



空から見た米国西部の地形と地質

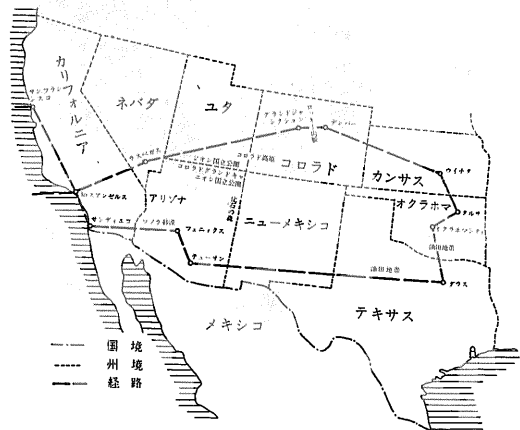
徳 永 重 元

最近わが国でも 地質学における空中写真の利用ということが盛んになり つい先頃空中写真地質を主題とした国連主催の空中探査技術講習会が地質調査所で開かれたほどである。 こうした専門的なことまでいなくても 飛行機上から眺める地上の風物には誰しも心をひかれるものである。

私は本年4月から約1カ月 学会に出席するため米国西部のアリゾナ州に行ったが その後 かえり道にニューメキシコ・オクラホマ・テキサス・コロラド・ネバダなどの各州を 空路を利用してまわってみた。 その途中機上からとった写真をあとで整理してみると 地形や地質を比較的好くあらわしたものがあつたので こうしたものを中心に地上で写した写真と比較しながら 西部ところどころの自然を紹介してみよう。

西部というと米国横断のルートからやや南にはずれことに私の行ったテューサンという町は メキシコの国境に近い所にあつたので そこへ行くにはどうしても地方線を利用しなくてはならない。 こうした西部の町から町へ飛んでいるのは わが国の国内線と同じダグラス DC-6 DC-7などのプロペラ機であつて 高度も1000~2000m 時速も300~500km程度で きわめてゆっくりと低い所をとんでいる。 途中の着陸地では 荷物の積み替えや人の乗り降りのでたいいは20~30分間またされてしまう。 おかげで付近の風景もゆっくりと眺められるし 地上の岩石も手にとって観察できるという楽しみはあつた。

西部の諸都市をむすぶ空路は 地図をみると網の目の



踏 査 位 置 図

ように発達しているが 会社別にそれぞれ着陸地が異なる所が多く のりつぎをしてゆくには時間の都合もあつて ちよつと頭を使わなければならなかつた。 私はおもにアメリカン航空 (AA) コンチネンタル (CO) ユナイテッド航空 (UNITED) を利用したが その間に 見聞したことをひろい上げてのべてみよう。

砂 漠 と 荒 野

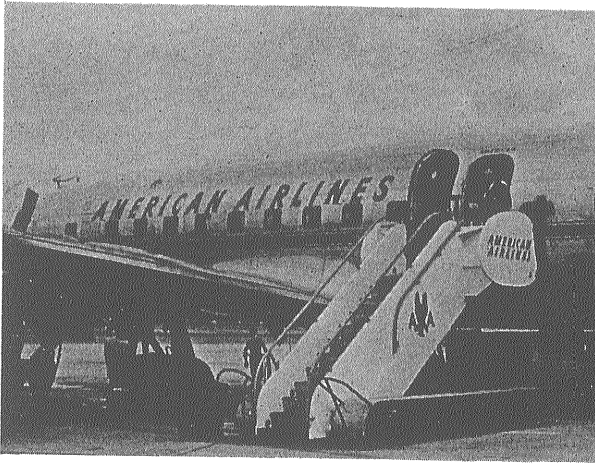
太平洋の方角から米大陸に近づいてロスアンゼルス市の上空あたりになると まず目に入ってくるのは海岸線にそつて走るシエラネバダ山脈の姿である。 鋸の歯のように鋭い稜線には 5月というのにまだ白雪が見られ その山肌の急斜面には深い谷がきざまれている。 それというのも ここが1つの褶曲帯となつていて地質上米大陸における最も古い岩相である先カムブリア紀の花崗岩塊が顔を出しているからである。 このすぐ西麓の平野にロス市があるが 太平洋岸から吹く風の関係が季節によってはスモッグのかかることが多く 私の乗つた機も市の上空を約2時間ほど旋回しながら これのはれるのを待ち ようやく着陸したほどだつた。

カリフォルニア沿岸の海岸平野は 北方のサンフランシスコあたりまで ほとんどシエラネバダ山脈と海岸との間の長い面積をしめている。 これにそつて飛ぶ空路はいくつもあるが ロス市から西部に至るものはこの山脈を横断するものと 海岸にそつて南へ一旦メキシコの国境までとび それから一路東へむかうものがある。

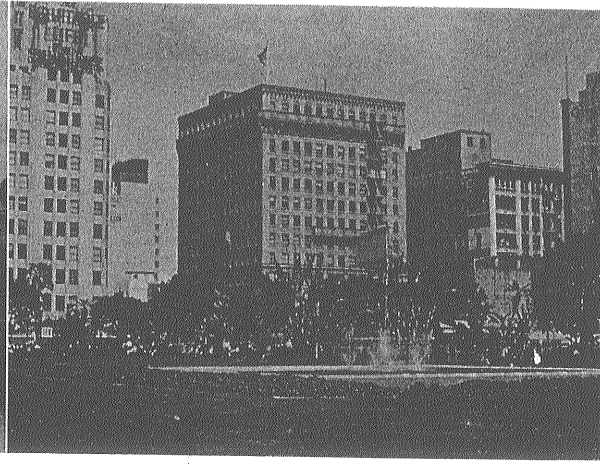
私の乗つた機は海岸にそつて南へと飛び 避暑地で有名なカタリナ群島を右の窓外にみながら軍港サンディエゴについた。 そこは広々とした平野の中へ湯が奥深くまで入りこみ どこから見ても見とおしなので 軍港としては不適當だと思ふのだが すぐそばがメキシコの国境で 美しい屋並と明るい日の光が印象的だつた。

空路はここから一路東へ走っている。 このカリフォルニアの南部からアリゾナ州に入るあたりは一望 広大な砂漠の風景が展開してくる。 アリゾナ側の砂漠はソノラ砂漠といわれ またギラ砂漠ともよばれているが 実際のところこうした砂漠の境というものは 空中からみてもはっきりしない。

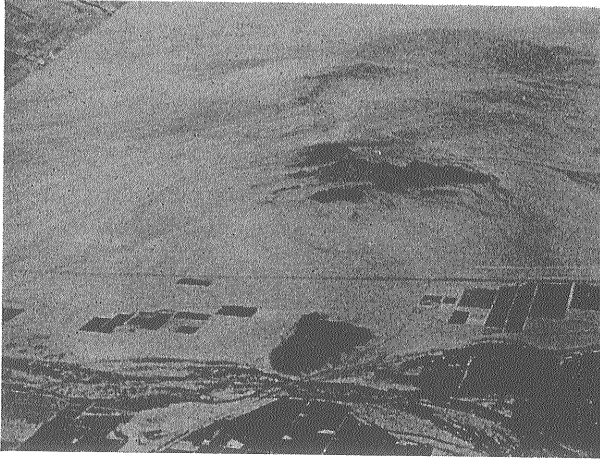
ただ海原のように黄褐色の砂地のはてしない展開とそ



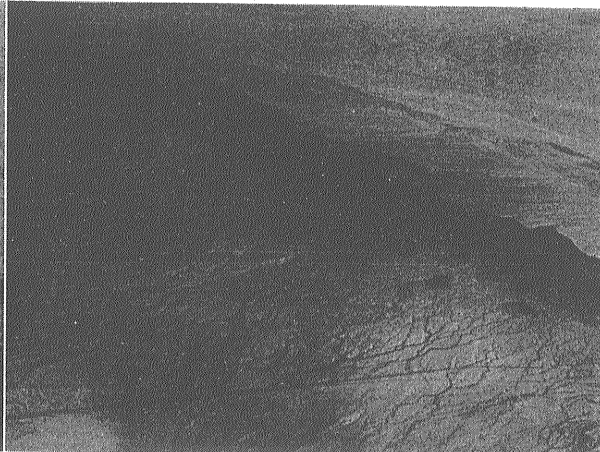
アメリカの国内地方線で もっぱら使われている
ダグラスDC-6 型機



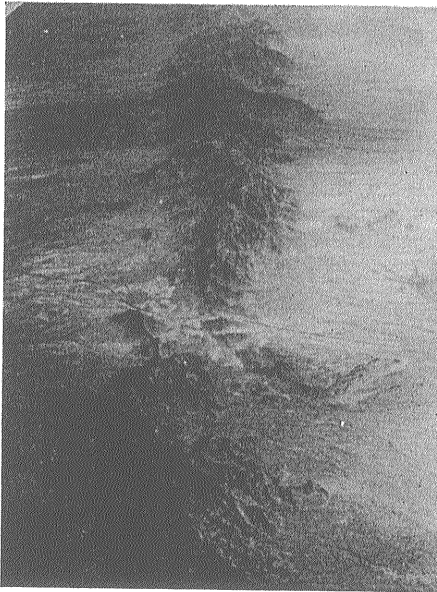
ロスアンゼルス市パーシング・スクエア
付近はビジネスセンターであり 市の中心(Down town)に近い



カリフォルニア南部ソノラ砂漠 (Sonoran Desert)
東西に走るハイウェイ そしてギラ川にそってわずかに開拓が行なわ
れていた ドーム構造を示す岩塊が 砂上に頭を出している (機上から)



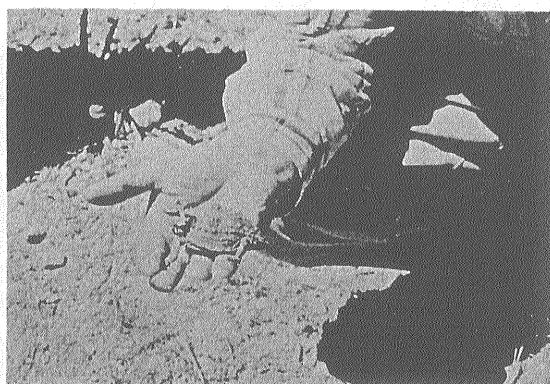
砂漠の上に姿を現わした背斜軸 山稜の両側には 点々と異な
った岩層が現われ 大きなドーム構造を示す 下部に見える
一条の線は ハイウェイ (機上から)



背 斜 構 造 両 側 には 点 々 と 岩 石 が
顔を出しており それらの位置は この軸
を中心として円くなっている (機上から)



アリゾナの砂漠 この砂漠は 砂地の部分と岩石の風化した細礫とから
なっている 標高1000m 近いので 昼間の高温に比べ夜間は冷える 風
が強いので ここに見られるような風紋が各所でみられた



手のひらにのる角トカゲ

の所々に顔を出している黒い岩山をみるばかりだった。

この岩の峰をよく見ると その周囲の砂地は高まっており そこから四方へ砂中に溝があり水路がついている。そしてわずかな草の群がそれにそって育っていた。

岩塊の配列はある時は明らかに円状を示し またある所では一直線状となり 水系はそれぞれの構造に 適合しそこがドームであり背斜であることを暗示する。

地質図をみるとこうした岩塊はすべて第三紀の玄武岩流紋岩 角礫岩などからなっていて その風化の状態からみると主として凝灰角礫岩のような印象をうけた。

砂漠の上を飛ぶ時は天気がよくときであっても非常にゆれる。下からわき上がってくる熱風で機はあおられるようにゆれて 機内の通路などは手放しであるけなほどであった。アリゾナ州に入ると やがて荒地の広がる高原の中に首府フェニックス市がある。ここは人口40万。州の政治の中心地だけあって 6~7階のビルが立ち並びにぎやかだが 一たび町から外へ出るとシャボテンの生えている荒地ばかりでうっかり歩こうものならガラガラ蛇の生棲地も多くあるということで 私の見聞した所でも 地質時代のイグアノドンに似た“角とかげ”(horn lizard)が右往左往していた。

10日ばかり滞在したテューサン(TUCSON)はそこから南へ約150km 飛行時間で30分のところにある。こゝも典型的な西部の町で 原野の中に思い切って広々と作られた都市である。高層建築といってもホテルぐらいで一般の商店も非常に単純な建物が多く、いかえれば安建築といった感じがした。州内にはいくつかの集中的な都市が設けられ その他は人口数千程度の町がハイウェイにそってでき上り とくに道路の分岐点にあるといった印象をうけた。こうした町々を空中から眺めると1戸1戸の家屋の種類 その大きさなどがあます所

なく識別でき いまさらながら都市の区画整理に空中写真が使われている意味が認められた。このテューサンの町から数10kmはなれた東方には 先カムブリア系からなるカタリナ山脈があって そのふもとの斜面には一面にSaguaro(サグアロ)学名では *Carnegiea gigantea* といわれる棒状のシャボテンが群生している。この地域と 南部のメキシコ国境のオルガンパイプシャボテン公園の2カ所が有名である。こうした地域を空中から見ると淡褐色の砂地に点として一面にその分布がわかり乾燥地の植生は空中からみても容易に識別ができる。

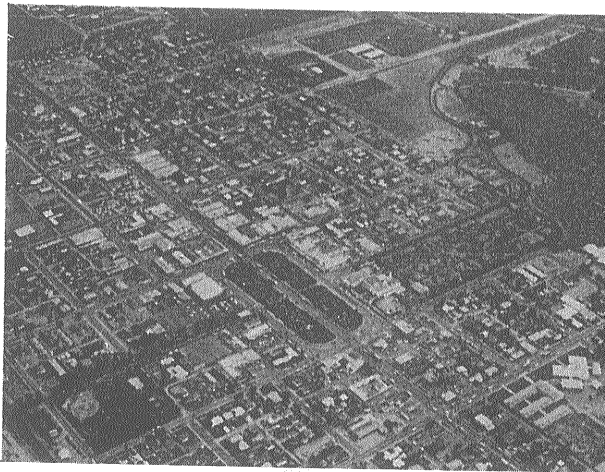
高原

アリゾナ州の南部は こうした荒地とその中を南北に走る先カムブリア系からなる峻険な3000mをこす山脈というもので代表されるが 中・北部はおもに Mesa(メサ・台地)と Plateau(高原)によって占められているといってもよい。フェニックス市の近くにメサという町があるが このあたりを模式地とする高さ1500m程度の台地を構成するのは二畳~三畳系であって とくに三畳系ではレンガ色の砂岩が著しく 風化した砂が台地との間の平地を埋め荒涼とした風景を作っていた。メサの上部には 更新世に噴出した玄武岩質熔岩が 広くおおっている所があり 州の中部からコロラド州方面にまで点々と分布している。

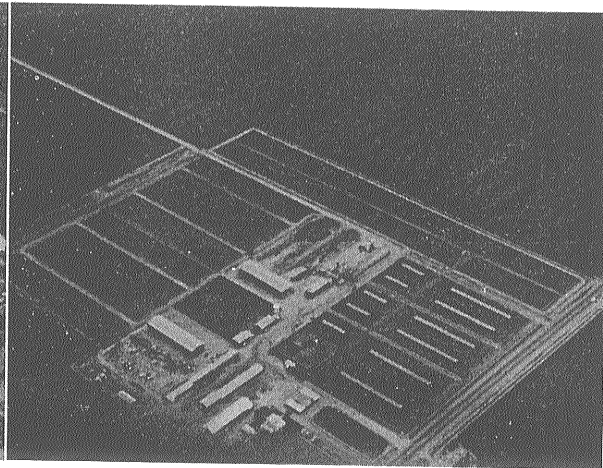
コロラド川やソルト川はこうした高原を深く削削しているが その高原自体は大規模な上昇的造陸運動の結果でき上がったものであるので 非常に広範囲にすばらしい渓谷ができ上がっている。こうした渓谷の底部に露出しているのは例外なく 先カムブリア紀の片麻岩や花崗岩類であり その上部にはカムブリア系から石炭系までの地層が全く水平に堆積している。高原の上にさらに高くMesaとして残っている地層は 二畳系~三畳系というように高所に立てば見える限りの地層が 手にとるようにわかってしまう。

このような所では 地層の厚さの測定 削削量の地域的な差 ある特定の地層の等層厚線図の作成は空中写真測量の原理を応用することによって容易にできることだろう。こうしたことから その後最小限の野外調査を行なえばよいということになる。

こうした高原の東部には 三畳系が地表に分布しているが そのうち Chinle 層という中に“めのう”化したナンヨウスギ(*Araucarioxylon*)やこれに似て毬果をもつ *Woodworthia* の材がおびただしく多産する地域があつて「化石の森」(Petrefied Forest)として名高



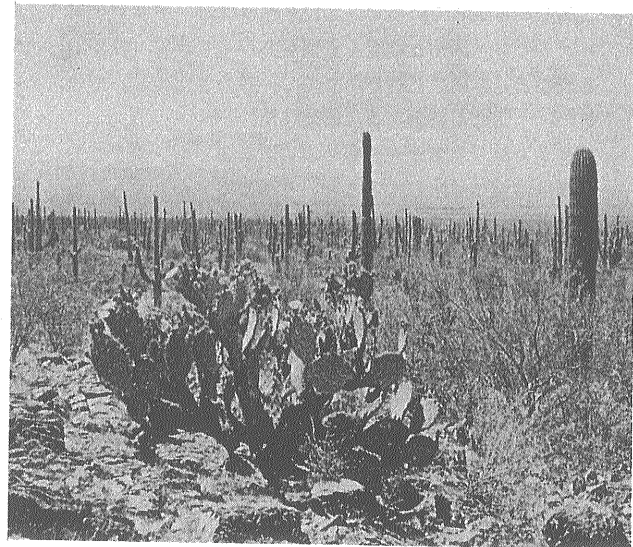
アリゾナ州の首都フェニックス (Phoenix) 市
 整然とした家屋の配列 市外の公園など 西部の各都市は みな同じよ
 うな感じがする (機上から)



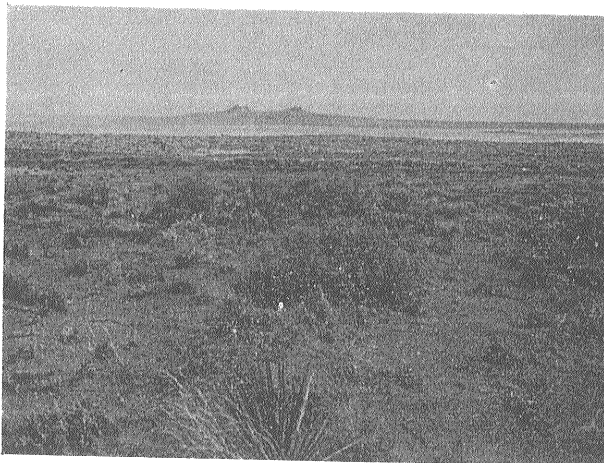
フェニックス市街地のはずれにある家畜場 西部のあちこち
 には こうした集中企業がよくみられる (機上から)



アリゾナ州第2の都市テューサン (Tucson) 市の目抜き通り
 人口20万というから わが国の浜松市ぐらい 明るい健康的
 な街である



アリゾナの荒野 山ろく近くには見渡す限りシャボテン (Saguaroと
 通称) が生え 壯観である 手前の岩石は 先カンブリア紀の片麻岩
 花の咲いているのは ハウチハシャボテン



アリゾナ州中央部の荒地 見渡す限りの荒地には 低い木とユッカだ
 けが育っている ところどころにホビインデアンが 土で作った貧し
 い家に住んでいた 丘をなしているのは三疊紀の砂岩



ボンデローサ松の森 アリゾナ中央部スノウフレイク付近 台地上に
 は 針葉樹が繁茂している とくにボンデローサ松 (Pinus ponderosa) が多く この松葉は 3針で 毬果は非常に大きい

い。この地層は淡青灰色の泥岩と白色の細砂岩、褐色の砂岩からなっているのでその層の中の岩相の上下関係も一つの盆地の中ではっきりと肉眼で区別できる。アリゾナ州内の高原地帯の地質をみたのち、またテューサンの町にかえり、数日たってから空路東へ飛んだ。

アリゾナ州から東へニューメキシコとの州境をいつの間にかこえてしまっても、あいかわらず荒地の褐色の地帯が続くが、テューサンを出て約1時間もするとやや山勝りの地形となる。付近は二畳系からなっており、ここをこえると再び砂漠と草原のいりまじった地帯となるが、そのあたりから一面に石油の採油井がみられ、その規模の広さにはまず目を奪われる。地上に緑地が多くなったと思うころテキサス州に入る。

機上から眺めていると、このテキサスはアリゾナニューメキシコ両州とは全く景観がちがってきて、牧草地と池の多い単調だが穏やかで美しい眺めをたのしんでいる中に、北部の都会ダラスに着いた。

ダラスから北方オクラホマ州に至るまでも、こうして地表に地層の露出しているという所はほとんど見られなかったが、オクラマシティ付近では、折からの夕暗の中に平野にたつ無数の油井の頂にもった灯が、一面に輝いてみごとな眺めだった。数日をすぎたタルサ市も石油で有名な町だが、市中はゆるやかな起伏をもった丘の連なる広々とした所である。このタルサで石油会社その他の見学をすませ、数日後、私は再び西の方コロンビア州デンバーへむけて出発した。

オクラホマ州からカンサス州南部にかけては前と同じように耕作地が全面的に広がっている。コロラド州に入りデンバー市に近づくと、機の行手には雄大なコロラド山脈が白雪に覆われて見えてくる。山脈の東側のすそ野はゆるやかで、デンバーへ着く30分位前から次第に地形が高まって行くのがよくわかった。

山岳地帯

デンバー市のすぐ西側に接してそびえるロッキー山脈は、米国西部最大のものであることはいうまでもないが、デンバーを発った機は2回ほど市の上空を旋回して十分に高度をとってから山越えにかかる。この空路は山脈のやや低い所をかすめるが、南方には最高峰エルバート(Elbert)山など4000mをこす峰々がのぞまれ、折からの快晴に山々の雪が輝いて雄大だった。山脈の幅の広いことは思いのほかで、約1時間、距離にして400~500kmの間、峰々をかすめて飛んだ。この地域の地質は、おもに先カンブリア紀のアルゴンキアンで、片麻岩や花崗岩からなっている。そのためか地形上侵食の状況がかな

り一様で、切崖面が並んでいるようにも思え、雪線をこえた所があるためか、氷河による圏谷のような地形も眺めることができた。

この山脈をこえてまず降りた所はグランド・ジャンクションである。その地名のとおりここはコロラド越えのいくつかの道が出会う所。砂漠と荒野からなる盆地で、5月というのに40°Cをこえるかと思われる焼けつくような暑さにすっかり閉口してしまった。

飛行場の周囲は、白亜系といわれる砂岩と頁岩の互層からなる台地で、その頂きにはやはり更新世の玄武岩質熔岩がのっている。この熔岩流を上空から見ると、柱状の節理と台地の周縁部の崖の下にはその崩壊物が点在するのがよく指摘され、厚さや分布を決めることができ、ことに「メサ」上には熔岩は全く好適である。

ここから飛び立って南西に針路をとると、やがて再びアリゾナ州の北部に接近してくる。ちょうどコロラド川の北側に当るわけで、支流が高原を削って流れる所にジオン(Zion)国立公園がある。機がその真上をとぶあたりで、先行谷とか入ら蛇行の典型的な地形が手にとるように見えた。このコロラド川がフーバーダムによってせき止められてできた湖ミード(Mead)で湖尻にラスベガスがある。ここにちょっと降りてみると、砂漠と荒地の真只中で、カリフォルニアとコロラド両州からきた者にとってはよい休息地となり、ハイウェイのあちこちにモーターなどが立ち並んでいた。この平地からさらに再び西へ飛ぶと、砂岩と泥岩の互層、おそらく白亜系から第三系のもと思われる、比較的風化侵食によい互層が発達している地域があり、著しい樹枝状の谷や、いろいろ削剝の程度のことな地形をみる事ができる。ことに、大半の地層は東へ傾き、その傾斜すら推定できるほど明りょうである。この地域をすぎてまたシエラネバダ山脈をすれすれにとんでこえ、下降しはじめるとロス市はもうすぐ眼下にあった。

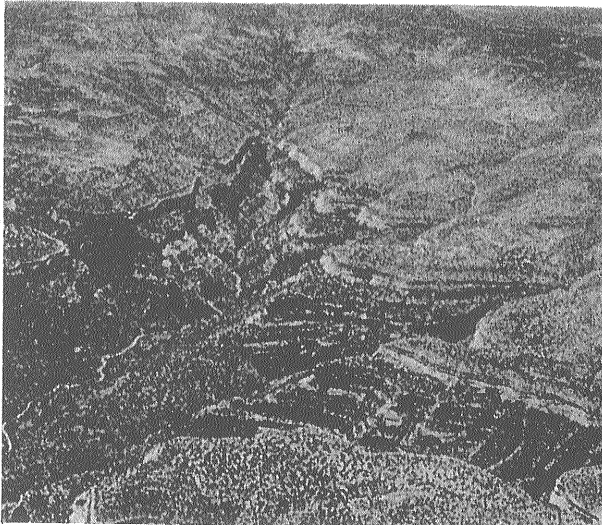
こうしてロス市から始まってロス市に終る間の4300kmにわたる空からの観察は終わったわけだが、西部一帯では地上における地物の障害とくに山岳地帯をのぞいては樹木などの密集している所が少ないため、空中からの観察によって、じゅうぶんに地質をよみとることができる。

ことに累重している地層も、ロッキー山脈地域をのぞいては大きな変動をうけても傾斜している所が少ないので、層序の判定にも役立つ。

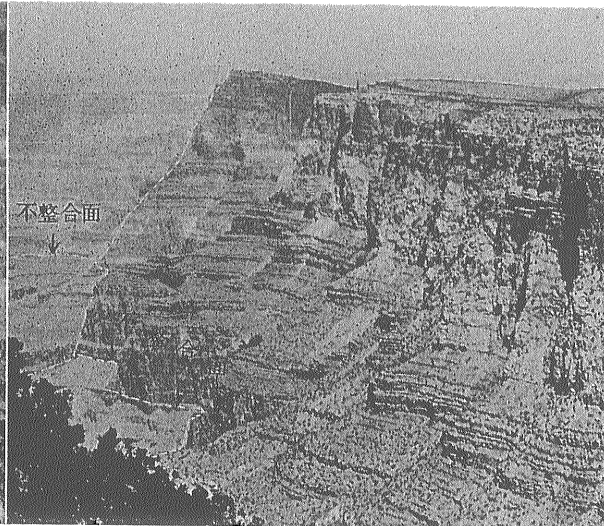
これらの事実を例としてわが国の空中写真判読と比較してみると、いろいろ面白い事実がわかるだろう。

(この稿をまとめるに当っては、地質部松野久也技官の協力をうけた。)

(筆者は 燃料部石炭課)

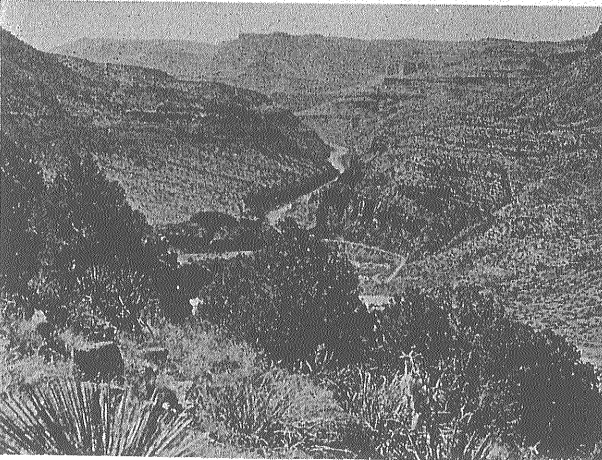


水平層によって構成される台地では、側方侵蝕に対する岩石の抵抗力が異なるため、谷は不規則に発達し、樹枝状パターンを示す。侵蝕に対する抵抗の強い岩石は、断崖あるいは急傾斜を示し、弱い岩石は緩斜面を作る。これらが交互に谷壁に露出し、等高線を見るようである。



不整合面

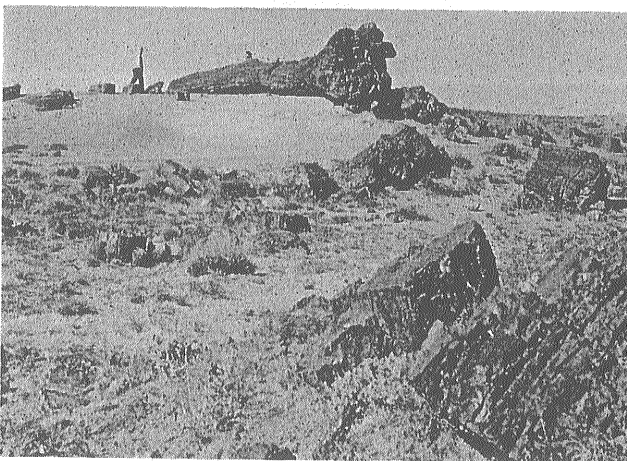
グランドキャニオン (Grand Canyon) ハーミッツ・レストから見た中央部の風景。最下部は先カンブリア紀の片麻岩類、白くくずれて見える。崖の中部下方から約3分の1はカンブリア系、その上に大きな不整合面があり、オルドビス系を欠く。台地最上面は石炭系、厚さ、カンブリア系以上2500m。



ソルトリバー・キャニオン アリゾナ中部にあり。下底部は先カンブリア系の花崗岩、最上部はカンブリア系、1500mの深さの溪谷が美しい。このような水平的な堆積層では、垂直写真は其の細部は判読できぬので、このような斜写真が有効である。



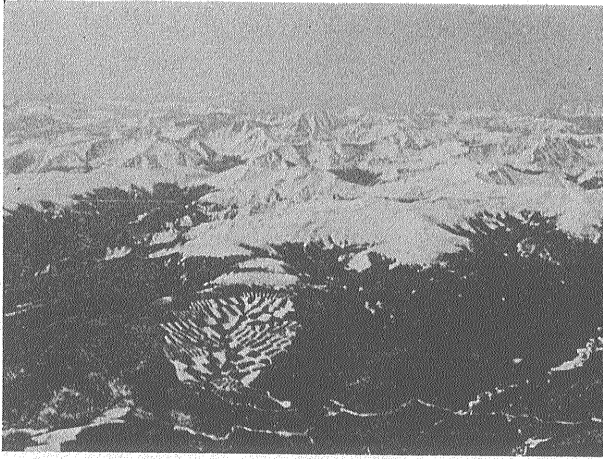
上部三疊系Chinle層 道路面の層準から化石木が多産する「化石の森」公園付近。岩相のちがいで地層の分布が一目瞭然である。



化石の森 (Petrified Forest)
上部三疊系Chinle層中には「めのう」となった南洋スギ (Araucarioxylon) その他が多産する。一面に「めのう」化した材が散乱し、人々は巨大な「めのう」の柱に目をみはる。

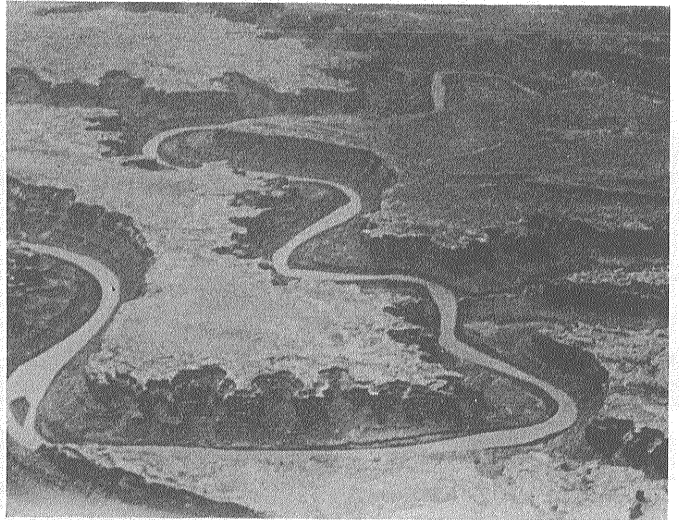
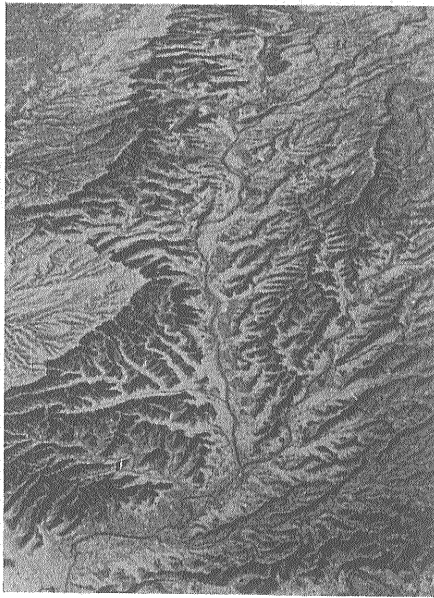


ロッキー山脈の中腹 この山脈の側面を走るハイウェイから望めば、トウヒ・モミなどの森林が美しい。



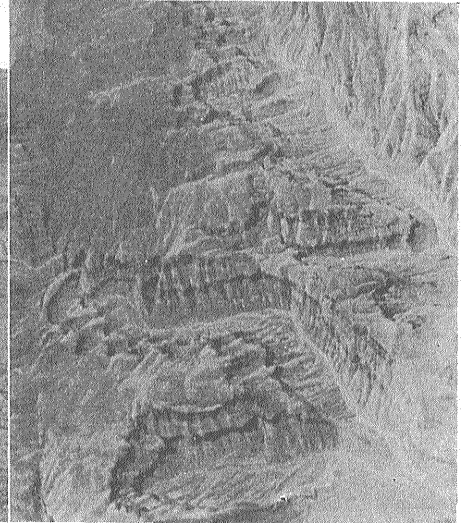
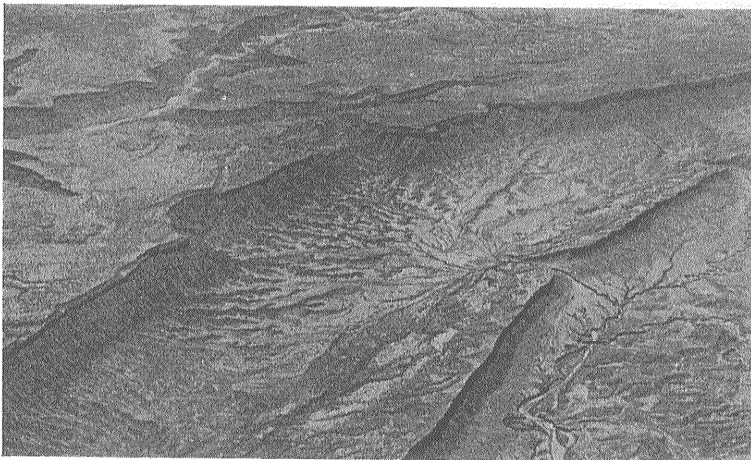
ロッキー山脈 彼方にはエルバート山が望まれる 山々の所々に永河でできた圏谷(左側雪線のすぐ上)のようなものが見られる(機上から)

台地の末端 コロラド州グランドジャクション(Grand Junction)周辺は台地が発達している その頂上には玄武岩の溶岩が広くかぶっている(機上から)



樹枝状水系 コロラド高原には枝谷が多く発達し美しい水系模様を作っている(機上から)

ジョン国立公園付近(機上から) ネバダ州ラスベガスに向う途中コロラド川の支流の上空を通る先行谷とかん入蛇行の模様をみているようだ ここでも水平層の描き出す模様は実に見事である。(機上から)



コロラド高原西方の互層 恐らく泥岩と砂岩の互層で 右手前では 走向南北 東へ傾斜しているが 左前方では ほとんど水平となっている 水平層の部分は 樹枝状水系模様によって特徴づけられ傾斜部分ではケスタを作り 水系と地質構造がよくマッチしている実例である(機上から)

樹枝状の流路 開析された谷はいくつもの枝谷を作っている コロラド高原の一部(機上から)