

土木工事と地質 (其の1)

(康徳9年度土木講習會講演)

副會員 河田喜代助*

目 次

- | | |
|-----------------------|-------------|
| 1. 緒 言 | a. 岩盤露出地域 |
| 2. 土木地質の分野 | b. 岩盤露出せぬ地域 |
| 3. 基礎の地質 | c. 堰堤工事の例 |
| 4. 土木材料 | d. 結 言 |
| 5. 工事の實際に當つて地質を應用する場合 | |

1. 緒 言

「土木地質學なくして經濟上の土木工事なし」といふのが我々のモットウとする所信であります。地質を考慮しなかつたために失敗した土木工事は枚擧に暇がありません。

日本でも世界に於ても大なる土木工事には必ずぞ權威ある地質學者が多數これに關係して居ります。滿洲國は建國日尙淺く十周年を漸く迎へたばかりであり隨つて各方面の建設に寧日なく、各種土木工事も其一部に着手又は工事中のものが多く、中に工事を終へたものもありますが、未だ充分にその結果を見るに至つていません。然し水力發電、及砂防堰堤、築港、鐵道、道路殊に滿洲の様な緊急中でも緊急の工事に際しては一々地質を考慮してゐる暇がないとか、或はこの位なら地質家の意見を聞く迄もあるまいとやつてのける工事があると思ひますが、それが後になつてどんな結果を來すか、恐るべきものがないとはいへないであります。道路の切取には湧水箇所を生じて、これが冬季凍結に際しては氷の山となつて交通事故の原因ともなり、堰堤は漏水の虞となるものが此所彼所に見られるのであります。

現在迄に行はれ且つ行はれつゝある工事には隠れたる地質調査や地質學者の意見、助言があるのであります。

2. 土木地質の分野

地質學の本來の使命は何かと云ふと一般には「地下資源の探察」だけであるかの様に云ふ者もありますが、そ

んな限られたものではりません。地質學の定義は次の様にいはれてゐます。即ち、「地球特に外皮である地殼の構造組織、地球上に起つた自然現象並に其の上に生存した過去の生物を研究し、更に其等の進化發達の歴史を明にする學問である」と。

地質學の研究の對象はこの定義の示す様に頗る廣闊なものでありまして、多くの分科に區別されてゐます。

土木地質學は地質學の分科中應用地質學に屬するものでありまして、地質學を土木工事に應用して人類に貢獻せんとするものであります。前述の如き土地を掘つて有用礦物を産出する鑛山地質に對し、地質學を應用して土地に人工を施して人類に役立つ施設をするのであります。

現在滿洲國で土木地質の研究對象となつてゐるものには、鐵道（主として滿鐵、鐵道總局でやつてゐる）、道路、それ等の橋梁、堰堤、河川改修、運河計畫、港灣、飛行場等があります。過去五ヶ年間に吾々の行つた主なる土木地質學的仕事は、東部及び北部の國境に近、特殊道路の敷設及び計電路線沿線の地質と材料及びその試験、又洪水や砂防堰堤の基礎地質、外に土壤の凍結に關する調査試験、湖地調査等であります。又海拉爾地方から北方に賦存する永久凍結層に就いても緊急の問題でありまして其の調査に手をつけかけておりますが手不足で進まないのを嘆じてゐる次第であります。

次に土木地質に關する参考文献は其範圍も廣いのであ

りますが最も實際的であつて、而も入手の容易と思はれるもののみを初學者の爲に二三列挙して置きます。

- 渡邊 賢 土地地質學、工事編、東京工業雜誌社
- 〃 地質工學、古今書院
- 〃 地質現象の新解釋、古今書院
- 佐藤傳藏 地質學概要、中興館
- 藤本治義 地質學便覽、古今書院
- 佐藤傳藏 岩石地質學、三星社
- 遠藤隆二 滿洲の地質及鑛産、三省堂

3. 基礎の地質

上記各分野に於ける土木工事の基礎の地質を知ることは何よりの先決問題であります。基礎には岩盤の露出してゐることもありますし、土砂の様なものを以つて被はれてゐることもあります。直接岩盤の露出してゐる場合はその岩石の種類、性質、水成岩なれば地層の構造等を委しく調査しなければなりません。

地質や岩石の教科書参考書には大抵ある様なことではあります。順序として極簡単に岩石の分類、特に滿洲に於る分布を大略説明します。

岩 石 分 類

1. 火 成 岩

深 成 岩	脈 岩	噴 出 岩		有 色 鑛 物	無 色 鑛 物		
					石 英	正長石	斜長石
花 崗 岩	石 英 斑 岩	石 英 粗 面 岩 (流 紋 岩)	酸性岩	雲 母	有 ↑	有 ↑	酸性 ↑
閃 綠 岩	玢 岩	安 山 岩	中性岩	閃 石	↓	↓	↓
斑 岩	輝 綠 岩	玄 武 岩	基岩	橄 欖 石	無	無	↓ 鹽基性
(高) 完 晶 質 ← → (低) ガラス質				結 晶 度			
(大) 粗 粒 ← → (小) 細 粒				粒 の 大 小			
徐 々 ← → 急 激				冷 却 の 速 度			

2. 水 成 岩

A 碎屑性堆積岩

- 1) 火成碎屑岩.....火山噴出物、凝灰岩、集塊岩
- 2) 風成碎屑岩.....風成砂質岩、黄土
- 3) 水成碎屑岩.....礫岩、砂岩、粘板岩、珪岩

B 有機的堆積岩

石灰岩、白雲岩、珪藻土、石炭、地層膏

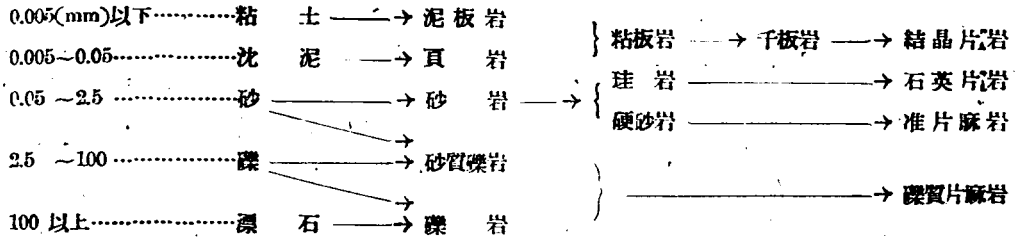
C 化學的堆積岩

岩鹽、石膏、智利硝石、ノアハ、石灰岩

3. 變 成 岩

- A 動力變成岩.....結晶片岩、片麻岩
- B 接觸變成岩.....ホルンフェルス

水成岩變質順序



肉眼的の岩石の識別を大略申述べます。先づ、

火成岩は地球の内部の熱の爲に溶かされてゐる所謂岩漿(magma)が地表又は地表に近い所に出て来て冷却凝固したものですから塊状をなし、一名塊状岩ともいひます。これに對し水成岩は主に水の作用で第二次的に堆積して出来た岩石でありますから層状をなしており一名成層岩とも又沈積岩ともいひます。火成岩はその成分たる礦物が結晶をしてゐるのに反し、水成岩は水で流される際結晶が破壊されてゐたり、圓くなつてゐることが多いの

す。又火成岩は高温の岩漿から直接冷へて固まつたもの



2) 玄武岩

斑晶構造

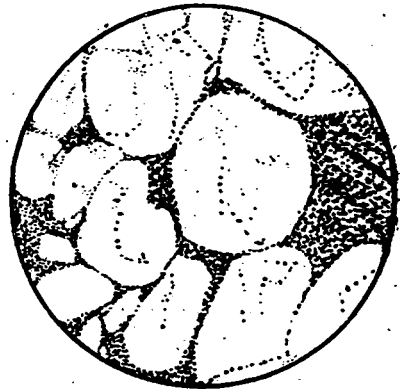
- ナ……長石
- キ……輝石
- オ……角閃石



1) 花崗岩

粗粒、完晶構造

- セ……石英
- ナ……正長石
- ホ……角閃石
- マ……磁鐵礦



3) 砂岩

石英粒は圓くなつてゐる。

顯充物は各種礦物の集合

であります。圖は顯微鏡下に見た火成岩(1及び2)と水成岩(3)の比較でありまして、火成岩の造岩礦物が結晶してゐるのに對し、水成岩のそれは圓くなつてゐるま

でありますから、生物の遺骸即ち「化石」を存することが稀にありますが、水成岩には往々この化石を含有することがあります。化石があれば必ず水成岩といふことが確言出来ます。

變成岩は字の示す通りに火成岩や水成岩が變質してお互の前述の様な特徴をなくしたり、或は變化したりしたものであります。例へば結晶片岩は水成岩が變質して再結晶した特別の鑛物を有してゐたり、片麻岩は火成岩の塊状たる特徴を失つて片理を呈し、恰も層状をなし水成岩のやうな外觀を呈するに至るのであります。

火成岩のみについての區別を見ますと、上表のやうに産出の状態、つまり地表に噴出した噴出岩か或は地殻の内部で冷却固結した深成岩かによつて、各鑛物の結晶度や粒子の大小、冷却の速度が異なる譯であります。又造岩鑛物の種類によつて酸性岩、中性岩、鹽基性岩とに區別され、それ等の代表的の岩石は上表の通りであります。この外にも岩石には多種多様なものがあつて各々名稱も附けられるのでありますが、學術的價值以外には先づこれ位で間に合ふのであります。圖は粗粒完晶質の酸性深成岩たる花崗岩と、斑晶を有し石基はガラス質となれる鹽基性噴出岩たる玄武岩を顯微鏡下に比較したものであります。

元來滿洲國の地質圖を一見しただけでも分るやうに、水成岩よりも火成岩の方が分布が廣く、又この内でも火成岩の大部分は花崗岩と玄武岩によつて占められてゐます。内地は玄武岩が少くて富士山を始め大部分の火山が安山岩からなつてゐるのに對し、滿洲は東部白頭山を中心に廣く合地山地を被ふものは殆んど玄武岩であります。これは西部の熱河山地にも廣い分布を有しており、新しい安山岩は一般に少いのであります。

次に水成岩は表にも示す如く色々種類がありまして複雑ではあります。碎屑性堆積岩が主であります。滿洲には新しい火山が非常に少いので火成碎屑岩に屬するもの即ち凝灰岩や集塊岩は滅多に見られませんが、尤も中生代には火山活動が盛んであつたのでジュラ紀白堊紀の地層にはこれ等の岩石を見られます。風成碎屑岩は南滿の黄土層や砂丘がこれを代表しその分布は可なり廣いもの

であります。何れも時代が新しく岩石に固結してゐないものが多くて、基礎の地質としては特別の考慮即ち路床の安定法等が考へられなければなりません。水成碎屑岩は最も普通のもので、水成岩の大部分はこれに屬するのであります。

有機的堆積岩中で比較的多いのは石灰岩であります。石灰岩は次の化學的堆積岩として産出することもあります。これはあつても小範圍で量的にも少ないのであります。有機的石灰岩は石灰質の有孔蟲類や珊瑚等の遺骸が海底に堆積して、生じたもので非常に厚い層をなし又分布も大變廣いことがあります。滿洲では中生代以後は殆んど陸地となりましたので、かゝる石灰岩の堆積は古生代以前に限られて居ります。苦灰岩や白雲岩も石灰質の岩石で後述の如くマグネサイト鑛物を賦胎してゐるので有名であります。石炭や岩鹽、石膏等滿洲にもありますがこれは岩石としてよりも鑛物として取扱はれて居ります。

水成岩が動力變質を受けると直ちに結晶片岩や片麻岩になるのでなくて表示する様な順序を経て變化するのであります。

地球の歴史は水成岩によつて記録されてゐるのであります。人類の歴史は年代によつて區分されますが地球の歴史は非常に長くて年代で區分することは容易ではありません。一般に地質時代區分として次の表の様なものが用ひられ、更にこれ等の時代も各々幾つかに細分されて居ります。地球の誕生、即ち地球の表面が冷却して水成岩が堆積を始めた頃から現在まで何年かゝつてゐるかといふことも多數の學者によつてその計算がまちまちで、百何十億年といふ數字から單に何千萬年位まで種々のものがありますが、大體1億年位だらうといふ人が多く譯であります。而して上記の時代區分は決してその長さが等しいのでなく古いもの程長いのであります。これも學者によつて異なるのでありますが、太古代のみで全地史の55%を占め、古生代が30%、中生代は11%、新生代は4%とされてゐます。

地層の古いか新しいかを知るには對比によるのであります。地層の對比には次の様な方法があります。三

1) 地層の上下

地層は堆積の順序を示すものでありまして、轉位とか斷層等による逆轉がなければ、普通は上の地層が下の地層より新しいといふことは原則であります。この原則は往々反轉せられてゐることがあつて、地下資源の探査にも大きな異變を來すことがあります。例へばAの地層の上に常に伴つてゐる石炭の層があるとしますとAの地層が出ると其の下には石炭層は無いものとなつてゐるのに、地層の轉位の爲にAの下に石炭層があることもあるのであります。東邊道や瓦房店などではこの例が大規模にあるといはれてゐます。

2) 岩石の性質

同一の岩石即ち砂岩とか頁岩などを比較して、一方のものは他方のものよりも堅くて變質(褶曲等による)してゐるとすれば、他の軟かくて變質の程度の少ない岩石よりは時代が古いと考へられるのであります。尤もこれも地殻變動の激しい地方のものは時代が新しくとも堅くなつたり、變質の度が高くなつてゐることもあります。

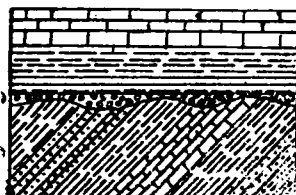
3) 生物の進化

動物及び植物は原始的な簡単なものから漸次高等複雑なものへと進化を續けてゐることは動かすことの出来ない事實であります。同一系統の動物或は植物について地層の新しいものから古いものに溯つて辿つて見ますと、この進化の状態は實によく知ることが出來ます。過去の地質時代に於ける生物の遺骸及び遺跡(足跡等)を化石と申しますが、この化石の研究によつて地層の新舊を對比することは非常に正確になり、細かくなり凡ての方面に進んで參りました。對比の方法としては化石によることか最も正確且つ詳細であります。

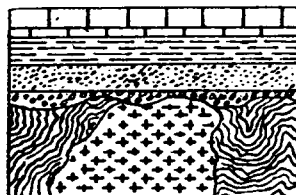
4) 不整合

地層が連続して堆積した場合はその地層は整合であるといつて、その地層中に間隙がなく時代を疊することは出來ませんが、何時までも地層が連続して一ヶ所に堆積する爲には、堆積するのと略々同じ位に土地が沈降を續けて、常に堆積に都合のよい地形、即ち海底とか湖底とかか或深さを保つてゐなければなりません。然しかゝる條件は何時までも續くものではなく、堆積の途中に於て

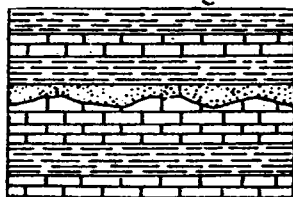
土地が隆起することもあり、運動が停止状態の時もあるのであります。土地が隆起すれば勿論今迄の海底や湖底が陸化して堆積は中斷され、逆に侵蝕が働き始めて、堆積した地層は削剝される様になります。又隆起をしないまでも土地の沈降が止つて運動が停止した場合にも堆積は水深の減ると共に少なくなり、果ては湖水や海を埋めて陸地に迄なることは自然現象の常であります。かくして堆積が一時中斷されたり或は陸化して侵蝕され、其後再び沈降が始まつて以前の地層の上に堆積しますと、この前後の地層は堆積が連続してゐない、即ち不整合と申すのであります。この堆積の中斷の期間が長ければ大なる不整合といひ、地質時代區分の種々の標準になるのであります。對比の方法としても屢々この不整合が用ひられるのであります。不整合にも傾斜不整合、平行不



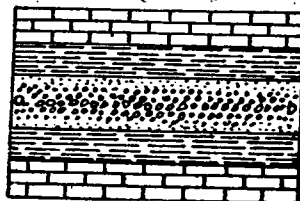
A. 傾斜不整合



B. 傾斜不整合
Aよりも一般に
間隙が大きい



C. 平行不整合
蝕侵面を有す



D. 平行不整合
a-b線が不整合
合である

整合等があつて、前者は圖A. B. の如くに傾斜せる地層を侵蝕して、次の地層が堆積してゐる場合をいひ、後者は一見整合の如くに見へ新舊の地層が平行に堆積してはゐるがこの地層中に堆積の間隙があるものであります。かゝる場合Cの如くに層中に侵蝕面の存する時はこの發見は容易であります、Dの如くに全く整合と見掛上かはらない様な時にも、上下の地層中の化石を研究して、生物の進化に欠けた所があることにより知ることが出来ます。一般にA. B. の如き傾斜不整合がC. D. の如き平行不整合よりも其間隙の大なる場合が多いのであります

が、稀には反對のこともあります。

5) 地 變

地層の褶曲や轉位、又は斷層等は地殼の激しい變動を物語るものでありまして、この變動は地球上の大陸の分布や氣候、引いては生物にも影響を及ぼすこと多く、時には或生物の絶滅を來したり、新生物の出現を見たりすることが多いのでありまして、この地變を以つて地質時代區分の標準にすることもあります。

この他にも尙對比の方法はありますが、大體以上の様な方法によつて地質時代を區分することが出来ます。

滿洲の地質時代區分と主なる露出地域

新 生 代	第 四 紀	沖 積 世	現在堆積シツツアル地層、各河岸、砂漠砂
		洪 積 世	南滿 (黄土層)、北滿 (願壽屯層)
	第 三 紀	新 第 三 紀	北滿 (雀額湖附近)
		古 第 三 紀	撫順炭田、琿春地方
中 生 代	白 堊 紀	熱河地方、宮ノ原、間島省、大拉子、松花江、綏芬河、泉頭層	
	ジ ュ ラ 紀	北票、阜新、鶴岡、密山、穆稜、西山、蛟河各炭田	
	三 疊 紀	朝陽、北票	
古 生 代	二 疊 紀	太子河流域 (煙臺、本溪湖、牛心臺、田師付溝各炭田)	
	石 炭 紀	東邊道炭田、復州、吉林省 (吉林層)、間島地方 (豆滿層)	
	デ ポ ソ 紀	東安省黑臺附近	
	ゴトランド紀 (シルリヤ紀)	?	
	オールドヴィス紀	太子河流域地帯、五湖鶯、金州	
	カンブリヤ紀	熱河山地等	
太 古 代	原 生 代	(震旦系) 太子河、細河流域、復州、關東州、熱河山地	
	始 生 代	(遼河系) 鐵嶺南方、鞍山、大石橋、蓋平、岫巖、鸞冠山、關東州、熱河山地地方	

各時代についての詳細な記載は略して、別表により滿洲に於ける特色のある部分のみを述べて見ませう。

滿洲の地質は日本内地よりも支那大陸のそれに似てゐ

ます。先づ第一に古い地層即ち、古生代の下部のオルドビス紀カンブリヤ紀及びそれ以前の地層が日本には未だ知られてゐないけれども滿洲にはこれがよく發達してゐる

ることであり、次に滿洲では中生代以後の地層には海成層が無く殆んど陸成層のみであること。又古生代の上部即ち二疊紀石炭紀の地層には夾炭層の存することも日本では見られないものであります。

滿洲で最古の地層は古生代のカンブリア紀以前のもので、先カンブリア紀ともいはいはれ太古代とも稱されますがこれは普通原生代と始生代に區分されます。この兩者の境界は學者の間にも議論のある所で未だ確定はしていませんが、南滿ではこの研究も進み大體原生代は震旦系の地層を以つて代表し、始生代の地層には遼河系と命名してあります。共に非常に古い地層で殆んど變成岩となつて居りまして、この中には有用鑛物の胚胎が多いので大切な地層であります。持てる國滿洲の誇りとせる鞍山、弓張嶺、大栗子溝等の鐵鑛は殆んど遼河系と震旦系の間に貫入した花崗岩(弓張嶺花崗岩といふ)に伴つて出て來た含鐵熱水溶液の接觸交代作用によつたものとされてあります。又埋藏量數億トンを有し品質良好規模廣大な點に於て、世界に冠絶せるかの大石鑛附近の菱苦土鑛(マグネサイト)大鑛床やこれに伴ふ滑石鑛床も遼河系中の産物であります。

南滿の建築石材として異彩を放つてゐる渦卷狀の紋のある大理石は原生代の石灰質の化石で滿洲最古の化石コレニヤと呼ぶものとされてあります。

古生代のオルドビス紀とカンブリア紀は常に相重なつて堆積してあります。これ等の地層には非常に化石が豊富で、特に三葉蟲といふ現在のカブトガニの様な化石が多種類發見せられ、國立中央博物館自然科学部長の遠藤隆次博士はこの化石の世界的權威であります。デボン紀とゴトランド紀の地層は久しく滿洲には欠けてゐるのでないかとも考へられてみましたが、最近東安省黑龍江附近の石灰岩中からデボン紀を示す腕足類の化石が發見され、又吉林附近の二疊紀—石炭紀層中から下部石炭紀の珊瑚化石をも發見され、デボン紀或はゴトランド紀層の存在も希望もたれてあります。前述の如く二疊紀—石炭紀層には各所に夾炭層の存在を見、製鐵用炭として優秀な石炭を提供してあります。この時代の地層は吉林附近では吉林層といひ、閩島省方面では豆滿層と呼ばれてその分布は廣大であります。

中生代の三疊紀層は未だ確な古生物學上の證據が知ら

れてゐないのでありますが、北票の石炭層は三疊紀ともいはれてあります。表に示した様な滿洲の主要炭田は殆んどジュラ紀に屬する地層に夾在するものでありまして、滿洲の石炭埋藏量の80%以上に達してゐるといふはれてあります。これらの炭田は各別々に湖水の中に堆積したもので、當時は温暖な氣候で各地に大森林を生じ、松柏科の植物イテフ、ソテツ、シダの類で、前記古生代石炭紀の植物とは大變異つた種類のものであります。又中生代は火山活動も盛んで、火山噴出物即ち熔岩流や集塊岩漿灰岩等が石炭層等に夾まれております。熱河錦州方面で有名な淡水魚の化石、リコプテラもこれ等の地層に含まれてあります。

白堊紀の地層として『泉頭層』といふのを表の中にも記入しておきましたが、これは開原附近から連京線泉頭驛附近に代表的の地層が露出し、北方は第二松花江附近迄、主として鐵道の西側に細長く分布してゐる地層であります。赤褐色の火山岩質の礫や砂の層で、下方は礫岩に移行してゐるのですが、如何にも若くらしい地層で最近迄新生代第三紀層の上部とされてゐたものであります。然し各方面の調査研究によつて今日ではこの層の通り中生代白堊紀層であることが確められてあります。土木材料や、基礎の地質としても今後研究する必要がある地層と思はれます。

新生代の第三紀層は遼東炭田が最もよく知られてあります。日本内地の石炭は殆んどこの第三紀層の炭田から産出するのでありますが、滿洲では第三紀のものに珍しい位であります。炭田ばかりでなく一般の地層としても非常に少く、この時代は殆んど侵蝕の時代でありませう。第四紀は洪積世(又は更新世)と、沖積世(即ち現世)とに分けられますが、滿洲の洪積世は南滿の黄土層と北滿特に哈爾濱郊外の地名から來た龍興屯層で以つて代表されて居ります。黄土層は熱河、錦州、奉天の各省に互つて重地山岳地を間はす廣く被覆して厚い所では數十米にも達し、所謂屯陷(雨裂)をつくつて土木工事には大なる障害となり、路床としても安定を欠いて交通上仕末の悪いものであります。又他の龍興屯層も滿洲中央平原の臺地一帯に分布するものゝ如くで、この土木地質學的性質を研究することも残されてゐる問題であります。

(つよく)