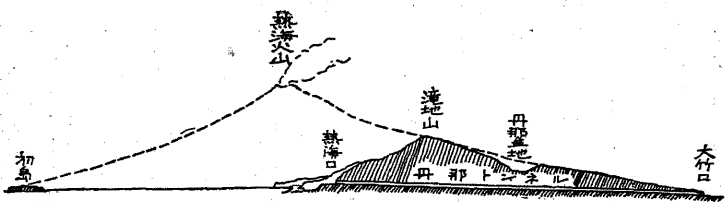


八、トネルの地質

昔々の大昔、まだ人間と言ふ生物が、此の世の中に居たか居ないかもわからない時分の話です。地質学者が第二期と名づける時代で、日本の地圖には伊豆半島といふものも無く、相模灣と駿河灣とは一つの續いた海で、秀麗な富士山も、明眉な箱根山も、まだまだ姿を表はさない時分の話です。

今の熱海の町のある邊りの海の底に、大地のシンから岩漿と名づける岩石のドロドロ溶けたものが押し上つて来ました。其の勢は凄しいもので、海底を隆起させたり、或はそれを破つて熔岩を噴き出したり、砂礫を吹きとばしたりして、遂には海の上に頭を出して島といふものに成りました。その島には今の大島の三原山のように、熱海火山と言ふ山が聳へて四時噴煙を靡かせて居りました。見渡せば海の上には西南に達磨火山、根子火山等があつて、丁度今見られる伊豆七島の様に、大洋に點々として雄々しい影を水に寫して居たのです。

熱海火山は其後も度々熔岩を噴き出し、又は爆發を繰り返して、山は益々高く、裾野は益々廣く廣がりました。その中北の方には箱根山、南の方には天城山等が、熱海火山と同じ工合にだんだん大きくなり、やがて富士山が生長し始めた頃には、之等の山々から吹き出す岩石で島々が相重つて地續きと成り、今見らるゝ伊豆半島といふものが出来上りました。併しその頃になると、さすが盛であつた熱海火山の噴火もだんだん衰へ初め、春風秋雨幾萬年の中には千變萬化地質上の切磋琢磨を受け、最後には火口をとりまいて居つた火口壁の東側の部分は、爆發や



熱海火山の理想像

断層の影響を受けてだん／＼型を失ひ遂に波のためにさらはれて、今では唯、北、西、南の三面だけが馬蹄形をなして残つて居るだけとなりました。熱海をとりまく山の傾斜は熱海に向つた方が甚だしく急峻なのは元火口壁であつたため、外に向つた方、殊に西の方が著しく緩傾斜であるのは、熱海火山の裾野に當るからです。

箱根路をわれ越え来れば伊豆の海や

沖の小島に浪のよる見ゆ

と實朝の吟詠に残る初島は、今も熱海の沖に眺を添へて居りますが、これは熱海火山の東部が、波にさらわれて無くなつた際此の一部がとり残されたものだとの事です。

熱海の湯に寛ろいで、こんないはれ話を聞いた次の日、歸り道を近頃出来た自動車の専用道路に採つて箱根に行くのも面白いでせう。自動車は町をはすれると直ぐ舊火口壁に當る急坂を昇り始め、熱海の町は忽ち脚下になつて、紺碧の海に初島が繪の様に浮んで居るのが見えます。やがて熱海時に昇りつくと、車は右に曲つて尾根傳ひに箱根に向ひます。

途中日金山邊りに車を止めて景色を御覽なさい、昇り道の急坂に比べてこれはなだらかな斜面が麓につゞき、三島沿津の町をへだて、向ふには何時見ても眺めあかぬ富士山が聳えて居ります。ふと脚下に眼をやると、其處に田代といふ盆地があるのに氣がつかます。此

の盆地からだんだん南の方に眼を移すと、狭い谷につゞいて今度は田代よりもずつと大きい盆地が山影に見えます。これが有名な丹那盆地です。此の盆地から更に南には、池の山峠を越えて浮橋盆地、田原野盆地もあります。此の四つの盆地が南北に連る一直線にあり、盆地と盆地とは互に狭い谷でつながつて居る様子を見ますと、地質學に多少共心得のある人は、どうしてかうなつたか？、と疑問を起す筈です。

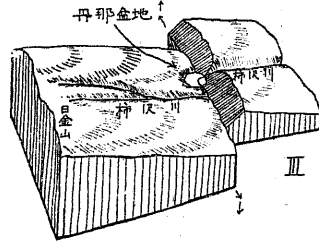
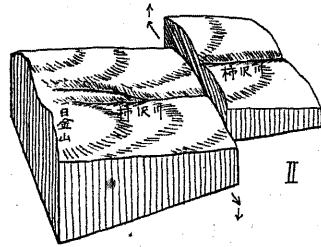
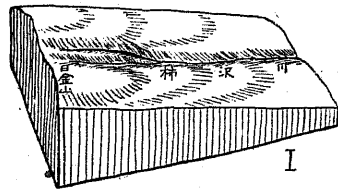
伊豆半島は箱根、熱海、達摩、天城等の火山の集まりである事は前に言つた通りです。此等の山々は富士火山帯といふ略南北に連る大きな地球の割目に沿ふて噴出したものです。だから地下の深い所には之等の火山を形づくつた原動力である岩漿と謂ふ、とても高い温度で溶けて居る岩石の溜りがある筈です。之等の諸火山は地表に於てこそ今は煙も出さず、溶岩も流しません、地下にある此の岩漿は、期を見ては地殻内部の割目に吹きあがります。その時岩漿はとてもえらい勢で地面をつき上げます。地震はそのために起ると謂ふ事でありませぬ。もともと此邊は岩漿の噴き出すに都合の良い様な地殻の弱い所ですから、地震が起りますと其度に方々に断層が出来たり古くからあつた断層が動いたりします。今迄幾萬年の間こんな事が繰り返へされて、此の邊には断層がとても多いのです。ですから伊豆半島は抑々の生れつきから地震と断層とは、切つても切れない因縁があるのです。

此の四盆地を連ねる線はかかる現象で出来た断層の内特に大きいもので、昔から地震の度毎に動き、現に昭和五年伊豆地震にも水平に八呎も動いて居ります。今トンネルに最も縁故の深い丹那盆地の出来た由來を考へますと、圖で分る様に、柿澤川は始めは日金山の頂上から山麓に向つて眞直ぐに流れてをつたのです。其の中大地震が起つ



トンネル通過地表の鳥瞰圖

て此斷層線を境に山の上の方の地塊は北に、下の方の地塊は南に、動きましたので、柿澤川は中斷されてしまひました。尙これと共に上の地塊は下にすり落ち、下の地塊が上にせり上つたものですから、水は堰止められて、丹那邊りが一時湖水になりました。併し此の水はその中下丹那邊りの低い所をつき破つて下の方へのはけ口を見付けたのであります。此の水の流れる中、丹那附近は集塊岩といふ軟い岩石から出来て居る上、度々の地震に小さい斷層や割目が澤山あつて弱い所ですから、だんだん侵蝕



丹那盆地生成の想像圖

されて今日見る様な、圓い低い盆地と成つてしまつたものと見えます。大正十三年丹那盆地で施行したボーリングの結果から見ても此の事がよくわかります。大體盆地の地下百呎位迄は湖水のあとで、其の證據にはボーリングした時に埋木等も出てきました。併しそれから下は集塊岩に所々安山熔岩を含んで居て且つ、四本のボーリングに示された地層は御互連絡のない事から澤山の斷層のある事も判りました。

多量の湧水

こんな工合に丹那地方は集塊岩や安山熔岩等の多孔性の岩石に加へて斷層や裂罅の發達した所ですから其の間に

雨水が滲透して多量な地下水となつて、存在して居る事が想像されます。こんな所へトンネルを掘るので、湧水の多かつたのも無理がありません。トンネル内に出てきた水の歴史を辿つて見ますと、着手してから暫らくは兩口共第三期層即ち熱海火山の噴出以前の地質の中を掘進しましたから、水も割合出ませんでした。トンネルがこの第三期層を抜けてからは、急にトンネルからの湧水が増して、何十個と云ふ水量になりました。一個と謂ふのは一秒間に一立方呎の水の量の事で、つまり一秒間に一斗五升餘り、一晝夜にしますと十三萬石位になります。一個の水がありますと、約二萬人分位の水道が出来ます。又約十町歩位の田圃を灌漑することが出来ますから一個の水つて、なかなか馬鹿に出来ない水量です。

普通今迄掘つたトンネルで水の多かつたのは十個内外のものなんです。丹那トンネルでは熱海口は昭和元年に八千呎、三島口は大正十二年に四千呎位進んだ時に、湧水の合計は十個になりました。それから後は兩口共急に増加しまして熱海口の方では間も無く二十個を越へ、多い時には三十個にもなりましたが、大體二十六、七個の水は常時出て居たのであります。三島口の方は熱海火山の裾野に當る關係上、湧水も熱海口に比べて何時も多く、特に四千九百五十呎の斷層を越してからは急激に増加しました。七千八十呎の所では百二十個と謂ふ素晴らしい水が流れ出してきて、坑内坑外共大洪水を起した事もあります。又一萬二千呎の斷層に出遇つた時は八十個の水に出遇ひました。こんな特別な場合を除いても、常に三十個以上四十個位の水が流れて、坑門口の排水溝に流下して居りますので、參觀の人に「あの水を利用して発電したら」とよく謂はれたものです。

掘つて見た後の地質

以上の説明から考へて見ますと丹那トンネルは、昔の熱海火山の噴火口から火口壁に當る瀧地山の下を貫いて裾野に顔を出す事になり、途中丹那盆地附近では澤山の斷層に出遭はねばならぬ事がわかります。實際トンネルを掘つた結果を見ますと、

熱海口は坑門から二千五百呎位は安山岩で、次に四千呎位までは凝灰岩が続き、それから又五千二百呎位迄安山岩が續きました。これらの岩石は第三期層に屬するものらしく、湧水の出方も普通のトンネルに見らるゝ位でした。唯入口から千呎當りと四千二百呎位の所に斷層があつて、殊に千呎當りは普温泉作用を受けて岩石の糜亂した性質のものがありました。「世間の同情を蒐めた最初の重大事故」は此の地點に起きたのであります。五千二百呎を過ぎると、第三期層を覆ふた熱海火山の噴出物と成り、集塊岩と安山岩との五層の間を掘進しました。安山岩に近づくると水が澤山出るのが常でしたが、地山がしつかりして居るので、八千呎邊り迄は工事は非常に順調に進みました。處が瀧地山(トンネルが貫く一番高い峰)の眞下に當る部分即ち、坑門から八千呎邊りから九千呎にかけては、温泉餘土の層がつづき、其中に澤山斷層があつて、殊に八千二百呎と九千百呎のものは特に不良なもので、此の部分の工事には非常に苦心しました。「温泉餘土物語」の苦心談はこゝのことなのです。九千百呎の斷層から坑奥は割目の非常に多い安山岩で、一萬呎邊りまでの間は夥しい湧水があり、まるで瀧の中で仕事をして居る様な有様でした。此邊りから斷層の数は益々増へ出し、殊に一萬呎、一萬二千二百呎邊りのものは相當苦しみました。丹那盆地内に

進出する頃には、地下水を随分しぼりとつて湧水も少なくなりましたので、貫通點附近は左程苦勞もなく進みました。三島口の方は坑門附近から千三百呎位までは安山岩と集塊岩の互層で、そのあと四千五百呎迄は第三期層の凝灰岩のため工事は非常に順調でした。その後集塊岩と安山岩との層中に入るに従つて、湧水は次第に多く成り、「忘れられぬ四千九百五十呎」では大斷層に出あつて、非常な苦しみを受けました。それを抜けてから七千呎迄はとてもひどい湧水でしたが、水に苦しみ乍らも工事は進みました。所が七千八十呎に進んだ時、一度に百二十個といふ大水が出てきて坑内は大洪水に見舞はれました。これはこゝから奥八千呎位迄火山荒砂の堆積した層で、非常に水を含んでいましたのが、手前の集塊岩で充分出きらなかつたので、坑道がこの層に顔を出すと共に、たまつて居た水が一時に流れ出したためです。此の砂層は「空氣掘鑿」で見事に切り抜け、それから後は、集塊岩の良い山でどんどん進出出来ました。ところが一萬二千呎に行つた時、地表で見ると四盆地を連ねる斷層に出あつて、水は八十個も噴き出し、坑道は二千呎も埋められる騒ぎが起り、かてゝ加へて五年の暮には大地震があつて、此の斷層を境に東西の地塊が八呎も動き、坑道の正面には綺麗な斷層鏡面が現出しました。此の地點でもボーリングや坑道でさんざん水をしぼつたあげく、漸く通り抜けて、残つた集塊岩の部分を一遮千里に押しすゝんで貫通にまで漕ぎつけたのであります。

工事をやつた結果から、此の東西兩口の地質の工合を大ざつぱりに比べて見ますと、三島口の方は地質の悪い難所は熱海口より悪性でしたが、其代り途中は地質がよくて、ぐんぐん進行しました。之と逆に熱海口の方は、難所の質が三島口よりよかつた代りに、數が多く、のべつにいぢめられた傾向です。病氣で云ふと、三島口は急性で熱海口は慢性と云ふ感じでした。

初めの調査

工事着手當時にあつては、土木技術者は地質といふ事には、大して關心を持つて居りませんでした。併し五哩もあるトンネルを掘鑿することは、當時としては大事業であり、一應調査する必要もありましたので、當時の床次總裁から東京帝國大學總長宛に依頼して、横山又二郎博士に地質調査をして貰ひました。又仙石總裁の時代に『自分の友人で山をよく見る人があるから』といふので、三菱の鈴木敏博士に御願ひして調べた事もあります。

横山博士は丹那盆地を『地下ニ潛ム火山力ノ、水蒸氣、瓦斯ノ類ヲ以テ地面ニロヲ開キ、其ノ儘モシクハ砂礫石片等ヲ抛出シタルニ止マリテ、熔岩ハ少シモコレヲ流サズシテ鎮靜シタル』爆裂口の跡であると謂ひました。それ故丹那盆地では安山岩の如き硬い岩石で滿されて居て、別に氣にかける事はないが、普通地下の温度は深くなるに従つて高くなるのが常で大凡そ百呎に付攝氏一度位宛昇るものである。此トンネルの様に火山地方にあつては恐らく其上昇率はもつと高くなつて、瀧地山直下のトンネル中一番深い所では、最高攝氏五九、二度、最低三五、六度となつて、工事は暑熱に苦しめられると豫言したのであります。それ故工事の始め頃は毎日坑内の温度を記録し、殊に熱海口から千呎の所でなまぬるい湯が出てきた時は、いよいよ熱湯に會するものと覺悟して、一層嚴重に温度を計る事を勵行しました。又大正十二年丹那盆地でボーリングをする時も、最初は斷層の有無よりも、温度を調べるのに熱中した有様でした。併し事實は地下水の湧出多かつたためか、坑内温度は殆んど一定、攝氏十六七度程度で、通風の悪い

場合二十三度位に昇つたに過ぎませんでした。

鈴木博士はその以前此地方を詳しく調べられた平林武博士の『嶺海火山が最後に噴出物タル軽井澤熔岩(玄武岩質安山岩)ヲ流出セシ當時、其下部ノ集塊岩ハ良ク此地(丹那盆地)ニ發達セシタメ熔岩ヲ薄ク被リ、反ツテ以西ニハ、厚層ヲナシ、間斷ナク地表ニ活動セル侵蝕作用ハ、此ウスキ熔岩ヲ早ク既ニ消磨脱却シタレバ、雨水ハ四方ヨリ此處ニ集中シ一時ハ小湖ヲ現出セシモ、終ニ落口ヲ西方ニ求メ、現今ノ丹那凹地ヲ造出スルニ至レリ』といふ侵蝕作用説と横山博士の爆裂口説との兩説を考へ、大體は平林博士の説に左袒しながらも、盆地附近に火山彈産出の多い點から見て、一部横山博士の説を採用し、盆地下に岩脈存在するを豫想し『此處ノ地下五百尺内外ノ邊ニ隧道ヲ穿テ通過セシムルモ地質構造上敢テ危険ノ恐無キヲ信』ぜられたのであります。

トンネルが進行するに従ひ豫想外に地質の悪い所が方々にあり、又思ひがけぬ水が多量に出て来て、温泉や地熱は水のために消し流されて、工事は水との戦に終始する事に成りました。かうなると世間からは地質調査の疎漏であつた事を責めるし、土木技術者は、地質學者は何時もの底をもぐつてきた様な事を言ふから、こんな事になると地質學者を笑ふものがありました。併しこれは何れも責める方が無理で、ボトリングもせず唯地形と、露出して居る岩石の状態から地の底を判断しても、層状をなす水成岩の場合と異り、不規則に噴出物の堆積した火成岩では中々當るものではありません。又丹那トンネルの様な地質に出あつた経験が全く無い當時の土木技術者が、此等の地質學者の説に、多くの信頼をおいたのも仕方ない事でせう。

一體火山岩地方の山體は多孔性のため、地下水の豊富な事は『女郎衆の化粧の水』と歌はれる三島の湧水、富士大宮登山口の淺間神社境内にコンコンと湧き出る水等からでも察せられます。丹那地方でも、この例にもれず所々に湧水があつて、横山博士も『隧道内ニ出ヅベキ湧水ノ決シテ少カラザルコト推シテ知ルベシ』と言はれて居ります。併し土木技術者は水は多いといつても、今迄掘つたトンネルでも水は相當出るものだから、大して氣にもとめなかつたし、博士にしてもこれ程水で苦しめられる事とは、恐らく想像せられなかつたのでせう。要するに、かう云ふ地質上の齟齬は、一面土木技術者が地質學の内容を知悉せず、地質學者は工事施行の状態を理解しなかつたに依るのですが、根本は未経験な世界の判断だつたからです。『盲人象を判ず』と云ふ譬、少し云ひ過ぎかも知れませんが、當時のことを思ふと、そんな感じもするのであります。

盆地の下を通したのは

丹那トンネルに關心をもつ人のうちには、トンネルがえらい難工事になつたのは、通す位置が悪い、丹那盆地の下などを通すからだ、と思つて居るものもある様ですが、盆地が色々問題になる點から、かう考へるのも尤もなわけです。併し今迄の説明で解る様に、大體此の地方には至る所斷層がひそんで居ます。又地下水が豊富に溜つて居るので、代表的な大斷層は、四盆地を一線に貫いて、はつきりと伊豆半島を縦斷して居ます。此の下はどこを通つても『駄目だよ』と謂はんばかりに。又豊富な地下水を代表する地上の湧水は、何も丹那盆地だけにたくさんあるのでありません、此邊一體にあります。ですからトンネルが丹那盆地の下を通らうが通るまいが、斷層と湧水に苦し

められる程度は五十歩百歩でせう。又苦しんだ火山荒砂、温泉餘土と云ふ地質、これも盆地の位置とは何も関係がありません。温泉餘土の如きは地表から一寸見ると、どうしても堅い岩で固まつて居るとしか思へない、瀧地山の眞下でぶつかつたのです。これもトンネルの位置を少し位動かして見ても、出くはず運命は只チャンスでせう。かう考へると、丹那トンネルの難工事だつたのは、盆地の下を通るなどと云ふ局部的な通過地點の問題ではなく、根本に弱點だらけな北伊豆山脈を横断したからなのです。箱根線を改良しようと思へば、どうしてもこの山脈を貫く外ありませんが、これをさけようと云ふことは、箱根線改良を止めてしまへと云ふことです。

丹那トンネルの工事が、着手前の地質調査の不備の爲、つまづいた事はいなめない事實です。今少しく當初に理解があつたら、何等かの方法があつたかも知れません。大正十二年頃でした。太田圓三技師が丹那盆地にシャフトをおろし、盆地の水をかひ出してしまへと云ふ案を提出したことがありました。當時は殆んど問題にもなりませんでしたが、今日から見ると確に面白い案の一つだと思ひます。併し丹那トンネルが地質上の諸問題から鐵道の土木技術者に地質學の知識を廣めた手柄は没すべからざるものであります。此頃では斷層と斷崖を間違へる様な者もなくなりました。大正十二年に地質學專攻の渡邊、廣田、佐伯の三理學士が初めて地質技術者として、鐵道省に奉職し、爾來地質の立場から、大に工事の進歩を助けたが、かうなる氣運にも、丹那トンネルは大に影響を與へて居ます。

土木地質學の目的は、唯單に斷層の存否や湧水の多寡だけを知るのが目的ではありません。岩石の硬軟は元より、斷層や湧水等工事に影響するものはつきりした位置及大きさを指示し、そのため工事はどの程度の準備計畫を以て當らねばならぬかを、完全に想定し得られる様になつてこそ、土木技術と地質學とは此處に渾然として一體となり、完全なる工事を進める事が出来る様になるものと思ひます。我々はこんな日の一日も早く來るのを、努力しながら待ちませう。