

地球

第一卷第三號

大正十三年四月

關東地震研究

五、深發地震の本性(上)

小川 琢 治

一、深發地震の意義

三、瀬戸内海日本海及び太平洋噴出帯と太平洋陥没區

五、岩漿の上昇運動及び深處噴出現象

七、震源たるべき岩漿帯の深さ

九、構造地震對深發地震

一一、關東地方大地震の古記録

一三、深發地震の地表に起す結果斷層及地震構造線の成生

一五、熊本灣尾江漫島原諸地震の性質

二、大峯噴出帯

四、噴出帯の移動と噴出作用の變遷

六、地殼下層に於ける岩漿の移動に伴ふ地殼の變動

八、震源に起る變動の性質

一〇、地震續發に對する兩說解釋の相異

一二、江戸幕府以後の大地震

一四、續發地震と殘留地震

一六、結論

一、深發地震の意義

我々は關東地方の地勢及び地質構造とジウスよりフムボルトへの地震成因説の新轉向の二篇に於いて、今回關東大地震を地質學上の見地から考察せんと試みた結果として、此の如き廣大なる地域を震撼するものは其の震源は頗る深かるべく、之を從來慣用の構造又は斷層地震の範疇に押し込むことが出来ぬと考へられて、之を深發地震 Pitonic Earthquake と呼ぶことを提案した。

我々が此の如く考へんとするのは自分の研究した明治四十二年江濃地震と大正十一年嶋原地震が何れも數多の拆裂線即ち地震構造線に沿ふて激烈な震動を起したもので、明治二十四年濃尾地震や同三十九年（一九〇六年）桑港地震の如く簡單な斷層線が直に起震線と看做されたのは著しく趣を異にした事實に起因して居る。殊に嶋原地震を考察するに火山地方に起り、而かも著しい構造線が認められて、之を寛政四年普賢岳の噴火、前山の崩落を伴ふた激震の場合と比較して、所謂火山地震なるものと構造地震なるものとが判然たる區別なく、互に遷移し得るもので、之を換言すれば兩者の關係は震源の深さ如何に在るに過ぎぬとの結論に達したのである。

今回の關東大地震の震域は富士火山帶から關東地方に跨がり、其の北東南西の幅二百軒、北西南東の長さ二百五十軒に互たるもので、火山地區にも其他の地區にも一樣に地震構造線が現はれ、表

面の構造線にのみ固着して其の原因を探究するの不可能なることが倍明白になつた。尙ほ之と關聯して考慮すべき一の事實は激震地域が廣いのみならずして、其の邊縁に近い處に於ても破壊力が頗る大きく、震央から著しく遞減して居らぬことで、第二の事實は松代から諏訪湖、甲府小田原を経て房總半嶋に至る弧を描いた震央帶が全く石英閃綠岩噴出塊の排列に一致し、富士火山帶其ものと一致せず、又た近傍火山の活動と著しい連鎖を認めぬことである。此等の事實を綜合すれば我々は今回大地震の震源の深かるべきを推論せざるを得ぬのである。

此の如く詮じ來れば從來行はれた地震成因説の常套から解脱して震源所在の地殻下層の物理的性質を考究せねば大小の地震の本性を知ることが出來ぬ筈で、従つて問題は地質學のみの範圍に屬せずして地球物理學と累り合つたもので地球物理學的研究と相待つて初めて確定すべきこととなるのである。我々地質學者の立場から之を研究せんとするには維也納派地震研究の方法として有効に働いた水成岩層の構造の研究以外に地殻下層に起原する火成岩に就いて其の地震發生の作用を考察するのが最も適切な手段と想はれる。何となれば地震を起す所の地殻の變動は單に水成岩層に限られないのみならず、震源が高溫狀態に在る地殻下層に在る場合には其の變動と火成岩として固結する岩漿の運動とを切り離すことの出來ぬのは言を待たぬ所である。深發地震を以て直に深成岩噴出作用に起因すると臆斷するのは早計に失するかも知れぬが、少くとも此の如き地震の發生を下層に追

跡する地質學上唯一の手段が深成岩噴出作用の研究なることは疑はれぬ。故に我々は先づ岩漿の上昇運動噴出現象等を考察して地震の本性を闡明する途を開かねばならぬ。

日本の地質圖を披いて直に注意するのは火成岩が約全面積の三分一を占める事實で、其の中表面に噴出した火山岩類が大部分を成してゐるが、深成岩類も亦た全面積に對して十分一を下らぬ。其の深成岩なるものゝ火山岩に對する區別は主として完全に結晶し粒狀を成すに在つて、此の性質は表面に流出せずして徐々に深處に於て固結したものと考へられてゐる。而して此の如き火成岩の或るものは中國飛彈等の諸高原に見る所の花崗岩、石英斑岩、石英粗面岩の如く表面に流出した火山岩と密接に關係し、其の噴出が連續したものとすることの疑のないものである。其の最も現在の地震發動と明瞭な關係を有する一例として近畿地方を横斷する子午拆裂線に沿ふた

二、大峰噴出帶

を觀るに、此の拆裂線は北は若狹三方湖畔から起り、安曇川高野川溪谷に沿ひ比良比叡山列の西を限り、京都奈良平地の東に斷層崖を作つて南走し、紀伊山系に入つて古生、中生、第三紀諸層を横斷した石英閃綠岩、石英斑岩、石英粗面岩等の火成岩が此の拆裂線に噴出してゐる。地質圖上の此等の諸岩の區別は必ずしも各地質時代を異にして噴出した事實を示すものでないのは勿論で、其の南

端の熊野川北上川の合流點附近に於て第三紀古期層を貫き、全體が第三紀以後の噴出に係ることは略ぼ疑を容れぬ。故に此の噴出帶には其の東南の熊野沿岸の酸性火山岩大噴出と時期を同くして新火山岩が種々の岩相岩質を成して現れたるものと考へられる。此の關係は富士火山帶の東側に見る所の石英閃綠岩噴出帶と全く揆を一にし、唯だ御阪層の如き基性火山岩の大流出がない點が異つてゐるのである。

此の拆裂線が地震構造線として如何なる役割を演じたかは頗る興味ある問題である。之を歴史に徴するに京都は平安朝以來最も史料に富み、就中東山に震源のあつたことの明かな地震は貞元元年（九七六）の山城近江二國の地震で東山に近い寺院の倒壊の多かつた中、清水寺では僧俗死者數十を出し、文治元年（一一八五）慶長元年（一五九六）伏見大地震の二つは耳目を聳動せるもので、此の外に京都奈良の強烈震は枚舉に暇なく、文治大地震の五年前に熊野那智山に強震あり、又た慶長大地震後六十四年目の寛文二年（一六六二）の大地震は比良嶽附近に震源があつたもので、二年後京都近傍に強震あり、其の年内に熊野新宮にも強震があつた。此等の地震記録を通覽すれば火山岩深成岩の噴出と地震とが略ぼ一つの拆裂線上に於て起つてゐることが明かで、此の拆裂線に沿ふて第三紀から今日まで其の箇々の變動に伴ひ大小無數の地震が発生したことは想像するに難くない。

此の如く推論すれば地質學者の地震研究の目標として取るべき地表の變動の遺跡は獨り構造線其

もののみでなく、火成岩の噴出帯は少くも之に等しい價值を持つものと看做してよいことになる。

二、瀬戸内海・日本海及び太平洋噴出帯と太平洋沿岸陷没區

西南日本には今舉げた横斷噴出帯と直角に交はる縦走噴出帯が幾條もあつて、其の方が遙かに注意を惹いてゐる。其の一たる瀬戸内海噴出帯は陷没地帯に一致してはゐるが、火山岩は何時も淡水堆積物から成り、岩本又は亞炭を夾む鮮新世新期の岩層上に流出し、主として酸性熔岩の破片から成つた磨砂層が大抵其の下層を占め、未だ現在の瀬戸内海帯の海侵作用を受けぬ以前の噴出に係ることを示してゐる。

此の噴出帯の火山岩は安山岩質で、其の過基性のものは讃岐岩、玄武岩となり、其の酸性のものは英雲安山岩となり、石英粗面岩及び粗面岩とも呼ばれたのも含まれてゐる。然るに其の噴出地區として著しい大和讃岐等にも、其東に連つた參河設樂等にも歴史上著しい地震のあつた記録がない。

之に反して日本海噴出帯と呼ぶべき玄武岩の噴出は北は羽前油戸附近から、起つて九州西北岸に至る間に亙るものである。其の噴出は多分中新世までに起つたのが大部分を占め、特に古期のものがアルカリに富んだ種類で、其の分化岩相として曹達粗面岩をも含んでゐる。

此の噴出岩地區に震源を有するのは大正十一年嶋原地震で、寛政四年にも殆んど同じ震源に地震が始つて後に溫泉岳の活動をも誘導したらしい。日本海岸に於ける大地震の最も古い記録は天武天皇七年(六七八)筑紫國の大地震で、明治三十一年(二八九八)糸嶋郡の激震も略ぼ震源の之に近いものらしく、山陰地方では延寶四年(一六七六)津和野地震、正徳元年(二七七二)大山近傍地震、明治七年(一八七四)濱田地震等は何れも此の噴出帯に發生したと想はれる。又た更に遙かに北では享保十四年(一七二九)能登佐渡の地震もある。此等の記録は多く不十分で正確な震源の位置を推定することが出来ぬが、明治以後のものから類推すれば何れも玄武岩の噴出帯に在ると想はれる。

太平洋岸に於ては潮岬室戸崎蹉跎岬等に點々と小區域の火成岩塊が認められる。其の岩質は區々で斑糲岩から花崗岩まで變化し、一見何等の聯絡がない如く見えるが、臺灣紅頭嶼にも橄欖岩の露出が報告せられたのと併せ考ふれば、此等の小火成岩塊が自づから外帯の最外邊の噴出帯と看做し得べく、其の噴出時代は同じく第三紀以後のものらしい。

此の噴出帯の存在が果して確實であるとすれば、今回の關東大地震の震源と同じく太平洋岸の地殻下層に在るものが想像され、此の如き震源の地震が西南日本に海嘯(津浪)を浴びせるのであるから、地震計觀測によつて存否を決定することが必要である。

尚ほ此の震源に關聯して考ふべきは太平洋岸陷沒地區の存在、形狀及び成生時期の問題である。

西南日本の太平洋岸の輪廓を通觀すれば、九州東南岸から起つて豊後水道の出口、土佐灣、紀伊水道の出口、熊野洋、遠江天龍河口の平地(第三紀新期以後の堆積層を除いた)、駿河灣、相模灣等に至るまで何れも多少楕圓弧に似た形狀を有し、土佐灣相模灣などは其の輪廓が最も規則正して弧狀を呈してゐることに注意する。此の如き輪廓はエドムント・ナウマンの所謂鍋狀陷沒を想ひ起させるものであつて、之と類似の輪廓は伊太利半島の西南に折れてシシリ島に連る處に於ても見られ、ジウスは疾くに此の半圓に近い海岸線の略ぼ中心に當る部分にエオリア諸島の火山がある事實と結び付けて、之を沈降地域と看做した。

今此の如き陷沒地區の成生手續を攷究するに、其の一部分は多く直線狀を成し、第一篇に於て關東地方に就き列舉した南北、東西、北西、北東等の坳裂線系の交叉によつて地盤が箇々の地塊に分割されて陷沒したことを示してゐる。故に地震學者の所謂太平洋震源帶なるものに起る地震をジウスの命名に従へば沈降又は陷沒地震と呼んでよい。然れどもエオリア諸火山島に於ても見られる火山活動現象を之に結び付けて考へるならば、此の如き地震は陷沒現象をも起す地殻下層の岩漿帶の變動に起因する地震と看做し得られる。直接火山噴火を伴はぬ場合が多いといふ事實は最も其の深發性を裏書してゐる。

試に洪積世以前の太平洋岸の輪廓に溯つて之を檢討するに富士火山及び道志噴出塊の噴出した歴

史は今述べ來つた陷沒、噴火、地震の三作用の關係を一層明瞭に語るものと想はれる。我々はナウマンの鍋狀陷沒と看做した富士火山の場合を其まゝ承認し、更に進んで道志山塊に就いて之を考ふるに、吉田の北から笹子峠の東に出で所謂小佛古生層の境界に沿ふて桂川を下り、小佛峠の西から大磯の海岸に至るまで殆ど正圓に近い弧を描いたものが認められて、其の中心に道志の石英閃綠岩噴出塊が突起してゐる。此の内部に堆積したものでは所謂御坂層の輝綠岩と其の凝灰岩最も古く、之に續いて種々の火山岩の噴出物が碎屑物質と共に累積してゐる。兩者を比較すれば我々人類の後裔が幾十百萬年の後まで生存し得て第五紀時代に達した後には今の富士山の骨髄が道志の峯嶺の如くなつて聳立するを望見し得ると想像することが出来る。

此の如く考へ來れば三保崎から江ノ浦に至る駿河灣と眞鶴から城ヶ島に至る相模灣とは道志富士兩鍋狀陷沒地區と同一の價值を持つもので、或は他日其の中央に立派な火山を崛起せしめる資格があるかも知れぬ。

更に一步を進めて今回の關東大地震の震央と推定される所の小田原近傍を中心として地勢を考察すれば、今舉げた桂川溪谷の小佛峠以東の續に武相兩國境を流れる境川の流路が、前者よりも更に大きな橢圓弧を描き其の内部は馬入川との間の陷沒地帶を成し、其の外邊には南多摩、都筑の第三紀新層の邱陵地があり、其の内側は洪積層の遙かに之より低い臺地を成してゐる。

更に大きな橢圓弧を想像すれば、天龍川上流から諏訪湖、輕井澤、高崎を経て江戸川に沿ひ河口まで描くことが出來て、東京は此の弧内の東邊に來るのである。是れ亦た其の東北界には洪積層の臺地が略ぼ連續してゐるので、此の弧の内側に沿ひ陷沒した地帯が存在するものと考へられ、浸蝕作用のみで利根川中流の廣い洪涵地を成した溪谷低地が出來たものとは考へられない様に見える。東京の大川以東の震害の大きな理由も是で説明される。此の如く考へ得るならば東京附近で地震學者の江戸川震源帶と呼ぶものは邊緣陷沒地區に起るとジウス流に説明されるかも知れぬ。

之を要するに太平洋岸の地勢上の一特色は馬蹄形を成した陷沒地區の存在で、此等は第三紀以後次第に少しづつ中心を移動して發生したもので、而かも其の或るものは過去に於て中央に火山活動の歴史を有し、或るものは今回の如く地震の震源地となつてゐることは略ぼ地質學上の見地から肯定して間違のない事實である。故に其の地貌上の類似形態は地下深處に於ける物質の垂直排置と其の變化に關聯して起つたものであると推測し得られる。

最後に馬蹄形地塊の垂直運動の考察を結ぶに臨みて一言附加へるべきは、此の運動に沈降と隆起との兩種あることである。道志山塊の場合は其の北半が隆起した場合で、此處には中心に石英閃綠岩の噴出があり、甲府盆地の場合は其の東半の邊緣に石英閃綠岩の噴出崛起した場合であつて、前者は其の沈降した南半に箱根火山が噴出し、後者は舊馬蹄形陷沒地の内部に更に小さな笛吹川を長

徑とした半圓に近い新らしい陷沒地區が出来てゐる譯である。而して今回大地震は甲府盆地に於ては此の長徑を成す東東北西西南の構造線に沿ふて激烈な震動を起し、湘南では桂川境川の大馬蹄形地區の南に當る陷沒地區との境界に當る長徑に近い震源から今回大地震が起つたと想はれる。一月十五日の激震が再び此の卯酉坳裂線に沿ふて起つたのも事實である。

リヒトホーフエンが嘗て東亞の地貌研究に於て曳裂彎の成生を主張した時に認めた朝鮮半島東南岸の弓狀海岸線も此等の場合と共通の成因として説明せられるべきで、唯異なる所は此に在つては多くは種々の走向の坳裂線の交叉によつて彎形の内部の陷沒を成すに反して、彼に在つては其の内部が地塊となつて残つて周邊が陷沒してゐるのみである。

四、噴出帶の移動と噴出作用の變遷

前兩節に舉げた火成岩噴出諸帶を通觀すれば地質時代の間に噴出帶の位置が移動することが明かに認められる。第一篇及び前篇に述べた如く中央日本を横斷する噴出帶では相模山脈から甲府武石松代に連つた噴出帶に於て第三紀古期に活動最も旺盛であつたが、第三紀新期から第四紀に互つて今の富士火山帶に沿ふて活動を新にしつゝあるのは其の最も顯著な實例で、之に反して大峯噴出帶に在つては此の如き移動を起さず、又た噴出作用も表面に何等の發現を示さぬが、尙ほ地殼下層の

岩漿帶の變動は全く靜止せずして時々地震のみが起るらしい。

西南日本に於ける縱走諸噴出帶が各時期を異にしたものと想像されるが、之を正確に決定すべき層序學上の研究に乏しいのは遺憾である。今我々の有する智識で推定すれば、西南日本は中新世までに既に日本海噴出帶の玄武岩質及び帖理岩質の火山岩の流出を見たもので、第四紀に遷る頃にも尙ほ活動は繼續して九州西北部の玄武岩臺地を成すものゝ流出があつたかと思はれる。瀬戸内海噴出帶は之に後れて第三紀末期に出來たもので、寧ろ短命で洪積世以後までは續かなかつた。此の二帶に相當するものを東北日本に求むれば日本海噴出帶に屬する玄武岩類は北に進むに従ひ形跡を潜め、之に反して内海噴出帶に相當するものは異常に發達したらしく、那須火山帶の地盤を成す所の酸性火山岩及び凝灰岩の厚層が全地域の大部分に水成岩層と共に堆積してゐる。會津の塔寺八幡宮記錄によれば戰國時代前後から後には下野地溝以北に可なり頻繁に地震が起つてゐるから、會津以北の凹地帶と此の噴出帶との地震發動に對する關係は大に研究の必要ある問題である。

此等の噴出帶を考察するに當つて各帶共に噴出作用に或る一定の輪廻を成した變遷があることが注意される。瀬戸内海地區では流紋岩即ち石英粗面岩又は石英安山岩の如き酸性の熔岩先づ流出し基性安山岩は之に後れ、最後に讃岐岩が流出した事實がある。是は岩漿帶が比較的短い活動期の間に地表に近い處に於て分化作用を起して順次搾り出された後に噴出作用が全く止んだ一つの場合

であるかと想はれる。

昨年五月咸鏡北道の旅行によつて獲た材料と朝鮮總督府地質調査所員の精細な調査とから考ふれば、環日本海玄武岩質の噴出帶なるものは之と比較にならぬ永期に亘つた噴出作用を現はしたものである。最初の地表流出は所謂北極中新世の植物化石を含む第三紀層の初期に起り、非常に多量の帖理岩の鎔岩と集塊鎔岩を噴出し、次に粗面安山岩質の噴出があつて厚い凝灰岩層を成し、其の後にコメンダイト、曹達粗面岩、曹達流紋岩等が白榴玄武岩と交互噴出して、高い鎔岩産地を造つた即ち第三紀の間に二回以上の基性と酸性との鎔岩を出したのである。第四紀に入つて尙ほ普通玄武岩の廣大な産地を造る噴出があり、白頭山ではアルカリ性粗面岩が絶頂を占めてゐるのであるから少くも第三回目の輪廻を辿りつゝある。

九州及び中國北越兩羽等の地方に見る所の玄武岩類は此の噴出輪廻の一部を成すものであるから岩漿帶に於ける變動が地盤の震動を起したとすれば、日本海沿岸の地震を考察するに當つて此の噴出帶に著眼すべきは當然である。

九州西北部の玄武岩産地は此の最後噴出物に相當し、筑豊其他の夾炭層中のドンと稱する貫入岩には其よりも古いものを含むかと考へられる。嶋原地震の震源が後に述べる如く玄武岩の地區に在つたのから推せば、此の第四紀初頃まで繼續した噴出作用の後に深發地震と看做されるものが今も

時々起るのは疑はれぬ。朝鮮側でも釜山が半島中最も歴史地震の記録に富む事實があるのは同じく此の噴出帯に起る地震が半島では日本海岸に最も多いことを示してゐるらしい。

中央日本噴出作用の變遷を考ふるに是れ又た略ぼ日本海噴出帯に類似し、富士川西岸では帖理岩質の鎔岩から始まりアルカリ酸性火山岩まで噴出したのが此の地域の古第三紀層に見る火山作用であつて、カルク・アルカリ性火山岩類の流出及び閃綠岩の噴出は之に次ぎ、第四紀以後まで繼續してゐる。

屢々述べた如く今回の大地震の震央帯が活火山の多い新らしい火山帯に一致せずして、却て古い噴出帯に並走する事實は今述べた嶋原地震の場合と共通なる性質である。之を如何に解釋すべきかは後に之を論究するが、今茲に噴出帯の移動と關聯して變遷を考ふるに當つて、此の事實は明かに表面火山作用の活動が既に久しく熄滅に歸した後に、尙ほ地震としての活動は殘留することを證明してゐるだけを附加へて置く。

五、岩漿の上昇運動及び深處噴出現象

火成岩の噴出帯と地震の關係が如何にして成立するかを攻究するには先づ岩漿の運動が如何にして起るかを知らねばならぬ。フムボルトが火山現象を觀察するに當つて噴火に伴ふ火坑内の地盤の

震動を経験し、此の震動を擴めて一般の地震を火山作用に起因するものと推論したことは第二篇に述べた。此の如く火坑内で地下通路を通して上昇した鎔岩中に含有する揮發性物質の爆發的發散の起す震動は極めて原因の明瞭な震動ではあるが、是から直に一躍して廣い地域を震撼するものまでも同じ作用で起るとすることが出来ぬ。此の如きものと火山噴火の時に稍廣い地區に於て感ずる所謂火山地震とは既に多少異つた性質のものである。我々の攻究せんとする深發地震に至つては更に趣の異つたものとして岩漿の運動を考へねばならぬ。

大森博士が淺間火山の噴火に伴ふ地震の震源の深さを七籽と計算せられた。是は震央の正確に知れた場合で、從來行はれた計算中で最も確かなるものである。是から推して火坑内の鎔岩表面から此の下層までの柱體の加へる壓力は非常に大きく、又た此の下層は恰かも地殼の有効破裂帶の下邊に近い處と考へられる。岩漿が此の深さの處から火坑の通路に押し込んで來る時に通路の側壁に震動を起して地震として稍廣い地區を震撼することは容易に理會される。ブエスブ^キアス火山の七九年爆裂に先づ十六年前の激震や、寛政四年の溫泉嶽噴火や、大正三年櫻嶋大噴火に先づて起つたものは何れも此の如き岩漿の上昇運動に當つて、既に殆んど閉塞された通路を開かんとする努力の結果と看做すのが同じく正當であつて、此の如き地震の強さが運動を起した岩漿の量に正比例すべきことも明かである。

我々の深發地震と呼ばんとするものが若し此等の場合と同じく岩漿の運動に起因すると假定し得べくば、或る程度までは同様に起震力として働くことは考へ得られる。然れども今我々は地質學上の見地から此の問題を討究するのであるから、深成岩の露頭で觀察した實例に就いて地殻下層に火成岩の貫入する仕方を學ぶのが順序である。此の問題は近頃深處火山作用 *Tiefenvulkanismus* として歐米地質學者間に頗る異つた見解が行はれてゐて、而かも十分徹底せぬ憾がある様である。今茲で之を論評するのは直接の目的でないから、單に地震現象の解釋に適切な要點を大摺みに擧げて見るに止める。

粒狀の噴出岩脈が屢々割開された安山岩火山の火口内に發見せられ、又た御阪層の中核として石英閃綠岩が發見せられるのは何れも火山岩の噴出後に深成岩の特性を有するものとなつて固結した岩漿の一部分を代表するものである。此等は地表に近い淺處に達したものであるが、更に深い處に於ても之に類似した後期押し出し *Nachschub* と看做し得る噴出がある。阿武隈高原の角閃花崗岩（日本地質圖に片麻岩として示したもの）に後れて黒雲母花崗岩の噴出があるのは小藤博士の指示された通りである。高原の南端高鈴山の兩側に於て自分の觀察した所では、角閃花崗岩よりも遙に基性の角閃片麻岩（黒雲母を含まぬ）が厚層を成し、角閃花崗岩も黒雲母花崗岩も共に之より後に噴出したものである。基性片麻岩は明かに固結後に壓力變性作用を被つたもので、其一部分の花崗岩質

の處は白雲母片岩（石英白雲母の片狀岩）となつてゐる。而して後期押し出しに係る花崗岩には此の如き變化がないのから推せば、地殻の下層で靜壓力の爲に變性作用の起る深處に於て花崗岩が之を破つて噴出したことゝ、後者の噴出する時には全く液體となつてゐて、靜壓力の爲めには變性作用を被つてゐないことゝは疑を容れられぬのである。此の變性作用の起つた地下水準を精密に見積る基礎は薄弱であるが、少くも十軒内外を下らぬことは略ぼ確かと想はれる。

此の實例に於て最も顯著なのは後期噴出物と片麻岩との境界が明瞭で、決して互に遷移せぬことであつて、多分此の如き深さに於て片麻岩の方は尙ほ大體に於て固體として存立し而かも其片狀石理と並び考ふれば固體の漸く可型性を増し、半液體狀に遷移せんとする境界に近いものであつたことは明かである。

此の場合より遙かに上層に深成岩の噴出する實例は甚だ多く、笠置山の北邊古生層の境界に見る比企博士の記載した接觸變性の如きは其の稍深い一つである。此の場合には其の一部に花崗岩の注入によつて生じた黒雲母片麻岩及び片岩（所謂領家片麻岩）も出來てゐる。然れども其の一部は花崗岩の小噴出塊の周邊に發達した董靑石、空晶石等を生じた普通接觸變性を示すので、淺處中深さの區々な處に噴出したものたることを想はしめる。

此等の諸例を綜合して深成岩噴出作用の過程を考ふれば、深處に於て半可型性の地殻を突破して

更に上層に達する間に何時も岩漿として上昇し来るもので、クロースが近頃精密に研究した如き噴出岩の場合には粘性の非常に大きくなつた末期の所作と見られるものがある。其の粘性を増すと共に水壓力の働きが鈍くなるのは當然考慮せねばならぬ。

此の如く論じ來れば極めて平凡な現象に過ぎぬが、之を述べざるを得ぬのは岩漿の上昇運動に關して色々と六かしく論議されてゐるからである。我々は此の平凡な現象を第二篇に於て發表した均衡調節に起因する下層物質の移動と結び付けて考へて、此の運動は岩漿の移動に當り、其の一部分が水壓力で高壓の下層から低壓の上層に向ふ運動を伴ふ結果と看做し得られると信ずる。岩漿の上昇運動が此の如く水壓力の作用で起ると考へるならば、其の地表に達するまでの間に下層から上層に進むに従ひキリスの所謂周邊壓力 *Confining pressure* は次第に減少するのであるから、終に地殻破裂帶に達して之を利用して或は表面まで出ることのあるのも亦た容易に理會される。

更に一步を進めて此の運動が地殻に對して與ふる結果を考ふれば、岩漿が半固體及び固體の地殻に押し込んで來るには既存の裂罅を擴げ、又た新に裂罅を作つて其間隙に入らねばならぬ。此の手續きたる地殻の變動は地表に地震として震動を傳へるのは當然である。

從來造山作用に伴ふ花崗岩片麻岩等の噴出岩塊の役割に對しては地殻收縮説に立脚する論者は皆な受働性 *Passivity* を主張してフムボルト、ブック等の能働的作用を認めたるを排斥し來つた。然

れどもアルプスの場合に就いて之を觀ても、所謂中央塊なるものが尙ほ岩漿帶と連續した液體の舌部を成した時期には水壓力が下層の高壓部から加はつたことを考へざるを得ぬ。又た此の如く考へて初めて土着噴出塊が長い舌となつて外側の方へ伸びて行つたことも理會されるのである。故にアルプスの如き水成岩層の厚く發達した場合に於ても噴出岩塊の出現に伴ふ一種の能働性を否定することが出來ぬ。

我々が今論ずる環太平洋地域の火山作用を伴ふた造山作用に在つては更に疑を挿むの餘地のないもので彼の道志山塊の中央に最後に噴出した石英閃綠岩の如き噴出塊の現出は此の如き手續と考ふる外には恐らくは説明の途はなからう。ダーキン、スタインマン等の南米で觀察した火成岩噴出帶の隆起作用の如きも之と同じ様に説明される。又た此の如き原働力がありとすれば此の地域の沿岸に於ける大地震に伴ふ地盤の隆起が同じく當然起るべき結果として理會される。構造地震萬能の見地に立つては、ジウスの如く此の明瞭な事實に目をつむり耳を掩つたが、今から考へて寧ろ醜態であつたといへる。

次に地殼收縮說から説明した地壘と地溝の成立手續も亦た我々の今認めた噴出岩能働性の存在によつて説明するに於て何等の困難を見ぬかと思ふ。ジウスの陷沒によつて生じたとした適例たるライン河谷の地溝と兩側のブラーヂ、黒森の地壘の場合は火成岩が水壓力的運動によつて上昇し來る

に當り其の一部に進入して地盤を扛起した差分的運動 Differential movement を考へ得るもので兩側共に花崗岩の噴出塊がある。事實を以て地殻下層から働いた原働力の證左とするのは必しも牽強でない様である。カイゼルスツールの如く玄武岩が此の地溝内に噴出したのは同じく均衡調節の此の狭小な地區内に行はれたことを示す紀念物の如く見え、且つ一八八二、八四、八六の三回の地震もあつて、岩漿帯の變動が今尙ほ地震として活動する形跡ありと認められる。

六、地殻下層に於ける岩漿の移動に伴ふ地殻の變動

均衡の調節に起因する岩漿帯の流動を前提として地殻の變動を考察すれば此の如く容易に各方面の地質現象を説明し得るのであるが、果して岩漿に水壓力の働く位に完全なる流動性があるか否かは或は疑はしいといふ反對論者がないとも限らぬ。地表に流出した鎔岩に就いて觀察した所では、大量の噴出のあつた場合には基性の玄武岩の如きは勿論、餘程酸性の粗面岩の如き者に至るまで皆な一樣に平坦な臺地を造つてゐる。酸性の鎔岩が釣鐘狀の圓錐を成す場合は小噴出に限られ、九州の阿蘇、溫泉等の外輪山を造つた角閃安山岩でも、咸北のアルカリ粗面岩でも、帖理岩、玄武岩、玄武質安山岩等の鎔岩產地と殆ど大差のない緩斜面を成すのは明かな事實である。此の如く鎔岩の化學成分に無關係に完全な流動性を示すのは大量噴出の場合には高温で且つ多量の礦化劑を含有す

ることが共通性である爲めと想はれる。基性鎔岩でも流出量の少い時には三笠山の玄武質安山岩の鎔岩流の如く頗る粘性の運動をなしてゐるのは、其の温度と揮發物質の少いの起因することも同じく殆んど疑を容れぬ。

花崗岩の如き酸性深成岩の流動性が我々の目撃した地表流出岩類と大差なかるべきは近頃アレ・ブラウンスの之を岩鹽株と稱する岩塊の運動に比較して論述したので明かである。ブラウンスは花崗岩漿を水を含まぬ硅酸鎔融體でなくて、水を含んだ硅酸溶液であるとし、之を箇々の成分鎔物の鎔融點より遙かに低い温度に於て多量の水分を含み、極めて流動し易くして、造山作用により不測の深處から地殻に押し上げられるものとした。

故に岩漿は地殻下層に伏在する時には高壓であると同時に高温で且つ多くの鑛化劑を含有するのであるから。化學成分の如何に關せず地表に流れた實例に見ると大差なき流動性を有するか、或は更に流動性に富んでるものと考へて差支ない筈である。故に我々は岩漿が均衡調節作用に服従する時には、普通の液體の如く水壓力によつて地殻の上層に押し込んで來るとしてよいと信ずる。

然れども岩漿が地殻の表層に近づくに従ひ壓力の減少と温度の降下を見ると共に鑛化劑を失ひ、流動性も亦た漸減するは當然である。ラルフは上昇する岩漿が多くは表層を突破して地表に火山を成す能はざるものと認めたが、其の理由は是に在るべきである。従つて地表に火山の噴出を見ぬの

は岩漿の下層に上昇運動のないのではなく、上昇運動が必しも表面に流出するまで繼續せぬことが多い爲めであるといひ得る。

我々は第二篇に於てジュースの地殻收縮説に立脚した造山作用の説明を批評するに當つて述べた如く、均衡の調節作用は最も著しく海陸境界に於て行はれるもので、大陸邊緣の海底に沈渣物が堆積して荷重が其の地盤に加はるに従ひ沈降して厚い水成岩層を生ずる所の地向斜が此の如き場處に發達するのである。此の地盤の沈降が下層に伏在する岩漿帶を壓して水壓力として働き、浸蝕によつて荷重の遞減する陸塊の隆起を促すに當つて、岩漿は海底の下層から陸塊の下層に移動することになる。我々は此の岩漿帶の物質移動が地殻下層に岩漿の注入を起し深發地震の原因となり得ることを主張するのであるが、勿論之と同時に從來地殻收縮に起因するものとして説明された地殻に加はる側壓力が同じく起り得ることを考へないのではない。

此の均衡調節作用で造山作用を説明せんとするのは未だ之を力説した歐米の學者がない様であるから従つて容易に何人にも首肯され難いものかも知れぬ。其の一つの支持點としてはアルプスの如く厚い堆積層の出來た地向斜に於ける褶曲が所謂脊覆及び翻覆構造を生ずること、其の出來方は恰も館を捏ねた如く複雑なものであるのが、側壓力を考へずして、下層の流動が可塑性の著しく殆ど半流動體となつた上層を誘つたとした方遙かに容易に理會されたとしたのは前篇に述べた。此の

如き運動が深處に起ると考へるならば、其より上層の所謂地殻破裂帶で普通の背斜及び向斜や之上斷層の如き褶曲が之に伴ひ起ることも理會される筈である。地表では此の如き變動が表面の歪曲となつて現はれるべきものと想はれる。

然るに此の如く地向斜の沈降するに當つては又た其の地盤の等地溫層が高まり、又た花崗岩の如き岩漿が此の沈降する地盤の下層に注入し來ることはオーもデーリーも既に考へた所で、此の作用が同じく褶曲を起す原因となり得る。從來の收縮説の代りに地殻の一部分が膨脹するのと注入した火成岩の爲めに水平の延長を縮められるのが、側壓力として或る程度まで水成岩層の褶曲を起すと考へることは極めて簡單な説明である。

第三に我々は日本海窪の陥没の如く局部的に起つた著大な沈降が周邊の可褶曲性を有する地層より成る地帯に側壓力を加へて之を褶曲せしめることも下層の岩漿帶の變動と相伴ひ起り得ると考へるものである。我々は均衡調節作用と此の如き水平壓力を全く切り離して考へる必要なく、所謂造陸運動と造山運動とが同一の原因を有し同時に働くものとし、唯前者は間斷なく行はれるが後者は之に反して時々激烈に起るといふ區別を認めんとするのみである。北米地質學者の均衡調節と造山運動との關係を論じつゝある所を觀るに、キリスの如く均衡調節作用を彈性限界内に起る緩慢な屈從とし、地殻の變形は彈性限界を超えた力を要するものであるから、均衡調節作用には變形を

起すに足る力なしとし、均衡は變形の梯子であるが原動力でないとする論者もある。故に此の問題は他日更に詳細に攻究する積で、今は唯自分の意見を明言するに止めて置く。

以上述べた假定説から考ふれば深發地震は岩漿の移動に伴ひ發生するもので、從來の收縮説から考へた如く造山運動の發現とする必要なく、必しも著しい造山作用の結果が地表に現はれぬ所のものが常に起りつゝあるといふ見解に達するのである。

我々が地質圖を披いて過去の地質時代に發生した岩漿帶の變動が幾多の火成岩塊を地層間に注入した事實を觀れば、我々から幾萬々年の後に現在の表層が剝削せられて、今我々の感じつゝある地震の原因となつた實物が地表に露出し、我々の祖先たる原人が化石となつて古人類學者に取扱はるゝ如く、若し今の記録が保存されたならば此の如き噴出岩塊が今日の地震の化石と看做されて何の不思議もないのである。

七、震源たるべき岩漿帶の深さ

我々が地質學上の見地から岩漿帶の變動によつて地殻下層に地震が發生するとした考察は以上述べた所と第一第二兩篇とで略ぼ明かである。是から此の如き地震の震源の所在と其の震動を起す仕方について今日までに地震學の方面から研究せられた所を參考して更に考察を重ねて見る。

第一は震源の深さに關する本邦に於ける研究の進歩で、其の成績を觀るに我々の地震の性質を考究した結果を大體裏書してゐる事實がある。元來地震を火山作用に密接の關係ありとする一派の論者は五十年來決して全く跡を絶つた譯ではなくて、初めて日本で機械觀測を創めたデヨン・ミルンの如き、伊太利の火山研究者メルカリーの如き、ストラスブルグ觀測所を起したゲルランドの如き、ミュンヘン大學のロートブレッツの如き、柏林大學のブランカの如き何れも維也納派の構造地震説の學界を風靡した間に立ち火山成因説を固守した。

之に反對するヘルネスは「潜伏火山即ち注入地震」(地質評論一九一一年)に於て此等の諸家を歴評するに當つて、ヲルフの珪酸鹽類の高壓に於ける極大鎔融點の所在を少くも百五十籽とした意見に基いて立論し、岩漿が地震を起す活動をなし得る深さを百五十籽以上の深處とし、震源に關する觀測が近年進歩するに従つて、比較的に地表に近い淺處に在りとする傾向あるを擧げてゐる。然るにヲルフの極大鎔融點に對する意見と地殼下層の岩漿帶の深さに對する推定とは全く意義を異にしたもので、ヲルフ自身は火山論(二九一四)に於て珪酸鹽類鎔融曲線を示すに三四十籽の下層に於て七八百度とし、花崗岩漿は此の深さに於て岩漿として存在し得るものと考へたのであつて、ヘルネスの論據は全く根本から成立たぬ筈である。

日本に於て二十餘年來地震計の記録を研究した大森、今村、鹽谷等諸氏の結果を觀るに震源の深

さが略ぼラルフの推定した岩漿帯に在るのは著しい符合であつて、第二篇に示した最近大森博士の研究結果は最も正確に近いものと想はれ、殊に都合好くラルフの岩漿帯に來るのである。

今村博士の震源の深さに關する研究は震域圖に就き水平動の強弱二種の震域半徑から計算したものが其一で、是によつて得た震源の深さは左の如し。

年 月 日				年 月 日			
東 京	(二七・一一・三〇)	四六軒	六七軒	熊 本	(二七・八・九)	一七軒	二五軒
同	(三一・七・二五)	二九	三六	瀬戸内海	(二八・一〇・一二)	五一	四六
鹿兒島	(二六・九・九)	三六	五一	尾 張	(二八・四・六)	三二	四〇
尾 張	(二七・一・一一)	二四	二九	京 都	(二九・五・七)	二三	三〇
瀬戸内海	(二七・四・一)	二八	三七	東京灣	(二九・八・二〇)	三六	四五
伊 賀	(二七・一一・一八)	二五	三一	安藝海	(三〇・四・一九)	二四	五四
熊 谷	(二七・八・九)	二八	四〇	瀬戸内海	(三〇・九・二九)	四〇	五四
濃 尾	(二七・五・一二)	二七	三五	上段 $a/a_0 \parallel 2.6$	下段 $a/a_0 \parallel 1.9$		

又た第一初期微動と急過期の主要動との傳播速度の差を利用して、兩種の波動の第一波が到着した時刻の差から、震源の距離を計算し、震央の距離と比較して震源を推算する方法をも試みられたが、其の震央の距離が確定せぬ爲めに結果は非常に區々であるから今茲には掲げぬ。

鹽谷（應太郎）理學士の地震の強さと震域の關係から明治三十一年十一月十三日の濃尾地震に就

き、其の震央と岐阜の間の距離を約十二籽とし、彦根との間の距離を約五五籽として計算した結果は約四五・五籽と三二・七籽で震深の深さは約四〇籽内外となつた。

以上兩氏の研究は明治三十六年(震災豫防調査會報告第四十三號)に發表したものであるが、其後二十年にして大森博士が今村博士の試みた第二の方法を用ゐて計算した結果が地學雜誌(第四百一號、大正十一年五月)で發表された。其の震源と觀測地點の間の距離を

新ニ7.42y秒

として計算し、東京、水戸、銚子三觀測地點で得た距離を半徑とした圓弧の切り合つた中心に近い處を震央として、此の震央距離と震源距離とから震源の深さを決定したのである。

大正八年から十一年まで十回の關東平野の東北部に起る地震に就き決定し得た結果は左表に示す如し。

年 月 日	東京	銚子	水戸	震 央 位 置	震 源 の 深 さ
八・一・二四	七・六	八・六	九・六	霞浦南方常總境	二九・五籽
六・一	一〇・〇	九・六	七・〇	霞 浦	四〇・五
六・九	九・七	五・五	八・三	同 南東部	二五・〇
六・一二	九・九	九・九	八・二	同 南西部	四四・五
八・一五	八・五	一〇・四	一一・八	下總中部	四六・〇
九・五・八	七・六	一一・二	七・九	下妻附近	三〇・〇

深發地震の本性(上)

一〇・四・一一	七・三	八・九	九・一	霞浦南西部	二七・五
四・一八	六・〇	一〇・八	一〇・八	下總南西部	三一・〇
一〇・二	九・〇	七・八	一〇・七	下總北東部	三八・五
一二・八	八・九	九・四	八・〇	霞浦南方江戸崎町南東	二九・〇

此等の異つた方法によつて計算した結果が大體に於て一致し、今村博士の獲たものゝ中に一七粒と六七粒の二つの例ある外は二三粒から五四粒の間に在つて、其の平均は三一粒と四十二粒との間に在り、大森博士の結果が二五粒と四六粒との間に在るのと大差なく、鹽谷理學士の結果が同じく二つとも此の較差内に在るのも著しい一致である。昨年大森博士は島原地震の深さとして此の關東地震の測定の平均三四粒を取られた。

茲に舉げた深さの見積りはキーヘルトが地震計記録に現はれる主要動即ち表面波の週期が十八秒のが最も多いのに注意し、其波長を速度毎秒三・五粒と此の週期の乗積たる六三粒とし岩漿層までの外殻の厚さを其二分一即ち三・一五粒としたものと大體に於て一致するのである。

ガリチンは此のキーヘルトの岩漿層の深さの計算がシレシアのチュチョフ鑽井に於ける平均地熱増加率毎度三一・七米から計算した攝氏千度の深さ三一・二粒と好く符合するといつた。

我々は花崗岩及び石英閃綠岩に類似の化學成分の岩漿が存在すべき高温帯は三十乃至四十粒の深處に在ると考へ、又た我々の頗る深かるべしとした今回大地震の震源が、從來測定されたものと大

差なしとすれば、彌々倍々石英閃綠岩の岩漿の運動が其の起因を成すといふ假定説の蓋然性が多くなるのである。故に我々は此の假定説を正しいものとして、岩漿の運動によつて生ずる地震の性質を考へて見る。

ハ、震源に起る變動の性質

震源が此の如く三十乃至四十籽の間の地殻下層に在るものとして、進んで其の變動の性質を考へて見るに、頗る困難な事情は、現在の地殻に關する觀察が果して此の如き深さに達してゐるか否か疑はしいことである。我々の角閃片麻岩と花崗岩接觸部を略て考へた關係が之に近いものかと想はれるが、或は遙かに淺い部分に於て起つた現象に過ぎぬかも知れぬ。唯一つ關東地方の場合に於て考へ得るのは此の如き下層を成すものは最早水成岩層其ものでなくて、岩質の略ぼ片麻岩に近くして多分潜伏可塑性を有するものが二三十籽の部分に在るであらうこの假定に過ぎぬ。此の假定の下に地震として表面に波動を傳播する變動は岩漿帶其ものに起る運動ではなくて、岩漿帶に起る物質の移動が此の如き流動性を持たぬ部分に注入する時に急激の變化を可塑性の不完全な多少固體として働く部分に起すに在ると考へられるのである。

此の假定の當否は地震の器械的觀測によつて決定せらるべきで、地質學上から地殻下層を考察す

るのでは判然せぬ問題である。幸にして京都大學地球物理學教室で志田松山兩博士等が地震の初動に震源に引かれるのと震源から衝かれるのとの區別がある事實から出發して、是によつて震源に起つた變動が拆裂であるか陷沒であるかといふ様な變動の性質を決定する途が開かれたので、下層に於ける變動に關する考察が出來さうに想はれる。

兩氏の研究によれば拆裂の場合には初動の方向が拆裂線の方角にては引かれ、之に直角な方向では衝かれて、即ち拆裂面が垂直である場合には其の中間四十五度の方角に節線が出來て運動が零となつて來る。陷沒の場合には震央から或る距離の半徑を有する節圓が出來て、其の内では何れの地點にも引きが起り、其の外には衝きが起る。大正六年五月の天龍川下流の地震は拆裂で始まり、大正五年十一月の淡路北部の地震は陷沒で始まつたことが、周圍の器械觀測の結果から知れ、又大正十一年十二月島原地震は第一の激震は拆裂で、之に直ぐ續いた大きな餘震は陷沒であつたといふ面白い區別が是から出來たと聞いた。

我々が此三例を地質學上から説明すれば、第一は天龍川から信濃大町の方角に引いた著しい拆裂線が地表に認められ、大森博士の大町地震の調査によれば此の線上に震源の移動して起る地震のあることも認められる。志田博士の初動研究から得た結論は此の拆裂線に沿ひ地殻下層にも表面に現はれたと同じ走向の拆裂が起つて地震の波動を生ずることを明にした譯である。

第二と第三の例は第四紀以後に沈降した瀬戸内海帯に今も地殻下層に陥没が繼續して起りつゝある事實を明にしたのである。

今回の大地震後に志田博士の東京及び近接測候所の地震計記録を京都上鴨の記録と比較研究せられた所によれば、震央は小田原の北に當る地點に在つて、其の下層の震源に於いて断裂が丁の字を横にした形に南北と其から東に走るものと二つ交叉して出來たとせられた。此の第一の方向は略ば彌勒寺線(第一篇四八頁)に一致すべく、第二は神繩線に一致するかと思はれる。松山博士は本年一月十五日の強い餘震の記録を見て多分東西の断裂で始まつたと考へられた。此の二回目の震央は秦野戸塚を連結した卯酉断裂線上で馬入川の東に在るから、前の大地震の断裂の續きが丁字の脚の方向に延長したものであらう。此頃一月十五日の激震に關して餘震と看做す事の可否が論議されてゐるが、此の如く解釋すれば九月一日の大地震の續きたること疑のないものである。

此の如く震源の深さと震動の始まる仕方が略ぼ明かとなつたので考ふれば、地表に急激な震動を傳播する地殻下層の變動は北米地質學者の所謂地殻断裂帶よりも遙かに深い所謂地殻坳陷動帶 Zone of fracture and flowage の一局部が裂けるので始まるのが多い。然れども其深さから之を觀れば、断裂線の續きが其まゝ深處に延長してゐる此の面に沿ふて震動する譯でなく、潜伏可型性を有する部分に岩漿が注入するので裂けるとする方が實際の物理的狀態に合致する考へ方であらうと信

する。

構造と火成岩の噴出との關係には頗る異論があつて、ブランカの如く全然無關係とするものとクランツ等の如く全く構造に因るとするものと二派の論争の花を咲かしてから尙ほ十年を出でぬ。クランツ(礦物學地質學新年報別冊第三二卷一九一一年)の主張した論據の一部たる獨逸玄武岩噴出地區に就てザイフリードやブランケンホルンの原報告を參照するに、其の噴出は矢張り我々の日本の火山構造線で認める如き線狀の排列に従ふのは事實である。然れども此の如き排列は我々の第一篇に述べた日本の大火山に於て噴出中心の一般の排列走向に斜交する雁行線に相當する程度のものであつて、地殻破裂帶に達した後に岩漿が地表に噴出する時の通路が此の如き構造線に支配されるに過ぎぬ。クランツが此の如き地表の構造線を直に其の百軒以上の深處に在るとした所の岩漿源まで續くものと考へんとするのは我々に不可解の僻見としか想はれぬ。

ブランカの意見は其の後出した「構造地震に對する岩漿地震の意義に就いて」(伯林學士院會報第二八卷一九一七年)で明かで大體は我々の考へと異ならぬが、三四十軒の深處まで構造地震が漸次弱くなつても尙ほ起り得ると考へたのは煮え切らぬ感がある。又たブランカの岩漿地震説は實際に觀察され經驗された事實を基礎とせぬので何だか架空の想像に近い考へ方の様に見える。

今我々の提出した意見は今回の大地震に於て最も烈しく震動した構造線と無關係に石英閃綠岩の

噴出帯に並走する震央帯の現出に基いたのであつて、クランツの論據とした如き地表に近い構造線
は震源に於ける變動に對して直接關係のないことを示すに最も有力な反證である。(未完)

第二號寫眞說明

第四版のジウス肖像は一九〇一年七十歳に達して維也納大學を引退する時の寫眞で未だ生氣の眉
宇の間に潑刺たるを認める。

フムボルト肖像は象牙薄板に書いた油繪ミニエテアで、種々の銅版になつた肖像に比して遙か
に後に描いて遺族の家に藏したのが偶然手に入つた。多分八十歳を降らぬ高齡の時に出來たらし
い。

第五版御殿場の西園寺公別邸の庭の龜裂は地震の時に常に見る主要方向と之に斜交する數多の支
脈の況有様が明白に認められる。谷峨隧道の崩壞は西側入口の内部の山が右手の溪中に崩れ落ちた
狀況を示すもので、奥の明るく見えるのはその隧道の部分が落ちた遺跡である。