

京都府高山堰堤地点地質調査報告

尾原 信彦*

Résumé

Geological Researches for Takayama Dam Site, Kyōto Prefecture,

Accompanied by Electric Resistivity Prospecting

by

Nobuhiko Obara

The pre-arranged dam site of Takayama is situated near the conflux of the river Iga and the river Nabari, the both being the upper tributary of the river Yodo. It is difficult to know the thickness of the weathered zone of base rocks by only tracing outcrops along route surveys, because rocks prevailed near the dam site are granodiorite which is apt to be decomposed to a considerable depth owing to weathering action.

The author intends to know the thickness of soil with semi-weathering zone upon the right side ridge of the dam site by means of electric resistivity method. The thickness of detritus which accumulated on the river floor is also estimated by the same method, using a boat provided three traverse lines in the river bottom.

The result obtained by the author is quite concordant with the data which have been gained by cross-cut works and also by seismographic prospectings under the auspices of Kinki-chiho Construction Bureau.

Leakage of water would never occur, because the level of the uppermost fresh rocks on the right side ridge exceeds by 13.5 m above the level of the dam top projected. It may, however, be advisable to shift the dam center 100 m southwards, so as to avoid an unexpected emergency. At the same time, the shifting of the dam center to the south would be economical, because the detritus accumulated on the river basis become so thinner that the certain volumes for the dam body could be saved.

1. 緒 言

電源開発の進展に伴ない、従前の主要な開発対象であった水路式発電所の好適地が少なくなり、水路式にかわつて堰堤式発電所の建設が登場し、さらに堰堤の高さも漸次増大する傾向にある。したがつて堰堤の基盤の地質が、莫大な重量に耐えうるや否やという吟味に一層厳密さを加えてきた。

堰堤地点の地質調査の方法としては、その岩質によつては一例えば珪質砂岩—従来通りの地表露頭調査だけで充分間に合う場合もあるが、沖積層・火山灰層等の堆積

が著しい所とか、花崗岩類のような深層風化を起し易い岩類の場合には、単なる地表調査だけでは、新鮮な岩盤までの厚さを推定するのに困難を感じる場合がある。それゆゑ各種の補助的手段を利用し、あるいは電気探査法・弾性波探査法を応用し、あるいは直接に横坑を掘つたり試錐を行う場合が多い。しかし弾性波探査にせよ、横坑掘鑿もしくは試錐調査にせよ、非常に高価につくことが明らかなので、比較的低廉かつ簡便な方法をもつて「被り」の厚さを測定することができれば、当所に課せられる程度の概略調査にはまことに望ましい。そのような意味で、1つの技術研究の試験地として、京都府下の高山堰堤がとり上げられた。

* 地質部

この堰堤はかねて公益事業局からも調査の要望があり、他方昭和28年6月の大洪水後の対策として、洪水調整用堰堤の建設地点として緊急にとり上げられ、28年末から近畿地方建設局の手により、堰堤築造のための精密調査を実施し始めた箇所である。したがって比較資料の得られる関係もあり、堰堤地質調査技術の研究試験地に適していると考えられた。

なお近畿地方建設局では、29年度も引続き精密な調査を続行する由であるが、筆者の調査時(昭和29年6月)に先立って作製されていた未公表の資料・図面類は、同局計画検査課長吉田喜市氏・同課大石技官ならびに京都市工事事務所長白善武市氏の御好意により、閲覧・模写等の便宜を与えられ、本調査研究のために多大の参考となった。また大阪通商産業局公益事業部長木内忍氏・同発電課長石井健夫氏は調査実施に関し、種々の便宜を与えられ、なお同発電課の伊藤技官・津郷技官には現地への案内をして頂いた。なお岩石の鑑定には当所平山技官に検鏡をお願いし、また本文の電気探査の章は加来技官に校訂して頂いた。これら上記の各位に対し深甚な謝意を表する次第である。

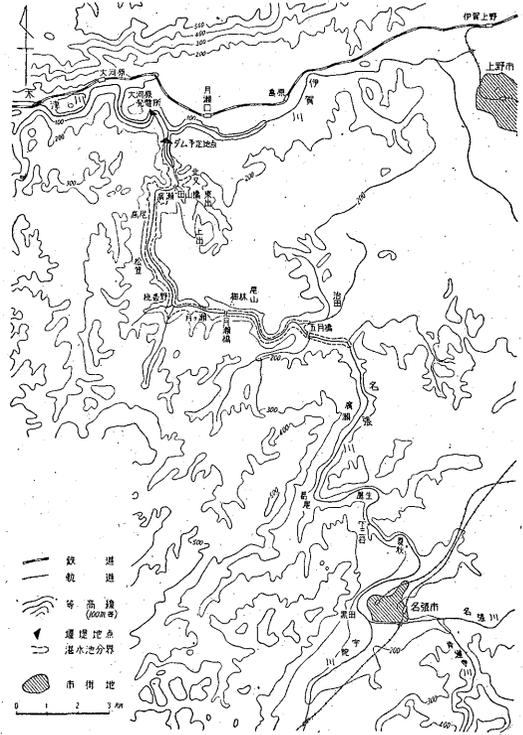
2. 位置および交通 (第1図参照)

高山堰堤の位置は京都府相楽郡高山村大字田山字^{つるぎ}鏡(俗称夢絃峽)にあり、木津川の支流名張川が本流(伊賀川と呼んでいる)に注ぐ約500m手前の狭隘な地点に、基盤上高さ66.5mの堰堤の築造が予定されている。名張川は、大和東部から伊賀南部に連亘する山地^{註1)}の水を集める宇陀川・青蓮寺川等と名張盆地で合流して、名張市の北郊より先行性流路をとつて、ふたたび丘陵地帯の峡谷を刻みながら北西へ向かつて流れ、前記夢絃峽において伊賀川に注ぐ。高山堰堤地点で66.5mの堰堤を築けば、上記の峡谷の北半分に水が湛えられ、狭長な貯水池一幅0.3km、長さ12km—ができ上り、そのバツクウォーターは名勝月ヶ瀬梅林からさらに上流4kmの五月橋附近にまで達することになる。この貯水池に水没する部分には、名張川の河床沿いの畑9.5町歩、山林85町歩、聚落125戸等が含まれ、これらは京都・奈良の両府県に跨がっている。

高山堰堤地点に至るには、関西本線大河原駅で下車して木津川を渡り、南岸に沿う府道を約5km 遡れば到達する。

3. 地 形

湛水区域を含めた一帯の地は、大和から伊賀にかけて



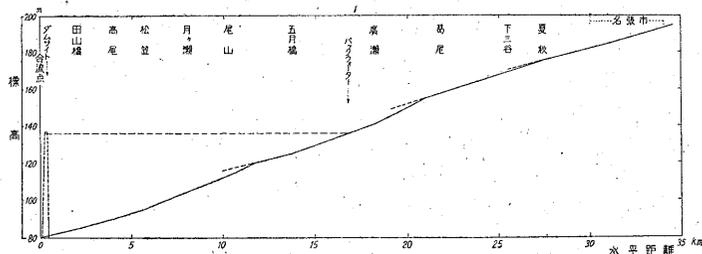
第1図 木津川水系名張川高山堰堤交通図

発達する見事な準平原面に対し、最近世の地盤運動のために侵蝕の回春が起り、幼年期の谷地形が発達した地域である^{註2)}。この準平原面はこの辺では標高200~300mを示し、名張川の河床はその面より平均100~150m低く、谷の横断面形は岩質の硬さ^{註2)}のためにV字状ないしU字状に近く、したがって谷平地はきわめて狭く、谷壁の傾斜はかなり急(40~70°)である。名張川の谷筋には河岸段丘は認められなかったが、崩壊のはなはだしい所にはベンチ状をなす緩傾斜地があり、耕地や宅地となっている。川沿いに石切場が点在し、人工的な懸崖も数多くみかけられた。谷筋の勾配は1/200~1/500位で広瀬附近・尾山附近・松笠附近に3つのやゝ急な箇所があり、名張市西郊(黒田一夏秋)、五月橋附近および月ヶ瀬梅林附近の3カ所にやゝ緩勾配の流路があり、3回にわたって緩急相交互する(第2図参照)。

堰堤予定地点の谷横断面形については、満水面(136.5m)以下の谷壁傾斜は40~70°で対称的であるが(第9図参照)、満水面以上は幾分緩傾斜となり(30~40°)、左岸の標高は高く(270m)、これに対し右岸はやゝ低く(175m)、したがって堰堤を築造するに際しては、右岸すなわち東側の地形・地質を特に吟味する要がある。し

註1) 堂生火山噴出区

註2) 花崗岩類



第2図 名張川河谷勾配図(伊賀川合流点から名張市まで) 縦軸は横軸の100倍

名張市北郊に達する少し手前では岩相は片麻岩の相貌を呈し、下三谷附近で採取した標本は、細粒片状花崗閃緑岩と称すべきもので、鏡下では有色鉱物は黒雲母であり、斜長石に富み、石英は波状消光を呈し、また石英・長石類は破碎構造を示し、圧力を受けたことが明らかである。

この花崗閃緑岩を被覆する鮮新世の

古琵琶湖層群については、峡谷部に注入する小溪谷の奥でその発達状況がみられ、湛水区域の北部にあたる高山村田山字北又・字東出・字上出および五月橋の北方にあたる花垣村治田附近等で観察することができる。準平原面には相当凹凸があり、本層群はその凹所に堆積したもので、上記の土出附近では粘土層中に重炭2~3枚が介在している。本層群は直接には堰堤予定地点および湛水区域には関係しないが、峡谷に流入する小溪を通じて、将来の堆砂現象には多少の影響を与えるものと思われる。

洪積世礫層は、従来の地質図では堰堤予定地点および名張川両側の頂上部に広く分布するように示されているが、筆者が堰堤予定地点右岸の丘の尾根伝いに地表調査したところでは、その堆積状況は必ずしも明瞭ではなかった。しかし堰堤予定地点右岸の裏斜面、すなわち東隣の沢の西斜面の奥に崩壊地が存在し、基盤の花崗岩類に直接に洪積世礫層が載っていて、こゝから著しい湧水のあるのを観察した(第3図参照)。この地点は、堰堤中心線から1kmばかり南へ寄つた所にあたり、その地点の標高を水準儀で測量して180mを得た。またその砂層中の礫は平均直径2~3cm、最大径は20cm位であった。次に高山村大字田山の広瀬部落(河畔)から上出部落へ行く間に礫層が分布するように従来の地質図に描いてあるが、これは全然見当らなかった。要するに洪積世礫層は、土木地質的にみて、この堰堤予定地点および湛水区域に対して直接に影響することはきわめて少ないようである。

最後に名張川峡谷部の河床堆積物(沖積層)について述べると、堰堤予定地点から伊賀川合流点までは大河原発電所の湛水池のバックウォーターに近く、流速が緩やかなために川砂が堆積している。堰堤地点から田山橋附近にかけては、側方侵蝕により崩落した花崗岩類の転石および礫が多く、ほとんどの現地生成のものが累積しているようである。広瀬部落附近では一般に上流から運ばれた砂が多く、それに混じつてやゝ大きな礫が堆積している。松笠附近では小支流よりはいる花崗岩類の角礫および円礫が多くみられ、また名張川上流部から押流されてきた石

かも右岸の谷壁の東側には、名張川と平行に北方へ向かつた細い谷が相接しているの、堰堤の東翼部に支持力の不足、漏水その他の懸念があるかどうかを検討しなければならない。これについては後述の岩石風化の章で観察事項を纏め、さらに電探の成果のところでも特に論述を試みた。堰堤予定地点附近の谷壁は植被に乏しく、露岩・雨裂等を伴ない、洪水時における側方侵蝕のためにできた生々しい崩壊跡が観察される。また河床の両縁には崩れ落ちた巨岩がうず高く累積し、相当な荒れ川の相貌を具えていることが認められる。

4. 地 質

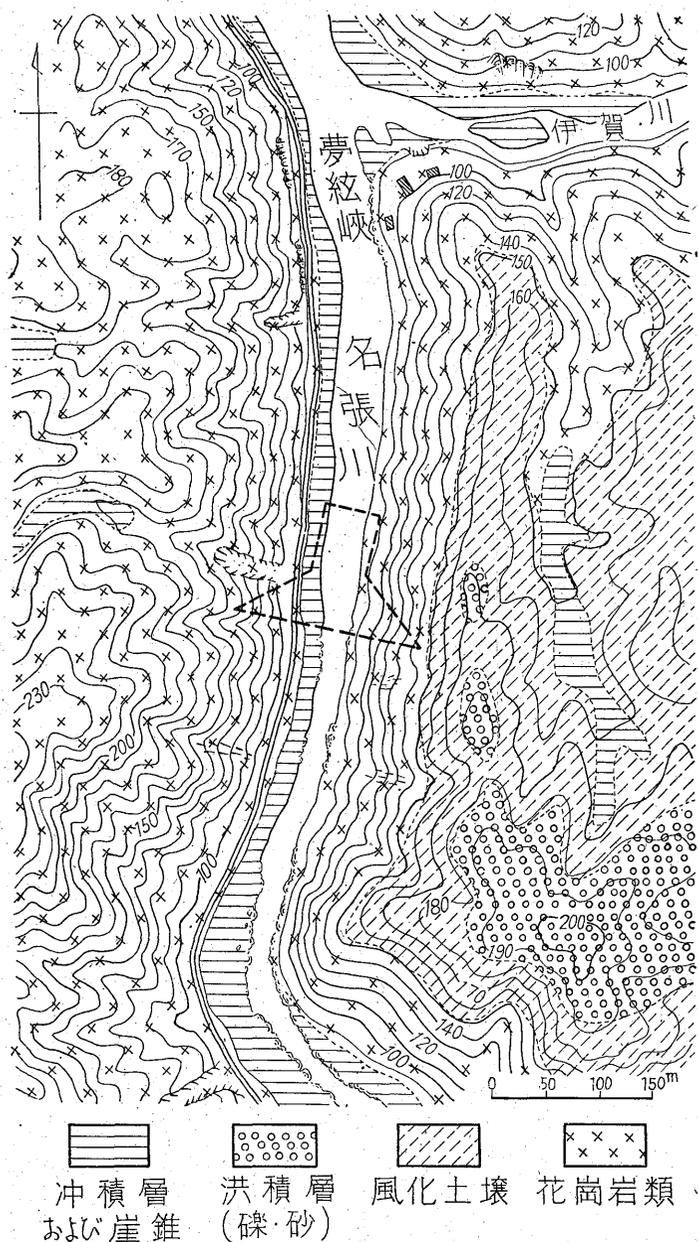
4.1 地質一般註3)

堰堤予定地点およびその湛水区域は、名張川の縦侵蝕(下刻)により、いわゆる領家花崗岩類の露出する所である。峡谷の両斜面を登り詰めれば比較的平坦な丘陵地(標高200~300m)が開け、この大和・伊賀に連亘する波状の丘陵の頂部を連ねる面が準平原面に相当するものである。この面の上に不整合に古琵琶湖層(鮮新~洪積世)にあたる薄い礫層・含炭灰粘土層・砂層、さらにその上に不整合に洪積世礫層が順に載っている³⁾。

堰堤予定地点を構成する花崗岩類は軽微な片理をもっており、平山技官に検鏡して頂いたところ、中粒の黒雲母花崗閃緑岩に属し、造岩鉱物としては石英・斜長石が多く、角閃石をほとんど含まず、黒雲母の一部は緑泥石に変化し、全体としては破碎作用はほとんどみられない。こゝの花崗岩類の進入の時期は、中生代(ジュラないし白堊紀)とされているが、進入の際に秩父古生層を貫ぬき、その堆積物のゼノリスを含有している場合が多く、例えば月ヶ瀬橋附近の右岸の谷壁にその明瞭なものを見ることが出来る。それは6m×2m位の大きさで、細粒で黒雲母・角閃石に富み、また斜長石も多いが石英は少ない。

註3) 次の2地図(5万分の1)を参照せられたい。

- 1) 中村新太郎: 伊賀上野・名張地方(京大, 未発表)
 - 2) 池辺 儀: 伊賀炭田調査報告附図(炭田調査会)
- 両図の写しは当所地質部編図課に所蔵されている。



第3図 高山堰堤附近地形図

英安山岩^{註4)}の小礫も混在する。月ヶ瀬から五月橋までは河道が直線に近く、流れも緩やかで、堆積物はほとんど砂であった。名張市の北郊にあたる夏秋から下三谷にかけては、名張川が盆地部から峡谷部にはいる銚子の口のような場所にあたり、河原には一面に礫の厚い堆積がみられ、礫の岩種には石英英安山岩・花崗岩類が多い。径4mm以下の細砂中には石英粒が最も多く、頁岩・砂岩の

註4) 室生火山地帯を構成するもので、中新期以後、古琵琶湖層群の堆積以前の噴出にかかる。

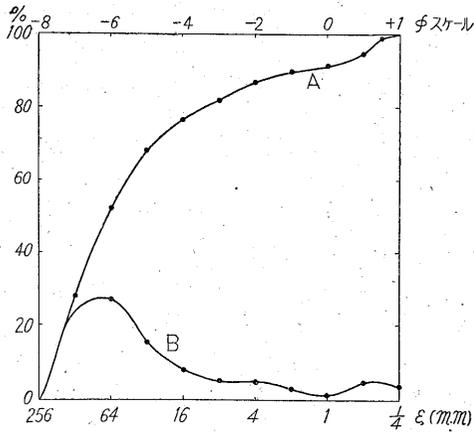
砂粒がこれに次いでいる。1~2mmの微砂中には石英のほか、玻璃・柘榴石も含まれている。河床礫の平均粒径は7cmである(第4図参照)。要するに名張川の川筋は上流部(今回未踏査)・盆地部・峡谷部とそれぞれ勾配の変化が3つに分かれ、上流部の砂礫類は一旦名張盆地まで押流されるが、こゝで流速の低下とともに大粒径物質の堆積が行われ、峡谷の入口に累積する結果となり、峡谷部では上流起源の小粒径物質はそのまま流れ下る一方、峡谷部の侵蝕のため新たに生成した大径の転石の累積が至る所で行われている。

4.2 岩石風化の状況

新鮮な花崗岩類は一般に堅硬であつて、重量を支持する力は大きく、したがつて堰堤地点には最も適した岩盤の一つである⁴⁾が、風化作用を受けたものは、水に洗われる表面はもちろんのこと、節理や亀裂に沿つて滲透した天然水の保有する各種理化学性によつて、造岩鉱物に差別的分解・水和等の諸作用がはたらき、長い期間を通じて堅硬な岩体も風化糜爛して、花崗岩地域特有な深層風化帯を生じ真砂土に変化するに至る。

この堰堤予定地点の花崗閃緑岩は、地表では肉眼でみてもそれとわかる位に風化が進んでいるが、名張川の侵蝕運搬力は相当に著しいので、谷底部には風化した真砂土の厚層をみることなく、黄褐色に染まつた岩肌が露出している。

河床近くに崩落した岩塊の累積と押流されてきた土砂の堆積とが、下の岩盤の所在を隠している。左岸に沿つては新しく造られた府道が通じ、その山側の切取箇所にはやゝ新鮮な花崗岩類の岩肌がみられ、それより上方は表土を被つている。右岸は急斜面の露岩をもつて川に臨むが、河床よりの比高40m位の所から稜線近くに至るまでは、風化した表土が厚く被覆しているらしく見え、かなり深層にまで風化が及んでいるものと想像される。



第4図 名張市夏秋附近河原の砂礫の粒径分布グラフ
 A: 累積曲線 B: 頻度曲線
 横軸のφスケールと実直径ξ (m.m)との関係は次式で換算される。

$$\xi = 2^{-\phi}$$

この図から中央値mdを計算して -6.1ϕ を得、これを上式で換算し、70mmを得た。

なお前章で言及した右岸裏斜面の北向きの谷には水田が開けているが、この沢の存在のために右岸の稜線は痔尾根となっている。たゞしダムセンターの延長とこの沢との交点の標高を、近畿地方建設局で作製した地形図(1/500)で読むと、150m位になるから、堰堤の標高136.5mよりさらに13.5m高く、したがってこの尾根は堰堤の自重と満水位の時の水の圧力との総和にも一応耐えうるであろう。たゞこの痔尾根の頂部がどの位深層まで風化しているかという点が問題であり、東側の沢の窪みのために相当に深い所まで風化が及んでいる可能性がある。もし名張川右岸の風化が著しくて、工事に際して切取部分が多く、かつ頂上よりの風化が深層に及んでいるとすると、この位置は堰堤地点としては余り好ましいとはいえなくなるであろう。

そこでこの地点の風化状況が一体どの程度であるか、そして堰堤構築に際し、本来の花崗岩としての支持力が発揮されるには、どの程度風化層を掘整せねばならないなどという点については、実地に各種の探査をしてみたうえでないと、何とも判定を下すわけには行かない。けれど、これは全般として兩岸とも崩壊が著しく、また雨裂地形が相当に発達している事実より判断すれば、この地点の岩盤は内部的にやゝ弛緩を起しているうえ、さらに外部的にも風化がかなり進んでいるのではないかと推察させられる。

近畿地方建設局では、高田昭博士の意見にしたがって、この地点に弾性波探査および横坑3本を掘進して、その風化状況調査に成果を得ている註5)。筆者は簡単な電気抵抗法により、河床下の岩盤までの深度測定と右岸稜線

上の風化層の厚さの測定を試み、建設局の資料との比較試験を行い、この種の概査には簡易かつ低廉な電気抵抗法でも相当の利用価値のあることを認めた。次章にその実施状況と結果を述べる。

5. 堰堤予定地点における電気探査の実施とその成果

5.1 調査様式と方法

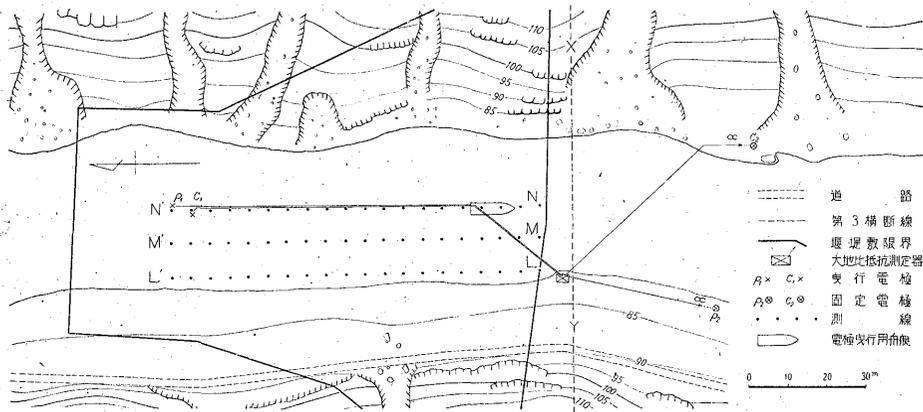
堰堤予定地点の河床に堆積している「^{かぶ}被り」の厚さを測定するために、水中に測線をとって電気比抵抗法を実施した例として、小野寺・柳・新谷氏等の熊野川の小鹿ダム地点における業績^{かぶ}がある。3氏は川の横断線上に100mごとに点を取り、各点ごとに測線を80~120m位流路に平行に展げて行く方法をとった。この際はキャプタイアコードが入手できなかったため、普通の電燈線を使用することとなり、それを水に漬けることを避け河中に打込んだ棒杭に電線を架設して電極のみを水中に懸垂して比抵抗値を測定した。すなわち河水を第1層とし、水底の砂利層を第2層とし、供給電流と現場で測られた電位差との値から、大地の見掛比抵抗 ρ_a を計算し、これを解析整理して岩盤までの深さを推定した。他方同じ河畔で行われた試錐の柱状図と前記の推定深度とを比べてみたところ、かなりよく一致した成果が得られたという。

今回筆者は物理探査部の加来技官の助言を受けて、舟艇を利用する電極水底曳行方式(drag method)を採用することとし、この技術の習得についてあらかじめ東京において同部金井技官の協力により実際的な練習を行つてのち現地での適用を試み、ほゞ目的を達成することができた。

堰堤予定地点は詳細に言えば、堤体の下敷になる部分と、溢水が堤を越えて落下する水叩部の下敷になる部分とに分けられ、双方ともコンクリートで固められるのであるから、基礎岩盤はダムセンター附近のみならずその下流へ向かつて堤高の大略2倍位まで調査しておくことが望ましい。特に堤体の基礎地盤は堰堤の自重と水圧との総和に耐えるだけの支持力があるかどうかの検討を必要とし、また水叩部の下盤も不透水性でかつ堅固であるに越したことはない。今回は堤体部ならびに水叩部の下層の電気探査を実施するために、ダムセンターから下流100mまでの水域を調査対象にとつた(第5図参照)。

いま中心線より8m下流に定点L、M、Nを左岸から順にとり、中心線から100m下流に同じく左岸より定点

註5) なお建設局では29年度中にこのダム地点に深度約30mの試錐を多数実施する由である。土木家の意見では、地震探査、電気探査等は予想の域を脱し切れぬから、やはり工事に先立つては必ず実際に掘つてみて、現実に岩質を把んだうえでないと安心して着工するわけにはいかぬという考えを捨てていない。



第5図 高山堰堤予定地で実施した電気探査の測線および配線概況図

L', M', N' をとり, LL' (左岸から約 1.5m の接岸コース), MM' (左岸から川幅の 1/4 のコース), NN' (川幅の中央のコース) を測線とし, 各測線上において 5m ごとに大地の見掛比抵抗値を測定するようにした。 LMN のほゞ延長上にあたる両岸陸上の 2 点間には, 船の固定を容易ならしめるためにあらかじめ太い鉄の針金を張っておき, これに舳綱を縛れるようにしておいた。

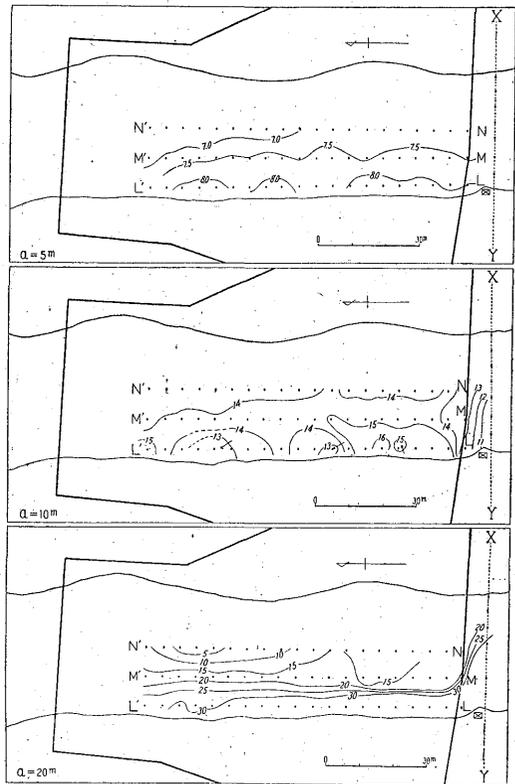
そこでキャプタイアコードの先に, 鉛製の球型電極を結付け, L' 点において船上から川底にこの電極を垂下して接地させておき, 次にキャプタイアコードを繰り伸ばしながら船を上流へ向け移動させ, L 点で停船し, 船を L 点に固定してのち, キャプタイアコードを 5m づつ手繰つては各点の 5m 層・10m 層・20m 層の大地見掛比抵抗値を測り, 100m の全コースで 20 点の読み取りを行った。川筋に沿つて約 100m 電極を曳けば, 堤体部と水叩部とを合せた全域を探索できるから, 河床下の状況は充分推定できると思う。窓をいえば, 左岸から河幅の 3/4 にあたる点を連らねるコースおよび右岸接岸コースの 2 本を加えて, 総計 5 本の測線について探索すべきであったが, 時間の不足のためにやむなく左岸から川の中央までの測定にとどめるよりほかなかつた。

探査用には, 本所物理探査部で試作した三栄電機製作所製の大地抵抗測定器を使用した。これは軽量 (4kg) のために, このような山間部での使用にはきわめて便利であつた。比抵抗法としては 2 極法を採用した。すなわち上記器械の端子 $C_1 P_1$ にキャプタイアコード (4 本燃り) を繋ぎ, コードの他端には鉛製球型電極 ($c_1 P_1$) を結び, p_1 極と c_1 極との距離 a は 5m, 10m, 20m の 3 種類の測定が可能となるように, 実際には p_1 極を 3 個用意し, 切替スイッチを利用して順次に -5m 層, -10m 層, -20m 層の見掛比抵抗を測れるように工夫した。遠

方電極 $c_2 p_2$ は, 川の両岸に 100m 以上離して接地させておき, ビニール被覆電線で前記器械の端子 $c_2 p_2$ に結線した。

こうして $c_1 c_2$ 回路に一定の強さの電流 I (200mA) を通じ; 他方 $p_1 p_2$ 間の電圧降下 V を読んで, 大地の見掛比抵抗値 ρ は, $2\pi a \frac{V}{I}$ の算式を採用した。

5.2 堰堤地点河床下の地層結果



第6図 高山堰堤予定地河床における大地見掛比抵抗分布図 (単位 $k\Omega-cm$)

第6図は川底からそれぞれ-5m以内、-10m以内、-20m以内の地下の見掛比抵抗値 ρ の分布状況を示したものであり、これを次のように解釈した。

1) -5m以内層の状況 川の中程に $\rho < 7k\Omega\text{-cm}$ の地帯がダムセンターより60~70m下流の附近に現われており、左岸に接しては $\rho > 8k\Omega\text{-cm}$ が岸に沿って現われ、 $\rho = 7.5k\Omega\text{-cm}$ の等比抵抗線はほぼ岸に平行に走っている。このように比抵抗の高い帯が岸に接近して顕著であるのは、硬い岩盤が岸に近づくにつれて漸次浅い所に抬頭する傾向のあることを示しているのであろうと考えられる。 $\rho = 7.5k\Omega\text{-cm}$ の等比抵抗線を追跡してみると、局部的にはダムセンターより50m下流の箇所で多少岩盤が深くなっていることが予想される。

2) -10m以内層の状況 電極間隔が2倍であるから ρ もほぼ2倍の値を示せば、-5m以内層とほとんど同質の岩石で構成されていると一応判断される。川の中央に $\rho < 14k\Omega\text{-cm}$ の地帯があり、左岸寄りにはダムセンターに近接して(センターから40m下流まで) $\rho > 15k\Omega\text{-cm}$ の所がある。全体として下流へ向かつて、比抵抗値が漸減する傾向がみえている。したがって、-5m以内層の図面と酷似した傾向が判読された。

3) -20m以内層の状況 岸に沿っては $\rho = 30k\Omega\text{-cm}$ の等値線が走り、川の中程は $\rho < 10k\Omega\text{-cm}$ の区域となり、著しい対照を示している。

総括 以上3つの層準の ρ の図面について纏めてみると、大略第1表のようになる。

第1表 水底下層の電気比抵抗値表
(単位: $k\Omega\text{-cm}$)

縦断 横断 川底下層準	水叩部 予定区域 (下流)		堤体部 予定区域 (上流)		
	沿岸部	河の中央部	沿岸部	河の中央部	第3横断線中央部
-5m以内層	> 8	< 7	> 8	7~7.5	7.3
-10m以内層	13.5	< 14	> 15	< 14	11.0
-20m以内層	> 30	10~4	> 32	< 13	32.8

この表から判断すれば、沿岸部は-10m以内層は-5m以内層の2倍、-20m以内層は4倍を示す。これは常識的に下部ほど岩層が堅硬・緻密になることを示しているようである。ところが、川の中央部になると、-10m以内層は4倍の抵抗値を示さず、異常に小さな値を示し、上流側(堤体部)は $13k\Omega\text{-cm}$ 、下流側(水叩部)は $10k\Omega\text{-cm}$ 以下を示し、最小値は $4k\Omega\text{-cm}$ となり、見掛比抵抗値の急減が顕著に現われる。この比抵抗値の急減は少

なくとも水底下10mから20mの中間に、地層の急変が推定され、単なる洗掘跡を埋めた粘土層か、あるいは断層・亀裂を埋めた detritus 層の存在なのか、いずれとも見当がつかず、29年度実施される近畿地方建設局の試験の結果を待たなければ、その正体はつかめない。なお第1表の最右端に第3横断線(第5図のXY)上の測点の比抵抗値がだしてあるが、こゝでは-20m以内層になつても ρ が低下していない。したがってこの位置では、左岸の-20m以内層とは均質の岩質であることが推定される。

以上大地の見掛比抵抗法による電気探査の成果よりみて、河川の主流部に限り水底下20m以内層まででは、恐らくは新鮮^{註6)}な花崗岩に着岩しないのではないかと考える。たゞ第3横断線附近は下流の水叩部に比べて硬さが遙かにより大きな岩体が抬頭していることが判明した。いずれにしても、川底に30m内外の試験を施工してみる必要があると考える。

5.3 堰堤地点右岸山頂部風化層の厚さの探査

地形・地質の章で既述したように、堰堤予定地点の右岸山頂部は堤高136.5mに対し、僅かに33mの余裕しかなく、また東隣りの沢の標高は、ダムセンターの延長線との交点で約150mであるから、余裕は13.5mに過ぎない。もしこの山頂部の岩体が深層風化現象を起している、堰堤築造に際して掘鑿量が多くなるうえ、堰堤翼部の支持力は脆弱の謗りを免れず、堰堤位置としては余り感心できない。

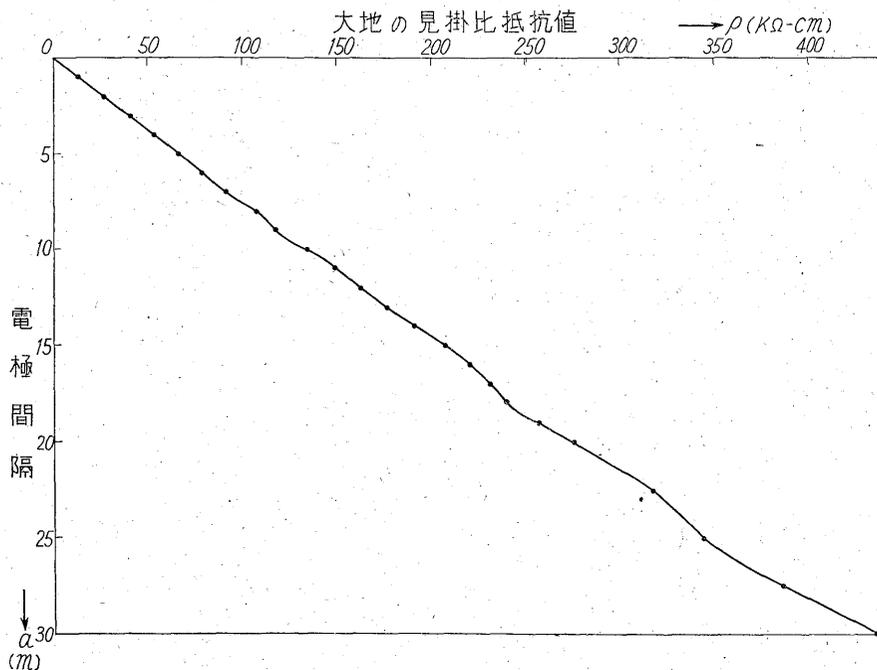
山頂部の花崗岩類の深層風化部分の深度を推定する目的で、第3横断線の延長に相当する山頂部で比抵抗法による電気探査を試みた。器械は河底調査の場合と同一のものを使い、尾根と第3横断線との交点を中心にとつて、測線を北方と南方に1mごとに延ばし(深度20m以深は5mごと)、30mまで展げて大地の見掛比抵抗値 ρ を算出し、 ρ - a グラフを描いて第7図を得た。

この場合 ρ - a グラフはほぼ1つの直線上に乗るように見えるが、さらに精細にみると多少の緩急・屈曲^{註7)}を指摘することができる。この屈曲を明確に把むための1つの試みとして、グラフの傾度を各深度ごとにtangentで算出し、さらにこのtangentと深度との函数関係をグラフ化^{註8)}して第8図を得た。このグラフには4個の極小値が明瞭に現われており、深い方へ向かつて増大する

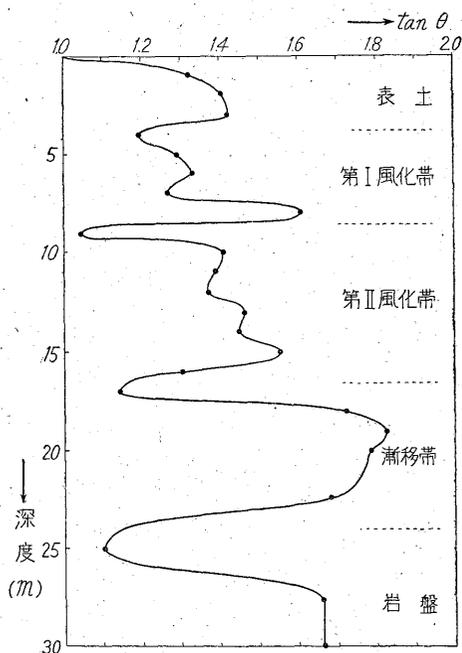
註6) こゝにいう「新鮮な花崗岩」とは、造岩鉱物にいさゝかも変化・変質がなく、したがって粘土化した部分が認められず、かつ遊離水の含まれないような堅硬なものを意味する。

註7) この屈曲は測定誤差でないとの仮定を置いて以下論旨を進める。

註8) このグラフは第7図を1回微分したものに相当する。微分の意味は電極間隔(a)を無限に小さくつたときに、見掛比抵抗値がとる極限の値を把むのにあつた。なお凸地形の影響については考慮を払わなかつた。



第7図 高山環堤予定地右岸山頂部 (標高175m) における $\rho-\alpha$ 曲線



第8図 第7図の $\rho-\alpha$ 曲線を微分した曲線

鋸歯状の繰り返えしが5個連続していることがわかった。すなわち4個の遷急点を読みとることによつて、5つの岩層を辨别することができた。この岩層の地表からの深度を表示すれば第2表のようになる。

筆者の予想では花崗岩類の深層風化現象は地下へ向かつて漸進的・連続的であろうと考えたのであつたが、この5つの岩層は深層風化が段階的・不連続であることを示しているのではなからうか。またこのような Zoning 現象がどのような原因で生じたかは、いま直ちに明らかにはなし得ないが、物理的な測定から上記のような結果の得られたことは興味あることである。一方近畿地方建

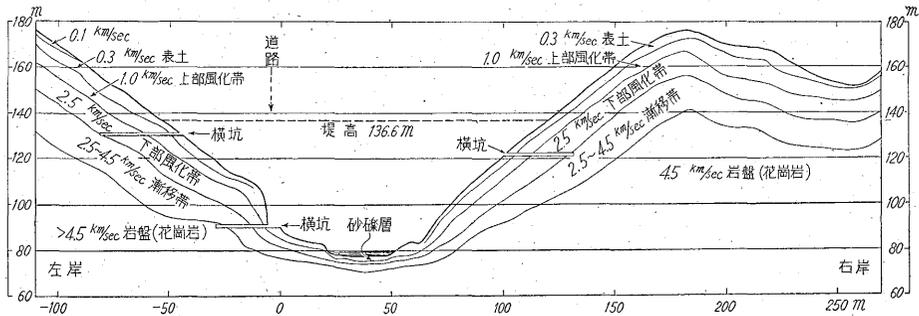
第2表

岩 層	地表よりの深度
第 1 層	0 ~ 3.75m
第 2 層	3.75 ~ 8.6
第 3 層	8.6 ~ 16.5
第 4 層	16.5 ~ 24.0
第 5 層	> 24.0

設局で施行した、第3横断線における弾性波探査による風化帯解析図 (第9図に転載) と比較対照して、図上から深度を計算してみると第3表のような結果が得られた。

第2表と第3表とを比較すると、第2表に示した1~5の成層が、それぞれ第3表に示した表土・上部風化帯・下部風化帯・漸移帯・岩盤にほぼ該当しており、表土 (弾性波の表) と第1層 (電探の表) とでやゝ深度の差が大きい以外は、ほとんど一致した結果といつてさし

京都府高山堰堤地点地質調査報告 (尾原信彦)



第9図 高山堰堤第3横断線における弾性波探査による風化状況判定図 (近畿地方建設局作製)

第 3 表

風化帯区分	弾性波速度	地表よりの深度
表 土	0.3km/sec	0~ 2.6m
上部風化帯	1.0	2.6~ 8.6
下部風化帯	2.5	8.6~16.6
漸移帯	2.5~4.5	16.5~25.5
岩盤	>4.5	>25.5

つかえない。ゆえに少なくともこの地点では、弾性波探査で花崗岩類の風化状態の Zoning を認めたと同じことを、比抵抗法による電気探査によつても把み得たことになり、経費の点等からいえば、比抵抗法はきわめて有利な方法であるといえよう。たゞ岩層の比抵抗値はその種類・状態等によつていかようにも変つてくるから、いつでも弾性波探査の結果と相関連させるといふことは難しいかも知れない。いずれにせよ、今後研究の余地が充分残されている。

さて本論に帰つて、この右岸の山頂の標高は 175m であり、花崗岩の風化層の厚さが約 25m であるとなればさしひき 150m の水準に新鮮な岩があることになり、予定されている堰堤標高 136.5m に対してなお 13m 余りの余裕があるわけである。したがつてこの点からは一応漏水の危険はないということがわかつたが、なお亀裂の存否を確かめるために、山頂部に数多くの試錐を行つてみる要があろう。

6. 結 言

- 1) 高山堰堤予定地点は、名張川と伊賀川との合流点近くにあり、湛水区域は細長い名張川の峡谷である。堰堤地点はその基盤岩が深層風化を起し易い花崗閃緑岩であるために、地表の露頭調査だけでは、新鮮な岩盤に達するまでの深度を簡単に知ることが困難である。
- 2) 堰堤地点の地形を概観したところ、右岸は比較的低い脊尾根 (標高 175m) であつて、河床上に 66.5m の

重力堰堤を築いた場合に、右岸尾根の風化層が厚ければ漏水のおそれが多分にある。また河床の堆積物の厚さも地表調査では推定困難である。

3) そこで右岸尾根の風化層と河床の堆積物の双方の厚さを測るために、比抵抗法による電気探査を試み、一方近畿地方建設局で実施した横坑掘進ならびに弾性波探査の資料と比較したところ、ある程度的一致がみられた。なお河床堆積物の測定には、川幅が広く、かつ水深も相当にあつたので、河中の測線上に舟艇を動かす電極曳行方式を採用した。

4) 得られた成果 (第1表参照) では、河流の主流部 (中央) に限り、水底下 20m 以内までは新鮮な岩盤には着岩しないが、第3横断線附近のみは、それより下流の水叩部に比し、浅所に堅岩の抬頭があつて、比較的「被り」が浅いようである。

5) 右岸尾根の風化層の厚さは、比抵抗法の結果では弾性波探査・横坑掘進の資料ときわめてよく一致し (第2表・第3表参照)、風化状態の Zoning 現象をみいだすことができ、約 24~25m で新鮮な岩盤に到達することが判明した。

6) 以上の事実から、この地点は右岸の風化層が深く、堅岩の現われる水準が、予定堰堤標高 136.5m より僅かに高い (約 +13.5m) ことが判明した。河床部は第3横断線から上流へ向かつて急に「被り」が薄くなる。したがつてダムセンターを南へ若干 (100m位) 移した方が無難のように思われる。

(昭和29年6月調査)

参考文献

- 1) 通商産業省公益事業局：昭和 27 年度水力調査報告書, p. 91~99; 1953—3月刊
- 2) 多田文男：平衝曲線の研究によつて知り得たる木津川流路の変遷, 地理学評論, Vol. 5, No. 3, p. 199~227, 1929

- 3) 松下 進：日本地方地質誌・近畿地方，p. 91, 145
～148, 27～32, 朝倉書店刊，1953
- 4) 高田 昭：本邦に於ける既設高堰堤の基礎岩盤の種
類と其の分布概況，内務省土木試験所概
報，No. 23, p. 13, 1942
- 5) 小野寺透・柳 治一・新谷籙三：熊野川に於ける堰
堤予定地点並びにその貯水池域に就ての
地質調査報告（第1報—小鹿地点に関し
て），建設省土木研究所概報，No. 8, p.
1～13, 1949