

山の地形と地質

黒田和男

はじめに

旅をする者の楽しみにもいろいろあるが できるだけ夜行列車を避けて 汽車の窓から移りゆく景色を眺めるのもその1つである。目の前を次から次と通り過ぎていく家屋敷 それをとりかこむ植木 水田や畑の耕作物 点在する集落 近くのそうして遠くの山のすがた これらが一体となって その地方独特の風景を作っている。人情風俗も 所かわれば品かわるもの。山の姿も 場所ごとにその場所でしか見られない特有の姿をもっている。たとえ急ぎの旅であっても わざわざ昼の列車を選び 次々と移り変る山の姿の特長をとらえてみるのも結構楽しく ためになるものである。というわけで 山の地形と地質という話をもちだして風景観察のご参考とすることにした。なおこれから述べる話についてはできるだけ 本誌連載中の 松野久也技官著「空中写真地質講座」とあわせ読まれることを願う。

まわりの土地よりも少しばかり高いところは たいてい やまと呼ばれている。東京の都心部にも 大内山 だの愛宕山 さらに待乳山といった呼び名が知られているほかに 谷に沿う低地から武蔵野台地のまわりの崖を見あげて ○○山と名づけているところが多い。

日本で最も高い山は富士山である。高さ海拔3776mのこの山は 駿河湾の北側に 成層火山特有の凸面をなす下に向けた微妙な曲線を 青空を背景に描き出して そびえ立っている。その富士山の名前を借用した○○富士の名称は各地に見られるが それらの山の大部分は富士山と同じような起源 すなわち誕生の歴史をもっている。火山の場合には 誕生の歴史と山のかたちとが非常に密接な関係にあるということがよく知られていて 火山地形学としていちおう体系も立てられ いろいろの書物にもよく述べられているので 皆様方はすでにご存

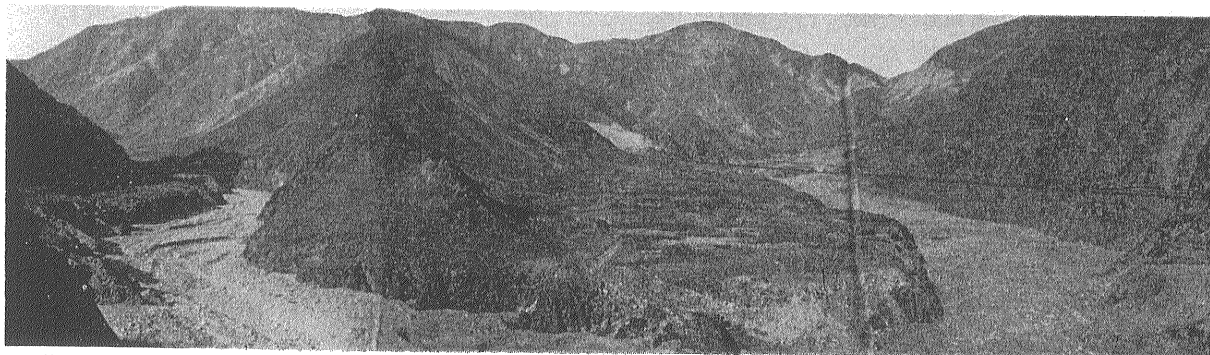
知のことと思う。たとえ1つの地域にいくつかの火山体が集合していたとしても 山のかたちを考える場合には それぞれの山体を全然別個に ひとつひとつ切りはなしてしまえることができる。言いかえれば 地形的には火山は それぞれ独立した誕生の歴史をもっているものであるとしてよい。これに反して火山でない山の場合には ふつうは連峯をかたち作り それが山脈をつくり その山脈がさらに寄り集まって山塊を作っているものであり それらは共通の素材で結ばれているから 地形を考えるのに少々面倒である。ひとつの山を考える時には かならずまわりの山が そうして山の相手としての谷がつきまとい 同時に考えを進めて行かねばならぬ羽目におちいるからである。

この文では 火山を除くふつうの山について その山のかたちというものが その山を作っている素材 言いかえれば岩石の種類とその組み合わせさっているようす それに地盤の運動のようすによって違うことをまず第1に 同じような山のかたちはどんな時にできやすいかを第2に そうして 山のかたちを考えるときには どのようにすればよいかを第3に 順序を追って説明してみることにする。

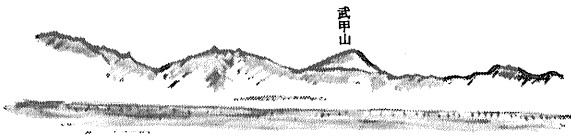
石でちがう山の姿

第1図は かつて私が本誌 No.56 に挿入したことのある写真を再びお目にかけるものである。ここには大きく分けて3種類の岩石群がある。

その1つは 写真前方から右のほうにかけて暗色にうつっているものである。ここに見える岩石の大部分は薄いチャートをはさむ粘板岩が かるい熱変成をうけた日本の古生層の中でもごくありふれた地層である。粘



第1図



第2図 関東山地のスケッチ

板岩は大気的作用によって表面から次々と細片に碎け分解して泥質の土となり 自然に あるいは雨水に洗われて常に斜面を落下するので ほぼ静止角に近い斜面ができています。チャートは 破碎されやすいが 分解して土にはならないので 細片となって雨水に洗い流されることも少なく その結果かなり突出した瘤となって山腹の中に残っている。したがって 山全体のかたちは なんだかであるとはいいながら なお多少のギザギザをもっている。

第2に 左後方に見えるかなり白みを帯びた石がのぞいている山は 花崗閃緑岩からできています。花崗岩系統の岩石は 大気的作用で表面から次々と細礫や砂に移りかわる性質をもち しかもその変化は割れ目に沿って急速に進行していく。谷がこの割れ目に沿ってくい込み 激しく細礫や砂を洗い流していくので 谷底近くでは非常に急で 山頂部へ行くに従って 斜度がゆるくなる逆U字型の地形を作りやすい。

最後の 右後方にみえる白色の岩石は石英斑岩である 石英斑岩にはいろいろあるが 大気的作用で化学変化をおこして斜度がゆるくなる粘土質のかたまりになって行くが 特別に割れ目が多いということもないから 分解した部分から斜度をゆるく取り除かれていくだけである。したがって 山腹から山頂まで一様な傾斜の 頂上のがった山ができる。写真では はっきり読みとれないかも知れないが この3種類の山のかたちの対照が 日本の山のごくふつうの姿である。

この写真に挙げた地域は 鉱害によって植物がほとんど育たないので 植物による土壌の保護作用がない。したがって 大気的作用によって岩石が斜度に侵され崩されていく過程がよく表現されている。実際植物がある場合には 土壌や植物のために 山全体がもっとふくらみ 丸みを帯びた地形となっている。

山のかたちを決めるもの

さて 地球の表面が大気にさらされている限り 地表のすべての場所は どこでも大気(と水)の作用を受けている。その結果 山は削られ 崩されて斜度がゆるくなる姿を変え 高さを減じていく。地表に働くこの作用が侵食作用といわれているものである。大気(と水)

による侵食作用は 大きく分けると次のようになる。
すなわち

- 1) 風化侵食
- 2) 磨食
- 3) 溶食

で これらのうち 日本の地形を考える時には 磨食と溶食は あまり大きな比重を占めていない。溶食は 石灰岩からできている山の場合には注意しなければならないし 磨食は 木曾谷の寝覚の床のような絶景を作ることが多いが むしろ谷のかたちそのものを話にだす時に必要となってくる。風化侵食は 要するに 岩石の風化作用と 風化生成物の運搬作用との結び合ったものである。運搬作用は重力 風 流水 氷 生物などによって営まれる。風化作用は大気(と水)によって営まれるが これをさらに分けると 次のようになる。

- 1) 破碎作用
- 2) 分解作用

ある種の岩石には この2つのお互いに別個の作用が ほぼ同じ比重で働きます ある岩石には主として破碎作用があるものには 主として分解作用だけが働きます。そこで いろいろの岩石を その風化のようすから分類すると

- a) 破碎作用 分解作用が同時に行なわれやすい岩石
- b) 破碎作用を主として受ける岩石
- c) 分解作用を主として受ける岩石
- d) 破碎作用 分解作用をとともに非常に受けにくい岩石

そうして それぞれの区分に応じて その岩石からできている山の形も おのずから決められてくるのである。

第2図は 関東山地のスケッチの1部分である。東京の近くに住んでいる人ならば 少し高いところへのぼると かならずこの山が目につくはずである。山の名前は 武甲山といい 秩父盆地の南側にあってハイキングの場所としてよく知られている。この山は全体が石灰岩からできていて 山麓には大規模な石灰岩採掘場とセメント工場がある。

石灰岩からできている山の特長は 岩盤全体がひとつのかたまりを作っていて その内部には雨水がしみ込みやすく 割れ目も少ないことである。ただ 地盤運動の結果とか その他の偶然のできごとで作られた大きな割れ目から 炭酸ガスを含んだ水がまわりの石灰岩を溶かしながら細く深く侵入して 鍾乳洞や特殊の石灰岩地形(カルスト地形)のできることがある。

武甲山と手をつないで 南側や西側に高い山が連なっている。この山々を作っている岩石は 粘板岩 砂岩

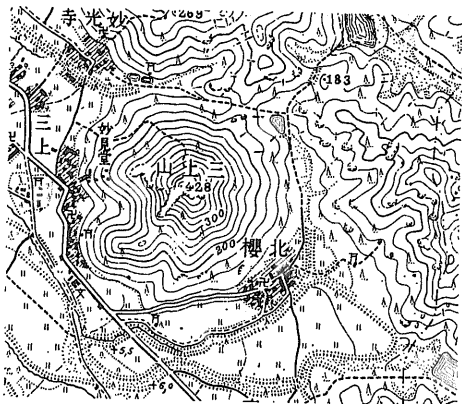


第3図 栗生山の遠景

輝緑凝灰岩 チャート 石灰岩などが入りまじって一連となった厚い地層であって しかもかなりの急傾斜をもっているから 空から真下を見ると この地層の断面を見るような状態ができあがる。 この一連となった地層の中にはさまっている石灰岩は ちょうど大きなレンズ状のかたまりが地層の中にまぎれこんだような形をもっている。 ほかの岩石が ちょうど第1図の暗色の岩石のような風化侵食の受けかたをするのとは違い この石灰岩は まわりから崩されるのではなく まるで水のかたまりが周囲からしだいに融けていくように 溶かされていくから ちょうどヘルメットを置いたときのような形ができあがる。 日本の古生層には 特別の地域を除いては このように大きな「だんご(団子)」のようなあるいはレンズのような状態で石灰岩が一連の地層の中にはさまれていることが多いので 顕著なカルスト地形を作るまでには至らず 山の所々に なめらかに丸みを帯びてやや突出している峯や瘤やふくらみが形成されている。

石灰岩でなくても 岩質がちみつで割れ目が少なく 表面の破碎があまり進行しないで もっぱら分解作用によって侵食が営まれていくような性質をもつ岩石は 平均して まるい山を形成する。 蛇紋岩 輝緑岩 輝緑凝灰岩のやや大きい岩体は よくこの形をもっており とくに蛇紋岩の大きな岩体からできている山は 地図をみただけでも区別がつくものである。

第3図は やはり日本の古生層としては非常にありふれたチャートと呼ばれる岩石からできている山である。 チャートの岩質上の特長は ちみつで硬く 分解作用をほとんど受けないが 破碎作用をよく受けるという点で



第4図 近江富士

	大 ← 破 碎 作 用 → 小			
大 分 解 作 用 ↓ 小	粘板岩 黒色) 緑色)片岩	頁 岩	流紋岩	石英斑岩
	花崗岩	玄武岩*		輝緑凝灰岩
	片麻岩	砂 岩		
		安山岩*	粘板岩 ホルンフェルス	玢 岩 輝 緑 岩
	珪質変成岩	チャート		石 灰 岩 蛇 紋 岩

第1表 A
固結岩石の風化度合
* 岩脈岩床を作っているものに限る

第1表 B 陵線の高度差が比較できる場合

	(1)	(2)	(3)	(4)
花崗岩	270m	400m	500m	
ホルンフェルス	400	460	850	
古生層	250 *	370 ***	700	
中生層	200 **			200m
輝緑凝灰岩				320

* 粘板岩～チャートの互層 ** 頁岩～砂岩互層
*** 粘板岩を主とする層

石灰岩とは全く対照的である。これが直立した地層の中に厚くはさまって どこまでも続いている場合にはこのように角のとれた起伏の多い峯ができる。山腹傾斜も非常に急で 山ろくには巨大な転石が積み重なっていることも珍しくない。チャートは 厚い地層としてよく連続する時には 山脈の骨となり 薄い地層として粘板岩の中にはさまっている時には 粘板岩と違った風化侵食の形をとるから 最初の写真の暗色部のようにとがった肩や瘤状の地形をつくり 地層が続くかぎり山の肩やとがった瘤が連続して現われる。チャートによく似た風化侵食の過程をたどる岩石 たとえばある種の脈岩類も 同じような形の山を作る。第三紀層中の玄武岩質岩脈などは 地図のうで露岩として記入されているから 割り合い目につきやすいものである。流紋岩質の岩石が岩脈をなしている時は 山は丸みをもたず 鋭くとがった陵線をもつ。最後に 岩石別の風化侵食の受けかたを 第1表にまとめておこう。

山のかたちで岩質の差を知る

今度は まわりの山を圧して 特異な形の山がそびえ立つときは どのような場合であるか 考えてみよう。火山以外の山の場合にも まわりの山とちがった特異なかたちをもつ山が突出していることは さきの武甲山の例をみても明らかなように 少なくとも まわりの山を作っている岩石～岩石群と 侵食の受けかたに大きな差があることを意味している。逆にいえば 同じような岩石～岩石群からできている山は 気候条件が同じなら 同じような形をもっているということである。

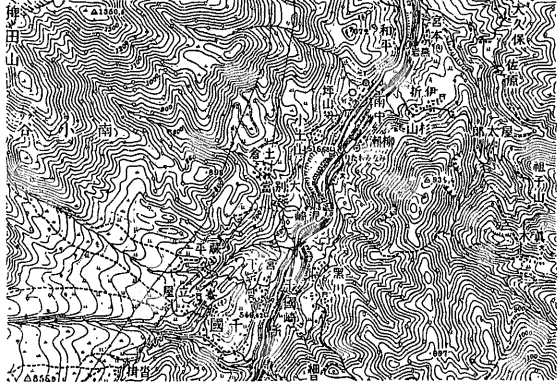
日本の表層地質区分
(地形-地質の相関性を示す)

区分	記号	地形	構成岩石	地質構造区分	摘要
I		沖積平野			
II		火山			
III		丘陵	未固結-半固結堆積岩		ケタ地形として表現される
IV		山地	硬質岩石を主とする		地質構造との相応性は低い
V		山地	硬質岩石	a. 西南日本内帯・東北日本 b. 西南日本外帯(仏像帯以北) c. 西南日本外帯(仏像帯以南)	第1表のような山のかたちの差がでる
VI		丘陵-山地	すべての岩石を含む	北海道西部	地質構造との相応性が高い



「ふとん着て寝たる姿や東山」このことばは 京都東山の姿をとらえたものとして あまりにも有名である。実際この句を口にしながら 京都東山の 同じ高さで丸みを帯びた山が連なっているところを見ると たしかにそのような姿に見えてくるから不思議である。

さて京都東山は 最初の写真の暗色部と同じ 古生代の粘板岩とチャートと砂岩とが重なりあっている地層からできている。この種の地層は 古生層の中では一番ありふれたもので 絵に描かれる日本の山の代表格とも



第6図a 白馬岳

いえる。ところで 各地方には「小京都」という呼び名をもつ都会がある。いずれも 山にかこまれた盆地の中心部にあり 川がその中心近くを貫ぬいている。気候風俗 それに その都会の由来・歴史が 京都に似かよっていることにもよるが まわりの山々のかたちで代表される風土 どことなく丸みを帯びておだやかな山をめぐらしている条件があるという点も 見落すことができないと思われる。

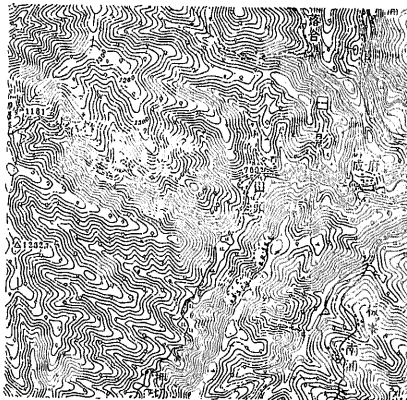
第1表に示すような わけへだでの激しい岩石がお互いに隣り合うと 極端な山のかたちの違いができる。たとえば 花崗岩の岩株をとりかこむ粘板岩ホルンフェルスや 花崗岩体の中にルーフペンダントとして残されたホルンフェルスはその例で 一定の高さで連なった山の間 に ひときわ高くそびえ立っている。

ホルンフェルスは 岩質がちみつで割れ目も少なく 表面の破砕作用もそれほど著しくないが その成因上 どうしても大きな岩体とはなりにくい。逆に花崗岩は破砕作用を容易に受け 割れ目も多く したがって次々と侵食されていく。そのような風化侵食の受けかた

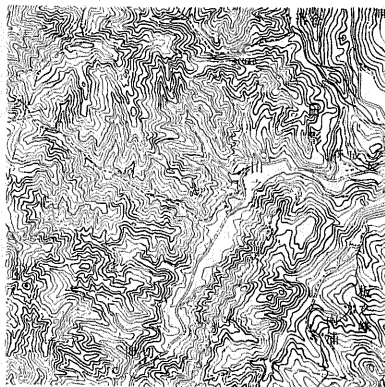
その受ける速さの極端な差から ホルンフェルスのほうが侵食からとり残されて 高い山ができる。ふつうは 富士山に似た逆三角形の山ができて 例えば琵琶湖の東岸にある近江富士(本名は三上山)のように ○○富士の名前で呼ばれることがある。同じホルンフェルスでも 一方だけが花崗岩と接し 他の方はしだいにふつうの粘板岩に移り変っているというような場合には 高度の差地形の差は 花崗岩と接している側にだけ はっきりと読みとることができる。



第6図b 白馬岳



第7図 a 白馬岳



第7図 b 白馬岳

写真地質の判読の手引きとして 水系異常や局部異状の中心部に鉱床の存在が予想されるというのは このような地形を実際に求めているのであり 間接的に岩株などの伏在を予想させているのである。第5図は 岩石の組み合わせと 侵食を助長あるいは衰退させるような地盤の運動をも考えて 似たような地形ごとに全国を塗り分けたものである。岩石の種類に応じた地形の特長は 同じ塗色の部分では共通であり 地形による岩質の推定法もこの図から考えることができる。

地形研究のために

上に述べたように地質と地形とは密接に結びついたのである。この事実は昔からよく理解されていて 地質調査のときの観察注意事項として 山のかたちをよく見る ということばが必ずどの書物にも見られたものである。しかしこれが仮に名前をつけて 地形地質学あるいは表層地質学 とでもするならば 学としての型態をとるにまで至らなかったのは 従来の等高線式地形図が主として地上の高いところから山を眺め その形を等高線という方式でスケッチしたものであったからであるといっても過言ではない。

空中写真から視野の中に実際の山のかたちを再現し 機械で等高線を追跡して地形図を描き出すという 今までは全く違った体系で等高線式地形図を作る方法が広く普及すると 山の形が客観的に描き出されること 等高線そのものにも客観性があることから 改めて地形計測が物理的にも意味をもつようになり 地形地質学に定量的な数値を導入することも可能になってきた。

参考のために 国土地理院の5万分の1地形図で スケッチにより描いた等高線と 空中写真測図の方法で描いた等高線とを比較してみよう。地形の大まかなようすは別として 細かい点になると実に多くの点に食いちがいが見られる。第6図では もとの図面では土倉北方の段丘を追うことはほとんど不可能だし 第7図では

地質に実によくコントロールされた地形が表現されていない。仮に地形断面図を作ってみたとしても もとの図面では微妙な点で食いちがいができ 遠景正面図となるとかなり違った感じに還元されることは明らかであろう。地形計測では 幾何学的な正確さで相対位置が示されている等高線と 同じく正確に図上に投影された地性線(稜線 谷線 傾斜の急変線など)があつて始めて正確なものが得られ かつ等高線や地性線に物理的な意味をもたせる

こともできる。もちろん 空中写真から直接地形計測を行なうこともできるが 地形の特長を表現する目的で行なう計測は どうしても等高線あるいは地性線を取り扱うようになるから とりあえず空中写真測図によって図化した地形図を用いてもよい。

地形と地質との結びつきは 山を作っている岩石の侵食作用の受けかたの差によるものである。すでに述べてきたように 破碎 分解作用によって山が侵されていく過程の難易 風化生成物が移動する過程の難易を示しているのが地形であれば それを計測してひとつの示数をひきだし 同時に岩石の種類も確定することによって 谷やくぼみの原因となる岩盤中の弱線の方向 弱線や割れ目の集中度風化度などが推定できる。たとえば 地質図では一色に塗ってある花崗岩の地域でも 新鮮な岩盤が露出している部分 深部風化の甚だしい部分 破碎作用を強く受けている部分などに分けることができる。

岩石のかたさ 風化に対する抵抗性 割れ目の集中度がわかるということは 土木関係 農林関係その他 いろいろの事業に寄与する応用地質の面に そのまま利用できる効用が とくに注視される。ただ この方面の研究は 最近になって進歩を見せてきたものであり 今後の発展に待たれるところが大きい。

それは たしか学童向けのうたの時間だったと思う。アメリカのカウボーイソング Red River Valley (赤い河の谷間という邦訳がある) が流れるテレビの画面に サボテンと幌馬車と岩山の組み合わせの動画がうつし出された。その山の形が 日本でもなければ ヨーロッパアルプスの高山でもなく 北欧でもない まさにコロラド河源流地域の山の姿をみごとに描きだしているのを目を見張った。作者が実に山の特長をうまく描いている点かなりあやしげな絵が多い中では とくに目立つ存在であろう。ちょっとした風景画の背景の山のかたちにも注意を払って見られんことを願います。

(筆者は地質部)

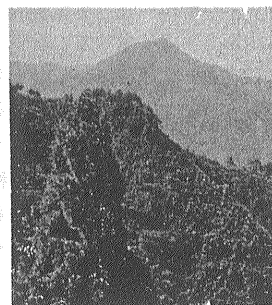


第 8 図
 右後方のまるみをもった山が蛇紋岩 左後方の突出した山がホルンフェルス 前方のやや低い山は花崗岩からできている
 ホルンフェルスの山は斜め正面から見ているためにかなりまるみをもっているようにみえるが 実際は鋭い稜線が伸びている【区分 v-a】



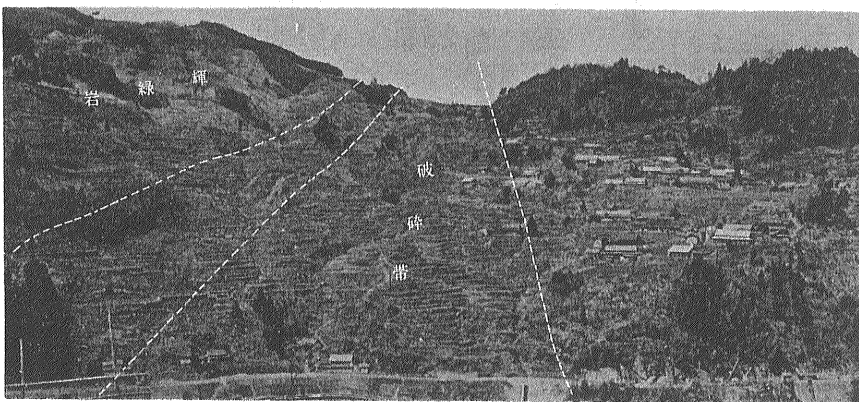
第 9 図 a

チャートをはさむ粘板岩の垂直層が どこまでも続いている高い山地 チャートの厚い地層があると 侵食からとり残されて 山のかたちは ホルンフェルスのそれに近いが 谷の刻まれかたがちがう

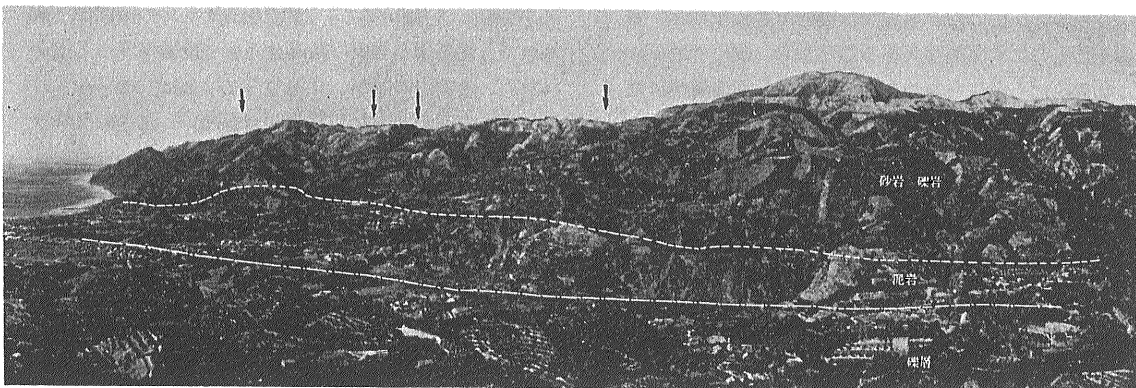


第 9 図 b

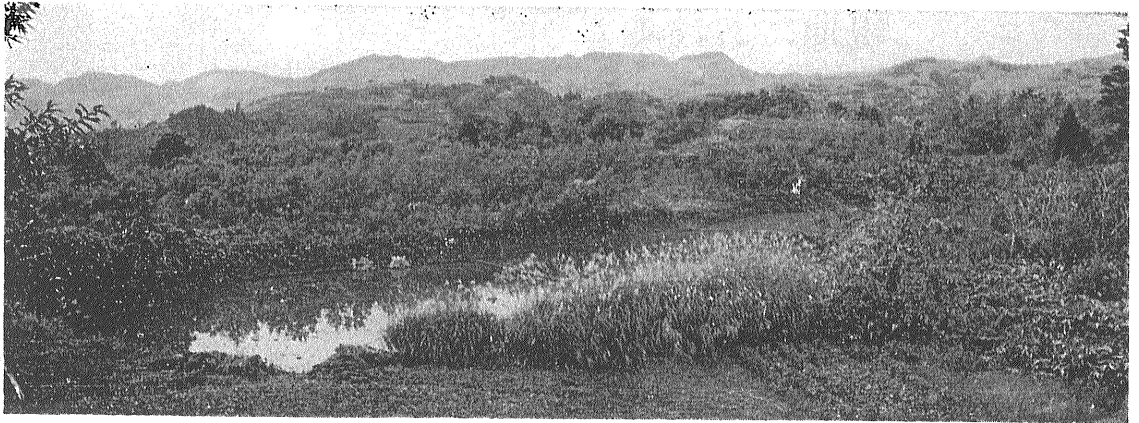
第 9 図 b のように突出



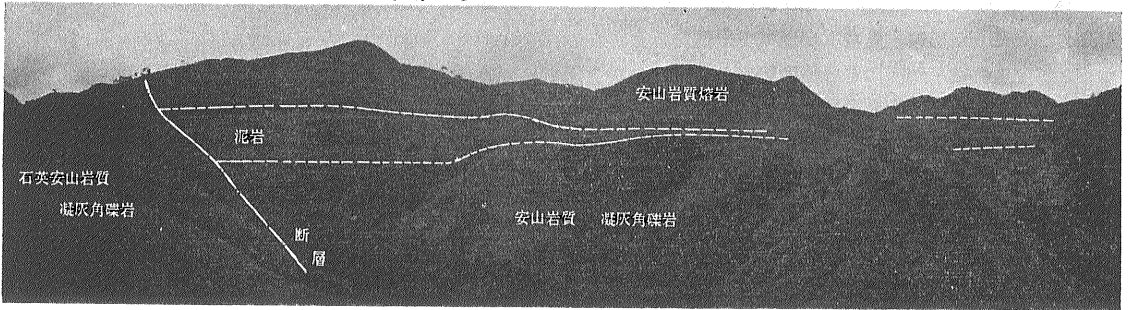
第 10 図
 典型的な破砕帯地形を示す 岩質は右側が石英片岩をはさむ黒色片岩 左側の中腹以上に輝緑岩があり 破砕部を通過して点線の範囲内が破砕帯となっている【区分 v-b】



第 11 図 つよく褶曲した新第三紀層からできている山地 写真判読で地質図を描くには最も困難な地質・地形条件である ここは破砕から上の部分が砂岩・礫岩層で 蛇紋岩・石灰岩式のふくらみをもった山容を示し 所々が大規模な地すべりで破壊されている(矢印の下) 破砕から下の部分は主として泥岩 前方の山は半固結の礫層からできていて その間 鎖線の通る位置を衝上断層が伸びている。



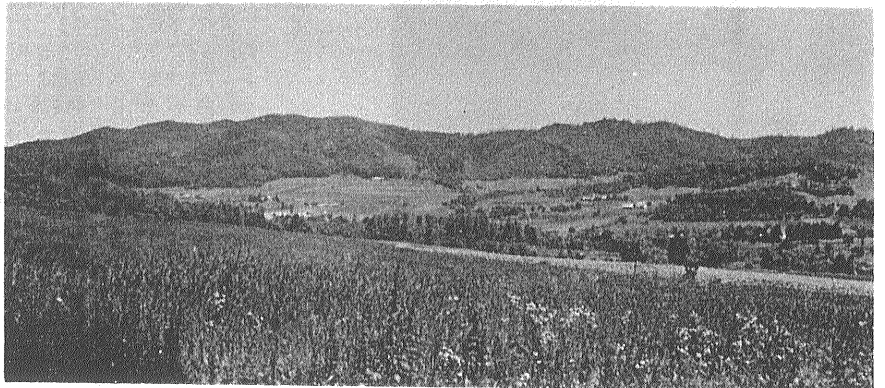
第 12 図 新第三紀の凝灰質泥岩・泥岩・砂岩互層が緩傾斜で分布しているところは 写真地質の方法が最も容易に使える地域である。ふつうケスタ地形がみられるが、しばしば大規模な地すべりで原型がこわされている。図はケスタ地形の緩傾斜側をみたもので、右方に地すべりによる異状地形が認められる〔区分 III〕。



第 13 図 熔岩・凝灰角礫岩のような火山性の岩石からできている新第三紀層が水平近く横たわっている場合、泥岩等異質の岩石がはさまっていると山の中腹に段ができる。このような段は人文上からも注目されやすい。写真中央部の山はちみつな安山岩質熔岩でできており、左側の石英安山岩質の凝灰角礫岩とは谷の刻まれかた、山のふくらみかたに差がみられる。



←
第 14 図 深部風化を受けた花崗岩の低い山地、多数の深い谷の切れこみが特徴的である。



→
第 15 図 ほとんど直立した先第三紀の砂岩・頁岩が分布している地域で、砂岩が侵食からとり残されて低い山地を作り、頁岩のところは厚い風化土層でおおわれている。谷の切れこみの状況を第14図と比較されたい。