

電源開発とダムサイトの地質 (その2)

基盤の岩質

ダムサイトに絶対にあつてはならない岩石 もしくは直接ダムを載せてはならない岩石としては **蛇紋岩・石灰岩・新しい火山の集塊岩・段丘礫層** などがあり これらは漏水したり 崩壊したり 不等沈下を起したりするから最も危険なものである。また 凝灰岩・粘板岩・頁岩・各種の片岩・礫岩なども乾燥状態では堅そうにみえても 水中で崩れたり 軟化したり 風化したりするものが多いから ダム建設に不向きの場合が多い。輝緑岩・斑岩・輝緑凝灰岩なども風化して高いダムに適しない場合がある。

火山地方は一般に 漏水性の地質のところが多く 仮にダムは完成しても 上流側に湛水できない場合がある。

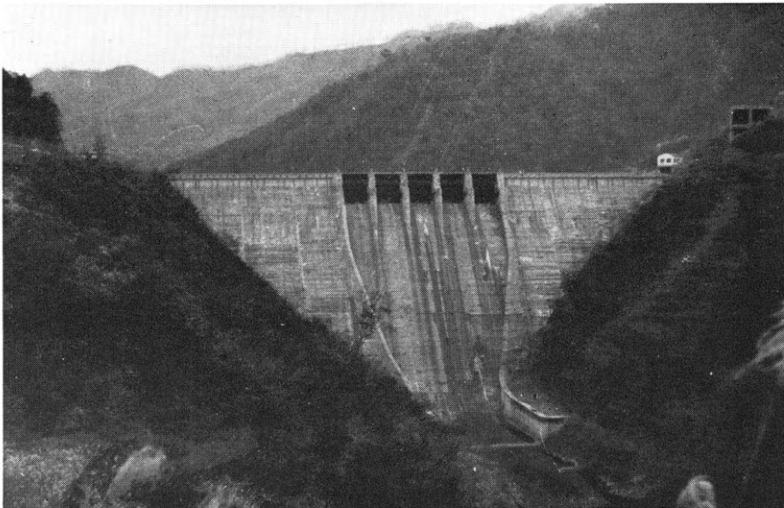
すなわち 熔岩は火山灰・火山砕屑物を挟んでいるから川原や河岸での露頭で いかにも堅硬・緻密に見えても 奥の方では多孔質の部分や軟弱の部分にとつて代つていたりすることが多く ダムで締め切る好適の場所がない場合が多い。

わが国では火山地方で 高いダムの建設に成功した例は思いのほか少なく 最上川水系の **赤川ダム** (堰堤高63 m) は安山岩のサイトで珍しくも完成した事例に属する。

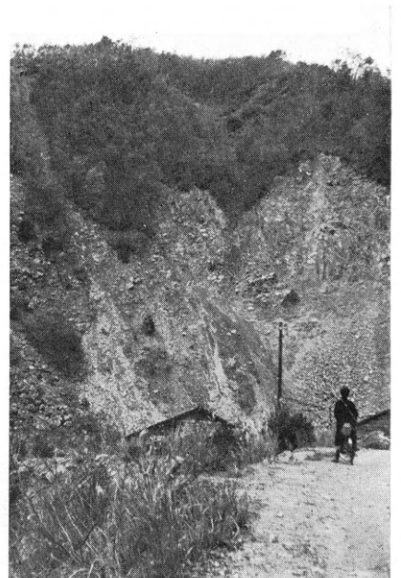
また新第三紀層の水成岩は ほとんど軟質な砂岩・泥岩・凝灰岩からなり 支持力に乏しいからせいぜい堤高は 40 m 位が上限である。ただ東北地方のいわゆる緑色凝灰岩層中には 非常に堅い地層の発達する所があつて 70m 位の高堰堤に適する地点がある。

このように岩質だけに限定していくと 結局わが国では古生層および中生層中の硬砂岩・珪岩・珪質頁岩などの発達する山岳地帯あるいは花崗岩・閃緑岩・石英斑岩などの深成岩・半深成岩などの広く分布する高原地方に 高いダムの建設が可能で地域があると結論することができそうである

また実際有名な高いダムの基盤は 多くはこれらの数種の岩石を侵蝕した峡谷に築造されている



高橋ダム (堤高 67.2 m 江川水系 神野瀬川 基礎は石英斑岩)



同ダム建設の際に材料を採取した原石山の遺跡

のが常であつて その規模が非常に大きい場合 (巾1m以上) とか 幅は狭くとも粘土を挟んでいるとか 破砕帯を伴なっているとか 水脈となつていたりとかの場合には工事に種々の支障を及ぼすことがあり また仮にそのきずを補修し得ても 湛水後にその延長線上のどこかで漏水したり ダムの不等沈下を起したり 付近の谷斜面に地すべりを生じたりして ダムの破壊 それに引続いて 起る重大な惨事の原因となることがある。

したがつて工事に先立ち できるだけ早目に断層・岩脈などを発見して 適宜の手当てをすることはいうまでもないが 土被りの厚かつたため 地表調査期間中に発見できず 河床や谷壁を削り取る工事になつてから断層が現われて戸惑うこと

も往々にしてあり ことに断層から水やガスを噴出したため そのほうの処理に追われて 工事が遅れたりすることも稀れではない。



このような裂隙は 地中でどのような状況をなすかを確かめるために傾斜ボーリングまたは水平横坑の掘さくを行つてみた上で 漏水性の有無 支持力の強弱を判定する もし地中で厚い粘土を挟んでいた場合は 粘土を取り去つて セメントを充填するに耐えるか否かを判別しなければならない

珪岩のダムサイトに口を開けた裂隙
(益田川高根ダムサイト)

そこで最初の踏査の段階において これら地質構造上のきずのない良好な地点を選ぶに越したことはないが 予定された地点に不幸にして断層・岩脈などを発見したときは できるだけ正確にその本質を突き止め それが悪質のものでないかどうかを判断し もし悪質のものならば ダム中心線を移動するとか 中心線の方向を振るとかしてそれが逃げられるように変更を進言しなければならない。

しかし経済上または設計上どうしてもその地点が捨て切れないような場合には 最も低廉な工費で かつ安全に断層などを征服し得る方策を 地質の側からも考究してみる 例えば その断層は幅が何m 深さ何mくらい切り取つてコンクリートに置き換えれば安全であるとか 断層がどの辺に頭を出す筈であるから 堤高を幾mくらい漸減すればひつかからないとか さらに百尺竿頭一步を進めて むしろグラビティダムを取り止めて ロックフィルダムの型式を採用した方が無難であるなど 広い視野から設計上に関する助言を進んで提議する位の識見をもつことも大切である。

地質調査所で調査した結果に基づいて 種々の進言を行つた例も少なくないが いずれも着工直前のものであり 詳細については差し障りがあるので省略する。

水力発電事業と地質調査

わが国水力発電事業は 水路式発電所の好適地が一応限度に達した後は ダム式発電所に代つたが ダムもその堤高が増すにつれ ダムサイトの地質の良否が明かに建設工事の死命を制するに至り ダムの地質調査も漸次精密 かつ厳格となつてきた。

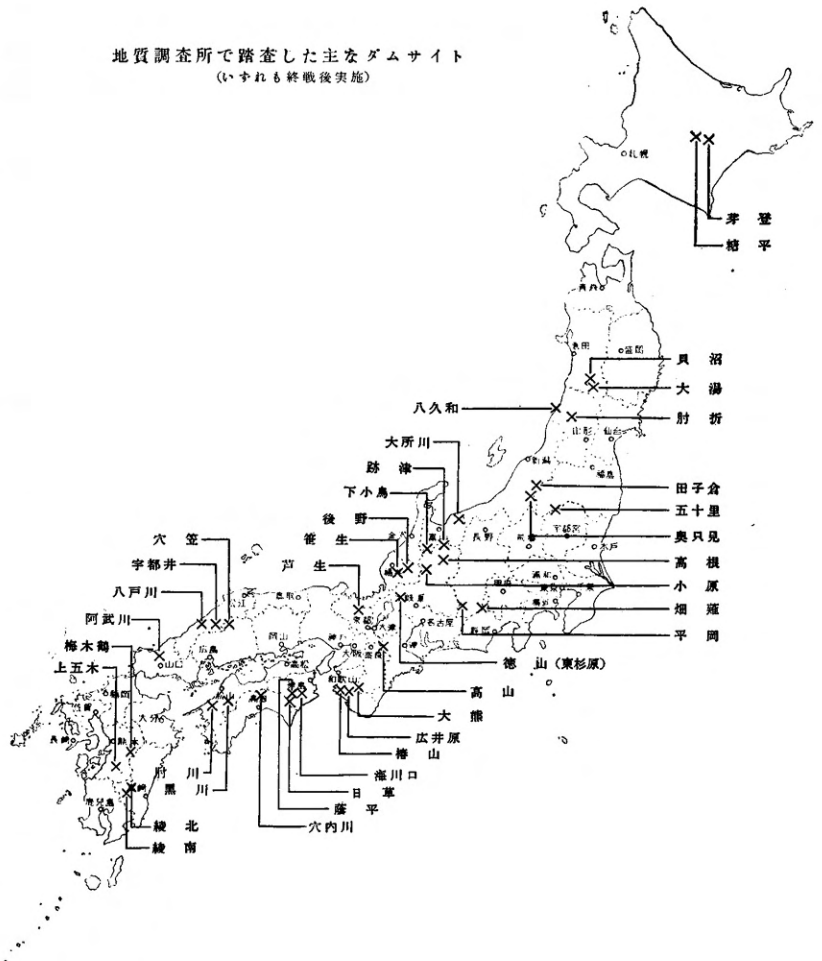
小牧・祖山 両ダムが建設された昭和4年頃の最大堤高は73~75mであつたが その後14年を経た昭和18年には木曾川水系に堤高84mの三浦ダムが竣工した。

戦後アメリカのT.V.A.の河水統制事業にならつて わが国の洪水河川の総合開発方式が重要政策として採り上げられるや米国の土木技術の輸入と相まつて 巨大な多目的ダムの建設ブームが起り ついに100mの高堰堤の出現を見るに至つた。

すなわち 昭和29年に木曾川下流に丸山ダム(96.5m)が完成し 30年には耳川の上椎葉にアーチダム(107m) 31年天竜川に佐久間(150m) 32年には多摩川に小河内(149m)という超弩級ダムの竣工を見るに及んで 正に百花りようらんたる有様となつた。

このような華々しい土木技術の飛躍の蔭には 人目にこそ立たないが 100m級以上のダムにふさわしい土地質の調査方法もまた日進月歩の発展を遂げてきた。

地質調査所で踏査した主なダムサイト
(いずれも終戦後実施)



ダム建設のための地質調査

ダムサイトの地質調査の要領は 前にも述べたように 新鮮な岩盤に達するまでの風化層の厚さ 基礎岩盤の支持力の程度 漏水・崩壊の原因となる断層・亀裂・岩脈・未固結層の在り方 地下水に触れて理化学的变化を起すような岩層(蛇紋岩 石灰岩・千枚岩・頁岩など)の分布などを究明することである。

最初の踏査段階では 上述のような要点を地表調査で平面図・断面図に描き示し 次の精査の段階では 踏査成果を確認するために試錐・横坑の掘さく さらに堅坑・河底隧道の掘さくによりダ

ムサイトの立体的な地質状況の観察を行う。

一方弾性波探査を応用して 地表下の岩盤の固結程度を知り その立体的分布状況を断面図で示す。また試錐コアの採取率の大小をもつて 岩盤のもまれ方を代表させる。

このように 一方では地下の岩質を肉眼で観察し 他方では基盤の性質の定量的な表現を試み ダムサイトの地質的立体像を描き出してみて そこで初めてダムの建設の可能性が判定できる資料が出揃うのである。

土木技術者はこれらの資料によつて果してそのダムが着工できるものか否かの判定を下し また建設費を見積り 作業の段取りを急ぐことになる

のである。

地質調査所におけるダム調査

地質調査所では 戦前にはダム調査を実施したことを間かず 昭和26年に当時の公益事業委員会からの委嘱で 12地点ばかりの地質調査を試みた。

当時としては 1/5,000~1/10,000 の地形図または航空測量図について 湛水池およびダムサイト全般にわたる地質図を完成する作業方式がとられたようである。

その後 昭和29年以来毎年3ヵ地点位ずつ ダム地質関係の調査をとりあげるに至った。そして土木技術者の要望により 焦点を漸次ダムサイトに絞り 湛水地域の方は簡略化するように改められて行つた。

最近 は ダムサイトには約 1/500 の地形図を使用して 地質図とその断面図を作製し 試錐・横坑掘さくに必要な資料を 提供するのをたてまえとしている。

また横坑・試錐などの位置の指示を行うために 準精査ともいふべき段階の調査も行い 要すれば岩質を刻明に調べるために トレンチを中心線に沿つて掘ることなどもある。

一方このような一般的開発調査の他に 調査技術の向上を目標に新しい試験研究として 岩盤の支持力測定のために アムスラー耐圧試験に代わる試片の弾性率測定を行つてみたし また近々携帯用ハードメーターによるピッカース硬度測定も予定している。

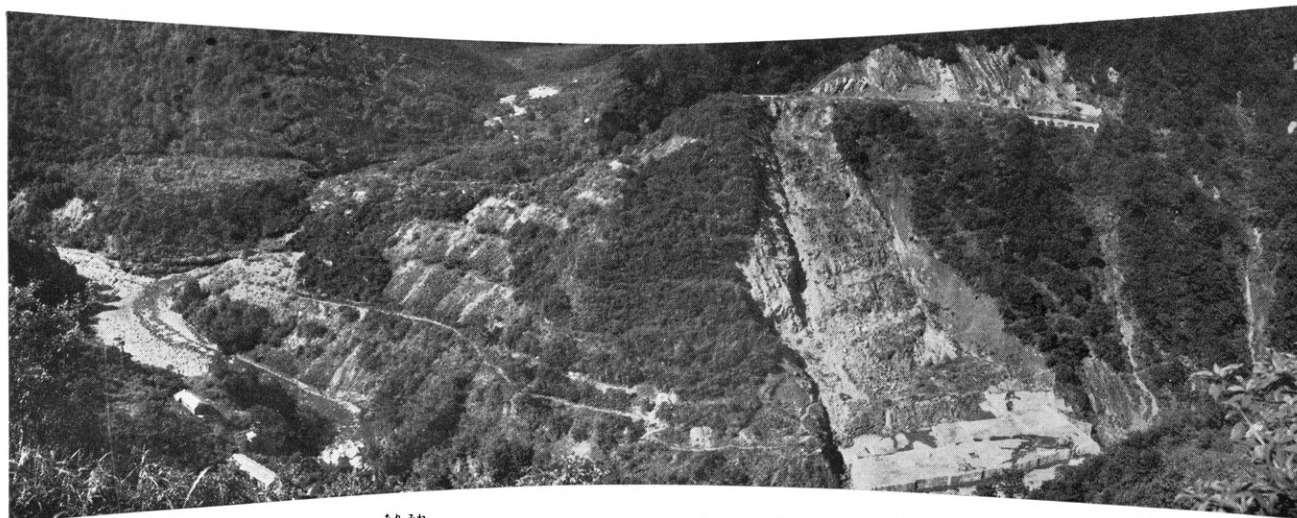
風化土層や砂利層の厚さの間接測定のため 川底で電気探査を利用して 比較的好結果を得たこともある。このような測器による試験から岩石の物性を定量的につかんでみることは 手近な新調査法発案の糸口となり 同時に土木地質学の進歩にも貢献をなすものと思われる。

今後は物理的・化学的方法を極度に利用して 現在肉眼観察に頼つている 断層の発見や風化層の厚さ測定なども 測器をもつてする間接的・客観的な方法に 逐次置き換つていくに違いない。

第4次包蔵水力調査への地質調査所の協力

昭和31年以来 通産省公益事業局では わが国に残された未開発の水力発電の余地を徹底的に調べ上げるため 地方通産局・電力会社を動員して現地作業を開始した。

地質調査所もその協力を要請され 対象河川の高堰堤については 準精査の段階で参加すること



ありま
有峯ダムの建設工事現場(予定堤高140m 常願寺川水系)
基礎の地質は写真の白く削った部分が石英斑岩でそこを外れると礫岩となる
余り良好な所ではない 中心線が折れ線となる珍しいダムである

になり 31年度には那賀川・揖斐川・筑後川・江川・九頭竜川について調査を行った。

さらに 32年度には仁淀川・大井川・成羽川などについて調査を実施する予定である。

付図には今次包蔵水力調査の対象となる高堰堤の位置をプロットして示した。

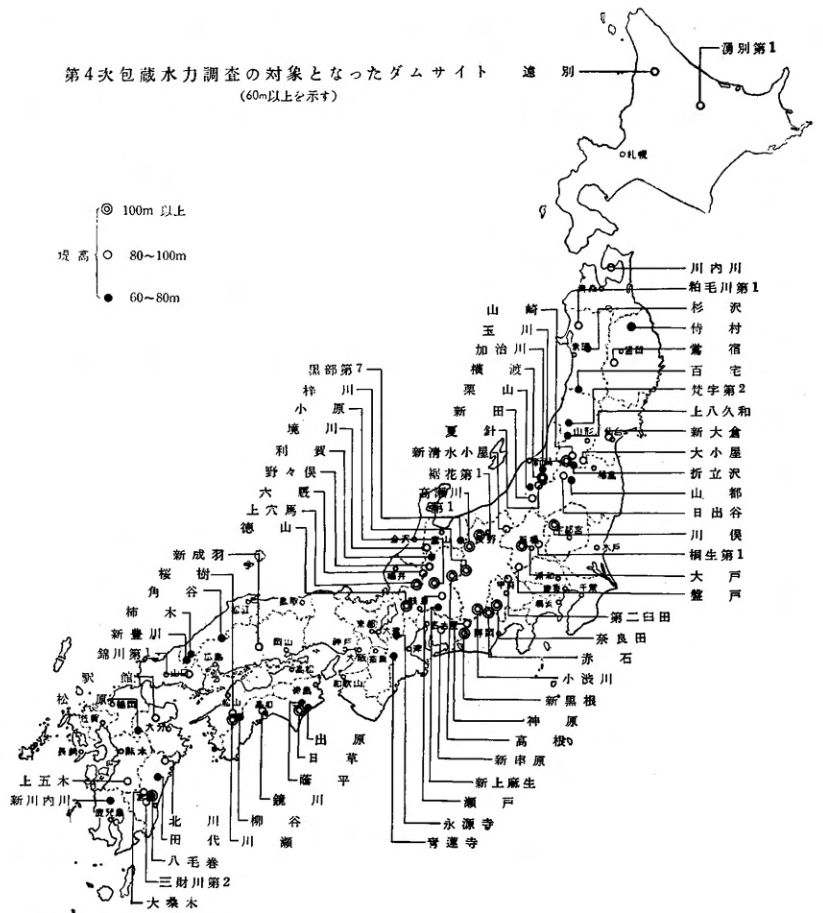
60m以上のダムサイトが70カ所を超え 100m級のものは18カ所も数えることができる。

現在は地形測量を主とする段階であるが その成果としてダムサイトの標高・地形・貯水池容量・落差などが明らかとなれば 流量調査の成果と相まつて正確な発電量が判然としてくるし 経済的に有利な地点に対しては 直ちに建設にまで伸展してくるに違いない。

地質調査所も明年度以降にはこれらの地点の地質調査に積極的に乗り出さなくてはならない。(完)

(地質部 応用地質課)

第4次包蔵水力調査の対象となったダムサイト (60m以上を示す)



下の2つの表は高さ 85 m 以下のダムについて その地質との関係を示したものである 多少古い資料から抜粋してあるが ダムの高さ と 基盤地質の関係を理解する参考となろう

主要な重力ダムの高さ と 基盤地質の関係

主要なアースダムの高さ と 基盤地質の関係

基盤地質		ダムの高さ m	ダム数計	ダム数百分率
大別	岩石名			
火成岩	花崗岩・石英斑岩	84・69・60・50・49 49・45・43・42・41 40・34・34・33・32 31・31・30・30・29	20	38.5 46.2
		石英粗面岩・安山岩		
古生層	結晶片岩 珪岩・粘板岩	70・68・32	3	5.8
		76・62・60・57・54 46・40・35・29	9	17.3
中生層	石灰岩 その他	64	1	1.9
		41・32	2	3.8
第三紀層	集塊岩・凝灰角礫岩 凝灰岩 砂	41	1	1.9
		41・37	2	3.8
第三紀層	集塊岩・凝灰角礫岩 凝灰岩 砂	75・47・42・40・39	5	9.6
		37・30・29・26	4	7.7
計			52	99.9

基盤地質		ダムの高さ m	ダム数計	ダム数百分率
大別	岩石名			
火成岩	花崗岩 安山岩・石英粗面岩	29・27	2	9.5
		29・26	2	9.5
古生層	粘板岩	34・33・29	3	14.3
中生層	珪岩	32	1	4.8
		36・30	2	9.5
第三紀層	砂岩・頁岩	29	1	4.8
洪積層	砂質土壌・粘土	37・34・32・32・30 30・29・28・24・23	10	47.6
計			21	100