

## 講座

## 土木計画における地形・地質情報の利用

## 6. ダム計画において留意すべき地形と地質

は 田

しのぶ<sup>\*</sup>

## 6.1 ダム調査における留意点

ダムとは、溪谷をせき止めて、必要とする水を貯める土木構造物である。ダムが完成するためには、ダム本体のほかに、余水吐、仮排水路トンネル、付替え道路や、貯水を利用するために他に導く導水路トンネルや発電所などの様々の工事が必要である。したがって、ダムは土木の華と称せられ、また、ダムの調査には地形・地質情報以外にも多くの点に留意しなければならない。

ダムは、洪水調節、かんがい、水力発電、上水・工業用水の確保、水力発電などの要求によって計画されるので、貯水すべき容量に見合った地形でないと、初めからダムの計画は成り立たない。

ダムの計画地点としては、一般に、峡谷をなし、貯水域は、広い谷地形をなすところが選ばれる。峡谷部は、概して岩盤の風化も少なく、強度の大きい岩石から構成されることから、体積の小さいダムで谷をせき止めることができる。貯水域の谷幅が開けたところ、あるいは盆地をなすようなところでは、有効な貯水容量が容易に得られるところから有利である。ただし、貯水域に、他の流域に抜ける鞍部が存在するかどうか見落すことがあってはならない。

ダムは谷をせき止めて水をためるものである以上、ダム本体や、周辺の地山から漏水を生じては、その目的を達することができない。

ダムのような大規模構造物には、使用する材料の質・量および採取地の遠近が問題となることが多い。

ダムの決壊は、下流に重大な損害を与えるので、貯水後のダムの安全性は十分に検討されなければならない。ダムの決壊原因には、地山に欠陥のある場合と堤体に欠点のある場合とがある。堤体の欠点は、設計・施工の適切でないこともあるが、使用材料が、設計上想定された十分な強度や遮水性をもっていなかった場合も含まれる。ダムの決壊に関連して、貯水池における大崩壊の発生による津波などもある。

最近、ダムの安全性に関連して、いわゆる活断層が問題視されることが多い。活断層は、別の言葉で表現すれば地震発生の問題であり、耐震設計において考慮すべき問題である。しかし、地震の大きさ、発生場所、生起時期など、いわゆる地震予知に関する研究がまだ不十分な現状におい

て、活断層のみを取り上げてこれを危険視する風潮には問題が多い。その理由の一つとして、活断層の定義に関する問題がある。活断層とは、「きわめて近き時代まで地殻運動をくりかえした断層であり、今後もなお活動すべき可能性の大きい断層(多田, 1927)」ということになっている。しかし、最近発表される多くの論文で活断層と称しているものは、現在から約200万年以前までを含む「洪積世に活動した断層」<sup>1)</sup>とするものがほとんどであり、繰り返した活動や土木上必要とされる近い将来の再活動について証明のないのが普通である。

本来、地質学者の考察する地質学上の時間尺度と土木技術の対象とする時間尺度(せいぜい200年程度)とは、著しく相違するのであるから、活断層についての話題は、慎重かつ冷静に聞くべきであろう。その上で、土木技術者は、それぞれにかかわりのある活断層について、耐震上配慮すべきかどうか、決定すべきもののように思われる。

ダム計画上、地形・地質情報で留意すべき点についての詳細は、「河川砂防基準:調査編,建設省河川局,1977」や「ダム基礎地質調査基準,財団法人日本大ダム会議,1976」などに定められたものがあるので参考とされたい。したがって、この講座では、基本的な事項について述べることにする。

## 6.2 ダムの貯水域および流域

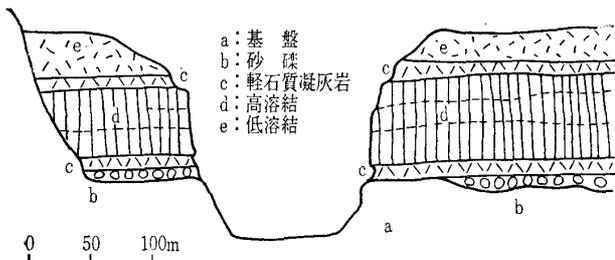
ダムの貯水域において、最も大きな問題は、貯水が他の流域に漏水しないかどうかということである。

九州の阿蘇火山を中心とする一帯は、いわゆる阿蘇溶岩が広く分布するが、この溶岩は、火山灰や軽石が噴出時の高熱と圧縮により固結した溶結凝灰岩(いわゆる灰石)であって、柱状の節理に富み、透水性が大きい。地形的に台地を形成する阿蘇溶岩地帯では、地下水位が低く、台地上は草原(もしくは畑地)となり、人家は井戸のないために少ない。また、噴出した火山灰や軽石が、当時の古い地形を覆ったことから、阿蘇溶岩下には、旧河川の砂礫を伴っており、透水性地盤を形成する。これと類似の地層としては、北海道の大雪山を中心とする溶結凝灰岩がある(図-6.1)。このような地点では、漏水が多く、計画した貯水が不可能になったり、貯水後漏水箇所グラウトを続けて漏水を減らす処理に苦勞した例があるので注意を要する。

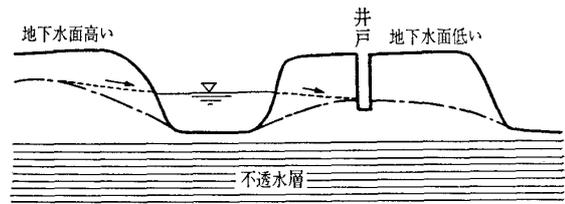
分布が広く、連続性のある石灰岩は、透水性が大きいこ

\* 兼用 地質調査事務所 取締役技師長

講座



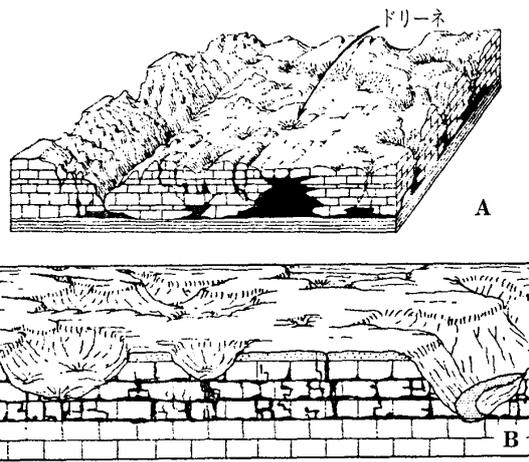
図一6.1 阿蘇溶岩（溶結凝灰岩）の台地



図一6.3 台地の地下水面と貯水後の地下水の流れ

多い場合、洪水による漂流砂によってダム貯水池は埋没しやすい。堆砂は、上流の地形・地質の2要素によってその多少がほぼ決定される（田中の式）。堆砂の多い地質としては、南九州のしらす、風化した花崗岩（まさ土）、富士山のような火山体周辺などがあげられる。地形的な要素としては、中央アルプスなど急峻な高山をひかえた流域があげられる。また、流域に構造線（大規模な断層）が存在する場合、地山が破碎しており崩れやすいことから崩壊地が多くダムの堆砂が多くなる。このような場所では、常時、河川水が白濁し、「濁沢」、「白土沢」などと呼ばれているので、そのような支沢には、砂防ダムを築造し流出土砂を少なくすることがダムの耐用年数を延長する上で望ましいことである。

貯水池の周辺における地すべりは、貯水位の上昇に伴う周辺の地山における地下水変化の影響を受けて、活動の激しくなることがある。しかし、現在も動きが見られ、かつ、貯水位に近いところの地すべりでない限り、その活動について予測することは困難であり、ダムによる貯水開始後の地すべり箇所でも事前調査時に予測された事例は少ない。このことは、ただ単に地すべり地形を見出して、勘にたよった判断や、地すべり調査手法の不十分さなどに起因するのかもしれないが、貯水池周辺の地すべり地形に長期間の動態観測が実施し難いこともあろう。したがって、人家密集地、国道、橋梁、トンネルなど重要な構造物で地すべり地形を通過するところなど優先順位を付して調査と対策を講じて行くことが望ましい。地すべり地形は、過去の地すべ

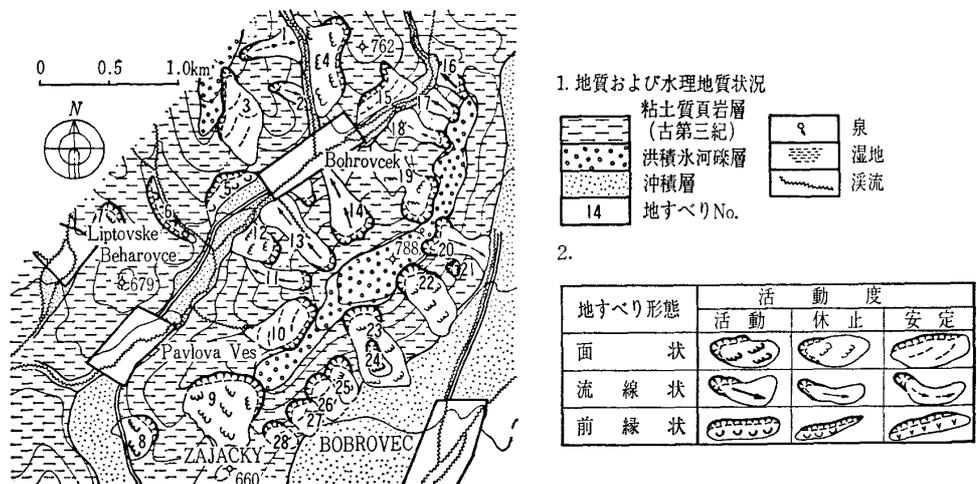


図一6.2 石灰岩地帯のカルスト地形と地下水面に沿う浸食の進行 (A. N. Strahler, 1960)

とで注意すべき地層の一つである。山口県秋吉台には、広大なカルスト地形が展開し、地下には有名な秋芳洞がある。秋芳洞は、石灰岩が地下水で溶食された空洞で、鍾乳洞と呼ばれる。したがって、ダム貯水池から他の流域にまたがる石灰岩体が分布する地質構造では、地表調査では発見しえない地下空洞を通じての漏水を覚悟しておいた方がよい。石灰岩地帯の溪谷や支沢において、ほとんど表流水が認められないことも、石灰岩層の透水性が大きいことを意味している（図一6.2）。

貯水域と他の流域との境界が段丘となっているような箇所では、透水性の段丘砂礫層が存在するものと考えて貯水位を慎重に考えてみる必要がある。段丘面上の井戸の水位（あるいはボーリングの孔内水位）がダムの計画水位より低いか高いかによって漏水の懸念の見当をつけることができる。すなわち、台地下の地下水面が貯水位より高ければ、地山の地下水は、ダム貯水域に向って勾配をなし流下するので、漏水は起こり得ないからである（図一6.4）。

ダム上流の流域に崩壊地が



図一6.4 Liptov 盆地の斜面変状 (Earl Brabb, 1979) 地すべり地をその変状と現在の活動状態（活動、休止、安定）によって分類

り跡で現在は安定しているもの、長期間の安定期を過ぎて不安定になりつつあるもの、現在すべりの始まっているものなど様々であって、特定の地すべり地形が現在どのような性格をもっているかは、古文書、入念な地元の聞き込み、ボーリングによる地すべり面の確認と傾斜計などによる移動観測（融雪期・降雨期）などによらないと判定し難い（図—6.4）。

ダム貯水後に地すべりを発生しやすい地質としては、四国中央に分布する御荷鉢変成岩類（いわゆる緑色岩類）、三波川変成岩類の黒色片岩と称せられるもの、東北地方のいわゆるグリーンタフと呼ばれる第三紀層のうち、温泉変質を受けて粘土化した地帯、および九州南部のしらす（雨期の崩壊）などがあげられよう。いずれも、軟質な表土層を形成しやすい地質である。

### 6.3 ダムサイト

我が国に分布する地質は千差万別である。しかし、ダム地点に選ばれることが多く、また広い分布を示す地質は、次のようなものである。

- i) 花崗岩に代表される酸性貫入岩類。
- ii) 硬質な砂岩・粘板岩・チャート・輝緑凝灰岩・石灰岩などから構成される古生層。
- iii) ほぼ古生層と類似の岩石からなるが、砂岩などは軟質なこともある中生層。
- iv) 軟質砂岩・頁岩・礫岩などから構成され、新潟県、山形県、秋田県などの油田地帯を中心に広く見られる新第三紀層。
- v) 新第三紀の火山活動に由来する安山岩・玄武岩・凝灰角礫岩・凝灰岩などで東北地方のいわゆるグリーンタフ地域の地層。
- vi) 中生代白亜紀に噴出した流紋岩質の火成岩で、岐阜県以西、大阪府、兵庫県、岡山県、広島県などにかけて分布し、濃飛流紋岩や高田流紋岩などと総称されるもの。

これらの岩層は、ダムサイトを構成する地質として、比較的遭遇する機会が多く、それぞれで工学的に似た性質と特徴を有しており、土木的な取扱いでは、それぞれ一つのグループをなすと見てよい。

すなわち、花崗岩類は、厚い風化帯を伴うこともあるが岩盤状況は、ダムサイトとして良好であり、また、古生層も問題は少ない。中生層は、赤色頁岩が膨張性を示すことがあるが、概してダムサイトとして良好である。

一方、新第三紀層は、概して軟質で、軟岩や中硬岩であり、高さ50m以上のコンクリートダムでは、岩盤のせん断強度が問題とされることが多い。

第三紀の火山岩類は、ダムサイトとして良好なこともあるが、温泉変質をうけ岩石がもろくなっていたり、断層破砕帯が存在して地質構造が複雑であったりする。

白亜紀流紋岩類は、岩石そのものは硬岩に属するが、割れ目に富み、しばしば異常な湧水や高い透水性を示す岩盤のことがある。

このほか、三波川変成岩類、御荷鉢変成岩類などの変成岩類は、紀伊半島から四国中部、九州にかけて分布するが、表層や断層付近で著しい片状構造を示し、はがれやすい特徴のある岩石からなる地層であるが、表層部を除けば概して問題の少ない岩盤である。

これらの岩石グループは、地形上にもそれぞれ特徴を示すことが多く、花崗岩は、中高のなだらかな山容を示し、中生層・古生層は、地層の走向にほぼ平行し並走する尾根筋や河谷で特徴づけられる場合が多い。

注意を要する地質として、第四紀火山噴出物、すなわち、火山地形をとどめる安山岩・玄武岩溶岩、凝灰角礫岩、溶結凝灰岩、火山灰などがあげられる。これらは、普通の堆積岩（水成岩）と異なり、地上に噴出して積み重なったために、複雑な地質構造を示すことが多い。溶岩境界には、旧表土層や、軟質な火山灰層などを挟んでいることがあり、透水経路となりやすい。したがって、火山山ろくのダム地点は、流域全般について注意を要する必要がある。

### 6.4 岩盤の透水性

ダムが貯水を目的とする以上、地盤の透水性には十分注意する必要がある。

砂・砂礫地盤は、透水性と一般に考えられている。しかし、岩盤においてもしばしば透水性を示し、目的とする貯水に失敗したダムも多い。

先に触れた火山周辺の溶岩地帯では、安山岩や玄武岩が美しい柱状節理を示すことがある。また規則正しい板状や方状の節理を伴う安山岩も見られる。噴出岩中の節理は、流動状態の溶融した溶岩が固結し冷却する際に生じたもので、一種の引張りき裂であるから、多少なりともその面は開口している。このため、溶岩層は一般に、透水性が大きい。また、溶岩噴出時は、当時の地表を覆うわけであって、植物根や表土を敷いており、このような層が透水経路となりやすい。岐阜県下から西方に分布する白亜紀流紋岩類も比較的透水性が大きい点で注意を要する。

石灰岩は、炭酸を含んだ地下水によって溶解し、鍾乳洞を形成したり、割れ目沿いに裂かが生じており、透水性岩盤の代表とみなし得る（図—6.2）。

透水性の岩盤地域は、地下水位が低いところが多い。ボーリングで孔内水位が常時低い岩盤は透水性地盤であり、山腹の支沢で表流水が全く認められない貯水池は要注意である。したがって、計画された貯水位標高の付近まで、どの支沢でも表流水がみられないところでは、地下水位が低く、漏水が懸念される地盤と考える必要があろう。

岩盤の透水性の確認は、ルジオン試験で実施される。ボーリング区間長5mにおいて、圧力10 kgf/cm<sup>2</sup>で送水し、

講座

そのときの透水量を5mで除し、1m当たりの透水量  $l/min$  でルジオン値とするのが一般である。

ダムサイトの場合、グラウトミルク注入によって透水性の改良が容易なルジオン値としては20~25と考えられているが、地下深部の礫層などの場合は、これ以上でもグラウトの注入によって処理した例はある。

ルジオン値1以下は、実用上不透水の岩盤とみなされるので、とくに透水性の改良を実施する必要はない。

6.5 割れ目の性質と方向性

岩盤は、岩石塊と割れ目とからなっている。したがって、その強度は岩石塊そのものの示す強度より低いはずである。

割れ目の多い岩盤は、割れ目の少ない岩盤より崩れやすく、したがって強度も小さいと見なされる (図-6.5)。

しかし、割れ目にはさまざまな形態があり、例えば、規則性のある割れ目を節理、規則性のないものをき裂というが、両者を含めて割れ目とっている。割れ目は更に、密着した割れ目、開口した割れ目、開口し粘土を有する割れ目、条痕を伴い青粘土を挟む割れ目などと区別する。

密着した割れ目から成る岩盤は、良好な部類の岩盤で強度も大きい。開口した割れ目の多い岩盤は緩んだ崩れやすい岩盤と見なされる。開口した割れ目に地表付近から浸透水によって運搬された赤褐色粘土が沈着したようなところも、緩み、かつ透水性の高い岩盤とみなされる。最後の割れ目沿いに青粘土を挟み条痕のみられるようなところは、地殻の圧力により岩盤が変形し、いわゆる破砕作用を受けたところで岩盤は劣化して弱いところと考えられる。このような観察は、露頭や試掘横坑の中で、単に岩石名を判定する以上に岩盤の性質を見分けるうえで大切なことなのである。

割れ目の傾斜方向は、斜面に対し差し目になっているか、流れ目になっているかの判定が斜面の崩れやすさの判断に大切なことから分かるように、岩盤の性質を知ることで必要なことである。

ダムは、力学的な構造物であり、力の方向に対し割れ目の方向がどのような関係にあるか、すなわち、力の方向と平行な滑動方向か、直角な方向の圧縮方向かを知っておくことは、ダムの安定解析上必要なことである (図-6.6)。

岩盤は、力の方向によって均質に挙動する等方体ではなく、方向によって性質の異なる異方性を示す物体であることを理解する必要がある。割れ目の方向性は、ある球面に割れ目の面が接する点 (極) で走向と傾斜を示し、その球面を等積図法で平面化したシュミットネット上の点 (面の極) で表

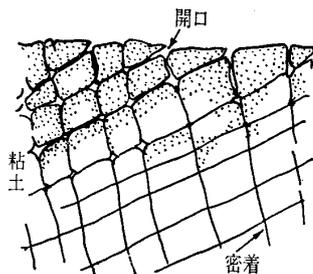


図-6.5 岩盤の割れ目と風化

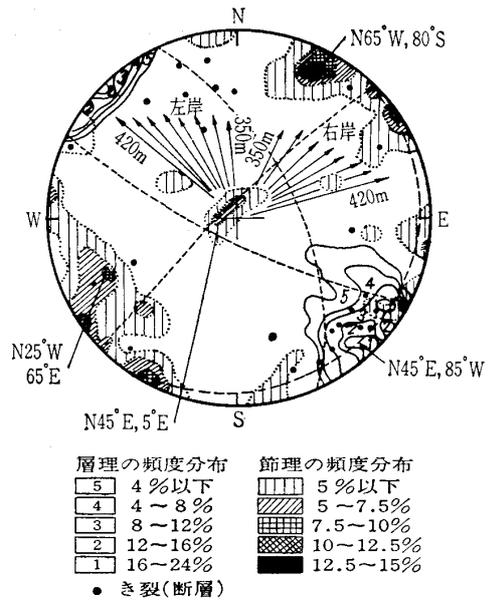


図-6.6 層理・節理・き裂のシュミットネットによる頻度分布図 (南半球投影)

す。一般には、シュミットネット上の面を示す極点の頻度分布で表す方法が使われる (図-6.6, 6.7)。

6.6 ダムサイトの岩盤区分

岩盤区分とは、岩盤をその性質によって幾つかに区分けすることである。河川砂防基準においては、『岩盤区分』と呼んでいる。「級」というのは、本来優劣を表す言葉で

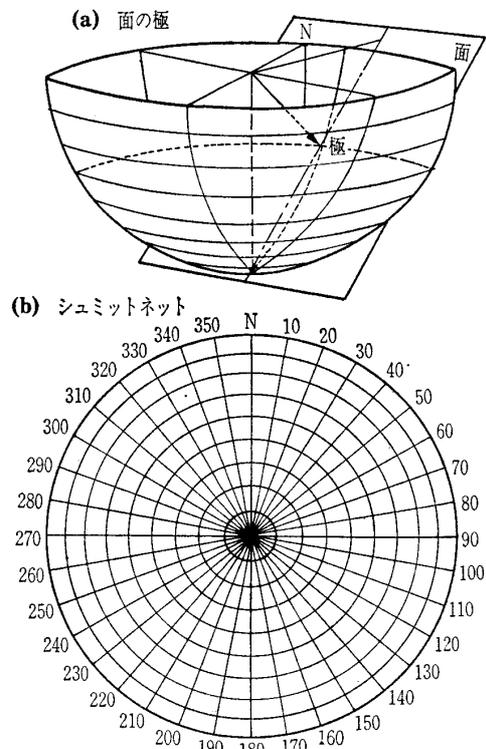


図-6.7 シュミットネットの使用法, 測定された面の走向と傾斜を面の極としてシュミットネット上に投影する。

あって、一時『岩盤等級』といった時代があった。しかし、岩盤には、土工の目的上、掘削性、透水性、圧縮性、弾性的性質など、強度的観点以外の性質も問題となるから、一概に岩盤の優劣を決め難いため「等級」という言葉は使われなくなった。したがって、正確に言えば、ここでいう岩盤区分とは、岩盤の風化による変化状況を肉眼によって区分したものである。風化によって岩盤は劣化する以上、新鮮な岩盤は、風化した岩盤より力学的性質は強いと考えるのは自然である。しかし、透水性をみると、花崗岩などでは、まさ状風化帯よりもその下位にある割れ目に富んだ風化漸移帯の方が透水性が大きい。

岩盤区分は、その表示法、区分の仕方にさまざまな提案があるが、ここではあえて、田中治雄による初期のダム基礎岩盤岩質判定基準を紹介しておく。その理由は、現在、様々ある区分が、おそらくこの田中の分類に出発していると見られるからである。表-6.1において特徴的なことは、名称C、D（等級や区分という言葉を使っていない）において2種もしくは3種に細区分されている点である。名称C-1は岩石塊の風化を意味しており、C-2は、岩盤の緩みを表現したものである。ダム基礎岩盤としては、たとえば岩石は新鮮堅硬であっても、緩んだ岩盤は、透水性などにおいて信頼できないことが示されている。その点、ボーリングコアの鑑定によった岩盤区分では、このような緩みの観点が脱落しがちのように思われる。

ボーリングコアの観察結果から、地山の状況を判定しようとする際、採取されたコアの硬さのみから地山状況を判定するのは誤りであって、コア片の割れ目の色、割れ目の接触状況まで入念に観察して判断しなければならない。

試掘横坑壁の観察では、岩塊の硬さ（風化の程度）や割れ目の頻度、割れ目の性状がよく判定できる。しかし、横坑掘削での火薬使用量は、ダム掘削時の火薬使用量より立方メートル当たりでみると、約2倍程度多いのが普通である。このことは、岩盤を爆破によって劣化させる割合が横坑内では高いことを意味しており、横坑内の割れ目は、実際のダム基礎掘削面より多くなっている。特に、表-6.1における名称Cの岩盤では劣化が顕著である。ボーリングにおけるコア長が、割れ目間隔をほぼ正確に示すのは、爆破の影響がないからと思われるが、風化帯や、弱い岩盤では、掘削時の回転や衝撃によってコアが碎けるためか、横坑でみる割れ目より逆に多い印象を与えることがある。

岩盤はある広がりをもっており、どこもその広がりの中で均質というわけではない。多少風化した部分があっても、その周辺が堅岩であれば良好な岩盤と見なされ、たとえば局所的に堅い部分があっても横坑切羽の8割の面積が風化していれば、全体を風化

表-6.1 ダム基礎岩盤岩質判定基準（参考）（田中 治雄）  
ダムの地質

名称	特 徴
A	極めて新鮮なもので造岩鉱物および粒子は風化、変質をこうむっていない。き裂、節理はよく密着し、それらの面にそって風化の跡の見られないもの。
B	岩質堅硬で開口した（たとえ1mmでも）き裂あるいは節理はなく、節理およびき裂はよく密着しているもの、ただし造岩鉱物および粒子は部分的に多少風化、変質跡が見られる。
C	(1) 岩質はかなり堅硬であっても風化作用のため、造岩鉱物および粒子は石英を除けば多少軟化した傾向が見られる。一般に褐鉄鉱等に汚染され軽打すれば、節理あるいは小き裂面に沿ってはく脱し、そのはく脱面には褐色粘土質物のごく薄層が残存するもの。 (2) 岩質は極めて堅硬であるが1~2mmの空隙を有するかなり大目の節理あるいはき裂が発達し、その空隙は時には赤褐色粘土質泥状物質を挟在し、水滴落下するもの。
D	(1) いわゆる風化作用を受けて造岩鉱物および粒子は変質をこうむり黄褐色ないし褐色を呈し岩質は著しく軟質のもの（誰が見ても風化岩と見えるもの） (2) 岩盤には大なる開口き裂あるいは節理が発達する。そのため岩盤は各個の岩塊に分離している。各個岩塊の岩質は堅硬であっても開口き裂または節理は煙草の煙あるいはカンテラの火を吹き込むこともあるもの。 (3) なお、その他、樹木の毛根が岩盤の節理あるいはき裂面に浸入しているのがみられるようなもの。

岩盤と判断せざるを得ない。したがって、岩盤区分は、大局的にみて風化しているか、おおむね新鮮かといった判断が大切であることを付言しておく。

なお、図-6.8、6.9は、山体の岩盤状況が、風化と緩みの程度でどのようになっているか、また、現在の岩盤状況になるまでの地史を示したものである。あわせて、局所的な新鮮部や風化部の大局的な取扱いも示してあるので注意して見て頂きたい。

### 6.7 堤体材料

ダムを建設する以上、コンクリートダムであれば、セメント以外に粗骨材、細骨材といった材料が必要である。フィルタイプダムであれば、莫大な量のロック材、トランジション材、遮水材料が必要となる。

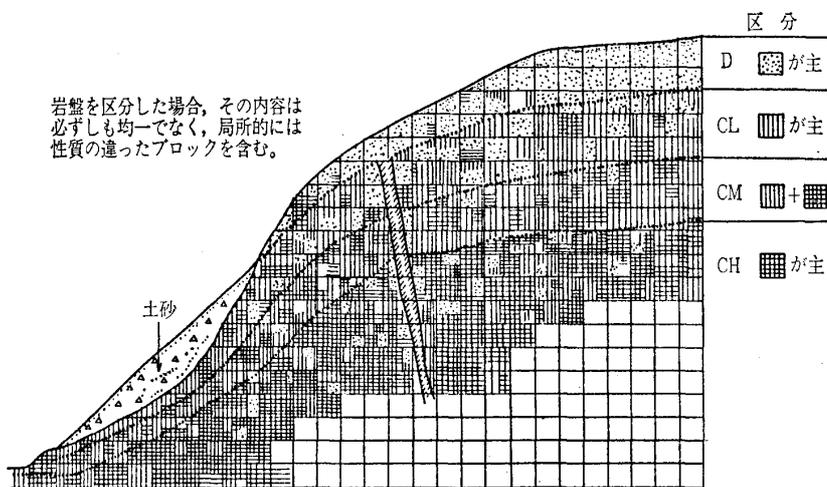


図-6.8 断面図に示された岩盤区分の境界とその内容の概念

講座

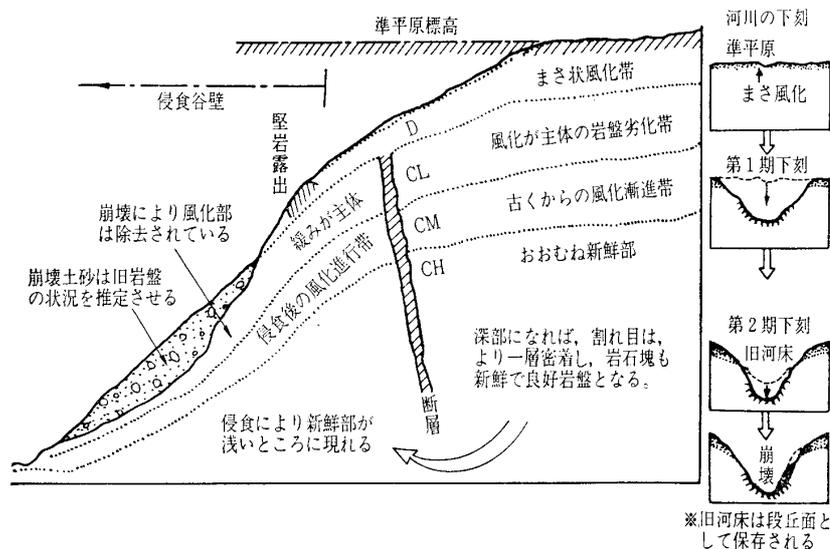


図-6.9 図-6.8の区分に対する地質学的解釈

これらの堤体材料は、ダムサイトの地質調査と並行して調査しておく必要があり、材料の考慮なしにダムサイトの調査のみを先行させることは片手落ちといわざるを得ない。

コンクリート用骨材は、河床砂礫が使用できれば簡便であるが、もし十分な量がなかったり、礫に泥岩、凝灰岩などもろいいわゆる死石が多い場合は、碎石を用いる。ロック材も良好な河床礫がなければ付近の山体を崩して使用せざるを得ない。これら原石山は、ダム周辺に容易に見出し得る場合とそうでない場合がある。

細粒の花崗岩や硬砂岩は、原石として優秀であるが、流紋岩質岩石は、しばしば比重が2.3程度と軽く、また耐風化性（凍結融解）に劣ることがある。誰がみても硬岩と判定できる岩石ならば、まず問題はないであろう。

フィルタイプダムでなければ建設できないといわれるダムサイトは、第三紀層（水成岩）地帯に多いが、この場合、最も困難なのはロック材の確保である。もともと軟岩系の地層しかない地域であるから、条件は厳しい。遮水材料も良好な粒度配合でかつ力学的強度もあり、十分な量をダムサイトの近傍で探すとなると苦労が多い。

このような検討は、ダム計画の初期において、広域に概査を行ってめどを立てておくべきであろう。

材料調査では、①質、②量、③運搬の便の三つの観点が大切であり、これらは、空中写真の解読や、既存の地質図においてある程度見当がつけられる。

良好な骨材は、急峻な山容をなす場所、周辺よりつき出した地形などのところに求めてみよう。このようなところは、硬い岩石からなる箇所が多いからである。一方緩い山腹斜面しかない低平な箇所は、風化帯が厚いか（土捨量が大きくなる）、軟質岩の分布するところかである。

土質材料は、山腹の崩落土砂（崖屑堆積物）や風化土に求めることが多いが、基盤の岩石の比重が軽い場合（例えば凝灰岩）には、それに由来する土砂はいかに転圧しても見かけの比重（いわゆる乾燥密度）は軽いので注意を要す

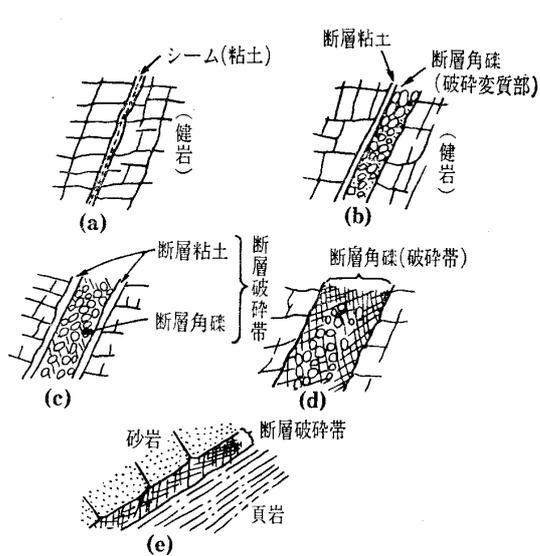


図-6.10 断層および断層破碎帯のいろいろ

る。

土質材料の適否は自然含水比に左右されることが多いので、谷間の湿地帯、日照の悪い北斜面、積雪地方における残雪地域など土取場の地形をよく見て決定すべきであろう。

これら各種の材料候補地（原石山、土取場）は、当初は数箇所を選び、運搬経路などの検討も加えて次第的に絞って結論を出すことが望ましいのである。

### 6.8 おわりに

ダム地点で留意すべき地形として以上述べたほかに、河川の蛇行、直線状の谷（断層線谷）や崩壊地形などによって示される河川の変更された様子を示す地形などがある。

また、断層に関する情報は、岩盤の力学的考察や漏水経路としての考察などに欠くことができない。断層は、いかなるダムサイトにおいても認められるのが、我が国のダムサイトにおける特徴であるから、断層の規模や性状について、入念に調査する必要がある。しかし、断層の具体的な状況は様々であって、一つのダムサイトで処理しなければならないような断層は数条にすぎないのが普通であり、むやみに断層を恐れる必要はない（図-6.10）。

本講座の紙数の関係もあって、具体的に多くのことを述べることができず表面的になったきらいはあるが読者諸兄の御了承をお願いして終わりとする。

#### 参考文献

- 1) 例えば、活断層研究会編：日本の活断層一分布図と資料一、東京大学出版会、1980。
  - 2) 多田文男：活断層の2種類、地理評、Vol. 3, p. 990, 1927.
  - 3) Malgot J. 他：Engineering Geological Mapping of the West Canpathian Landslide Areas, Bull. IAEG, No. 19, p. 118, 1979.
  - 4) Q. ザルバ他、松野久也・山口真一監訳：土木地質学（上、下）、大明堂、1980。
- その他、本講座 3. 「地質情報とは」の参考文献を参照のこと。  
（原稿受理 1980. 12. 16）