, the north region of Georgia. Phot, P 131.

As a result of this investigation, the author recognize that the four regions have different weathering type and speed and different erosion that, but roughly speaking, conclude that the difference of Crack density exert a serious influence upon the surface conditions of the earth and the disorganizations of the mountain in any regions.

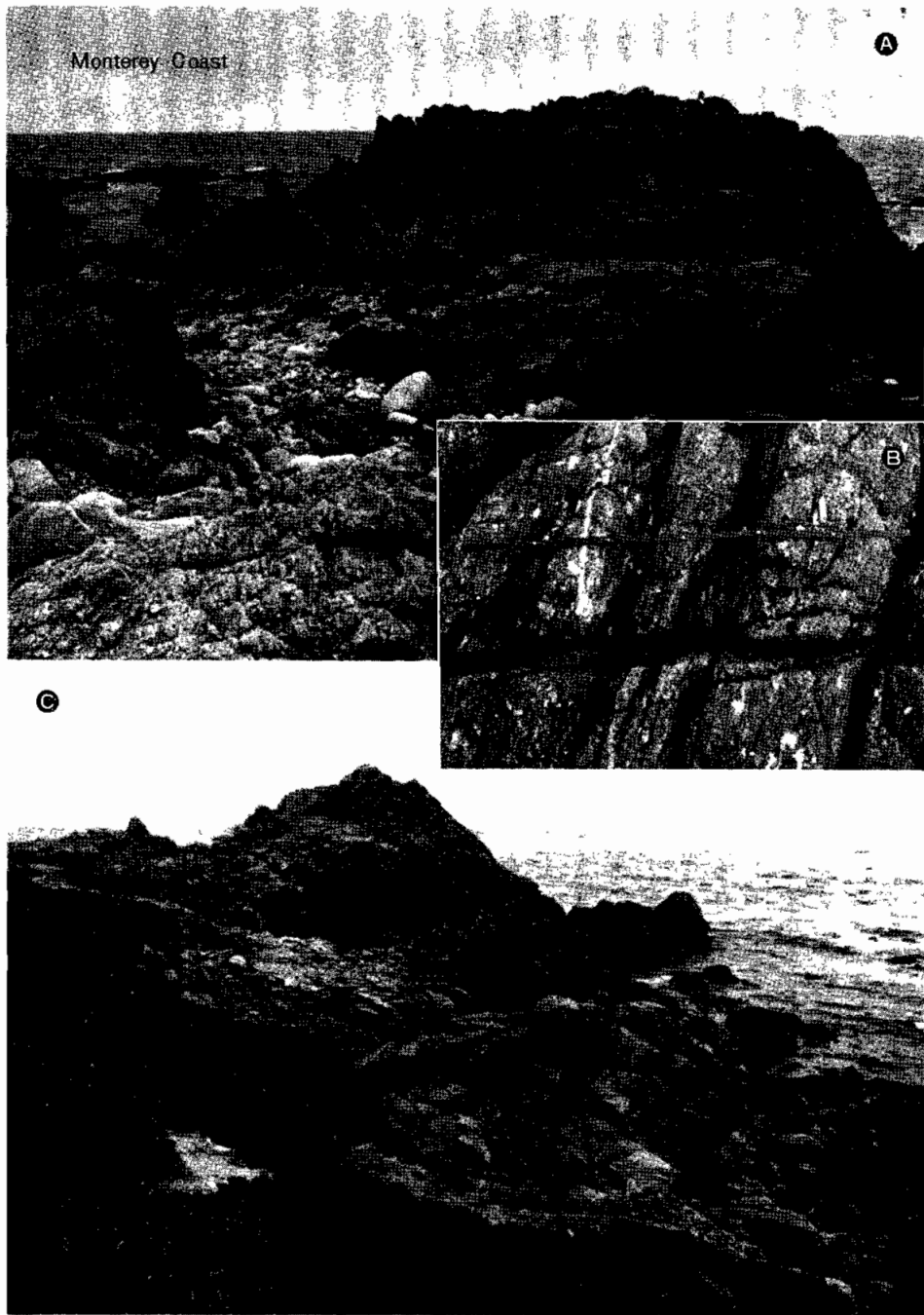


写真 1



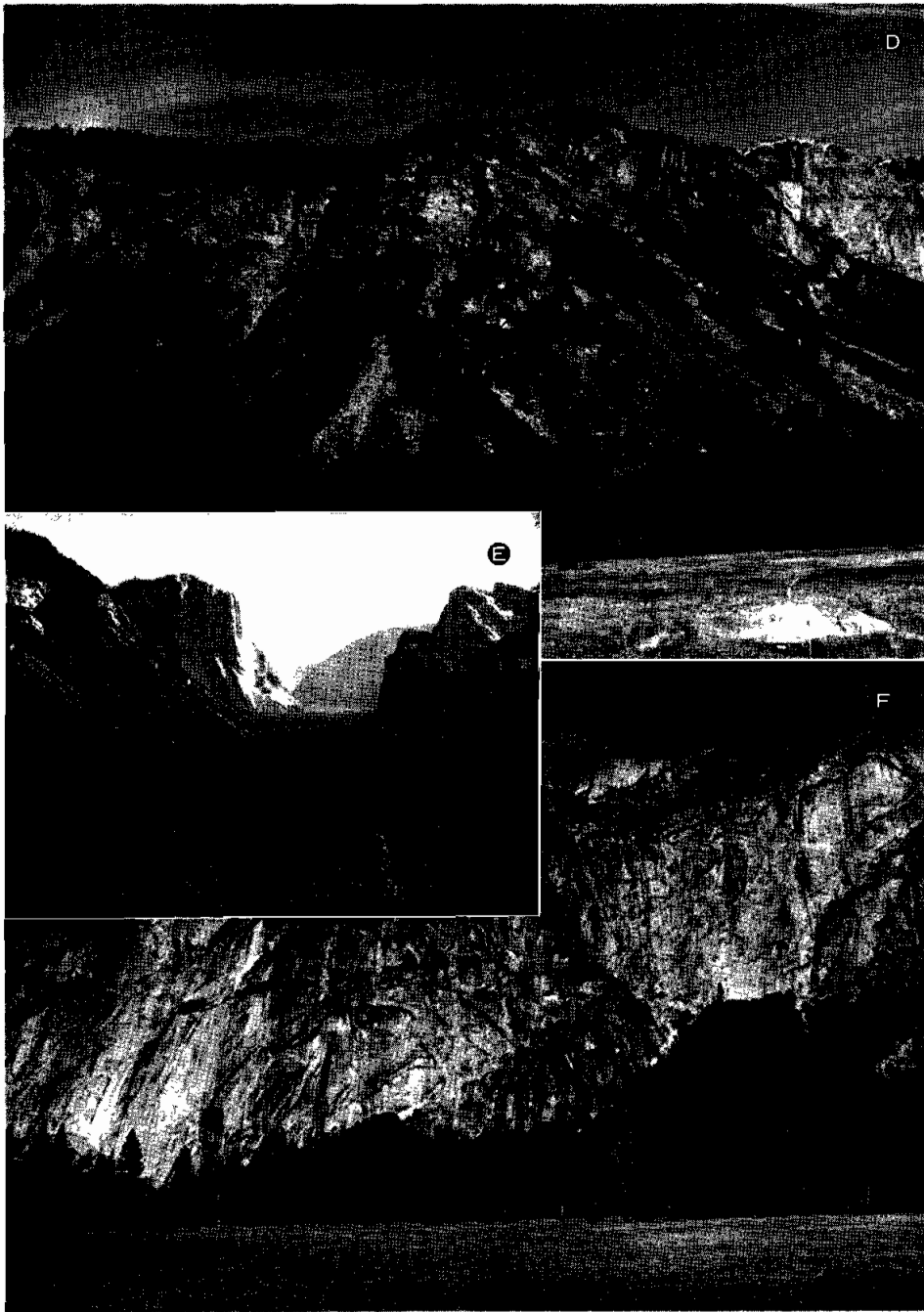


写真 2

Prescotte Southern Mountain

④



写真 3

Stone Mountain

J

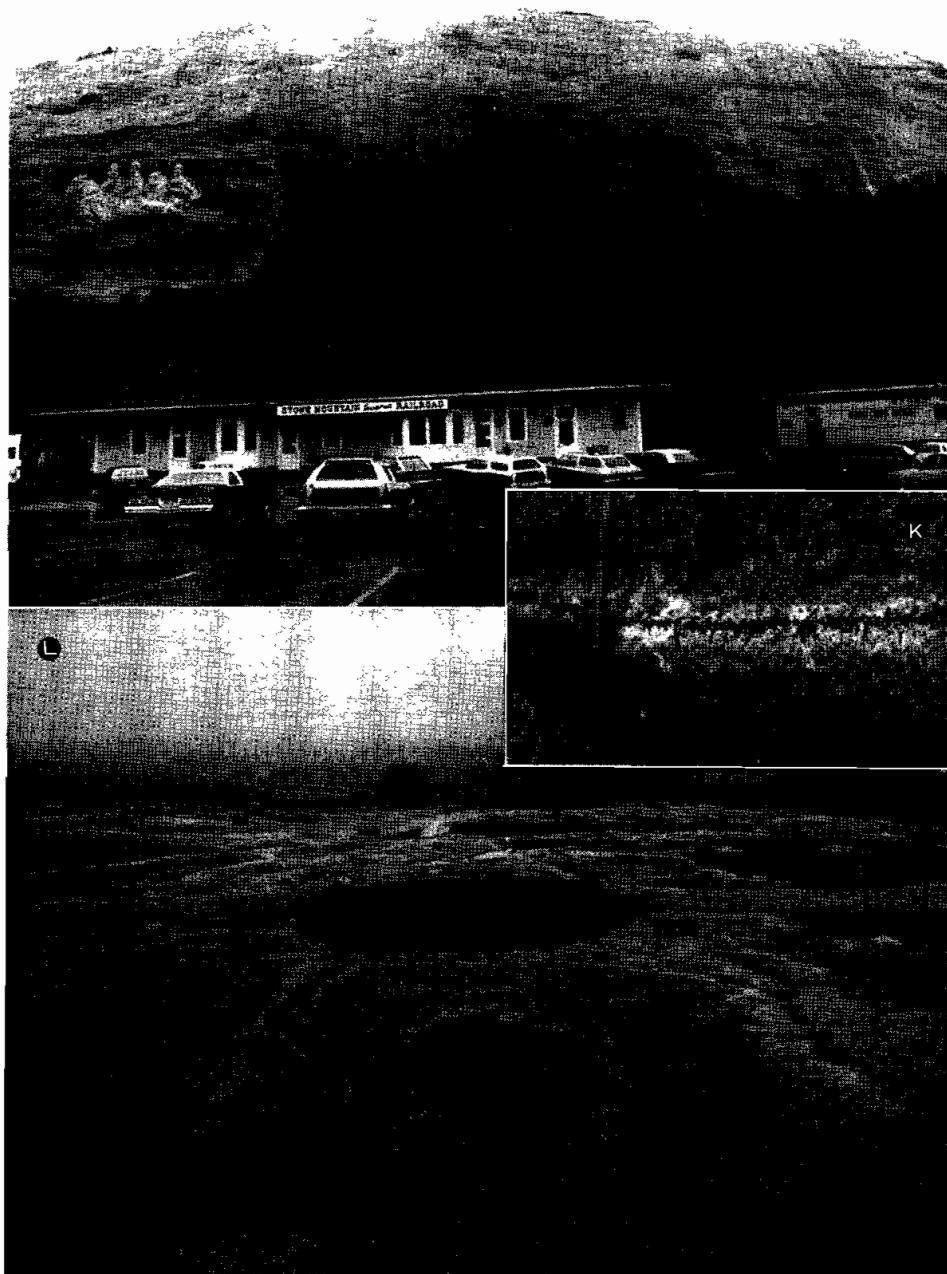


写真 4