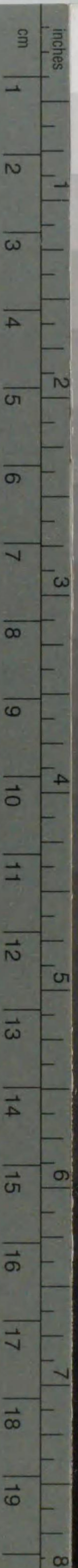


# Kodak Gray Scale



© Kodak, 2007 TM: Kodak

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19



# Kodak Color Control Patches

© Kodak, 2007 TM: Kodak

Blue	Cyan	Green	Yellow	Red	Magenta	White	3/Color	Black
[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]
[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]	[Patch]

508

588-176



1200501525067



24. 4. 18





地質現象之新解釋

理學博士小川琢治著

古今書院藏梓







トルマの年晩





トルホムフの年晩



## アレクサンデル・フロン・フムボルト Alexander von Humboldt

一百六十年前（一七六九年）伯林に生れ、學者政治家キルヘルムを兄とし、一七八七、八年にオーデル河上の  
 フランクフルト大學に學び、キルデノフに植物學の教を受け、瑞典植物學者ツィンベルグのマカサル産樹木を佛  
 譯したのがその處女作であつた。一七八九年にゲッティンゲン大學でブルーメンバッハ、ケメリン等の講義を聞き、  
 一七九〇年フェルステルに隨ひ白蘭英佛諸國を旅行し、七月よりハンブルク商業學校で近代語を學び、一七九一  
 年フライベルク鑛山鑛校に詣り、エルネルの講義を聞き、フライスレーベン、レオポルド・フロン・アッフ等と交は  
 り、一七九二年より九七年まで鑛山監督官となり、坑内ガスの性質を論じ、不滅燈、呼吸器等を作成した。一七  
 九六年母を失つてから科學的旅行に志し、一七九七年三月冠を掛けてイエナに至り、ゲーテ、シルレルと交遊す  
 ること三月の後、アッフと共に伊太利旅行を企て、ティロールにて伊國の戰亂の爲めに入國を妨げられた。八月の  
 後アリストル卿の招聘に應じ埃及上部の遠征隊に参加せんとし、奈翁のみ五月出發してアリストル卿のミラノに  
 留ることゝなつた爲めに其志を果さなんだ。此の時巴里に在る間に將來探檢の同伴者たるエーメ・ボンブランを  
 識り、又た當時歐洲學界の重鎮たりし諸大家に交はり、その偉才が認められて將來巴里で研究する途が開けた。  
 其の頃瑞典フレガットに便乗してアトラス地方を探檢せんとした計畫もあつたが、艦體破損の爲めに亦た失敗し、  
 ホンブランと共にマドリッドに行き、西班牙領植民地旅行の自由を保證されることになつたので、一七九九年六  
 月五日西國フレガット・ピサロ艦に搭乗してテネリフ島を経て、七月十六日南米ブエノスエラ國クマナに上陸し  
 た。是よりオリノコ河の上流を探り、アマゾン河の支流ネクロ河に出て、オリノコ河の分流地點を確かめた。一  
 八〇〇年八月クマナを出發してキューバ島ハバナに至り、一八〇一年三月コロンビア國カルタゲナに歸り、マゲ  
 ダレナ河を溯つてボエタに向ひ、九月更に南進してエクワドル國に入り、キトー高地を探檢し、翌年六月チンボ



ラッ火山（海拔六三〇米）に躋つて五八一〇米に達し、當時までの登山最高點の記録を作り、規那樹林を経てアマゾン河上流の溪谷に降り、再びコルナエラを踰えて祕露の海岸トルヒョ港に出て、首府リマに往き、一八〇二年十二月末カヤオ港を出帆して翌年四月墨西哥國アカプルコ港から首府墨西哥に達してその附近を探検し、一八〇四年一月アエラクルズ港に出て再びハバナに向ひ、是より北米洲に立寄りフキラデルフィア、華盛頓を見舞ひ、七月テラエア河口を出帆して大西洋を横り、八月佛國ホルドーに着き巴里に歸つた。此の旅行記の大作は巴里に於ける一八〇七年から一八二七年まで二十一年間に著述され、出版は一八三四年までに跨り、二枚折及び四つ折三十數卷の大冊を成し、題して「新大陸熱帶地方旅行」といひ、縮刷の獨、佛、英諸版十數種に上る。一八二七年冬普王キルヘルムの懇命に應じて伯林に歸つてから時々巴里に出るの爲めに、研究を助くる友人との聯絡が不十分となつた結果か著述の進行捗々しからず、終に地質に關する記載及圖版の公にならずに了つたのは遺憾である。當時の普國ではフムホルト兄弟は列國に誇る學界の者宿であつた爲めに、外交的意味の普王の旅行毎に隨行を命ぜられた。此の他の大旅行は一八二九年露國ニコラス皇帝の招聘に應じてエーレンベルグ、ローゼと共にウラル、アルタイ兩嶺山地方を調査し、此時初めて回歸線外に於いて金剛石が発見され、又中亞山嶽の走向に關する考説を得、又地磁氣觀測事業の必要を唱へなどした。一八五九年五月六日九十歳で伯林に永眠するも最も多大であつた。「コスモス」はその自然科学的宇宙觀を集成した晩年の大作にして、獨逸文で起稿した殆んど唯一の著書である外は大抵佛語で執筆したといふ。南米旅行の大作は大正八年ライプチヒ市の一書店に露國貴族の家から出た完篇に近い一部を発見して之を購ひ得た。是は著者一生に於ける最大の掘り出し物であつて、幸にその偉業を彷彿し得ることとなつた。同時に委嘱して手に入つた象牙板に描いた肖像を茲に卷頭に掲ぐるに當り、略歴を記して景仰の意を表する。

## 叙言

最近三十餘年間に日本に起つた地變を通觀するに從來の地質學の説明に満足し難い處が頗る多い。其の缺陷は主として地殼の深處に行はれる變動の不明なるが爲めに、表面及び淺處に行はれる現象に基いた説明を之に適用せんとするに在る。然れども我々の經驗觀察した所を海外に於ける最近百年間に起つた地變の解釋に参照して考究するに、是は必しも全く闡明される望のない永久地下の祕密として續くべき疑問でない様に見える。

此の祕密を探知する手段は地震と同じく地下深處に發現する火成岩の母體即ち岩漿に就いてその起源の場處から表面に到達するまでの徑路と經過の手續とを研究して地震現象の本性と結び付けて考察するに在る。之を換言すれば地内力の働き方を地震地質學的に研究するに在る。不幸にして今日の地質學と地震學とは各々別々の立場から觀た解釋を試むる傾向があつて、根柢に深く立ち入つて對考互證する途が十分開けてゐない。念ふて此に到れば遺憾



に堪へない次第である。

本篇を起草した目的は此の間隙に橋を渡すに在つて、經驗觀察を基礎として我々の直接に目睹し得る地表の變動を深處に追跡せんと試みたのである。其の結果として從來互に無關係に取扱はれんとする傾向ある造陸造山兩運動が深處に起る岩漿の上昇運動の結果の一部であると説明し得ることとなり、地震現象も亦た火山作用の深處に於ける發動に伴ふものと看做すのが妥當と見え、火山活動の現に最も旺盛なる環太平洋地帯に地震の頻繁に起る事實は此の解釋により初めて理解されると信ずるに至つた。

此の如く色々の意味で現在の解釋に反對した見地から推論を進めたから新解釋と標榜したが、實は第十九世紀の前半にフホルト、ダーキン等の南米洲火山地方に起つた地震を觀察した地質學者も同じ見地から考説を樹立したことがあつた。而して其の説明が後半に至つて顧みられぬ様になつたのは地殻表面に起る火山作用を直ちに地震發動の原因であるかの如く想定する外なかつたに職由した。我々の現在の立場も亦た之と同一ではあるが、前世紀末から主と

して日本で精密に觀察された結果から推衍して、地殻の深處に起る變動が兩現象に共通の原因であるとする點に在る。故に重野先生が嘗て村瀬名人の方圓新法の序文に魏氷叔の文を論じた語を引いて言はれた如く、進境なくして變境あるのみと謂つてよいのかも知れぬ。

著者の學究としての生涯は明治二十九年大學の門を出てから三變した。明治四十一年京都帝國大學文科大學に地理學を講ずるまでは地質調査所に在つて歳として鐵椎を友として旅行せざることなく、而かもこれといふ纏つた研究の結果を獲ることなくして針路を轉換したのである。然るに同大學理學部に地質學教室を創設するに當り十五年の後又た地質學を講ずることとなり、なつて再び原との畠に戻るに及び、此の間の斯學の進歩に對して羸劉の興亡を知らぬ武陵洞中を出た如き感なき能はなんだ。本篇は生れ變つて出た最近數年間に想ひ著いた所を筆の動くまゝに書き綴つた一家言であるから未熟の誚は甘じて受けねばならぬ。然れども今や一々内外學者の所見を考覈して自説の根柢を築き上げるには日暮れて途遠き歎を奈何ともし難く、夢の如き觀察の記憶を迎



つて先づ抽繹し得る所を纏め、然る後に諸家の研究に照合して互に逕庭する所を比較し、彼此の是非を批判取舍することにした。調査所在職中の自分の野帳野稿圖は屢々参照した先輩同僚の分と共に大地震の災厄に罹り盡く灰燼に委ね、徒らに痛息するのみで觀察の記録に就いて再び確かめるに由なきに至つた。故に失つた材料の記憶を基礎として新たに推究して考説を結構するも亦た已むを得ないのである。

此の如き次第であるから、本篇を読む大方諸彦に藝術寫眞を觀照する積りで焦點の十分に合はぬ處に著者のモチーフを推想されることを懇請する外ない。本篇は主として地球誌上に連載した論文であつて、本間理學士に勞力多くして效果の寡い筆刪を煩はした結果として、茲に綴つた順序に整頓し、著者の推理の脈絡も是正せられた。同君の手づから必要な圖版を作製して筆の及ばぬ所を圖解せられたので、読み苦しく解し難かつた缺點が多少とも補はれたことと共に、編纂校正に幹られた同君に對して深く感謝の意を表す。

昭和己巳春日

著者識

### 目次

#### 序説

宇宙熱分配の變化としての地質現象……………一  
 環太平洋地域に於ける體驗……………七  
 地質現象の新解釋……………一四

#### 第一編 火山作用

第一章 地質現象相互關係の解釋……………一七  
 地質輪廻の三時相……………一七  
 地向斜と造山作用……………三  
 日本群島成生に對する火山活動の意義……………二六  
 地殼運動原動力の深發性……………四  
 第二章 火山現象……………四七  
 日本群島に於ける地質時代の火山活動……………四七  
 火山作用の本性……………五



噴火現象……………五九

火山爆發一五 熔岩の流出一六 火丘の成立一七 海底火山一七 大火山及び火山群形成の機制一七  
火山臺地を作る噴火相一七

第三章 九州北西部の火山活動と島原地震……………八一

地貌と地質構造略説……………八一

九州北部第四紀火山作用……………八五

温泉岳を作る火山岩の特性……………九二

温泉岳の成立……………九六

温泉火山と島原半島の地震の關係……………一〇五

第二編 關東地震の研究……………一二九

第一章 關東地方の地勢及び地質構造……………一二九

緒言……………一三〇

中央日本の地勢概観……………一二〇

古期層の堆積と地殻變動……………一二四

主要山塊の成生……………一三〇

坳裂線一三三 變動の性質と時期一三六

第三紀の變動……………一三六

關東平野の地勢と地質構造……………一四四

第四紀火山活動……………一四九

富士火山帶の意義一四九 第四紀火山の形狀と岩質一五三 歴史時代の火山活動一五七

第三紀以後の變動の原因……………一六〇

第二章 關東地震と地震構造線……………一六五

地震構造線……………一六五

伊豆半島及び湘南の北西地震構造線……………一六七

關東平野三浦房總兩半島の北西地震構造線……………一七一

子午及び卯酉地震構造線……………一七四

震源及び震央帶……………一八〇

第三章 相模灣の所謂隆起と陥没の意義如何……………一八六

緒言……………一八六

沿岸及び海底の凹凸の變化……………一八七

海底大變化の發見當初の諸學者の意見……………一九六



水底の沈落と洗滌 ..... 一九九

地質時代の海底沈落 ..... 二〇六

津波と海底沈落の関係 ..... 二二三

海底沈落の層序及び地質構造上の意義 ..... 二二七

第四章 關東地震に關する諸研究 ..... 二三〇

地震記象より推定される震央と震源の深さ ..... 二三〇

二倍地震計—三三 地震記象—三三

關東大地震の後の所謂餘震 ..... 二三四

陸地の昇起沈降と海深の變化 ..... 二四三

斷層と山津浪 ..... 二五四

津浪 ..... 二六四

東京市及び横濱市の地質 ..... 二七〇

第三編 深發地震 ..... 二八九

第一章 ジウスよりフムボルトへ地震成因説の新轉向 ..... 二八九

地震成因説の變遷 ..... 二八九

フムボルト ..... 二九二

ダーキン ..... 三〇一

ライエル ..... 三〇六

ジウス ..... 三一九

ハイム、ジウスの前驅フナルゲル—三〇九 ジウスとハイム—三二二 ジウスの地震成因説—三三三 ジウス、ヘルネス兩氏の地震の分類—三三八

ジウスの地震説批判 ..... 三三〇

功績—三三〇 地盤隆起否認の誤謬—三三四 震源を淺處に推定する考説の誤認—三三一

ジウスからフムボルトへ新轉向の必要 ..... 三三九

第二章 深發地震の本性 ..... 三四二

深發地震の意義 ..... 三四二

大峰噴出帯 ..... 三四五

西南日本の縦走噴出帯と地震 ..... 三四七

噴出帯の移動と噴出作用の變遷 ..... 三五四

深處噴出現象 ..... 三三七

深處噴出作用の一般—三七七 岩漿の昇上と地殻變動—三六一

岩漿の移動と地震 ..... 三四四

地殻下層に於ける岩漿の移動に伴ふ地殻の變動—三六四 震源たるべき岩漿帯の深さ—三六八 震源に起る



Imperial Library

Library

Imperial Library

目次

變動の性質—三七四  
 構造地震對深發地震 ..... 三七八  
 構造地震對深發地震—三七六 地震續發に對する兩說解釋の相異—三二二  
 關東地方大地震古記録 ..... 三六五  
 江戸幕府以前—三三五 江戸幕府以後—三六一  
 深發地震の地表に起す結果 ..... 四〇〇  
 斷層の成立—四〇〇 シュウスの衝動線とホツプスの地震構造線—四〇五  
 續發地震と殘留地震 ..... 四〇六  
 地震研究の根本問題 ..... 四〇一  
 我國に於ける地震成因說の研究 ..... 四〇三  
 小藤博士—四〇三 大森博士—四〇五 構造地震說の再考察—四〇六  
 結論 ..... 四〇七

Imperial Library

第四編 地殼變動の新解釋

第一章 エミール、アルガン氏の亞細亞構造論の批評

緒言 ..... 四三三  
 アルガン氏の亞細亞構造論 ..... 四三七  
 總說—四三七 分岐—四三三 亞細亞の地帶分節—四三五 大陸移動說—四三九

アルガン氏の東亞地質構造論に對する批判

日本群島に於ける基底褶曲構造—四四〇 火山現象—四四三 アルガン氏の環太平洋地帶構造論—四四七 日本群島の水成岩と其の褶曲運動—四五〇  
 東亞構造論から觀た地震現象 ..... 四五四  
 關東地震の特徴—四五四 アルガン氏東亞構造論の關東地震説明に對する困難—四五五

第二章 地内力の日本群島の地貌に及ぼす結果

緒言 ..... 四六八  
 日本群島に見る種々なる弧狀構造 ..... 四六九  
 側火丘及び大火口—四六九 鍋狀陥没—四七三 弧狀海岸線及び溪谷—四七五  
 弧狀構造線の曲半徑と震源の深さとの關係 ..... 四六八  
 大火口の半徑と震源の深さとの關係—四六八 深成岩山塊を圍む弧狀構造線の曲半徑と震源の深さとの關係—四七一 弧狀海岸線の曲半徑と震源の深さとの關係—四七三 東北日本火山帶の曲半徑と震源の深さとの關係—四七五 震源の深さと地表に及ぼす破壊作用の結果との關係—四七七

第三章 大陸及び大洋地域の弧狀輪廓の意義

結語 ..... 四七六  
 序言 ..... 四八〇  
 東亞に於ける弧狀構造 ..... 四八二

目次



北上阿武隈兩高原の海岸線の形状—四三 朝鮮半島の弧狀溪谷及び海岸線—四四 滿洲、南支那、印度支那の弧狀海岸線—四七

赤色盆地及び涇渭洛平地 ..... 四八八

太行山、五臺山及び内蒙古遼西の弧狀構造線—四四 山東海岸、兩江平野及び大平野—四六

リヒトホーフエン、ジウス兩氏考説の新解釋 ..... 五〇〇

大陸及び大洋地域の弧狀輪廓 ..... 五〇三

大陸及び大洋の大形—五三 亞弗利加洲の弧狀構造—五六 兩米洲の弧狀構造—五九 シベリアの弧狀構造—五三 西藏附近の弧狀構造—五七

弧狀輪廓の成因 ..... 五九

第四章 造陸造山兩作用の性質 ..... 五三二

造陸運動 ..... 五三

造陸運動の意義—五三 歪曲(波曲)—五五

造山運動 ..... 五三〇

側壓に因る造山運動—五〇 褶曲を起す原動力—五六

第五章 造山作用の地震地質學的解釋 ..... 五四二

ジウス學派の成育せる環境 ..... 五四二

環境と地學—五四 ジウス學説補正の困難—五四

地球内部物質の物理化學的狀態 ..... 五四七

地球の内部に關する最近の知識—五四七 内部物質の變化と超深發地震—五五二

造山作用の新解釋 ..... 五五五

内部物質の移動—五五 内部物質上昇の機制—五五 側壓力の根源—五三 内部物質上昇の通路に沿へる岩石の吸熱變化—五六

結論を困難ならしむる種々なる事情 ..... 五六七

第六章 地内力效果の綜攬 ..... 五七〇

序言 ..... 五七〇

直線狀構造線 ..... 五七〇

網目を成す直線狀構造線—五七二 火山作用に起因する放射狀坳裂—五七四 地震に起因する放射狀坳裂—

五七七

地表に及ぼす地内力の效果の綜攬 ..... 五八〇

第五編 丹後地震研究 ..... 五八四

第一章 近畿地方の地勢及び地質構造 ..... 五八四

近畿地方の地勢及び地質總説 ..... 五八四

地貌上の三地區—五四 各地層の分布—五六 地殼變動—五六



地形及地質構造各論

紀伊山系—五七 畿内地壘及び江賀高原—五八 丹波高原—五九 丹後半島—五三  
近畿地方に於ける地質時代の火山作用 ..... 五六

第二章 丹後峰山地震の實地踏査

五九九

序言

五九九

日程

六〇一

震災實況

六〇四

網野停車場以北

六〇五

郷村

六〇五

峰山町及び其の四近の平野

六〇二

口大野村及び奥大野村附近

六〇三

山田村市場村及び其の附近

六〇三

與謝半島東南岸

六〇六

丹後南部

六〇二

丹波高原

六〇四

大阪平野

六〇八

A 大阪平野西北部—六八 B 大阪平野東北部—六九 C 大阪平野東南部—六五

震央線

六〇五

斷層

六〇二

下關斷層—六三 高橋斷層—六三 生野内斷層—六四 安斷層—六四 長岡斷層—六五 杉谷斷層—六五  
山田斷層—六六

第三章 丹後峰山地震の特性とその解釋

六〇七

第四章 地震の本性とその研究の新態度

六〇〇

參考書目録

六〇九

人名索引

七二一

地名索引

七二六

事項索引

七三五

——(目次終)——

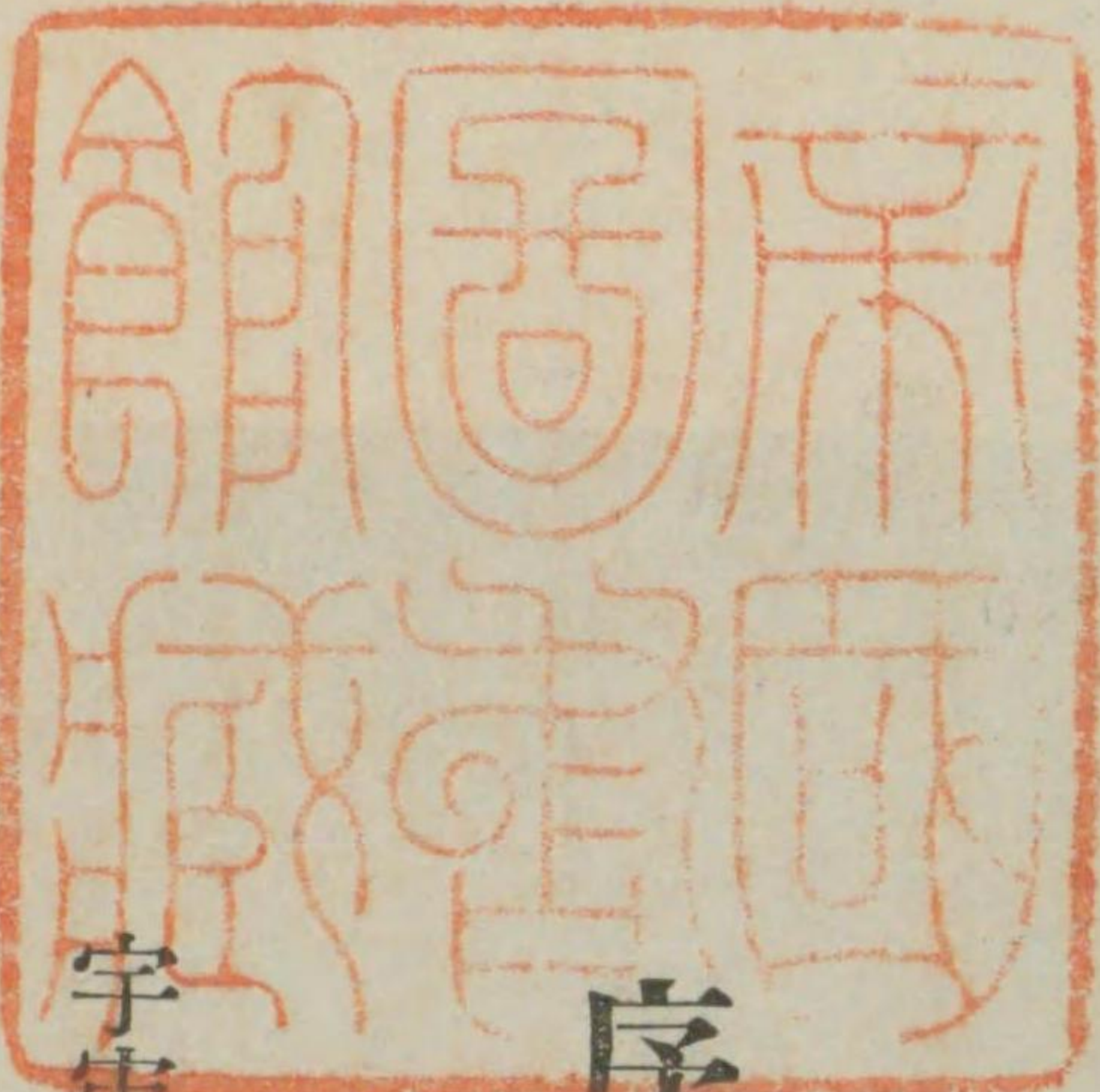


地質現象の新解釋

# 地質現象の新解釋

小川 琢 治 著  
本間 不二 男 校

## 序 說



### 宇宙熱分配の變化としての地質現象

宇宙に行はれる最も著しい現象の一は熱の分配の變化である。天體固有の熱が低溫の空間に間斷なく發散する爲めに冷却固結した大小の惑星の中大陰即ち月球は我々に最も近い代表者であつて、その表面に蜂窠の如く點在する大小無數の火口を保有するは内部に鬱積した熱灼物質が既に固結した外殻を爆破して表面に噴出した活動の名残を示すものである。

宇宙熱分配の變化としての地質現象



地球は冷却の過程が月球ほどに進んでゐない爲めに、此の如き活動は現に屢起りつゝある。地質時代に溯るも亦たその間斷なく起つた形跡が噴出物によつて認められる。然れども若し我々が月の世界から地球の表面を眺めたならば、彼に観える如き蜂巢の如き状態は見えない筈である。その有無は地球と月球との大きさの差等に起因するもので、月球は質量の小さい爲めに空氣その他



第一圖 濟州島東部の玄武岩火丘群

の氣體を保持するだけの引力がその表面に行はれぬから、従つて風水の破壊作用に起因する凹凸の變化がない。地球では水と空氣が固體の外を包み、此等の物質が間斷なく流動してゐるので、表面の形相がその影響を被り、永い年所を経る間に凸部が消磨して失せて行くのである。此の如く外力が加はる爲めに内力の結果が時と共に滅却するから大陰の面を望遠鏡で窺いて驚く如くに顯著には見えない



月 面



が、此の火山現象が地球の生命の表徴で、その毎回の噴火を吐く息に比較し得る譯である。此の廣義の火山現象の意味とその演ずる役割とを十分に認めずして地殻に起る變化を正當に理會することは出来ない筈である。此の見地から地殻の表面に起る變動に對する内力の活動の仕方を考へるのが、本書を公にせんとするに至つた理由である。

地球を構成する物質も亦た天體の破片たる隕石と同じく主としてニッケルと自然鐵から成つた隕鐵及び主として硅酸鹽類から成つた隕石とがその大部分を占めて内部に存在し、硅酸礬土の多い物質が其外の殻を成し花崗岩其他の火成岩となつて地表に露出するもので、此等の物質は液體状態に在る時に比重の大なる第一者が最下層となり、比重の順序に従ひ第二第三の層となり、冷却固結する時にも大體此の順序に従ひ排列せられてゐる。

内部物質冷却の状態を考ふるに表面の冷却に伴ひ高温な下層から上層に向ひ熱が間斷なく傳導され、その速さは表面に最大である。地下百米毎に約三度づつ高まるといふ地熱の増加率は此の冷却の速さの曲線の勾配を逆に言ふもので、換言すれば此の勾配は深くなるに従ひ緩慢となる。今其の推算されたものを擧ぐるにアダムス<sup>(1)</sup>の計算では地球内部の温度は花崗岩質の地殻に於いて地下五十籽、百籽、百五十籽の深さで夫々八百度、千百度、千五百度であ

(1) L.H. Adams.



り、玄武岩質地殻では九百五十度、千三百五十度、千六百度に及び更に二百糎、二百五十糎、三百糎の深さでは夫々千九百度、二千百五十度及び二千四百度に達するのである。而かして之に對する冷却の速度はジェフリーズの計算では地球凝結後地表、地下百糎、二百糎、三百糎及七百糎の深さで夫々千二百度、七百五十度、四百五十度、百六十二度及び僅に八度の温度が降下せる様な割合で行はれたとされた。

内部に行はれる壓力は如何といふに、上層の厚さに應じ、深さを増すに従ひ増加するもので、物質の熔融する温度は壓力と共に高まるから、温度の増加と壓力の増加を比べて考ふれば、内部は高温ではあるが固體の状態を維持し得るのである。(1) ケルヴィンの地球の剛性をガラス又は鋼に等しいとした計算は之を證明してゐると考へられる。

此の如く一般に剛固なる内部から表面に變動を起す仕方は先づ急激に冷却する爲めに上層が下層よりも體積の減少が大きく、その結果上層に割裂を生じ、次に此の空隙の成生に因る局部の壓力の急減は高温なるも高壓の爲めに固體を成す物質の液化及び汽化を促して之を充填し、裂罅の部分に岩漿となつて溜る。此の弾性の大きな物質は下層の壓力を上層に傳へるから、水壓的に働いて順次上層を割裂し、熱と壓力とを上層へ傳へる所の岩漿の上昇運動となるのである。

岩漿の壓力が垂直に働くとして、是によつてその上層に生ずる裂罅の性質を考ふるに、圓錐岩席の實例に觀る如く約四十五度の開きを持つた扇の要めの如き斷面を呈すべきで、岩漿は垂直の方向から傾斜した裂罅に沿うて上昇し得るのである。地質圖に見る所の圓又は楕圓の弧線の輪廓を成した噴出岩の露出及び火山帶は此の想定に一致してゐる。

岩漿が地表に達せずして深處で移動する場合にその運動が主として垂直に向へば地表に隆起を生ずべきも、圓錐面に沿ふ時にはその周邊が隆起し、内部は沈降する。此の如き斜面に沿ひ噴出することは花崗岩の底盤と呼ぶ廣大なる地域を占めた岩塊の場合にも認められる。而して此の如き岩漿の移動は水平分力により地層に横壓力を加へることになるので、水成岩層の大部分を占めた褶曲山嶽が出来る。從來造山作用と火山作用とを切り離して考へんとした考説は岩漿の移動が斜面に沿ひ得ることを無視し、造山作用の原動力として地球の冷却に因る收縮を假定し、内部の體積が表面よりも過小となり、その結果として生ずる褶曲を果實の皮に出来る皺と同じ様に説明せんとしてゐるのであるが、冷却の急激なる上層の收縮よりも大きな收縮が下層に起り得るとするのは根本的誤謬といはねばならぬ。

(1) Cone sills

(1) Lord Kelvin.



岩漿が上昇して地表に達する途中の移動に伴ひ突然上層を割裂する時に表面に感ずる變動は地震であるが、若し移動の進行が極めて緩慢であるならば汀線の永期的移動に見るが如き地盤の隆起と沈降とが起るであらう。震源の深さから推して或は千呎に達する深處に割裂が起り得ることは嘗て想像された所であり、又近頃現に約三百呎の震源が日本の地震にもあることが明かとなつたので、弧狀の火山帯、凸起した地塊、凹没した海窪等の限界線は各之に相當する深さの地震を推定して成因を説明し得ることは第四編に詳述する通りである。

地表に起す變動の結果は岩漿の移動が百呎以内の上層に來つた後に激烈となるらしく、日本に起る大地震は大抵數十呎に達した後の發動であつて、急激の地盤垂直の變化及び水平の移動は此の如き場合に認められる。濃尾及び北丹後地震の時に發見された斷層、關東大地震に伴ふた震災地帯の地盤の昇降の如きは何れも此の如き性質の變動である。

地層の喰違ひ方及び地貌上の斷絶から推せば數百米に達する斷層が現存するのであるが、此の如き變動は現に目撃する所に比して非常に大きく、一回の地震では生じ得ないが、永い時期に亘つて多大の物質の移動が下層に起つた場合には起るものと認められる。

此の立場から觀れば人の心膽を寒からしめる火山の噴火は、岩漿の最後に地表に達した時に起る現象に過ぎずして、その震源は極めて淺く地殼に感ずる地震としての震動は微弱である。然れどもその震撼の範圍は岩漿活動の深さに比例し、大噴火の時には隣接地區に激震を起すこともあり、噴火に先つて更に深處に起る地震もあつて、又た時としては此の如き地震が起つても噴火に至らぬ場合もあり得る。温泉嶽の寛政噴火前の地震と大正十一年十二月の地震との震源が略ぼ同一で後者は前の如き噴火を誘起せなんだのはその一例である。

以上は從來の地質學に於て狹義の火山作用と造山作用とを對立して解釋せんとした仕方に反對して、兩者は深處に於ける根源の同一なる變動が上層に至つて現はれた形相の相異に過ぎぬとする我々の見解の演繹的説明である。我々は後篇に於いて箇々の事實に就いて考察し、此の見解に到達するまでに辿つた觀察の仕方と到達した結論とを述べんとするのであるが、其れに先つて本書の成立するに至るまでの我々の思想展開の簡單な歴史に就いて尙ほ略説し、同時に本書の梗概を理會する一助とする。

### 環太平洋地域に於ける體驗

著者は明治二十四、五年の交に鐵槌を携へて内地旅行を始めてから二十餘年に亘り、西北は蒙



古満洲の玄武岩臺地から、東南は分婉の惱みに在る火山島までを目睹し、又た阿武隈高原南端の片麻花崗岩と助川石灰岩を夾む秩父層との間に介在する變成火砕岩層に就いては明治二十九年の冬一萬分一の地質稿圖及斷面圖を作り、更に二十萬分一の帝國地質圖を作製するに當つて四國紀伊兩山系を構成する幾多の變成熔岩及び凝灰岩等を見るに及び、太平洋に蔓延する富士火山帶上の小笠原諸島火山列島の成生が日本群島の骨格をなす古成層堆積當時の火山活動と一貫した聯鎖あるべきを直覺した。此の間の思想を述べたものは、大正十二年濠洲開催の第二回太平洋學術會議に提出した英文(第一章)である。

その後島原半島地震(大正十一年十二月八日)の現場を踏査し、神代鍋島家所藏の日記、長崎圖書館所藏の記録等を参照して、温泉火山の過去の活動と半島に起る地震との關係を考究した機會に寛政四年東麓に向ひ熔岩を流した火山活動に先つて起つた地震と最近の地震との震央が共に現在の活動中心より南方に當る古い熔岩原に偏在し、その震源の深さを故大森博士の意見に従ひ三十四、五籽と推定すれば、此處では所謂構造地震と狹義の火山地震とが互に遷移すると考へ得べきことを知つた。

此等の思索の進行中に大正十二年九月一日の關東大地震が起つた。ホッブス<sup>(2)</sup>氏の地震地質

(1) 大森房吉 (1) W. Hobbs: Some Principles of Seismic Geology, 1907.

學(一九〇七年)中に力説した地震構造線なるものは明治四十二年八月十四日の北近江地震の際に、當時地質調査所技師であつた中村(新太郎)教授と共に姉川沖積平地に於て存在する事實によつて確め、島原半島の火山噴火地區に於ても之を認め得たので、地盤の此等の小地區と著しく異つて、噴出岩水成岩の寄木細工の如く複雑なる關東十餘州を震撼した大地震の場合に如何に發現したかを知らんとし、教室同僚及び學生と共に路を分ち、先づ近寄り易い豆相駿甲信の諸州を踏査して、自分の擇んだ伊豆半島の火山地方では島原半島で睹た現象から豫期したよりも更に明瞭なる北西南東に走る主要地震構造線が追跡し得られたのであつた。現場の踏査に次ぎ教室から發した震害程度質問牒四千餘通に對して千數百通の回答があつたから、觀察した材料と綜合して調製したのが第二編第二章に掲げた震害分布圖である。

此の被害分布と中新世に進入した房相甲信越の深成岩の分布(第二十八圖參照)に着眼し、地下深處に起る岩漿の運動が地震の原動力となるとせば如何なる手續に由るかを考究した。其の結果として我々は五十年來流行の構造地震の如く淺處に震源を推定した考説から全く離れて深成岩の上昇し來る徑路に起る地震發動を假定し、作業考説として深發地震説を提案することゝなつた。

(1) Seismotectonic line (2) Questionare (3) Working hypothesis



火山の活動と地震の發動とを結び付けた考へ方は中米及び南米を旅行したアレキサンデル・フチン・フムポルトの第十九世紀初に盛んに唱導した所で、續いて智利大地震跡を訪ふたダークンも之に呼應して主張した事があつた。大地震が必しも火山の噴火と直接に關聯して起らぬ事は事實で、兩大家の考説はそのまゝ通用し難いのは勿論であるが、兩現象の共に旺盛なる環太平洋地域に於いて兩者の間接の關係が成立する事は蔽ふ事の出来ない事實である。

例へば本邦に於ける火山活動の最も旺盛なる富士火山帯の附近に地震も亦た最も頻繁に起るといふ事實は、構造地震説の如く兩現象を全然無關係としては説明し難く、我々の考説によれば容易に理會される。

東京に於ける我々の研究發表の機關が全滅した災厄に鑑みて大正十三年一月に雑誌「地球」を京都に於て發刊するに當り、此等の考説を公にしたが、今之れを収録するに當り順序を整頓し補正を加へて本書を成したのである。

關東大地震の發動に伴ふ土地の變動は頗る著しく、特に相模灣中に生じた未曾有の大變動は當時の學者を茫然たらしめたのであつた。我々は水底に於ける表層の沈落によつて此の現象を説明すれば其の困難を除き得るのみならず、凹凸多き水底沈渣物の層序の研究に就いて

(1) Alexander von Humbolt (2) C. Darwin

一の重要な暗示を與へ得ると信ずるのである。

今次の關東地震の現象を徹底的に研究することは其の眞因を知り來るべき再度の災害から我々を免れしむるに最も有效な方法であるから、我々は偏見なく多方面に互り地學に關聯せる諸學者の説を記するに努めたが、之と共に倍々地下深處に起る變動の重要を意識するに至つた。

偶々大正十五年七月志田博士の地下三百呎の深處に發動する地震の發見があり、これが北但地震丹後地震等と地質學上關係ありと考へらるゝに至つたので、英國のライカー・ターナー兩氏が地球の半徑の四分の一(約千六百呎)の深さに震源が起り得るとした考説が考慮に上つた。

此の間我々を最初に引きつけた問題は我國地質學發達の初期に於いてナウマン氏が初めて注意した鍋狀陥没及び種々なる弧狀構造線發生の機制である。例へば故大森博士の決定した淺間火山活動に際して起る地震の震源の深さが七・五呎なることは阿蘇、箱根を始めイタリーの火山原、火山湖に見る所の之に似た半徑を有する鍋狀陥没成生の機制に關して有力な暗示を得た。即ち震源を頂點、地表を底面とした四十五度の傾斜を成す顛倒圓錐體の沈降が考へられたので、此の場合から更に進んで之を深處に於ける地震の實在と結び付けて一層大なる半徑を有する弧狀構造線發生の原因を解決せんと試みた。



此の弧状構造と共に當然考へられなければならぬのは弧の中心から發する放射状構造である。此の如き構造に就いても亦たその實例は地勢上に認められるが、特に丹後地震に於いて其の顯著なるものを目撃した。

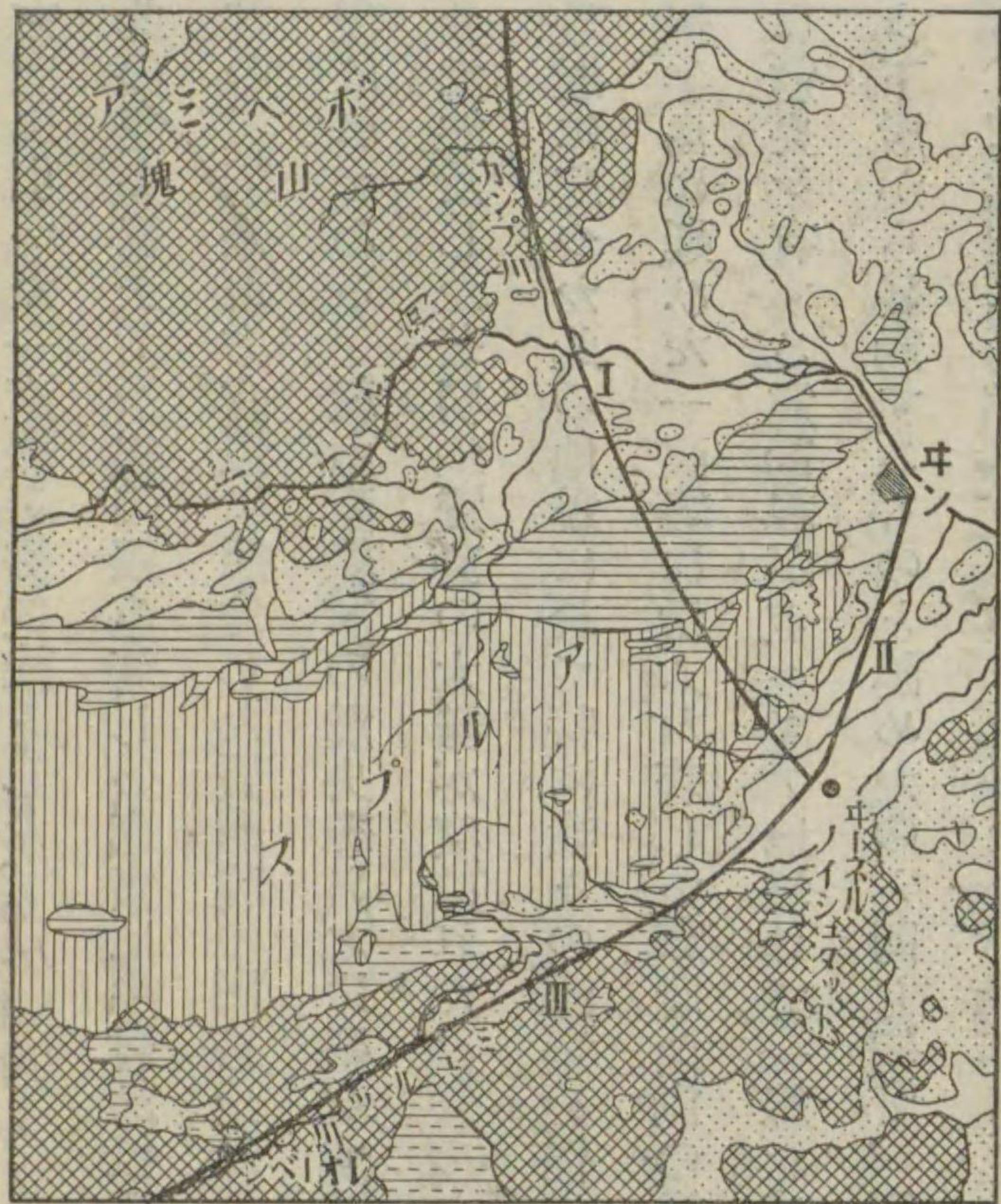


圖二第 丹後山峯地震(一九二七)の放射状亀裂

初發震源の深さを地殼淺處に求めんとする獨斷から解放されない今日の多數地震學者には我々の考説は或は顧みられぬかも知れぬが、我々は地震の深發性を辨證する一手段として地貌に現はれた構造線から出發して、岩石露頭の觀察によつて達し得ない深處に起る變動の考察を新たに推及した結果を第四篇に述べたの

である。

之を地球誌上に發表しつつある間に、大正十四年五月の但馬北部の地震及び約一年を隔て、之よりも遙かに激烈なる北丹後峰山地震が起り、花崗岩の地塊なる北丹後半島の頸部にこの岩盤を割裂した斷層が出來、又た日本海岸なる網野の西方海岸の隆起が認められた。中村(新太郎)教授



環太平洋地域に於ける體験

圖三第 下オーストリアの地質圖と地震地起

線震 I 線ブンカ 1 層紀四第  
線泉温 II 2 層紀三第新  
線 ッルユミ III 3 層紀三第古  
層紀亞利武寒先 6 層紀亞利留志  
5 層紀疊三 4

は此の所謂郷村斷層上の高橋に略ぼ震央に當る地點を發見され、融雪後田中(元之進)理學士踏査の結果此處に放射状の龜裂を認めたと主斷層以外の副斷層の出來たことをも認めた。田中氏は此の震央を通じ約北二二・五度西から南二二・五度東



の方向に引いた一直線を震央線とした。

此の震央線上で損害の頗る著しい事實は中村教授の作製に係る丹後半島の被害圖や本間理學士が其の後近畿地方官憲に照會した質問牒の回答千餘通に基いて之を擴めた近畿地方被害圖に明瞭に現はれてゐる。就中直線狀の震央線と之に斜交する新舊震央から放射狀を成す構造線に沿ひ遠方まで波及した著明の震動の大勢が窺はれた。

最近に起つた此の地震に於て特に我々の注意を促すのは日本海岸から近畿地方を斜に横ぎつて紀伊半島に延びた一直線に沿ふた著しい斷層運動の發動である。是はジウス氏の東アルプスの北邊に震央を有する震動線がボヘミア地塊まで一線を成し、兩者の地盤の構造と無關係に之よりも深き下層から發動するものと認めたと同じ例で、震源初發點の頗る深かるべきを想はしめるに足る(第三圖参照)。

### 地質現象の新解釋

以上我々の觀察を綜括して得た此等の考説は現今尙ほ流行する地球收縮説と氷炭相容れ難い點がある。所謂地球收縮説では水成岩層に認知された地層の褶曲を以て地球の冷却に由る全體積の

減少に對して表面の地殻が過大となる爲めに生じた結果と看做さんとするものである。此の假定による<sup>(1)</sup>ハイムの計算に従へば地球の年齢から見れば短時間に過ぎぬ所の近い地質時代に於て少くも半徑の十分一の減少を來した事になつて、その非蓋然性は頗る明かである。従つて之を承認するのはコペルニカス以前の天文家が眇然たる地球を中心としてあらゆる天體が周轉すると妄信したのと五十歩百歩の譏を免れぬ。

天體として地球を考へてその冷却により地質時代以後の表面の形相に達したとするのは勿論正當な見解であるが、その冷却の進行は低溫の空間に暴露する表面に盛んで、内部に入るに従つて緩慢なるべきは之を疑ふ餘地がない。故に表面の方が速に收縮して内部の體積に對して過小となり、高温の物質(岩漿)が之を割裂して溢出し、その結果として火山現象が地質時代を通じて行はれたと考へられる。現在の如く既に地殻が或る深さまで冷却により固體となり、その下層は高壓の關係で同じく固體の状態を呈するに至つても、尙ほ收縮に伴ふ割裂が起るとすれば、是により壓力が激減して岩漿の成生を促し、表面に向ひ熱と壓力とを傳播する結果を生じ、又従つて地殻の局部的軟化と、傾斜した裂罅に沿ふた岩漿の上昇運動の水平分力による褶曲とが生ずると想像し得られる。

(1) Al. Heim



此の考説に従へば造陸造山兩運動は共に深處から岩漿の上昇する結果として説明し得られる。即ち約四十五度の傾斜面を成して上昇する岩漿の水壓力は地表面に出づる所に於いて水平分壓を生じ、弧線の凸面に向ふ壓力となつて褶曲山嶽の成生を見るべきである。

此の界面の傾斜が小なれば水平分力が小さくて烈しく褶曲を起さず、従つて造陸運動及び地塊運動の性質に遷移し得るのである。

之を要するに今日までの地質學的考察の範圍は地殼表層に限られ、その變動が更に深處に發源し得べきことを考慮に置かず、又た考慮する手段も材料も缺けてゐた。是が爲めに今日まで不徹底なる解釋に捕はれたのも是非ない次第である。茲に列載する考説は此の如き偏狹なる見地からの解放を要求する第一聲で、更に新しい經驗と研究によつて繕補完成される必要あることは勿論である。

## 第一篇 火山作用

### 第一章 地質現象相互關係の解釋

#### 地質輪廻の三時相

地質學研究の進歩の徑路を顧みれば百數十年間に地質現象に關する色々の考説が提出されて個々の疑問が順次闡明されて來たが、而かもその中には一時弘く容認された後に新しい考説に打破されて廢棄に歸し、又は顧みられぬに至つたものが少くない。此の如き發達の順序は何れの自然科學の方面にも見る所であるが、實驗を基礎とする物理學化學等と觀察及び經驗を基礎とする地質學との間には多少趣を異にする所がある。新しい公式による計算を必要とする量的研究の範圍に限りある地質學に在つては、舊い考説が互に相容れぬ新説の間に介在するも餘り氣づかずに或る期間殘存し得る傾向がある。

此の如く考へ來つて地質學の教科書に精細なる批判を加ふれば、個々の現象に對する解釋が往



々にして互に撞着する考説に基いたものがあつて、自然現象の根本的説明としては支離滅裂した體系たるを發見するとも怪しむに足らぬ。

然れども我々は幾分なりとも個々の現象が互に關聯し互に影響する真相を明確にして、新らしい學説の出現に伴ひ變更さるべき説明を取り入れる途を開くに間斷なく努力せねばならぬ。然らざれば科學としての地質學の體系が新説の爲めに徒らに混亂されるのみで、之によつて生ずべき進歩を阻害するに過ぎぬ懼がある。

今日まで此の見地から地質現象を大觀せんとした著書として推獎し得るのはド、ローネ<sup>(1)</sup>氏の『地質科學』とオー氏の『地質學』の兩書で、就中後者の序論は佛文『第二十世紀科學』雜誌(一九〇三、四年)に『地質諸現象の輪廻』として連載した論文を節略した一篇であつて注意すべきものである。その論旨を熟讀して敬服するのは地質諸現象の相互關係に對して與へた一道の光明であつて、一九〇〇年佛國地質學報に發表した同氏の『地尙斜と大陸地域』と題する大論文に比して更に重要なやに認められる。

オー氏の地質輪廻に關する見解は一八九九年米國地理學の泰斗デーブキス氏の倫敦地學協會雜誌に發表した地理輪廻説に著想の端緒を獲たることは明かであるが、後者は地貌の

箇々の形相が何れも浸蝕作用の或る過程に在る事實を明かにし、其原始的時相から究竟的時相に至る間の變化を一輪廻としたのであつた。オー氏は浸蝕作用の此の如き海面上に露出して陸地を成した地殼の部分に對して行はれる場合を一時相として之を彫刻成生と呼び、その浸蝕によつて生じた物質が水底に運び去られて其處に堆積し、次第に新しい地層を築き水底を成す地殼の部分が變化する場合を他の時相とし、之を岩石成生と呼び、第三に此の如き水成岩層が我々の生息し得る陸地となるのに必要な地殼の變動の生ずる時相を考へて之を山岳成生と名けて區別した。之を簡單なる用語に改めて茲には刻成、岩成、造山の三時相と呼ぶ。

要するにオー氏の三相はデーブキス氏の地文學的に陸地外形の變化を區別したのに對して之を地質學的に考察し、地殼の表面全體にわたり行はるゝ變化の一部たる刻成期の區分と看做し、更に他の二相を加へて地殼の變化する過程を完全に示さんとしたものである。此の三時相の區別を或る地區に現はるゝ岩層に適用すれば、不整合に被覆する下層の刻成期に次いで上層の岩成期が來り更に造山期を経て現在の層位を占むるに至つた過程が明かとなる。

オー氏は勿論此等の時相が場所を異にするに従つて互に異つた状態の下に種々雜多の營力

(1) Phase (2) Glyptogenesis (3) Lithogenesis (4) Orogenesis

(1) L. de Launay : La Science géologique, 1905 (2) E. Haug : Traité de géologie, 1907 (3) Geographical Journal (4) W. M. Davis



が加はつて進行することを認め、其箇々の場合を詳論して同氏『地質學』第一卷に掲げてゐる。然れども我々は營力そのものから此等の三時相を考へねば地質現象の相互關係を明にするに十分であらうと信ずる。

第一第二兩時相の營力は何れも地殻表面に行はるゝ風水等の作用で、第三の時相に限り營力は地殻自身及び地下深處から發動するものであるとする氏の説に對し敢て異論を挾むを要せぬ如く見えるが、その實際に立入つて考ふる時は刻成期に於ける地表物質の移動、浸蝕促進の要因等に地下から働く營力の及ぼす影響は決して主として水成岩層のみから成つたアルプスの如き地方で考ふる如き小なるものでなく、之を無視した説明は我が環太平洋地域にそのまゝ適用することが出来ぬ。之に關する明證は關東大地震の際に起つた大規模の陸上の山崩れや海底に起つた深淺の變化等に於て認め得るから、我々は刻成岩成兩時相の營力にも地表と地下とに起因する營力の兩々相並んでゐることを主張せんとするもので、此等の點を一層明確にせねば地質諸現象の眞の相互關係を知ることが出来ぬ筈である。

造山期に働く營力に關するオー氏の考へ方は尙ほ不十分である様で、更に大に考慮を費す必要があると信ずる。最近四十餘年間に行はれた如く地震の震源を淺い地殻表層に起る變動として地

震の時に地表に現はれる地割れ及び斷層を直ちに起震力の原因と考へんとする傾向は更に深處に伏在する岩漿の潛勢力を無視するもので、爲めに地下深處に發動して地表に甚深なる結果を生ずべきエネルギーの源の地質諸現象に對する重大なる關係を殆んど全く暗黒裏に葬らんとするに至るべく、是は輕々に看過すべからざる缺陷でないかと疑はざるを得ぬ。

水成岩の堆積によつて地殻の表層としてジウス氏の所謂層圈が發達し來り、地球が星的状态を經過して地質状態に至つた後、我々の溯り得る其の全過程に於いて何時も水成岩層に伴ひ火成岩層の存在する事實を認むるならば、地質現象の時相の一として造山期を考ふるに當り重大なる意義を岩漿の活動に許容するのが妥當である。此の意味に於て我々は再び火成水成兩論者の前世紀初に闘つたと同じ論争を繰返さねば或は正當なる見解に到達し得ないかも知れぬと想ふ。

本書の公刊に當り關東大地震に關する數篇の論文を先づ公にして、我々の取つた立脚點から地質諸現象の相互關係を一層根本的に論究せんとするに至つた次第は既に述べ來つた通りであるが、更に進んで新舊箇々の考説の間に諧調を看出さんとするには尙ほ數言を費さねばならぬ。

(1) E. Suess (2) Stratosphere

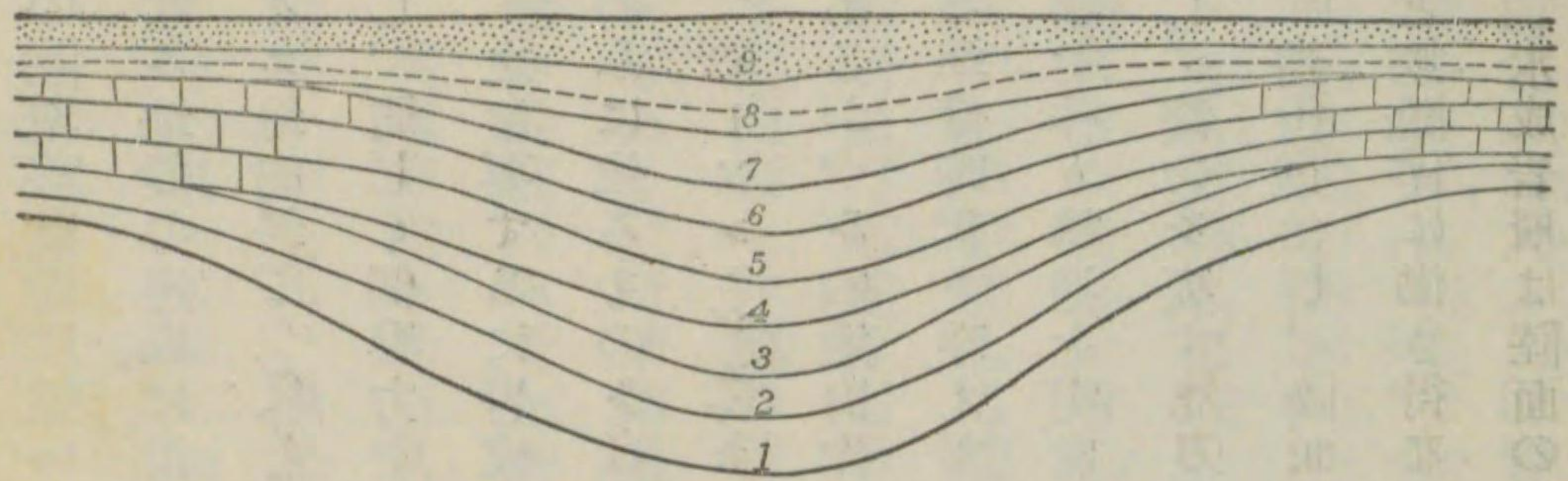


地向斜と造山作用

地殻を研究の對象としてその表面に變化を與ふる現象を考察する地質學に於て種々雜多の地表現象を起す原動力と認むる物理的力を營力と呼び、外部に現存して活動するものと地殻内部から發現するものとに大別して、之れを外力と内力、或は表生的營力と内生的營力と呼ぶ。此の區別は極めて明瞭なるが如く見えるが、之を仔細に考察すれば日射潮汐等の宇宙的のものと風雨海流等の地球自身に屬するものとの互に錯雜せる作用が外力を成し、且其の働き方は地殻凹凸海陸の分布等の關係によりて色々に變化するのである。現在の氣候地域の區劃の如きも山岳及び海岸線の現状に於てのみ略ぼ安定するものたるを一考すれば、その外力のみの生ずる結果たらざるを容易に知るに足る。之を反言すれば山岳の崛起海岸線の移動等の地殻の變動は外力の働き方に著しい差異を生ずべく、流水の浸蝕作用の如きも一定の緩斜面を限界とし、陸面の或る海拔高度を有するを條件として活動するもので、地殻自身の變化と無關係に働き得ないのである。

水成岩層は陸面の浸蝕によつて生じた物質が水底に運ばれて堆積して出來たもので、その

(1) Epigene agency (2) Hypogene agency



第四圖 地向斜堆積層の他と堆積層の關係を示す(ホ-原圖)

地向斜と造山作用

最も著大なるは地向斜帯に行はるゝ場合である。この事項は後章に於いて更に詳説する筈であるが、今茲に岩成を考ふるに當り豫め一言を加へる。

水成岩が數千米の厚層を成し得るのは地向斜と稱する海洋中の舟底狀の凹みに堆積が行はれたとの條件を假定して最もよく説明される。この考へ方は前世紀前半に既に北米のホール<sup>(1)</sup>の唱へた所で、その後デーナ<sup>(2)</sup>が之に地向斜と命名した。然るにホールは海底の深さが餘り異ならざる、即ち物理的條件が略ぼ一樣な状態の下に同種の岩層が久しきに互り堆積を繼續して此の如き厚層が發達するのであるから、此の海底は堆積による荷重の増加に従ひ地盤が徐々に沈降して何時も同じ位の海深が維持されたと考へたのである。此のホールの重力的沈降による地向斜成生の説明に反してデーナは地殻の褶曲によつて撓屈が行はれるに従つて生長するものと考へ、側壓力の發動の一つの結果として説明した。又エゲネル<sup>(1)</sup>

(1) J. Hall (2) J. D. Dana (3) Geosyncline (4) A. Wegener



の陸塊移動説に基いたアルガン<sup>(1)</sup>の最近の地質構造説に従ふも、やはり陸塊を構成する剛固なる地殻の邊緣に沿ふた之よりも撓み易い海底地盤が凹むもので、地中海の前身たるテテイス地向斜(アルプス褶曲系の地盤)の如きは歐弗兩塊間に壓縮されて出來たものであるとし、同じく側壓力を主要なる働力と考へてゐる。

之を要するに岩成期にも何等かの地盤の變動を前定することが妥當で、全く外力の作用のみに依るものとは考へ難く、次に起る造山期と切り離す可からざるは明かである。

パーソン・シュッカート<sup>(3)</sup>兩氏の地質學教科書はまことに簡截明快なる地質學入門の良書であるが、その造山作用を説明するに當て地向斜に起る水成岩層の沈積を造山材料を集積する準備時代と呼んだのは概念として餘りに明確に過ぎ、建築に當り材料を積みそれから足場を作り構造を完成する場合の如くに兩者の關係を截然と區別し過ぎる惧があるから留意して讀むを要すると思ふ。

造山期に行はるゝ營力は地殻及び地殻の深處即ち地球内部から發生する變動が主要なるは勿論であるが、今述べた如く水成岩層の厚く發達して海底の地盤を被覆すれば地熱の垂直分布に大なる影響を與へ、堆積した時に比して高温となつて、撓屈し易くなることも亦

(1) E. Argand (2) Thetys (3) Pirsson-Schuchert : Text-book of Geology, 1920—1924

明かである。従つて褶曲山嶽の中軸に屢々發見する花崗岩及び片麻岩の如く七百度内外の鎔融溫度を有する岩漿に對してその上昇噴出を容易にすることも想像に難くない。故に岩成作用中には造山作用の誘因の一部分を含み兩者の關係が相互的なるは彌々倍々明かである。

之と關聯して岩成期に於ける水成岩の變性も問題となる。地向斜の下底を成す岩層は上層の堆積に伴ひ荷重を増し、此の荷重は靜壓として働き、之と同時に地熱の爲めに温度の上昇も起るから、その結果は沈積物の再結晶作用を促し、炭質物を含む泥岩は粘板岩となり更に進んで石墨千枚岩及び石墨片岩の類となり、石灰岩は大理岩となり、又砂岩は石英岩となる。又た或は上昇する花崗岩その他の岩漿に接觸して黒雲母片岩その他の變性の最も甚だしいものになつてしまふこともある。所謂結晶片岩の中には此の作用が働いた場合が頗る多く、單なる側壓のみによる所謂働力變性のみで完全なる結晶性を取得することは寧ろ比較的稀であるかも知れぬ。

其處で我々は更に進んで火山作用と造山作用との關係に就き環太平洋地域に於て認められる事實を一考して、歐米學者の多數が膠着しつゝある層圈の變動のみを重要視する舊套から解放される途を求めて見たい。



### 日本群島成生に對する火山活動の意義

大正元年八月東京地學協會の催した豆南諸嶋の巡檢隊に参加して小笠原嶋及び硫黃嶋を見舞つた時に、第三紀及び現代の火山活動が太平洋中の嶋嶼を成立發育せしめる手續を目睹し、海底の噴火が終に火山嶋を形成するに至る徑路を認め得た。即ちその成生は噴火と同時に地盤の隆起する中硫黃嶋の本山の如き場合に可能で、拋出された浮石質の破片が層狀に集積して饅頭形の山となり、その中央及び周邊に無數の吹貫き火口を蜂巢狀に生じ、而かもその上に矗立する珊瑚蟲の遺骸が海底に在つた證左を呈しつゝある。又た母島では東北部の熔岩流の上に中新世の有孔蟲レピドシクリナを含む石灰岩層が堆積し、その南部では海底に出來た凝灰岩層中に更に古い始新世有孔蟲貨幣石の遺骸を埋藏し、現在の中硫黃島に行はれる所の火山活動が過去に起つて出來た岩層を目睹し得た。

是は海洋中の火山活動が海底を埋めて大部分水面下に没した山脈を築き上げ得ることを拒めぬ好例である。

更に眸を轉じて日本群島の脊梁を構成する古い岩層を観るに、阿武隈高原の南端に露は

(1) Diatrema (2) Lepidocyclina, a Miocene foraminifera (3) Nummulites, an Eocene foraminifera.



第五圖 硫黃島の隆起珊瑚礁 (協水氏原圖)

る、角閃片麻岩角閃片岩等の變性の程度最も甚だしきものに接し、凝灰岩質の成層岩に石灰岩粘板岩等の尋常の水成岩を雜えたる厚き岩層が出で、大理岩化した石灰岩に珊瑚海百合等の遺骸を藏し、更に東には變性の程度の小なる鼠寒水石を夾む凝灰質物を僅に含む尋常水成岩の累層となつてゐる。之を約言すれば日立鑛山の西に崛起する高鈴山から東に向ひ海岸に達する間に火山噴出の中心に近き凝灰岩及び熔岩の厚い堆積層から石灰岩發達の傾向の漸次増加した水成岩を主とする岩相に遷移することが認められる。而して此の火山活動に次いで造山期に入つて片麻岩の噴出を伴ふた褶曲



が起つてその中軸は西から東へ顛倒した構造を成すに至つたのである。

我々の以前に踏査した富士諸湖の北邊に峭壁を成す御坂山脈及び本間理學士の「地球」第一卷四・五號に載せた丹澤即ち道志山塊に在つては中新世の火山活動によつて出來た岩層にレピドシクリナ石灰岩を夾層し、その褶曲に隨伴し若くは繼續して石英閃綠岩の噴出が起り、高鈴山附近の凝灰岩及び熔岩から變化した角閃片岩に續いて角閃片麻岩の噴出したのと同じ手續を繰返してゐる。

我々は大正十二年濠洲に開かれた汎太平洋會議に提出した『日本及び近接太平洋諸島の造山作用に於ける火山作用の意義』(同報告第八四二乃至七頁)なる論文に以上述べた我が群島成立の場合を概括して「之を一言すれば火山作用は造山運動に先つた」といつた。今左にその全文を再録する。

During a century of progress of geology, Leopold von Buch's conception of the rôle played by eruptive rocks in the formation of mountains has almost lost its significance, and folding and overthrusting of strata formed in geosynclinals have been proved to be the processes active in the building of great mountains in the world. In a paper which was

(1) T. Ogawa: Significance of Volcanism in the Mountainbuilding of Japan and the adjacent Pacific Islands.

presented to the Tenth International Geological Congress, held in Mexico in 1906, the present writer endeavoured to expound some evidences of the structural features of the Japanese Islands, comparable with those of the Alps and Himalayas, and in opposition to Fred. von Richthofen's theory of the "Zerrungsbogen" of Eastern Asia. He wishes to avail himself of the present opportunity of bringing before the Congress his further views on the geotectonics of Japan and adjacent islands in connexion with the orogenic problem of the circum-Pacific mountains, though he regrets of being obliged, through want of time, to treat the subject rather too briefly to make manifest the whole aspect of the question.

An inspection of a general geological map prepared by the Imperial Geological Survey suffices to enable us to recognize a wide areal distribution of younger volcanic rocks. According to a rough estimation made by the writer in 1900, these cover about one-fifth of the insular empire. If we add to this those accumulations of tuffaceous products belonging to Tertiary and Quaternary ages, the total will come to no less than one-half of the whole area of the land. Even in the comparatively quiescent Mesozoic era, we find in the Inakstone series of Nagato a thick accumulation



of pyroclastic sediments of Jurassic age in Western Chugoku and Northern Kinshu. The Palaeozoic formation, to which the whole of the so-called Crystalline Schists may be safely counted to belong, bears evidences of an equally active vulcanicity as the Tertiary. Although it is hazardous to attempt an estimate of the relative thickness of the volcanic accumulation in the Palaeozoic strata which had undergone complex structural disturbances not unravelled up to the present, the writer believes that about a third of the whole pile amounting to several thousand meters might be roughly assigned to the pyrogenic rocks, while another third belongs to the littoral and bathyal deposits.

A fact so prominent in the building material of the Japanese arcuate mountains naturally leads us to seek a satisfactory interpretation of the mode of formation of the Palaeozoic geosyncline which preceded this folding. The structure of the mountains forming the back-bone of South-western and North-eastern Japan has those unmistakable characters which must be regarded as innate in all fold-mountains, as shown in the writer's paper above referred to.

Let us consider in some detail the striking fact that the bulk of the materials building these mountains is of pyrogenic origin, that is to say, basic volcanic lavas, agglomerates and tuffs, and their importance in the process of orogenesis.

We find in Toga Range, on the southern extremity of Abukuma Plateau, granitic gneiss of the same petrographical characters as those described in detail by Professor B. Kotô and occupying the central massive merging on its south-western margin into amphibole-gneiss of a dark colour and of varying basicity and schistosity. These two types of ortho-gneiss compose the western half of the range in the profile along the valley between Sukegawa and Machiya. Next to the latter type we find further eastward amphibolites, cyanite-bearing sericite-schist, cordierite-gneiss and various other crystalline schists. These highly metamorphosed para-gneisses again pass over to less metamorphosed green schists preserving vesicular cavities, the existence of a parimpresit-structure of the fluid microlithic groundmass being very often confirmed under microscope. Normal stratified rocks are represented chiefly by limestone and tuffaceous slates. The intercalation in the green schists are at first insignificant, but increase in thickness and frequency towards east on the slope to the Pacific Ocean. The limestone abounds in marine fossils, of which corals are especially







living species of corals, which were grown on a pumice bed surrounding volcanic vents not yet wholly extinct. A noteworthy fact in all of these pyrogenic deposits of the Permian-Carboniferous, as well as in Tertiary and Recent volcanoes, is the absence of signs of subaerial accumulation, except for some purplish Nummulites-bearing beds of Hahajima, which most probably represent ashes and sands oxidized in contact with air on being hurled high up above the sea surface.

Coming to Shikoku, where crystalline schists and the Chichibu series are developed in well-defined zones of decreasing crystallinity from north to south, we find again various green schists and phyllites in which metamorphosed lava sheets and tuffs form greater parts of stratiform accumulations approximately contemporaneous with those of Tago Range. In contrast to Northern Japan, some of the pyroclastic rocks of the region were evidently derived from subaerial volcanic activity, although the oldest centres, which were located in the sources of the Yoshinogawa and Dōzangawa most probably have been of a submarine character. From the coast of the Inland Sea to Tosa Wan on the Pacific Ocean are recognized three zones, namely, Crystalline Schists, Lower Chichibu series, and Middle and Upper Chichibu series, besides Cretaceous sandstones on both flanks. These distinctions are solely founded on petrographical characters. According to the writer's view the successive zones represent only different facies of deposits at increasing distances from central line of vulcanicity of the region, when a geosynclinal of the Permian-Carboniferous period was formed on the periphery of Eastern Asia.

In 1898, during the mapping work for the geological folio of Kōchi, which occupies the middle of Shikoku, the writer found that from the principal centre of extrusion between Ishizuchi-san and Besshi amphibolites derived from lava beds decreased in thickness eastwards, and that less metamorphosed green slates or pyroxenites of the Lower Chichibu and schalsteins of the Middle and Upper Chichibu series bear the same tendency on the south of the crystalline zone. On the bank of Dōzangawa he discovered a brecciated green schist containing sheared patches of lava which preserved the original porphyritic structure. The chloritized tuff intercalated in piedmontite schist and other members of the system suggests us the Palaeozoic volcanoes to have had lava sheets of the same general character as those we encounter at present on the foot of Aso volcano. This fact clearly shows that the volcanic activity of the Palaeozoic era was on a gigantic



scale, and lasted for a long time, while far from its centre pelagic sediments like Fusulina limestone and Radiolarian cherts were slowly accumulating in the depth of the ocean.

Folding and overthrusting which subsequently took place in the Permo-Carboniferous geosynclinal, formed in this manner, were the principal cause in inducing the transformation of the volcanic accumulation into green schists, naturally most intense in the zone of piezoccontact with granitic gneiss of the Inland Sea zone. The outer zones with thicker deposits of normal sediments were more or less exempt from the metamorphic agency in proportion to the distance from the innermost zone. There is, therefore, no wonder why the lack of the means of correlation from palaeontological evidence has misled most Japanese geologists in their stratigraphical work on the Palaeozoic formations of Japan, and has compelled them to accept as a stratigraphical sequence the "physical zones of metamorphism" in F. Becke and U. Grubenmann's sense.

The lower physical zone of crystalline schists in Shikoku is represented by various sericitiferous phyllites, which Professor B. Kotô called sericite-gneiss, and sericite-schists, beautiful rocks such as piedmontite schist and glaucophane-schist being indicators of the zone. It occupies mountains north of the provincial boundary between Iyo and Tosa, and extends eastwards to Tokushima, beyond the transverse valley of the Yoshinogawa, in a narrow belt on the right bank of the same river. The zone has a northerly dip throughout the whole stretch and stratigraphically occupies the upper horizon of a vast anticlinal vault of less metamorphosed phyllitic rocks, called by the writer in the geological folio of Kôchi Ôboke series, in order to distinguish it from the more highly metamorphosed Besshi series. These two zones are believed to occupy a horizon between the middle and upper physical zone in the depth of metamorphism.

The second zone or the Ôboke series in Shikoku stratigraphically represents a lower horizon than the first, but it consists of less intensely metamorphosed rocks. A striking difference in their petrographical character is, however, a predominance of graphitic and feldspathic phyllites, which most probably were derived from carbonaceous shales and sandstones. Another noteworthy fact is an almost complete absence of calcareous and cherty rocks in the zone, while the third zone, which the writer mapped in the folio as the Lower Chichibu series, intercalates beds of limestone. Amphibolites and green phyllites play a most important rôle in the western part of the area, in



the proximity of the volcanic centre on the north-west than in the east. We also find an intrusion of quartz-porphry between the third and fourth zones in this part. The dyke or sill marks a neat line of dislocation for 20 km. between Ikegawa and Kamiyakawa. It is in the fourth zone, the Middle and Upper Chichibu series, that we find beds of Fusulina limestone and Radiolarian quartzite, beside slates and sandstones. Schistose and diabase sheets frequently occur in the zone, but have not so considerable a thickness as in the third or Mikabu series of Kwanto Mountains.

It is obvious from the facts which have been briefly set forth that sediments deposited in the Permo-Carboniferous geosynclinal of south-western Japan, at present occupying a space more than 40 km. in breadth, had differences in facies in increasing depth proportional with distance southwards from the equatorial line, along which was displayed the volcanic activity. The mode of formation is essentially the same in Toga Range in north-eastern Japan, as stated above. In either case shallowing of a deep sea floor took place in consequence of the submarine volcanic eruption, before reclamation of land along the border of the continent had been realized by the folding of the accumulations so formed. *In a word, volcanism preceded the orogenic movement.*

The same interpretation can be applied to those mid-ocean insular arcs, where sedimentation goes on shallow floors surrounding islands of volcanic origin. The writer believes that it is not merely imagination to consider these islands to be in the course of growth which may some day form a mountain chain like the Toga Range in North-eastern Japan.

In concluding this short note, the writer wishes to add that the significance of volcanism in the mountain building is two-fold, submarine volcanic eruptions contributing, on the one hand, considerable quantities of materials to the sediments in geosynclinal, and consequent shallowing of the sea floor facilitating, on the other, accumulation of other sediments called in to form thick deposits in the same geosynclinal. He further wishes to add that the zone of accumulation may have a form resembling an ordinary geosynclinal in horizontal extension, but that contrary to the latter it represent a convex surface instead of a hollow surface as may be understood from the nomenclature, so that it may more properly be called a geanticlinal.

今記して茲に至り、更に造山期に入つてまた深成岩類の噴出する事實を認めるから之に補足して、「造山運動の起るに當つてもその下底に伏在する岩漿の上昇運動が之に伴ふものである」と



の一句を加へねばならぬ。我々の後に述ぶる所謂深發地震なるものは此の運動の繼續であるとすれば造山作用との關係が始めて明白となると信ずる。

又た小笠原諸島の如き島弧の場合に海底の山岳を構成する材料は主として凝灰岩と熔岩で、その海面下餘り深からざる處まで築き上げられた後に始めて石灰質の骨骸を有する海棲動物や石灰藻類などが之に加はり父島母島等の如きものとなるのである。故に造山作用なるものは必しも地向斜帶の凹處に陸成沈渣物の集積した場所に限つて發生するとは謂へぬ。海底火山の活動によつて淺海を生じた後には陸成沈渣物の來ぬ處にも水成岩層特に珊瑚その他海棲動物の築く石灰岩の集積を容易にし、特殊の山岳が發生し得るのである。之を換言すれば、陸成沈渣物から成つた地向斜と同じく海底火山の噴出物から成つた地背斜にも亦た山岳が發生し得べく、我が豆南の島弧には此の如き成因を考へてよいと思はれる。ナウマン氏は日本嶋弧の南北兩翼間の大地溝帶の成生を西北から加はつた壓力によつて生じた波動が既存の剛固な七島山脈に衝突した結果に歸せんとしたが、我々は此の如き前定は必しも必要であるまいと信ずる。

茲に主張した所は一個の作業考説には過ぎぬが、維也納派の山嶽の成生を切線の方向に働

(1) E. Naumann

く側壓力の結果として放射狀に働く<sup>(1)</sup>深火山作用を等閑視するの缺陷を摘示するには十分有力であるべく、火山作用の旺盛なる環太平洋地域に立脚する我々としては默止出來ぬ所である。

### 地殼運動原動力の深發性

<sup>(2)</sup>ハイムの見積れるアルプスの厚さは三十數千で關東地方の震源の深さと略ぼ等しい。是により岩漿が地殼の下底から上昇する運動によつて地殼の表層を震撼する激動の起る深さを推知するに足ると同時に、又た水成岩の褶曲によつて出來た地殼表層の厚さを知るに足るのである。アルプス褶曲系以外の地向斜に於ける堆積層の厚さは或は之に倍する場合あるとしても、所謂層圈の全厚は百千を超過せぬものとしてよからう。

此の假定にして大差なくば、火山活動の原動力たる岩漿が上昇する間に迫る運動は地球の半徑の百分一内外に過ぎざる、極く外面に近い所に行はれつゝあると想像される。

然るに最近志田教授の別府地球物理學研究所の開所式に當り發表された地震觀測の成績に従へば震源の深さには非常に大なる實例があり、大正十五年七月の近江地方の強震は約二百六十千の深度を有することが確かめられた。(和達理學士その後公にしたものも此れに一致

(1) Tiefenvulkanismus (2) Al. Heim (3) 志田順



す) 此の決定は地殻の物理學に從來豫期せざりし新らしい手掛りを與へるもので、高温と同時に高壓の爲めに潜在延性を有する筈の深處に於ても、地殻の物質が三四十糎の深さに起るものに類似する變動を起し得る状態を成してゐることを推定せしめる。

假に此の深さを約三百糎とすれば地球半径の約二十分に相當し、キーヘルト氏等の考説に従へば尙ほ硅質層殻(厚さ約千五百糎)の表部に在るのである。故に玄武岩よりも更に基性即ち過基性の岩漿の源は此の深處まで溯られ得るかと思はれる。デーリー氏は嘗て火成岩噴出の機制を考察するに當つて、デブキンソンの地殻に行はるゝ壓力に關する考説に従ひ表面に近き部分に壓迫作用が行はれ、その下層に伸張作用が行はれると考へ、岩漿の地殻の表面に上昇し來るに當り先づ此の張力層帯に注入さるべしとした。

此等の考説を併せ考ふれば我々の深發地震説を論ずるに當つて岩漿の徑路を探らんとした地質學的方法によつて推測し能はなんだ所が、今回の志田教授の發表によつて偶然にも更に闡明せらるゝ曙光に接せんとする如く感ぜられるは會心に禁へぬのである。

志田教授に従へば此の如く大なる深さを有する地震の分布は近畿地方の東邊を横斷して太平洋から日本海の北邊に至る間に廣がるものゝ如く、所謂大地溝帯の日本群島を横斷す

(1) Latent plasticity (2) E. Wiehert (3) R. A. Daly (4) C. Davison

る邊にも同様の深處に發動する地震の存在すべきを想像されつゝある。我々は津浪を伴ふた寶永大地震の時に山陰の或る地方が特に強い震動を感じた事實を注意し、ジウスのカンブ線の延長にしてポヘミア山塊の北に當るプラーグ以北方まで強震を感じた一五九〇年の地震の記録を基礎として、アルプス褶曲帯の構造とアルプス外地帯との構造の區別の存せぬ深處に原因を求めんとした爛眼に敬服するのであるが、今やこの新らしい觀測により此の如き見解の確かさが加はつたと考へられる。

此の如く詮じ來れば我々の地殻の表面に於て地質的觀察により認むる所の噴出岩の出現、斷層その他の地質構造上の地貌の變化の如き造山作用と關聯して考察する問題の地下深處に發動する原動力を無視して解決し難いことは一層明白となる。之を無視するものは無風の池面に起る波紋が潜游する魚の運動たるを忘れて徒らに水面に生ずる波動として説明せんとするが如き滑稽なる誤謬に陥るべきである。

故に環太平洋地域に見る所の旺盛なる火山活動の行はれる事實はその原因が非常に深い地下に於ける變動の結果で、之をアルプスその他の地向斜帯に發生した山嶽の地質學的考察によつて獲た見解によつて論斷せんとするのは恰も牛を割くに雞刀を用うるが如く、庖丁の妙技

(1) E. Suess



と雖も手に餘るべしと謂はざるを得ぬ。

以上述べた所を通觀すれば今日まで地質學者間に行はれた地殼の變動に關する考説は表面に極



第七圖 月面の火山コニルスク山

めて近い表層に於て起る現象のみに限局せられてゐて、此の如き淺處に起る變動原因が更に深處に起るものゝ續きであることを知る途がなかつたことは明かである。而してその深處に起る變動が如何なる性質のものなるかを理會するには或は地球の衛星たる太陰の表面に

見る所の變動と比較するのも亦た多少の參考たるかと想はれる。

序説に一言した如く太陰の表面の地球と異なる主要なる點は大氣及び水分を缺き、地球表面に行はれる浸蝕作用が全く行はれぬに在つて、地球の氣圈水圈を除き、その水成岩の層圈をも剝ぎ取つた場合の状態を小規模に示すものと考へ得られる。

太陰の外殼に見る所の變動中最も我々の注意を惹くものはその裂罅である。リル及び壑と稱するものは或は大部分内部から裂罅を通じて熔岩を押し出したり或は之に充填されぬ割れ目たることは疑はない。又更に著しきは大なる火山口から放射状に出た白く輝いた線である。英國ナミス、カーペンター<sup>(2)</sup>兩氏は之を内部に伏在する物質の膨張力で出來た割れ目とし、獨逸天文家には之を否定して噴出物の昇華とし、氷の結晶の硝子窓の面に出來たものと類似した出來方を考へる學者もあつて果して裂罅であるや否やは未だ判然たらぬ様であるが、兩氏の硝子球の内部に熱水を充たしてその内部から働く膨張力によつて割れ目の生ずる實驗は頗る面白く、三百軒の内外の地殼下底に於て一種の坼裂地震の如き變動が起る場合は此の實驗の結果に比較し得ると想はれる。

若し此の比較が許容さるゝならば地殼深處に行はるゝ變動は惑星の冷却する過程に於て當然起るべく、その過程が進むに従つて深さを増すべきものと考へられる。従つて從來多數地

(1) J. Namyth (2) J. Carpenter



質學者の信じた地殼の收縮説も亦た此の如き深處に於て現に行はれる現象の説明に必要である。之を要するに地殼深處に行はれる營力の如何なるものかに就いて、瞥見が我々に想着せしめる所は表面に起る現象の眞の解釋説明を明確に論述し得るには尙ほ前途が遼遠で、恐らくは惑星としての地球の問題として更に論議されねばならぬであらうと感ぜられる。

以下地下深處に起る變化が地震として地表に發現するに伴ひ如何なる結果を地表に生ずるかを論ぜんとするに當り先づ火山現象を考察する。

## 第二章 火山現象

### 第二章 火山現象

#### 日本群島に於ける地質時代の火山活動

火山作用といふ語には廣狹二の意義がある。普通の火山といふのはその狹義の場合で地下深處に伏在する高温状態の物質（岩漿<sup>(2)</sup>）が通路を得て地表に噴出して生じた山で、その出来る仕方を火山作用と呼ぶのである。然れども岩漿の深處から上昇し來る運動は必しも地表に達せないで或る深處に至つて止む場合が寧ろより多く起る現象であるのは噴出岩（火成岩）なるものに火山岩（流出岩）以外に多くの深成岩の含まれる事實から明かである。故に火山現象即ち地表に於て我々の目撃する噴火の現象を伴ふ地變を理會せんとするにもその廣義の作用即ち岩漿運動の全體の性質を考察せねばならぬ。

我々の生息する環太平洋地域即ち亞米濠三洲の沿岸は勿論、太平洋の内部の諸島嶼に在つてもこの現象はあらゆる自然現象中に於て最も顯著で又重要なものである。日本歴史の第一頁を占むる日本書紀神代卷の八大洲の成因に關する伊弉册尊が島々を生み給ふたといふ神話

(1) Vulcanism (2) Magma



の如き、原始的民族間に海底に火山噴火が起り新らしい島嶼が出来るのを観察して、既に出来てゐる島嶼も亦同じ手續で出来たとナイブな考へ方の成因説を立てたと考へられる。此の現象は歴史時代に入つて伊豆七島新島や櫻島の噴火の場合に観察されてゐるから、神話の出来た蹊逕を察するに難くない。

地質調査の進歩するに従つて我が群島を構成する岩層の性質が明かとなり、地質學の搖籃地たる西歐及び中歐に比して火山岩の分布の廣いのは勿論、水成岩層と看做すもの、中に凝灰岩が非常に多くて、現在の活動を示す火山以外に多くの活動中心が殆んど何れの地質時代にもあつて、法式的水成岩よりも此の種の堆積物が時として却つて多きに達して居るかと思はれる事實が明らかとなつた。

百萬分一地質圖に第四紀層として白色で示した土地の中關東以北の如き廣漠たる原野を有する處では微細な火山灰から成つた壩<sup>ロム</sup>が大部分を占め又その崩壞した土壤から成つた沖積地が廣く發達してゐる。第三紀層に溯つても同じくその厚く發達したものは主として凝灰岩である。中生代はこの作用の活動の著しからぬ時代であるが、それでも中國地方には長門硯岩層の如き凝灰岩の著しく發達した地域がある。古生代に溯ればその紅色及び綠色の凝灰岩が熔岩と共に厚層を成

して第三紀以後の活動以上に旺盛猛烈であつた状態を想像せしむるに足り、我々の古生層の部分的岩相を代表するものと思ふ結晶片岩(三波川層)に在つても、阿蘇其他の大火山の成立と大差なき地文状態に出来た綠色片岩を認める(第三圖参照)。我が群島には此等の火山岩及びその岩屑以外に花崗岩その他の深成岩類が頗る廣く分布してゐるが、これ等の岩石も亦地表の火山現象に續き、普通の流出岩よりも一層珪酸に富んだ岩漿の押し出されたもので、後期の地下火山作用として之を區別さるべきものである。

此の如く通觀すれば我が群島の骨髄も表土も主として火山作用によつて出来てゐるから、神話の心核を成した思想は自然界の直覺として決して正鵠を失つてゐないので面白

い。  
中歐のフライベルヒに於て初めて地質學を講じた<sup>(1)</sup>エルネル一派は地殼を構成する岩層を全く水の沈渣作用で出来たと考へ、それより數十年後に出て<sup>(2)</sup>ギュムベルも亦た續成説を唱へて結晶片岩中の花崗片麻岩の如きものすら沈渣作用で出来たと考へた如き、何れも我々の環境と全く異つた地方に生れた自然科学者の偏見に過ぎぬ。<sup>(4)</sup>フムボルト、<sup>(5)</sup>ブツフ、<sup>(6)</sup>ダーキン等と<sup>(7)</sup>ジッス、<sup>(8)</sup>ハイム等の地震の成因説に極端な對照あることは後に詳述

(1) A. Werner (2) C. W. Gümbel (3) Diagenesis (4) A. v. Humbolt (5) L. v. Buch (6) C. Darwin (7) E. Suess (8) Al. Heim



する通りで、楯の両面を見ない缺陷を免れぬのを怪むに足らぬ。

故に我々は歐米の自然科学者以上に火山現象に注意を拂はねばならぬのは當然で、その地表に及ぼす結果に對して彼者の信ずるより一層重要な意義あることも主張せねばならぬ。

### 火山作用の本性

火山瓦斯 火山作用とは岩漿の上昇と直接の關係を有するあらゆる現象であるとのラルフの定義は簡明にして要領を盡してゐる。火山作用を理解するには岩漿は如何なるものか、如何にして上昇し來るか、地表に現はるゝに當り如何なる結果を呈出するかを知ればよい。

高温によつて鎔融状態を成した岩漿なるものは時々火山の活動に當り地表に流出する熔岩によつてその地下に伏在するを推定し得るもので、深成岩に在つて同じ状態から固結したことはその貫いた水成岩に與へた接觸變性の現象から同じく推定し得る。即ち岩漿とは固結して火山岩若しくは深成岩を成す母體であつて、化學的成分は主として此等の火成岩と同じく

加里	曹	達	苦	土	鐵
$K_2O$	$CaO$	$Na_2O$	$MgO$	$Fe_2O_3$	$FeO$
矽酸	礬	石	灰		
$SiO_2$	$Al_2O_3$	$CaO$			

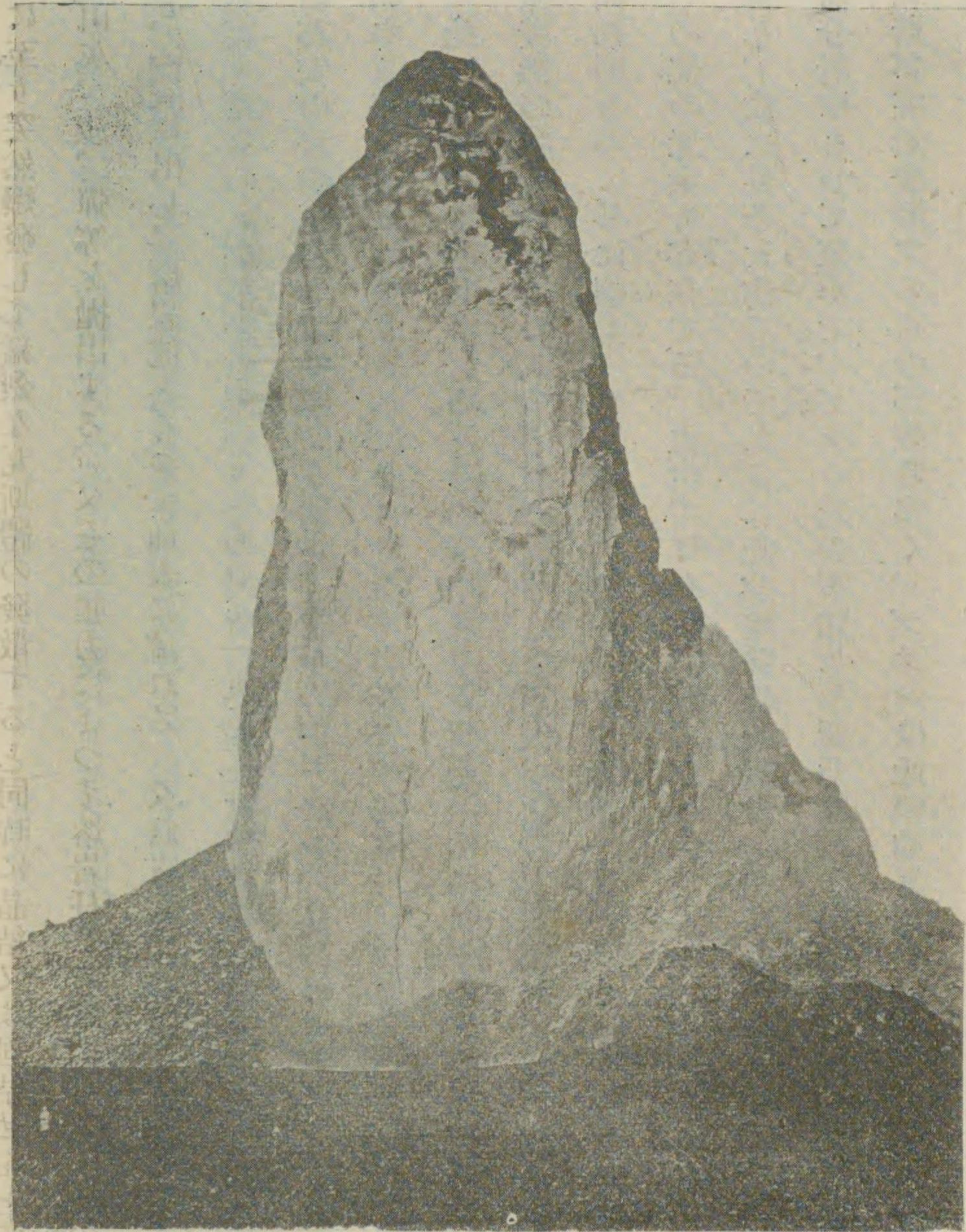
等を主成分とし、硅酸に富み其の量六十數パーセント以上に及ぶものが深處に固結して花崗岩、閃長岩、石英閃綠岩等となり、之に乏しくして五十パーセント以内に過ぎず且つ鐵苦土に富んだものは斑糲岩橄欖岩となる。而してこれ等が地表に流出すれば前者は石英粗面岩、石英安山岩等となり、後者は玄武岩、帖理岩等となる。又その中間に位するものは深處に固結するが地表に流出するかに従つて夫々閃綠岩、安山岩(特に角閃石を含むもの)となる。

此の固結して生じた岩石とその母體たる岩漿との化學的差異は冷却固結する間に發散する揮發性の物質の存否にある。この物質は水蒸氣、炭酸瓦斯、硫化水素の如く火山發散物として周知のものゝ外に鹽素、アンモニア、メタン、硫黃、砒素等の種々の元素を含み、游離水素その他の元素も存在する。火山では高温状態で解離したものが化合物となつて或は空中に發散し、或は昇華を作るのである。此等揮發性物質の存在は火山硝子たる黒曜石質の熔岩の瓦斯分析によつて確かで、ブラン氏の實驗した所では八〇〇乃至一〇〇〇度に於いてその含蓋瓦斯が突然發散するものが頗る多く、ブランは此の如きものを活きた岩石と呼び然らざるものを死んだ岩石と呼んで之を區別した。

(1) A, Brun (2) Roches actives (3) Roches mortes

(9) F. Wolff

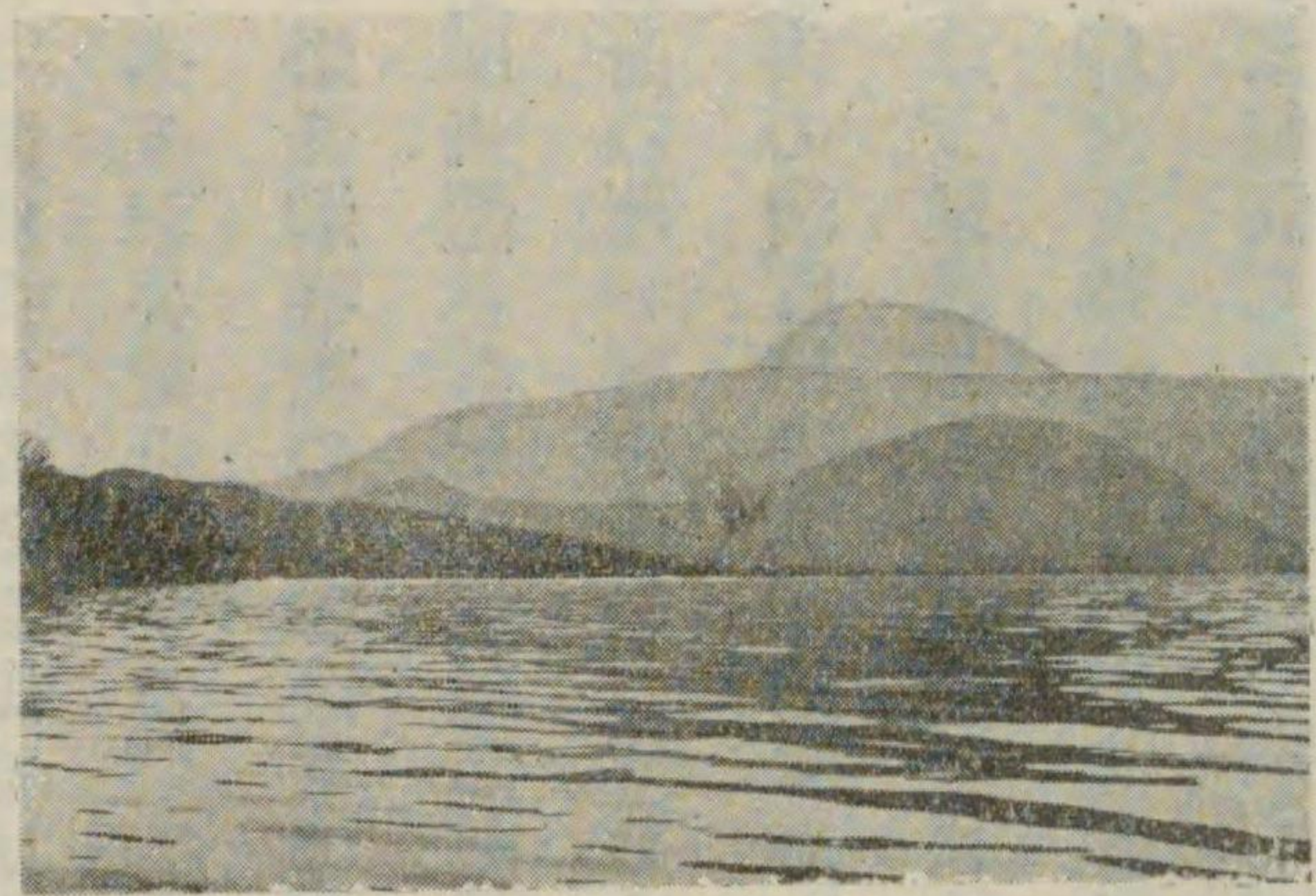




第八圖 モンターニュ・レープ火山爆發時舊噴火口より押し上げられた塊岩（原アロクラ）

此等の氣化し易い物質の存在が地表に起る噴火現象の原動力として重大なる關係あることはいふまでもない。深處で高壓の下に在つた岩漿が地表に近い淺

處に至り突然爆發して猛烈な瓦斯體の發散すると同時に晶結又は固結せんとする物質を破碎して火山灰、沙、彈等を拋出する。又その張力によつて熔岩柱が通路から地表への出口たる火口（火坑）に溢れ出し、熔岩流となつて地表に流れる。又時としては通路に固結した熔岩柱が押し上げ



第九圖 明治三十三年の樽前新山

られて一九〇二年のモンターニュ・プレーのドームの如く丸い仙人掌狀の岩柱を火口に突起せしめ、樽前火山明治三十九年の噴火の如く饅頭狀の柱頭を火口内に現はしたりする。

然れども地下數十呎の深處から上昇する岩漿運動の全原動力がその張力に原因すると考へる歐米の地質家の見解はこの含有瓦斯を過大に重要視したと想はれる。若し此の如き原因が上昇運動の全部を支配するならば、その機制は簡單で火山活動は我々の經驗する如く不規則な發作を現すと信ぜられ難く、又押し出す熔岩の量と噴煙となる瓦斯體の發散との間に或る一定の關

係も成立つべきであるが、多量の瓦斯を含み爆發性を帯びた噴火が必しも熔岩柱を押し上げずして、その爆發性の弱い場合に却つて熔岩を地表に流した温泉普賢嶽の寛文寛政兩度の噴火の如き



反證もある。

故に我々は含有瓦斯が地表に於ける活動現象に重要な役割を演ずることを認めると同時に、静壓の大なる深處では寧ろ岩漿の上昇運動に直接且つ多大の關係を有するものでないことを考へるを妥當と信ずる。

岩漿溜存在の深さ 次に起るのは岩漿が何故に地下深處に伏在するかといふ問題である。是は天體としての地球が非常な高温状態に在るからで、冷却して低温となつてゐるのはその表面の薄い層に過ぎぬ。是は日光の輻射熱を受けて一年間に温度の變化を見るのは二三十米以内の淺處に限り、定温層から下は深さを増すに従ひ地温が増加する事實から容易に了解される。地表より數呎の深さまでに觀測する毎百米三度の増加率が地球半径の百分一即ち六七十呎まで持續るものとせば、其の温度は約二千度に達すべく、一方地表に流れ出た熔岩に就いて觀測した所では、エトナ火山の粒状玄武岩の熔岩の一二六〇度を最高としブエスブキオの熔岩では九八四度で、三四十呎の深さに於て有する温度を示してゐる。

故に若し熔岩が三四十呎の深處から上昇し來るならば當然この高温を有する筈であつて、此の深さが後に述ぶる如くキーヘルト<sup>(2)</sup>、ガリチンの認めた固體地殻として地震主要動の長波

(1) Dolerite (2) E. Wiechert (3) B. Galitzin

の振動する厚さ三五呎に一致するのは必しも偶然でなからう。然らばこの深處から地表への上昇運動が如何にして行はれるかと次に起る問題である。之に關しては後に地震の深發性を論ずる際に述べる如く、ブラウンス<sup>(1)</sup>やバレル<sup>(2)</sup>の研究に依つて地表に於て極めて粘性の熔岩となり易い石英粗面岩と同質の花崗岩も深處では粘性の乏しい岩漿であることが明かに認められてゐる。この物理性は固結した岩石の化學性とは或る程度まで無關係であるらしく、多量に流出した石英粗面岩や粗面質安山岩等に在つては薄く廣く流れた實例に乏しくない。朝鮮咸鏡北道吉州明川間のアルカリ性熔岩流は玄武岩と殆んど同じ地形の熔岩臺地を造つてゐるのはその最も顯著な場合の一であると思ふ。

花崗岩が最後に石英の結晶を生じて固結する前後の温度は七百度内外の低温である。深處の高温状態から此の如き低温に冷却するまでの間には岩漿が流動性に富むべきは此の實例から推知し得るから、従つて高温と同時に高壓の深處とそれより淺い上層に來た岩漿とを連絡する通路には一種の水壓が傳播して、ピストンを押し上げる水壓力の如き作用が岩漿上昇の原因として働くことも甚だ明かである。斯くの如き性質は本書に詳論する地震の深發性と關聯して大いに考慮しなければならぬ所で、之に基いて地震を起す力と火山活動を起す力が

(1) Ad. Brauns (2) J. Barrell



共通なるか否か、結論し得らるゝ譯である。

此の如く地下深處に行はるゝ岩漿上昇運動は之を地表の活動を意味する狭義の火山性<sup>(1)</sup>と區別するには深處活動性又は深發性と呼ばよからう。

**火山活動現出の下方限界** 深處から上昇し來る岩漿が幾何の深さに至つて地表に見る如き火山活動の状態に遷るものは重要な問題であるが、之を確知する手段がない。若し強ひて求むれば故大森博士の淺間火山の活動に伴ふ地震の深さが約七籽であるとの觀測に唯だ一つの端緒が認められるのみである。此の深さは地温増加率からいへば約二百度の處に過ぎぬからこの深さまで岩漿がその固有の粘性に乏しい流體として到達し得る場合は稀にしかないと思はれる。岩漿固有の上昇運動はこれよりも深い處に止り、此の邊では以前の活動によつて生じた岩漿の通路の存在する爲めに法式的地温と異つた高温を有してゐる爲めに此處まで岩漿の運動が繼續し得られ、従つて此の邊で爆發や熔岩押し出しを實現する火山活動性が始まるものと考へられる。久しく活動の止んだ火口に於ける硫汽口や噴汽口の存続する事實と、旺盛な活動期に在る火口底に赤熱した熔岩が存在し、又熔岩の流出せぬ活動に當つて屢熔岩の小塊を火山彈として抛出する事實から此の如く熔岩が地表まで押し上げられて來る運動の實在を認め得るのは多言を要せぬ所である。

最近二十餘年間に淺間山の示した活動は環太平洋地帯に於ける火山活動の最も普通な現象であるから、此の如き活動状態に於ける地下通路に行はるゝ岩漿の動作は大體近似したものととしてよく、大島や燒嶽の如き火山に就いて同様の觀測を試みたならば此の點が一層正確に知れる筈である。

岩漿の物理性及化學性に關しては語らねばならぬ點がまだ種々あつて、此等の岩石學的研究は現に北米カーネギー研究所やその他の歐米諸學者が盛んに行ひつゝあるが茲に之を詳説する暇はないから姑く之を省く。讀者は地球(第四卷第三號)に掲げた松原博士の地球化學に關する講話を熟讀されたらば種々面白い問題を窺ひ得られると思ふ。

**火山構造線の役割** 以上述べた所で岩漿の能動的動作の概念を造り得るが、その最後に地表に現出するまでに通過する地殻表層部の性質特に構造が大なる影響を及ぼして、殆どその噴出の仕方を支配するに至ることは勿論である。而してこの地殻の構造に於て岩漿の上昇運動に最も重大な役割を演ずるのはその割れ目(裂罅)であつて、地表からある深さに達する裂罅が地表面に直線又は曲線を成し、その線上に噴出の中心が排列すること多く、

(1) Volcano-tectonic lines

(1) Vulcanicity (2) Plutonicity (3) 大森房吉



之を火山構造線と呼び、山嶽及び溪谷の排列に認めらるゝ山嶽構造線、地震の激烈に感ぜられる地帯を連ねた地震構造線と相並んで地盤の構造を推知するに重要である。地震の場合に往々にして此の三者が共に地殻の弱處たることが發見される。

此の如き裂罅の達する深さに關しては北米アダムス氏等の岩石空隙の壓塞さるゝ壓力試驗成績が多少の光を投げた。即ち花崗岩の如き剛性の大な岩石に在つてはその最大限度が地殻の厚さ三十軒内外に於ける靜壓に等しきことが知れたが、茲に述べる裂罅の如き一定面に沿ふた空隙ではその數分の一の深さ以上に達してゐぬことは殆んど疑なく、前に擧げた七軒といふ大さは恐らくはその最大限度に近いものであらう。

岩漿に含有する瓦斯體の張力に關しては或る學者は白國ゴージェの如く非常に之を重要視する學者もあるが、我々はその原動力としての發作は主として火山地震の起る深さから上層に限られると考へるが妥當と信ずるから、之を約言すれば岩漿が此の邊から突然岩層間に押し込まれるので火山地震が起るべく、又此の如くして上昇するに當つて初めて含有する揮發性物質の張力が火山地震及び爆發性の噴火を起す原動力となると考へて置いてよからう。

(1) Orotectonic line (2) Seismotectonic line (3) L. Adams  
(4) P. Gauthier

## 噴火現象

火山の爆發 火山の活動は上昇する岩漿の地表に達する瞬間に始まる。その近づくに當つて通例地鳴り及び地震が起り、終に表層を爆破して噴火の現象を現はすのである。此の豫備動作は數日或は數十日に亙ることがあり、その新らしい火山を造るか又は現存火口の外に新らしい通路を作つて噴出する如き場合には地震は頗る強烈であるのが普通である。故に火山地方に局部的地震が頻繁に起り、その強さが遞加する場合には機敏に精密な地震觀測を行へば、震源の位置を正確に決定して萬一の危険に備へる途がある筈である。

最近百數十年に活動した櫻島温泉淺間の三活火山に於ける地震はその好例であつて、大正三年一月の櫻島噴火に當り鹿兒島測候所が地方民に非難されたのは、今尙ほ日本の學者間に行はれつつある火山地震は常に極めて輕微で、激震は構造性地震に限り、火山現象と全く關係なしとする論據の薄弱な假説を過信した結果と想はれる。

火山活動の前驅たる激震の古典的地震の第一は西曆七九年ブニスブオ火山の歴史時代活動に先だつ十六年前の激震で、ポンペイ市場の祠廟が傾斜した形象の薄肉彫りが發掘されたのは面白



い発見である。

その第二は一五三八年のモンテ・ヌオブナの噴火で、ジウスの研究によれば一四八八（又は五八）年に多數人命に損害を與へた激震が起り、十六世紀に入つて屢次に震ひ、一五三七、八兩年に倍頻と激烈を加へ、九月二十七、八日は間斷なく震動し、ナポリ灣の西隅に當るポツツオリ灣内の海水は二百歩ばかり退却し、淡水が湧出したといふ。その翌夜灣北にあるバルバロ舊火山のアブエルノ湖（是も火口湖）に臨む山麓に土堆が出来始め、その開いた口から火を軽石や岩塊灰沙を噴き、此の時バルバロ山が急に隆起したといはれてゐる。

此の如くしてヌオブナ山即ち「新山」が生れたのである。

同じくナポリ灣の西に離れ島を成したイスキア火山島は古く噴火したとの傳説ある火山島である。此處に時々局部的激震が起つてその十九世紀屢次の地震は噴火を伴はぬので、メルカリは之れを「噴火の失敗した試み」と呼んだ。

爆發とは表層を爆破して地下通路の新しい火口を作り、若くは既に火口を成した舊通路の上端の閉塞された部分を爆破する岩漿の作用を意味し、此等の部分の岩石を破碎飛散すると共に瓦斯體をも發散するので噴煙を生ずるのである。

(1) Mnte nuovo, (2) Ave no, (3) Terrae cumulae (4) G. Mercalli

前に述べた七九年プエスブキオの爆發前十六年の激震は恐らくは岩漿上昇の始まつた徴候であつたらしく、爆破する時にも亦地震がその前驅を成し、少フリニッスのタクキッスに與へた書翰（第二信）によれば、數日前に一震を感じたが、カムパニヤで慣れてゐたので餘り驚きもせなんだ。然るに當夜は非常に強く震つたのみならず、大騒ぎを起し、目を醒まして母を覺まして行かんとする時、母は早くもフリニッスの室へ飛で來たといひ、ミセナの別墅を逃げ出した後にも頻繁に地震を感じたといふ。

此の時の噴煙の形狀が現今もその状態として呼ぶ松樹で、日本では稀に海岸などで見る丈の矮く横に枝を張つたナポリ灣に特に著しい枝振りである。フリニッスは老フリニッスの臨終をタクキッスに報じた第一信に、その形は樹木特に松の木のように、巨大な幹は天に沖して立ち、その頭は小枝を廣げた、恐らくは最初この煙を吹き上げた強い力がなくなり、又その煙も力盡きたか自分の重要に堪へないかで、一面に廣がつたらう。而してその色は灰か土沙を含む量によつて或は白く、或は薄ぎたなく斑になつて見えたと形容してゐる。

兩フリニッスのゐた別墅はミセナといひ、その位置は多分ポツツオリ灣の西南に突出した今のミセノ角の北にあるミセノ港にあつたと想はれる。此處は七九年活動の中心から約三十

(1) Plinius (2) Tacitus (3) Misena (4) Pine tree



籽の西に在つて、尙ほ且つ降灰が頗る厚く積つたしく、家屋が破損したので去らんとしたといふので震動の強かつたことも知れる。その震動の中には空氣に傳播する鳴動もあつたらうが、降灰で山の西麓ヘルクラネウム、南麓ポンペイ等が全く埋没するに至つたのは怪むに足らぬ。

ブエスブキオ山は此の時もとスバルタクスが紀元前七三年に立て籠つた時の完全な缺頂圓錐形を失ひ、その南の大半が破壊されて北半の南面の斷崖を成したモンテ、ソンマを残すのみとなつた。

此の歴史上の最も著名なフリニウス噴火に比し山體を爆破せる點に於いて劣らぬ爆發は一八八三年のクラカトア島と一八八八年(明治二十一年)の磐梯山との爆發である。此等も亦何れも山形の大部分を破壊し、クラカトアの爆發によつて飛散した體積はフェルベークの計算に従へば一八立方籽に達し、磐梯山でも菊池先生に従へば一・二立方籽に達したのである。此等の場合に抛げ上げられる物質は火山灰を主とし、クラカトアの降灰は約八十三萬方籽の面積を蔽ふた上に、その微塵となつて大氣の上層に浮游したものは氣流に従ひ渾球を環ぐり太陽が銅色を帯びて見えるに至つた。

(1) Spartacus (2) Monte Somma (3) Plinian activity (4) Krakatoa  
(5) R. Verbeek (6) 菊池安





日九十二月一が岩熔たし出流らか部西の山鍋し始開を火噴日二十月一年三正大は圖本  
るあで景光だん望に北西西を頂山島櫻らか端西島半隅大くなも間後たし鎖封を峽海  
海め爲わら切え冷だ未も岩熔たつ入に中海り昇か煙噴ほ尙はらか口出流岩熔の山鍋  
石たし過通を峽海たれらめ狭に程間三日前の鎖封峽海隅大 るゐてめしせ騰沸を水  
ふいとたつあて度十七氏攝約時の此は度温の水海とるよに所たれさ定測が君章成川

〔島 櫻〕

海球を環くり太陽が銅色を帯ひて見えるに至つた。

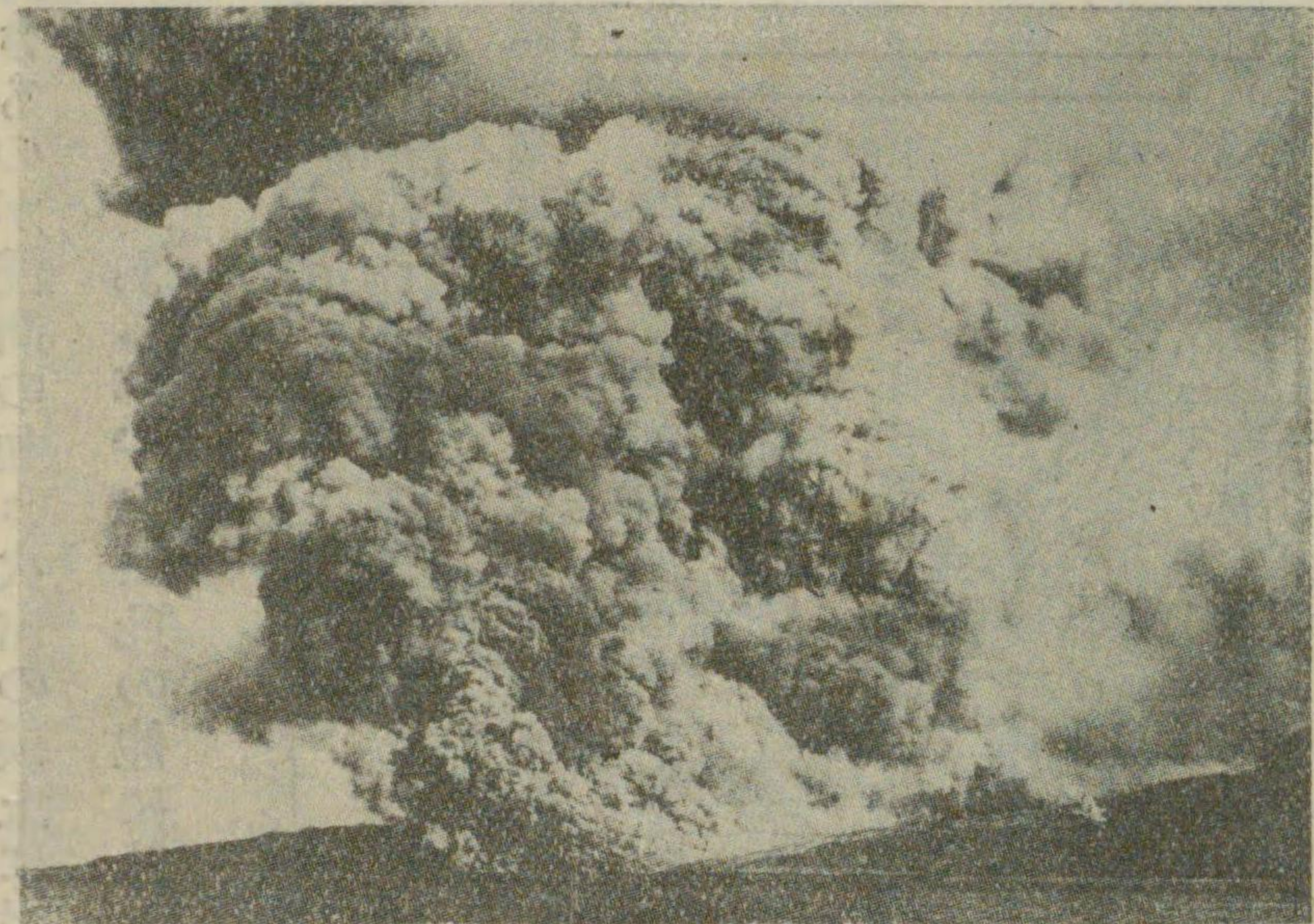




日九十二月一が岩熔たし出流らか部西の山鍋し始開を火噴日二十月一年三正大は圖本  
 るあで景光だん望に北西西を頂山島櫻らか端西島半隅大くなも間後たし鎖封を峽海  
 海め爲ねら切え冷だ未も岩熔たつ入に中海り昇か煙噴ほ尙はらか口出流岩熔の山鍋  
 石たし過通を峽海たれらめ狭に程間三日前の鎖封峽海隅大 るゐてめしせ騰沸を水  
 ふいとたつあて度十七氏攝約時の此は度温の水海とるよに所たれさ定測が君章成川

〔島櫻〕





第十圖 モンブレール山爆發當時の熱灼雲(アラック氏原圖)

之と趣を異にしたのは一九〇二年の中米マルチニク島ブレール山の場合で、その噴き出した瓦斯が過多の灰を含む爲めに火山の縁から溢れて山腹の傾斜に沿ひサン・ビエルの市街を

殲滅した。此の悲劇の起つた現場を調べたラクロ

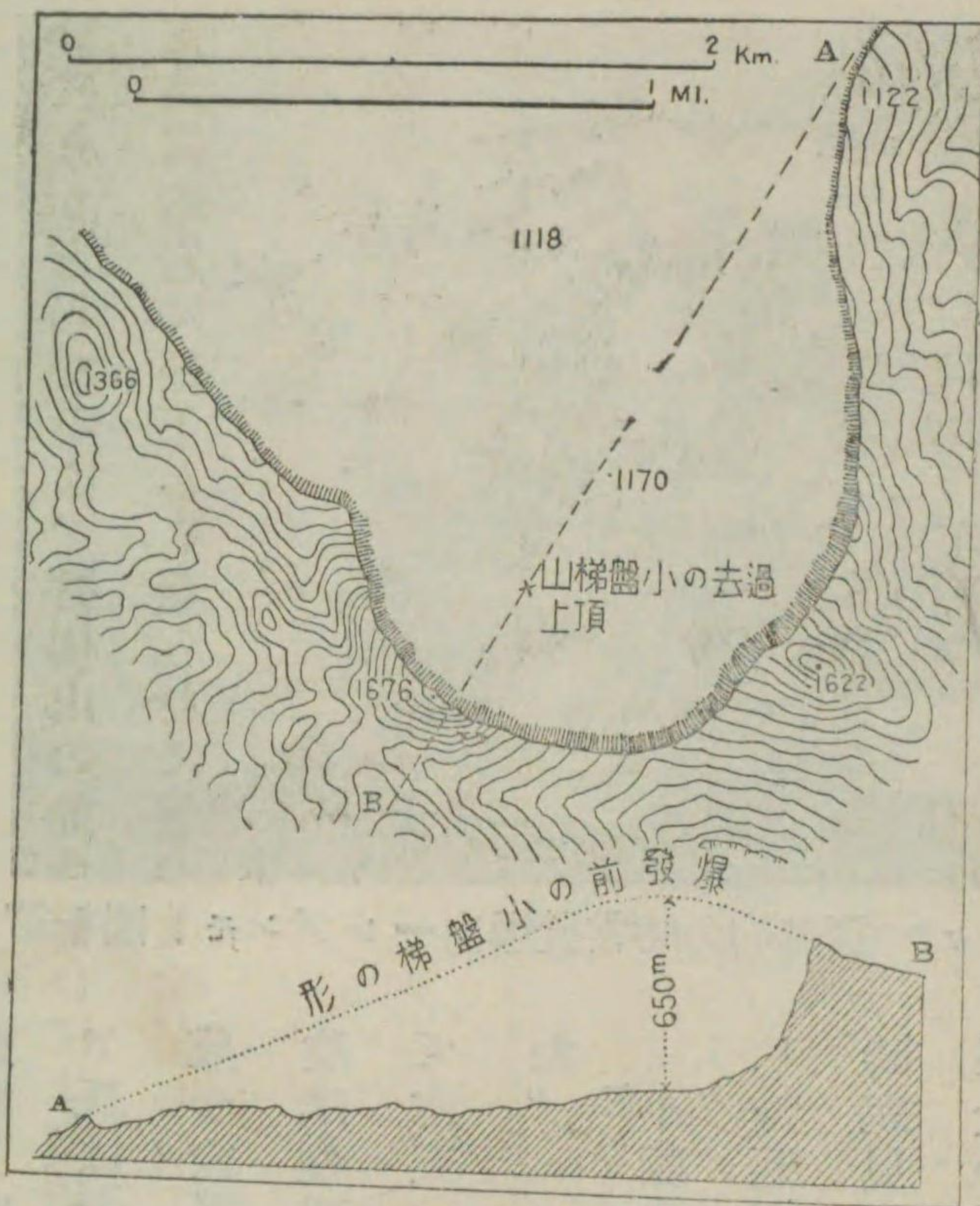
ア氏は此の大爆弾の役割を演じた瓦斯と灰とから成つた乳劑の如き圍塊を熱灼雲<sup>(2)</sup>と呼んだ。その温度は葡萄酒瓶の頸の半ば溶けて曲つたのから推して六五〇乃至七〇〇度に達したことが明かであつた。

<sup>(3)</sup> 小藤先生は大正三年一月の櫻島活動の時に噴出した瓦斯と灰との集團も熱灼雲と呼ばれたが、當時鹿兒島から此の噴煙を望見した大塚(曾一郎)文學士の話により、地表に出た後に容易には空中に軽く高くは吹き上げられなんだといひ、如何に重くろしい集團であつたか想像される。若し此の

(1) A. Lacroix (2) Nuée ardente (3) 小藤文次郎



如きものが浅間の如き火山の頂上に出て南西の斜面に這り落ちたらばその與へる損害は慘憺たるべきであるが、幸に此の他に餘り類似の實例を聞かぬ。



第十圖 新舊の山梯盤形 (菊池氏原圖)

噴煙中に含まれた固形分たる灰は通例熔岩中の瓦斯の發散によつて破砕された細微の破片であつて、その中には玻璃質の纖維狀になつた輕石と同様のものが屢あつて、稀にはその一本づつに分れて毛髮狀を成したのがある。之を火山毛<sup>(1)</sup>(布哇での命名)と呼び、日本の歴史に關東地方に毛髮が降つたといふのは即ち此の火山毛のことである。

(1) Pele's hair

前に述べた磐梯山の爆裂した時にも多量の降灰はあつたが、此の灰は新らしい熔岩の破片でなくて、山體を構成する古く固結した火山岩の爆破されたもので、激しい爆裂に岩漿の運

動に伴ひ新らしい熔岩を地表に押し上げて來た形跡が認められず、又著しい前驅の地震もなかつた。故にブラン氏の熔岩を真空中に熱して發散する瓦斯を試験するに當つて、溫度が七八百度の間に昇れば突然爆發する事實を認め、火山爆發の原因を固結した熔岩に含有する揮發分に在りとしたのは、磐梯山の如き場合には適用し得べく、通路及び山體の下底に固結した安山岩熔岩に地下から新らたに熱の供給があつて、今述べた位の溫度に熱せられ含蓄した瓦斯が一時に爆發したものと説明される。此の熱は恐らくは遙かに深處に在る岩漿から發散して通路を辿つて地表に出んとする作用によつて傳播され岩漿そのものは之と共に上昇し來らなんだと想はれる。此の如き現象は地下の岩漿が固結に近づき能働性の殆んど盡きた場合即ち或る火山の熄滅に瀕した掉尾の活動を演ずる如き場合を代表するもので此の活動を淺處爆發と呼ぶ。

是によつて之を観れば熄滅した火山が復活するブエスブオの爆發と磐梯山とは破壊の手續は互に類似するも、岩漿の上昇運動が起らぬ點が根本的の差異で、その活動の性質の差異は爆破前に激震の起らなんだことから推定し得る。火山地方に發動する地震の震源の深さを確かめて、その上下の移動を追跡し得たらば大に参考となるべきで、面白い結果が火山地

(1) Phreatic explosion



方の地震の器械観測によつて得られること、信ずる。

**熔岩の流出** 地震と爆發に續いて熔岩の地表流出が起るのが火山活動の最高點で、岩漿の上昇運動は此に至つて初めて手續を完了し、活動の一時相が結了するのである。

熔岩は岩漿の地表に高温状態で流出して出来たもので、その含有する瓦斯と温度との關係で著しく異つた外觀を呈する。即ち富士の東北麓に流れた劍丸尾熔岩の如く表面が粗く割れて無數の岩塊となり、刺の如く手足に傷けその上を歩み難いものともなるものを塊狀熔岩と呼び、布哇でアー・ラヴと呼ぶのも之に類似し、何れも大きな汽泡が出来て割れるので空氣が熱灼した岩石の間隙に入り鐵分の酸化作用を促し、赤褐色を呈する部分多く、荒涼たる光景を現出する。墨士哥では此の如き火山の裾野をマルバイス(惡原)と呼ぶ。

之に反して無數の細小な汽泡を有するものは瓦斯の發散の起り悪い状態で徐々に流動しその固結した表面は滑かで玻璃の如き黒光りを呈し、流動する間に皺が出来るので繩狀熔岩と呼び、布哇ではパ・ホイ・ホイ熔岩と呼ぶ。富士の胎内くどりその他熔岩隧道内に往々此の如き皺の出来た滑かな部分が認められる。

熔岩流は固結する前に表面の割れ目に溢れ出ることが屢あつて熔岩烟突を生じ、その各

(1) Block lava (2) Aa lava (3) Malpays (4) Ropy lava  
(5) Pahoe-hoe lava (7) Lava chimnies

が或る時間噴煙するから、無數の小活動が出来た如く見える。墨士哥では之をホルニトスと呼び、フムボルトはその眞性を誤認してこれをも隆起火口の證據の一と考へた。若し又熔岩が表面からある深さまで冷却固結した後に内部の尙ほ流動し得る部分が自箇の重量で熔岩流の下端を破つて更に流下し去れば、その跡に今述べた熔岩隧道が出来る。御殿場佐野間の風穴や大宮口の人穴の如きはその好例で、此の如く抜けた跡には天井の部分の半流動性の熔岩が乳房狀に垂下して所謂熔岩鍾乳を成すのである。

浸蝕作用によつて解析された火山の斷崖には屢灰層集塊層熔岩が順次累積したのを發見するが、是は以上述べた活動の一時相の初期たる爆發に伴ふ火山灰沙の飛散に次ぎ、大小の熔岩塊(ラピッ及び火山彈)を抛出し、最後に熔岩が地表に流出した順序を語るものである。

**火丘の成立** 以上は主に活動の一相たる爆發や流出した熔岩の状態に就いて述べたのであるが、次に火丘の成立に與る活動形式を述べる。

其の最も簡単な活動の仕方は爆發だけで新たに地殻内部から岩漿の流出する徴候を充分に示さずにするものである。此の如き活動の結果は吹き貫き火口又はパイプと呼ぶ所の小さな凹みを地表に作り著しい圓錐丘を成さずにする。この適例を日本領土内に求むれば中硫黃島

(1) Hornitos (2) L. v. Humbolt (3) Diatrema (4) Pipe



の千鳥ヶ淵と呼ぶ圓坑で、饅頭狀の元山中央火口の周邊に見る多數の凹みも同じ性質のものである。但し同島のパイプ山と呼ぶものはこの活動に續いて尙ほ熔岩の噴出もあつて遙かに完全な活動現象を示したものである。有名な南弗聯邦のキムバリー<sup>(1)</sup>金剛石鑛床たるパイプは此の如き活動の續いた稍深處で續火山現象たる變性作用が行はれて、稀有の寶石を胚胎したものである。中歐ライン河西のアイフェル地方にあるマイル<sup>(1)</sup>と呼ぶ圓い池は此の如き火口に水を湛へたもので、水のない百餘の圓坑はがシュワビア地方の山地にもある。ブランカ氏は之を火山の胚子と呼んだ。此の種類の活動が中硫黃島では現在盛んに行はれ、島の周邊の海底に屢次小噴火が起りつゝあるのは面白い。

我々は此の活動現象を観察して初めて日本の大火山が海底の噴火に始まつて、次第に生長する歴史の第一頁を読み得た様に感じた。

第二は多少の熔岩が地表に噴出するが、主として火口内に止り、之から溢流するほどに岩漿の上昇運動が旺盛でない場合で、明治以後の多くの日本火山の小活動は噴煙に伴ひ灰を降らす程度に止るのは此の溫和活動状態を代表するものと想はれる。淺間山や大島三原山火口底に赤熱の熔岩が窺はれて、是から發散する瓦斯が時々異常に烈しくなつて盛んな噴煙をな

(1) Maar (2) W. Branca (3) Vulkanembryonen

すのは此の溫和活動の發作に過ぎない。

或る活火山では此等よりも遙かに高温の熔岩が全く熔融して火口内に熔岩池を作りながら、烈しく押し上げられぬ状態を續けるものがある。地中海の燈臺と呼ばれる、ストロンボリ島は此の溫和な活動の歴史時代を通じて繼續する異常の實例で、之をストロンボリ式噴火として區別されてる。

布哇のキラウエア火口の玄武岩熔岩池は大きな池面を成してるので一層壯觀を呈し、此處では熔岩がその火口壁の一部から徐々に溢流して赤熱した熔岩の瀑布を作つてゐる。是はストロンボリの如く時々噴煙することもなく、之と趣を異にしてるので布哇式噴火として區別する。

此の兩者と少しく異つて同じく溫和でも時々爆破性の小噴火を演ずるのはシシリ島北エオリア諸島のブルカネロ式噴火である。同じく地中海のテイレニア海凹に臨んだブエスプオの活動は前に述べた絶大の爆發に始まり、その後千餘年間は概して小活動をなすに過ぎなかつたが最近一九〇六年の噴火は頗る猛烈を極めた。故に此の發作的活動を前の三者と區別してブエスプオ式噴火と呼ぶ。日本の大火山の活動を觀るに大抵發作的で富士、

(1) Strombolian activity (2) Hawaiian activity (3) Volcanian activity (4) Paroxysmal activity (5) Vesuvian activity

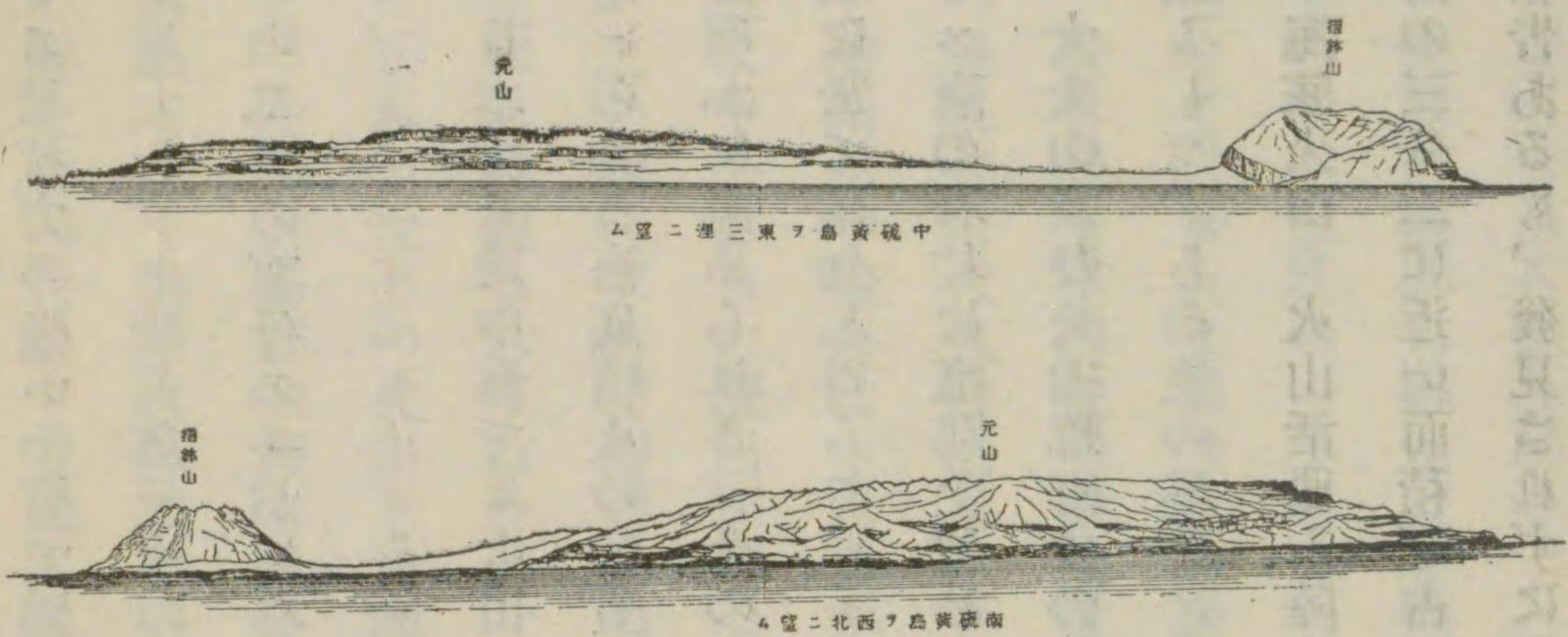


淺間、大島、阿蘇、温泉、櫻島等何れも百餘年乃至數百年を隔て、猛烈の噴火を起した歴史を持つてゐる。

此等の發作的活動をなす火山の大活動期に於てもストロンボリ式と布哇式の區別が認められて、多量の降灰を生ずるものと多量の熔岩を出すものとある。環太平洋地帯の活動の多くは前者に屬し、太平洋中の布哇その他の孤島を成したものが後者に屬することは著しく注意を惹く。同じ關係は地中海の火山と大西洋中のアイスランドその他の火山との間にも認められる。兩者は活動の仕方と共に岩漿の性質にも差異があつて、その間に關係あるらしく、後者の高温にして著しく基性なるのと同時に揮發性物質の含有量が少いのが恐らくはその原因となつてゐるであらう。

此の如き火丘建設の穩和なる噴出現象は岩漿の揮發成分と温度とによつて支配せらるべく、ウルフ氏が火山活動相を噴出する熔岩の温度によつて區別したのはこの事情を物語つて頗る有意義なものである。

**海底火山** 火山活動の陸上に起る現象は以上述べた所で一通り了解される。然るに之は地球表面の三分二に近い面積を占むる海中に於ても起りつゝあつて、その發作は時々航海者の目撃した報告あるも、發見されずに了つた活動は遙かに多いと想はれる。



島 黄 硫 中 圖二十第

日本群島の周邊では伊豆新島の如き歴史時代に新らしい島嶼の出現した實例の外に伊豆南硫黄島北、中、南の三島の近海は最も頻繁に海底噴火の起る地區で海底噴火に始り陸上噴火に遷る徑路が明瞭に窺はれる。この地方は屢次の<sup>(1)</sup>海底噴火で出來た南北に走る淺海帯を成し、その噴火は海面から水柱を揚げ噴煙を起して多量の輕石を飛散するもので、大正三年一月二十三日南硫黄島の場合にその噴煙の高さは約三〇〇〇米に達し、約三・五籽の周圍を有する高さ一二〇米の圓錐丘が一時海面上に現出した。然れども明治四十一年の場合と同じく此も暫時の後波浪に洗はれて輕岩層は容易に消失して海面上にその姿を止めなんだ。

海底噴火によつて島嶼を作る手續を考ふるに、その存立の第一要件は噴火の猛烈で、海面上に輕岩及び灰層を以て圓錐丘を築き上げた後に更に熔岩の流出を生じ、波浪に對

(1) Submarine eruption

Handwritten notes and calculations at the bottom of the page, including numbers like 14, 3, 11, 21, 33, and 9, along with some symbols and a small diagram.



する抵抗力の強い物質で固めることで、第二は地盤の一般的隆起によつて波浪の浸蝕を受ける面が増大し、中硫黄島元山の如く周邊に非常に浅い海床を生じ、波浪の力が減少することである。この二つの要件の一角が都合よく起る場合に限り火山嶋として永久の存立が確定するものと想はれる。

日本でも地中海でも火山の基底は大抵元山に見る所の軽岩層層（モンテ・ヌオブラのピベルノ層）の如き海底噴火の物質から成り、その活動の繼續によつて終に陸上の大火山に生長した形跡が明かに認められる。此の如き活動に伴ひ地盤の隆起が起ることは元山周邊の珊瑚から成つた段級に於て確知し得られ、モンテ・ヌオブラの成生に當りポツポツ海岸の隆起した事實もセラピス廟の石柱に痕跡を留めてゐる。

**大火山及び火山群形成の機制** 日本大火山の發生史を追跡するには此の如き海底噴火をその初期として、その後の發達に當り演ずる陸上噴火の現象に及ぶべきである。

出來上つた火山ではその深く析解された局部に於てのみ基底の海成堆積層を認め得るに止るがそれでも近頃小出（亮）理學士の詳査で明かとなつた肥後金峯山の基底の如きは西麓の島原灣に面した海岸に元山式噴火の火口遺跡の數個が認められる。伊豆大島の波浮火口港の如きも多分同じ

意味のものと思はれる。火口遺跡の遺構は、元山式噴火の火口遺跡の如きと同じ

此等の例から推せば初期の海底噴火に當つては多數の火口が出來て、各爆發性噴火を起すもので、元山の中央火口の如きものがその終末に瀕して漸く發達して一中心からの活動期に遷つて、著大な圓錐丘の發達を見るものであらう。

然れども多心性の噴火はこの第二期に入つた後と雖も往々起り得ることは最近本間理學士の温泉火山大火山内及びその外邊にある無數の爆裂火口の發見によつて明かとなつた。

濟州島の場合<sup>(1)</sup>は中村君が地球に記載された如く、同じく無數の玄武岩の小丘が先づ出來た後に中央から大流出が起つたもので、是も一般の火山發達と徑路を同じくしてゐるらしい。之を約言すれば饅頭狀の元山が火山の原型<sup>(2)</sup>を代表する形狀で、滅多にその存續を見ぬから從來は藐視されてゐたが、火山發生史上には頗る重要な意義を有するものである。

日本の大小の火山を通觀するに此の原型の形狀がそのまゝ保存されたものは甚だ少なく、その後の活動が多數の通路中の一に次第に集中して次第に中心性が明瞭となり、終に顯著な火山として知られる圓錐丘に發達するのである。

富士山の代表する如き巨大な圓錐丘は前に述べた如き灰沙を降らし熔岩を押し出す活動が

(1) 中村新太郎 (2) Prototype



久しく續き、一の主要通路が都合よく久しきに亘つて閉塞されななだもので、是が火山生長に缺く可からざる要件である。

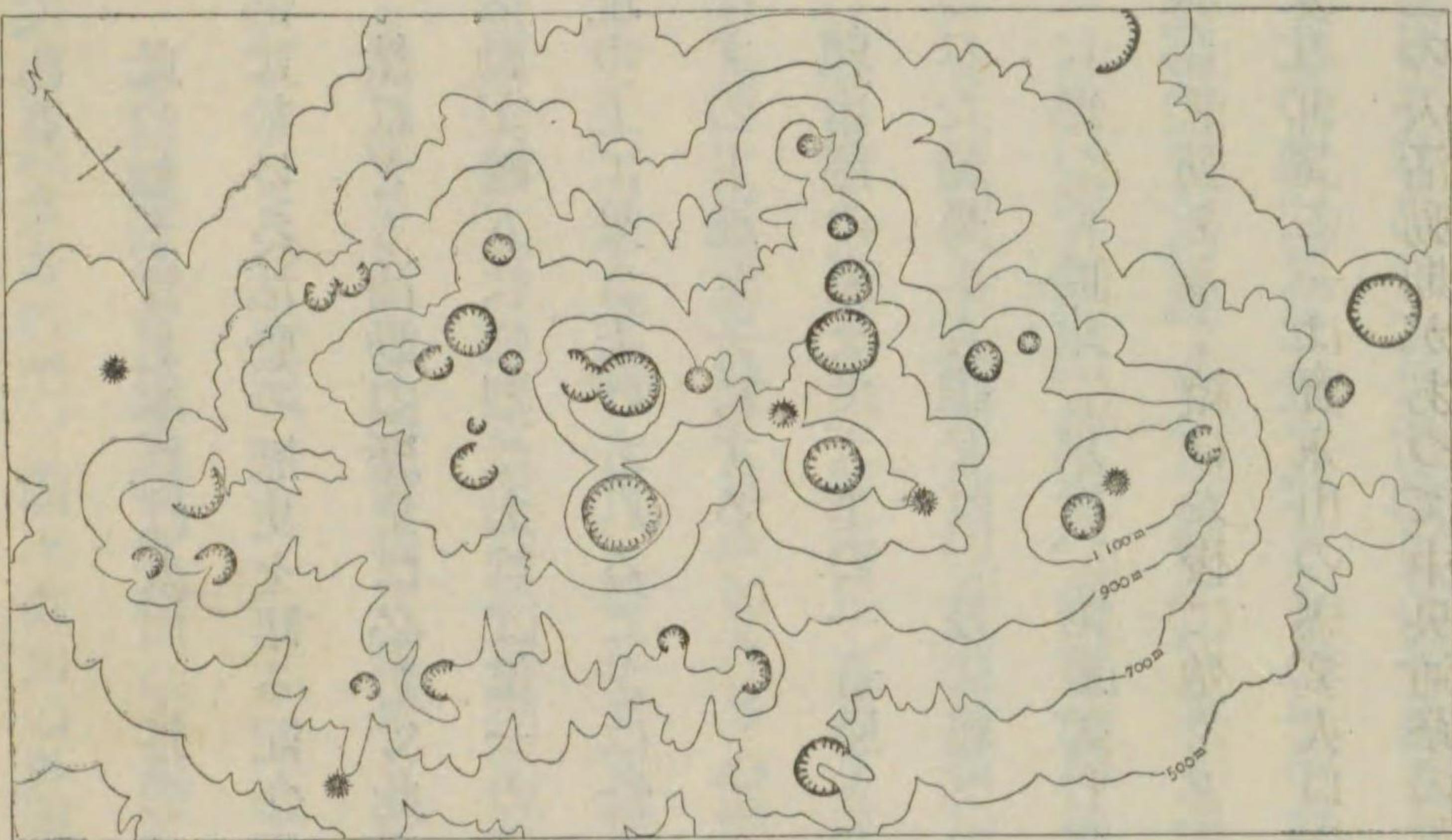
若し主要通路の上端に近い部分が冷却固結して一旦之を閉塞し、次に地下から再び岩漿の上昇し來る時に此の部分を粉碎突破し又は押し出すことが出來ねば、地表に近い部分で他の通路を作らねばならぬ。寄生火山又は側火山と呼ぶものは主要活動期の末葉に於ける活動に當り此の如き理由で出來るものである。

ブエスブキオ七九年の活動の如くその舊火口を爆破して新らしい中央丘を築くのは第一期の活動に劣らぬ大活動を再演する場合で、日本の大火山が外輪山と中央丘とから成つたものが多いのは、大活動が永い年所を隔て、再三繰り返された結果に外ならぬ。

中央丘と側火丘との關係は富士と箱根の兩火山に於て明瞭に認められ、富士では主要通路のみから活動を永く續けた後に殆んど終熄し、その微弱な活動は側火丘の成生により代表され、その後の再演の一は寶永山の爆裂火口により代表されてゐる。之に反して箱根は原火口を爆破する第二の大活動期があつて中央通路の部分に幾つもの新通路を作り、その代りに側火口を裾野に生ぜなうだ。赤城山其他にも同じく中央火口内に新らしい活動が起つた代りに側火口を開かぬものが頗



る多い。その通路の關係は恰も樹木の幹及び之に近い枝と根に近い處で分れた枝とに比較される



第十圖 霧島火山地域の噴火口及爆發火口 (小田氏による)

もので、中心火口から遠く隔たつた山腹に側火口を開くものは幹の頂から遠い下部で分岐した枝に相當し、主要通路が久しく活動を止めて深處まで固結した後の活動を示すものと考へ得る。

然れども側火口を開く活動が根強くして久しく續くならば、前の主要通路に匹敵し又は之を凌駕するものとなつて既成火丘に等しいか又は之に優るものに生長し得る。此の如き主要通路の移動は時として一定の構造線に沿ふて起り、その裾野は一方に延びた楕圓錐を成し、長軸の上に數多の火丘を崛起せしめる。霧島火山はその最も著しいもので、北西南東に近い方向に高さの餘り違はぬ火丘が屏列した偉觀を呈してゐる。阿蘇の場合は中央火丘が東西の方向に排列した第二の例



である。

此の如く詮じ來れば火山の外形、火丘の排列、噴出物の堆積等は箇々の火山群の出來た局部に於ける活動の歴史を語る記念碑たるは明かである。

然れども活動の歴史は必しも此の如き記念碑を建立するのが目的でないから、第二以後の活動が餘りに強烈であれば第一の活動期に築いた火丘を破壊して第二第三の新火丘がその廢址の上に築き上げられることは恰もトロヤの遺跡が先史時代からの幾回もの文化の興亡を表はすのと趣を一にする。

頼山陽の名文で天下の一奇勝となつた耶馬溪の火山地區は加藤博士や松本教授の嘗て調査された結果から推せば、茲に述べた如き活動の遺跡として最も複雑な盛衰の變遷を経た處で之に連つた國東、別府、阿蘇等の諸地區を含む九州中部の第三紀以後の火山活動史は地中海東部のクレタ、キプロス、ミケネ、トロヤ等の遺跡の代表する先史、原史、歴史時代に互る文化の興亡に比較すべきもので、活動の中心が種々に移動した場合である。

日本群島の火山活動史の一例として此の地方に於ける第三紀以後の變遷を考ふるに、茂木植物化石の代表する鮮新世淡水性の舊瀬戸内海に玄武岩の流出して今の高原狀の丘陵を成し

(1) 加藤武夫 (2) 松本唯一

た後、第四紀に入つて、二回の輝石安山岩が噴出があり、中間に更に硅酸に富んだ角閃安山岩の噴出を見た。現在此の地區に聳立する多くの大火山は第四紀に成つたもので、角閃安山岩より成る火山の中でも温泉岳のみは現代まで尙ほ熔岩を流したが、阿蘇中央丘の如き火山が二回目の輝石安山岩の盛んな活動を代表する正式のものである。

此の如く此の地方の火山活動は第四紀以後今日まで續いてゐるのであるから、箇々の地區に於ける活動の手續が各局部的事情の異なるに従つて各多少趣を異にするのも當然である。尙ほ次章に詳述すべきも、此處に一言すれば、温泉岳では角閃安山岩の噴出する前後即ち海底噴火の續いた間に中硫黄島に見る如き多心性の爆發で大きな饅頭狀の基底が出來た後數箇の活動の中心が順次その上を移動して、終に普賢嶽が最後の中心となつた。尙ほ面白いのは此の後に生じた箇々の中心に於いても活動が初期からの多心性を繼續して、何れも多くの爆裂火口を造つたことで、その或るものは爆發後に熔岩を流して側火丘ともなり又は從來外輪山と看做されたものにも生長したことがある。

**火山臺地を作る噴火相** 石灰アルカリ性の安山岩漿帶たる我が群島の火山活動は大體以上述べた如きもので、箇々火山の外形やその浸蝕によつて生ずる地貌の如きは、主として發作的に繰



返す活動の繼續によつて或は生長し或は破壊されて、種々雑多の形相を呈するものである。  
 第三紀古期に溯つて朝鮮から北九州、山陰の間に互つた火山活動の現象を観るに、その岩漿はアルカリ性に傾き帖理岩から曹達流紋岩(石英粗面岩)に往來するものなると同時にその表面に噴出した状態にも亦た大なる徑庭がある。

最近山成立岩兩氏の作製された咸北地質圖諸幅に明かな如く、漸新世を降らぬ夾炭層に伴ひ非常に広い地域に互つて帖理岩質(硅酸五〇%以下)の基性岩が噴出し、その上盤に玄武岩と粗面岩とが同じく廣く流出して吉州から明川に通ずる街道以東には平頂の臺地狀邱陵(朝鮮語で徳と呼ぶもの)が發達してゐる。此の場合に奇異に感ずることは化學成分から考へて通例は頗る粘性に富む筈の粗面岩が玄武岩と殆ど整合的に水平に廣く流れたことである。

此の如き流出の仕方は恐らくは熔岩が多量なると同時に高温で且つ鑛化劑に富んだので案外に稀薄な状態で廣がつたのであらう。

此の地方では洪積世以後に入つてから尙ほ玄武岩の大噴出があつて、白頭山を中心として廣大な地域に互る臺地を成し、白頭山では更に粗面岩の一種コメンダイトがその頂上に噴出して圓錐丘を作り、最後に噴火口中に少量の玄武岩が流出凝固した。

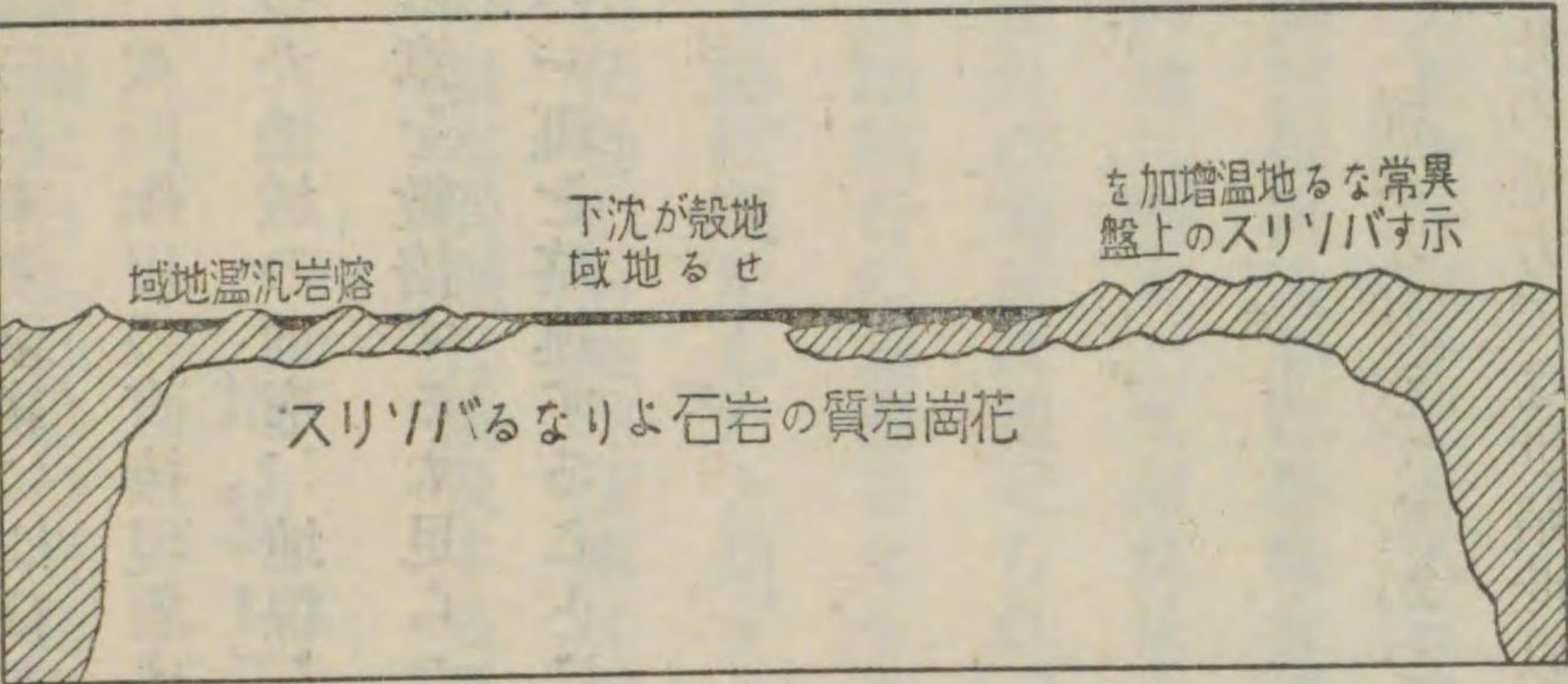
(1) Tephrite (2) Commendite

蒙古高原の東南端も此の如き熔岩原で張家口の北に壁立する千五百米の高點たる什巴爾臺の臺地に上れば此の臺地の斷崖が異常の壯觀を呈し、白頭山の東北に連互する黒山の熔岩高

原よりも遙かに雄大である。

之と又た全く性質の異なる火山岩は中國から飛驒地方までに廣く分布した石英粗面岩及び石英安山岩の噴出である。是も石灰アルカリ性岩漿で安山岩よりも遙かに粘性に富んだ質のものであるに拘はらず、往々高原狀を成し且つ石英斑岩及び花崗斑岩花崗岩に遷移するが如く、噴出の仕方が從來甚だ不明と考へられた。

此の場合はデトリの唱出した面積的噴出に屬し、廣い面積に互り岩漿が地表に溢出したもので、その噴出の機制は未だ判明せぬが、岩漿帯の一部が直接地表に達するまで押し上げられたのであらう。此の如き噴出の仕方は北米黄石公園の間歇温泉の活動の今尙ほ旺盛な地方が代表的であるらしく、



噴火現象

第四十圖 黃石公園の面積的噴出 (デトリ原圖)

(1) R. Daly (2) Areal eruption



第三紀末葉以後には日本群島の何處にもその痕跡が認められぬ。

火山作用の直接現象は大體茲に述べた所で明かとなつたが、その間接の現象及び火山作用の起つた地域の地形、地貌その他の事項、地震との關係等に關して述べねばならぬ所は非常に多く此の章を數倍するも足らぬのであるが、次に島原半島に於ける火山活動と地震との實例を擧げて其の一斑を略述することにする。

#### 第四章 九州北西部の火山活動と島原地震

大正十一年十二月八日島原半島の激震に當り著者は小牧文學士を伴つて同地を踏査し其の後第三回汎太平洋學術會議が東京に開催せらるゝに先ち本間理學士<sup>(1)</sup>は小出理學士<sup>(2)</sup>を伴つて長く同地に滞在して温泉岳火山の成立を研究した。此の兩度研究の結果は京都帝國大學理學部紀要及び地球に報ぜられ、又た兩者の名にて海外より同會議に出席した人々の爲めに催された内地旅行の案内書をも作製したのであつた。此の地方の火山及び地震に關する事項は此の如く略ぼ理解したと信ずる地域であるから、以下稍詳らかに本地方の地質に就いて述べて、火山活動から地球深處に於ける活動狀況を推衍し、本書の目的たる地震の深發性より地質現象の根本問題に論及する最初の足場とする。

#### 地貌と地質構造略説

九州は日本群島の諸島中最も海岸線の屈曲に富んでゐることは地圖を一見して明かであ

(1) 本間不二男 (2) 小出亮



る。嘗て百萬分一日本帝國地質圖説明書を編纂するに當つて、之を數量的に示さんと試みたが、當時使用した材料よりも正確な地圖(二十萬分一帝國圖)を基礎として新たに京都大學地理學研究室で測定した所によれば、島嶼を除いた九州島の海岸線の全延長は二、七七三浬で、九州西北部即ち松浦川河口から筑後川河口に至る間の延長は八〇六浬に達し、此の部分が全延長の約三・五分一を占めてゐる。即ち此の地方が日本で最も屈曲の多く且つ大きい部分たることは此の數字に明白に認められる。

屈曲の大形は東松浦北松浦西彼杵島原そのきの四半島に分割されて、其の間に唐津伊萬里大村千々岩有明の諸灣入によつて生じたものであるが、之を細看すれば北部の伊萬里其他の大小灣入が一般に細長く切り込んだのに對して、南邊の灣入は丸味があるか又は角張つた廣い海面を成し、其中間の大村灣は南北兩者の性質を並有してのが著しく目につく。此の對照は主として地質構造によつて生じたもので、其中特に顯著なるは島原半島の輪廓で、中央に崛起した溫泉嶽うんせんの等高線の輪廓と一致した形狀を容易に看取することが出来る。

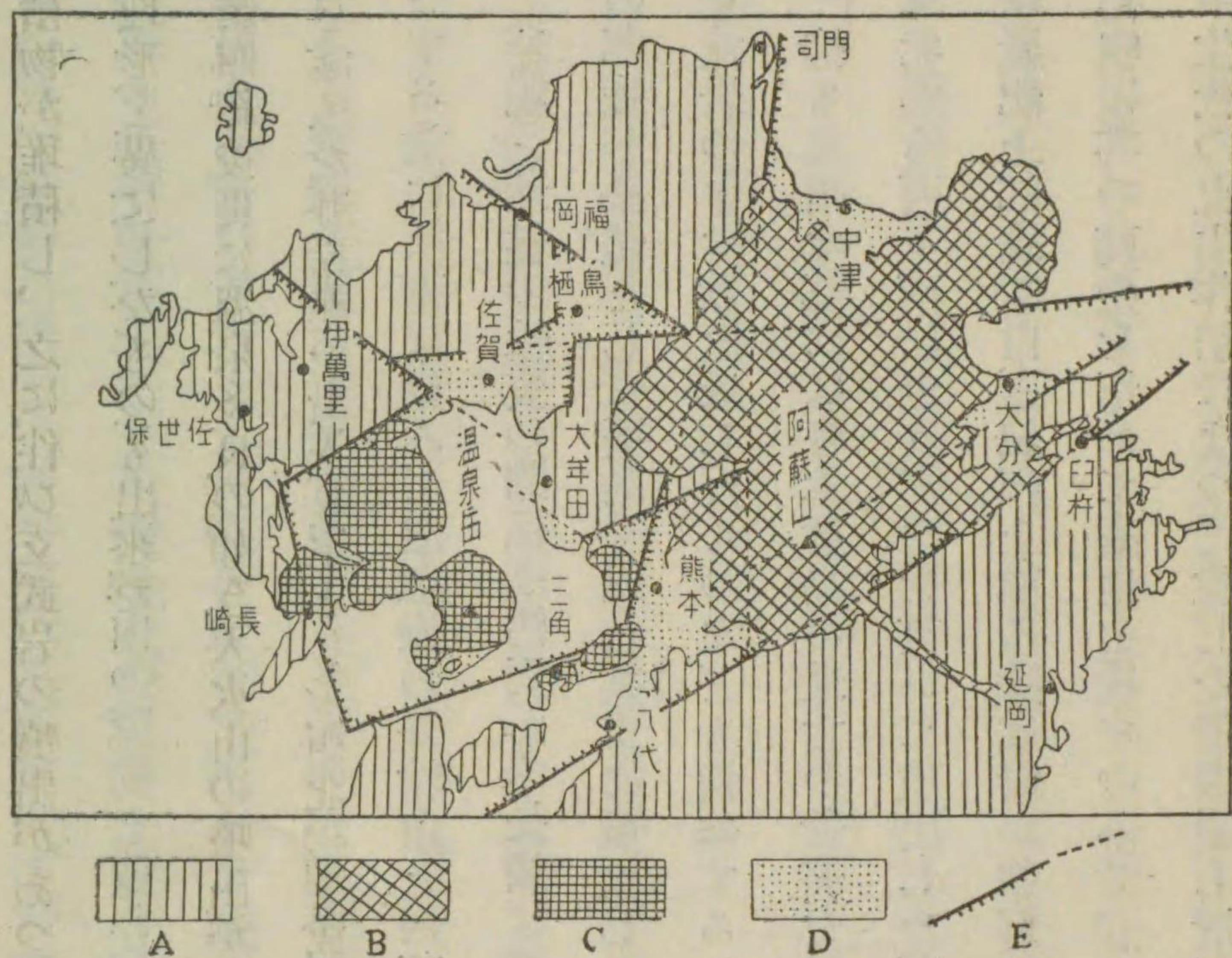
島嶼の輪廓も亦た各異つた形狀を呈し、細長い角張つた對馬、丸い壹岐、小さい島嶼の基布した細長い五島等の互に異つた特色は之を地質圖に對照すれば成因を推知し得る。

九州の北部から汽車で長崎に往くものは福岡から太宰府に近い筑紫山系を横斷する筑紫山門を通過して鳥栖とりすに出で、西に向つて筑後川の平野に沿ふて進む間に北に花崗岩から成つた背振山塊の多少准平原狀を呈する浸蝕山の障壁を望み、西から西北には第三紀の邱陵が起伏するを望む。早岐から南に折れて大村灣の東岸に沿ふて進めば、西彼杵半島の結晶片岩から成つた臺地の此等と全く形狀を異にしてむつくりしたのが地平線上に横はり、又た灣の南岸を廻つて長崎に入らんとする前には南に顧みて溫泉嶽の外輪山と内部に聳える諸峯も見える。

地貌と地盤の性質の關係は門司から長崎に至る汽船の甲板から望めば一層明瞭で、特に第三紀の邱陵が全體として臺地を成し其上に噴出した安山岩の峙立するもの及び其上を流れて被覆した玄武岩のメサ狀を成したのものなども指知することが出来る。

抑も九州北部には日本群島の最古の骨格を成す古生層の變性によつて生じた所謂結晶片岩が東北から西々南に走り、之を貫いて噴出した花崗岩と共に筑紫山脈の基盤を成し、中生代の末葉珠羅紀上部或は白堊紀の上部の陸成層が朝鮮の南部から海峽地方の全部を被覆し、對馬五島等の島嶼に其の殘壘を留めて臺地を成すのみで、九州西北部には全く其の形跡を認めず、之に反して中生代の火山作用によつて生じた所謂硯石層が長門から筑豊の間に延長するも、是れ亦た西には





第十圖 九州北部地帯構造圖

A 主に新第三紀以前層の成りたる地域 B 九州東部火山山脈  
 C 九州西部火山山脈 D 第四紀層 E 火山噴出以前層

に延びて高島の如き良質の炭層が海底からも採掘されるのである。

第三紀の新期に入つた後に南の方に長崎近傍茂木、島原半島南部等に見る所の浅海及び陸成の堆積物が堆積し、之に伴ひ玄武岩の噴出があつて、島原半島の上原熔岩臺地の如き温泉火山裾野と地形を異にしたものも出来た。

第四紀後更に温泉多良の如き大火山の噴出が起り、又た地盤の昇降運動も之に伴ひ、現在の複雑を極めた海岸線の出入は主として西北邊を成す第三紀層臺地の浸蝕が進行して陵谷を生じた後に、全體として沈降した結果であつて、伊萬里長崎其他の諸灣入は何れも沈没谷に外ならぬ。尤も大村灣でも伊萬里長崎等の諸灣でも、基盤を縦横に截つた坼裂線があつて、之に沿ふて斷層を生じ、著しい直線狀の谷や海岸線を成した處も多いが、其の最後の形狀は主として沈降作用に起因するものと想はれる。

### 九州北部第四紀火山作用

次に九州西北部の地貌を支配する重要な營力の一たる第三紀以後の火山作用を考ふるに、其の最も著しきものは多良岳及び温泉岳の兩大火山なるも、尙ほ此の外に之に先つて噴出した種々の山塊及び臺地があり、其の中には今尙ほ小規模ながら火山特有の形態を保持するものもある。



五島には此の如き玄武岩の火丘があつて之から拋出した火山彈は頗る多量に發見せられてゐる。

此の玄武岩の噴出した時代は各地を通じて同一ではなかつたらしく、又岩質が頗る分化を受けたので多量のアルカリを含有し安山岩とは著しく化學成分の異つたものを含み、又珪酸含有量の頗る多い粗面岩の類も現はれて來る。唐津附近及び五島には此の如きアルカリ粗面岩で曹達微斜長石を含むものが曾て神津博士<sup>(2)</sup>によつて發見され、此の地方の火山岩噴出は朝鮮半島の日本海沿岸地方と密接なる關係を有する者である。大正十二年五月著者は朝鮮總督府地質調査所立岩<sup>(3)</sup>、山成兩技師の調査せられた咸鏡北道吉州、明川兩郡のアルカリ火山岩噴出地方を旅行して、兩技師の決定せられた如く、第三紀古期から第四紀に至る間に酸性、基性火山岩類の分化した岩漿が幾回も流出して廣大なる地域を被ひ、古い第三紀時代のものは夾炭層中に岩席を成し、浸蝕されて高原狀の山地と成つたのを觀た。其の第四紀に入つてから噴出したと想はれるものは普通の玄武岩で浸蝕谷を充たして河成段丘を造り、又今尙ほ其の後の浸蝕の不十分な所には京元鐵道の沿線に觀るが如き熔岩平原を造つた所もある。九州西北部のアルカリ火山岩の噴出は多分咸北地方と同じく既に漸新世に始まつたものであらうが

(1) Anorthoclase (2) 神津假祐 (3) 立岩巖 (4) 山成不二磨

未だ第三紀層の層序が不明なために確定し難い。然れども島原半島や唐津、伊萬里、佐世保の附近に於て臺地を成し若くば山頭にのみ浸蝕されて残つたものも、又た第三紀末の茂木の植物化石を含む岩層中のもあることは前に述べた通りである。

朝鮮海峽に於けるアルカリ火山岩の噴出は九州本島では此の如く餘り人目を惹くには至らぬが、濟州島に於ては有名なる漢拏山の立派な大火丘を崛起し、中村教授<sup>(1)</sup>が踏査せられたる所では粗面岩の噴出したと略ぼ同じ通路を取つて玄武岩の大流出を見て、頂上の現火口の一部には黒い玄武岩と白色の粗面岩とが相並んで聳立する奇觀を呈してゐるといふ。

然れども第四紀に入つて後の安山岩の噴出は九州側では更に著大で、長崎近傍その他諸所に其の噴出塊を見、就中多良温泉の雄偉なる山容は阿蘇・金峰兩火山と對峙して有明海・島原灣の凹地の周圍に雲表に聳えてゐる。此の兩火山中多良岳の方は多量の集塊岩や熔岩を噴出した後に久しく活動が止んでしまつたが、温泉岳は最近三百年間に少くも二回の活動を示し、之に伴つて頗る激甚なる地震も起るので特に注意されてゐる。

此の温泉岳を構成する岩石は其の周圍に存する火山の噴出物と著しく趣を異にし、他の大部分が複輝石安山岩なるに反し、これは肉眼で判別し得る長さ數耗にも及ぶ角閃石の斑晶を

(1) 中村新太郎



有し又屢々黒雲母、石英等の斑晶をすら含む所の角閃安山岩で、此の外に多量の輝石類及び斜長石等の結晶をも持つてゐる。今瀬戸内海の延長と考へらるる別府灣から阿蘇火山を経て此處に至る迄の火山帶上にこれに類似する岩石を噴出した火山を求むれば由布岳、鶴見岳、阿蘇外輪山南壁の一部をなす俵山等を數へることが出来る。北九州では阿蘇外輪山の構成前と其の後との二回の火山群活動の輪廻が考へられるのであるが、此の種の岩石は其の第一輪廻の最末期岩相を代表するもので、松本教授が多年踏査せられたる所を参照して噴出岩變化の模様を記載すれば次の如くである。

既に述べた通り永い間沈靜に歸して居つた本地方の火山活動は第三紀末葉に主として玄武岩の噴出を以つて始り、島原半島南部に見るものは實に此の時に噴出したものである。其の基盤には凝灰岩及角礫凝灰岩を有するを常とし概して熔岩臺地を形成してゐる。之れに次いで噴出されたものは複輝石安山岩の熔岩で、肉眼を以つて明瞭に識別し得る白い斜長石の斑晶を有する點に於いて玄武岩と容易に區別される。島原半島西南部に分布する複輝石安山岩は此の種の岩石である。(第九十七頁の第十七圖参照)。

複輝石安山岩は地形的には一般に所謂ホマー型<sup>(1)</sup>の大火山を構成して九州各地に聳え、多良<sup>(2)</sup>

(1) 松本唯一

(2) Homate

岳の如きは温泉岳に接近して存在するもの、一例であるが、此の外金峯山の基底をなす一岳、三岳、長崎市及其の附近にある複輝石安山岩地域等も皆之に屬する。複輝石安山岩の活動期は別府地方では明らかに二期に分つことが出来るもので、其の第一期には紫蘇輝石が多量なる安山岩の集塊岩及び熔岩が噴出され、次には普通輝石の多い安山岩の集塊岩及び熔岩が噴出されて居る。此の噴出物の一例は別府温泉地域の南側を劃する外輪山様の山梁に見る事が出来る。島原半島周囲の火山に就いて此の間の事情を考察するれば、多良岳が今日概して立派なる山形を呈するに反し、長崎市附近の安山岩地方は島原半島から全體の隆起の狀況を望めばアスピート型火山地形を呈してゐるが、現場に踏み込めば一見何等火山地形を呈せぬ事實がある。是は兩者の噴出に前後の差があつて別府地方に見る二回の輝石安山岩活動の存在と同じ意味を表すものであらう。

島原半島西南部に見る複輝石安山岩の臺地は此の火山大活動と略ぼ同時に起つた微弱なる活動を示すものである。

此の活動に次いで起つた火山活動は九州中部に於いては頗る激烈を極め、殆ど黒曜石をなす玻璃質輝石角閃安山岩及び黒雲母角閃安山岩を多量に流出して今日九州東北部に見る熔岩流及び集塊岩より成る廣い臺地を形成したのである。有名なる耶馬溪や萬年山<sup>はね</sup>の高臺は以上の前後二期、

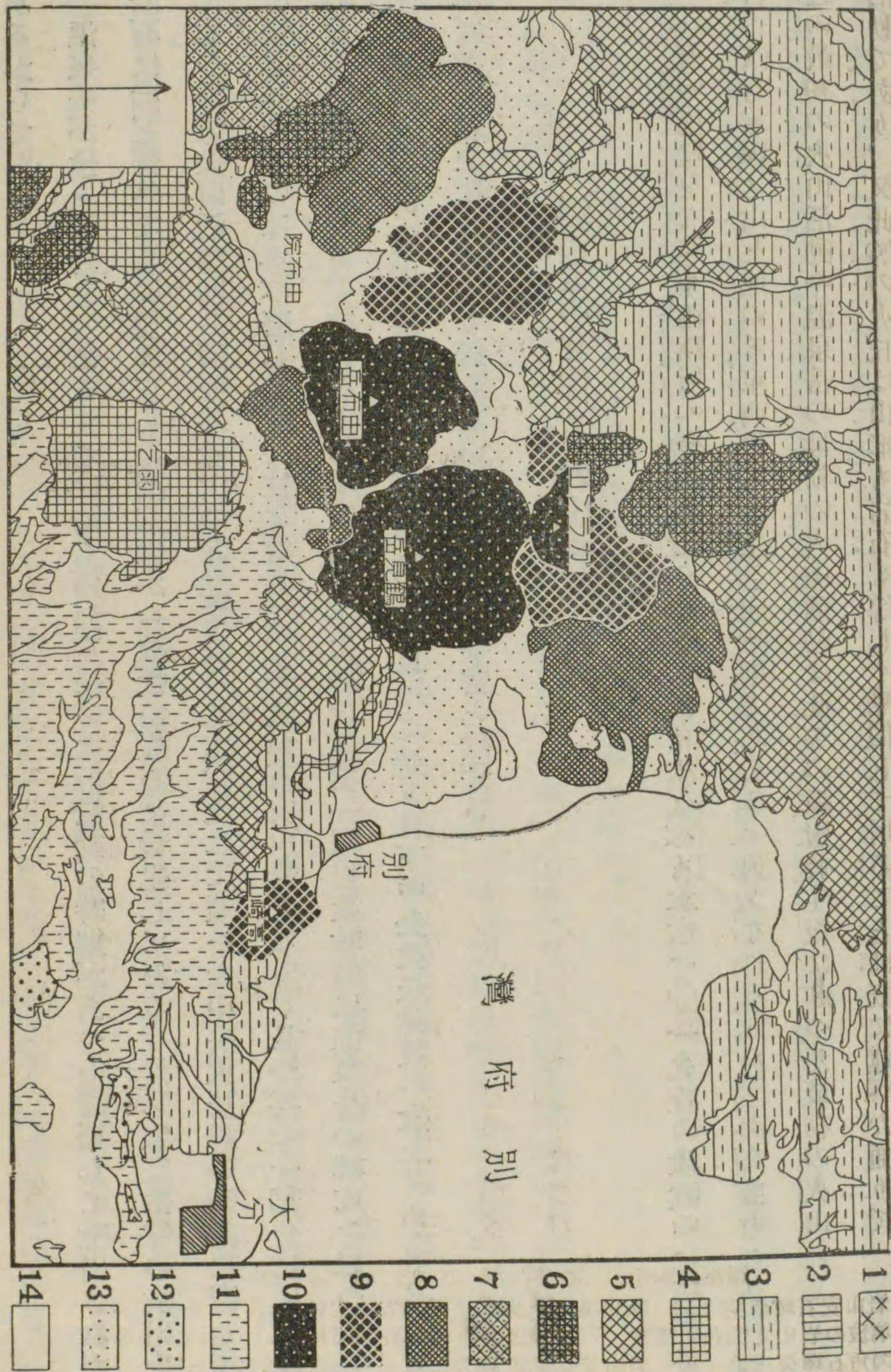


特に後期の噴出物によつて構成されてゐる。然るに是と同期の活動は西部九州では殆ど全く見ることが出来ない。是れは恐らく火山基盤の地質構造の相異に起因するものらしく、門司熊本線（或は門司東方から南に走り原町附近に向ふ一線）と臼杵、八代線とに圍まれる地域中には第四紀以前の地層が殆ど跡を絶ち、地殻の大きな空隙でもあるかの如く見えるのは此の間の事情を暗示するものらしく、北部九州の二火山區域中、東部の岩漿溜が西部のものより大きく又た地下淺處に達してゐた爲め容易に岩漿が噴出し得たものと思はれる。今強ひて西部に此の時期に相當するものを求めんとすれば金峯山、三角港等の粘性熔岩より成る乳房狀圓頂丘が其れらしく考へられる。又た小倉學士が多良岳最後の噴出物と考へた讃岐岩様の岩石も或は此の期のものではないかと想像される。

別府の南壁をなす東西斷層の發生は此の大臺地狀熔岩の流出後で、島原半島に就いて言へば有家塚ノ山を連ぬる東西線の發生と同時期であらう。何となれば鶴見、由布岳附近の最初の火山活動や温泉岳の最初の火山活動は此等の斷層發生後に起つた最初の火山活動であり、又此等の火丘は山形も岩石も等しく酷似して居ることは既に述べた通りで

第六十圖 別府附近地質圖（松本氏原圖）

- (1) 石英閃綠岩 (2) 變質安山岩 (3) 基底火山噴出物 (4) 紫蘇輝石安山岩
- (5) 複輝石安山岩 (6) 角閃輝石安山岩 (7) 黑雲母角閃安山岩 (8) 第一含輝石角閃岩
- (9) 第二含輝石角閃安山岩 (10) 第三含輝石角閃岩 (11) 阿蘇岩 (12) 洪積世礫層 (13) 扇狀地 (14) 沖積地





あるからである。

温泉岳が愈々活動を始めるまでに斯くの如く長い火山活動の時期があつた。而して噴出された岩石は殆ど例外なしに規則正しく鹽基性から酸性の岩石に變化してゐる。然し温泉岳等の噴出後に起つた大火山活動即ち阿蘇外輪山の泥狀熔岩の流出、之れに續いた中央火丘群の活動に際して噴出されたものは再び著しく鹽基性を増して、皆複輝石安山岩となり、且つ其の一部分には橄欖石をすら含んでゐる。故に我々は第四紀前半に於ける第一回岩漿輪廻は温泉岳の構成を以つて終末を告げ、第二の輪廻は阿蘇泥狀熔岩の噴出を以つて始り目下中央火丘建設の途上にあるもので、未だ初期以上には進んで居らないと看做すを妥當と信ずる。

### 温泉岳を作る火山岩の特性

勿論茲に述べる岩漿輪廻の一般傾向は大局より觀て言ふべき事柄で、一火丘の建設中に噴出される熔岩の中に於いても前のものほど鹽基性であるとは言ひ得ない。例へば其の顯著なる例は前山或は普賢岳東部基底を構成する石英安山岩とこれより後に噴出した普賢岳（角閃複輝石安山岩）殊に古燒（玻璃質含橄欖石輝石角閃石安山岩）の如く後の噴出物が前者より明瞭に鹽基性なる

事實に認められる。又他の場合には岩石を造る鑛物の種類が地理的に分布を異にすることもある。例へば温泉岳に於いて其の南半なる絹笠山、高岩山、矢岳、野岳、妙見岳の岩石の如きは概して輝石類として紫蘇輝石を含むものが多いのに北半なる九千部火山中の多數の火丘、普賢岳の岩石の如きは普通輝石が多い様である。

此の二種の場合は或は次の如く考へて説明が出来ると思ふ。

普賢岳基底の熔岩が後のものより酸性であるといふ第一の場合では火山活動休止中に熔岩溜中の岩漿に分化が行はれて噴火通路に酸性岩漿を生ずる爲め、火山活動の初期に先づ其の上部に在る酸性岩漿を排出し、然る後にこれよりも鹽基性なる下層岩漿主體が噴出すると考へ得る。斯の説明は野岳東北麓なる岩床山基底の熔岩が顯微鏡下にて著しき攪亂作用を受けたる痕跡を示めすと共に其の中に石英と橄欖石との兩結晶が共存する事實等に依つて其の可能性が確められたのである。何となれば一般の場合では若し岩漿の成分が石英を晶出し得る場合に於いては橄欖石は當然紫蘇輝石とならなければならぬから、石英と橄欖石とは同一成分の岩漿より晶出して共存し得るとは普通考へられないし、又同時に此の岩石の斑晶の多くが著しく破碎されて居るといふ見逃すべからざる事實もあるからである。故に石英を晶出した岩漿は普賢火山活動開始以前の長



い休止期の間に地下で分化して生じた岩漿溜上端の部分的岩漿であり、橄欖石の残片を有する岩漿こそは普賢岳を構成する主岩漿、或は岩漿溜下部の高温のものにして活動力の再生に依つて上部の分岩漿を押し上げると共に自からも之れに混じて噴出したものと想像される。果して然りとせば此の上部分岩漿排出後の普賢火山活動の産物が凡そ類似の化學成分を有することは怪しむに足らぬ。

此の考へを推し廣めて我々は九州北部洪積世火山岩が鹽基性より酸性に漸移して行く所の火山活動に伴ふ岩漿輪廻は活動休止期に進行する岩漿分化が主な原因であり、新輪廻の開始は地下遙に深處にある鹽基性母岩漿の再進入に依るものであると考へ得るのである。

造岩礦物の地理的分布に就いて考察するには、岩漿の進入した地域の地盤を構成する岩石の化學成分をも考へねばならぬことは勿論である。例へば輝石と紫蘇輝石との化學的差異は單に前者が石灰分の含有多く後者には之れを缺くといふ一點にあるのみである。従つて場合を最も簡單に考へれば石灰岩の極少量が温泉岳北部の地下にあつて岩漿中に融解（又は溶解）されるか、或は之れと同様な變化を起す岩石分布を假想すればよい。此の場合に若し温泉岳の如く多數の火丘を噴出せしめた岩漿溜が唯一箇であつても、噴火口が多數ある様な場合には假令岩漿溜に對流が起

つゝるても箇々の通路には殆ど互に獨立した對流が起り得るから、各部分の岩漿の混合は著しく妨げられねばならぬのである。

火山活動輪廻中に噴出される岩石變化の一例を温泉岳に就いて述べて見ると大略以上の如く、

	1	2	3	I	II	II	VI
SiO <sub>2</sub>	63.13	62.02	58.15	63.31	68.31	65.38	65.47
TiO <sub>2</sub>	0.67	0.75	0.75	—	0.27	0.42	0.61
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.84	16.49	17.69	10.60	15.64	14.34	16.29
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.94	2.66	2.72	8.57	2.52	1.87	1.73
F <sub>2</sub> O	3.40	3.73	4.41	—	4.02	6.88	4.65
MnO	0.09	0.11	0.11	0.73	—	—	—
MgO	2.44	2.98	3.45	0.87	1.09	1.33	0.30
CaO	5.49	6.30	7.20	9.21	4.86	5.61	6.25
Na <sub>2</sub> O	2.82	2.30	2.52	3.39	1.24	2.40	2.84
K <sub>2</sub> O	2.31	2.01	1.68	2.90	1.01	1.55	3.12
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.12	0.06	0.12	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O+	0.68	0.40	0.34	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O-	0.29	0.18	0.60	—	—	—	—
lovs of ig				1.33	0.57	0.31	0.02
total	100.22	99.99	99.74	100.91	99.63	100.09	101.28

1. 紫蘇輝石角閃安山岩（絹笠山）（牛島）  
 2. 複輝石角閃安山岩（九千部岳）（牛島）  
 3. 橄欖複輝石角閃安山岩（普賢岳鳩ノ穴）（牛島）  
 I 九千部岳（地質調査所）  
 II 前山（眉山）（地質調査所）  
 III 普賢岳（地質調査所）  
 IV 寛政熔岩（地質調査所）

寧ろ火山活動に伴ふ岩漿輪廻に對して枝葉の問題と考へられる點のみが重要になつて来る。然しながら是は其れ自體が實に其の火山の特性を示すも



のであるから他の研究目的に對しては頗る重要であるのは論を俟たぬ。

茲に京都帝國大學理學部地質學教室に於いて牛島氏の分析に係るものとその以前の地質調査所分析成績とを表示すれば上表の如く、前者の方が信憑すべきものである。

### 温泉岳の成立

以上は北九州の第三紀終末以降に於ける火山活動の歴史を述べて各火丘生成の時期を一通り考察し、又た温泉岳の岩石學的特性を述べて火山活動期の岩漿進化に現はるゝ一般傾向が必ずしも一火丘群建設の間にも顯はるものではないことを明らかにしたのである。我々は更に進んで一火丘群建設の間に起る種々なる地質的事變を温泉岳に就いて詳述し火山形成の一例を示さんとする。

温泉岳中に見る各火丘の成立に就いて最近本間理學士の研究した所は今の述べた通りで之を基礎として地質調査所發行熊本圖幅説明書中の山下技師、山田博士、駒田學士及び佐藤學士等の意見をも參照すれば形成の徑路が更に明かになる。

地質圖に明かなるが如く島原半島は温泉火山の裾野の輪廓が其の儘海岸線を成したる北部

(1) 山下傳吉 (2) 山田邦彦 (3) 駒田亥久雄 (4) 佐藤傳藏

及び東部と其の破壊せられたる西部の外に、西南部のこれより古い新第三紀層と之を蔽うた玄武岩及び複輝石安山岩を頂いた高原狀の第二地方から成り立つて居る。

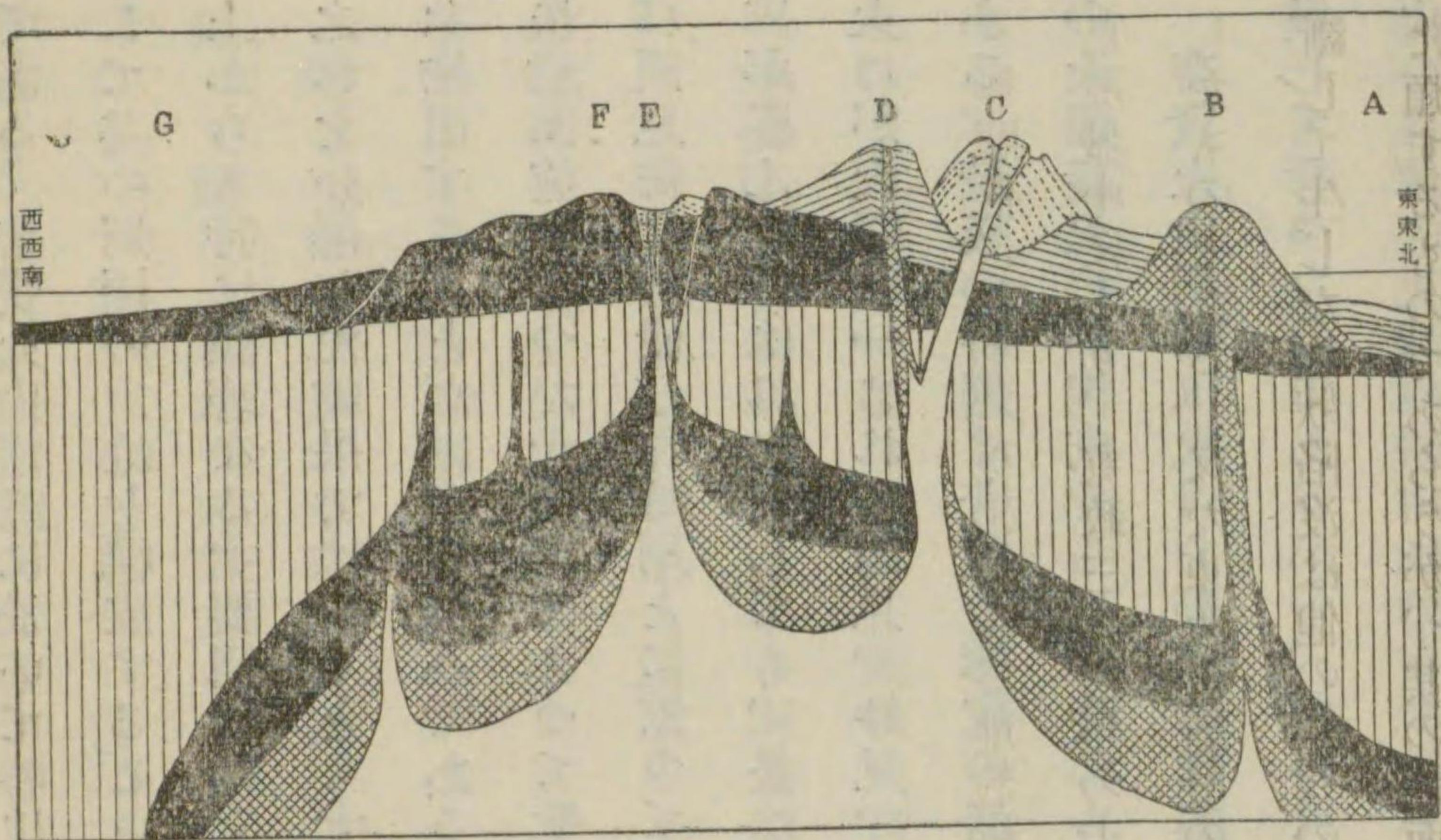
温泉火山を構成する岩石が多良岳のものと異なるが如く兩火山の活動の様式も亦異つてゐる。温泉岳は多良岳より小規模の火山活動が三度繰り返へされて出來上つた火丘群である。絹笠山を中心とする大圓錐と寄生火山の一群とが今日の温泉岳の西部に最初に噴出した後、此の火山の北半が東西に走る斷層に依つて地下に没し、其處に九千部岳を主峯とする第二の噴火が起つたのである。温泉岳北西部が即ち此の火山の殘骸であつて、これ等の二火山の東部に更に最後に噴出したものが即ち普賢岳を主峯とし國見岳、妙見岳及び野岳等を含む普賢火丘群である。此の三個の火丘群は皆主な噴出口を温泉岳の中央附近に持つてゐるので、中央部の複雑なるに反し裾野は單調にして宛然一個の圓錐丘の如き外形を有してゐる。温泉火山の研究者がその全體を單純な大圓錐丘とこれに寄生する小火丘より成ると觀察したのは此の裾野の外形に眩惑された結果であるらしく思はれるが、然かし更に仔細に之を見るときは、或る點に於いて根本的に異なるものがあるを知るのである。即ち此處に掲げた地質圖に新扇狀地とした一區域が舊扇狀地とした區域と比較して著しく若い地形を有し、殊に千々岩灘の北東端を劃する東西の斷層の如きは前者に依つて蔽は







も寄生火山の噴出が起り、西郷山の如く南方なる九千部岳主噴火口の方から流れて来た熔岩に依つて一部分が蔽はれてゐるものもある。斯の如き不規則な活動は最後の普賢火山期に入れば更に甚しく、何時を主要活動期とも定め難い状況となる。九千部岳の主峯が構成される前後から此の第二の火山活動は顯著なる末期の相を現はしたらしく、多數の側火山が噴出し又た爆發も行はれた。地質圖上に描示した寄生火山は大抵此の時期のものである。然かし九千部火山と絹笠火山の間に見る活動の最も著しい對照は斯る活動相の差ではなく實に寄生火山の配列方向及び最後に發生せる地質構造線の方角である。即ち後者の方向は概して絹笠主噴火口から放射する状況を示してゐたのに九千部岳の場合では東西に走るものゝみが殊に顯著であつて、宛然火山活動とは無關係なるが如き状況を示してゐる。蓋し此の構造線の發生は最早九千部火山下底の熔岩溜の活動力と無關係にして、更に大なる地殻變動の力に起因するものでなければならぬ。千々岩村北端から島原城中に走り、寛政三、四年の大地變の際にも顯著な變動を示した斷層は實に此の時期に發生したものである。又た東西走斷層の發生に先つて九千部及び絹笠火山の東西兩側に其の中腹を切斷して生じた鍋狀陷沒は他の一つの特に注意すべきものであつた。之は恐らくは一種の大地に類するものであらうが、其の一面は火山噴出物に存在する成層面か或は岩漿溜に達する裂罅で



第十圖 普賢火山群の成立を説明する假想斷面圖  
A 有明海 B 前山 C 普賢岳 D 妙見岳 E 帶山爆發火口(獄地) F 絹笠山 G 千々岩灘

あつたと思はれる。九千部絹笠二火山の東側に最後に起つた普賢火山の活動は實に此の鍋狀陷沒の發生に其の端を發し、西側には此の種の火山活動が無かつたのから察すれば上述の二個の場合が何れも存在するものであらう。

温泉岳火山群建設の最後の火山活動輪廻は今日同火山の最秀點普賢岳(一三六〇米)及び殆んど之に匹敵する國見岳、妙見岳及び野岳の噴出を見た普賢活動期である。此の活動期の發端は恐らく前述の如く鍋狀陷沒の發生と同時にあつたらうが、一方では其の後に發生し千々岩灘の北邊を劃して鉢卷山、吾妻山及び鳥甲山の南端を走る東西斷層を蔽ふて居る事實があるから、活動の漸やく盛んになつた時期は之れより後であることは明か



である。普賢火山活動に於いて特に著しい特徴は多數の小圓錐丘が重なり合つて普賢岳を主峯として其の周囲の山地を構成することである。而して此の時期の活動に關しては地形上からも岩石上からも特に顯著なる主要活動期を決定することは出来ない。我々の實地に踏査し或は地形的に之れを分解した結果では少くとも十個を下らざる小火丘が或は上下に重り或は水平に配列するのを檢出することが出来るのみである。然かし強いて之を二、三の時期に分たんとするならば、野岳噴出前に起つた大爆發によつて堂崎方面に大泥流を流した時期と普賢岳構成の直前に妙見岳及び國見岳を爆發した時期とに依つて三期に分ち得られる。然らば最初の時期にも假令熔岩丘の構成が盛んに行はれたとしても、是は噴火口形成の時期を代表するものであり、第二期は多數の噴火口が大體統一されて國見、妙見、野岳の一線上に配列された、謂はば主要活動期を指すものである。最後の時期は普賢岳構成の活動期で、是は長く活動の休止した後大爆發が起り妙見岳東側の大爆發火口が構成せられた時から始つた末期或は主要活動の後期を代表するものである。

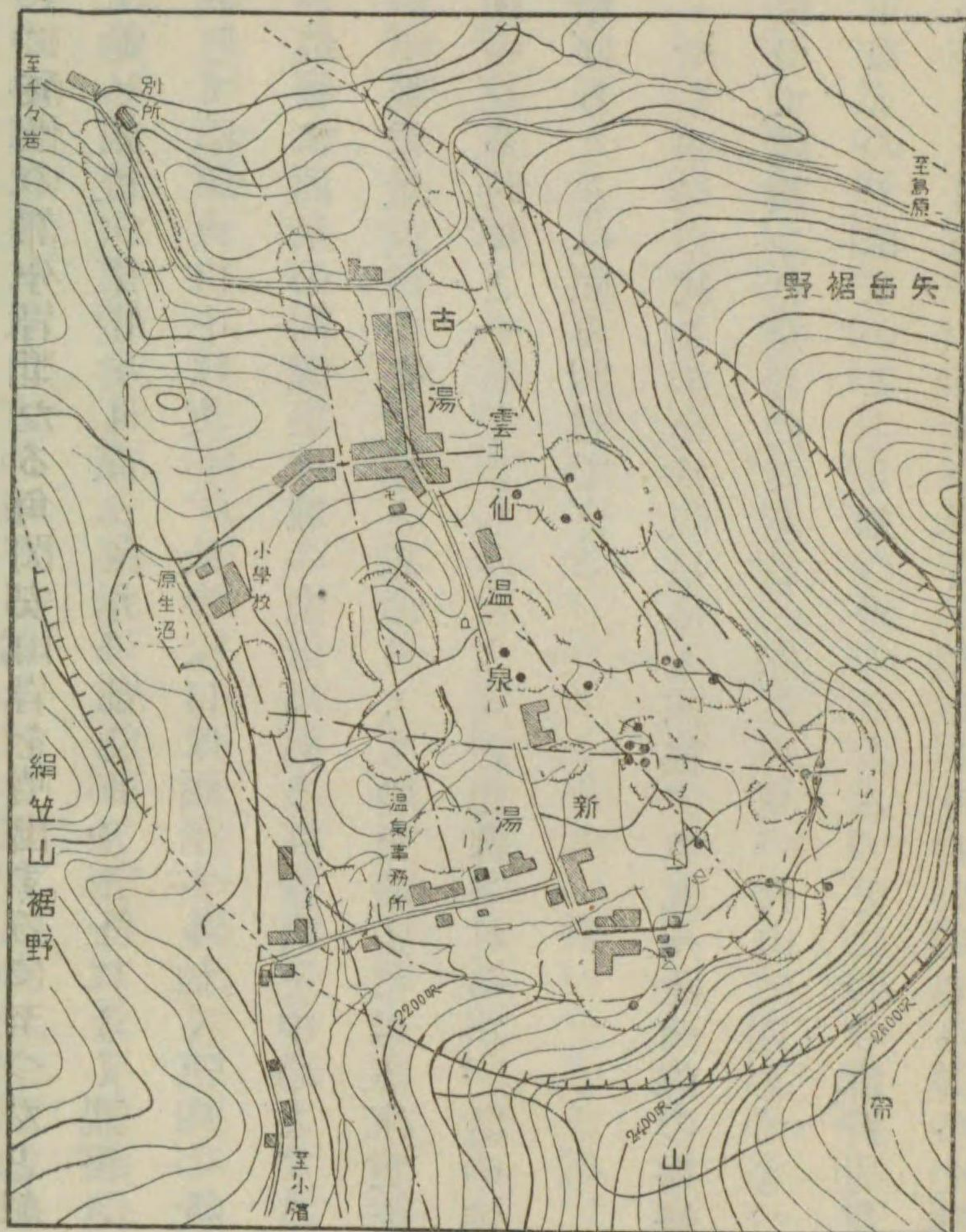
普賢火山活動は火山力が一時に集中して特に發揮されることなく小活動を反覆しつゝ次第に減退して行つたのであるから、他の火山の如く今後大爆發期がありさうには思へない。此の如き火山の自然的死滅の傾向は恐らく地下岩漿の凝結が主因であり、又た温泉岳の如き場合では、此の外に長期の火山活動に依つて地盤が甚だしく碎破され火山力が隨所から除き去られたことも原因の一と考へられる。

今日温泉地帯を構成する帶山爆發火口は普賢岳の構成と略ぼ同期に殆ど死滅した絹笠火山活動の中心部に僅に火山力が洩れる爲めに生じたもので、帶山は扁平な一個の圓錐丘を形成し、矢岳を始め絹笠山東麓をも蔽ふて居ることが地形上によく觀察される。又多數の硫氣口は各々一群を成して噴氣火口中に集り、此の火口は圖示する如く三四の北北西に走る線上に配列して居る。

最後に温泉公園温泉地域の南方にある高岩山を中心とする火山地域は其の活動期が明かではない。唯絹笠火山の寄生丘と思はるゝものを蔽ふて居る事實と其の位置とから判斷して普賢火山活動の或る時期と一致するものならんと想像されるが、其の地理學的に孤立せる爲め積極的證據を擧げることが頗る困難である。

斯くの如く我々が今日温泉岳と總稱する九州北西部の秀峰は截然區別される三回の火山活動に依つて建設されたものである。即ち一見一火山に見えても、其の成立の歴史を辿れば必ずしも簡單なものではないことを知つたのである。更に斯の解析的觀察の位置を離れ、退いて温泉火山群全體を一個體として其の周囲の火山に對する火山地質學位置を考察するに、亦た同様な關係のあ





第十圖 温泉公園の地獄配列圖

1 山火泥 2 獄地(硫黄孔) 3 噴口 4 地裂線 5 帯山爆發口壁

一〇四

ることが知られる。

今温泉岳岳頂に立つて四方を眺望する時、此の巒峯を環つて四座の大缺頂圓錐丘即ち、東に金峯山、西に長崎火山(長崎市附近の紫蘇輝石安山岩地方を假に斯く呼ぶ)、北西に多良岳、南東に大嶽の火山が鎮座し、此の外に島原半島南西、三角港周圍其他に二、三の小火山を發見するのである。而してこれ等の火山は北東邊は熊本、唐津線、北邊は鳥栖、武雄線、西邊は大村灣線及び南邊は大分、阿蘇、三角線に依つて圍まれた新第三紀層地域内或は其の境界線上に噴出し、明かには一個

の凹地中に噴火した更に大なる火山群として地質學的一單位を成して居る。故にこれ等の火山は地下の共通なる一岩漿溜に發源し、個々の火山は各々多少岩株狀をなす岩漿溜の尖端上に噴出したもので、温泉岳は其の中央に位する最も高い尖端上に在る爲めに最後まで活動の餘脈を保ち、終に酸性の部分岩漿たる角閃安山岩を噴出するに至つたと想像し得るのである。

又大火山の噴出方向は多良岳、温泉岳、三角半島東端の大嶽を連結するものは北西、南東に走り、金峯山、温泉岳、長崎火山を連結するものは略東西を指して共に大なる火山構造線を暗示するのである。

斯くの如き二方向が温泉火山の殆ど鎮靜に歸し、又其の西南部の複輝石安山岩の火山活動も見全く死滅せる如く見える今日に於いて尙ほ活動の餘響を保つことは嘗て寛政の大事變が起り、又大正十一年末に島原半島南半の大地震があつたので明かで、その活動の經過は次に述べる通りである。所謂火山地震及び我々が後に述べんとする深發地震の眞性を探らんとするに當り先づ十分に考察を加へねばならぬものである。

### 温泉火山と島原半島の地震との關係



火山の成立に於いて火山活動の開始其の他の種々なる時期の噴火に伴ふ地震は何時も相當に強く、最初期に岩漿が地表に近づき其の爆發的に流出する時に純然たる火山地震の頗る激甚なるべきは誰も疑はぬ所であるが、又絹笠岳九千部岳火丘建設の輪廻が終り普賢岳建設の輪廻に入らんとする時にも、七九年ヴェスブキオ火山の活動復活に先だつ十六年前の激震の如きものがこゝにも起つたと想はれる。又大正三年の櫻島噴火の時の激震から推せば、普賢岳の如き新火丘の成生に當つても地震は假令局部的であつたとしても餘程大きかつたらうと考へられる。

寛政四年の普賢岳噴火に伴うた地震は現存する記録によれば同く頗る激甚なるもので、今尙ほ「島原大變肥後迷惑」といふ口碑に遺つた大地變なるものは大部分地震の損害であつたのである。

温泉岳噴火の歴史を観るに温泉の發見を行基菩薩大寶年間とした傳説が最も古く、其の後貞觀二年に温泉神の陞位の記事が三代實錄(卷四)に見え既に火山活動の形跡を想はしめ、島原高等女學校には山上より得たといふ古い一字一石塔の墨痕字體明瞭なる二個の經文斷片を見たが、之は少くも平安朝中頃を下らぬもので、國史の記録と共に山上に神社佛寺の存在を推知するに足るのである。島原大變記(著者不明)には弘安四年の蒙古襲來の時に山上の寺院は頗る榮え、有馬家が之を破壊したといひ、此の間幾百年かは激烈な噴火状態はなかつたらしい。

大變記の記する所に據れば明曆三年(一六五七)の噴火が確實で二十四年に互り活動を續けたらしく、半島の北部の村落で夜間提灯を用ゐない位に激しく、普賢岳の北半腹三會村領の古焼と稱する熔岩流は此の噴火に流出したものである。之から六年を隔て、寛文三年三月にも五日間噴火し、普賢岳(今の普賢神社の位置を指すもの如し)南側に九十九島と稱する岩層堆が此の噴火の時に頂上に出たと金井俊行氏は考へた。其の翌年一月にも小噴火があつた。然かし此頃は高力侯の半島を領し、其の後失政のため改易となり確實な記録がない。

幸に長崎が温泉岳に近いので和蘭人の此の山に關する記事があつて、寛文元年(一六六一)加比丹インデイクが江戸へ往復した日記と、少し之に後れてゼルデインの往復記とがモンタニヌスの日本誌に収録されてゐる。其のインデイクの記事なるものは編纂者の日本の地理を知らぬため地名の混雜を生じてゐるが、時々小噴火の起りつゝあつた模様で、ケンペルも元祿三年から五年の間に長崎に居つて遠方から微かに噴烟を認めたと言つてゐる。

是より百三十餘年を経て地震噴火津浪の三大地變が寛政四年(一七九三)に起つた。其の前年の十月八日(太陽曆十一月二日)地鳴を伴うた地震が、日々三四回づつ起り、十一月十日は殊に強く震動し、之がために前山の東南面に山崩れを起した。但し此の地震は西岸の小濱附

(1) Montanus : Atlas Jappannensis

(2) Indiik

(3) Kaempfer



近の方が強かつたらしく、鬢櫛又は山領では山番の小屋が落石のために毀はれて番人夫婦が死ん

だといふ。恐らく

は此の地震の震源

は大正十一年十二

月のものと同じく

古い基性安山岩の

北端に近い處にあ

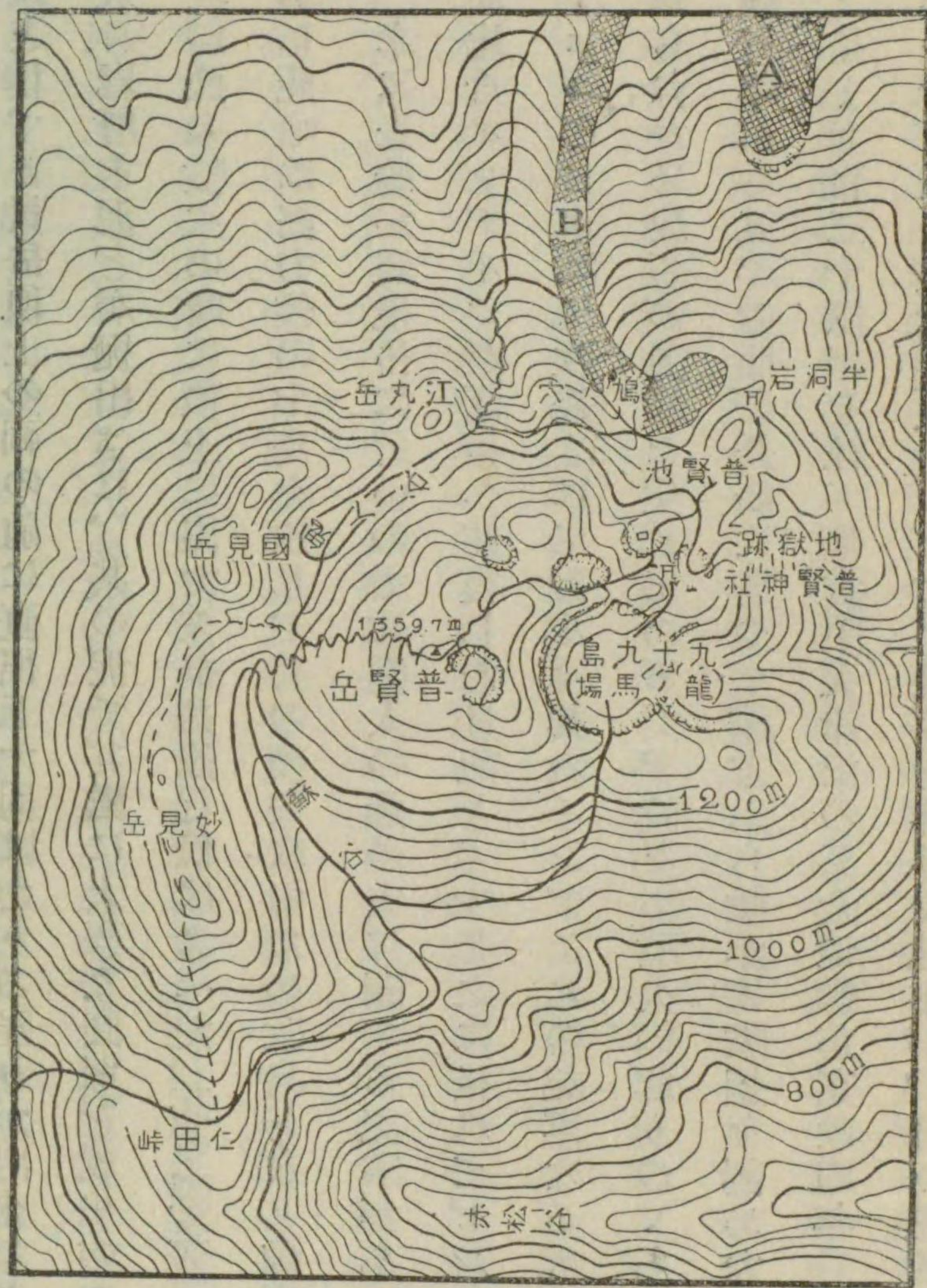
つたらしい。

四年に入つて島

原西方の山手に地

鳴が屢起り和蘭の

フレガットの發砲



第二十二圖 普賢岳山頂附近の噴火口 新焼A 古焼B

する如く響いたといふことである。

正月十七日(神代日記に據る)普賢岳から地鳴と共に激震を起して神代の村民等は朝山頂から黒

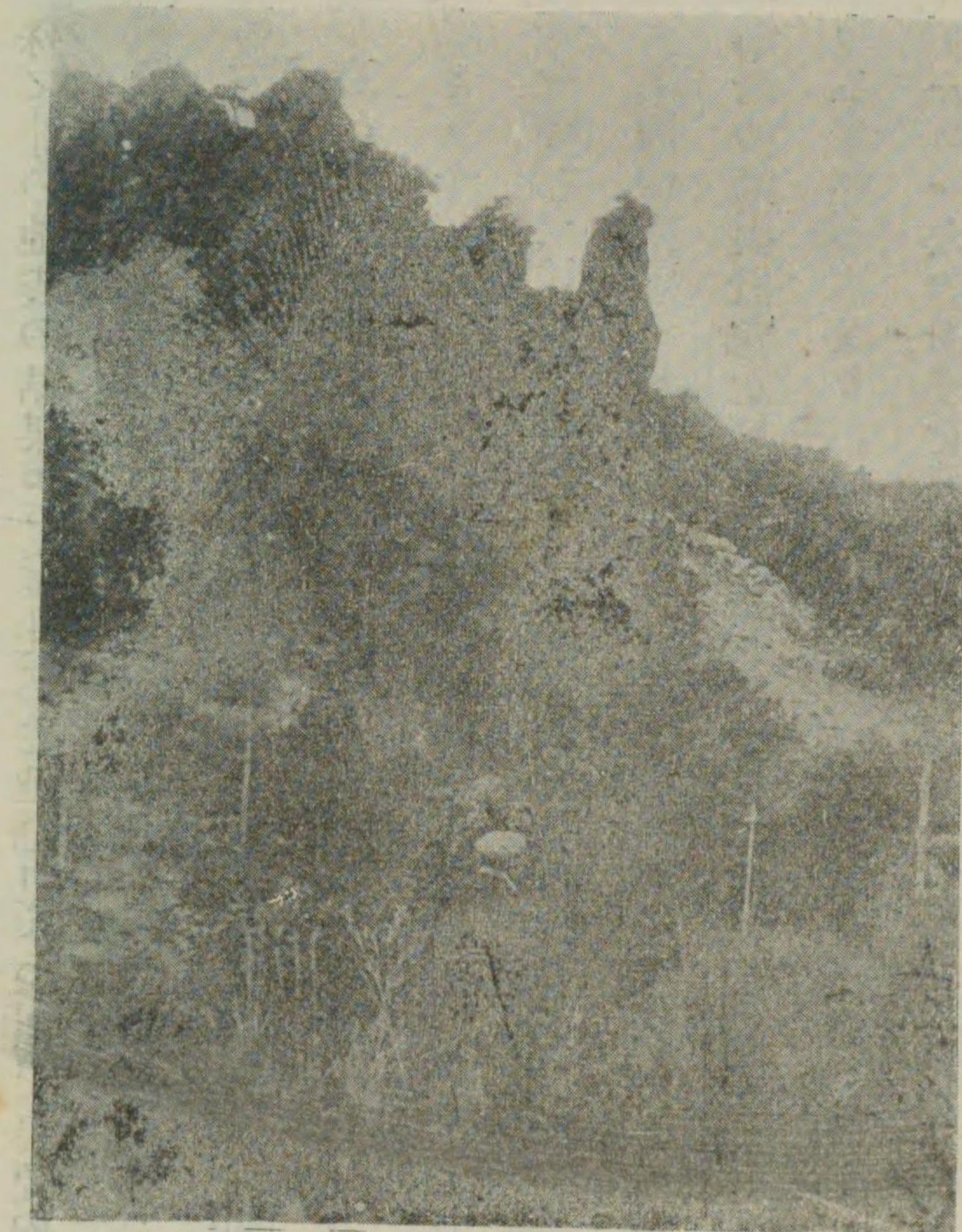
煙が岩を疊んだ如き形を成して噴出するを認め、島原に於ては前夜から震動が一層激げしく、神代鍋島家から派遣した村役人は山に登る能はずして歸り、武士を遣り辛うじて積灰を踐んで頂上に達し、普賢岳頂上の祠の前に直徑三十間ばかりの窪みが出来て其處から熱湯を噴き出し、之と共に岩屑と泥とが拋出され、其の泥で其處に大きな圓塚を成すのを見たといふ。三日目は殊に盛んに噴火し、黒煙天に押し空を被ひ島原近傍には降灰が頗る多量であつた。然れども三月中には漸く衰へて泥の噴出する高さも數尺を超えなだ。

之より十五日の後穴迫谷の上端の土地震動し、三日目に土を噴騰し、三月一日(二月五日)の夜火光を發して熔岩を押し、折橋村の西千本木の方向に流出し、之を新焼と呼ぶ。此熔岩は流れ下り溪間の人家を埋没し其の下端は幅約二百米高さ五十米の斷崖を成して今も残るもので、當時は熔岩の流出壯觀を極め、人心の恐怖が次第に好奇心に變ずると共に、辨當酒瓢を携へ見物に出かける者が多くなり、掛茶屋を設け、終には醉歌亂舞して熔岩流に觸れて怪我人を生じ、島原藩より一戸一人の男子を限り現場の見分を許し、見物を禁止せざるべからざる状態であつたといひ、三月二十五日神代より見分に出した者の報告に據れば見物人の數は千を超えたといふ。噴火は尙ほ普賢岳頂上附近諸處にも起り新焼の上、飯洞岩の西北に數多の小孔を生じ此處から



も噴煙あり、又た鎔岩流は六十日間に二十一町十五間を流下し一日約四十米の速さで島原城下の方向に下つた。若し此の燒岩が海岸に達するに至らば、假令島原城に殺到せずとも半島南北の交

通は全く遮断されるから大に恐慌を起した。



第二十二圖 普賢岳寛政熔岩(新燒)の(木本千) 端末

百八十八棟の全潰れ又は半潰れ小屋を生じて、死者二人を出した。此の地震の最も強かつたのは島原深江間で北方の神代では石燈籠鳥居等の一部が倒れただけであるのに、島原では此等のもの

四月二十一日(三月朔日)の地震は今の午後四時頃で頗る激震であつて、前山の方向から地鳴が聞え、其の震動回数初日三百回、翌兩日は百回を數へ、四月二十九日(三月九日)にも激震があつた。其の損害は島原に於て六十一棟の全潰れ家屋土藏、二

は悉く倒れた。此の事實から見れば其の強さは大正十一年の地震よりも島原では遙かに強く半島全體を通じて頗る強震であつたと想はれる。

殊に此の地震の結果として生じた地割れが重要で島原安徳間では諸所に地割れがあつて、其の一つは島原城を西微北から東微南に横ぎつて長さ約九町に達し、此の割目の南側の土地が下つたといひ、折橋村にても同じ方向に續き、更に又温泉岳北半の斷層崖を成す魚見岳から吾妻岳の斜面の方向に走る地割れも出來た。此の三者を連結すれば略ぼ東西に近き一構造線を成し、此の斷層は之に沿ひ度々以前に起つた同様の地震によつて生じた地形に外ならぬことが明かである。此の地震の時に前山の東南部にも山崩れが起り、島原では山潮即ち山崩れの流言が起つて一時人心洶々となつたといふことが神代鍋島家の記録に見えて居る。

地震は一時沈靜に向つたが五月二十一日(四月朔日)夕八時頃再び強震があつて萬雷の一時に落ちる如く響き、暫くして島原市外の東及南に叫び聲が聞えて、城門の番人は津浪の襲來を認め、三回續いた大浪のために最も繁華の部分が悉く洗ひ去られた。

神代でも七八時の間に海の方に引網の轆轤を廻はす如き音が聞えて、村民が海岸に出て見れば小山のやうな大浪が襲來するので、悉く高地に遁げたといふことで一人の死者をも出さなかつた



が、島原では津浪の退いた跡の光景は名状すべからざるもので、暗夜其の真相は知れなんだが翌朝に至つて前山の東南三分の一を成す天狗山が半崩れて直立の斷崖となつて、前山の全山塊の約六分の一即ち約半立方料の山塊が海中に迂り落ち、島原村今名及び安德村北名の兩村は全く岩屑に埋れて市外の南部の船着場は此等の物質のために河原の如き状態になつて、海に落ちた岩屑堆が二三百の小島を成した。駒田氏の所謂「流れ山」はこれである。

此の損害は島原領のみで死者一萬弱、流失家屋小屋五千餘棟に達し、西海岸西郷から大江まで七六軒海岸に擴がり尙ほ島原灣を隔てた天草に於ても死者三百餘、流失家屋小屋八百餘棟を數へ、九州本島の肥後領宇土・飽田・玉名三郡でも死者四千餘、流失家屋二千餘棟あつて人命の損失のみが一萬五千を算した。

此の津浪を起した山崩れの原因については、駒田<sup>(1)</sup>・佐藤<sup>(2)</sup>兩氏は火山の爆發作用と看做さんとしたが我々は大森博士と共に前に述べた兩回の地震によつて山崩れが起つたものと考へる。

此の後の噴火及び地震は八月一日(七月十五日)頃まで續き、翌年一月三十一日に神代では地震があつたといふ。

以上述べたので明かなる如く、温泉火山の活動と地震とは密接の關係があつて、之を火山<sup>(4)</sup>性地震の一種と見られ、殊に之に伴うた地割れ及び山崩れが火山を破壊する重大なる役割を演じたので、他の大火山の場合にも同じやうな手続きで火山の原形の破壊が行はれたのも推して知られるのである。

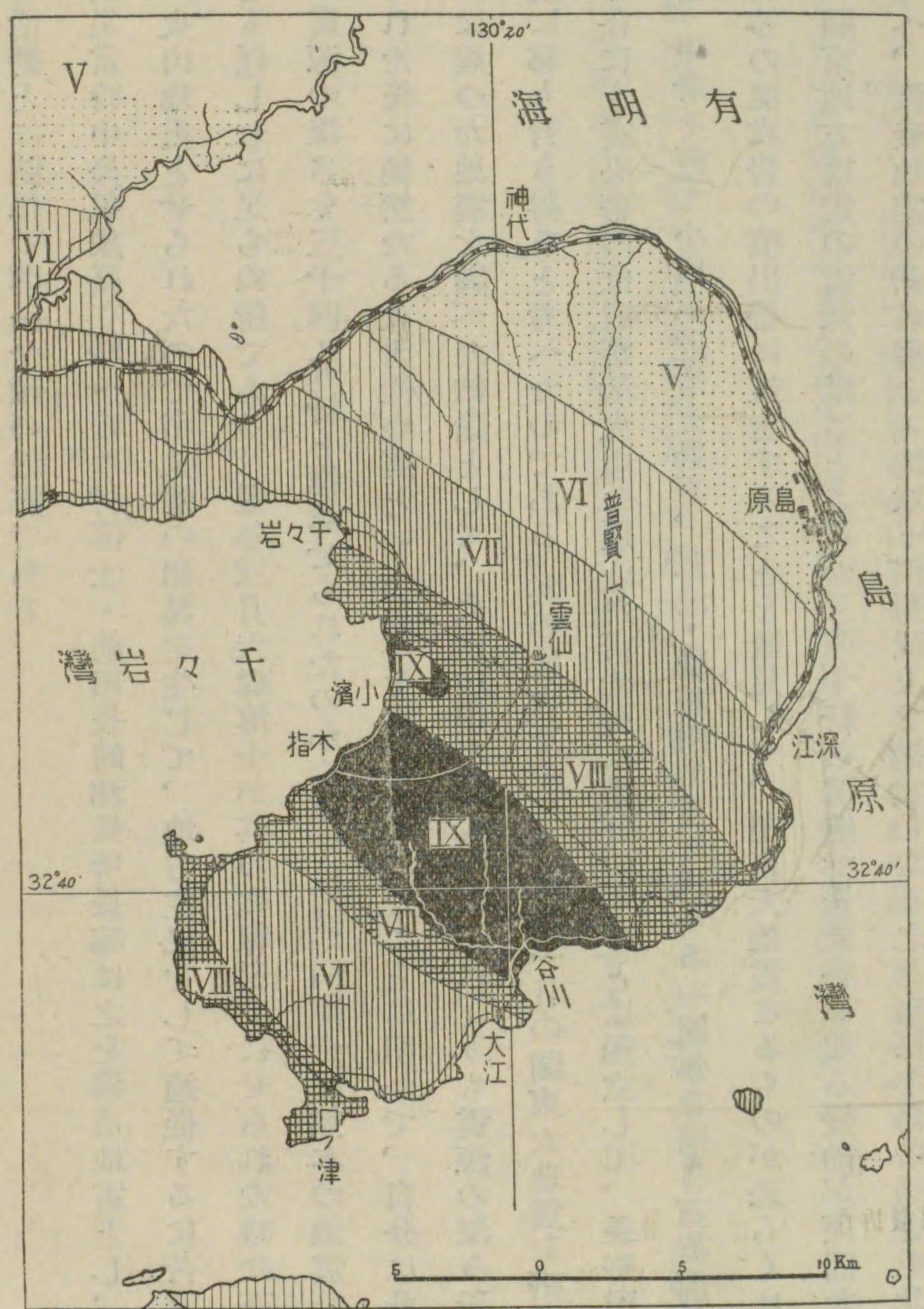
大正十一年十二月八日の地震は恰も百三十年を隔て、其の前明治四十二年に温泉岳の局部的地震で遊覽西洋人を驚かしたことがあつて、八月十六日の朝の強震に次で二十四時間内に十七回の地鳴を聞いたといひ、又た其の後に後藤理學士の長崎測候所長在職中に大正三・四年間に半島に震源を有する地震十六回を認めてゐた。而して最近の激震の際にも一ヶ月半前に十月二十三日一回、前日一回の前震があつた後に八日午後一時五十分主要地震が起つて、人體に感ずる大小の震動は十二年一月十三日まで百十回を數へ、微動は千七百九十八回を數へたのである。

著者の現場を踏査した所では最激震地は東南岸の須川・大江間、西岸の小濱・木指間即ち北西南東の一帶で此の他に北ノ村も局部的に強く、又別に西岸を廻つて南口ノ津の方まで海岸一帯に之に次ぐ強震の跡を認め、最激震帯の東北でも千々岩村から堂崎に引いた北西、南東の一線西南の部分全體は餘程強かつた。然れども個々の村落の損害状態を圖上に追跡すれば半島地質構造圖に示すが如く、北西・南東に竝走する數多の地震構造線に沿うて強く、而かも木指の近傍から谷川

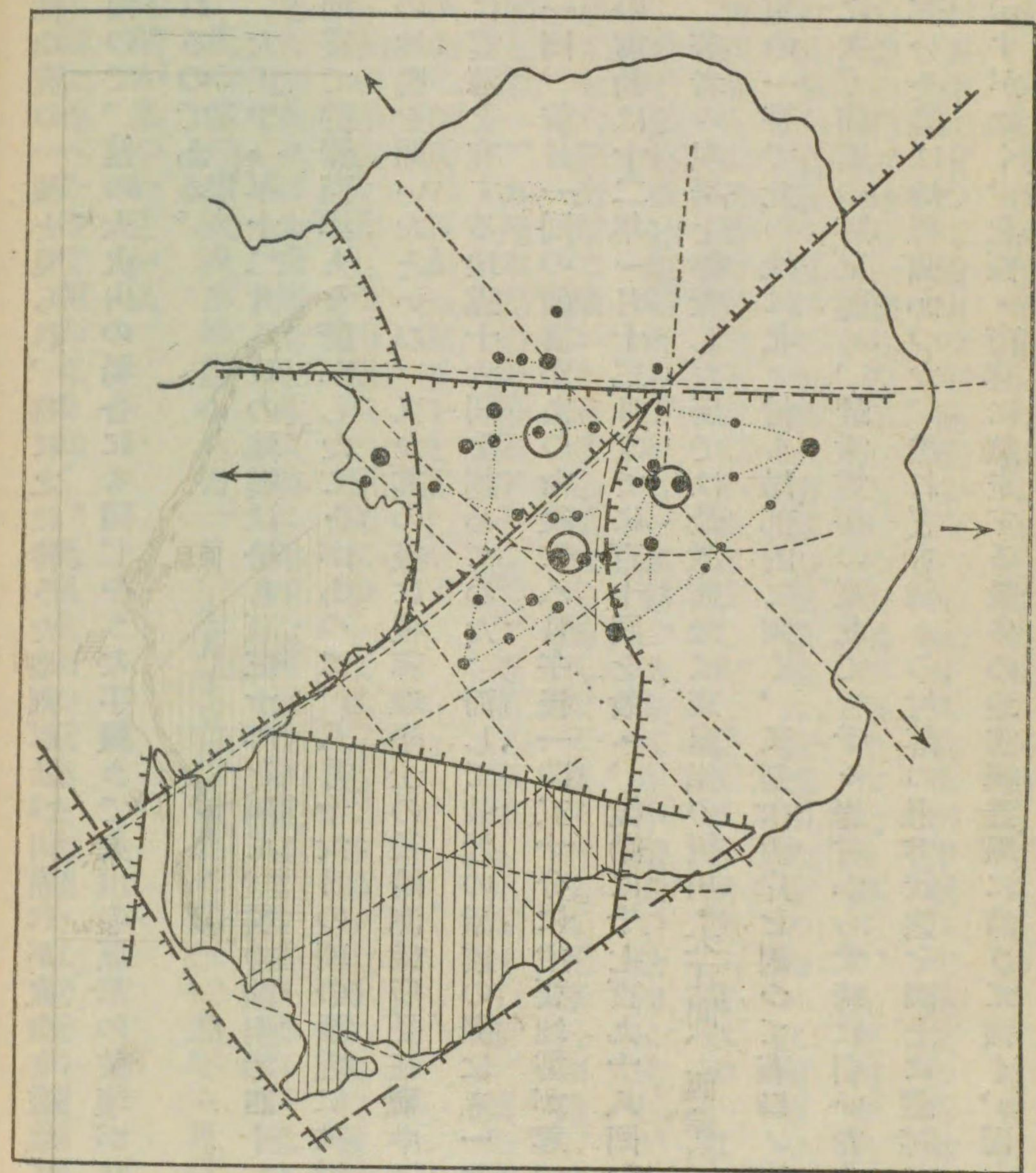
(1) 駒田亥久雄 (2) 佐藤傳藏 (3) 大森房吉 (4) Volcanic earthquake



角閃安山岩熔岩を流出した岩漿源と直接の関係がなくて、それよりも古い基性安山岩の地域に  
 温泉火山と島原半島の地震との関係  
 一一五



震激IX 震激稍Ⅷ 震強甚Ⅶ 震強Ⅵ 震強稍Ⅴ  
 圖布分度震震地島半原島南日八月二十年一十正大 圖三十二第



丘火立獨 ● 地心中動活岳泉温 ○ 塊地層紀三第  
 線裂拆性山火 ● 層斷小 層斷要主 向方の脈山火

圖造構質地島半原島 圖二十二第  
 震源があつて、表面に南に偏してら遙かに西山の中心かも共に活火の冬の地震は寛政二年つて考ふれく、之によを成した如央帯の中軸のが殆ど震に引いたも



偏して震源のあることが認められる。之によつて考ふれば今回の激震は温泉岳殊に普賢岳火口の活動とは關係の薄い一種の地震である。

震災當時中央氣象臺在職中の中村博士・前田長崎測候所長等は之を構造地震とし、大森博士が火山地震とせられたので稍見解の相異を生じて、地方住民をして適從するに苦ましめたことも怪しむに足らぬ所である。翌年三月大森博士が其の概報を公にせられた時に至つて、其の震源の深さを三十四・五籽と推算せられたのから察すれば、同博士は熊本の地震計記録を見られた後に純然たる火山性地震といふ見解を抛棄せられたことは明かで、自分は此の火山地方に起つた地震を調べた結論として、火山地震なるものがそれよりも震源の深き所謂構造地震に移り行き得ると考へたのである。其の後大正十二年九月一日の關東大地震を研究して、此場合にも震央帯の位置が活火山を頂いた富士火山帯其のものとは獨立して、長野附近から諏訪・甲府を経て小田原近傍を過ぎ、三浦・房總兩半島に達する一圓弧を描き石英閃綠岩・斑瀾岩等の深成岩の噴出帯に竝走することを發見して、關東大地震なるものが恐らくは大森博士の關東地方地震の震源の深さとされた三四十籽の深處で岩漿帯に起る變動が原因たるべきを考へ、深發地震の新名稱を「地球」創刊號上で提案した。之を島原半島の場合と比較する。

(1) 中村左衛門太郎 (2) 大森房吉 (3) Plutonic earthquake

に此の方も同じく淺間山・櫻島等の火山に伴うた七籽内外の淺い震源のものよりは非常に深くて、同じく古い表面活動の止んだ火山の下底に伏在する岩漿の變動が原因たるべきを信ずるのである。

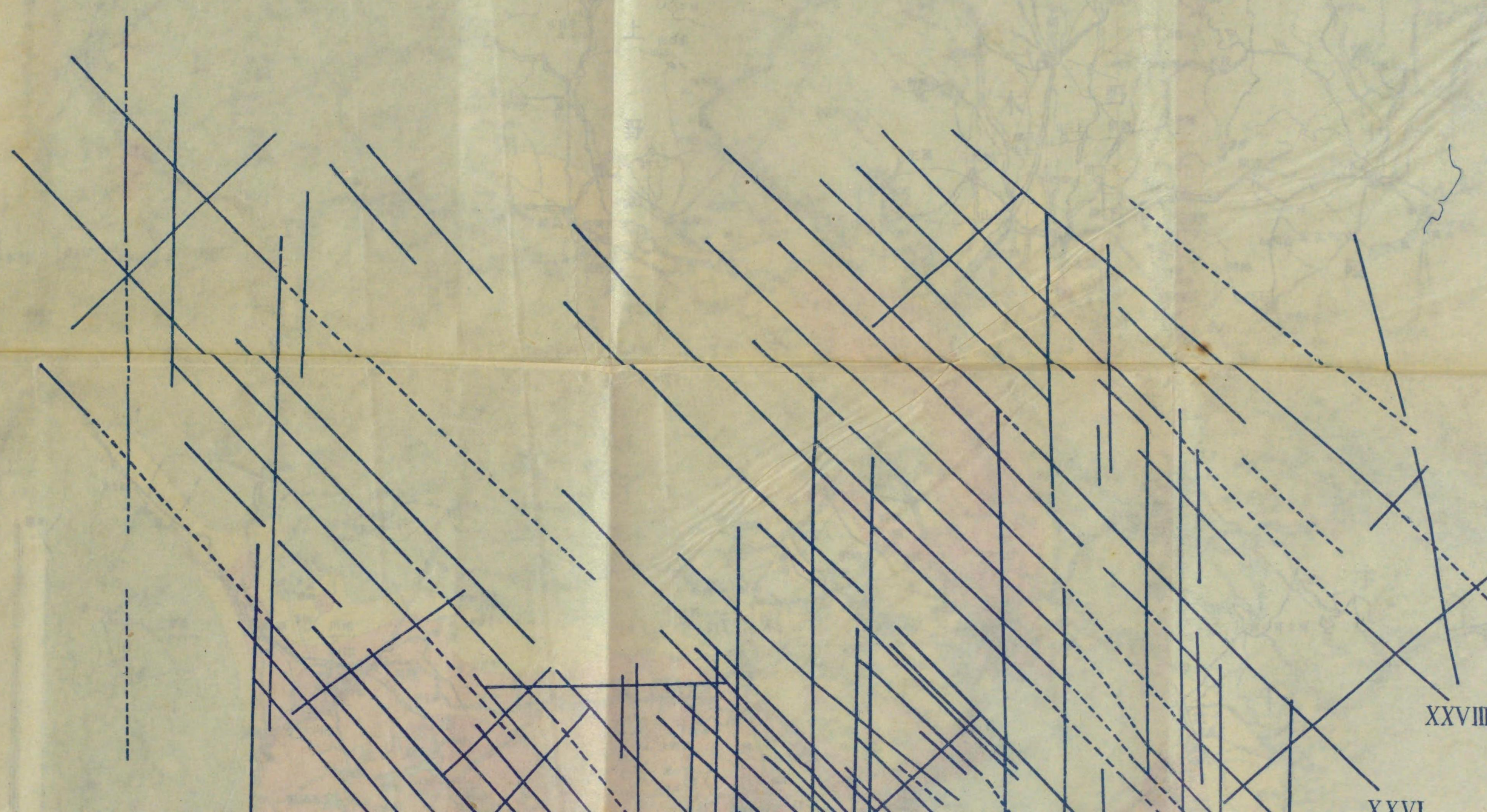
深發地震の本性と他の地質現象との關係を第二篇以下に於いて詳論せんとするに當り先づ此處に火山現象の一般と之に隨伴する地震の性質を述べて第一篇とする。





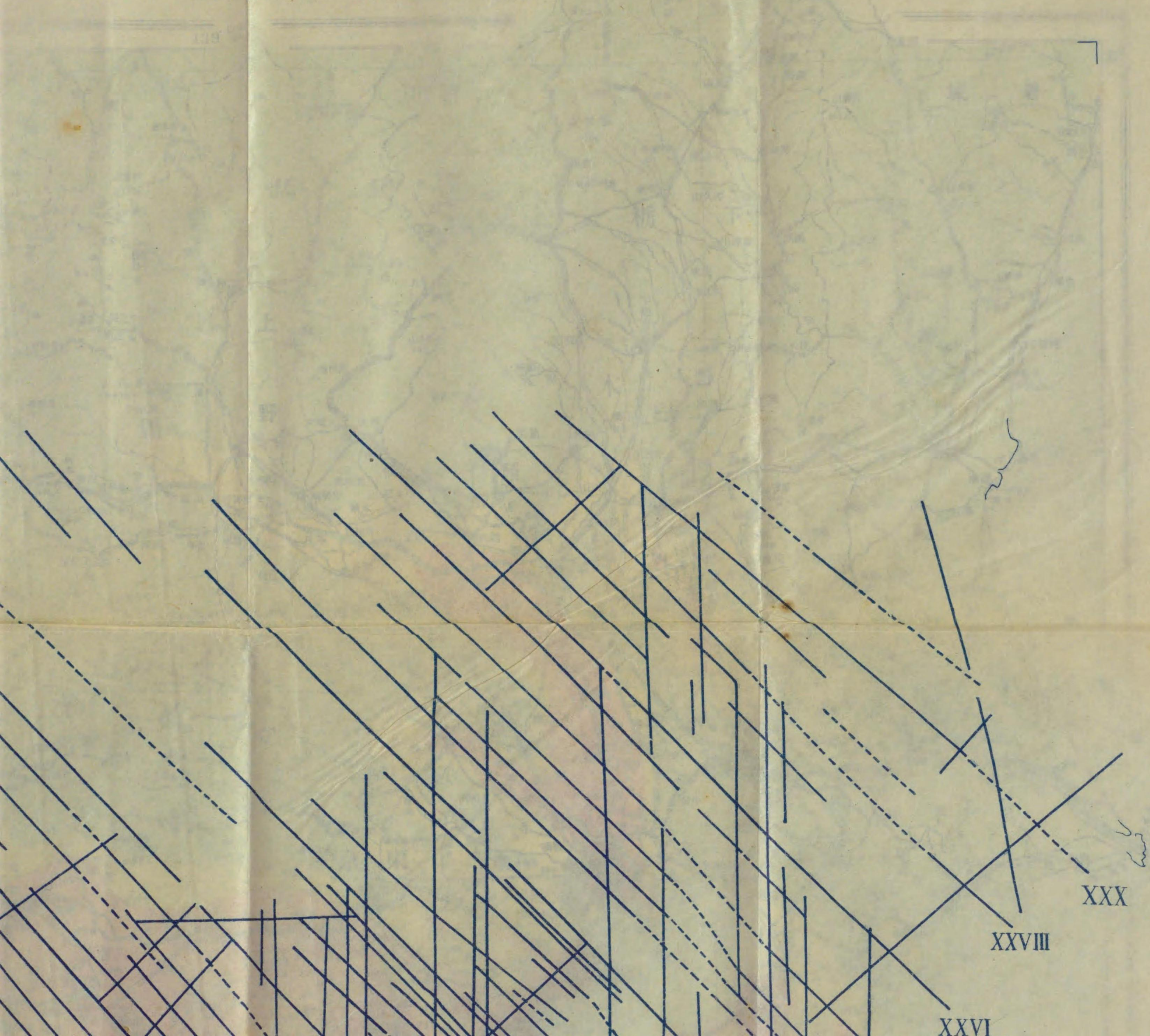


關東地方地震構造線





關東地方地震構造線

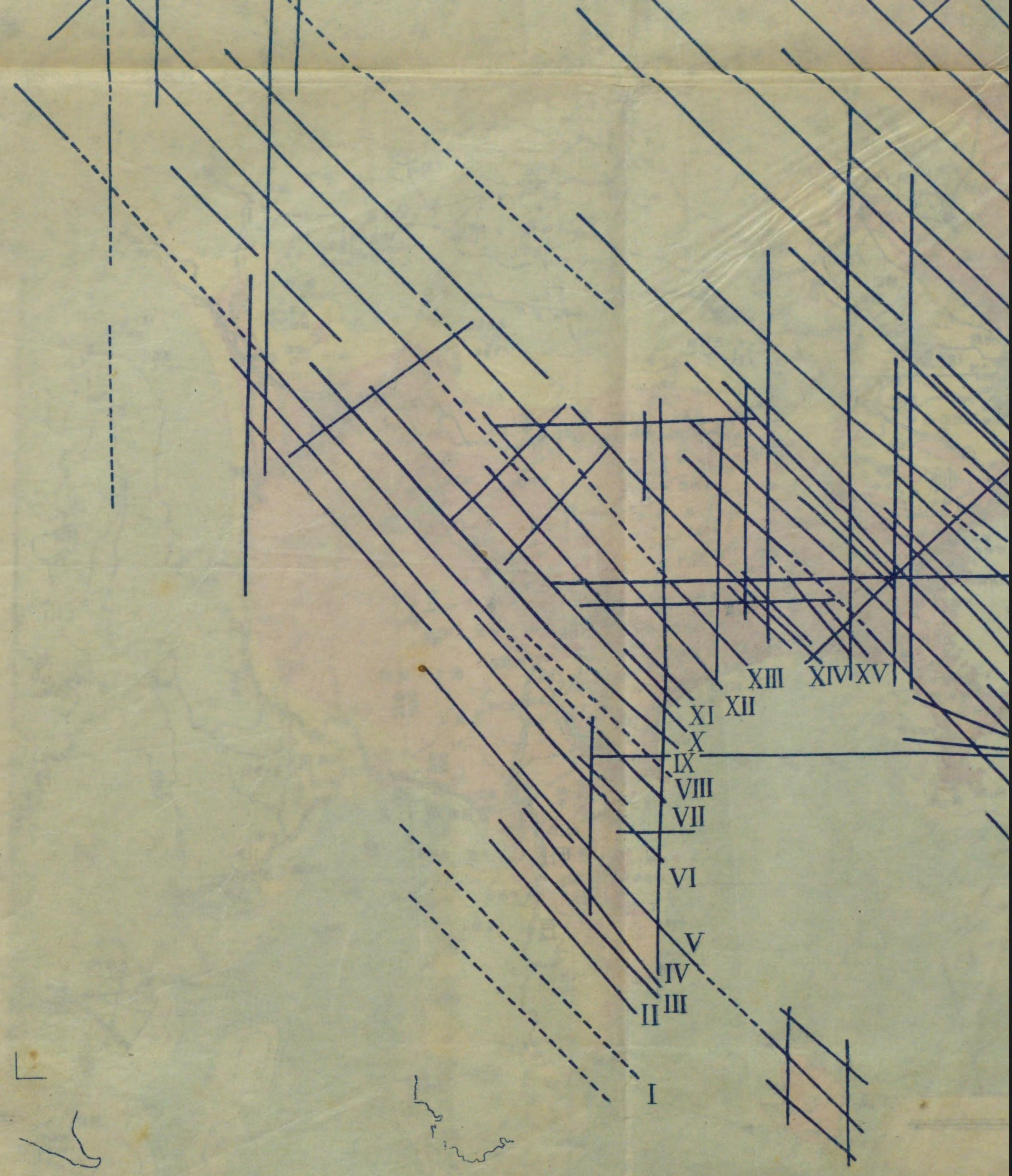




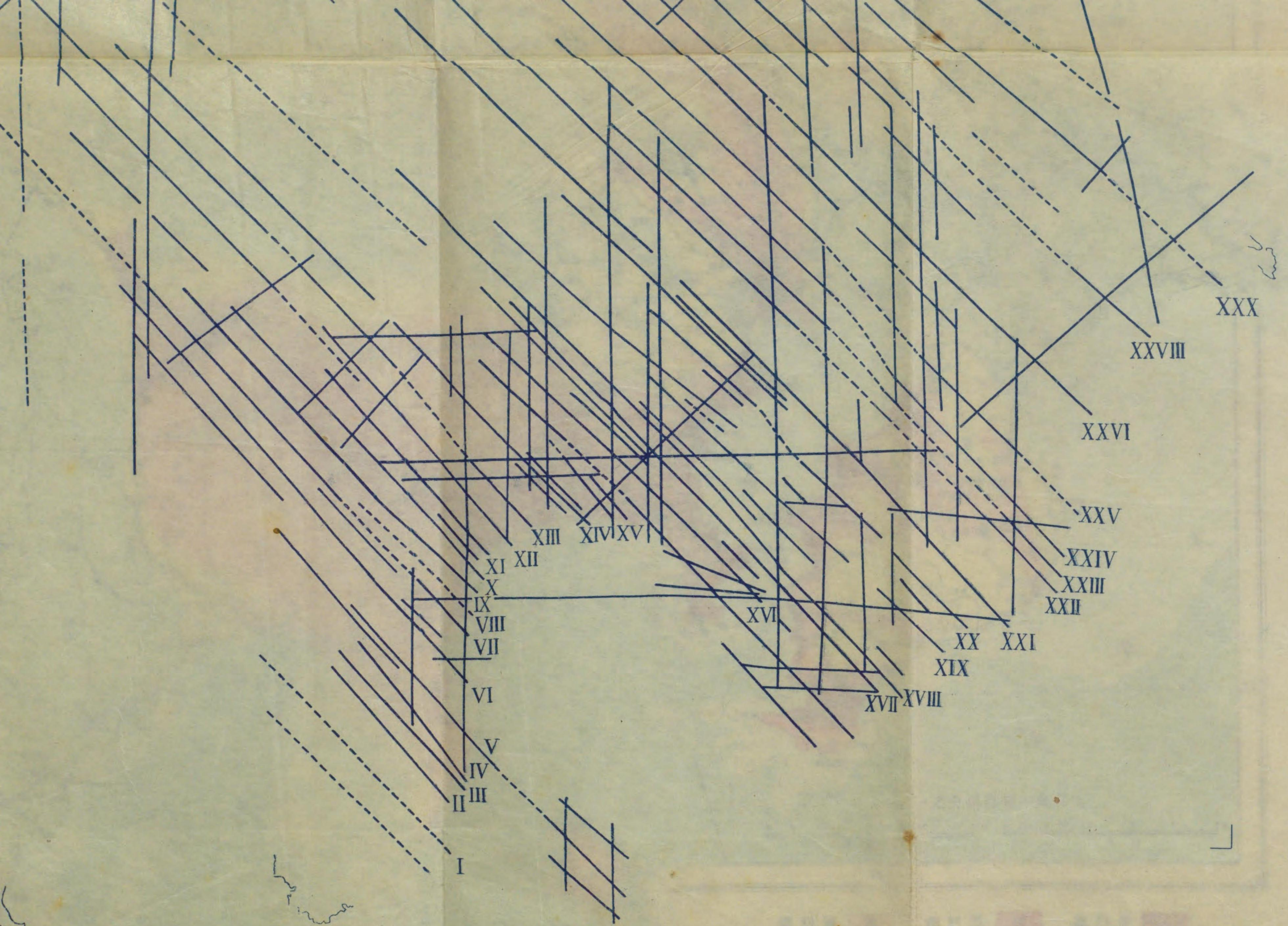
第二篇 關東地震の研究

第二章 關東地震の概況

第一章 關東地震の概要及びその地質的考察







線造構震地 ————



關東地方等震線





# 關東地方等震線





大正十二年九月一日の大地震の起つた場處は日本群島の中央部に當り、其の東西の走向から南

緒言

### 第一章 關東地方の地勢及び地質構造

## 第二篇 關東地震の研究

### 第一章 關東地震の概要

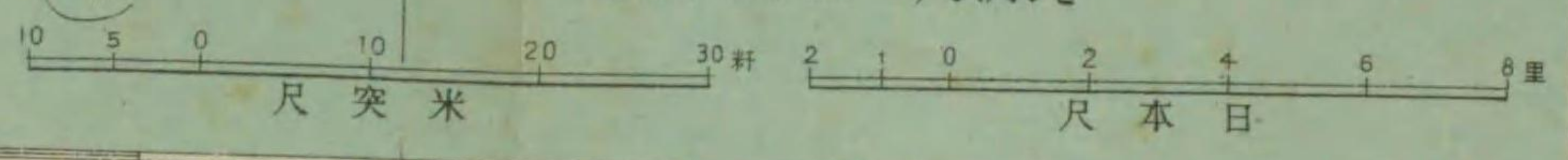
#### 第一節 關東地方の地勢及び地質構造







一之分萬百壹一尺例比



- |         |        |       |
|---------|--------|-------|
| 震烈強 III | 震烈激 IV | 震烈最 V |
| 震強 I    | 震烈 II  |       |



第二章 關東地震の研究

第一章 關東地方の地勢及び地質構造

第二篇 關東地震の研究

第一章 關東地方の地勢及び地質構造

緒言

大正十二年九月一日の大地震の起つた場處は日本群島の中央部に當り、其の東西の走向から南北の走向に彎曲し、地質の變動が種々の形で絶えず地表に發現する舞臺となつたのみならず、現在も常になりつゝある處である。戰略地理學者の同じ場處が屢戰血に濺がれる悲しむべき歴史上の運命を持つといつた語と同じ意味の特有の性質を持つてゐる。地勢及び地盤の構造に就き其變動の跡を考察すれば人類の歴史に記載された以前に起つた地變が地下の活動力の發現として更に遙かに大なる結果を地表に及ぼしたことが知れる。故に今回の大地震の自然科学的意義を理會するには此の考察から出發せねばならぬ。

我々が茲に今までの研究によつて知れたる所を概括して此問題を略述せんとするに當つて、先



づ斷つて置かねばならぬのは我々の有する資料が種々の點に大なる缺點があつて複雑な性質の地盤の地質關係に就いて未だ全く假定説として提出するに止り、決して斷定的の意見として發表すること能はぬ所が大部分であることである。

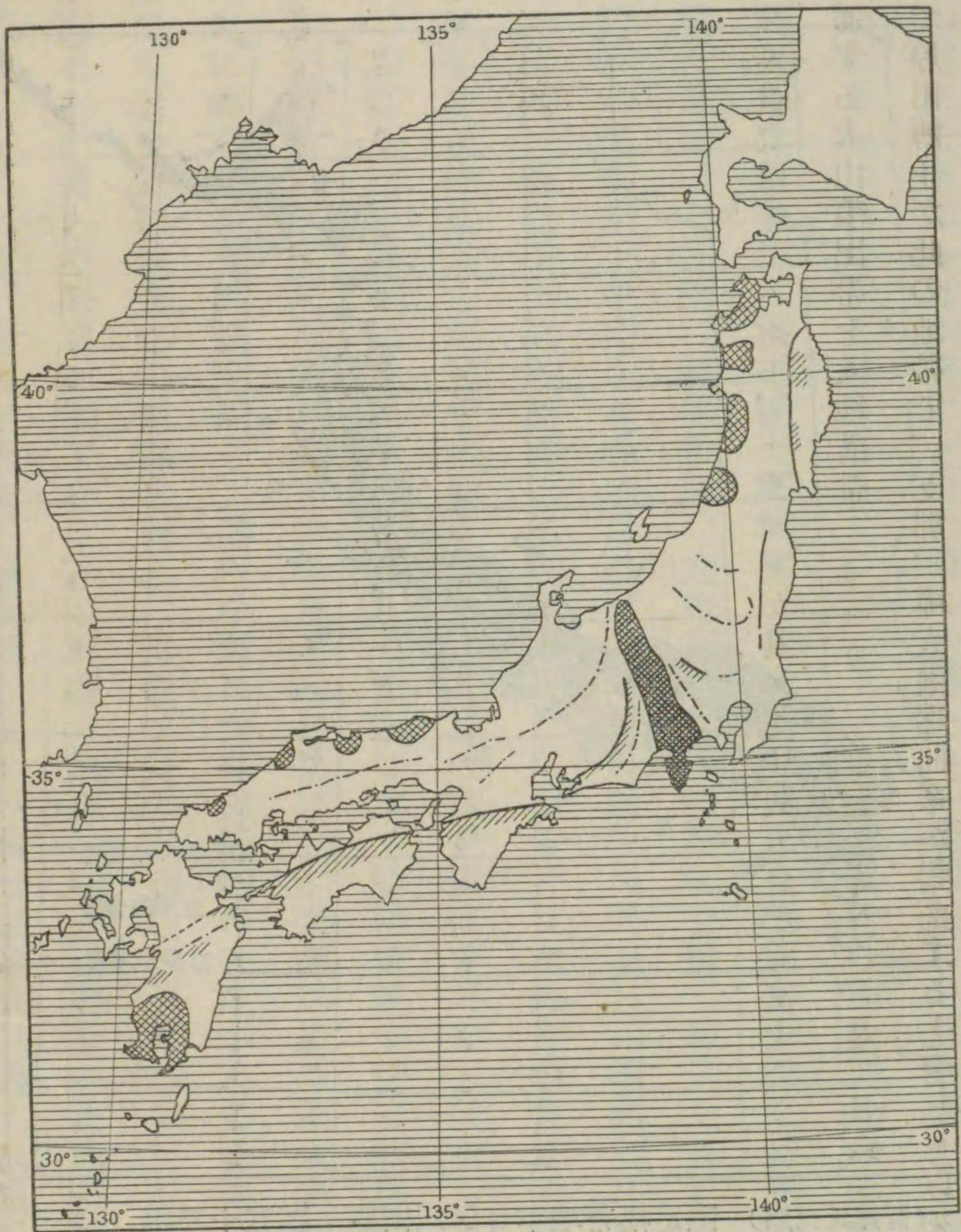
次に茲に述べる所は先輩及び同人の研究に就き意見の相異を詳記して自説と此等の説とを區別すること能はぬことが多い、それは主として永い間に讀んだ所及び互に意見を交換した際に聞いた所などが渾然と自分の考察推論の基礎となつてゐるので、之を一々區別し得ぬのに因るもので、誤解及び記憶の誤謬の責は全く自分にあることも讀者に於て豫め了知せられたい。

### 中央日本の地勢概観

日本群島はエトムンド、ナウマンが初めて伊豆大島から富士、八ヶ嶽、妙高等の諸火山を通ずる火山噴出帯を大地溝帯(フロッサ、マグナ)と呼び、是で日本を南北に二分し、次いで原田博士が此の地帯で、支那、樺太兩褶曲系が對曲すると唱へて以來、南日本北日本とに兩分することが地質と地勢とを聯絡して考察する定説となつた。然るに之と獨立に小

(1) E. Naumann (2) Fossa Magna (3) 原田豊吉 (4) 小藤文次郎

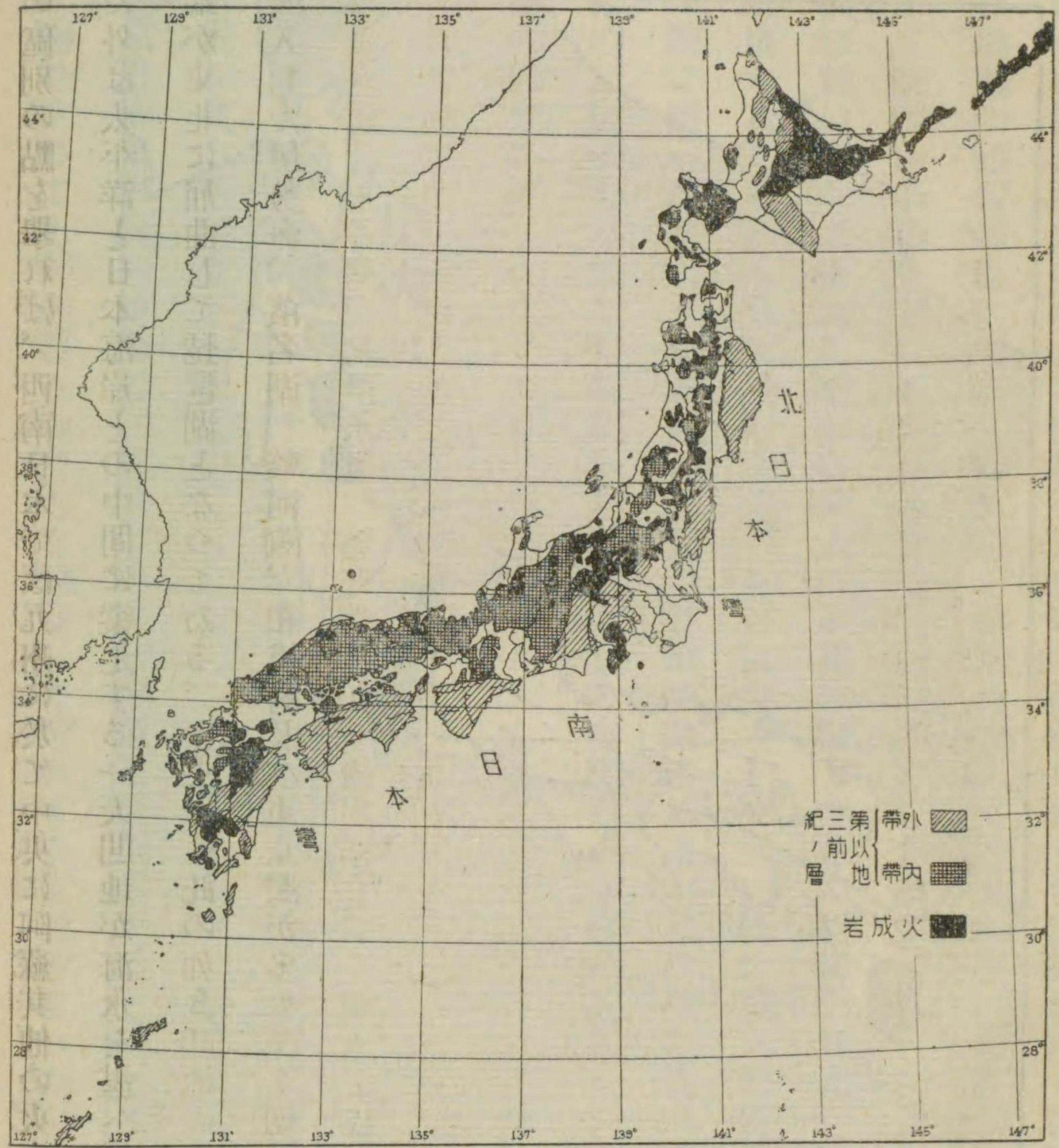
藤先生が濃尾大地震研究の論文を中央日本大地震の原因に就いてと題して發表せられて、兩氏の



第二十四圖 ナウマン氏の日本の地帯構造圖 (ナウマン氏原圖)

南日本の東半を中央日本と呼ばれた。地文人文兩方面から見れば我々は單に地質構造上の著しい一つの特性のみによつて兩分するよりも近畿以東即ち古代の鈴鹿不破兩關以東と以西とを區分して考へる方が適當であるから、近畿地





（圖原氏田原）圖造構帶地本日の氏田原 圖五十二第

一一二

方と土地と住民と題する小冊子（人文地理研究、昭和二年參照）に於て嘗て從來の兩分説に對して三分説を唱へた。

我々の三分説の根據は第一は水平節制、第二は垂直節制、第三は河流系で何れも西南、中央、東北の三部に於て顯著な相異を見るに在る。水平節制に於て著

しい區別の點を擧れば、西南日本では九州に於て中央に阿蘇其他の火山の噴出によつて充填せられた外は太平洋と日本海岸との中間に縱走する一大凹地が海水を湛へて瀬戸内海となり、其の東の端が東北に屈曲して琵琶湖となつてゐる。中央では此の如き凹地の連續を見ずして、太平洋から灣入した伊勢海、濱名湖、駿河灣、相模灣及び東京灣が多少深く切り込んで居る。西南日本では豊後水道、土佐灣、紀伊水道、熊野灘の如く楕圓弧を描く灣入を成し、突角は何れも南に尖つた鋭角に終るが、中央日本の南岸の灣入は此の如き規則正しい輪廓を有せずして、突角も亦た伊豆、三浦、房總三半島各特有の不規則を呈してゐる。日本海岸の方も中央日本には遠く突出して能登半島と佐渡島とが雙子の如く海中に丘阜の頭を露はす外に、敦賀、富山兩灣の深い切り込みが、二百米等深線下に存在するに反し、西南日本では幅百數十軒の陸棚が中國の大部分に互つてゐる。東北日本は又た全く此等の場合と趣を異にし、太平洋岸は阿武隈、北上兩高原の輪廓と共に東に向つて鈍き圓弧を描き、其の中間に金華山近傍の牡鹿半島の小突角を有するに止り、日本海岸も多少之に並走した曲線を成し、男鹿半島のみ同じく小突出として存在する。然れども地勢上東北と中央との限界を劃することは困難であるから、歴史上の政治區劃たる奥羽兩國を東北として、假りに勿來、白河、念珠三關を取ることが人文地理學上最も意義があらうと考へる。



垂直節制も亦水平節制に従ひ、中央に海を湛へた西南日本は二千米に達する高峯なきに反し、中央日本では所謂日本アルプス地方は三千米以上の高峯を有し、富士、御嶽、乗鞍の諸火も三千米を越え、東北日本にも鳥海、岩手の如き二千米以上の火山がある。平地の分布に於ても西南の瀬戸内海に沿ひ發達したのに反し、中央は兩洋海岸に沿ひ、東北に至つては南は太平洋岸、阿武隈河谷、會津平野の三列があつて、北に進めば、第一者は北上河谷に連り、第二者は最上、御物、能代の三河上流の平野として山間に二條の低平地を有してゐる。

河流系も各異つた發達をなし、西南日本では外側太平洋の河流は多く山嶽の走向に従ひ縦谷を作るも中國の河水は一定の方向を有するものなく、東北日本では平地と二條の山嶽に並走する縦谷に平地を作り、中央日本だけは全く兩者と趣を異にして、諏訪湖の近傍を中心として四方に放射狀に流出して木曾、天龍、富士、千曲の諸河を成してゐる。

此の如き地勢の顯著なる相異は日本群島の地質構造の然らしめたる所以を次に述べる。

### 古期層の堆積と地殼變動

日本群島の地質構造を概括すれば内外二帶の各水成岩と火成岩(主として花崗片麻岩)より成つ

た古期の褶曲山脈が其の骨格を構成してゐる。古期岩層とは第三紀以前の地質時代に屬するもので、其の褶曲して山嶽として崛起した後に、第三紀の岩層が周邊及び内部の凹部に堆積し、更に變動が起つて、現在の群島は此等の既成山嶽の箇々の山塊に分裂したものと周邊の第三紀層の褶曲したものとで出來てゐる。此等の地層の堆積と變動との進行中に現在の日本群島の附近では絶えず火山作用が活動したので、水成岩中には凝灰岩及び火山岩を夾層して厚く堆積したものが多く、又た第三紀褶曲作用の起つた後に更に數多の火山が噴出し、其の最も新らしいものだけが火山特有の形態を保存し、又た活動を續けてゐるのである。

第三紀以前の岩層の地質時代を區別するに當つて、ナウマン、原田兩氏共に片狀花崗岩を片麻岩として外國の始原片麻岩と同一とし、主として水成岩から變化した片狀のものを結晶片岩と呼び是も同じく古生代以前のものとし、同じ様な岩層で壓力變性の作用著しからざるものを秩父古生層下部とし、水成岩固有の岩質を保存するものを其の中上部とし、上部のみが古生後期の石炭紀以後のものとして考へて、今尙ほ日本地質圖は多く其の分類に従つて塗色されてゐる。然し此の分類は標準化石に乏しい爲めに全く岩質と層帶の排列とのみに基いて層序を定めたのである。

我々が秩父、阿武隈、赤石、紀伊、四國の所謂始原片麻岩、結晶片岩と古生層との關係を観察



した所によれば、片麻岩と此等の水成岩との間に何處にも被覆關係なく、片麻岩の外側境界は斷層（恐らくは衝上斷層）による機械的接觸を認め、其の内側は花崗岩に遷移して古生層に接觸變性を與へてゐることが普通である。又水成岩が疑なく片麻岩の上を被覆し、北上高原の南部を除いては其の礫を最下層に含む岩層は中生代珠羅層以後に限られて居るから、日本の片麻岩なるものはアルプス褶曲系に現はるゝ中央花崗岩と同じく、褶曲の時に水成岩と共に崛起した噴出岩で、大抵古生層より後のものであることは疑ふ餘地がない（第三圖參照）。

結晶片岩及び秩父上、中、下部層なるものも亦た層序の上下關係を有するものでなく、中央片麻岩に近い地帯に基性火山岩の噴出が盛んで、其に續いた外側に石灰岩が發達して漸く深海成の岩相に遷移する諸帶を代表するに過ぎぬと想はれる。此の關係の小規模でよく見えるのは阿武隈高原南端の高鈴山附近で、此處では角閃片麻岩と綠色片岩（基性熔岩及び凝灰岩の壓力の變性を受けたるもの）が山軸を成し、太平洋に近づくに従ひ石灰岩其他普通の水成岩床が厚く發達する傾向を示し、火山活動の中心から外側に岩相の變化頗る明瞭である。此の石灰岩中に石炭二疊紀間の化石たる珊瑚類が含まれ、其の火山噴出物と累層を成す關係は御坂山脈の有孔蟲石灰岩や小笠原島のものと趣を同じくしてゐる。四國中央の古生層と結晶片岩の場合も之に類似し多分三四の古生

代火山活動の中心に近く結晶片岩が發達し、是から太平洋までの間に近海及び遠洋の堆積層（古生）が出来たものと想はれる。

此等岩層の岩質上の相異は主として厚い堆積層の發達に伴ふに地殼均衡作用（1）により、地下深處に沈降したので、靜壓の爲めに再結晶作用が行はれた結果と考へて説明し得られる。

之を要するに日本褶曲系の古期岩層は東亞大陸邊緣に石炭紀以後に出来た地向斜に沿ふて堆積作用が行はれ、之に伴ふ火山活動があつて内側から外側へ向つて岩相の異つたものに發達し、壓力變性が其の中軸部に著しいので、其の各岩相帶の間に岩質の相異を生じ、外觀から推定すれば時代の新古の如く考へられたとしてよい。

次に古期岩層の褶曲と崛起の手續を考ふるに、石炭二疊紀間の造陸運動が緩漫に地向斜の地域に進行した後に、恐らくは二疊紀末より三疊紀に入る頃、此の大陸邊緣の地向斜地域に横臥褶曲を生じたる變動が起つて今の日本海窪の前行者が沈降して、水成岩層の下部を占むる岩漿帶物質の移動を促し、褶曲作用が起つて之に伴ひ花崗岩質岩漿の搾出迸發をも見たものと思はれる。其の片麻岩となつたのは深處に於て高壓の行はれた爲めで、花崗岩として迸發したのは之より浅い地下の岩層間に達し、壓力が小さく周邊岩層と溫度が著しく異つた爲

(1) Isostatic adjustment







したものと思はれるが、未だ所謂三倉御坂層等の層序の研究が不十分なる爲めに之を確知し能はぬのは遺憾である。

今我々の古期山塊の褶曲構造を仔細に検討するに當つて發見する沓覆構造たふかく即ち衝上斷層の反覆する構造の出來た時期を考ふるに、茲に述べた白堊紀層の内海帶及び外洋帶の堆積した後、即ち北米洲地質學者の認めたララミイ革命期(1)と略ぼ同時に一大變動が起つたものと考へられる。

以上述べた所で日本群島の骨格を成す岩層の帶狀を成した發達と第三紀前の變動の跡を一瞥したから、次に其の分裂して箇々の山塊となつた手續を一考する。

### 主要山塊の成生

**拆裂線** 日本群島を構成する褶曲帶が箇々の山塊に分裂した現形を観るに、西南日本にては内外の兩帶互に對立し、中央日本に至つても尙ほ赤石、關東兩山塊と飛驒高原、越後山脈と對峙し、東北日本に至り初めて全く此の特性を失ひ、内帶に屬する阿武隈、北上兩高原が直に太平洋岸に迫り、外帶山塊の續きは蝦夷山系の南端襟裳崎と銚子半島の間の洋底に没し

(1) Laramie Revolution

てゐることは我々の嘗て之を論じた所である。此の大變動の起つた時代と手續とは日本群島の地質構造を考察するに當り最も重要な問題であると同時に、今回の大地震に見舞はれた地方の地盤を理會する關鍵である。

中央日本の東端關東平野の太平洋岸に界する處に此の如き一大斷絶が存在する事實を尙地勢上より一言せんに、日本群島基盤の幅を能登半島の北の二百米等深線から飛驒高原と赤石山脈とを斜斷して遠江の南端御前崎までの約四百軒の距離で示し得るものとせば、佐渡島から阿武隈高原を横ぎつて引いた線上では約百二十軒、男鹿半島から北上高原を横ぎつて引いた線上では二百軒だけ太平洋底に没したことになり、又た四國紀伊兩山嶽の幅に等しい部分が洋底に在つたとせば初めて北海道から關東平野に至る間の聯絡した基盤を考へ得るのである。故に我々が岩層の特色から以前に推論した所は地勢上から觀ても當然らしい。

然らば此の基盤の陥没は如何にして起つたか。古期地向斜の岩層が初めて褶曲崛起すると同時に起つた垂直の變位によつて一時に出來たものと爲し得ないことは、遙かに後れて白堊紀内海帶が出來て更に褶曲するまで連綿と全褶曲系に著しい斷絶がなかつたので推知される。寧ろ中央日本の全體に通じて沓覆構造を生じたと同時に起つたものとし、白堊紀から第

(1) 小川琢治 日本群島地質構造論地學雜誌第十一年乃至第十四年



三紀に入る間に西南日本の外側地向斜の發達しつゝあつた時に起つたとするのが妥當に近い。

其の進行を推測するに敦賀灣から伊勢灣に引いた線で示す中央日本西半の西邊に沿ふた横斷峽裂線と、之と略ぼ並走して絲魚川から富士川河口に引いた峽裂線との二つが地貌上構造上共に著しい斷絶であつて、之と或は並行し或は斜交し或は直交する數多の峽裂線が之と同時に出來て、西邊では第三紀古層が伊勢灣其の他の陷沒凹地に既に堆積し、東邊にも今の赤石山脈東邊の支脈、天守、御坂等を成した第三紀中新世前後の堆積を見た。此の峽裂線と同時か又は少し後れてかは確かでないが、褶曲系の地盤全體に西から働いた壓力が加はつて各の山塊の東端の蹶起した地壘の形狀を起し、同時に内帯は濃尾平野の西北隅に於て、外帯は富士の近傍に於て凹屈即ち逆屈して今見る排列の山塊と成つたのである。

此の山塊外邊の變動を誘導した北々西、南々東の走向の主要峽裂線と並行して尙ほ數多の峽裂線のあるべきは明治二十四年濃尾大地震に出現した根尾谷斷層の場合から推知せられる。

關東では大部分第三紀以後の堆積層に被覆せられた平野を成す爲め、峽裂線の明瞭な痕跡を地貌上に認むることが出來ぬが、或は佐渡島の東端から房總半島の東岸に南々東に引いた線の邊に之を求むべきかと想はれる。此の線は恐らくは是よりも更に新らしい南北に近い峽裂線が發達し

て、前者よりも重要な構造上の意義を有するものとなつたので、前二者の如く地貌上に明瞭に残在せぬのであらう。

更に北方に於て男鹿半島の西邊から阿武隈川河口の南に向ひ南々東に引く一線も亦た或は古期山塊の斷絶を示すものと看做され得るかも知れぬが、是は第三の線よりも更に痕跡と認むる事實に乏しく、僅かに男鹿半島の近海の百米等深線の趨向に著しく現はれたのと阿武隈高原の東北部の地勢とより揣摩し得るのみである。

今述べた北々西南々東の著しい峽裂線の外に子午線に近い走向を有するものが認められて、箇箇の山塊と其間の陷沒地との地勢上の相異は其の發達に左右された形跡は頗る明瞭である。

中央日本の西半では天龍、安倍、富士の諸河谷が赤石楔狀山塊の東西兩邊の境界線に一致し若くは並走するのが顯著なるのみならず、富士川の線を正北に延長した千曲川は關東山塊の西端を直截してゐる。又た此の山塊の東邊も相模川河口から正北に引いた線で終るのみならず、此の線を北に延長すれば略ぼ足尾山塊の西邊に沿ひ阿賀川支谷只見川に通じ、更に北に延長すれば幹流の河口に達するものである。

眸を足尾山塊以東に轉じて關東平野北界の地勢を観るに、此の山塊の東邊に沿ひ北微東に引い



た一線は喜怒川上流に沿ひ山王峠を越えて遠く會津舊湖窪の西界となり、此の線と筑波山の西麓から那賀川に沿うて引いた一線との間に南から遠く白河故關に通ずる凹地があつて、其西半分の北部に高原火山や鹽原の北の三留賀の火山岩噴出地があるのみで、全體として陥没して生じた地溝平地の形相を具備してゐる。更に其の東には筑波、八溝の南北に連つた地壘の東に水戸、棚倉、郡山を連ねた一線の狭長な久慈、阿武隈兩河の地溝谷があつて、此等の古期水成岩の山塊と危然たる所謂片麻岩塊の阿武隈高原との間に鴻溝を劃してゐる。

此等の最後の三つの子午坼裂線は何れも關東平野を横斷して南方の洋岸に達してゐることを確かめる途はないが、恐らくは其の最も西なる喜怒川線が幸手岩槻の邊を経て東京灣に達し、或は浦賀水道まで延びて居るかも知れぬ。又た那賀川線は或は安房の東北岸清澄山下の四百米等深線の切り込んだ邊に延ばし得べく、久慈阿武隈川線も房總半島の東邊大東崎の海中に延ばし得べきかと想はれる。

第三の坼裂線は殆ど北西南東の走向を有するもので赤石山塊の周邊では其の北端を斜截する釜無川線は最も著しく、又た之と略ぼ並走して其の南邊の外に在る御前崎から三河國設樂盆地の鳳來寺山の北へ引いた線も恐らくは第三紀層の堆積前に既に出來てゐたと想はれる。

關東山塊では、此の走向の坼裂線は地層褶曲の走向と略ぼ一致し、其の東北邊縁に沿ふた結晶片岩邱陵の境界線と足尾山塊の西南邊縁の古生層境界線とが略ぼ西北に走り、其の間に利根川及び支流の幅廣い地溝平地を夾み、關東平野から西北への通路を開いてゐる。此等の線の如く明瞭ではないが江ノ島から厚木附近を経て上野原から山塊の内部の丹波山に入り、甲武信山の峯南を掠めて千曲川の支谷相木川に出で、上田から千曲川に沿うて西北に引いた一線も或は一の坼裂線に略ぼ一致してゐるかも知れぬ。

此の他に第三者と直交する北東南西の走向に近い坼裂線も局部的に發達するものゝ如く、甲府盆地の南邊の笛吹川、足尾山塊西北邊の渡良瀬川上流等は其の著しいものである。

子午坼裂線に直交する第五のものが關東山塊の東西兩邊、房總半島南部等にあるかも知れぬが、第三紀後の褶曲層の走向と一致するので十分明瞭でない。

之を約言すれば中央日本の東半を占むる關東地方は此の如く數多の坼裂線の交叉する爲めに、西半で外帶の赤石山塊が内帶の逆屈した外邊を北に彎曲する處に濃尾平野及び伊勢灣外の陥没地區が出來たと同じ地勢上の特色を一層大規模に繰返し、外帶の逆屈した處から其東の大きな弓形に彎曲した部分に於て一層大規模の陥没が起つて居る譯で、關東地方が第三紀以後の地下活動力



の舞臺となる運命の由て来る所の遠いのは是によつて理會される。

### 變動の性質と時期

坳裂線によつて部分的陥没を起した變動の性質と時期を考ふるに、白聖紀の日本群島は太平洋岸の外邊と内海帶との海面上に崛起した隆起帶を成し、其西北の今日本海に蔽はれた處は大部分朝鮮及び東北支那に互つた臺地となつて之に連続したのである。此の内側の地域はジッ<sup>(1)</sup>スの所謂アンガラ<sup>(2)</sup>陸地の東南邊縁で、中生代の初期三疊紀から珠羅紀に互るまで陸地であつたことは植物化石を含み越前、加賀、越中等の處々に露はれた手取層があるので明かで、之に反して中生代の海成層が殆ど全く發見せられぬのも其の旁證である。其が古い臺地であることは手取層が白山、有峯等の片麻岩及び古生層山嶽を削平した上に堆積し、其の基底に基底岩礫を持つので明かで、今の飛驒高原の地貌の由來も是によつて推知せられる。

此の陸地が東亞大陸の邊縁に廣い地域を占めたもの、一部分たることは北支那から朝鮮に及ぶまで二疊紀以後の海成層を缺く事實から明瞭で、近頃ロジンスキ<sup>(3)</sup>の高調した褶曲帶内面の隆起作用が日本群島の場合にも行はれたものと考へられる。但し臺地の内側にも局部的に三疊紀の海があつたことはウスリ地區に三疊紀前半に屬する化石が發見せられるので明か

(1) E. Suess (2) Angaraland (3) V. Lozinsky

であるが、是は恐らくは東北のシベリア地域の南端を成すもので滿洲の東で深く灣入した古三疊紀の海岸を占めてゐるのであらう。

中生代から第三紀に遷る頃に此の中生代臺地の地盤に一大變動が起つて、今朝鮮半島東岸の永興灣から南に見る所の北北東、南南西に走る坳裂線が生じ、其東北に咸北海岸に見る所の之と直角に走るものも生じ、凹没して今の日本海窪が出来たものと想はれる。此の變動が臺地の邊縁たる今の日本群島の方にも波及し來つたと覺ぼしく、九州、四國、中國、丹波、紀伊等の諸山地を分裂し、更に東では中央日本に前に述べた如き北北西、南南東の坳裂線を生じ、廣大なる臺地の沈降に伴ひ南東に向つた水平壓力も生じて褶曲帶を逆屈し、且つ箇々の地塊を或は隆起し陥没せしめるに至つたことも此の想定によつて理解される。此の沈降作用はマイエル<sup>(1)</sup>及びブロジンスキ<sup>(2)</sup>の隆起後に起るとした所謂反動事變と看做すよりも遙かに重大なもので、現在の群島の輪廓を造つたのみならず、又た今尙ほ全く癒合せぬ所の深い創を地殻に生じたのである。

此の大變動を起した日本海窪成生の歴史は日本群島の現形を成すに最も重要な意義を有するのみならず、其名残りの活動は日本海に沿ふた火山帶の第三紀以後の噴火に認められ、

(1) Hans Meyer (2) Rückgreifende Episode



又た朝鮮の東岸處々に起つた火山岩の噴出にも認められる。有史以來現今まで時々此の海岸地方を脅かす地震と津浪も亦た其の活動の一端で、浦鹽近海から琵琶湖附近に互る一帯に震源を有する地震の頻發する事實が、志田博士の研究で明かとなつたことに徴するも此の變動の餘威の今尚ほ繼續するのを察し得る。

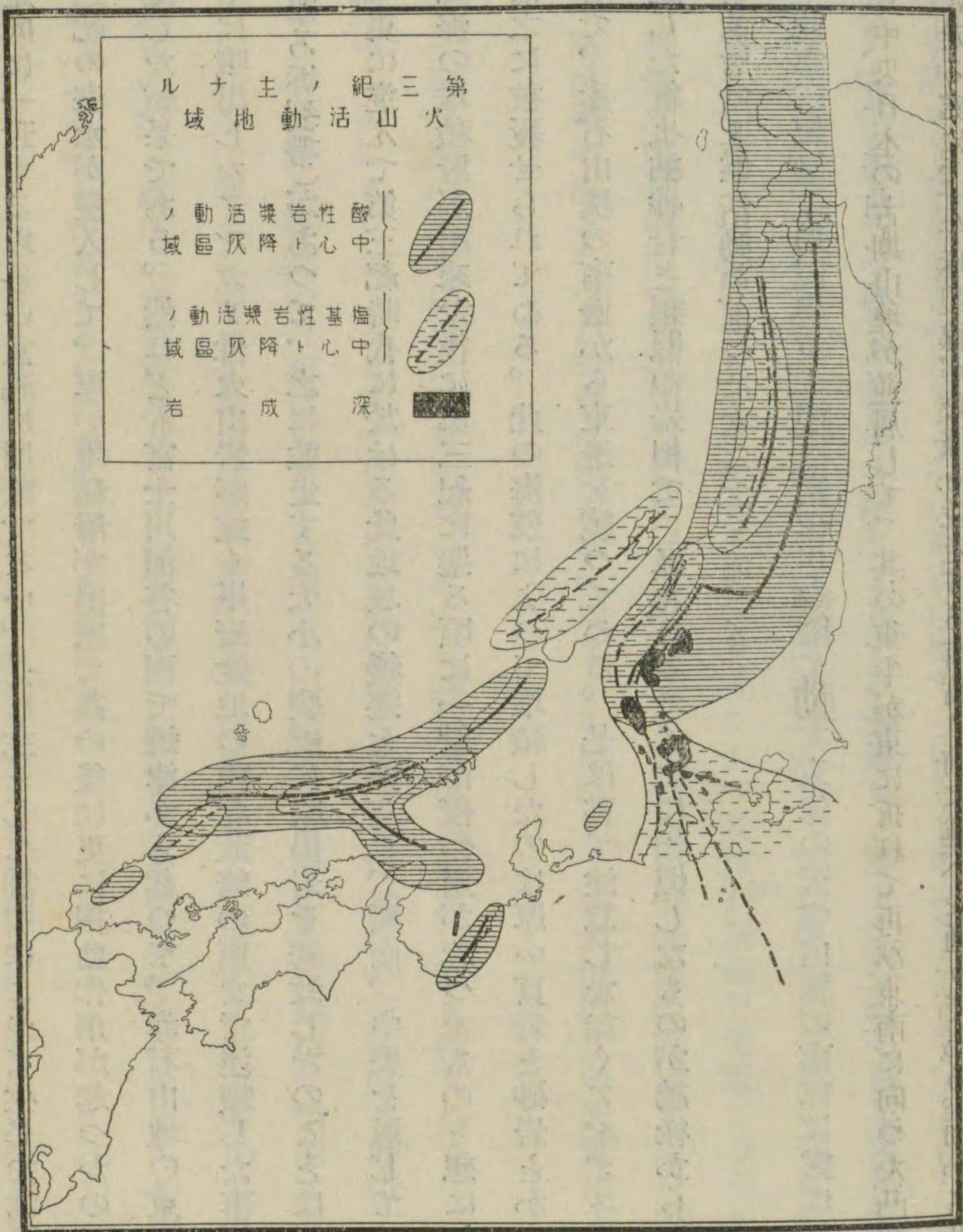
中央日本は此の變動によつて原構造に一大變化が起つて、東西兩半の間に今の駿河相模兩灣の海溝から能佐海溝に通ずる一大鴻溝を造つたのである。

然れども前に述べた子午坼裂線なるものが出来て、更に東半以北の所謂北日本の現形を確定したのである。此の坼裂も同時に起つたか、或は稍後れて第二の大變動が第三紀の初期に起つて北北西の坼裂線と斜交したかを斷言し得ないが、兎に角此の兩坼裂線が出来て、逆屈の内側即ち北側に千曲犀兩河間の陥沒地區を生じ、又た東に關東平野の陥沒地域を生じたのである。其の活動の進行は次に之を述べる。

### 第三紀の變動

中央日本の古期山塊が逆屈して、其の東半が東に折れて再び東南に向つた凸彎を描いて北に走る處に、子午坼裂線が幾條も並走する事實は前に述べた通りである。而かも此の構造上重

田順



第三紀の變動

第二十七圖

要なる坼裂線は古期山塊を截斷するので著しく目につくが、其の續きを第三紀層の方へ辿れば千曲川線から富士川線に延長した場合に見るが如く、褶曲の



走向に一致する以外の意義は明瞭でない。是は主として坼裂によつて生じた沈降地塊の部分に第三紀の海水が浸入して、厚い堆積層が出来て其の後に更に褶曲作用が起つたので、古い癒痕を被覆した結果である。然れども富士川河谷の西で焼津から起つて、赤石山塊の東麓に沿ひ第三紀層中に噴出したアルカリ性火山岩が遠く甲府盆地の西北葦崎の西まで連続した事實は此處に坼裂線（寧ろ坼裂帯）があつて、之に並走する大小の裂隙に噴出岩を誘致したことは明かである。

更に進んで第三紀時代に於ける此地域の變遷を観るに、西南、中央を通じて外側の邊縁は白堊紀海の堆積層が出来た後に第三紀に遷る頃に一般海侵作用が起つたものと思はれ、大抵白堊紀層は之に被覆せられてゐる。此の海侵によつて堆積したのは厚い頁岩と砂岩とから成つた所謂御倉層で、赤石山塊の南邊から東邊を繞つてゐる。是は嘗て注意した如くアルプス褶曲系の外側に發達した維也納砂岩と類似の岩相で、又た日本では之に類似したものが越後から奥羽地方に延びた石油層の下盤に來る。

此第三紀層に類似するものは富士川を隔て、其東岸の天守山脈の南部に露はれてゐるが、北に進み、東に彎曲して御坂山脈に近づくに従ひ、凝灰質となり、其下層に輝綠岩現はれ、大部分基性火山岩と集塊岩稜巒岩とから成つたものとなり、御坂層として區別されるのである。御坂山脈と

桂川を隔て、其東南に崛起するのは道志山塊で、同じく御坂層から成つて東西に走り相模に入り何れも千米乃至千五百米の高度を有する連嶺で、富士山の西北東三面を環つた馬蹄形を描いてゐる。此岩層は此の如く火山噴出物が多く、又た凝灰岩と共に有孔蟲の一種<sup>(1)</sup>オ<sup>(1)</sup>ルビトイデス（亞屬<sup>(2)</sup>レヒドシクリナ・フェルベキ<sup>(3)</sup>）及び石灰藻を埋藏する石灰岩が露はれ、基性火山岩の海中噴出で生じた一種の岩相を代表し、中新世の前半を降らぬもので、此の陥没帯の海となつた時代は第三紀後期よりも早いことが矢部博士の研究によつて知れた。

第三紀前期の海水は又た關東山塊の北から關東平野に廣がつたもの、如く、上野國北甘樂郡中小阪にもレビドシクリナを含む石灰岩がある。又た御坂の南に出る海獸（鯨の一種）は北方信濃國小縣郡の方面にも産するので、同一の海成層が北に延びて信越に連れることも察せられる。確かな第三紀初期（始新漸新兩世）に屬すべき岩層は常磐地方の外には知れては居らぬが、或は三倉御坂及び富士四近の第三紀層も今まで認められたよりも古く、第三紀前期の全體を代表するものであるかも知れぬ。

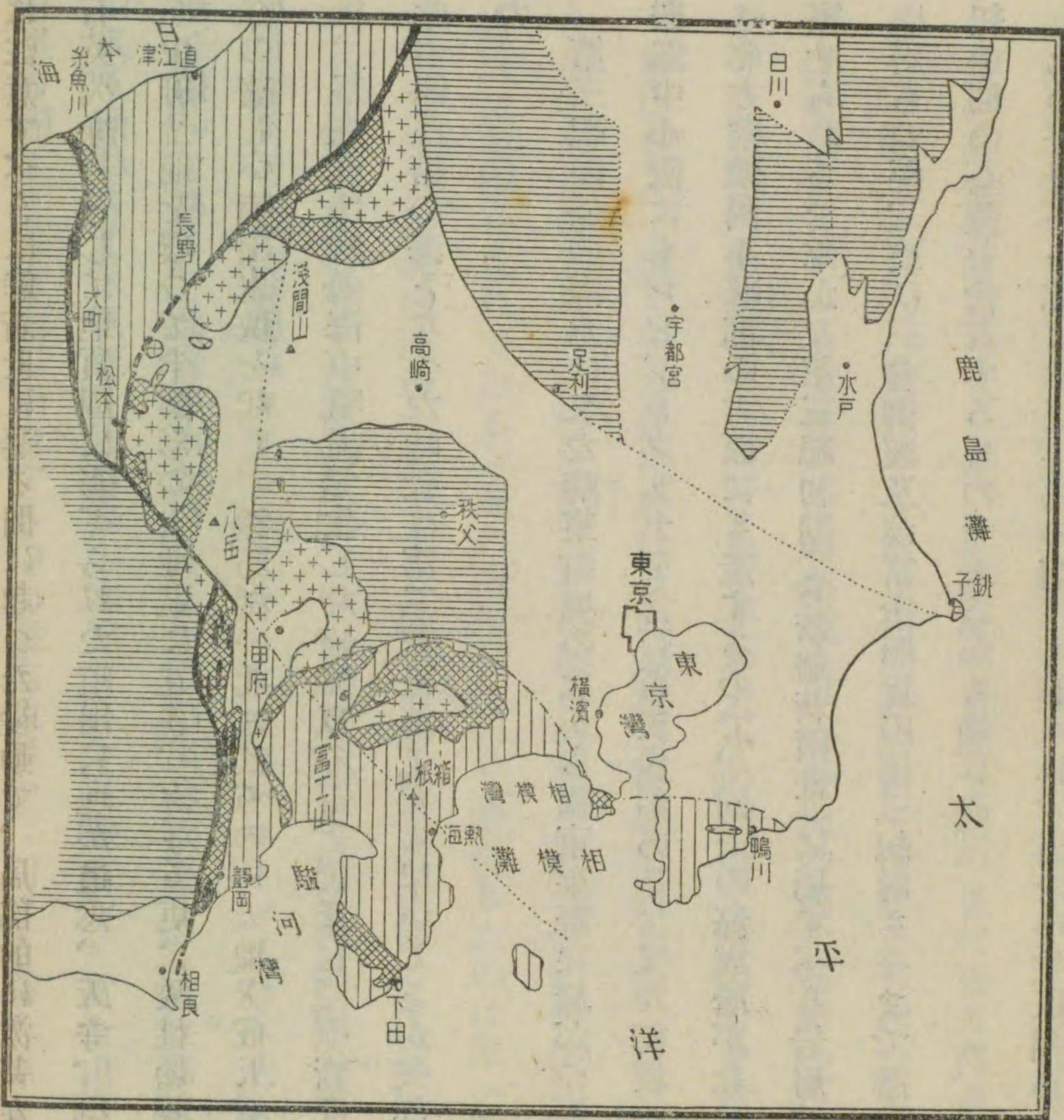
此の岩層の一部は伊豆半島の南にも露はれ、又た小笠原列島にも有孔蟲類を含む凝灰岩

(1) Orbitoides  
(4) 矢部長克

(2) Leptocyclus verbekii

(3) Lithothamnion





圖八十二第 關東地方及び大日本海附近地質構造圖  
 (1) 第三紀以前古地塊 (2) 御坂層區域 (3) カルナリ酸性岩  
 (4) 中新世末深成岩 (5) 第三紀末褶曲區域

及び石灰岩が出るから遙かに南方に延びて分布することは明かである。而して此等の地方でも其基性又は過基性の火山岩の噴出を伴ふことは趣を同じくしてゐる。

第三紀前半に於ける中央日本は此の如く火山作用の活動の既に著しかつた歴史を持つてゐるが、更

に注意すべきは鮮新世に遷る間に起つた變動で、局部的に激甚な褶曲運動が認められ又之に伴ひ石英閃綠岩として地質圖に彩どられた噴出岩塊が道志、天守、御坂の第三紀層を貫き、尙ほ後者は甲府盆地を環つて半圓形の大地區に互り、之より更に酸性の花崗岩となつて釜無川の西岸駒ヶ嶽の著しい噴出岩塊を起し、諏訪湖の北に武石の一大塊を成し、更に北進して上信越境界上の山地にも分布してゐる。此の道志、甲府、武石、上信越の主噴出塊は新第三紀に屬するに拘はらず、全く粒狀の深成岩として噴出し至る處で御坂層或は其れより若い第三紀層に接觸變性を與へたのが特に面白い事實である。

鮮新世以前の富士火山帯の地盤の變遷と略ぼ同時に、道志から東南東の方向に在る三浦房總兩半島の基性岩の噴出したのは關東平野の南界に於て最も著しい一つの出來事で、點々たる小露出を成して横須賀の西から南に第三紀層間に現はれた後、安房に渡つて峰岡山脈に石英閃綠岩から斑輝岩、橄欖岩まで分化して噴出してゐる。此の一帶は相模山脈と總稱して關東山系の邊縁を成す海岸嶺と看做すのが妥當であらう。

尙ほ最後に注意するは前に述べた富士川西岸に線狀を成した火山岩の噴出で、其の對岸の天守御坂に連るものと共に、岩石學上本州には珍らしいアルカリ岩に屬し、基性酸性の區別はある



が、何れも曹達加里の多い斜長石を含むものである。

中央日本に於て此の如く分裂した地塊の間の陥没地區に更に新らしい堆積層の褶曲と火山作用の活動とが連続して起つた後、鮮新世に入つても尙ほ海水は富士火山帯の地溝に沿うて南北に流通したらしく、又た伊豆半島の北の足柄地方も海面を成し、此の相模、駿河兩灣に跨がつた大海灣の中央に、安山岩の噴出が今の大島其他の火山の如くに盛んに起り、其の集塊岩や凝灰岩が駿豆房三州に互り處々に堆積し、尙ほ東南に向ひ多量の灰を飛ばして關東山塊の東邊の沈降して生じた淺海に厚い凝灰質物の堆積層を生じたのである。伊豆半島の達磨火山の如きは小笠原諸島と同時に噴出した根越噴出塊の島嶼が存在せる此の海中に發達したものと想はれ、岩淵、沼津、下田附近、房總半島の南端等の安山岩及び集塊岩の殘骸の如きも其の名残りかも知れぬ。

此の時期の末にも酸性熔岩が噴出し、伊豆半島の處々に石英安山岩の噴出塊があり、又た離れ島となつて新島等にも出て居る。

第三紀末にも地盤の大變動があつて局部的には頗る急峻な褶曲構造を生じたのは石英閃綠岩噴出帯の外側に堆積した第三紀層に認められる。然れども火山活動は其間にも全く熄滅せずして、洪積世に入る頃から大地塊運動と共に再び復活し數回に分たる間歇的活動を行つたと想はれる。

何となれば伊豆半島で見ると古く古い集塊岩の殘骸の外に多少原形を存するもの、放射谷が發達しても形狀の略ぼ完全なるものがあつて、其から天城、箱根、富士まで箇々の間の相異があるも、其の間に非常に著しい間隙は認められないからである。之に似た事實は前篇に述べた北九州の火山活動にも認められ、寧ろ普通の出來事と看做してよい。

今述べ來つた所を回顧して認め得る最も顯著な變動は現在の地勢上及び地質構造上に重大な意義を有する富士火山帯なるもの、前行者として第三紀前半の堆積層に伴ひ火山岩の噴出が盛に起つて道志御坂、武石等の噴出岩塊が之に次いで出來た事件である。矢部博士の指導の下に故加藤理學士が道志山塊の南半に就いて研究し、村上博士の其の北半を研究し、最近の震災に當り本間理學士の更に踏査した所によれば、此の第三紀前半の火山作用は前に一言した日本群島の所謂結晶片岩の出來た手續を繰り返したものであるのが特に面白い。スタインマンが南米洲のコルチュエラ<sup>(1)</sup>の山嶽成生と塊狀岩に就いて論じたのを讀むに、貫入火成岩の時代は白堊紀以後の褶曲と新第三紀層との中間に在るもので、主要褶曲より若かく、古第三紀又は中第三紀に在ると認めだが、我々の中央日本に於て考定せんとする所が之に符合してゐるのは偶然でなく、環太平洋地域の地盤の變動が略ぼ同時代に起つた事實を東西で共に指

(1) 加藤鐵之助 (2) 村上 飯蔵 (3) G. Steinmann