

示するものと信ぜられる。

### 關東平野の地勢と地質構造

尾花を分くる秋の夜の月と歌はれた武藏野を展開した關東平野は東西百四十軒南北百軒の廣袤を有し、筑波山頭から瞰下すれば地平線が却つて東南西の三面に高まつて身が大きな播鉢の底に居るが如く感ずるのである。此の一望坦々たる平地の出來たのは前に述べた如く白堊紀後の地盤の變動で關東山塊の東に連る部分が南北に走る一坼裂線に沿ふて沈降し、第三紀時代の海水に被はれて、其の下底に存在する筈の古期岩層は遙かに東に斗出した銚子半島に頭角を露はすに止り若し此處に見る所の古生層及び白堊紀層が秩父の志賀坂峠邊の高度を有したものと考へ得るとせば、少くも千米内外の沈降を見たことになる。

此の平坦面の北西兩邊は前節に述べた變動後に地壘として残つた山塊である。然るに第三紀後に更に道志山塊から東南東に續いた褶曲によつて三浦、房總兩半島に隆起帯が出來て、鋸山連嶺は其の最も著しい部分で今尙ほ峙立してゐるが、恐らくは相模川(馬入川)の廣い河谷と浦賀水道との間の地盤は其の隆起後に子午坼裂線に沿うて陥没して、馬入川と境川(武相國堺)と限られた

所の東に凸弧を描いた半月形に近い低い臺地と沼澤の多い洪涵地とを成し、大山と鋸山との間の三浦半島だけが低い邱陵となつて居るのであらうと想はれる。此の小變動の起る以前には北西南三面に高地を環らし、中新世には西北が開けて日本海及び諏訪佐久地方の海面との通路を持つた日本海の入口であつたが、大體に於て兩總常陸の東面のみに開放した一大海灣の狀を成し、銚子半島は遠く此の灣口に孤峙して居たのである。而して此の海灣の小灣入と想はれるのは五日市及び秩父で特に後者は深く山塊の内部に入り込んだものである。

此の鮮新世の海灣中の堆積物は横山博士の武藏野層と呼ぶ所の鮮新世の砂及び凝灰質粘土層で、洪積世の初に至つて淺海を成し、其の厚さは頗る大きく、山崎博士の嘗て報告せられた東京大學構内の鑽井一、三四八尺の下底までの撈取標本によつて、約百米以上の處までは細礫砂、粘土を出し處々に木片もあるが、是れ以下は砂及び粘土となり、深くなるに従ひ淺海性から深海性となる事實が明かとなつた。此等の堆積層の時代は標本では明かでないが、一二二米(四〇二尺)以下に出る介化石の如きは疑もなく武藏野層上部のものであると察せられ、又た此の部分に厚く發達した砂層は更に東の舊灣口に近い千葉以東に於て遙かに厚層を成してゐる。此の地下の構造は關東地震後復興局に依つて試られた東京市及び横濱市の多數

(1) 山崎直方



の試錐に依つて愈々明にされた(第五十六圖参照)。

此の鮮新世海灣の堆積砂中には火山岩の成分たる石英輝石斜長石等を含み、周邊に噴出した火山の拋出物たることは明かで、特に凝灰質物の多量なるは此の舊火山活動の旺盛を想はしめるに足る。

洪積世以後の變動は著しくは地勢上に現はれて居らぬが、相模川東京灣の陥没は平野の地盤の沈降と共に起つたらしく、周邊の山地の岩礫を流した礫層が局部に發達し、東に至るに従ひ其量を減じ兩總は「石なし國」と呼ばるゝ如く之を見ない。其分布は鈴木博士に従へば入間川の南岸阿須元、多摩川の西側草花、田中等では壩埒粘土及び砂礫層の厚さ四十乃至六十米に達し駿河臺、王子、品川では二十米を超えないといふ。而して此の堆積層が多摩川桂川間に高い臺地を作り、杉山峠の近傍では二百乃至二百八十米の海拔高度に達し、厚さも百餘米に達して居る。是は此の堆積層の出來た後に恐らくは再び隆起して生じたもので、沖積世即ち現在の河流の浸蝕作用は其後に働きつゝあるものであらう。現在河流の系統は頗る錯雜して居るが、想ふに洪積世以後に屢々起つた僅少の地盤昇降運動の結果として種々の變化を見たもので、常總に互る地盤が徐々に隆起して幾多の河谷が臺地の間に刻まれ、其後に又

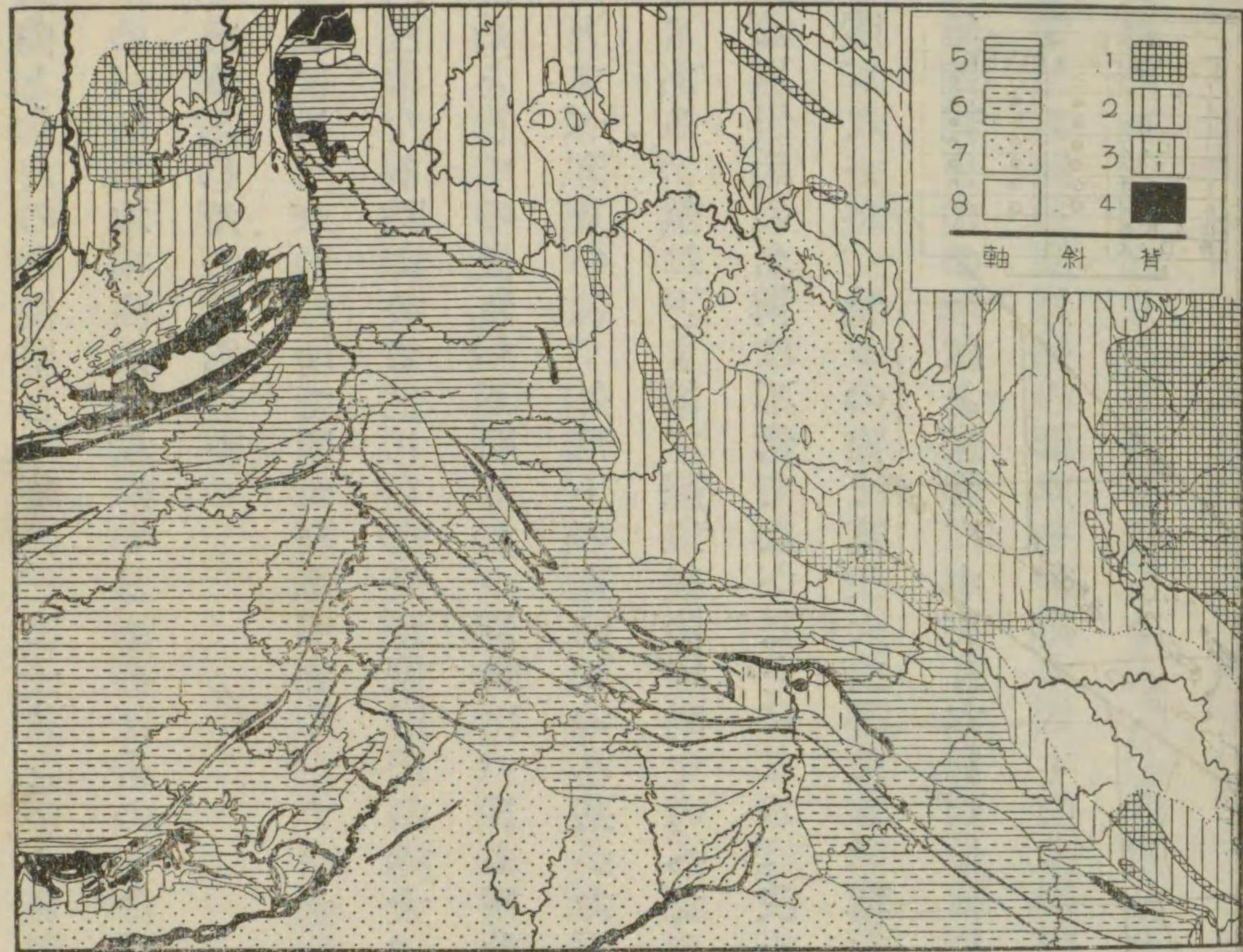
(1) 鈴木敏

た小なる沈降が起つたので今の霞ヶ浦其他の河谷が變じて湖沼となり、此時に東京灣に流れてゐた利根川の河道に連結したものであらう。此の如き變化があつて是が爲めに有史以前に既に頗る複雑な派流を生じ、戰國後に堤防を築いて河道を固定せんと試むるまでは汎濫の時に盛んに分流したことが想像され得る。此の沖積世に入つてからの變遷を想へば東京市街の東半を占むる下町から北に向つた元利根川及び荒川に沿ふた地帯が臺地に比して異常に軟弱な地盤なることも亦た怪むに足らぬ。

## 第四紀火山活動

富士火山帯の意義 日本群島の現形に近い輪廓は大體は中生代後第三紀前半に起つた變動によつて出來たものであるが、近畿地方や東海海岸等の中新世以前の岩層が鋭く褶曲しゐるのみでなく、更に眸を信越以北北日本の大部分を被ふ所の第三紀層の褶曲に徴すれば鮮新世後にも頗る著しき褶曲作用と之に伴ふ火山活動の形跡が認められる。而して其から繼續して第四紀に入つて同じく此等の現象は反覆發現しつゝあつて、殊に人目を惹くものは洪積世から現今に互り數多の大火山が處々に噴出しつゝあることである。

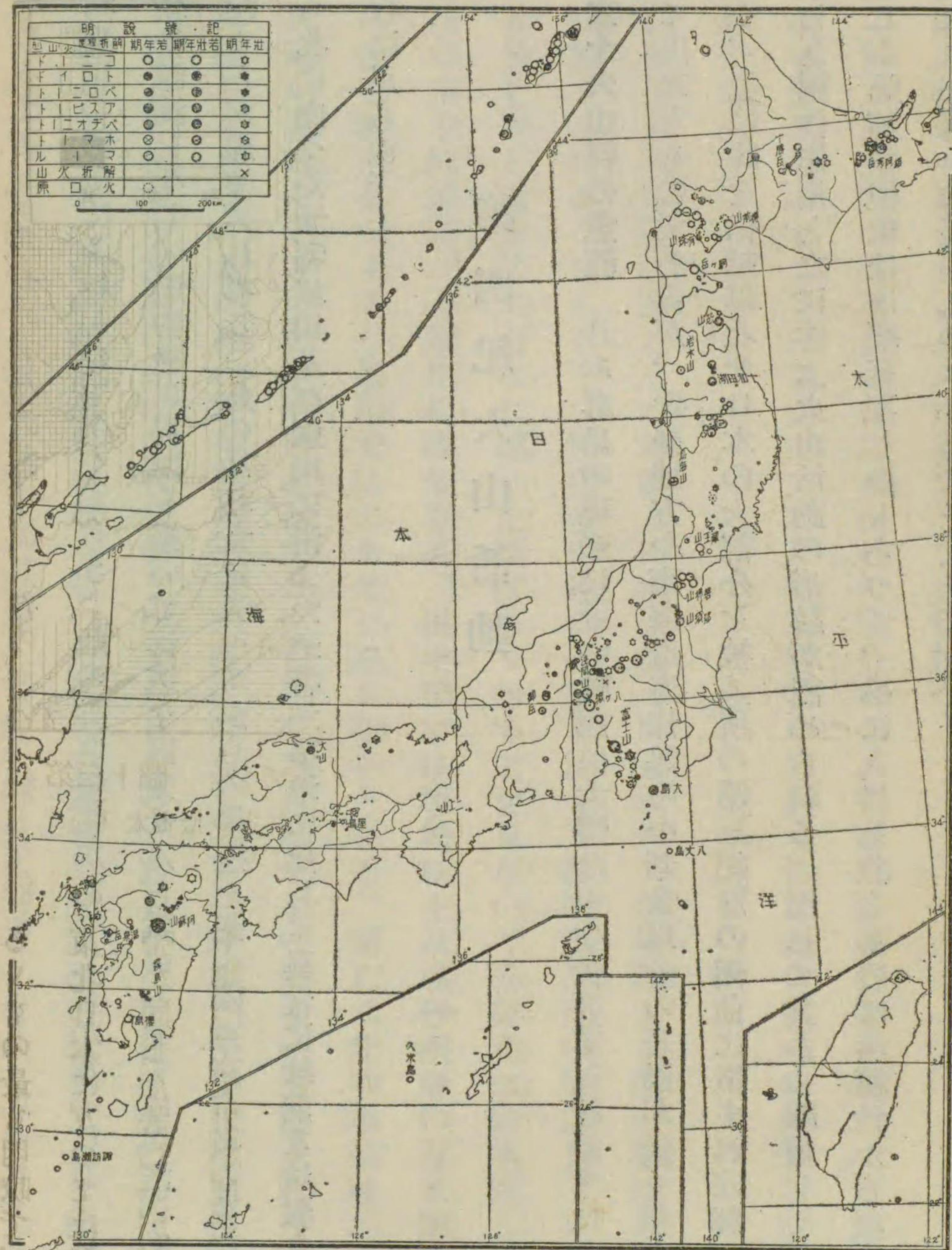




第三十三圖 ヒューンク、ヒヤマ、マヤの對曲 (スラーツ氏に據る)  
 層世新中 5 層紀三第 4 層生中 3 層生古 2 層古太 1  
 域區査調未 8 層紀四第 7 層世新鮮 6

るゝもの最も明瞭で、中央日本から東北日本に互つては那須鳥海兩火山帯が同じく著しいが、沖繩、小笠原、千嶋の三嶋彎が群島に連る處に於ては群島一般の走向を横斷したものが現はれて來る。

原田、ナウマン兩氏の論争の一つは此の最後の場合であつた。ナウマン氏が大地溝帯と呼ぶ陥没帯としたのを原田氏が天守、御坂兩山脈の赤石關東兩山塊の外に並走する事實から、ヒンヅクツシユ、ヒマラヤ兩山脈の接合處にソールト嶺が同一の構造を有し、ジウスの之を兩山脈の



第二十九圖 日本第四紀火山分布圖 (渡邊氏原圖)

此等の火山の排列は群島の彎曲と趨向を一にし、日本海岸に並走したものが全部を通じ中央日本以西では白山火山帯と呼ば



對曲としたのを採用した時に、富士帶といふ原田博士の名稱にナウマン氏の反駁を加へた理由の一は日本褶曲系を横斷するものに帶の字は當らぬ、帶は宜しく並走するものに限るべきであるとしたのにあつた。

既に述べ來つた所で明かなるが如く、ナウマン氏の地溝といふ用語は第三紀層堆積以前の陥没帶たる點に於て正しく、又た原田氏の樺太、支那兩山系の對曲といふ考へ方が兩者の褶曲系としての性質が不明であつた時に、日本褶曲系を日本海方面からの側壓力によつて生じたとすべきものに、外形上の走向にのみ基いた兩山系を區別したのは決して正當といへぬ理由もある。然れども第三紀以後の變動を考へて小笠原嶋彎に並走するものを富士帶と呼ぶとせば原田氏の名稱は不當でないことになる。我々は今三十餘年前の論争を詳しく紹介批評する暇がないが、我々の尙ほ富士火山帶なる名稱を襲用する意義だけを茲に明にする。

**第四紀火山の形狀と岩質** 中央日本を兩半に分割する地溝に噴出した新しい火山は何れも儼然と缺頂圓錐狀の形態を維持するもの多く、然らざるものも巍峨たる巖岩に圍まれたる火口の一部を存したる高峯であるから、所謂日本アルプスに歐洲アルプスの様牙たる奇觀を缺くとしても、又た別に固有の壯觀を具へてゐる。味爽乘鞍嶽の峰頭に立ち雲海の上に嶋嶼

(1) Scharrung

の如く頭角を露はす此等の峯尖を數へ來れば、西に白山の兩峯を望み、南北の兩側には高原の東邊高原上に噴出した近い御嶽の尖つた圓錐、燒嶽の名の如く今にも活動を起さんかと想はるゝ火口を瞰、遠く立山を峨々たる鎗ヶ嶽、笠ヶ嶽等の峯尖の間に識り、地溝帯に噴出したのでは木曾赤石の峯巒を隔て、東南遙に富士の仙姿を杳冥の裏に指點し、北に飛んで突兀たる甲斐駒ヶ嶽の左に八ヶ嶽立科の山容を認め、更に東北に淺間の噴煙をも雲海の上に區別し得る。此の眸中に入るパノラマは東方に朝日現はるゝと共に彩光を現はし、氷雪玲瓏たる歐洲アルプスの奇峯をサフワイアに比すべくは、是は火光を放つかと疑はるゝ貴オバルに擬すべきであらう。

富士山以南の諸火山は大山峰上から之を大觀し得べく、海天一色の藍の如き上下の間に白雪皚皚たる半身を道志山嶽の背後に露はす八朶の芙蓉から、愛鷹山カルデラ(大火口)、尖つた矢倉嶽の突起、神山駒ヶ嶽二子山等の瘤を中央にのせて緩漫に裾野となつて海に入る箱根山、其後に諸峯を突起して裾野を引く天城山と次第に左に遠ざかり、海中の大島三原山の噴煙の東に棚引くまでを煙靄の間に眺望し得る。

若しそれ箇々の火山に就いて細檢せんか、噴出した火山岩の性質に高原のものと地溝帯のものと間に成分の相異著しく、白山御嶽乘嶽等の角閃安山岩多きに對し、此等は遙かに基性の成分を



有し、角閃石を含むものは北部に多きも、南に至るに従ひ減少し、富士箱根愛鷹等には全く之を缺き殊に輝石の外に橄欖石を含んだ黝色(殆ど黒色)の熔岩が多くなつてゐる。立科、八ヶ嶽、茅ヶ嶽の三火山では最後に噴出した八ヶ嶽の熔岩が基性のもので、兩者に角閃安山岩が噴出したことは妙高其他北部のものと同通の性質である。御坂山脈の内外に此の如く熔岩の性質の異つたのは注意すべき事實で、是は單に位置の相異のみでなくて同じく第四紀後の噴出に係るもの、間にも時期を異にする爲めに此の如き相異を生じたと思はれる。

我々に此の如き考を起さしめる一つの理由は更に古い第三紀前半の岩層の褶曲に伴ひ噴出した岩石で、地質圖上に富士川西岸の細長な脈状に示されたものが、アルカリ性噴出岩に屬することである。山崎理學士<sup>(1)</sup>の研究によれば、其含有する輝石は薄片にては董色を帯ぶる智且輝石であつて、安山岩中に含まるゝ紫蘇輝石及び普通輝石と性質の異つてゐるのが著しく、又た斜長石もアルカリに富み、酸性のものから基性のもので皆な伊豆半島に見るものと成分に相異がある様である。此の噴出岩の一群は朝鮮東岸の古第三紀層に噴出した帖理岩からアルカリ粗面岩の間に變化するものと趣を同くし、ベツケ<sup>(2)</sup>の所謂大西洋岩族に屬するものである。我々は目下此等の地域に噴出した火成岩の岩石學上の研究途中にあるから未だ明言し

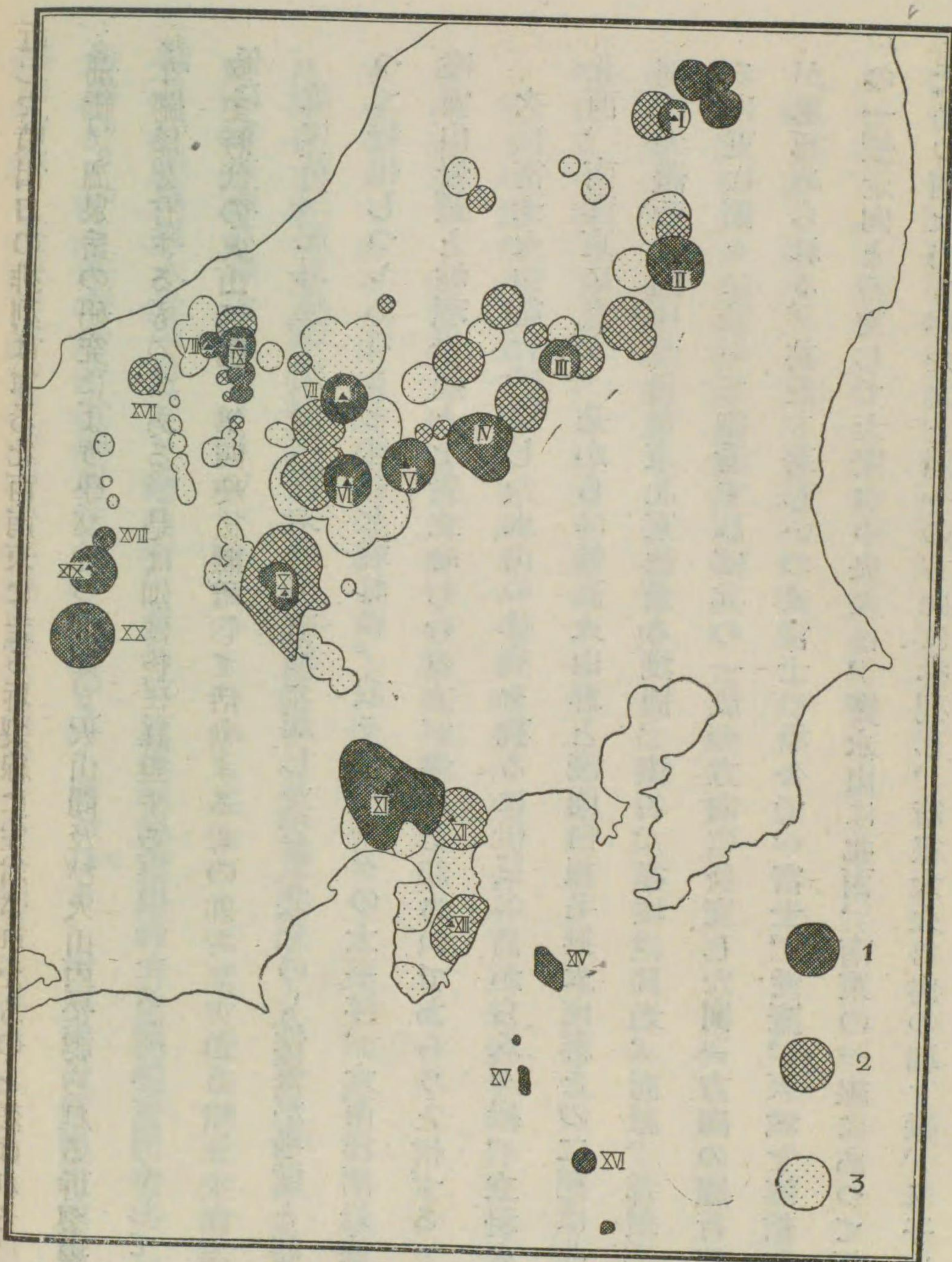
(1) 山崎直樹 (2) Tephrites (3) F. Becke

能はぬが、赤石山塊の東麓は小笠原島嶼の内側にある關係をも有し、古第三紀火山岩として大陸邊緣のものと共通の成分關係を有するものかと思はれる。伊豆半島の南部の過基性岩及び小笠原諸島の所謂無人岩の場合を観るに、是また古第三紀噴出岩たる關係を同くして、其の岩族上の關係にも共通な所があるらしい。

故に第三紀以後の褶曲に伴ふ火山活動を起した岩漿其もの、性質が場處と時期を異にするに従つて變化しつゝあることは疑を容れぬ。我々はベツケの太平洋、大西洋兩岩族の區別を廢棄して唯安山岩類と帖理岩類とを對立せしむる方が混雜を起さぬであらうと信ずる。

次に富士火山帯に噴出した火山の排列を観るに伊豆半島から八ヶ嶽、立科火山群までの間は北北西、南南東に走り、是からは妙高火山群と淺間白根毛無火山群との二列は北に向ひて走り、又別に大體の走向に直角な東北東に走る淺間、榛名、赤城、日光、高原、那須等の一帯がある。然るに更に箇々に就いて細看すれば其の一般の方向に斜交した同一方向の雁行線から成立つたことが屢認められる。其最も著しいのは富士の場合で、富士、愛鷹、天城を連結した北北西、南南東の一般走向と斜交して大室山中央火口、寶永山は北西、南東の一線にあつて遙かに大島に連り八丈島の兩火山も亦た之と同一の方向に排列し、箱根大火口内の駒ヶ嶽、二子山も之に同じく、接





第三十一圖 關東西北部及び富士山帶北部の第四紀火山分布圖  
 (1) 山梯盤 (2) 山須那 (3) 山體男 (4) 山城赤 (5) 山名棒 (6) 山間淺 (7) 山根白津草 (8) 山燒 (9) 山高妙 (10) 岳黃硫 (11) 山士富 (12) 山根箱 (13) 山城天 (14) 島大 (15) 島新 (16) 島宅三 (17) 岳鞍乘馬白 (18) 岳燒 (19) 岳鞍乘 (20) 岳御  
 1 活動性有るは想とす有るは死 2 火山形態完全  
 3 著しく開たれは積世の火山

近した噴出口の排列は寧ろ北西南東に走る坼裂線に左右されたものと想はれる。

前編に温泉岳の研究により學び知つた如く火山間及び火山内に認められる坼裂線は地震現象に密接な關係を有するものである。是は別に後に詳説する。

**歴史時代の火山活動**

第四紀後繼續して活動するもの即ち活火山は富士火山帯に於ては富士、

大島三原山、三宅島、神津島、新島が關東地方の西南から南に亙る間の諸火山中歴史時代に活動するものである。就中大島三原山は屢大活動をなしたもので、天武天皇の十三年(六八一年)冬十月の大地震で土佐の沿岸に陥没を生じた時に一大爆發的噴火をして大鼓の如き音が京都から東方に聞えて、西北に新らし島が出来たといふ。其後天永三年(一一二二年)應永二十三年(一四一六年)貞享元年(一六八四年)安永六年(一七七七年)享和三年(一八〇三年)等に大に活動し、明治以後には九年に一度噴火し、大正元年以後又大に活動し始め今に及んでゐる。

三宅島は八百餘年前より屢噴火したといひ、寛永以後五回を數へ、明治七年には熔岩を北方に流した著しい活動を現はした。

神津島の承和五年(八三八年)の噴火も頗る猛烈を極めたもので、其降灰西は紀伊河内、西北は越前、加賀、越中、北は武藏上總に及んだ。



新島は仁和二年(八八六年)に噴火して灰を降らし新たに島を成したといふ。

此他更に兩方では八丈島、青ヶ島、ベヨネーズ礁、スミス礁、鳥島、北硫黄島、中硫黄島、南硫黄島等の島嶼及び海底の噴火は非常に多い。

富士山の琵琶湖と同時に歴史時代に出来たといふ傳説は全く信ずるに足らぬが、其の噴火の記事は天應元年(七八一年)から正史に見え、延暦十九年(八〇〇年)の噴火後活動久しく續き、二十一年には降灰足柄街道を閉塞したので、箱根街道を開いたといひ、此時今の猿橋まで三十餘軒に互る熔岩を流したといふ。其後貞觀元年(八五九年)までに屢神位の陸叙があつたので、其の衰へなんだことが知れ、貞觀六年に再び大活動を起して、熔岩を西北に流して西湖本栖兩湖間の剉海<sup>セウミ</sup>を埋却し、其一支中腹から東北に流れたのが、今吉田の西北に見る劍丸尾熔岩<sup>けんまるび</sup>である。

承平七年(九三七年)長保元年(九九九年)長元五年(一〇三三年)永保三年(一〇八三年)永正八年(一一五二年)永祿三年(一五六〇年)元祿十三年(一七〇〇年)等にも活動したらしく、寶永四年(一七〇七年)十一月二十三日(十二月十六日)即ち同年十月四日の日本古來最大の地震と大森博士のいはれた大地變に次いで十九日の後に大爆發を起して東南半腹を貫き蹄鐵形の火口を造り長さ二、三尺に達する火山彈を抛射し、多量の砂灰を飛散した。當日江戸市街に巳刻に雷の如き響が

聞え、空氣の振動で戸障子が鳴り、午刻に灰降り來つて闇黒となつて燭を秉るに至つたといふ。其後寛政四年(一七九二年)にも六月二十九日(八月十六日)江戸に地震があつて、富士の巖石飛び死者二十餘人を出したといふが、是は同時に鳴動したのか否か不明である。此の他には二百餘年間活動の徴候と見るべきものはない。

西北方にては乗鞍ヶ嶽の正北にある燒嶽は明治四十年來時々噴火し最近殊に活況を呈し、妙高山の西北の燒山は嘉永五年(一八五二年)に小活動を呈し、草津白根山は明治十五年と明治三十七年とに活動したが此の方面に於て最も激烈な噴火の歴史を有するのは淺間山である。

淺間山の最初の活動と見るべきは前に述べた土佐地變の翌年即ち天武天皇の十四年(六八五年)三月の噴火で信濃國に灰が降つて草木を枯らしたといふ。其後天仁元年(一一〇八年)大永七年(一一五二年)等にも噴火し、慶長元年四月四日(一五九六年五月一日)の噴火には大石の降つたので死者を出し、特に此の活動が伏見大地震の四月前に起つたのが注意すべきである。其の後活動は全く絶えずして、天明三年七月八日(一七八三年八月五日)に大破裂に及んだ。此の活動は關東平野に多量の灰砂を降らしたのみならず、燒石熱泥(泥押し)を噴出奔下した爲めに吾妻川沿岸の諸村落を蕩盡し、全村土石に埋もれて人畜を殲滅した。此の時又た北麓六里に至る間に熔岩



(鬼押出し)を流したのである。其後時々小康を見るに止り、噴煙の絶ゆることは稀で、明治四十二年以後特に活氣を加へてゐる。

此の他赤城山、日光白根山、那須山等も有史以來稀に噴火した火山で赤城山は延長三年(一二五一年)白根山は寛永二年(一六二五年)慶安二年(一六四九年)明治五年、六年、二十二年に小噴火あり、那須山は應永四年(一三九七年)から十七年まで頗る活動し、弘化三年(一八四六年)又大に活動し、明治十四年の噴火には降灰白川町に及んだ。

此等の諸火山の活動を通観するに、往々にして大地震と同時又は前後して起る場合がある。構造地震説即ち地震を造山作用に起因するとする考説が學界を風靡して以來、火山の噴火と地震の發動との間に直接の關係なしとする見解の流行を見つゝあるが、兩者の關係を絶対に否認することは環太平洋地帯では出来ぬのである。

### 第三紀以後の變動の原因

今述べた第三紀以後の中央日本に起つた變動が如何なる原動力によつたかを考へねばならぬが、是れは上に論じ來つたより遙かに困難な疑問である。其の唯一の端緒と想はれるのは小笠原

島彎が富士火山帶の續きにあつて、點々たる火山の列を成して略ぼ弓狀を描いて南に走ることである。其大勢を観るに此の島列は西に凹屈して富士火山帶となり、更に北に東北日本の二列の火山帶を成して北海道に連り、千島々彎の火山帶にも接續し、何れも活火山の多い地帯である。

小笠原島彎では父島及び母島の兩群が一系列の古い島嶼であつて、貨幣介及びレピドシクリナを含む岩層が現はれ、前者は御坂山脈の南麓河口湖畔に露はれる莖色を帯びた火山灰層と酷似する凝灰岩の殆ど水平に近い地層に埋藏され、始新世の海上に噴出した物質の堆積層たることは明かである。後者は此の灰層の上に流れ出た熔岩臺地の上に岩礁となつて乗つてゐるので、古期火山作用の後に出來たものたることが知れる。尙ほ父島の海岸では名狀の出來ぬ複雑な仕方の火山岩の堆積層を見るが、恐らくは我々の内地火山地方に見るものと全く趣を異にした海中噴出の集塊岩であるからであらうと想はれる。要するに小笠原諸島では御坂道志等の火山作用に次いで海成層の堆積を起したと同じ仕方をより古く起したことは略ぼ確かと考へられる。若し此處に粒狀の深成岩が續いて岩瘤狀に噴出して來たならば道志山塊の如き大きな山嶽として海中に崛起したらうと想はれ、若し又た更に大規模に地下の深處で起つ

(1) Nummulites



たならば阿武隈高原南端の高鈴山脈で見ると、如き面白い褶曲作用をも起したらうと想はれる。更に眸を轉じて東北日本の安山岩噴出帯を見るに、大部分其の噴出物の堆積によつて出來た所の第三紀層の上に噴出し、其の地盤は一般の走向に並走する褶曲構造を有して居るから此の場合では褶曲と火山作用とが相伴つて起つたことは明かだ、或は其の原動力を日本海窪に沈渣作用が行はれる爲めに沈降を起した側壓力に求めてよいかも知れぬ。

太平洋の島彎の場合を之に比較すれば海中火山の噴出物が大部分輕石の破片で、波浪に隨ひ漂流し去つて、東北日本の日本海岸の如く之を集める處がない爲めに、噴出地帯に厚く堆積し得ない事情がある。又た小笠原島彎の西の廣濶な太平洋海窪は遠く大陸海岸から隔たり其の放出した物質の沈渣作用は恐らくは日本海窪に比し極めて微量であらうから、従つて此處では沈渣作用による海底地盤の沈降は非常に緩慢であつて、以前の地質時代に起つた大陸邊緣の地向斜移動の如きも容易に起り得なかつたと考へられる。然れども絶対に起らないのでなく、第三紀後に漸く沈降作用が始まつたので、今の小笠原島彎に見る所のホルン<sup>(1)</sup>の所謂大褶曲<sup>(2)</sup>が徐々に起りつゝあるとしても必しも無根の想像ではあるまい。

ナウマンは氏嘗つて南北日本間の褶曲帯の逆屈の原因を既存豆南海底山脈<sup>(3)</sup>（七嶋山脈と呼

(1) E. Horn (2) Grossfaltung (3) Shichito Kette

んだ)に求めんとしたことがあつたが、我々は地盤の坼裂と水平運動によつて説明され得ると考へ、豆南の諸嶋の成生は新らしい大褶曲が白堊紀後の日本海窪の沈降と略ぼ前後して生長し始めた結果とせんとするものである。

此の如く推究し来れば小笠原島彎の地盤を成す洋底の大隆起帯は一つの地背斜で、海面上に露はれた諸島は第三紀以後の太平洋海底に起りつゝある凹凸の變化を示す標柱と看做し得られる。

而して此の考察が正鵠を失はずとせば、第三紀以後褶曲作用と火山作用とが引續いて起りつゝあることを理會するに難くない。

第四節に於て述べた關東山塊の東北に連るべき地塊が銚子半島の東に於て陥没して太平洋海底に沈んだ事變も亦た小笠原島彎の大褶曲が起ると共に其の前面の洋底が凹没するに伴つて起つたものとして此の假定説によつて容易に説明せられる。

又た此の如く考察すれば、リヒトホーフエン<sup>(1)</sup>の火山聯鎖<sup>(2)</sup>として區別せんと試みた東亞邊緣の弓狀火山帯は其考へた如き曳裂作用によつたものでなくして、第三紀後の褶曲作用によつたものとなつて來るから、其の機制を古期岩層の成生の場合に行はれたと同一のものと解し

(1) F. v. Richthofen (2) Vulkanische Kettung



得る。

子午坼裂線の西南、中央、東北を通じて古期岩層の地塊を或は横斷し或は斜斷し或は縦斷し、且つ第三紀後の地盤にも同じく其の現存を認むる變動に至つても、之を小笠原島彎の大褶曲を起した波動の進行に伴ふた結果と考へ得られるから、此の坼裂線成生の疑問は自から又を迎へて解ける。

以上は大震災當時の考説である。その後岩漿の地下深處から上昇する運動に伴ひ起るべき地殻表層の變化に就いて攻究した結果により此處に述べたよりも明快に此の變動の原動力とその發動發現の仕方が理會し得られた。後編を讀むに當り重ねて本章を回顧されたい。

## 第二章 關東地震と地震構造線

### 地震構造線

地震は地殻内部に起る變動によつて生じた波動が地表に傳はつて表面の地盤の振動となつて現はれるのである。故に若し地殻が均一の物質から成立つて其の下層の一點から起つた震動が表面に現はれるのであれば、此の震源の直上に當る震央に於て最も激烈で、是から共心圓の等震線で示し得る所の強さの遞減を見る譯である。然るに地殻の表面に近い部分に地質の相異があり、特に疎鬆な表面堆積物や埋立地の如きものは波動を受けて強く震動し、又た斷崖や急斜面も同じく強く震動するので、此等の表面に現はれた地質地形の不規則に應じた強さの異同が生じて來る。従つて震源を一點と看做し又た此の如き不規則を無視して、恰も日本全國の氣象圖に氣壓の分布を等壓線で示す如くに等震線を入るれば、大體圓か楕圓かに近い曲線で震央から周邊への強さの遞減を示したものを得るが、局部的の地圖上に地表に於て破壊力の程度を觀察して得た所の等震線は非常に複雑なものになるのである。



今此の如き局部的不規則を考へずして破壊的地震の起つた地域に於ける震動の強さの分布を観るに、此の外に尙ほ見逃す可らざる著しい線状を成した激震帯が発見せられる。桑港の場合は最も著しくて、唯一線上に破壊的結果を起したのであつたが、多くの場合では幾つも交叉した網状を成して居る。此の如き線が或は山嶽溪谷斷崖等の地貌上に見えた走向に、或は火山の排列に一致し、或は唯地震現象の發動を待つて初めて発見せられるので、北米のホッブス氏は之を山嶽構造線<sup>(1)</sup>火山構造線<sup>(2)</sup>及び地震構造線と呼んで區別した。

ホッブスは震動が此の如き構造線に沿ふて起ることに注意し、此の如き網目を成す線を岩層の局部に見る所の節理の發達と同一の成生と考へ、北米及び南伊太利の地震に就て此の網目を圖(第六十、圖參照)上に指示した。其の詳細に關しては頗る疑はしい部分もあるやうに見えるが、大體此の如き線状に激震帯が分布することは日本の場合に於ても我々は明治四十二年江濃地震及び大正十一年島原地震に明かに之を認めたとのである。

關東大地震後我々の直に現場を踏査した所によつて、静岡、山梨、長野三縣に於ては破壊的震動の起つた地震構造線の位置を確知したものが少くない。其後一府八縣に發した質問牒によつて集めた損害報告約一千通によつて更に此の如き地震構造線の分布と併せ考へ

(1) W. Hobbs (2) Orotectonic line (3) Volcanotectonic line  
(3) Seismotectonic line

た此等の結果を綜合して、今回の地震に當つて構造線の演じた役割が頗る明瞭となつた。

### 伊豆半島及び湘南の北西地震構造線

我々の最も明瞭に追跡し得た伊豆半島から馬入川邊までの部分に就いて之を略説せんに、伊豆半島では北西南東に走る線が最も顯著で、稻取から戸田の東に當る達磨火山へ天城火山、湯ヶ島近傍を通じて引いたものが激震の中心から最も西南に隔たつた地震構造線であるらしく、而して被害は稻取に最大で西北ほど少いが、尙ほ戸田<sup>へだ</sup>に二戸の全潰家屋を生じた。此の第一線を天城線と呼ぶことにする。

第二は修善寺を通じて天城火山の東北半腹遠笠山に引いた線で、之を西北に延長すれば富士山西南麓の鈴川大宮に達し、是は東南で著しくなくて、却つて西北の方に於て全潰一戸を吉原近傍に出し鈴川驛の地盤の陥没を起した如き損害を與へたもので、之を修善寺線と呼ぶ。

第三は之に接近して大仁を通じ矢筈山に引いた線で、狩野川に沿ふた大仁附近が最も損害多く此線も江ノ浦灣を通じて通町の西を掠めて富士南麓の舟津、江尾、神戸等に全潰家屋二三づつ生じて居るもので、之を江ノ浦線と呼ぶ。



第四は頗る疑はしいが大室山から沼津市の東北部に引いた線で、是は北狩野村の大野下畑兩部落に一二の全潰家屋を生じ、沼津の西北鷹根村にも三戸の全潰家屋を生じたもので、之を大室山線と呼ぶ。

第五は伊東の西の廣野から巢雲山を横斷して浮橋を経て狩野川洪涵地の大場間宮を斜に斷り、三島町の西南千眼土樋附近を経て愛鷹火山の舊火口に引いた線で、是は非常に顯著な震動の起つたもので、巢雲山に頗る大きな山崩を起し、大場、間宮を含む沼津、三島の南の殷富な市街地を成した土地が最も激烈に破壊されたのである。此の線上に在る甲府盆地西南端の<sup>かじか</sup>鯉澤に飛んで一大被害のあるのも亦た此の構造線の意義の重大なるを語る事實である。之を愛鷹線と呼ぶ。

第六は熱海から輕井澤峠を経て遙かに須山、寶永山、富士山に引いた線で、熱海の舊火口壁を斜斷した溪壑に沿ひ山腹に龜裂を生じ、須山に九戸の全潰家屋を出したものであるが、箱根火山の外側、東海道鐵道線等には餘り著しい破壊作用を與へなからず。是は富士線である。

第七は箱根宿を通過するもので、湖尻峠、竈に通じ、箱根宿は是と子午線の鞍掛線と交叉した處に當り特に激烈の震動を被つた。蘆の湖の陥没と關係あるものと想ふから蘆の湖線と呼ぶ。

第八は吉濱から駒ヶ嶽を経て箱根火山の中央を縦斷して御殿場にぬけた線で之を遠く延長すれば釜無斷層線となるものである。此の線上には吉濱、御殿場等の激震地があつて、西北では諏訪

湖南にも頗る強い震動を起したのである。之を箱根線と呼ぶ。此の構造線は愛鷹線より更に強い震動を起したもので、是から東北に之に並走するものが密接して存在するものと想はれ、東岸の眞鶴の如き、御殿場の北の如き、何れも沖積地の如く地盤の軟弱でない處に非常に大きな破壊力を發揮したのである。

第九は其中で最も著しく、早川に沿ふた七湯の大部分を含み東岸根府川附近に達するもので、根府川附近及び最も繁榮の温泉地の崩壊を起し、御殿場の北でも村落の倒潰、山地の崩壊を生じ西北に延びて甲斐に入り、山中、吉田、大石等の富士山東北麓に沿ふた村落に若干の全潰家屋を生じ、更に御坂山脈を超えて甲府平野の増田、富士見等の諸村に著しい破壊を起し、甲府市街の東端を掠めて西北山間の陸澤村邊までも損害を與へたもので、之を七湯線と呼ぶ。

第十は箱根火山の東北外輪山の半腹を石橋村邊から起つて西北に小山町を横り山中湖東の平野、村落及び更に北の忍野、明見<sup>あきみ</sup>を経て河口に達し、此の間では小山、平野等の多數の全潰家屋と大きな山崩を生じた激震を示し、甲府盆地に出て尙ほ石和及び甲府の北の山間相川に頗る破壊力を發揮して居る。此の線は足柄峠附近を通ずるものであるから之を足柄線と呼ぶ。第九と第十



及び第十一との中間に尙ほ幾多の並行線がある筈で、山中湖北の長池、忍野忍草の兩村落を連ねた線上では頗る悲惨なる損害を起した。

第十一と第十二は酒匂川の洪涵地の兩側を限る箱根火山の東北麓と國府津から松田惣領に至る鐵道線に沿ふた線で示されたもので、此の間の平地は今回損害最も激甚の地區の一であつた。此の兩線は今回の地震の震央を考察するに特に重大な意義を有するもので、第十一山北線は小田原の北から谷峨隧道を経て山伏峠を斜斷して、東桂、西桂兩村を過ぎ甲府平地の東北を掠めて遙かに茅ヶ嶽、八ヶ嶽兩火山を連結した線に接し、東海道本線の附近及び山伏峠に非常に大きな山崩を起し、八ヶ嶽の九月一日發震當時の山崩れも同じく此の線上の震動と想はれる。

第十二は松田線で國府津松田間の鐵道に並走し、松田惣領の北に山崩れを生じ、玄倉村落を破壊し、城ヶ尾峠に大きな山崩れを起したもので、桂川の谷村、甲府平地の東北鹽山等にも若干の全壞家屋を生ずる激震を醸した構造線である。

此から東北に少くも二十餘條の略ぼ並走するものを認め、就中道志山塊を斜斷するもので二宮近傍から秦野洪積臺地を経て斜走して道志、盛里、大月の西の廣里、青梅街道の萩原等の山村に損害を與へた第十三の西秦野線、平塚町から大山、丹澤山等を斜截して大なる山崩れを起して秋山、

梁川、鳥澤等の村落を破壊した第十四の大山線は頗る著しく、第十二、十四線間の道志山塊の南麓に廣がつた秦野臺地の南の邱陵間の村落を破壊し、幾多の支線があつたことは明かである。

### 關東平野三浦房總兩半島の北西地震構造線

尙ほ其の東北に前に述べた山嶽構造線として著しい江ノ島から厚木の南を経て、上野原、丹波山の方向に引いた第十五の經ヶ嶽線、鎌倉から小佛峠の西麓に引いた第十六の小佛線等は何れも關東平野の西邊山間に於て一定走向の溪谷に沿ひ破壊作用を起したので注意され、特に後者は遠く關東山塊の西北に延びて千曲川に沿ひ上田附近にまで損害を被らしめてゐる。然れども其の平坦な洪涵地に出た後は各村落の被害は甚だしく幾多の支線を想定する外なき困難を見る。

境川と多摩川との間の多摩都築第三紀邱陵に至れば、更に構造線を認むること困難となる。以上列擧した北西、南東の走向を有する諸線は第十一、第十二の酒匂川兩側に並走するものが最も明瞭で、之より東北のものは之より西南のもの、如く著しからぬ事實があるかと想はれる。

又た三浦半島に至つては殆ど直線に截られた海岸が多いが、其の方向は全體として北西、南東に延長するに拘はらず、箇々の部分は東西から北西の間の種々の角度を成し、恰も安房側の保田



の西を中心として三崎に引いたものから浦賀に引いたものまで放射狀に數條あるかの如く見え、浦賀、三崎の中間津久井(第四十八圖参照)に今回生じた斷層の如きも西北西に走るもので、保田の西に輻輳するもの、一つの如く想はれる。

然れども小佛線より東北に於ても第十七、川尻、戸塚、金澤、横須賀、浦賀を通じ三浦半島の西北岸に沿ふもの、第十八、五日市から杉田邊に引いたもの、第十九、青梅から横濱及び子安邊に引いた二條の線、第二十、調布、二子、川崎、を通ずるもの、第二十一、所澤の南邊から大森へか、又は鬼石から大崎品川邊に引いたもの等があるかと想はれ、特に前に述べた結晶片岩山地の東北に沿ふた高崎から兒玉、川越を経て神田邊に達する第二十二の一線は頗る明瞭で、東京市内で常に最も震動の激烈である理由が察せられるに至ると信ぜられる。又た此の重要な構造線に接近して尙ほ伊草、古谷、王子町を通ずる線や、更に其の東北に於て、第二十三、吉見、與野、浦和、川口、南千住、龜戸、浦安を通ずる線も想像され、尙ほ渡瀬川線までの間には第二十四、深谷町から南東に引いたものは行徳に至る間に大間木、竹ノ塚、小岩等に著しい損害を起し、第二十五、伊勢崎の北から行田、岩槻を経て松戸へ引いたもの、第二十六、太田町、粕壁へ引いたもの、第二十七、桐生から幸手へ引いたもの等も東南に至るに従ひ著大な損害を起して居る模様である。

此の西北地溝の東北界の第二十五線よりも更に東北に第二十八、佐野、古河、岩井を通ずるもの、第二十九、田沼、東海道を通ずるもの、第三十、葛生の北から石下に引いたもの、第三十一、栃木の北から結城、大寶に引いたもの等が想像され、後の三條は鬼怒川洪涵地に至つて破壊作用が明瞭となるものである。又た第三十二、壬生から下館の南を過ぎ筑波山の西南麓に出づるもの第三十三の新治から加波山の西南を斜走して石岡に出づるものも僅小の損害を起し、遙かに東北の水戸市臺地の東北邊から磯濱に走る第三十四線も下市に起した小損害から想像される。此等は霞ヶ浦の湖畔の如き低濕地に至つて破壊作用が明かとなるに止るも、第三十一、第三十二の如きは臺地上にも小損害を起してゐる。

此等の諸線を更に東南に追跡するに果して一線なるや、接近並走するものなるや明かならぬものが多いのであるが、第三十二線の續きに利根川下流の須賀津、佐原を経て銚子半島の西端飯岡に達するもの、如く、第三十線に並走するものが、龍ヶ崎で利根川を渡り寶米、原方に通じ九十九里濱に達し、飛んで第二十四線が行徳から東京灣の東北隅を過ぎ曾我野の南から茂原、一ノ宮に引いた線は稍明瞭に認められる。之に反し五井町附近から大原町に通ずる第二十三、姉ヶ崎から大喜多を経て御宿に通ずる第二十二、木更津の北と南から市場及び天津に通ずる第二十一及



び第二十は共に不明瞭で、富津、鴨川間の第十九のみ稍著しく、又飛んで第十七と第十五とが保田、南三原間と北條白間津間に通じて居る様に想へる位のものである。

今伊豆半島相模灣西北部の處で略ぼ確實と想はれたものを列記した後には此後の關東平野全部に互つた私見を掲げるのは横須賀、横濱、東京の大市街破壊の地質關係を闡明する一端とする爲めである。

北西構造線に直交する北東線は山嶽構造線に現はれた甲府盆地の笛吹線と箱根火山の須雲川線が著しいもので、此他には藤澤、戸塚、神奈川、川崎を通ずる武相街道線も或は一の構造線に沿ふものと想はれ、又た北部では松山町の南の野本及び北の吉見村小八ッ林から北東に並走し、前者は小山町、後者は下野國分寺の小金井村落に通ずるもの位が或はと想はれるに過ぎぬ。

### 子午及び卯酉地震構造線

子午線は地質構造上頗る重要な役割を演じたことは前に述べた通りで、其の著明なものが地震の發現に影響したのみならず、又た地震構造線としての意義が今回明かになつたのも頗るある譯である。平野部には、伊豆半島の南岸に見る所の中子午線、東部の小田原吉濱間、熱海

先づ水平節制に現はれたものでは伊豆半島の兩岸に見る所の中で、東岸の小田原吉濱間、熱海伊東間、伊東稻取間等の沿岸道路を破壊し、交通上に非常な障礙を來たした。又た熱海舊火口の西側と箱根外輪山の鞍掛山とを連結する山稜に現はれた構造線は地貌上に著しく、沼津の東から望んで明かに認められる熱海火山外壁の山腹に切り込んだ坼裂線から西は長い段丘状を成して落ち込み、箱根宿から輕井澤、丹那を経て浮橋に至るまで子午線に沿ひ溪谷を成してゐる。是は鞍掛線と呼んで區別する。又た三島下田間の狩野川線は地形上著明であり、箱根火山の西腹を直截する黄瀬川線も考へられるが、後者は富士熔岩に埋没してゐるので地震の震動が輕減された様である。富士川線も身延山下から若神子の東まで續いた著しいもので其の笛吹線との交叉點の齧澤で頗る大なる破壊作用を現はしたが、同じく洪積層及び火山堆積層の臺地なるが爲めに損害の輕い處が多い。信濃では松代から上田の西南鹽田に至るものと、岩村田、白田、豊里の千曲川子午谷が著しいものである。

關東平野の西界を成した平塚から八王子を通じて北に引いた子午線は最も著しい構造線であつて相模川に沿ふ處で激烈な震動を起してゐるが、北に進めば第三紀及び洪積層の地盤となり、損害著しく輕減して、明かに線を引くことが困難で、寧ろ等震曲線の方で明瞭に此の關係が知れる。







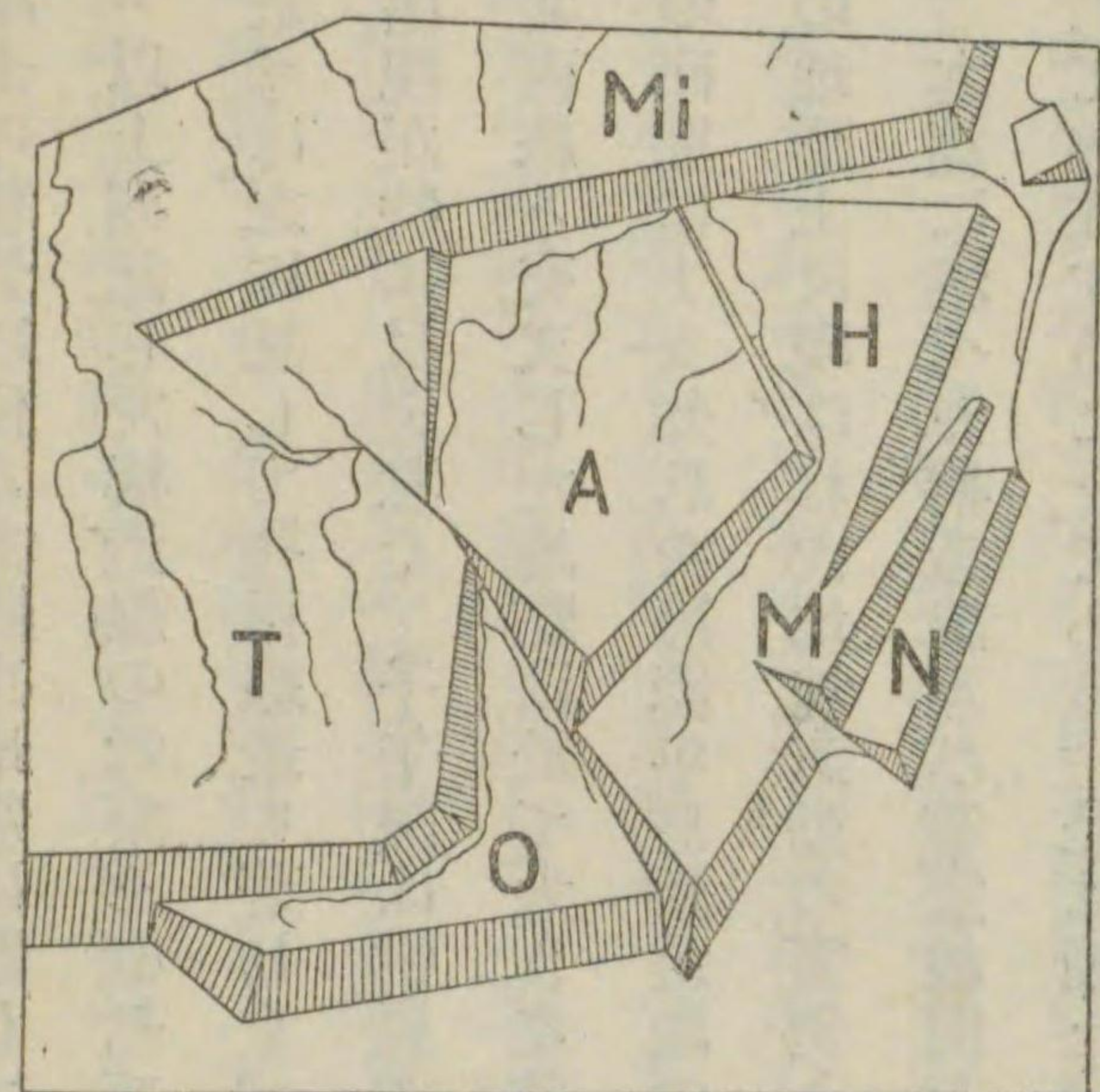
(1) 加藤理學士の研究によつて明かとなつたもので、道志山塊の所謂御坂層の南界が山北の西北河内川の神繩附近で、南に向ひ鮮新世の足柄層の上に衝上斷層をなし、其下層を占むる輝綠岩層と御坂層との間にも正式斷層があるといふ。其西の續きは多分明神峠連嶺の山腹に沿ひ籠坂峠に達すべく、平林博士の富士愛鷹地質圖には其の西端に輝綠岩の小露頭を示してゐる。又た神繩から東では西秦野の間に互り、秦野洪積臺地の北を限る斷層崖の一線を通じ、之を東に延長すれば伊勢原の北を経て遠く戸塚を過ぎ、横濱杉田間隧道南口の外の崖に見られる所の斷層に連つて居る。此の斷層は横山理學士の意見では下部武藏野層を切つたものである。尙ほ海を渡つて木更津の東北飯富、天羽田を経て茂原に至るものである。此の神繩線に沿ひ關東大地震に頗る激烈な山崩れを起し、家屋を倒潰して地震構造線として頗る著明な活動を爲した。又た翌年一月十五日朝相模平野に發した激震も、再び此の線に沿うて馬入川を横斷した線上に起つたものなるを知つた。房總では木更津から久留里線に沿ひ第二の坼裂線のあるので考ふれば小山から松田、金田を通じて藤澤の北に之に並走する構造線が今一つあるらし。

此の卯酉に走る神繩線と秦野線とは殆ど直交し、松田線其の底邊を成し、國府津梅澤間で

(1) 加藤鐵之助 (2) 平林武 (3) 横山次郎

少しく截り去らるゝ外、正方形を對角線で二等分した一半に當る地塊が出来てゐるのは實に面白い。

神繩線が今回の地震に能動的役割を演じたか否かも頗る面白い問題であるが、平塚に於ける發震の時の最初の振動が西南から東北に向つたといふのから考ふれば否と答ふべく、少くも九月一日の大地震には矢張り松田線の方から震動を受けたと考ふべきである。



第三十三圖 房總半島東部の地塊運動 (圖原士博崎山)

N 地塊花浜  
M 地塊山向  
H 地塊建旗  
A 地塊根木荒  
O 地塊津興  
T 地塊森筒  
Mi 地塊澤瑞

最後に附加へねばならぬのは三浦半島の浦賀三崎間にある津久井の海岸から邱陵を西北西に横斷して小田和灣に向つた坼裂線及び房州北條の北西なる稻都より國府村に互りて斷層の出來たことである。川崎理學士の實見談によれば前者を斷層として特に重要視すべきや否やは疑問らしいが、地盤の變動としては此の半島に於ては最も顯著なものたるは疑はれぬ。又た後者は上治理



學士の報告に依るも關東地震に際して陸上に現れた最も顯著な變動の一である。

以上列記した構造線の考察を概括すれば北西線は全地域に渡り最も顯著で房總半島のみならず於ては之に反して卯酉線最も著しく、其の中間の三浦半島では最後に述べた如く西北西線の出現が特に目を惹く。子午線は伊豆、湘南の西部、房總の諸地方に著しく、其他各處に於て北西線と交叉した地點に於て大きな破壊力を起した事實が認められる。第三十圖は山崎博士<sup>(1)</sup>の研究により知れた房總半島激震地の地盤が近い時代に被つた變動を示すもので、此の方面の地形上に現はれた地塊運動の實例として面白いものである。

本篇に添へた構造線及び等震線圖を比較して明かなる事實は最烈震の地區が各方面に分散して存在することである。是は箇々の地區の地盤の性質と構造線とのみからは説明し難い現象である。左に震源に關する考説を述べて此の意味を明にする。

### 震源及び震央帯

關東地方の地質構造を通觀し來つて地震の震動現象の地表に發露した形跡を之に對照して考察すれば、今回の大地震の震動は小田原附近から西北に延びて諏訪湖附近に達し、尙北に

(1) 山崎直方

折れて松代まで及んでゐるといふ事實が最も顯著に認められる。是から東南では海中に津浪を起すと共に局部的の隆起及び陥没をも起したらしく、少くも相模灣沿岸は伊東以北房總半島の南部までに互り地盤の隆起を起した事實が同じく明瞭に認められる。又た之と相伴ふて沿岸周邊の震動は伊豆半島の伊東以北から房總半島の東南岸鴨川まで激烈を極めたのも明瞭な第三の事實である。此の三つの事實を綜合すれば松代、諏訪湖、山中湖、相模灣中央、鴨川の南の太平洋までの大きな橢圓弧を想像し得べく、其の長さは少くも二百五十軒に達するもので、之を今回大地震の震央帯と看做すことが出来る(第二十八圖參照)。

然るに此の外に看逃すことの出来ぬのは横濱、東京方面の震動が同じく頗る激烈で、單に此の震央帯からの直接の震動によつてのみ生じたものと考へ難く、試に今假定した震央帯に直角の方向に全潰家屋を出した地點を稻取から北北東に宇都宮の南まで測つた距離がまた二百軒に達し、鬼怒川の結城附近激震地區まで震央帯から百二、三十軒の距離があるのも第四の事實である。是は前に地質構造上から觀た關東平野の北方に通ずる下野大地溝の方向に數多の子午坼裂線ありとして説明される外に、或は第二の震央帯が北に向ひ分岐したと考へることも出来る。此の如く震央帯が存在するものとせば、浦賀水道の邊から正北に延び東京

(1) Epicentral zone



灣までの凹地帯がそれでないかと考へられて來るが、我々は此の如き假定の必要を認めぬものである。其の理由は大地震を起した第一震の震央を決定すれば自然に明かとなる。

我々の既に考察した如く酒匂川平地の兩側を北西に走る地震構造線が最も重要なものであるのは明かで、志田博士<sup>(1)</sup>の地震計記録研究の結果として小田原の北に震源を想定されたのが之に吻合し、此處で第一震の強大な震動が起つたとすれば、其表面波が北西構造線と直角の方向に大破壊力を發揮しつゝ北東に傳播すべく、而して恰も北東から東の間は若い疎鬆な堆積物の厚層から成立つた關東平野であるから、遠く筑波山附近までも波及するのは當然で、此の震動が震央から北東に引いた線の近傍に於て子午構造線上に現はれたと考へられるのである。

然れども此の震央から遠く離れた各地と震央附近とは頗る震動の趣を異にし、震央に近い平塚では初動が西南から來て數秒時に家屋が倒潰し、初島でも同様であつたと聞くが、東京其他では大抵第一震の後に更に大きな震動が少くも二三分後れて起つたらしい。若し此の事實があつて第一震の初動が既に大きく、之に續いて主要動に相當する大きな表面波が來たものでなかつたとすれば、震央帯の異つた場處に續發する震動が來たと考へられる。鴨川

(1) 志田順

町の山上で故市村博士は第一震後幾つも起つた強大な餘震を感ずるに當つて常に東の海中に地鳴りを聞いたといふのも之と併せ考ふべきものであらう。

今回の如き廣大な面積を震撼する大地震の震源は之を一點とし、若くは一線として考へた如き従來の震源説は適用出來ぬ。震央帯を通じた處々で短い時間内に頻繁に強い震動を起したと考へるのが寧ろ自然である。故に大地震の一回の地震計に現はれた此の如き箇々の震動を分析して、其の異つた震央を決定し得るに至らねば大地震の性質を正確に知ることが出來ぬのである。

大地震を此の如きものとすれば更に進んで箇々の第二次震源を想定することが出來て、甲府盆地、諏訪、松代等の飛び離れた地區に於て感じたものは、第一震の後に自己の近傍に於て震央帯に起つたものだけを特に強く感じ、一種の遞發地震と看做し得る性質のものとなる。

最後に注意せねばならぬのは震央帯の日本群島の地質構造に對する位置の關係である。今回のものは前に述べた如く松代から諏訪甲府を経て小田原に至り、海中を東に折れて館山灣で安房を横斷してゐるが、之を直に富士火山帯に沿ふて起つたと考へるのは皮相の見解に過ぎぬ。第三紀及び第四紀の變動を論じた時に述べた如く、第四紀火山活動以前に石英閃綠岩

(1) 市村光惠 (2) Relais earthquake



輝綠岩其他基性深成岩が所謂御坂層として噴出し、其の東南では三浦房總兩半島に連り、震央帯は此等噴出岩に並走するもので、富士火山帯とは相模灣にて全く分れ、且つ震央其ものも既に箱根より東北に在つた。故に震央帯は活火山の噴出帯に一致せずして深成岩噴出帯に一致して居るといふ特色を有するものである。

以上述べた所は我々の關東大地震の事變に面して未だ肯定的な意見を建てる以前に正確と信ずる結論に達する過程を如何なる徑路によつて進むべきかの方針を定めんとする時であつた。之を換言すれば我々の地質學者として此の地震を研究するに前提として最も信憑するに足ると信ずる所を列擧通觀したに過ぎぬ。

而して通觀した結果は最後の震央帯に關するものが最も我々從來の陋見を拋棄せざるを得ざらしめる所の重要な歸着點である。アルプスやカラブリアやカリフォルニアの地震に基いた諸考説と離れて環太平洋火山帯の地震を考察せねばならぬことは明かに認められる。第三編に掲ぐる「ジウスよりフムボルトへ地震成因説の新轉向」と、「深發地震の本性」と題する三つ組の論文として茲に公にせんとするは實に此の爲めである。何れも未熟の一家言に過ぎぬもので、我々の目的は

日本地質學者全員が地震學者と協力して當面の重大問題を解決する一つの作業考説として提案するに過ぎなから、我が同僚同學の諸位が其の既に獲られた材料と將來試みらるゝ推論とで如何に之を變形されても摧折せられても、若し一分でも参考になつたらば望外の僥倖として満足したのである。



## 第三章 相模灣の所謂隆起と陥没の意義如何

## 緒言

關東地震の時に起つた地變の中で最も注意すべきものには海軍水路部及び陸軍陸地測量部の行つた相模灣沿岸及び海底測量の結果がある。水路部の舉行した成績は大地震に際して起る海底地盤の變化が如何に著大なるかを示すもので、世界の地震記録に新らしい貴重な資料を加へた譯である。

此の海底地盤の變化は海深の増した最大四百米、減じた最大二百三十米に達し、特に沖の山海脊の北の斜面は此の最大増加四百米と減少二百三十米とが約二軒の距離に接近して出來たといふ驚くべき事件が知れたのである。即ち六三〇米(約二千八十尺)の凸凹の變化が起つたのである。此の垂直の高度は殆んど筑波山か比叡山に近いもので、若し陸上で起つたならば震災當時如何に人心を聳動したか想像も出來ぬものがあつたらうが、幸に海底に起つて魚介の族を驚殺したのみで、錘測の結果によつて初めて我々地質學者の深省を促すことになつた。

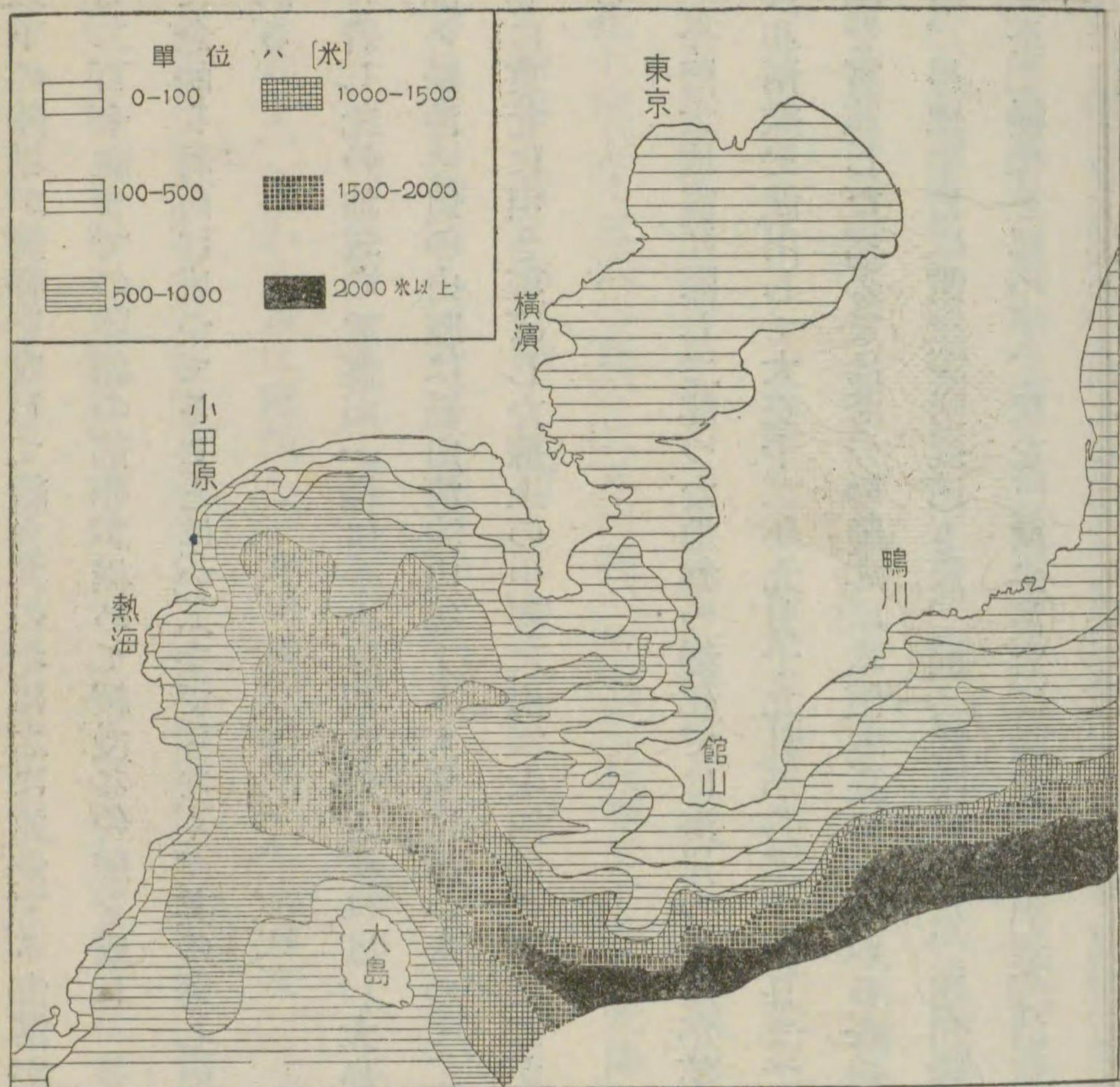
若し我々にして以前の如く構造地震説を信奉せば此の地盤變化を地殼表面の歪曲と看做すことに躊躇せずして相模灣の陥没を地震の原因と主張したかも知れぬ。然るに今表面に起る種々の地震に伴ふ現象が何れも表面的結果に外ならぬことに想ひ到つた後には一層嚴密に此の問題を檢覈攷究して其の眞の意義を明にせんと試みるのは我々の當然の態度ならざるを得ぬ。後に深發地震説を地質現象として取扱はんとする同じ方法で考察した結果を左に述べてみる。

## 沿岸及び海底の凹凸の變化

相模灣の沿岸は箱根熱海天城諸火山の海に入る處なれば、西は小田原から下田まで略ぼ南北に走る險岸を成して著しい平地なく、海岸に斷崖を成すものは主として安山岩の熔岩及び其の岩屑灰砂等の堆積物で、前章に述べた如く南北に走る構造線ある爲め山崩を生じ易いので海蝕作用を一層促進しつゝあると想はれる。小田原より以東は第三紀丘陵にして凝灰質の砂岩及び頁岩より成り、相模では唯酒匂川と馬入川の平地にのみ沖積層を見、砂丘も發達し、又た房總半島も館山灣其他に一二の稍平坦な沖積地を見るに止る。

海圖に等深線を記入して震災前の相模灣海底の凹凸を考ふるに伊豆半島の東岸に沿ひ二百米五





第三十二圖 相模灣深圖

は更に甚だしく三つの灣を作り又た同線は宇佐美と大島との間に於て殆んど東西に走つてゐる。此の千米線よりも深い海床が灣の面積に對し二分一に近い廣い地域を占めてゐる。而して最も著しいのは第一は千五百米及び二千米線が大島の東北に沿ひ北西の方向に走ること、第二は大島の北西に五百米を僅に超えた海脊が之と並走すること、第三には房總半島西南端の洲ノ崎の突出から遙かに西に二百米



第三十一圖 關東地震に因る陸海凹凸の變化 (陸地測量部及水路部原圖に據る)

二百米及千米の等深線は相接近して南北に直線状に走るが、大磯から以東は二百米線は西北より東南に向ひ房總半島の西端洲ノ崎に向つて多少三浦半島から離れて走り、五百米線は之に接近するも遙かに屈曲多く、千米線



以下の陸棚が海脊を成して續き其の北に之に並走する海溝があること等で、全體を通じて海岸から二百米線までの陸棚の部分が極めて緩慢な勾配を成し、是から五百米以上の諸線との間は遙かに急峻な斜面に成つてゐることはいふまでもなく、其の著しい一が前に述べた沖ノ山の北の斜面である。

若し此の地域の地盤が一樣に千米隆起したとすれば、大島は伊豆半島の東南岸に連續すべく、洲ノ崎沖ノ山の山脈は鋸山清澄山等よりも遙に高いものとなつて聳立すべく、又た伊東から初島に東北に引き延ばした線上の中程に海深七四〇米の突起が海中の孤島となつてに現はれて來る。

今回大地震に際して起つた地盤の變化では海岸の隆起が第一に認められ、水路部が測量艦武藏大和兩艦を派出して大正十二年九月十九日から二十八日まで沿岸地形の變化及び沖合の水深略測を實施した結果では海岸の隆起は横濱木更津を連ぬる一線以北に大體異狀を認めず、これより南、房總半島は館山灣附近四五尺、洲ノ崎附近六尺、鴨川附近三尺に近き隆起を認め、勝浦に至り全く變化を認めず、又た三浦半島では隆起が横須賀、浦賀附近で二三尺、劍崎三崎附近で四五尺に達するを認め、西北に進むに従ひ減少して江ノ島附近で二尺に減少し、其から西は不明瞭と

なり、伊豆半島の東岸では眞鶴で約二尺で、熱海網代附近では多少沈降し、伊東附近では再び約一尺餘隆起し、是から南するに従ひ更に沈降一二尺となつて、下田に至つて全く變化を認めぬといふことが略明かとなつたのであつた。此の結果は其後陸地測量部に依つて精査された。即ち陸地測量部が同年十月下旬に着手し三月中旬に至つて水準測量を完了した結果も亦之と大同小異で、東京附近は少しく沈降し東京灣沿岸相模灣沿岸は一般に隆起したことが確かめられた。

東京市街は隅田川以西山の手方面沈降微少で、五〇耗隅田川以東本所深川方面は大正七年測量に比し同じく三八〇耗、二八〇耗、二五〇耗等で、その沈降は稍著しきも、中川以東は殆ど變動なく船橋方面に向ひ漸く隆起してゐる。

房總方面船橋八〇耗、千葉市一一〇耗、八幡町一五〇耗、木更津三二〇耗、富津六九〇耗、佐貫九一〇耗、竹園一・二二米、勝山一・三四米、北條一・五七米、九重一・八二米で、九重村が最大の隆起で、是から東は遞減し、和田鴨川間約一米内外で、小湊に至つて僅かに四七耗となる。

東京の西南から三浦半島の方面では川崎附近に至り全く沈降の跡なく、是より漸く隆起し横濱一〇〇耗、藤澤七五〇耗、鎌倉八五〇耗で三崎油壺附近は一・三九米を示してゐる。

是から西の相模灣沿岸では藤澤以西漸次増加し、茅ヶ崎一・〇五米、大磯一・八二米で吾妻村二・



○一米が今回震災地域中丹澤山塊東部の最大隆起に次ぐものであつて、是から遞減して小田原附近一・二一米となり、其南熱海までは崩壊の箇處が多く正確に測量し難いが、熱海九〇耗、網代一四〇耗で、伊東に至つて僅かに五〇耗となるといふ。

此の結果によれば相模灣の北邊から房州の中央へ引いた北西南東に近い一線を軸とした隆起帯が出来たもので、前章に認められた震央帯と大體は一致してゐる。未だ其の北西の陸内の變化が分らぬが、恐らくは更に甲州方面に延長してゐることは疑のない所である。

水深の變化は之に比して非常に著大で、沿岸に於ては一般に地盤の水準變化に一致するも、相模灣に於て海底の一部に著しい變化を發見し、大島乳ヶ崎の北西方約六哩(約一一籽)の處から江ノ島の南西方約八哩(約一五籽)の處に至る間に舊水深よりも約五十尋(約九〇米)深き水深を鍾測し、又た此の陥没部の北部兩測に於て東測は約六〇尋(約一一〇米)西側は七〇乃至一〇〇尋(約一三〇乃至一八〇米)浅い水深を鍾測した。

此の水深の變化が大に學者間に注意を喚起したので、水路部は十月十日から再び精測を續行し膠州武藏大和松江の四艦を派遣し、十月二十三日其の得た結果の第一回報告が十月二十五日附で公にされ、大正十三年二月一日數多の鍾測點に於ける水深増加及び減少を海圖として掲げ、指示

した等變線と相参照するものとした。此の變化の著しい部分を左に列擧する。

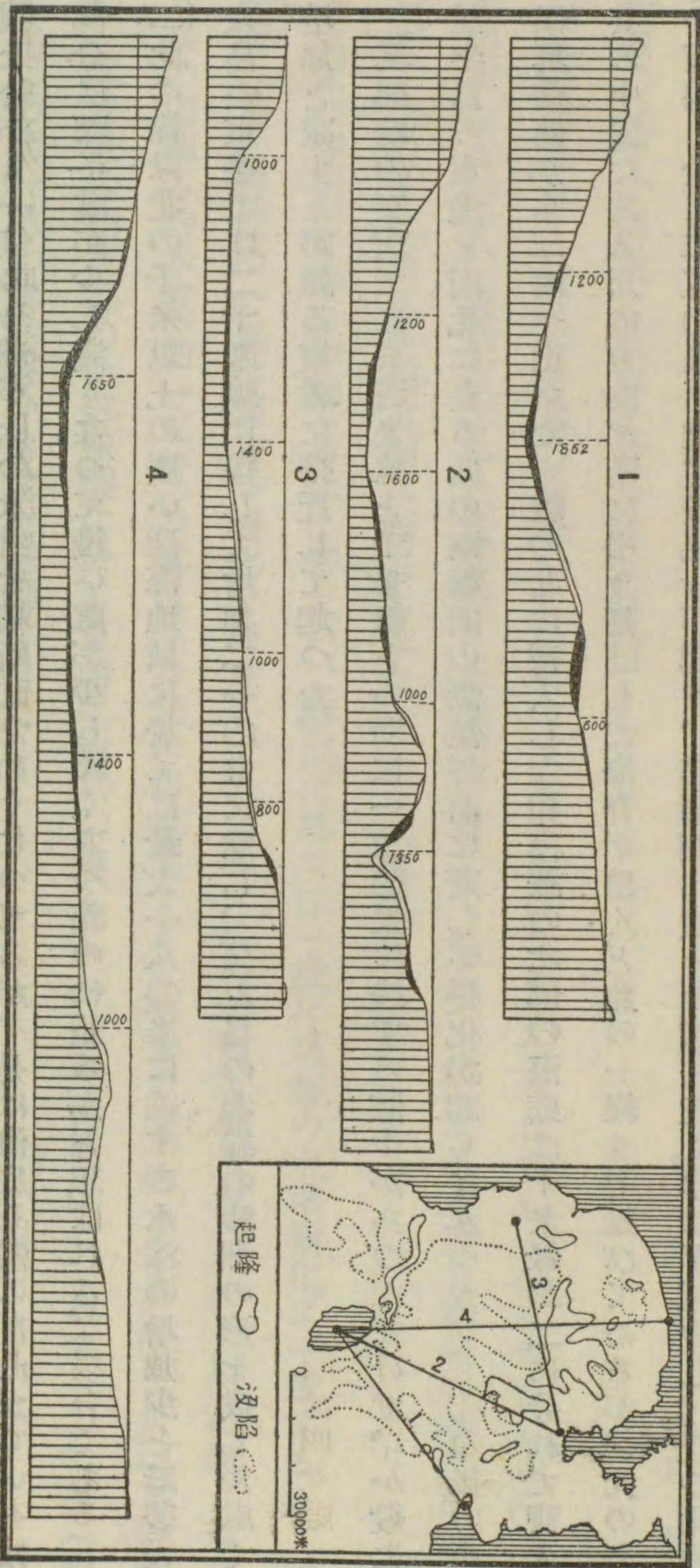
(一)大島伊豆半島間の海底は西北端乳ヶ崎と宇佐美を連ねた一線の南では最大一二〇米に達する水深の増加があつて、此の線上には却つて一〇〇米に達する減少を見、其の北も増加したので、外觀上恰かも一條の沙洲が此の水道を横斷した如くなつてゐるが、是は海底全體の凹凸からいへば大部分は深い處が少し淺くなつて淺い處が少し深くなつたのに止るかと思はれる。

(二)此の線以北の千米以上の廣い深海地域に於ては最大一八〇米に達する水深の増加が一層著大で大島の東邊では二千米線に接して増加二一〇米に達し、又た島の北端の沙洲の形を成した處では増加と減少とが頗る複雑に接近して起つた。

(三)眞鶴崎の東南では五百米線と千米線との間に一二〇米に達する減少があつただけで、一般に伊豆半島の東邊を南北に走る此の兩線間の急傾斜面に著しい變化が起らなかつた。

(四)眞鶴崎から三崎へ引いた一線の北に彎入した相模灣の北部の海底は千米線が二に分れて彎入し其の中間に馬入川の方を南に引き延ばした海脊が殆んど此の一線まで延びてゐるが、此の海脊の南端に於て二五〇米に達する減少が起り、其兩側に廣い地域に互り水深が減少し、且つ兩彎入の奥即ち二百米線と千米線との間の斜面に複雑な増加と減少とが起つてゐる。





(圖原部路水) 圖面 断面 海底海灣模相 圖三十三第

(五) 三崎沖ノ山間の海底は千米線遠く二野の西々南約二〇籽の處まで突出し、千米線の狭い灣入が沖ノ山との間に出來てゐるのみならず、五百米線は劍崎洲ノ崎間まで深く灣入してゐる處で此處では、前に述べた如く沖ノ山の北の急斜面に最大の水深の増加四〇〇米と減少二三〇米、(五)の一が起つた外に、此の灣入した深い水道を横つて一七〇米に達する減少、(五)の二が起つて、其東には更に一五〇米に達する増加が起つた。即ち大島宇佐美間の海底沙洲と同じ様な場合である。

(六) 沖ノ山東南の海底では五百米の複雑な灣入のある處に一五〇米に達する水深の減少と二〇〇米に達する増加が起つた。

尙ほ此の他に海底地盤の變動に伴ふ著しい現象として海底電線が劍崎洲ノ崎の中間で四ヶ處、洲ノ崎大島間で二ヶ處に於て切斷した事實が圖中に記入され、又た後者の西で大島の東岸から十二乃至十三籽の海上に九月二日多數深海魚の斃死を發見したとの報をも載せてゐる。此の後の事實は九月十二日初島村民からも聞いたことがあつて、海底の變動があつた地域全體に互つた現象と想はれ、大正十一年十二月の島原地震の時にも千々岩灣で魚族が浮び來り震災の輕かつた千々岩村其他の漁夫の利を獲た話を聞いたのと符合してゐる。

錘測の結果を通觀すれば九月一日地震に伴つた海底凹凸の變化には二つの異つた場合が認めら



れる。第一は二の水深増加地域の中間の水深の減少した沙洲の形の凸起で、(一)と(五)の一がそれであつて何れも海溝状凹部を横切つてゐる。第二は二〇〇米線から下の多少急傾斜を成した斜面に沿ふた増加と減少とが相接して起つた場合で、(五)の二と(二)とに於て最も明瞭で、(四)、(六)等では稍不明であるが、海底の地這りとして簡明に説明し得る所の凹凸の變化である。

此の海底に起つた變化は震災以來相模灣の陥没及び隆起と呼ばれ、實際海底の地殼に垂直の變動が起つたものと考へんとする學者があつた。然れども我々は錘測の結果を正確と認むると同時に直に海底地盤の變化とは速断し能はぬ。

### 海底大變化の發見當初の諸學者の意見

何故に海底のみに大變化が起つたかといふ事が何人にも直に疑問となるべきである。

横山博士は其の昇降が陸地の隆起が一齊に四五尺から六七尺の間にあつて、其差の甚だ少いのに反して昇降共に最大百尋(六百尺)にも及ぶといふに至つては、今暫く之を信ずるに躊躇せざるを得ない。かゝる大昇降は前世界にはあつたとしても現世界になつてからは未だ前

(1) 横山又次郎

例のないことと思ふからである。曾て葡都リスボン(一七五五年)に大地震のあつた時は、之を流るゝタゴス(タホー)河口に當つて土地が池狀に約五百尺沈没したといふ記録はあるが、此の時は沈没のみで隆起はないといはれて、事實如何をも疑はるゝ態度を持せられた。(科學知識大正十三年一月號二八頁)

又た脇水博士は今回大地震の震源が相模灣の海底にあるといふ今村博士、中央氣象臺の觀測を裏書されると同時に、大島と伊豆伊東との間に五十尋乃至八十尋の凹みを生じたことを報告してゐるけれども、かやうなる大陥没が一回の地震によつて生じたものとは受取れぬが、何年かの間に相模灣南部の海底が數十尋も低下してゐることは事實と認めねばならぬとして、此の變化を今回の地震に伴ひ起つたと考へなんだ。(科學知識大正十二年十一月號二四、二五頁)

之に反して水路部の村元技師は十月二十五日の報告に添へた震源地に關する所見と題する一項に於て、今日までの測量の結果から考へて見ると今回大地震の震源地は相模灣の西部海溝に當つて居り、近因は次の理由によつて海底の陥没と推定されるといはれた。

一、最大陥没落地帯が大體に於て相模灣の西部海溝線と一致して居り、其から遠ざかる

(1) 脇水鐵五郎 (2) 今村明恒 (3) 村元朝一



に従つて陥落の量漸次減じて徐ろに隆起帯に移つてゐること、

二、沖の山北部に斷層らしい激變があるだけで他に之を認め得ないこと、

三、農商務省地質調査の結果は震災陸方面の地質に變化を來してゐないこと、

尙ほ鍾測の結果によると隆起部にも水深の著しく増加した部分が數ヶ所あるも、是は陸上の山津波に相當する海底の崖の新に崩壊した部分と考へられる。其の理由は

一、深くなつた所は皆海底の崖に當る所で、其の崖の下に在る谷の所は水深が皆著しく淺くなつてゐること。

二、海底の崖崩れと考へられる處に當時猛烈な渦卷を生じたこと。

相模灣の長軸の端に相當する平塚地方が比較的津波の被害が少なかつたのは海底の崖崩れが震源地との間に在つて前項數多の渦卷によつて津波の勢力が殺がれた爲めと推定される。

此の諸項中我々は陸上の山津波に相當する海底の崖の崩壊を考へられた創見に同意するも、其の西部の陥没地帯を震源地と看做されたのは精測未了の時の假定説であるから、精測の結果の公にされた今日でも尙ほ當初の見解を持守せられると假定して兎角の論評を下すことを避ける。

我々は著しい海底凹凸の變化の事實を正確と認むるものであるが、地質現象として之を考ふれ

ば地震に伴つて海底崩落及び洗滌の作用が海底地盤の直接の震動と海水の津浪を起す震盪とで大規模に起つたとすべしと思ふ。之を海底地盤其ものゝ變動と考へ難いのは陸上の地盤には三米以上の隆起も沈降も認められずして、獨り海底にのみ數百米の大變動が起つたことで、是は海陸に共通な原因によつて生じたものでなくして、水中にのみ行はるゝ特殊の營力の發動が地震によつて誘起せられたと考へるのを妥當とするのである。此の海底沈落作用は水底沈落作用の中に屬する現象で近來屢々地質學者の注意を促したものであるが、海底洗滌作用は未だ餘り注意されてゐぬ所の新らしい問題であらうと信ずる。

左に先づ此の兩作用に就き説明して相模灣海底に起つた地震現象の面白い發現を解釋し其の真相を考察する端緒とする。

### 水底の沈落と洗滌

水底に起る地沈の現象が地質學者に注意せられたのは一八七五年二月と九月にツェリイと湖畔のホルゲン、一四三五年三月、一八八七年七月、一八九四年三月にツィグ湖北隅のツィグに起つた湖底沈落で、共に老ハイム<sup>(4)</sup>が調査した當時の報告がある。此の地沈現象を水

(1) Submarine gliding (2) Scouring (3) Subaquatic gliding  
(4) Al. Heim



成岩層に見らるゝ地質時代の變動に比較したのは少ハイムが「現在及び化石水底」と其の岩石學上の意義に就いて」(鑛物學地質學新年報一九〇八年下冊)と題した論文である。其後一九一一年コロンビヤ大學グレボアの指導の下にフェリックス・ハインも亦だニュートヨーク州トレントン石灰岩地方の夏季遠足會に於て觀察した所を歐洲の水成岩層に見らるゝ所に比較して、「北米トレントン濕布附近の海底地」と之に類似の擾亂岩層との關係」(同年報別冊第三一卷一九一三年)と題して記載し、特に詳細に褶曲、續成作用等による層位の擾亂との區別の特徴を論じた。

此等の研究が出て初めて層序上に頗る重要な現象と認められ、グレボアの「層序學原理」(紐育版一九一五年)、カイゼルの「地質學通論」等に此の現象の要領が載せられる様になつた。

ツィグの場合は地盤が泥沙から成立ち湖底の勾配百分の五に上らぬ緩斜面であるが、家屋の立つた湖畔の地盤が落込むのであつて、一八八七年には幅三百米だけこり落ち、其の泥沙は湖深四四米の處まで厚さ半米乃至三米幅二百乃至二百五十米の泥流となつて一籽餘も流れ出た。此の一見驚くべき現象は泥沙が一度水中で流動し始めれば、全く糜粥の如く

ドロ／＼になること、水中に於ける摩擦が大氣中に於けるよりも遙かに小さいこと、且つ水中での泥沙は比重の關係から重量の減少となることで容易に理會される。

一八七五年のホルゲンの場合は湖畔から四五〇米の處の底が一五米となる急勾配で、其の浅い處に土沙が堆積して荷重過大となればこり落ちるのであつて、此の時には深い湖底に一乃至三米のこ落物の堆積が出来た筈であつた。

此の他何れの瑞西湖水にも湖底こ落の場合があつて、水底こ落が湖水の轉變現象として特殊の意義を有し、深い湖底が此の週期的こ落によつて次第に埋没し行くものたる事が知られる。

洗滌作用の方は浅い水底に流水の働く場合に常に見らるゝ平凡な現象であつて而かも海底では却つて地質學者の注意を惹いて居らぬが、黄河楊子江の如き大河流の河口及び其の放流する近海には深淺が間斷なく變化するので明かである。此の如き河口の海底に於て堆積と洗滌との兩作用が交互して働くのは大河流の放水量の氣節的變化と潮汐との關係が大なる影響を持つてゐる。洗滌作用のみの働く明瞭な場合は瀬戸内海の海峡即ち瀬戸に於て潮汐によつて生ずる潮流の作用で、是は山崎博士の研究(ペーテルマン地理學報一九〇一年)で知れた

(1) 山崎直方

(1) Ar. Heim. (2) F. F. Hahn. (3) Grabau, Principles of Stratigraphy, 1915. (6) Em. Kayser, Lehrbuch der Geologie, 1923.



如く、鳴門其他の潮流の流れ込み又た流に出る處に匙子狀の凹みが海峡の兩側に出來てゐるので明かに認められる。此の場合の浸蝕作用は河流の上流に見る處の瀧壺と同じく渦流が主要な營力となつてゐるのは言ふまでもない。

今回の大地震に伴ひ相模灣内に起つた状態が如何なるものであつたかを知る材料は此等の日常に水底に起る現象の如くに豊富でないのみならず又た正確でない。渦巻が處々に起つたといひ、眞鶴から伊東の間の海岸では沖合に南に向ふ烈しい潮流が起つたといひ、又た大島滞在中の中村博士は西北の海上に南北から波浪が押寄せて元村の前面で衝突したといふことが、其中で我々の接手した最も信憑するに足る報導で、此の他には駿河灣から出稼の海女が大島周囲の海底に異常の泡沫が噴き出て海底が赤色の泥に濁るので、驚いて八月末日までに皆な引き上げてゐたといふ様な大地震前に海底既に異狀を呈したかの如く想はるゝ話も傳聞した位に止まる。

又た從來の大地震の時に海底に起つた變動としては最も有名なのは前に横山先生の注意された葡都リスボンの港内に起つた大地變が有名である。當時リスボン在住のデーブキト書翰集によつてライエルの記載した所を見れば、巨額を費して新築した大理石の埠頭が群集の避

(1) 中村清二

(2) Ch. Lyell

難場となつてゐたのに、突然多數の人を載せたまゝ沈み落ちて屍體は一つも浮き上がらず、又た之に繫泊した大小の船艇も同じく多數の避難者を載せたまゝ渦巻に吸ひ込まれる如く沈没して、一片の難破物も再び浮び出ず、埠頭のあつた場處の水深は底知れずといひ、ハワイハリストは百尋あることを確かめたといふ。一八四一年にはテホー河口は何處も満潮に三十尺を出なかつたといふので、ライエルは此の如き大陥没を疑ひ、カラブリア(一七八三年)大地震の時に起つた陸上の龜裂の如きものが海底に出來たのではないかといつた。

伊藤理學士の眞鶴で土地の信ずべき人から聞いた所では、ライエルのいつた如き港口の龜裂が東西に走つて、十隻ばかり吸ひ込まれたといひ、一隻の帆檣が背面上に露はれたのを目撃した。故にテホー河口にも此の如き變動が起つたと考へられぬことはない。然れども我々は河口三角洲に堆積した泥沙が震動によつて迂り落ちて渦巻を起し船舶を吸ひ込んだ上に、更に土沙の重なつて埋没したので一物も浮び出なんだと考へる方が現場の地質關係に適應した解釋と想ふ。眞鶴の場合でも亦た此の如く考へられ得る。

リスボンの埠頭陥没と同じ様な現象の今回小規模に横濱港に起つたのは誰も知る所で、其の變化は地殻の沈降ではなくて、軟弱な局部的地盤陥没であることは疑のない事實である。

(1) 伊藤眞市



尙ほ此等の場合の外に地震の時に海岸に見る所の地が水底の土沙堆積層を沈落せしめて淺處を深くすると同時に深處を淺くする實例は頗る多い。

又は同時に海底に一種の洗滌作用が起ることも考へ得られる。地震の振動が海底に起る時に海底表面に縦波横波と表面波とが出来て、其の運動が水層に傳つて海面に津波を起すのであるが、之と同時に海底の泥沙を攪拌して泥水及び糜粥狀の物質をも生ずる筈である。此の海底の泥水及び糜粥狀物質がどんな風に移動するかは未だ水力學上から十分に闡明せられてゐぬやうであるが大きな波長の波動たる津波の爲めに起される海水の動搖であるから、海底の此等の可動性の物質は頗る廣い面積の間に移動し得ることゝ想はれる。故に地震が海底を震撼して津波を起す時には此の如くして海底に一種の洗滌作用が之に伴ふて起らざるを得ないであらう。

相模灣の中央の海底で廣い面積を占むる水深の増した部分は大體最も深い處で、其の變化は糜粥狀物質に最もなり易い深海堆積物のある處なるが爲めに著しい移動を見た結果であると考へられる。又其の東北に水深の減少した處が出来たことも此の移動によつて急斜面の邊緣に此等の物質が集積したとして容易に説明せられる。

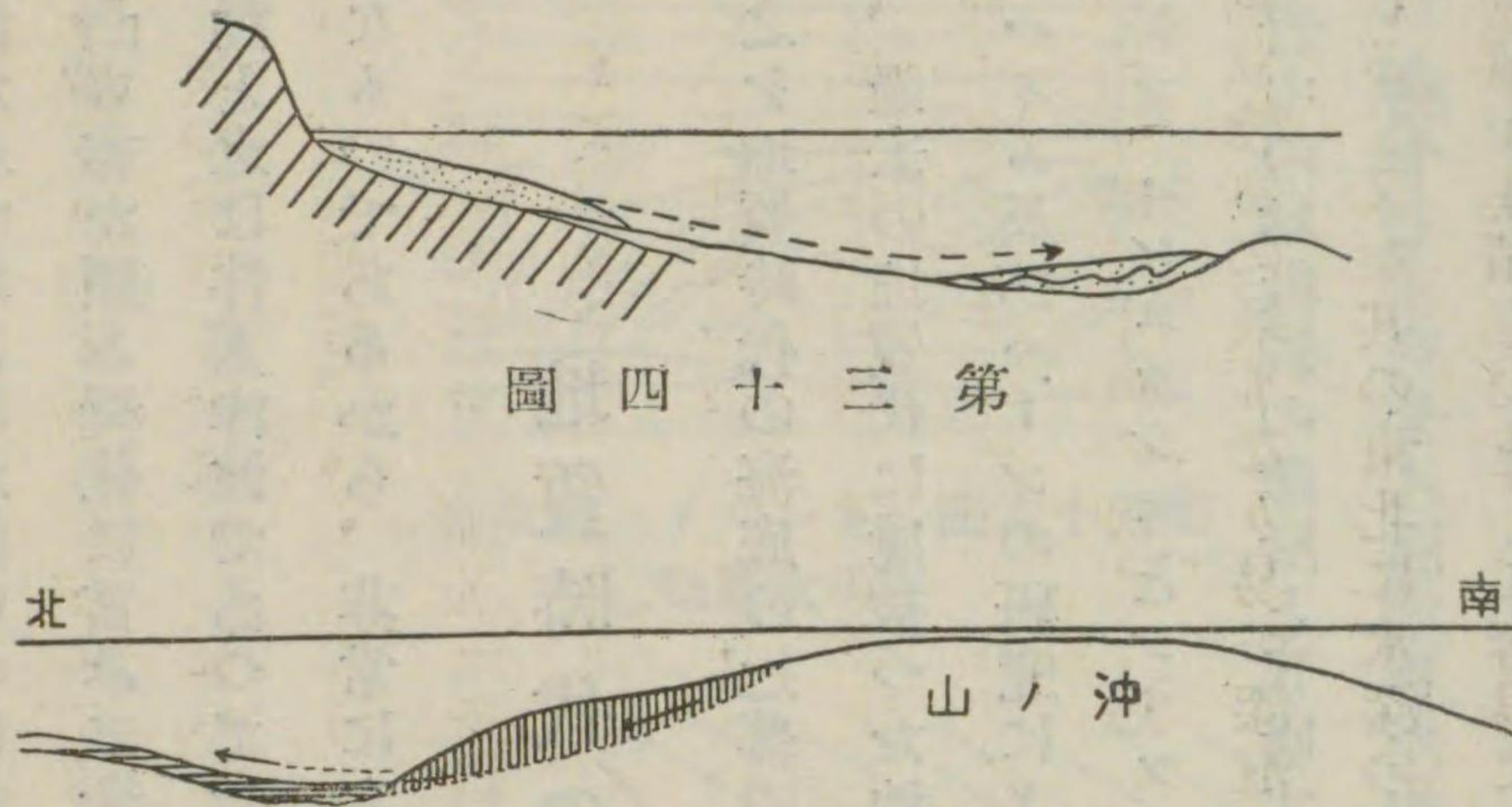
若し之を沈渣物の震動によつて海底が一般的に落着いた結果と考へんとせば其の餘りに厚さが

大きく且つ水深の減少した周邊の變化と撞着し、地殼の沈降作用とせば接近した島嶼の地盤に同

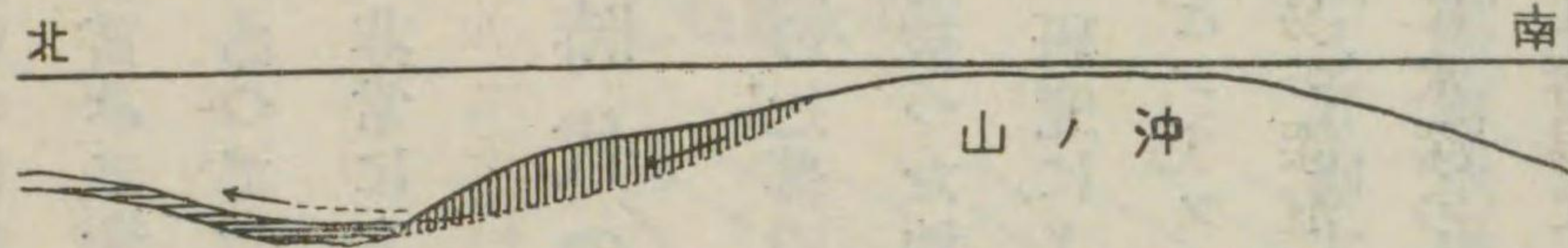
じ大きさの變化のないのと撞着するのである。

宇佐美大島間及び沖ノ山東北の海底に出来た沙洲狀の淺處も同じ作用で説明され得る。然れども此の二の場合には凹凸及び面積の異つた水層に傳はつた波動が週期にも變化を來して中村博士の見られた如き現象を呈し、河口外の海底に沙洲が出来ると同じ様に泥沙の堆積を生じたと解釋され得る。

我々が今回相模灣の海底に起つた凹凸の變化を地震の地表に起した表面的結果と看做して、隆起及び陥没又は沈降といふ地殼其ものゝ變動と切り離して考へんとするのは、主として現在起る地質現象たる水底沈落の實例と比較研究した結果である。此の場合に於て其の大きさの等級が著しく瑞西の實例と異なる理由は、彼に在ては小なる湖水であつて



圖四十三第



圖五十三第



水深が小で堆積層が薄いのに対して、此の場合には廣大な海灣中に起つたもので其の水底の凹凸も亦た頗る變化に富み二十度を越ゆる急傾斜も局部に存在し、之に働いた方は大地震の震動と之に伴ふ津波であつて、何れの點から見てもハイムの記載した場合と比較にならぬ大きなものであるから、非常に大規模の凹凸の變化の起つたと解してよいと考へる。

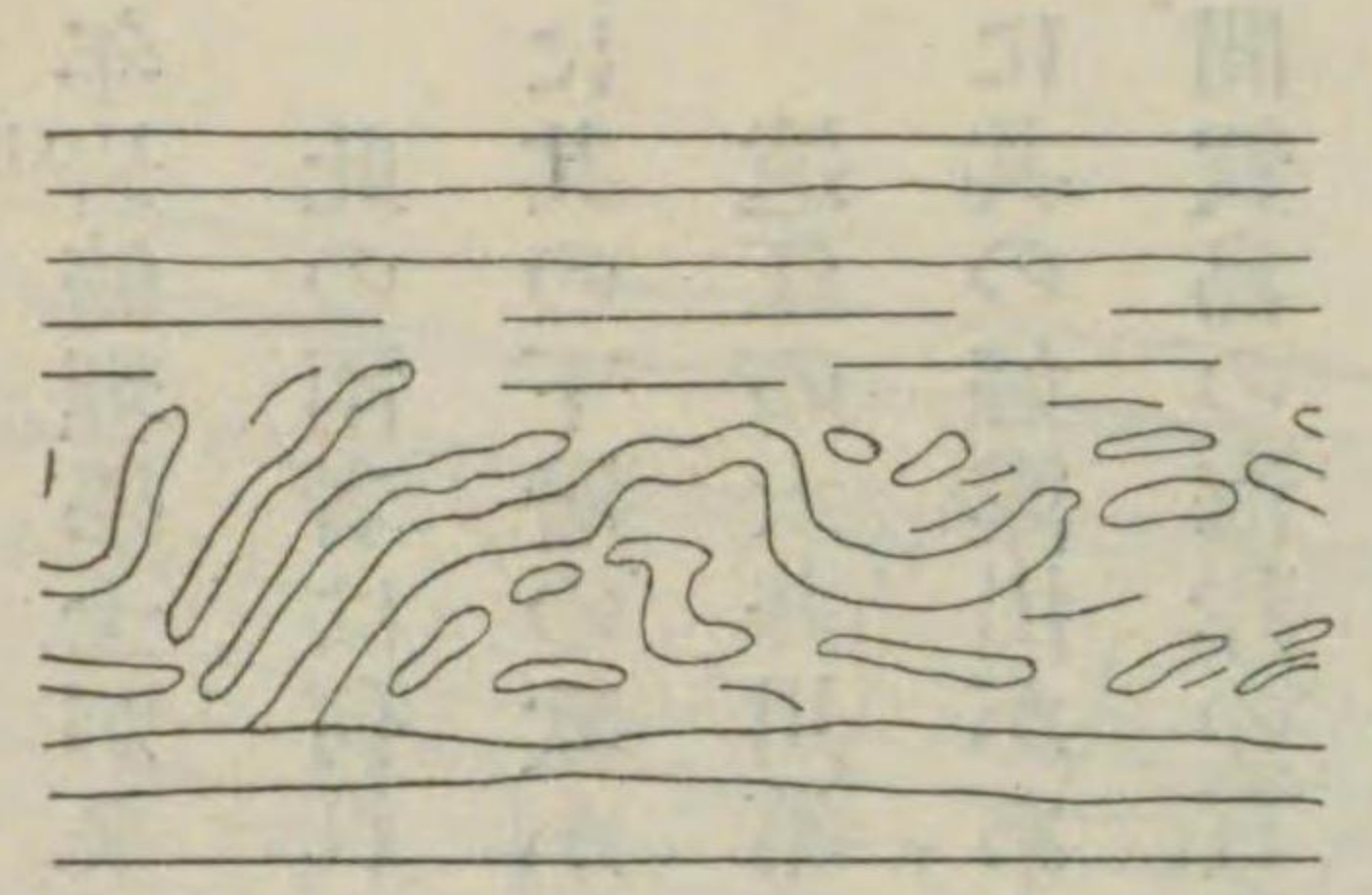
### 地質時代の海底沈落

之を地質時代の海底の沈落の形跡に比較すれば、今回の地震に限つて起つた變化ではなくて、過去の地質時代に屢被つた地層擾亂の實例の一たることが明かである。

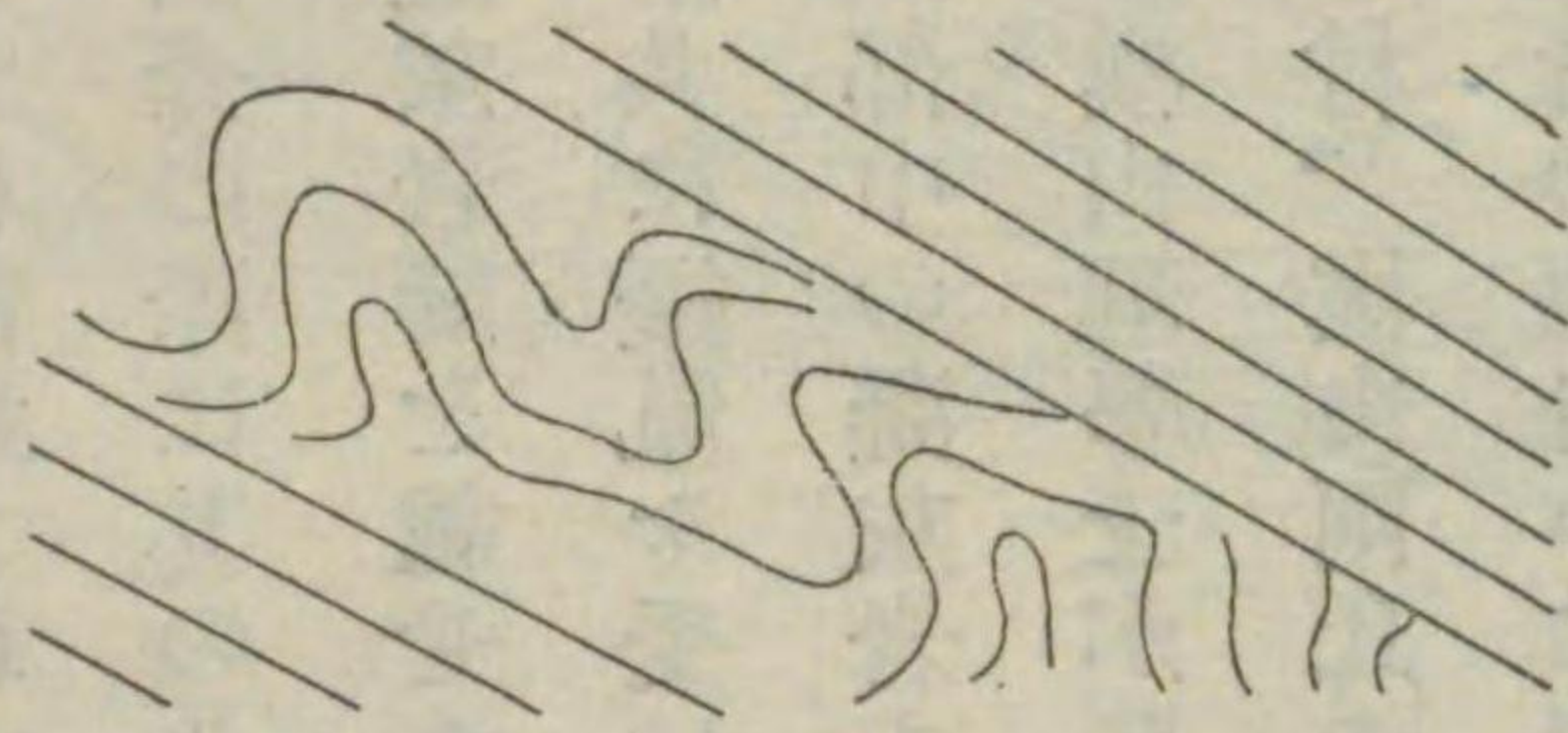
ハイム及びハーンの研究によつて明かとなつた地質時代の海底地沈の實例には瑞西エーニンゲン(コンスタンスとシャフハウゼンの中間)の中新世泥灰岩、北米奥陶紀のトレントン石灰岩中の粘板岩の薄層と互層する石灰岩等がある。其の擾亂の状態はハーンの圖示(第三十六、三十七、三十八圖)した如く、沖ノ山の北斜面の断面(第二十四、三十五圖)と全く趣を一にしたものと思はれる。又た沈落ちて前頭に至る間の地層が如何に擾亂するかは同じくトレントン石灰岩層の露頭に於て見る所で明かである。

(1) Miocene epoch (2) Ordovician period

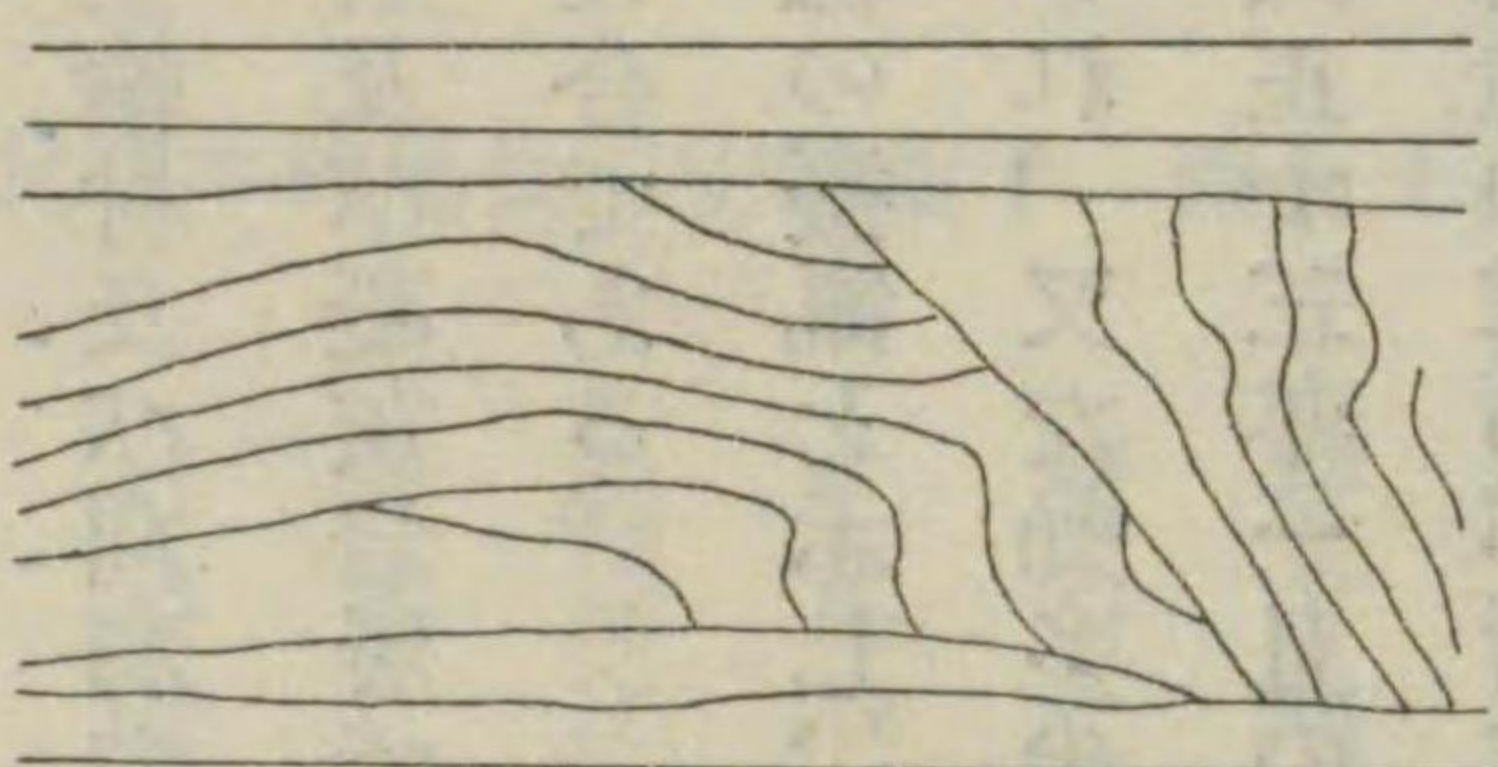
此の如き地層の擾亂は第三十六、第三十七、第三十八圖に示す如く水平に堆積した岩層の出來た後に其の全部が側壓力を受けて褶曲する場合と頗る異つてゐる。其の第一は構造的擾亂の場合には其の上下兩盤共に同様に變動を受くべきで、次には其の薄くなつた部分が最も



第三十六圖 トレントン石灰岩と底水に對する



第三十七圖 同上



第三十八圖 同上

強い壓迫を受けた構造を呈するべきである。然るに沈落によつて起つたのでは、次に其上に堆積した層は何等の擾亂を受けず、又た最も激烈に皺曲挫折を起すのは前頭に厚く堆積したのは前頭に厚く堆積した部分で、薄い處はそれだけに烈しく擾亂の跡を留めぬのである。次は續成變形即ち水成岩の物質沈渣後に岩石となる間に起る變化で、無水硫酸石灰なる硬石膏が含水硫酸石灰たる石膏に變化する時に體積の増加が起つて、之に適應する爲めに皺曲が出来る場合が其最も著

(1) Diagenetic deformation



しい例であるが、是は皺曲が不規則で一定方向に排列せぬのであつて、前兩者は何れも重力又は壓力の働く方向に直角に近い軸を有することから判然區別が出来る。

海底之落の實例は日本の第三紀層にも決して稀有の現象でなくて、注意すれば屢出會ふ筈であると思はれる。今日までに記載された最も早い一例は越後の合油層地方で、明治二十八年岩崎理學士が米山火山調査の際に其の北方上輪村及び刈羽郡笠島村で觀察せられてゐる。

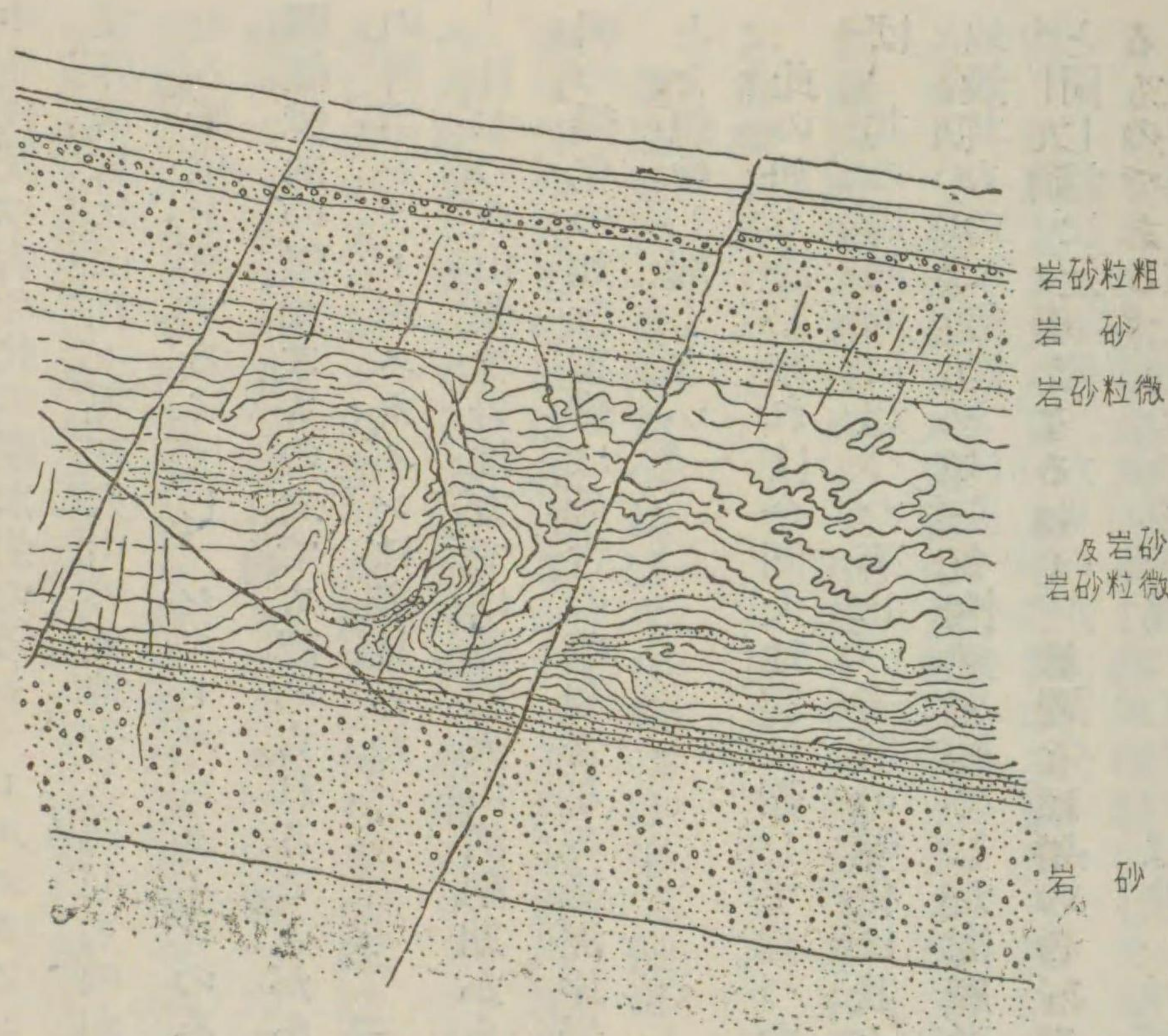
此の兩者は何れも集塊凝灰岩層を載せた砂岩及び凝灰岩層で、集塊凝灰岩の迂りたる爲めに其の下層の軟かい岩層が共に擾亂を受けた場合である。

遠江の大井川第三紀層上部中の凝灰岩も同様の擾亂を示し、特に堀内驛の南及び北の山手に其の好露出があることは榎山理學士が發見され、又た知多半島の東南端師崎町林崎及び日間賀島の海岸の頁岩にも中村、榎山兩氏が大正十三年一月の旅行の時に發見された。

今回の震災地方の第三紀層の地層中に同じ構造の露頭が諸處に發見せられ、上治氏の圖(第三十九圖)に明かなる如く、緩漫な傾斜の砂層間に狭まつた微細の砂層が迂つた形跡歴然たるものである。

我々の大正元年八月嘗て觀察して當時成因の解釋に苦しんだ一例は小笠原列島父島二見港

(1) 岩崎重三 (2) 榎山次郎 (3) 中村新太郎 (4) 上治寅次郎



第三十九圖 千葉県安房郡尾本郷西北の傍路

南側の突角に露はれた綠色の安山岩質集塊凝灰岩で、數十米の斷崖に褶曲して挫折した斷片的熔

岩層と灰層との一大露頭を成すものである。其の形狀はハインの圖示した第一などよりも更に混亂錯雜を極め、之を第三紀古期の海底火山作用で出來た集塊熔岩層の之落ちた前頭に近い處と考へて初めて其の出來方が理會される。今回大島の北岸に起つた海底の變化の如きは何時か隆起して海面上に露はれて海蝕作用を受ける時が來たならば恐らくは此の如き錯雜した形狀を呈するものでないかと想像される。

此の如き海底火山作用の産物に行はるる之落作用の結果と並び考ふべきものは



中生代及び古生代の凝灰岩たるシャルルスタインの場合である。此の種類の色及び緑色火成碎屑岩には往々現在火山の集塊岩と同じものがあつて、上下盤の硬砂岩其他の岩層が整然たる層位を有するに反し、シャルルスタインのみは火山岩塊間の膠結物の著しい皺曲を成し顕微鏡的の微細なものまでも認められることがあつて、其の例を一昨秋、紀伊有田川の河岸の所謂シャルルスタインに發見した。

日本の火山集塊岩地方では海底火山活動期から陸上活動期に遷るもので、其の行程間に今回の變化の如き事變は最古の凝灰岩なる緑泥片岩の出來た時から今日まで常に繰返されたことを想像し難くない。

此の如く詮じれば今回大地震に際して起つた相模灣内の凹凸の變化を地質的に解釋すれば、其の局部的に起つた著しい高低の變化は我々の理會し又た慣用する隆起及び沈降といふ地殻其ものゝ變動とは全く性質を異にした海底表面に堆積した物質が陸上に於て山崩となると同じ様に迂り落ちたものが大部分を占めてゐることとなる。

之と少しく波動の性質を異にしたのは廣い地域に互る深い海底全體の變化と海溝の砂洲状の海脊の成生であるが、是れも亦た津波の起した海底堆積物の移動であると考へ得られること(1)

Schalstein

とは前に述べた通りである。是は深海の地盤に起る一種の海蝕作用と看做すべきもので、陸上に於て見る所の洗滌作用と同じ様に疎鬆にして可動性に富む物質の移動に限られてゐるかも知れぬ。然れども其重量の水中に於ける減少と深い海底に於ける水壓との影響が種々の効果を起し得るから、或は我々の想像の及ばぬ所がある筈である。故に我々は海底地質圖までも作製し得る様な海洋研究の行はれて、今我々の大部分架空に近い考察を試むる外なき現状から躍進したいものと希望する。

尙ほ茲に一言附加へねばならぬのは第二節に一寸と注意した海底電信線の切斷である。是は津波に伴つたものには相違ないが、これを直に沈設した地盤の突然の變化即ち斷層の如き變動が起つた結果と考へることは出來ぬ。希臘のコリント灣近傍の海底線の切斷や其他各大洋で起つた場合に就いてミルンの調べた結果は何れも海底之落と考へる外なかつたし、又たブレール火山噴火の時サン・ピエル港での切斷もラクローアの調べたので火山泥流の海中に流れ込んだ結果たる電線にからまつた樹枝から疑を容れる餘地のないことが明かとなつた。今回の切斷箇處も此の如き原因を推定し得る處で起つたことは別に辯ずるまでもなく寧ろ海底之落現象を假定する一傍證たるべき事實と認めてよい。



## 津波と海底沈没の關係

最後に考察せねばならぬのは地震に伴ひ起る津波の現象がどれだけ直接に地震に起因するかの問題である。今回の相模灣海底凹凸の變化が上に述べた如く地盤の變動でなくて地震の附隨事變に過ぬものであるとして、此の表面の變化がどれだけ地震によつて起つたか、どれだけ續發した津波によつて起つたかを更に一考すれば此の問題が自から明かとなる筈であるが、複雑な相互關係を持つものであるからは容易に決定し得ない。

我々が前に指示し後に詳論せんとする震央帯と震源たる岩漿帯の位置に關する假定説は今回の陸地測量部測量班の獲た成績によつて裏書せられるもので、之によつて察すれば相模灣北岸の小田原茅ヶ崎間から灣内を東南に走つて館山灣に至る一帯が最も著しい隆起を見たのである。此の震央帯に當る海底が水深の變化も亦た頗る著大である事實が同じく認められるのは蓋し偶然の一致ではあるまい。之を海底に於ける震動が陸上に於けると等しく激烈であつたとし、其の結果が海底沈没作用となつて今錘測の水深の變化に現はれるに至つたと考へてもよいであらう。

此の如く考へ得るならば海底沈没作用は地震發動と共に起つた海底の表面的變化である譯で、

陸上に於ける山崩が相州大山の如く地震後の降雨によつて促進されたのとは大に趣を異にしたものとなる。是は勿論海底の急斜面に堆積した泥砂が山の斜面を成す土壤の乾燥したのに反し、多量の水分を含み可動性が大きいのに職因してゐる。故に海底沈没作用は主として地震の震動に直接起因した事變であつたといへる。

従つて又た海底に起つた此の物質の一大移動は灣内の海水下層に頗る大きな震動を與へた筈であるから、海底地震の震動から被る海水の震動の外に一大動力として働く沈没作用を考へねばならぬことになる。

此の如くして津波を起した他の實例は既に述べた寛政四年温泉火山噴火に伴つた地震で、此の時島原前山の崩落して島原灣の海中に入つて灣内に大津浪を生じ、島原大變肥後迷惑といはれた損害を惹き起した。馬來諸島のモラム島一八九〇年の地震にカムボンカワの海岸に地辻が起つて津浪を續發したといふのも之に類似した事變らしい。

島原灣津波の原因となつた前山の崩落物の體積は百米に達せぬ淺海の水塊に大きな波動を起したに對し、今回の相模灣の如き平均水深七八百米に達する深海の水塊に對する沈没物質の體積は如何なる割合であるかを詳にせぬが、今回は此の外に震動に伴ひ發作的の地盤隆起が起つたので



あるから、數百方呎の海底地盤が平均半米だけ高まつたとしても頗る大きな體積の變化で、同じく海水の動搖を起す原因として與つてゐる。

此等の因子を考へ來れば相模灣に起つた如き津浪を海底地震の波動のみによつて生じたとすべからざるのみならず、或は波動によつて起すのは左程強からずして、主として此等の因子によつて起すものであるかも知れぬといふ結論に達する。

<sup>(1)</sup> ルードルフの海震研究後三十餘年間其の原因を地震と同一と看做して火山性及び構造性に區別し來つて、其火山性海震なるものが頗る重要視された。然れども火山性海震の原動力と考へられた蒸汽の爆發する張力直接の結果は其の研究者の認めたる如く重大であるかは疑はしい。此の型式の海震の最も大きいのはクラカタア島爆破の場合であるが、山體の破壊されて海中に崩落散亂した爲めに起つた海水の震盪が或は遙かに多大の結果を生じたのかも知れぬのである。

津浪の現象を観るに南米アリカ、イキケの場合の如く海面の上昇が始まるのが稀にあるが、大抵は先づ海水が引いて沿岸の淺處が時ならぬ干潮状態を呈してから上昇して海水が陸上に侵入し來るのを當とする。この兩者を區別して正波と負波とする。

(1) E. Rudolph

此の海水の退却即ち海面の低下の最も著大な例は一六九〇年の祕露國ビスコ（南緯十六度附近）地震で海岸が幅二哩だけ乾くこと三時間の後に海水が漲溢して之を没却したといふのである。

<sup>(1)</sup> ダーキンは一八三五年コンセプションの海震に就いてビートル航海記に記載したのに此の二種の區別を認め、第一は地震の瞬間に靜かに海岸に上昇し來り又た靜かに引くもの、第二は震動から暫時の後に海水の全塊が退却して非常な勢で捲き返して襲來するものであるとした。

大正十二年九月伊藤理學士と共に初島、伊東、熱海の三ヶ所で九月一日の津波の様子を聞いた後、三月再び熱海で聞いたのでは、ダーキンの第一種に當るものが二回あつた後、第三回は沖に高波が起つて猛然と襲來したといふのである。又た熱海警察分署は坂の半腹にあるが、分署長の話では地震を感じたる後黒い潮がチャブ／＼と上げて來て、津浪が想像す如く寄せる時に猛烈でなかつたといふが、其は此の第一種の津浪に就いての觀察で、第三回の高波の襲來も疑のない所である。

之と著しく趣を異にするのは前に擧げた島原灣寛政四年の津浪で、<sup>(2)</sup> 神代鍋島（桂次郎）家の

(1) Ch. Darwin

(2) 伊藤貞市



記録島原大變記によれば、四月朔日暮六半時頃海中以ての外鳴り強く、其音戸らす(曳綱の轆轤)を廻すやうなる音強く聞え、何事かと諸人濱邊へ立ち出で見る内に大岳の様なる津浪にて、濱邊から男女残らず小路内寺の方へ逃げて一人も流死せなんだといふ。此の場合では初めから高波となつて襲來したものと想はれる。此の場合に潮が先づ遠く引いたといふことが、神代で目撃されなんだのみならず島原附近でも全く注意されて居らぬ。是は頗る重要な意義のあることで、陸上の山崩れの如き突然多量の物質が海中に陥入して起る時には此の如く大きな激浪を起すもので、多分正波であつたらうと推定する。

若し山崩れが海底の斜面に起つたとしたらば上の凹部と下の凸部が出来るのであるから、此の場合とは趣を異にして海面の振動が正負共に起るべきで、南米津浪の第二種波の如きものが起ると想像し得られる。

近世の大津浪は寛永、安政兩回の土佐灣の場合であつて、寛永四年の時には海岸の隆起した處がある外に沿岸の崩落陥没が頗る多大であつたことは第三篇に述べる通りであるが、此の寛永の津波は第三回が最も高かつたといふ。

此等の諸例を比較すれば或は地震の後に襲來する津浪の最も恐るべきものを海底地辻が起すと考へ得られる。即ち第一、第二等の地震の起したものに次いで、此の海面の變動が海底斜面の水壓の變化を生ずるので堆積した泥沙層の大規模の之落を誘起して、激浪となつて遠方の浦津に傳はるものと考へ得られる。

之を要するに津浪と海底之動の兩現象が如何なる程度まで交互に因果關係を成すかは確知し難いが、今考察した所から從來津浪の成因を簡単な範疇的區別で足れりとした見地から脱出するの必要は今回水深變化の精測によつて明かとなつた。

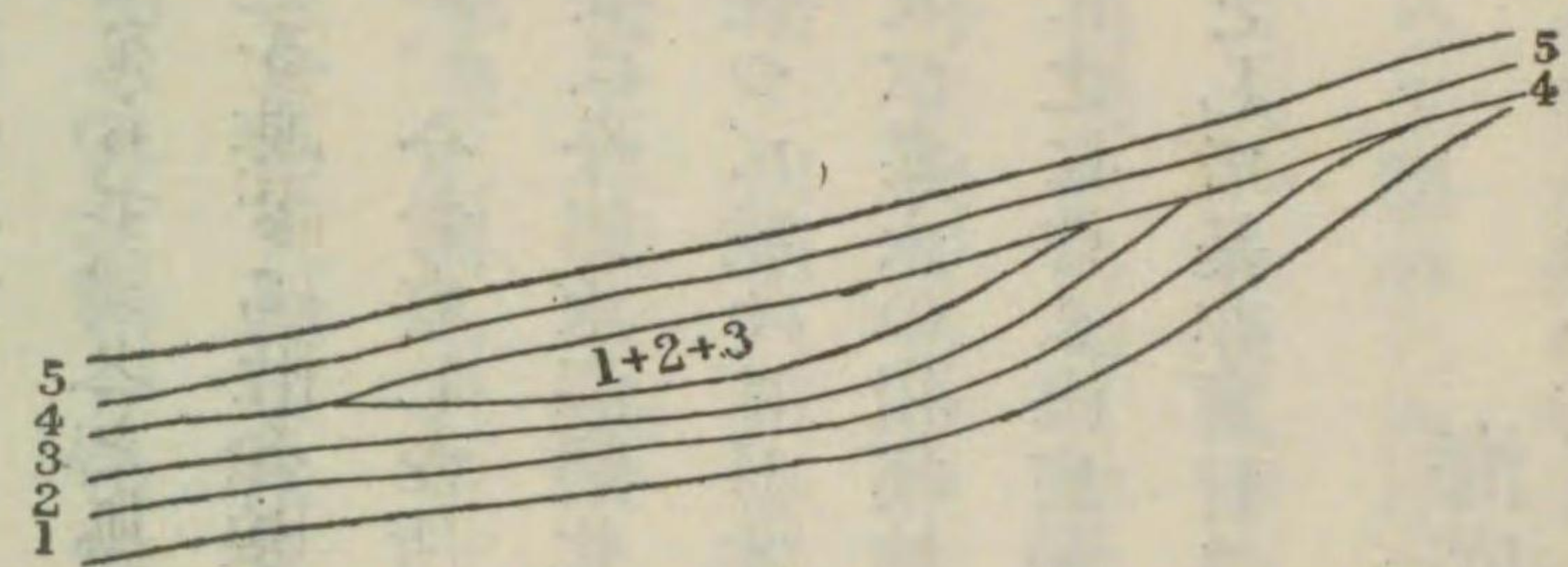
従つて我々は日本の太平洋岸の歴史地震に津浪を伴ふた地方の海底の精測を續行して、將來元祿及び嘉永の相模地方の地震に續いて寶永安政に起つた東海南海を襲ふた津浪の如きものが起る際に之に伴ふ海底凹凸の變化が確かに知れる様にして置きたい。此は水路部今回の測量の繼續事業として是非實行されることを希望して已まぬ。

### 海底之落の層序及び地質構造上の意義

水底に行はるゝ堆積層の之動はハイムの調べたツィグ、ホルゲンの如く湖底に起る例は小規模であるが其の移動は水平に近い方向に一籽以上に達することが知れた。之に比して海底に大地震



に伴ひ起るものは遙かに大きく、沖ノ山の北では少くも五乃至六籽、江ノ島の南では一〇籽に達するものである。而して海底に行はるゝものでは大小の地震に伴ふて起る外に、相模灣に屢起る



第四十四圖 海底地層の順序及び影響

底を占めて堆積が行はれたものでなくて中間に一度淺海となつた如く見える譯である。故に海底

低氣壓と潮汐の結合した高浪の如き場合にも起るべきは湖岸の例から推知されるから、水成岩層の成生に當り日本群島の如き大洋に面した急勾配のある處では層序上の研究に之を考慮することが頗る必要である。第一に層序の擾亂として考慮せねばならぬ所は第四十圖に示す如く、水底之落が地層の堆積中に起れば淺處と深處との中間に泥沙の移動する結果、淺處の1、2、3三床の混亂した一床が4との間に來る。之を換言すれば淺處では床數を減じ、中間では是を増加し、深處に於て見る所の正規の累層と異つたものになる。若し此の淺處層が地表に露はるゝ場合には不整合がある様に見える、中間では123の三床が混合し其内に含まるゝ化石は上床、中床、下床の區別がなくなると同時に深處の岩相と異つた淺海相の岩石及び生物が出るので、連續して深い海

之落の有無を考慮せねば層序學上の累疊律の除外例に出會つて飛んだ誤謬に陥るのである。<sup>(1)</sup> 第二は地質構造上の關係の錯亂であつて、謬つた層序上の考察から導かるゝは勿論であるのみならず、之と無關係に海底之落によつて生じた皺襞と側壓力によつて生じた褶曲とを混同する誤謬に陥る虞もある。

ホルンは深海溝の地質上の意義に就いて論ずるに當つて造山運動に伴ふ海底急斜面の之落が之に與つてアルプス北邊の被覆層片の如きものを生じ得ると考へた。ホルンの言明よりも其の圖示した所がより強く衝上運動と之落堆積層との成生を語るが如く見えるが、果して此の如き地層の運動が海面下一〇籽位の地殻上層に起つてアルプスの如き複雑を極めた岩層の褶曲構造を生じ得るものか否かは我々の判斷し能はぬ所であるから、今姑く其當否を論ぜぬことにする。

大正十三年二月公表された水路部の相模灣海底凹凸の變化と陸地測量部の沿岸水準測量との結果を今本章に論じて、著者自身の關東大地震に關する地質現象觀察の記述は結ぶ事にし、次に此の大地變に就き他の特に重要な數個の問題につき各専門家の研究を記載して關東地震研究の結果を通覽せんとする讀者の参考に供する。

(1) Law of superposition



## 第四章 關東地震に關する諸研究

## 地震記象より推定される震央と震源の深さ

關東大地震が突發して我が國を混亂に陥らしめたる時に當り最初に其の震央を推定して被害分布區域を略ぼ推知し得しめたものは地震計であり、直ちに現場を視察して我々に狀報を提供せるものは飛行機であつた。若し此の兩者がなかつたならば當時の社會的混亂は更に一層甚しかつたらうと想像される。

發生せる地震を對象としての研究は先づ地震計の記象によつて震源を明にし、地震の性質を確かむるにある。従つて今關東地震に關する諸學者の研究を蒐集せんとするに當り先づ今村博士が東京地震學教室に据ゑ付の地震計に描かれた記象を如何に判讀されたかを述べることが順序と思ふ。以下震災豫防調査會報告第百號(甲)より抄録する所は即ち其の主要な部分との思惟するものである。

「地震學教室に於ける地震計の倍數五倍以上のものは初期微動の初めに於て描針大抵記象紙

(1) 今村明恒

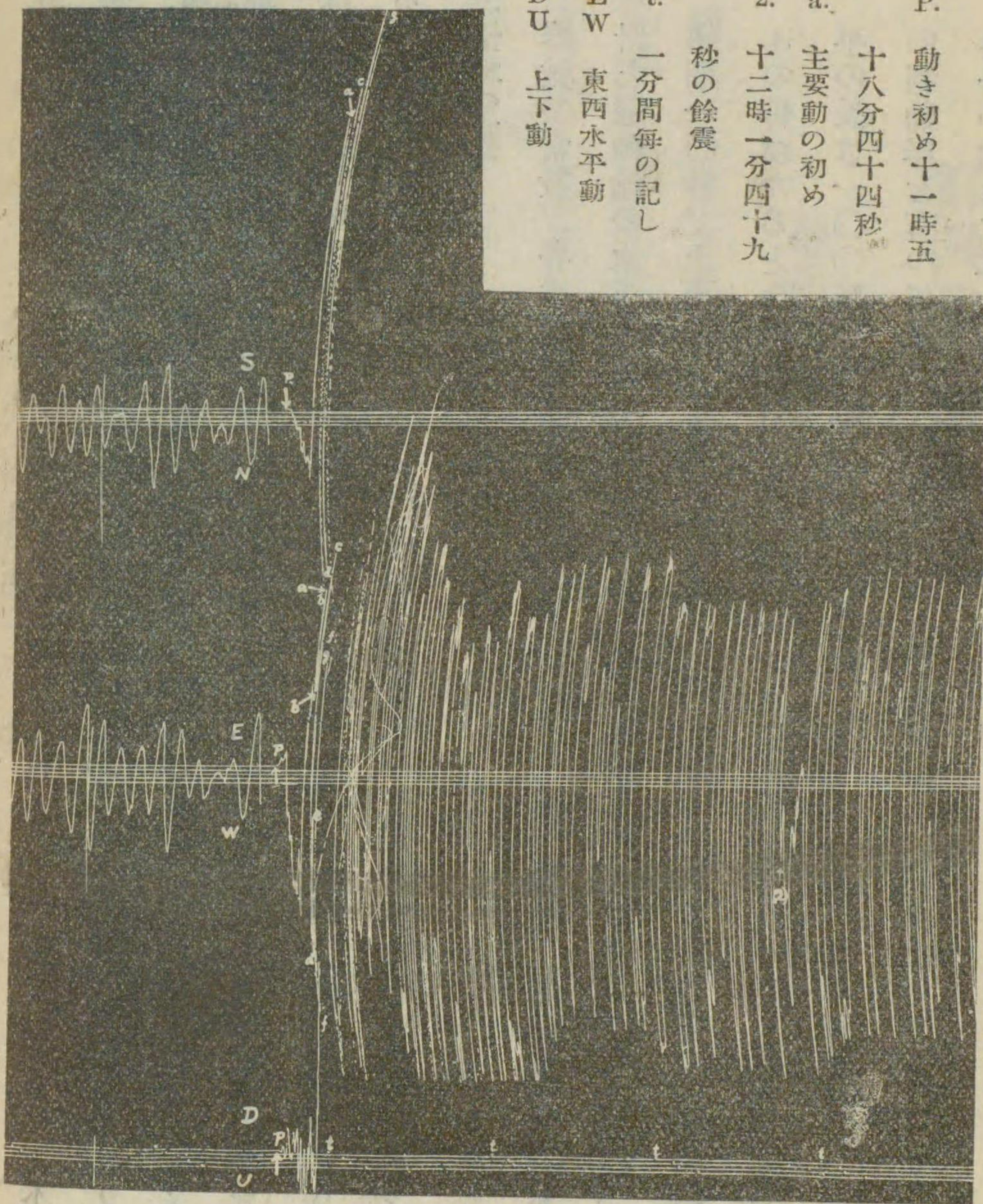
外に逸出したが、それでも初動の方向の測定には適當な記録を與へた、又た二倍以下のものは初期微動だけは大抵記録したが、主要部の初めから數秒の後に描針が逸出したか、若しくは振止め装置にて支へた爲め完全な記象を與へたものはない、此中比較的能く記録したのは二倍地震計であつて、其東西動、南北動共に主要部に入つてから五秒間は完全な記象を與へ、其後は唯僅に東西動のみが働いて居た。されば器械觀測の結果は此の地震計の與へたものを採用することが便利であるから以下之に就いて記述し不満足な處を他の器械で補ふことにする。

## 二倍地震計

器械の常數 各水平動——重錘の重さ二一〇〇瓦、重錘と廻轉軸との水平距離二〇〇糎、描針と廻轉軸の水平距離四〇〇糎、廻轉軸の兩端支點の鉛直距離三三五糎、振子の自己振動の週期一〇秒、上下動——重錘の重さ二三〇〇瓦、重錘と支點との水平距離一〇〇糎、ゼンマイの伸びたるときの長さ三〇〇糎、ゼンマイの重錘を支へざるときの長さ八二糎、描針の水平の長さ一〇〇糎、鉛直の長さ二〇〇糎、振子の自己振動の週期五・〇秒。各振子何れも油の制動器を有つて居る。記象紙の速さ毎分四〇糎。据附たる方向の修正、水平動は何れも反時計の向きに二十三度。



P. 動き初め十一時五十八分四十四秒  
 a. 主要動の初め  
 2. 十二時一分四十九秒の餘震  
 t. 一分間毎の記し  
 E W 東西水平動  
 D U 上下動



圖一十四第 大正十二年九月一日大日地東京市本郷に於ける (圖原氏村今) 測觀

地震記象

(第四十一圖參照)  
 (イ) 發震時刻 午前十一時五十八分四十四秒、  
 此時刻は教室内に於ける他の地震計の觀測をも總て採

用し之れから推算した結果である。觀測用時辰儀は次の三個で毎週月、木曜日東京天文臺からの信號と比較して居たのである。即ちナルダン製一四七九號、フロドシヤム製三五四八號ラッセル製七一〇二號である。

(ロ) 初動 初發より二、三秒間に東へ一・〇耗、北へ一・二耗、上へ〇・三耗で、即ち初動の方向は据附方向の修正を加へて(以下之に準ふ)北二九度東の上方動となる。

初動方向は震源の推定上極めて重要であるから他の鋭敏な地震計によつて之を補ふことにする。即ち自己振動の週期三十五秒、描計の倍數十五倍の地震計は東へ〇・五六耗、北へ一・二七耗を示して居るから、之を組合せると初動方向北二四度東となる。次に自分が最も有力な參考と考ふるのは長週期地震計として大森博士によつて記載せられた十五倍東西動(器械の常數につきては地震觀測錄第二號大森博士報文第十節IIにあり)二十倍南北動(同上V)の甲組と、百二十倍微動計(同上IV)の乙組とによりて得られた觀測の結果である。各器械は何れも初發から二、三秒の地動の爲めに描計は外づれたが、此波動に重なつた所の微細な第一波か何れも確實に描かれてある。此は恐らくは夫の二、三秒の波と同時に震源から波及して來た倍音と見做すべきものであると考へるので、嚴密な意味に於て之れが即ち地震動の第一波

地震氣象より推定されたる震央と震源の深さ



でなければならぬのである。觀測の結果は何れも最初一、二秒間に甲組に於て東へ〇・一二耗、北へ〇・二四耗であるから之を組合せて初動の方向は北二七度東となる。又乙組に於ては東へ〇・〇九八耗、北へ〇・二四耗を示して居るから初動の方向は北二二度東となるのである。以上の結果を平均するときには初動の方向は北二六度東の上方動となるのである。最後に二十倍上下動地震計(常數は同上V)によつて得られた初動を記載する。それは上方へ〇・五耗であるが此は水平動の二・三秒波に相當するものである。

(ハ)初期微動 後に説明せんとする種々の理由によつて、此地震を起せる原動力は廣汎なる區域に亙り、幾秒或は幾十秒と言ふ様な比較的長き時間内に於て斷續的に働いたものと想像せられる。若し我々が是迄屢々經驗した通り、地震の原動力が一、二秒間若しくは四、五秒間と言ふ様な短い時間内に働き終つたとするならば主要部の繼續時間も比較的短く、去る大正十年十二月八日霞ヶ浦地震(本會地震觀測録第二號)、大正十一年四月二十六日浦賀海峽地震(同第三號)、大正十二年一月十四日江戸川流域地震(同第四號)等に於て見られる通り、主要部の初めは僅に一、二回の大きな往復振動で成立つて居て其後は急に小さく且つ弱くなつて仕舞ふのである。然るに今回の地震は其記象に於て見られる通り、又たは自分の體驗に

よりて想像せられる通り、主要部に入つてから數秒の後始めて最大強度に達し引續き一、二分の間に一層大きな波動が續々現はれてゐるので、地震の原動力は出發より數秒の後強さの頂點に達し、爾後動きが急激なる點に於ては次第に衰へても緩漫に而も大きく働く點に於ては中々旺盛であつた様に考へられるのである。此見地よりして自分は主要部の始まりを初發より一二・四秒の點即ち記象に於てaと記した位置に取らんとするものである。即ち此時に於ては南北動が嶄然として急激な大震動を現はしたのである。此事は自分が初發より十二秒目に始めて主要部を感じたといふ體驗にも調和を保つのである。即ち初期微動繼續時間は一・二・四秒であつたことになるのである。

記象を注意して見られる方には或は次の如き疑が起るかも知れぬ。即ち初發より九・八秒頃より水平動が可なり大きくなつて居るから此點が主要部の始まりではあるまいかと。

自分の之に對する答は次の通りである。即ち震動が著しく大きくなつたとは言へ、全振幅は最大二程程度であつて自分が主要部の第一波に取つたもの、三分の一にしか達しない。さうして其前の部分の波動に比較して大きいとは言へ、我々が通常主要部と初期微動との割合につき經驗する所の五六倍乃至數十倍といふ程度を遙に遠ざかつて居るから、此は主要部の

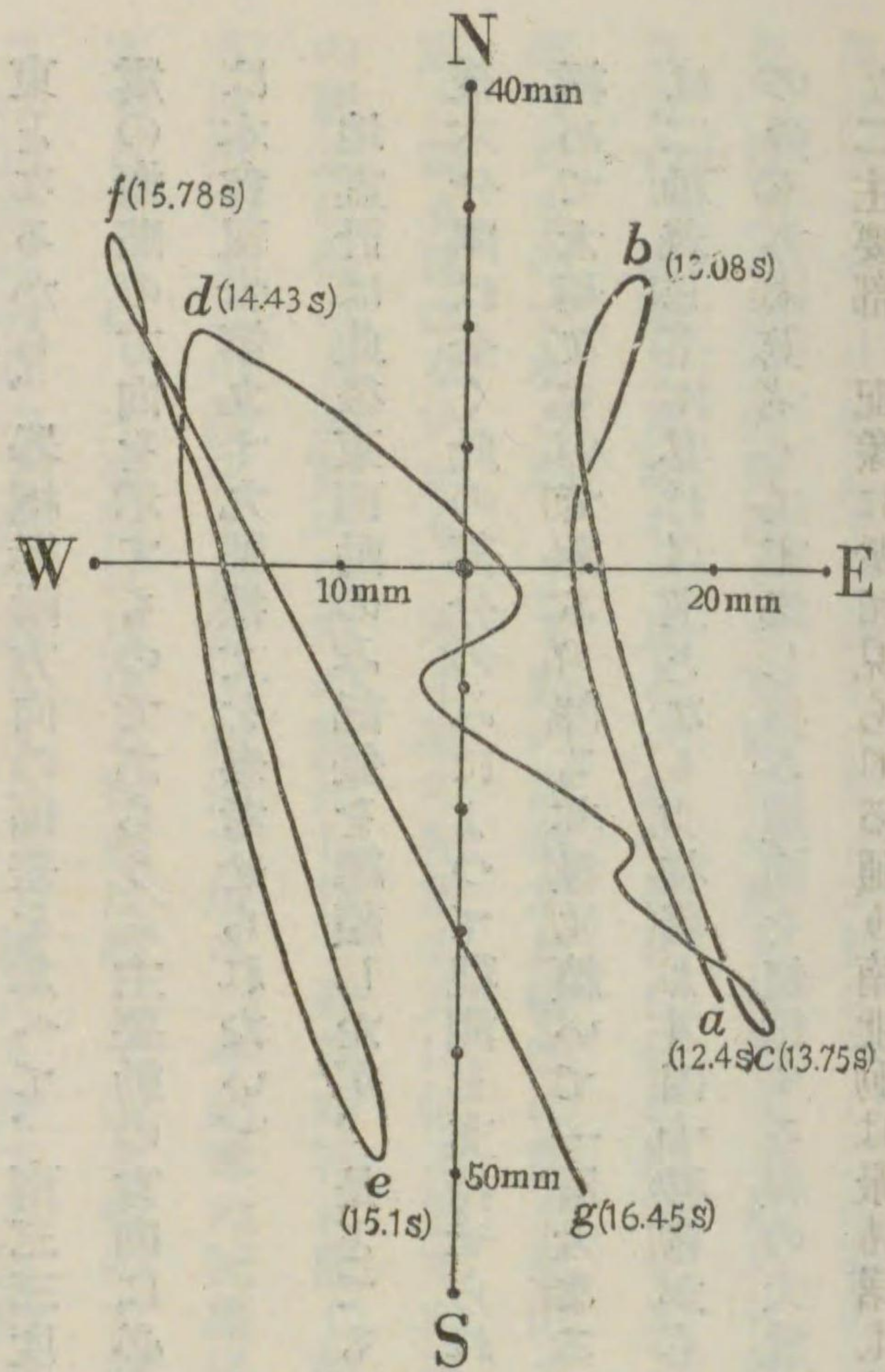


始まり、即ち震源から最初に到着した剛性波ではないであらう。さうして此際上下動も著しく現はれて居るから自分は寧ろ之れが主として地震の原動力が起した彈性波に屬するものと解するのである。

兎に角此初發より九・八秒目位から著しくなつた二三の大波動は主要部ではあるまい。但し震源から餘り遠く隔つて居ない内地の地震觀測所に於て、倍率の大きい地震計は描針が此點に於て外づれる虞が十分に之れ有るからして、初期微動繼續時間を定めるには注意すべき事項である。當教室に於ては二倍地震計の外に實動地震計（器械の常數は本會觀測録第四號第三百五節參照）によつても初期微動繼續時間を計り得た。之によれば一三・一秒を示して居るが、然しながら此結果は前記二倍地震計のものに比較して正確の度が低いから唯參考に止めて置く。

上下動に於ては初めに稍著しい震動が現はれ、引續き四・五秒間に他の二つの震動が現出し、而も次第に大きくなつた、此事項は主要部の初めの部分に於ける震動の狀況に調和を保つものゝ様に考へられる。

(二) 主要部 記象に於て見られる通り南北動は最も著しく、圖に於て a なる位相から始まり、



第四十二圖 大正十二年九月一日大日地動の主要部（今村氏原圖）に於ける水平の實動の圖

bedefを経てgに至り遂に描針が外づれて仕舞つた。此間の振動の週期は平均一・三五秒で、之に相當する東西動は比較的の小さいが、a・e間に於て二つの波、cd間に二の餘分な波を示して居る。それで先づ此等の波動に就き其方向と

大きさを組立てて見ることにする。但し嚴密に言へば上下動までも加ふべきであるが、實際上下動は此邊振幅一糎以下のものゝ様であるから省略しても差支ない程である。  
第四十二圖は以上の兩方向の震動を綜合した水平の實動を示すものである。此は地上の一點が通過した筋道を上空から瞰下したものと見ることが出来るのである。即ち主要部の初め（初發から一二・四秒目）に於て此點はaにあり、更に一・三五秒の後にはbを經由してcに



到著し、次の一・三五秒間にはdを経てeに進み、更に次の一・三五秒間に於てfを経てgに到著したことになるのである。さうして最後の地動たるgは全振幅八・八六糎、全週期一・三五秒となるから此部分を單弦運動と假定するとき、震動の加速度は毎秒毎秒九七糎となり重力の加速度の約十分の一となる計算で、之が恐らく我が地震學教室に於ける地震動の最大加速度に相當するものであらう。又最後の地動たるd、e、f、gの平均方向は南二〇度東となるから、器械据附方向の偏差を加へて、南三三度東となるので、之れが恐らく最強地震の概略の方向を示すものであらう（主要動の方向に必ずしも直角をなさばいことについては本會報告第九十九號拙文を參考せられたい）。

地震計は此後東西動のみ記録を繼續したが、是とても完全なものではない。然しながら此後六分間は全く此の部分のみによつて觀測を支持せられたので、或る意味に於ては此部分も極めて大切なものである、即ち其後に續いて一層大なる波動が現出したけれども振動の週期は二秒若しくは其れ以上となり、初發より四十秒目から一層緩漫（週期二三秒）な而も西方への動き方に就いては記録し得る範圍を超越する程の大波動が陸續として現はれ、一分半頃になると週期四秒程の波動となり引續き最初から十分間は極めて大なる地動を示して居る、此

間に於て處々に餘震を記録して居るが特に著しきは初發から凡そ三分目位に起つたものである。以上の部分的觀測から實際の地動を推測する爲めに餘震中で震源が此最初の大地震に近きものゝ記象と比較して見る。此爲めに自分が選定せんとするは同日午後二時二十二分頃に起つたものであるが、上下動の記象が比較的能く相似て居り且つ推定せられる震源が大地震と餘り違はないから、水平動の記象も互に似る筈であるが、今東西動を比較して見ると時の経過に従ひ其波動の週期の變化し行く状態が特に能く相似て居り、又初の二分間位に於ける波動の大きさの變化も相當に相似て居る。今此等の記象につき其相似性が成立するものと假定するとき、主要部に於ける振動は概して南北動の方向が著しく、東西動と組合せて其大さは震動最強部の二倍半即ち凡そ二十糎にも達する震動もあつたことであらうし、其震動の方向も概して最強部の震動方向に平行若しくは之に近いものであつたらしく想像せられるのである。

（ホ）終期部 大地震の主要部が終らない内に強大な餘震が相尋いで起り、又終期部になつてからも度々大きな餘震が起つたから、此等の餘震と最初の大地震との震動が相干涉し、從て大地震のみに屬した震動の終期部は何處まで繼續したか不明である。然しながら餘震の全勢



力は最初の大地震に比較して微小なものであるから、其終期部は比較的早く終熄する筈である。斯く假定するとき、此の大地震につき二倍地震計に依れる觀測の結果其全繼續時間は凡そ二時二十分間となるのである。

以上觀測の結果を應用して試みに震源の位置を推定して見る。即ち初期微動繼續時間を一・四秒とし、初動は水平に於て北に六度東の方向に一・五耗、鉛直に於て上方に〇・五耗とし

$\alpha = 7.447$

なる公式( $\alpha$ は震源距離の耗數、 $t$ は初期微動繼續時間の秒數)によつて計算するときは、震源は南二六度西の方向にて九十二耗なる距離にあつたことになるのである。今回の様な規模の大きな地震は我々が通常一點と見做し得べき小區域の地震の材料等より決定した公式を應用するに注意を要するのであるが、然しながら震源なる熟語を地震原動力の働き始めた位置と解するときには矢張り同公式を用ひて差支ない様に考へられる。又震源が極めて近き場合に於ては最初の上下動は震源の深さを推測するに參考となるものであるが、之を今回の場合に試みて見るに水平初動一・五耗と上下初動の二分の一なる〇・二五耗とで、震源の伏角は東京に於て  $\tan^{-1}(0.25/1.50)$  程の位取りのもので表はされることになる。即ち震源の位置は東

經一三九度二一・八分、北緯三四度五八・六分、其の深さ大凡そ十五耗程度のものとなるのである。

因に記して置く。前記震源の伏角は通常の意味に於ける初動射出角とは違つて居る。震波が未だ地表に到着しない前、例へば一波長程前の位置に於て、此初動を水平と上下との二方向に分解して見るとき、之れが地表に到着した際（此間に於ては媒介物の物理的性質に變化なきものと假定し）水平動は地下層に於けると同様に媒介物が依然として連續するから此關係に於て變化し様がないけれども、上下動は地下層に於けると異なり、地表に於て媒介物が斷絶し、勢力は極めて一小部分空氣に傳はる外、波動の全反射を起す關係上、震動は概ね二倍となる關係となる。其故自分は上下初動の二分の一と水平初動とを組合せて之を震源の伏角と名づけ、震源の深さの推測に應用して居る。」

關東地震は實に地震計發見後文明國の大都市附近に起つたものではサンフランシスコ地震に次ぎ、我國の總ての倍率の高い地震計は記象の一部分よりを記録し得ざる缺陷を暴露し、僅に一、二の倍率の小さな地震計のみが之を記録したに止る。従つて我々の最も重要視する關東地震の震源の深さに對しては幾多の異論が地震學者等の間にも唱へられた。即ち次に掲ぐる

地震氣象より推定されたる震央と震源の深さ

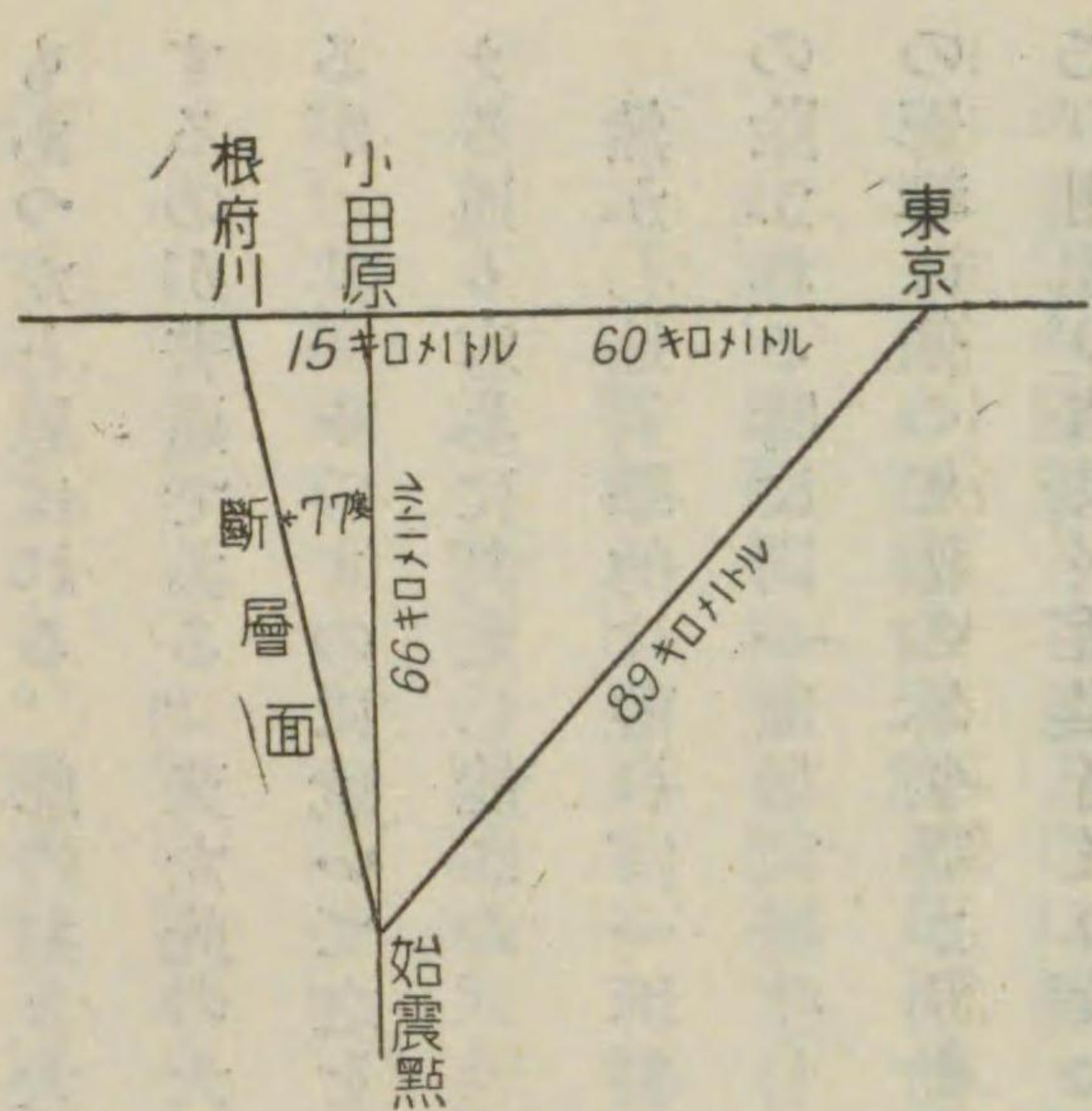


中村博士の如きは其の震源の深さ六十六軒よりは多少浅いと推定され、今村博士の算定され  
た十五軒との間には實に數倍に達する相異がある。

我々は既に述べた理由に依つて地質學的に想定する震源の位置は中村博士が推定せられた  
程度の深さに在るべしとするのであるが、最初に地殻に決裂を生じた點の深さに關しては兩  
論者の何れを採るべきかを判斷する根據を持たぬ。又た震央の位置に關して當時今村、中村  
及志田博士等の間に種々異説を生じ、今村博士の相模灣中央部と説けるに對し、中村博士は  
根府川附近、志田博士は丹澤山西部附近を震央と推定された。此の内志田博士の説は單に決  
裂の位置のみならず其形態に言及して西方を上とした丁字型の割目を生じたとすら説明した  
のであつたから、我々は姑く志田博士の研究に従つて前に述べた震央帯に屬する丹澤山塊の  
西部を最初に決裂せる地點と想定するものである。其の後陸地測量部の行つた陸上の地形變  
化の測量の結果が隆起陥没の最大地域が何れも丹澤山地にあつたことは志田博士の説とよく  
符合するのである。然れども主なる變動地域の相模灣沿岸に發生した事實は同處を震央とし  
た今村博士の説を支持するもので、宛然兩者は殆ど同時に發生した二箇の初震の一つつを觀  
測したやうな結果を示してゐる。志田博士の關東地震の震源に關する説明は大正十二年十一

(1) 中村左衛門太郎 (2) 志田順

月末京都帝國大學で試られた講演の一部として述べられたのであるが今其の記録を求めることが  
出來ないから左に中村左衛門太郎氏の説をのみ掲げる事にする。



第四十三圖 關東地震震源の深さの推定断面圖 (中村氏原圖)

「東京に於ける初期微動は約十二秒繼續したが大森博士の式を用ふれば震源距離八十九キロメ  
ートルとなる。然るに震央を前記の如く秦野附近とす  
れば震央距離は約六十キロメートルとなる。地震波が直  
進するものと假定し簡單に震源の深さを決定すれば六  
十六キロメートルとなる。而して此斷層面の露頭は根  
府川邊より南東へ向ふものとすれば東京よりの距離約  
七十五キロメートル、震央よりは約十五キロメートル  
となる。

それ故斷面の伏角は約七十七度となる。若し波動の  
屈折を考ふれば震源の深さはこれより淺く斷層は更に垂直に近づく。更に小田原附近の被害は  
水平動よりも寧ろこの大地變の爲めの大なる上下動に因ると見るべく、又た箱根附近一帯の大  
山崩の如きはその爲めに著しくなつたのではなからうか。」



## 關東大地震の後の所謂餘震

大正十二年九月一日正午頃の最初の大地震に次いで數分或は數十秒以内にも多數の大地震が起つたことは地震記象圖に據つて今村博士が推定されたが其の一、二は之を體驗せる人々もあつたと思はれる。此の如き大地震では數個の大震動が短時間内に續發して一事變を形成するのが普通である。又た此の大震動が終つた後も數ヶ月以上に亘り所謂餘震が起るのであるが、其一一のものに就いて之を餘震と認定すべきか否かは次に述ぶる中村博士の言にも見える通り容易に判定し能はぬ。

然かし地質學的に觀れば一坵裂帶上に發生した大地震の直接の原因で生じた第二次的不安の除かれる時に同一地帯に發生した地震はこれを餘震と呼ぶことが出來やう。又た此の地震の影響に依つて他の坵裂帶が活動するならばこれは續發地震と呼んで餘震と區別すべきである。然れども斯く定義しても個々の地震に就いて何れに屬するかを判斷するの困難は除き得た譯ではなく、地質構造が正確に知れてる場合に理論上可能であるといふに止る。大正十二年後關東地方に起つた大小の地震は既に數萬回に達し、到底其の詳細を此處に述べる暇はないが次に掲げる中村博士の記事は關東地震に關する餘震の研究として特に永く記録すべき資

(1) 中村左衛門太郎

料と思はれる。即ち

「今回の餘震に關しては特異の點が少くない。その第一は九月二日午前十一時四十七分頃九十九里沖に發した餘震で、その大きさは勿論一日の大地震より小さかつたに相違ないが、直接一日の地震の餘震と考ふるには餘り強く、その震源は遠く距つた房總半島の沖にある。是は寧ろ從來往々見る續發性地震と見るべきものであらう。

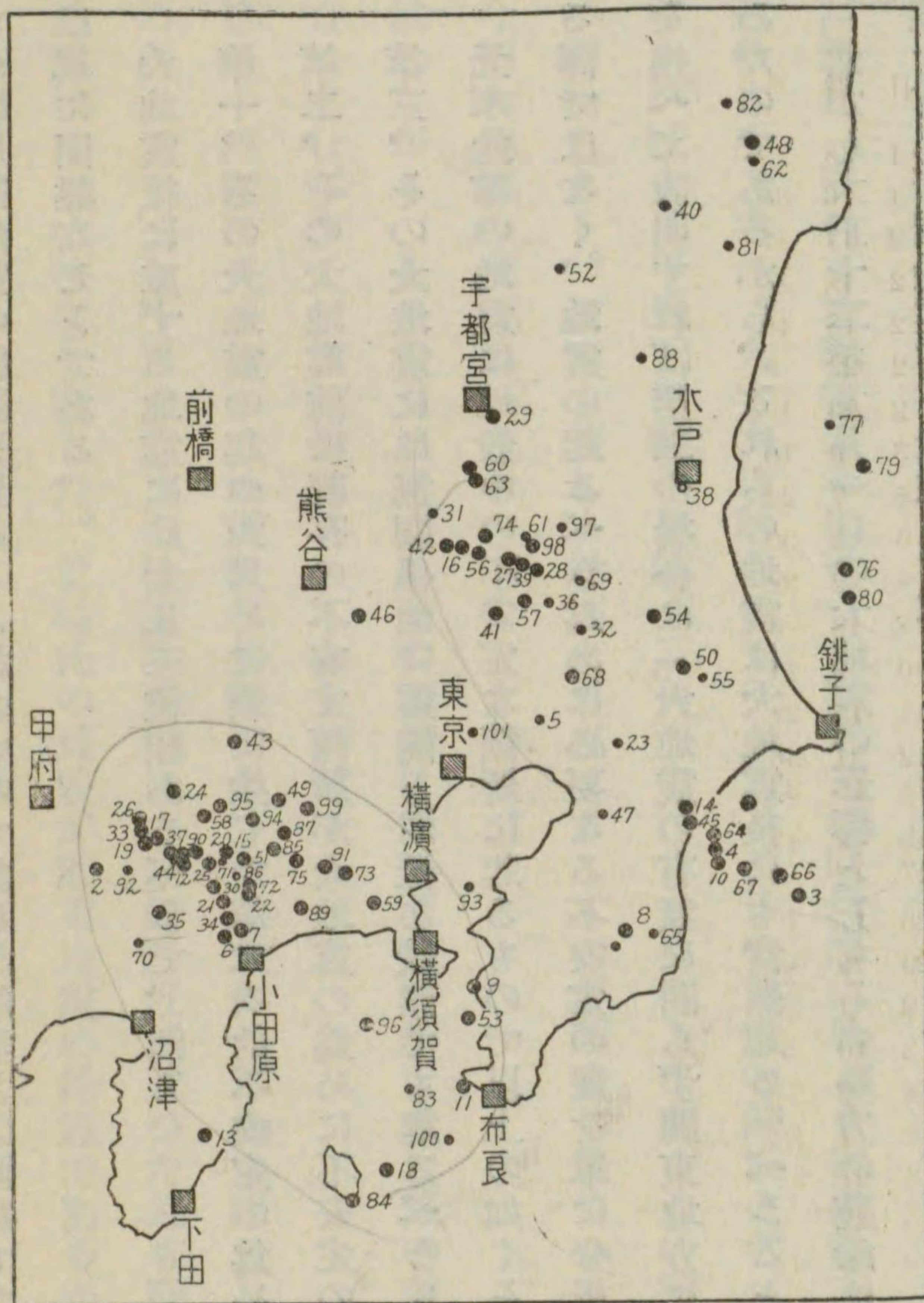
此處に續發性地震と假稱するものは大森博士の小局部的強烈震に限ると考へられたものであるが、地震史上に散見するものは之と異り安政元年十一月の東海、南海兩道の地震の如きものがある。此の震源の距離は大きくはあるが、其は單に絶対距離に關すること、震域の大きさに比しては決して大きくはない。

斯くの如きものは單に數が少いと云ふに止まり、或は更に三回四回の續發を見ることもあり得るであらうから、將來の大地震に於ても決して餘震に大なるものがないとは斷定し得ないことになる。」

と言ひ、所謂續發地震を餘震の一種と看做して左表に掲げ最後に餘震の分類を試みた。

「今九月以後半ヶ年間の主要なる餘震に就てその月日時刻を記せば次の通りである。





(圖原氏村中) 圖布分の震餘震地東關 圖四十四第

これらの地震の始震地は少くとも三ヶ所以上の観測に基き決定したもので第四十四圖に示す通りである。同圖中大きな圓は位置の確實なるものを示し小さな圓は不確實なるものを示すもので數字は前表中の番號である。この主なる地震は必しも所謂餘震のみを示すものではなくて關東地方に於て大正十二年九月大地震後に感じたる主要な地震を示すものである。大地震が一度發

九月大地震後半年間に關東地方に於ける主なる地震發震時

番號	月	日	時	分	番號	月	日	時	分	番號	月	日	時	分
1	9	1	15	19	34	10	17	5	24	68	12	4	18	50
2		1	16	38	35		21	0	15	69		4	19	1
3		2	11	47	36		22	12	21	70		7	17	14
4		2	18	18	37		23	4	46	71		12	19	24
5		2	18	48	38		23	22	22	72		14	20	0
6		2	22	9	39		24	7	37	73		19	22	49
7		2	23	16	40		29	8	0	74		23	5	34
8		3	9	10	41		30	7	52	75		24	12	40
9		5	7	23	42		31	1	56	76		24	18	30
10		6	3	30	43		31	3	20	77		24	3	39
11		8	2	32	44		31	10	40	78		27	16	17
12		8	18	9	45		31	12	17	79		28	0	23
13		10	2	11	46	11	1	1	37	80		28	1	1
14		11	15	21	47		2	6	25	81		29	22	6
15		12	21	56	48		5	3	37	82		31	4	0
16		14	15	33	49		5	5	46	83		31	11	21
17		15	2	41	50		6	19	42	85		31	14	51
		*(17	12	41)	51		6	22	36	86	1	15	5	51
18		26	17	23	52		14	10	12	87		15	9	7
19		29	12	1	53		16	6	33	88		15	13	30
20	10	2	1	22	54		18	5	40	89		15	16	46
21		2	10	25	55		19	4	20	90		17	1	24
22		4	0	54	56		22	1	32	91		19	15	46
23		4	1	20	57		22	1	59	92		21	0	33
24		4	21	52	58		23	10	13	93		27	0	13
25		5	22	6	59		23	11	32	94		27	3	15
26		6	9	42	60		25	7	20	95		30	22	6
27		6	9	52	61		27	20	11	96		30	22	36
28		8	8	42	62		28	18	24	97	2	1	16	24
29		9	15	15	63		30	9	25	98		1	23	3
30		14	14	57	64	12	3	10	53	99		2	16	55
31		14	17	33	65		3	21	0	100		12	2	49
32		15	18	45	66		4	3	17	101		17	13	59
33		17	3	4	67		4	3	28	102		22	10	42

\*この地震は北緯 32 度東經 139 度附近に發したれども關東地方のみに感じたるものなり



すれば所謂餘震の續發を見ることが多いのであるが餘震とは何物であるかの定義を與ふことは眞に困難なことである。

大地震後に感ずる地震には大凡三種類あるべきで、即ち

- 第一、その大地震の起つた爲めに新に生じた第二次的不安定の爲めに起るもの
  - 第二、その大地震前に既存の不安定箇所が大地震の爲めに不安定の度を高めたので起るもの
  - 第三、その大地震には無關係地に震前と同様な状態でも起るべきものが起るものである。
- 元來此等の地震は地殻中の不安定な箇所起るもので以上の如くその原因に根本的區別がある譯ではなく、地震の起るべき爲めに必要なる不安定の度を單に分析したるに止まる。更に語を換へて説明すれば第三の場合は「大地震の有無に關らず關東地方には既に地震は度々起つてゐたのであるから、これらの地震は大地震後にも當然起る」べきことを意味し、第一の場合は「然かし大正十二年九月一日の大地震の影響としてその勢力の殘餘は尙ほ地震を起すべき可能性を有し所謂餘震をも發生」すべきことを意味するのである。而して第二の場合は「更に所謂餘震とは異り單に大地震があつた爲め附近の既存地震帯がその影響を被つて活動を起すか、或は九月一日の大地震と根本的原因を共通にする他の地震が單にその根本的勢力の一般的増加に

よつて相次いで活動することもあり得る」ことを意味するのである。

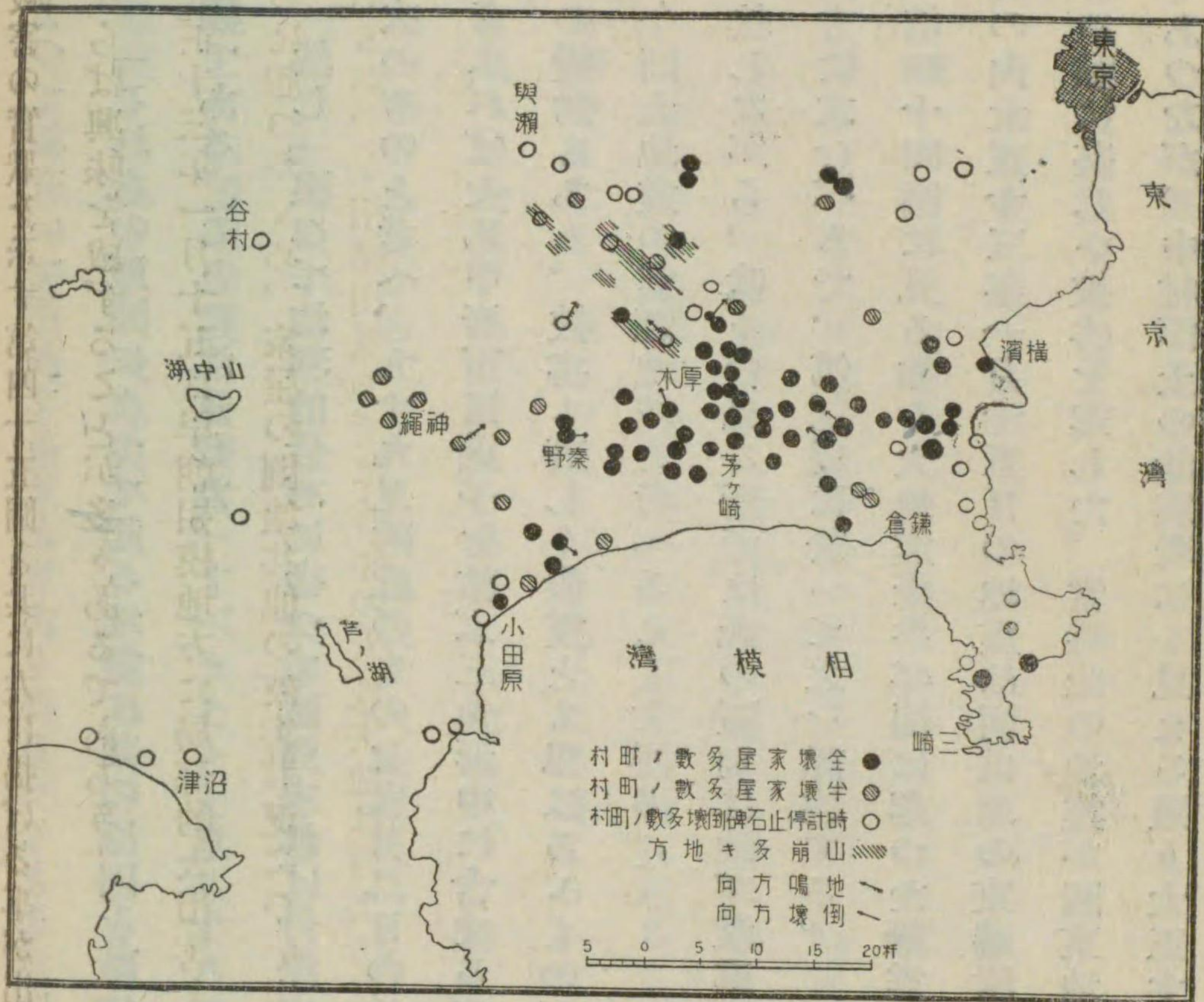
「これらの原因によつて起る地震は其の原因を區別し得ることがあらうが、一般には甚だ困難である。」ことに注意した。

然し「強ひて地理的分布に従つて區別すれば丹澤山塊より相模洋方面に起りたるものを第一次のものと考へ、九十九里附近のものを九月二日の地震の餘震と考へ、これらを含める地方を考ふれば大凡甲府下田銚子を結ぶ三角形中に含まる事となり。この三角形内部にては多少地盤の變動もあり。被害も著しく餘震とも思はるゝものが頻發し居るから、この三角形地域を以て今回大地震の震源地域と考へることを得る。」

然しながら、我々の見る所では此の區別は地下深處に於ける岩漿の運動に伴ひ坼裂が生長する仕方に求むべきで、第三編に於いて之を詳述する。

第四十四圖に見る如く大地震後半年間に起つた餘震は丹澤山地附近に甚だ著しいのであるが、其の内大正十三年一月十五日の地震は同山地の東端附近に起つた最も顯著なるもので、相模國の各地點に甚しい被害を起した。當時此の地震が關東地震の餘震であるか否かは大に議論されたのであつたが、中村博士の餘震表にも見える通り大正十二年十二月三十一日から翌年一月十五日迄





第四十五圖 大正十三年一月十五日相模地震被災分布圖

の間には著しい地震が無く、斯く長期に亘つて地震がなかつたのは大地震後此の期間が始めであつたから、徐々に除かるべき勢力が一時に發したと解して、之を餘震と看做すのが妥當と思はれる。

此の地震と關東大地震との間には種々興味ある關係が見出されてゐるので餘震研究の一例として特に記録する必要がある。著者は當時學生なりし上治及び小出の二氏に託して一通り之を踏査して獲た結果を地球(第一卷、六號)誌上に公にした。茲に其の主要部を抄録

し被害の實狀を示す第四十五圖と共に左に掲げる事が出来る。大地震の被害分布圖と比較考査するならば興味を感ずることが多々あるであらう。

「大正十三年一月十五日早朝相模地方に局部的大損害を與へた地震は昨年の大震の創痕未だ癒えざるに起つたため、家屋の倒壊其他の被害狀況について周到なる考慮を要する點の多いのは勿論であるが、(1)相模川低地では昨年の大被害地は言ふに及ばず被害小なりし地(例へば山際、猿ヶ島、小動、小谷等)にも被害顯著なること、(2)場所によつては昨年の大震よりも地下水の變化が大きく土砂の噴出も多量であつたこと(田村渡船附近に東北に向ふ數條の平行した龜裂が五間以上も續いて泥を噴出し小噴沙坑も生成した。厚木町海老名村依知村等では兩回共土砂噴出、有馬村では一月特に多量に土沙噴出、依知村山際では高一尺五寸周回一丈五尺許の圓錐丘が生じた)、(3)昨年被害地たる湖南海岸一帯は被害極小なること(平塚の如き倒家なし)、(4)相模野臺地にて御所見村(葛原用田打戻等)、小出村(遠藤芹澤等)、六會村(龜井野石川等)、俣野村、中和田村等は昨年よりも却つて被害の大きい處があつたこと、(5)厚木伊勢原西北山地の崩壊及び地下水の變動の特に甚しかつたこと、(6)被害地が西北及び東西の方向に著しく延長したこと等は注意すべき諸點である。今、二三の被害地に就いて見るに經ヶ嶽線上の青野原村では半壊住家四十六戸、山崩



甚だ多く地下水全く涸れ、宮ヶ瀬煤ヶ谷兩村では半壊家屋三十六戸、全壊家屋二戸、負傷者六名、山崩被害七十町歩に及び多數の柱時計が墜落した。その東南なる小鮎村には半壊家屋三百戸あり地盤に多くの龜裂を生じた。中津川線小佛線上にも亦被害多く、與瀬町では破損した家屋が多數あり、串川村では半壊家屋二〇五戸に達し、井水は混濁して使用に堪へず、眞名倉、半原、田代の諸村并に田名村では龜裂と崩壊多く破壊家屋多數、柱時計は全部停止し墓碑の轉倒せぬものはなかつた。かく相模川平地一帯には大損害を與たが、藤澤、片瀬等に至れば被害は激減し、全潰家屋一戸に過ぎなかつた。然かるに三浦半島南部では再び被害を増し津久井に數戸の壊家、武山村に多數の半壊家屋を生じた。次に神繩線上の被害を見るに富士山麓玉穗村では墓碑の轉倒千七百基、神繩の北世つづ附中川玄倉では半壊家屋十戸を出し、更に秦野臺地の北部に被害を起しつつ、相模平野を横斷し、洪積臺地上の遠藤、打戻、用田、葛原、龜井、野中田等にも大被害を生じ、遂に東京灣沿岸に達して笹下日野兩村に倒家數戸を出し、日ノ下村田中、矢部野等に九十餘戸の半壊家屋を生じた。我々は兩度の地震によつて相模地方では西北東南線と東西線とが地震構造線として特に重要なことを確め得たが、終に明治二十年一月十五日の相模地方の地震につきて故關谷博士の記載する所が本年一月の地震と極めて類似するものなることを附記しておく。

### 陸地の昇起沈降と海深の變化

關東大地震の惹き起した種々なる被害は單にこれを物質上より評價するも百億圓と算定された程で實に言語に絶してゐる。此の中で地學研究者にとつて最も驚異を與へたものは海底及び陸面に生じた地形の變化である。此の變形が地震と同時に發生したか否か、或は實際に地殻が決裂し或は撓曲した爲めに生じた否かは尙ほ議論の餘地のある所であるが、我々は其の最大なる相模灣底の變化は既に前章に論じた通り水底の沈落及び洗滌の兩作用を以つて説明するを妥當と信ずる。然れども其の成因論の歸結如何に關らず、斯の實測の結果を擧げた我が陸地測量部及び水路部の功業は科學史上に特筆さるべきもので萬人の等しく驚嘆し、限りなき謝意を表する所であることは論を俟たぬ。

次に陸地測量部及び水路部の報告を再録して此の調査の方法及び其の誤差の範圍を明かにして著書の説明に代へる。

「大正十二年九月に於ける關東地方の大震災に伴ひ陸地測量部は直に既設測量標點檢の必要上一等水準檢測作業を実施し、次で震災地一般に互り大正十三年度乃至大正十五年度に繼續する



測量標復舊作業を開始し、再測或は測量標再建作業を進め大正十四年末概ね全作業の半以上を了し且つ一部の成果を検出し得るに至れり。依て茲に二三の水準線路の土地變動狀態に關する既往發達の記録を補足すべく既設三角點散在の表面上に關する土地變動の狀態を發表し研究上の一助たらしめんとす。

復舊測量作業の概況

一、水準線路の測定

大正十二年度測定に係るもの

東京周圍

東京—藤澤—油壺間

藤澤—熱海—伊東間

東京—船橋—小湊間

大正十三年度測定に係るもの

東京—甲府—下諏訪—洗馬間

小湊—勝浦—佐原—船橋間

熱海—沼津—靜浦間

伊京—下田間

大正十四年度測定に係るもの

沼津—興津—甲府間

下諏訪—碓氷峠—高崎間

東京—熊ヶ谷—高崎間

東京—宇都宮間

高崎—日光—宇都宮間

宇都宮—水戸—佐原間

右の測量には主として「ツァイス」三號型平面鏡附精密水準儀及「インパール」帶張水準標尺を使用し大正十二、十三年度の作業には一部「バンベルヒ」製水準儀及木製水準標尺を使用せり。

其測量精度は往復二籽の測定差三耗以内にして大正十二、十三年度作業の成果は既に公表せるも、大正十四年度の分は現在作業中に屬するを以て其終了を俟ち全部を整理して他日之を公



表する豫定なり。

二、基線の改測

大正十三年度に於て神奈川縣高座郡座間村に存する相模野基線の改測を実施せり。

本基線は今復舊測量の根源となるものにして其第一回は明治十五年當部の測定に係り其後測地學委員會に於て明治卅五年及明治四十三年に改測し今回は第三回の改測に係るものなり。

使用基線尺は「カルバンシェー」製「インバール」二五米線狀尺三及び「アガンポー」製「インバール」二五米紐尺二にして共に一〇疋の張力を與へ往復測定を行ひ其長さは三鷹村二五米比較基線にて檢定せるものを用ひ其測定精度は全長五二一〇米に對し公算誤差  $\pm 0.93mm$  の程度にあり。

今日改測の結果に徴するに明治四十三年測定の長よりも二四五耗延伸しあることを示せり。

三、一等三角改測

震災の波及殆ど無しと想像せる伊豆萬城山、駿河毛無山、甲武信州境に存する國師岳、武藏堂平山、下野晃石山、常陸筑波山を連絡せる線以内に存する一等三角本點一二點及び駿河愛鷹山、甲斐御正體山、小金澤山、武藏雲取山、高根、本郷、徳丸、下總法典、上總一ノ宮を連絡

せる線以内の一等補點二五點分の改測を施行せり。

一等本點の改測は大正十三年度に、一等補點の改測は主として大正十四年度に實施せり。

使用經緯儀は「バンベルヒ」二七種測微經緯儀にして其測定精度は次の如し。

一等本點の成成せる三角形閉塞差の中等誤差  $\pm 0''.95$

一等補點の成成せる三角形閉塞差の中等誤差  $\pm 1''.20$

之等測量の成果は今尙整理中とす。

四、二三等三角測量

大正十四年度に於て千葉縣下にありて木更津町より天津町を連する線以西約七三方里、東京府、山梨縣、神奈川縣、静岡縣下にありては東京―八王子―吉野町―大群山―箱根矢ノ倉山、神山―伊豆大場―熱海町初島を連ぬる線以内約一七五方に互り震災の波及最も大なりと想像せる地域内に於て二三等三角測量の改測を實施せり。

二等三角測量には「バンベルヒ」二一種測微經緯儀、三等三角には「バンベルヒ」一三、五種測微經緯儀を使用し其測定精度概ね次の如し

二等三角點の成成せる三角形閉塞差の中等誤差  $\pm 1''.29$



三等三角點の成形する三角形閉塞差の中等誤差 142.40

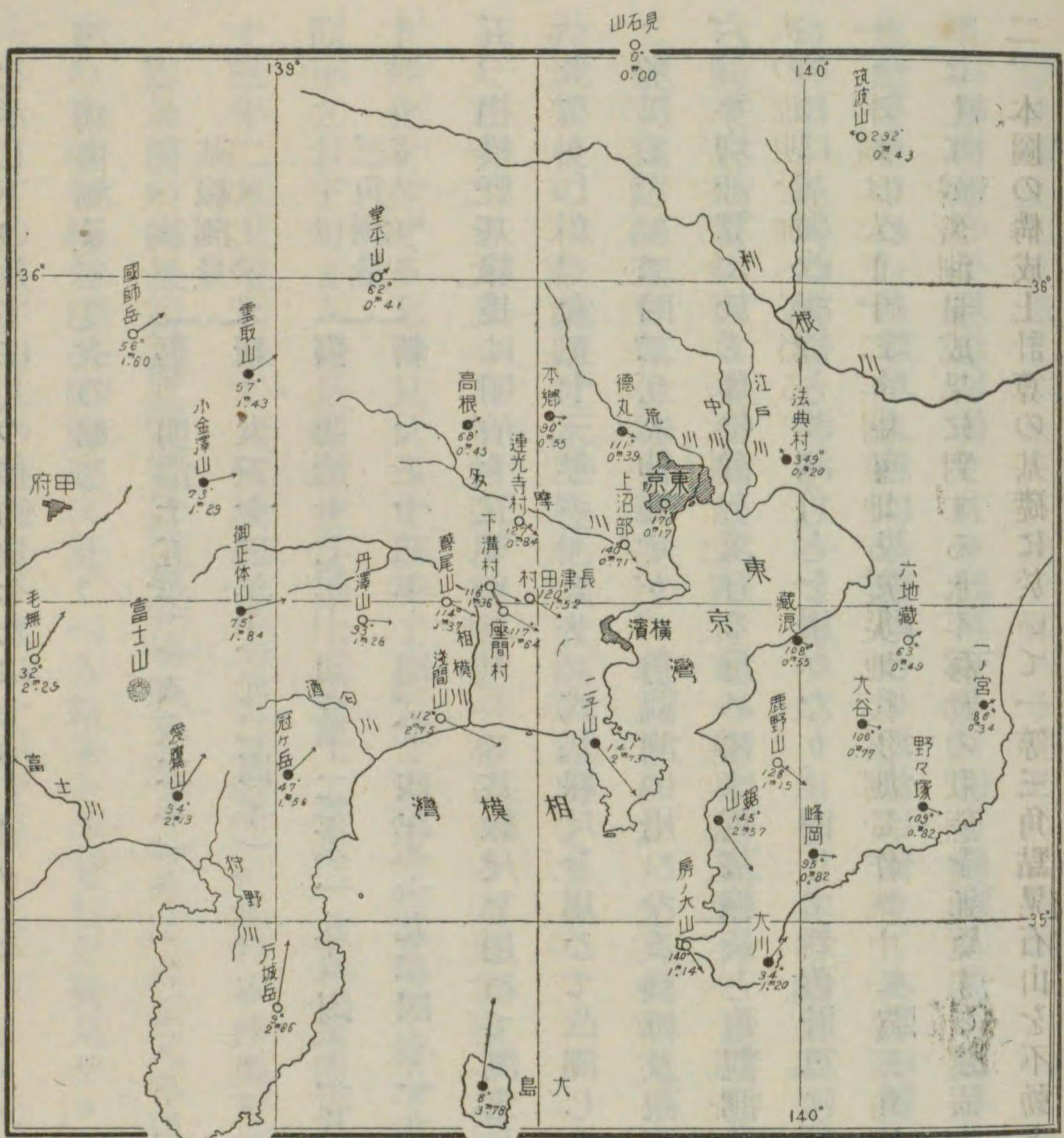
結言

茲に公表せる震災地垂直變動要圖(第三十一圖中の陸地の部分)は大正十四年施行に係る二、三等三角測量作業の結果中各三角點の垂直變動狀況を速に調査する目的を以て舊時測量の三角形邊長を使用し、今回測定せる三角術的水準測量の結果を計算せるものを基とし、土地垂直變動同高線を描畫し、土地變動一般の狀態を観察するに便ならしむるものとす。

大正十五年度に於て千葉縣下及山柴靜岡縣下面積約二百三十方里に互り二、三等三角復舊測量を施行する豫定にして以上各等三角測量結果の計算終了を俟ち之等諸成果を整理し震災地域に於る水平及垂直變動狀態の正確なるものを發表せんとす。

次いで昭和二年六月陸地測量部は更に「關東震災地一等三角點移動要圖」(第四十六圖)を發表し次の説明を加へてゐる。

- 「一、本圖は大正十二年關東地方震災地復舊測量作業中一等三角測量計算の結果を圖示せるものにして、舊測量成果に對する水平移動の狀態を通覽する爲假りに調製したるものなり。
- 二、本圖の構成上計算の基礎に於いて一等三角點晃石山を不動とし、又晃石山筑波山の方位も



圖六十四 關東地震による陸地の水平移動

陸地の昇起沈降と海深の變化

移動なきものとす。故

に各點の移動は何等絶對のものにあらず。見

解上注意を望む。

三、圖に於ける凡例次の如し。

- 基線増大點及一等三角本點
- 一等三角補點
- || ○ 相模野基線
- ↓ 舊位置に對する新位置の移動量にして上の數字は「北より東廻り」の度數にて方向



を示し下の數字は其の移動量を米にて示す。

四、新舊測量年度次の如し

基線測量

舊 明治十五年(一八八二年)  
新 大正十三年(一九二四年)

三角測量

舊 明治十七年—同三十二年(一八八四—一八九九年)  
新 大正十三年—同十四年(一九二四—一九二五年)

五、相模野基線長は明治十五年ヒルガード基線尺を用ゐて測定したる結果五二〇・九・九六九六米なりしが、大正十三年エーデリン式基線尺を用ゐて改測したる結果は五二一〇・二一二五米にて〇・二四二九米伸長せり。角觀測に用ひたる機械及觀測回數は新舊共に同一なり。六、平均計算に於て舊位置を求むる爲めには舊基線長と舊觀測角とを用ひ、新位置を求むる爲めには基線改測値と改測角とを用ひたり。而して新舊計算に於て觀測方向及條件式を全く同一ならしめ、基線増大邊は基線網の平均法に依り、本點は獨立三角網の平均法に依り、補點は縱横線の平均法に依り夫々計算せり。但し補點大島に對しては與點方向を同一ならしむること能はざりき。

陸地の隆起沈降及び水平移動を確める爲めには精細なる測量を必要とし、従つて正確なる結果が知れたのは最近の事であるが、相模灣底の變化は其の量が大きく、又た當時學界注視の焦點となつたので、水路部の熱心なる作業に依つて大震後僅に數ヶ月なる大正十三年二月上旬に早くも其の調査を結了したのであつた。而して其の結果は先づ水路要報に發表せられ次いで「關東大地震に因る相模灣底及附近地の變化調査報告」と題して水路部長内田虎三郎氏に依つて震災豫防調査會報告第百號(乙)に發表された。今其の本文を左に再録して第三十一圖に掲げた大震後の相模灘附近水深變化調査圖の説明とする。

「大正十二年九月一日の相武房總附近一帯に互る大地震後、相模灣及其周邊の海陸地形に著しき變化を生ぜるを發見せるを以て、水路部は急速此等地方沿岸の測量を施行することに決定し、同年九月下旬より測量艦四隻(松江、武藏、膠州、大和)及四班の測量班を以て測量を開始し、十三年二月上旬を以て其區域約二千六百平方哩に互れる作業を終了せり。

震災前の測量(相模灣沿岸狹長の地區を除くの外は大正元年以降の測量に屬す)と今回の測量との比較の結果は相模灣底に驚くべき結果を生ぜしを發見せり。而して其の變化は複雑なるも一般に南西部は陥没し、北東部は上昇せり。即ち太平洋より大島の北東側に沿ふて北西に向て

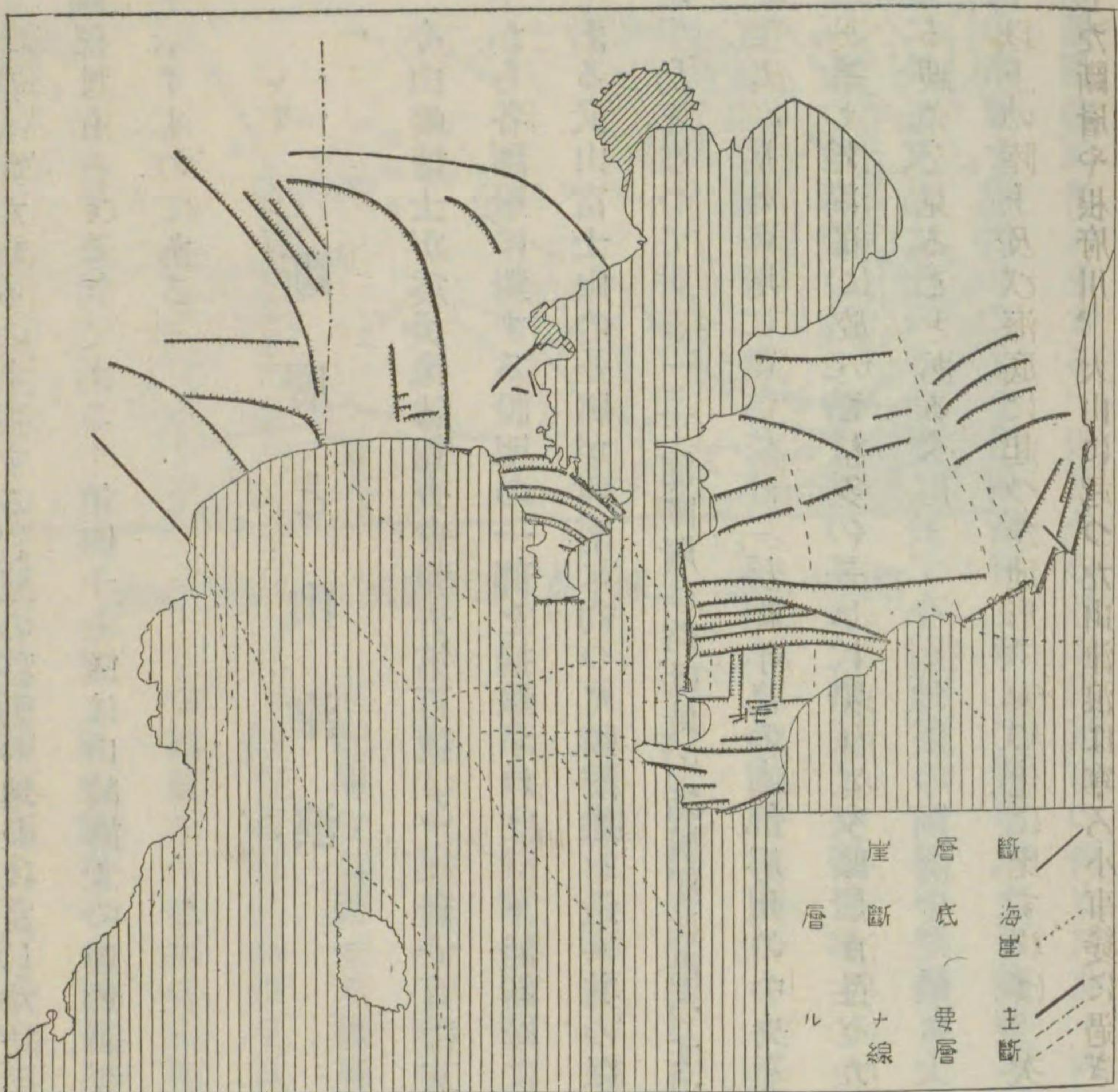


擴がれる深海部(海深千三百米以上)は一般に著しく陥没し、其百米以上に達する部分は長約十三哩幅一哩乃至三哩に及び最大陥没は百八十米に達せり。灣の北東部は之に反して一般に隆起し、百米の差を生ずるに至りたる區域相當に大なり。」

「備考、測量に使用せる測深儀は新舊共に多く「ル・カス」測深儀にして錘測結果の精度を調査する爲め相模灣北西部の海底の平坦なる深海部に數點を選び、日を異にして種々の測量艦を以て錘測を行ひたる結果に依れば多くの測得値の平均値に對する一回の錘測値の平分誤差は海深の約〇・七%にして、従つて震災の前後に於ける錘測の精度が同一なりと見做せば、錘測の誤差より生ずる水深變化量の誤差は深海部に於て海深の約一・〇%なり。」

又測定位置の誤差、新測得水深(錘測位置は多くの場合新舊同一にあらず)より挿入法に依て舊測得水深位置に對する深さを求め、是により生ずる誤差等を考ふるに、圖示の水深變化量の誤差は深海部に於いても多く三十米以内なるべく海底の傾斜大なる地點に於ては之よりも大なる誤差を見ることあるべし」

以上の陸上及び海底に起つた地形の大變化に比すれば、次に述べる三浦半島及び房總半島に生じた斷層や根府川、大山に起つた山津浪は寧ろ小事變に過ぎないのであるが、地質學的には甚だ



第四十七圖 關東平原南部主要斷層圖(山崎博士原圖)

陸地の昇起沈降と海深の變化

重要な事項であるから記して

置かねばならぬ。然かし次節に述べる斷層は震央帶上に生じた濃尾地震や奥丹後地震の實際の斷層に比較して極めて小さく、従つて地震の原因と直接の關係なく寧ろ震動の結果現れた二次的現象と考ふべきである。

關東地震後山崎博士に依つて廣く踏査研究せられた結果明かとなつた武相房總に於ける近世の地塊運動は地形上の觀察から直接認め得るもの

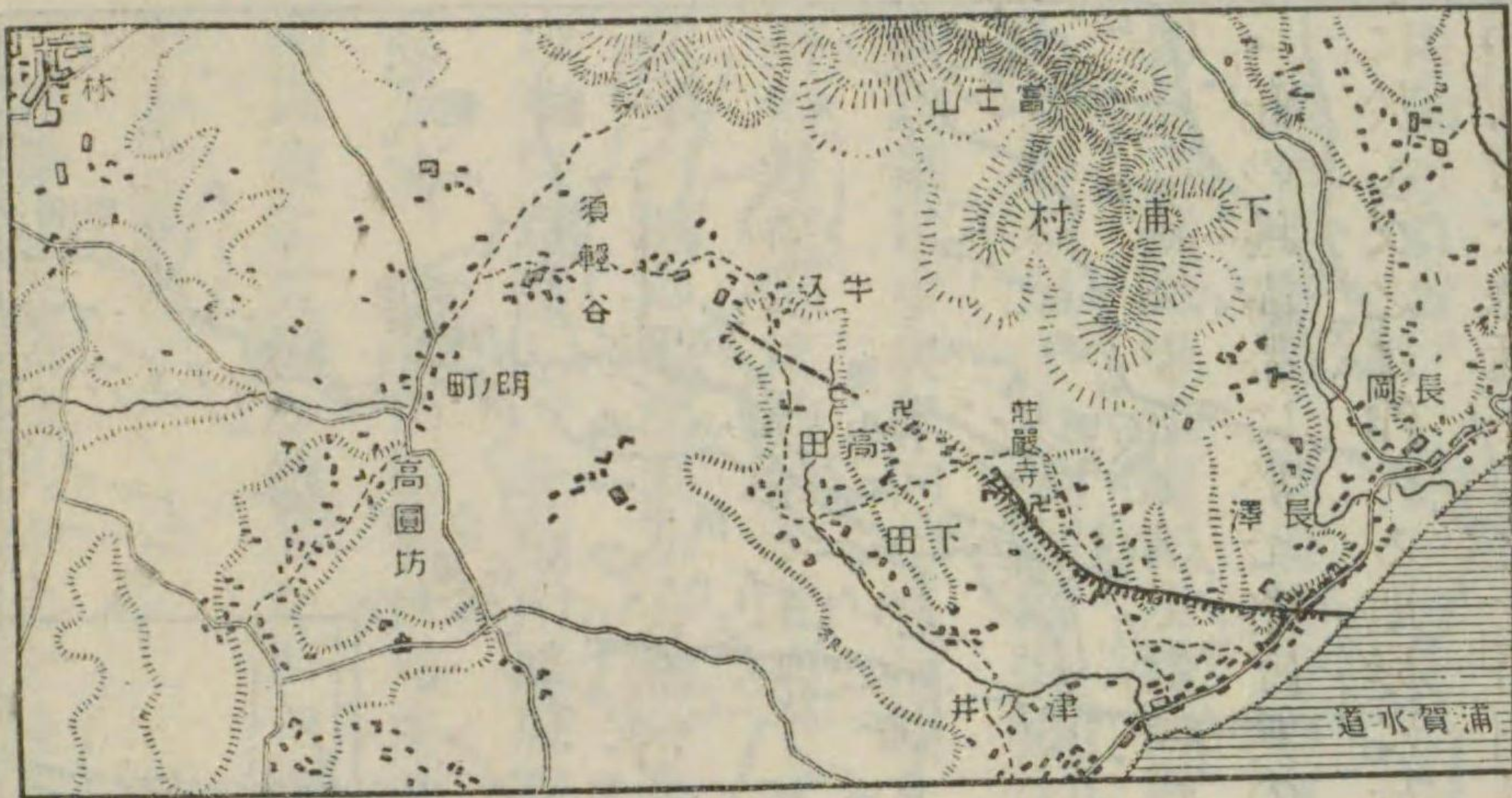


で、是も亦た我々の主張する岩漿の移動の地表に及した結果と看做し得るから兩者の間に因果の關係は存在する筈である。第四十七圖は山崎博士の地形研究によつて知れた關東南部の主要斷層を示すものである。

### 斷層と山津浪

今山崎博士が震災豫防調査會報告第百號(乙)に數十頁に亙つて試た「關東地震の地形的考察」中から各斷層に對する説明の一部を摘録すれば、下浦斷層に就いては「三浦半島の地壘山脈の一である武山富士山の一脈が西南に向つて斷層崖を造り其の以南に於て地形一變し海蝕臺地より三崎半島となつて居る」「下浦斷層は略ぼ此の斷層崖に沿つて山脈と臺地との間を縫て走つてをる」と言ひ、房州斷層に就いては「房總半島の南部房州の中央を東西に横斷して館山灣地溝帯」があり「此の地溝帯に於て略ぼ其の長さに沿ふて又斷層が生じたのである。其の斷層は數に於て、長さに於て又之に伴へる地變に於て今回地震の斷層中で最も大規模のものと考えらるゝのであり此等の斷層を總括して之を房州斷層と呼んで置く」、之を細別すれば「延命寺斷層、宇戸斷層及び瀧川斷層の三者」となる。未だ此の外に横濱市の西方に北々西より南々東に走る新川斷層や初島斷層をも認めて居る。

層をも認めて居る。



第四十八圖 三浦半島下浦の斷層(山崎氏原圖)

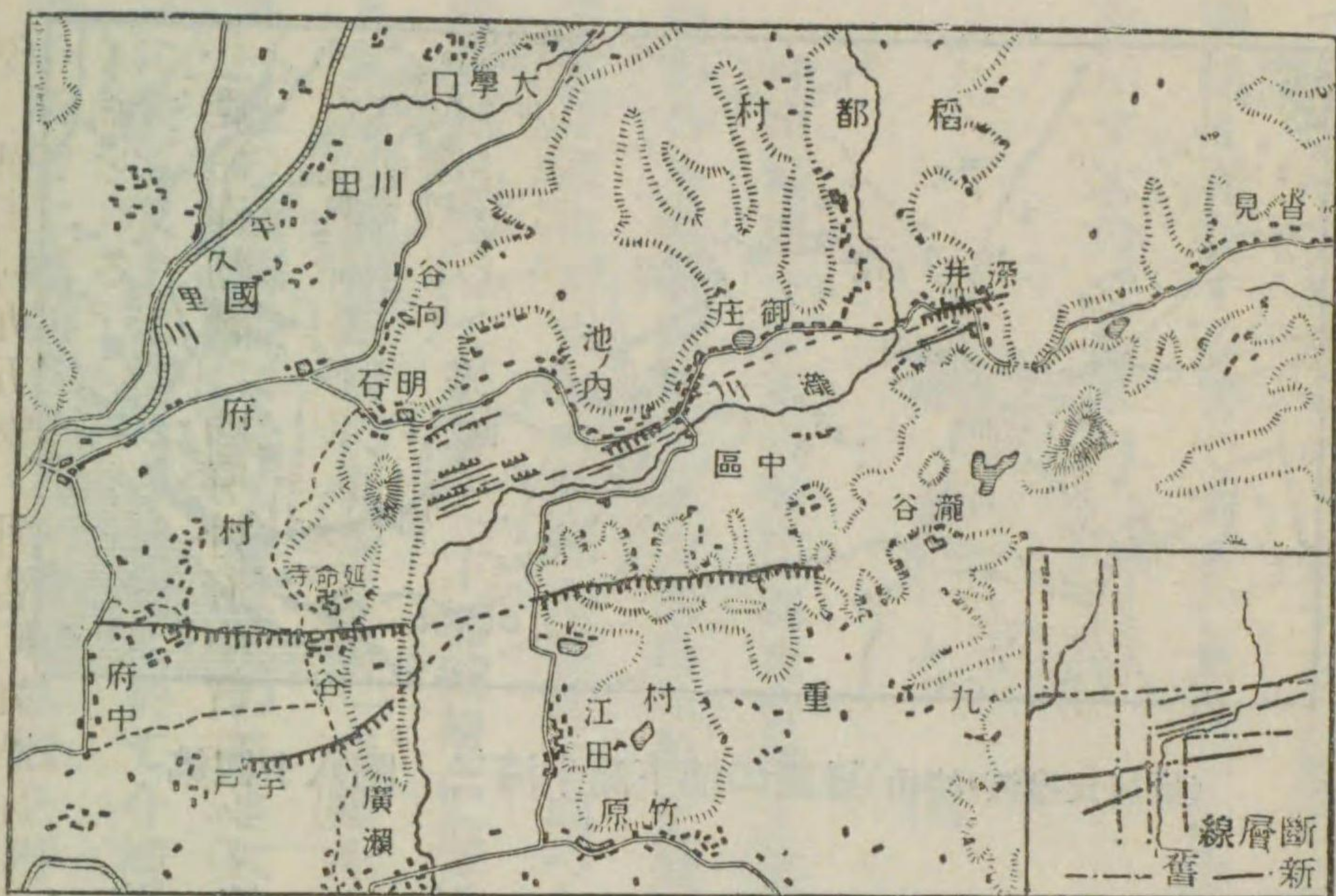
下浦斷層を實地に踏査した渡邊久吉技師の記事は地學雜誌第三十五年第四百十八號掲げられて居るので其の中から摘要を抄録する。

「今回の地震によりて生じたる北下浦村字長澤より安戸及谷戸に亙れる斷層は西北西に走り長さ千百米あり、沖積層及洪積層地の海濱、宅地、道路、水田、畑地、第三紀層より成れる丘陵を通過す。其南西側陥落せること一尺乃至三尺にして陥落の方向は其地の傾斜と一致せざる箇處多く第三紀層を切斷せる斷層なること疑なかるべし。」

即ち斷層は海岸なる長江に始まり、北西及西に屈曲しつつ延長して莊嚴寺山西側に及ぶものである。

此の斷層の北西部にある武山は三浦半島では最も古き地質層を有する區域の一つで、其の南東麓に元より斷層が存





第四十九圖 房總半島の断層(山崎・上治兩氏原圖)

在し間々關東地震に際會して活動したものと解釋される。

又房州断層は上治氏の踏查記事及び其のスケッチ圖に依つて極めて明瞭であるから地球第二卷二號から其の主なる部分を左に摘録する。

「千葉縣安房郡稻都村國府村の断層は、東西約四  
 十、落差の大なる處二米に近く、水平の喰違ひ一  
 米以上に及ぶ處もあつて、三浦半島下北浦村の断  
 層よりも、更に、大規模なるものである。この断  
 層は南北二條あつて、北方の断層は稻都、國府兩  
 村に渡り、名刹延命寺の南を過ぐるを以て、今、  
 之を延命寺断層と稱し、南方の断層は主として國  
 府村にあり、斜に北方の断層と合するを以て、之

を國府断層と稱する。此の附近一帶、震害激甚であつたことは、安房郡役所の調査に係る全住家

に對する全壞、半壞住家の百分比が國府村九四%、稻都村八一%、九重村九三%、館野村九六%、健田村九五%、那古町九八%、船形町九三%、北條町九六%、館山町九九%であるを見ても知られる。

**延命寺断層** 國府村府中寶珠院の北三百米の地から起つて、南八十度東に一直線に水田を横切り、延命寺丘陵に及び、この間延長約一軒である。初めは僅に南と東に向つた窪みを示すのみであるが、大字本織番場に至れば宅地に龜裂を生じ、部落の東では龜裂の幅員、南北二十米階段狀に中央に向つて陥没し、低所には龜裂に添ひて延びたる長方形の池沼を生じてゐる。池沼の最深部は約〇・五米で、龜裂の中央部よりも甚しく北に偏倚し、北側には明かな断層崖を生じ、池の最深部から約一米と推測された。その南側にも小なる断崖を生じてゐるが、不明瞭に東に断續し、北側の断層崖は東するに従ひ稍高く、極めて明瞭に一直線をなして延命寺の南に及ぶ。龜裂の幅員は東するに従ひ狭く、延命寺の西南で僅に五米となり、龜裂内の池沼は番場以東に五箇を認めたが、東するに従ひ小さくなり、延命寺の西南では僅に濕地となつてゐるのみである。

延命寺丘陵は八十米を最高とし、概して五十米内外の臺地をなして南北に延びるもので、第



三紀凝灰質頁岩及砂岩から成り、南方は走向北七十度東、傾斜西北に四十度、中央部では走向北七十度東、傾斜東南に六十度にして、北部は西北の走向で西南に四十度の傾斜を示してゐる。中央部には、<sup>(1)</sup>リモプシス、<sup>(2)</sup>デンタリウム其他の二枚貝類の化石の産地がある。斷層は延命寺の南北七十度東の方向をとり、山頂約五十米内外の地點に達し、次に南六十度東に轉じて丘陵を横斷し、東麓の稻都川に及ぶ。丘陵西側中腹の竹林、松林、水田のある附近では龜裂の幅員三米以内、南側の低下〇・七五米乃至一・九米、龜裂の深さ二米である。この附近で著しきは水平の喰違ひが明瞭に認められることで、切斷された田の畔及小徑によつて測定した所では〇・九米乃至一・二米で、南側が東(或は東南)に移動したものと推定される。丘陵の東斜面に於ては龜裂は著しく其の勢力が衰へる。

稻都川以東は水田であつて約六百五十米は殆んど異常を認めぬが、稻都村の南方の丘陵地に至ると、再び大龜裂を認める。此の丘陵は主として第三紀凝灰岩質頁岩及細粒砂岩により成り、走向は西方に於て略ぼ東西、南に四十度の傾斜を示し、東するにつれて稍、東北に近き走向となり、大池の西方に於て東北の走向をとり、三、四十度東南に傾斜する。丘陵は高さ六十米内外で、山背は走向と同一の方向をとり、概して南方は緩斜し、北方は急斜する。

(1) *Limopsis* sp. (2) *Dentalium* sp.

北方にはスパーが相並んで特殊な地貌を呈してゐる。斷層は初め丘陵の西端に崖崩を生じてあらはれ、崖下には道路及水田の一部に南四十度東の龜裂を見る。これより東に至れば、山地では北に彎曲し、谷地では南に彎曲し、ジグザグの形を描きつゝ、山脊の北側を東に進むこと約一・一籽に及ぶ。この間は松林、雜木林、田畑、宅地の別なく龜裂、斷層を生じ、常に南方低下〇・五米乃至一・五米に及び、水田には深さ六米に及ぶ水溜の生じた處もあつた。地層の走向が東北に變ずるにつれて龜裂は數を減じ、大池附近に於ては僅に北岸近くに小規模の崩壊を見る外異常を認めざるに至る。

以上延命寺斷層の注意すべき特徴は第一、概しに南側の低下すること、第二、地層の走向と斷層の走向と一致するときには龜裂が著大であること、これは特に稻都村南方の丘陵に於て明瞭である。第三、稻都村南方丘陵に於ては凝灰岩質頁岩(走向東西、傾斜南に四十度)の傾斜の面に迂り面を生じ地迂り又は走行斷層なるを推定せしめること、第四、番場部落の東部より龜裂斷層の明瞭となること、及び延命寺丘陵の西斜面に於て水平移動最も顯著なること、第五、斷層は東西に走り(延長約四籽)斷層面は傾斜急ならざること(大抵地層の傾斜と一致し約四十度以下)。



**國府斷層** 延命寺斷層の南約五百四十米、國府村大字本織字戸の東南から明瞭に認められ北七十度東に約二百二十米の間、一直線に水田を横斷し、延命寺丘陵の南に及ぶもので、延命寺斷層に比し小規模で幅三米乃至四米であるが、恰も、鼯鼠の通つたあとの如く、所謂モールトラツ状に一・五米内外もち上つたことは最も著しい差異である。斷層は一見南方の低下した如く見えるのであるが、斷層の北方は比較的廣きに亘つて田地に凹凸を生じてゐるに反し、南方には殆ど變動なく、もち上つた部分の北側は緩に漸次に高まり、南側は急に崩れかゝつてゐるので、恰も北又は北西より壓力を受けた如く見え、果して南方低下したか否かは疑はしい。次に丘陵地では北五十度東に向つて松林を横斷し約三百三十米にして稻都川に及ぶ。川の西方、丘陵の東麓の傾斜地を利用して建てられた一農家の住宅は幸に無事であつたが、其物置小屋は龜裂上にあつて全壊し、敷地は東南(或は東か)に約一米位押し出された事實を明瞭に觀察し得た。稻都川以東の水田に於ては百十米許りの間、北二十五度東の方向の斷層が認められ、斷崖をなし南東は北西よりも一米低下した處もあつた。夫より後は不明瞭な凹地を追跡して延命寺斷層に合一するものと推察される。

國府斷層について注意すべきは第一、斷層の一部は陥没せずしてもち上つたことでこれは延

命寺斷層との著しい差である。第二、斷層の明瞭に認められる部分は宇戸の東南で、延命寺斷層の明瞭となつた番場の南四十度東に當り、水平移動の明かな丘陵の東麓も亦た延命寺斷層に於て水平移動の明かに認められた地點の南四十度東に當ること、第三、南方低下の事實不明瞭なること、第四、國府斷層は概して北東より南西に一籽の延長を有し、延命寺斷層に比して小規模にして前者に附隨して生じたものと思はれること等である。

**稻都陥没地**、稻都村に於ては大震當時大小の龜裂崩壊は殆んど全村に渡り、主要なる陥没地の面積十二町歩に及んだ。村役場の調査によれば耕廢地となつた田地二十三町歩に及ぶ。其中主要な陥没地は大字池之内附近、大字御庄北方、大字山名北方等で、池之内では長軸を東微北に有する橢圓に近い三角形をなし周邊から漸次階段狀をなして陥没し、最深部は陥没地の北縁にあつて約三米に達し、附近一帯は沼澤と化してゐる。池之内、御庄、山内等の諸陥没地の何れも沖積地と第三紀層との相接する地點に生ずるは注意すべき點と思はれる。

關東地震の起したる地變の中經濟的には斷層より大なる結果を惹起したものに山津浪と津浪とがある。山津浪に關しては震災豫防調査會報告第百號(乙)中に僅に小田原の南なる根府川の慘害の稍精しく述べられたものあるに過ぎないが、事實は丹澤山地に於けるものが最も甚しく又地震

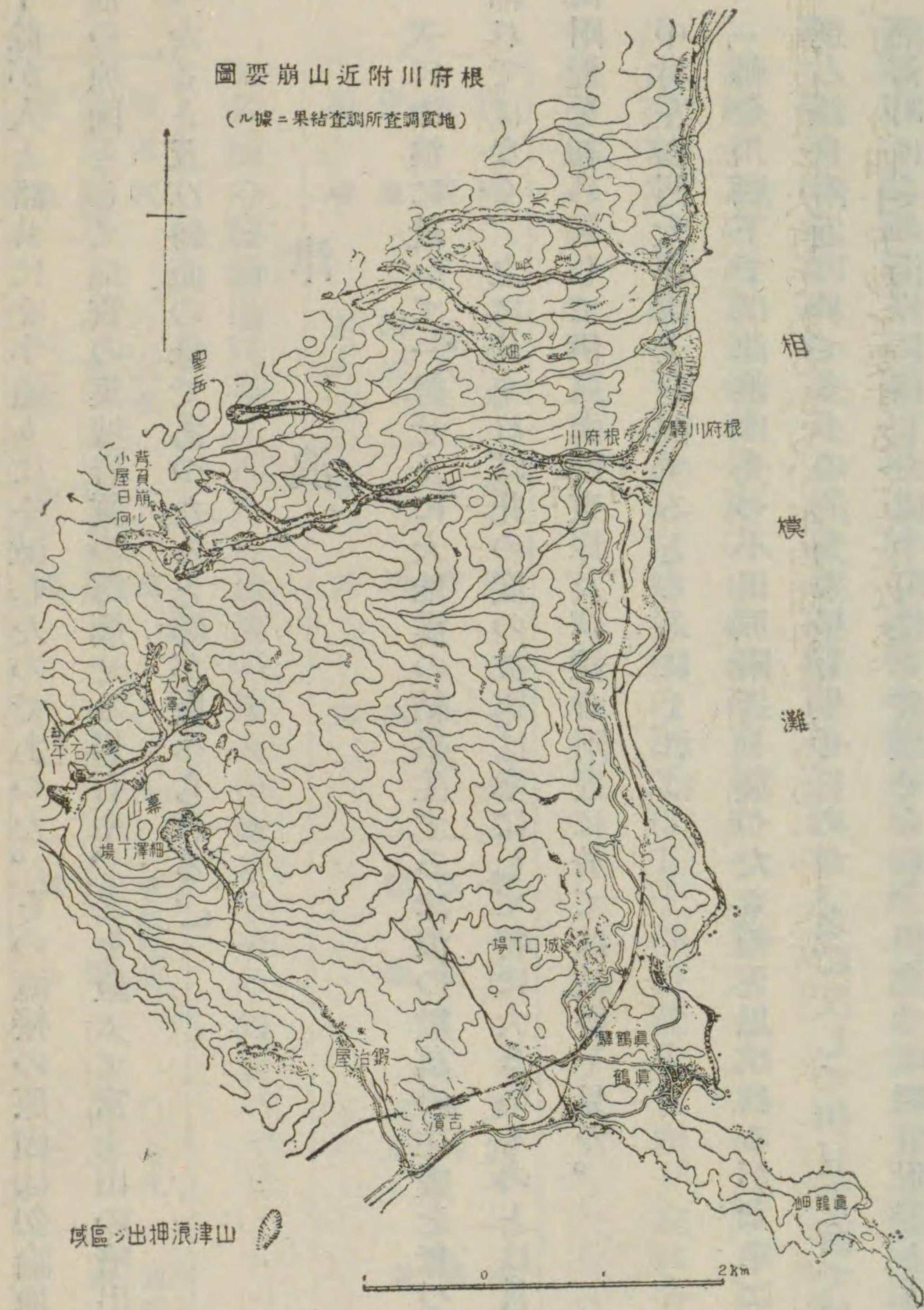


後ではあつたが大山町の全滅の悲運に遭つたのは決して根府川の慘事に劣るものではなかつた。關東地震後大正十三年一月、二月に互つて依田理學士が丹澤山地の山崩を悉く實地踏査して五萬分の一地形圖上に記入したのを見るに其の中軸を貫いて北西から南東に走る一帯上に特に著しい事實が明かに觀取された。之れ等は未だ地形にも現はれない新生の坼裂帶として特に重要なものであるが、其の結果の公表されずに了らんとしてゐるのは惜しい。大山町の山津浪の狀況に就いては地球創刊號に本間理學士が詳述してゐる。

茲には根府川の山津浪に關する今村博士の調査報告を抄録して此の現象を考察して見やうと思ふ。此の山津浪を起した「崩出しの源は聖山の南麓と星山の北麓(日影)に在るが……俗稱背負出し小屋と稱する高地竝に其四圍の斜面の崩れ出しが山津浪の重なる源泉であつて、之に中途から幾つかの小崩壊も加はつたのである。背負出し小屋の標高は凡そ七百米であり此處から海岸までの距離は凡そ六軒であるから、平均傾斜は九分の一位に當り、若し流體が摩擦なしに之を滑下るときは一分四十五秒を要することになる。

此の滑走を始めた土沙の大塊の量は百米立方乃至百五十米立方の程度であつて、流下の際川床と兩壁とに相當な分量を附著せしめ、其の結果根府川の村落まで下つた量は凡そ全部の三分一乃至二分の一量であつた。

此の土沙岩塊の運動に對する抵抗は極めて微小であつたと考ふべき理由がある。第一全容積或



第五十圖

は全質量に對して接觸面の割合は非常に小なりしこと第二、滑走中絶えず大なる震動があつた爲めに大地震後僅かに五分間位で山津浪は根府川に襲來し全村百七



十餘が人と諸共に文字通りに全滅したのであつた。その直接の原因は勿論地震の震動であつたが他の原因として地質の集塊岩質の霉爛せる岩石や、之を蔽ふて富士山の噴出物の厚い堆積層があつたこと及び斜面の急であつたこと等が數へられる。」

### 津浪

次に津浪に就いて一言せんに大地震の結果生ずる津浪の數萬の生靈を奪つた様な記録は決して稀れではなく、之に比すれば此の度の被害は幸にして特に大きいものとは言へないが尙ほ伊東熱海附近を初めとして伊豆南部東岸及び鎌倉附近に於ては被害を見た。

中村左衛門太郎博士を記するところによれば

「神奈川縣下では津浪は先づ小田原附近を襲つたものと思はれるが、幸に害を及ぼさず、東に進み鎌倉附近に於て多少の流失家屋を生ぜしめた。之に反して伊豆方面ではその害最も著しく、熱海町はその海岸に接した處半町位を破壊せられ、伊東では縣道附近より海岸までの間の家屋は殆んど流失し、大なる船舶でも警察署附近まで押し上げられたものがあつた。

網代、宇佐美、稻取等に於ても倒潰又は流失家屋を生じ、更に南方なる下田村附近に至つて

も柿崎村外浦では多數の流失倒潰家屋を生じ、下田港内にも多數の浸水家屋を生じた。東京灣内に於ては二三尺の小津浪があつたが被害を見るに至らず、多くは氣附かれななだが、若山繁次郎氏の觀測によれば品川に於て高低の差六尺に及んだと云ふ。三崎附近では城ヶ島外方まで四丈位の津浪が來たと云ふが高さは精確に知れななだ。

房總半島の南西端洲崎の南方は津浪は東に向つて襲來した爲め、僅かに畑地に浸水した程度であつたが、それより東進し富崎村相の濱では五十餘戸流失した。左に各地の津浪の地震當時の海面から測つた高さを記す。

洲ノ崎	八、一米	相濱	七、一米	葉山	五、四米	小坪	七、一米
吉濱	約八?	熱海	六、五	多賀	五、六	網代	二、七?
伊東	四、三	大川	四、一	稻取	三、六	見高	四、五
柿崎	四、六	外浦	四、一				

又各所の驗潮儀に現はれたる津浪の最大の高さは次の如し。

横須賀	〇、三米	千葉	〇、八米	東京芝浦	〇、七米	同平久町	〇、五米
東京十間川	〇、五	同白髯橋	〇、四	大阪	〇、二	串本	〇、五
維島	〇、一五	釧路	〇、一	銚子	〇、二		



これに由つて見るに津浪の被害は相模灣西岸に於て著しかつたにも關らず、その高さは反つて房總半島南端に大で三浦半島これに次ぎ相模灣沿岸を西進するに従つて減少することが最も注意を惹く。是れ一は海岸地形の然らしむるものとして考ふべきであるが、津浪の襲來の模様を聞くに洲ノ崎、相濱附近では先づ前記の如く洲ノ崎南方沖を東進し來り、この波の引いた後は海水が引き去つたのみで寄せなると云ひ、又三崎では地震後十分頃海水が急に引いて城ヶ島との間の常には水深二十八尺乃至二十尺もある處が一時陸続きとなり、やがて四丈位の波が城ヶ島外方まで來襲したので、急流を起して海水が港内に浸入したが被害はなく、その後一週間許は同所の水深が五尺位であつて其の後次第に復舊し、九月二十六日の地震後特に増水した様に思はれたといふ。逗子附近でも先づ急に海水が引いてから寄せ來つた様である。然るに横須賀に於ける海軍工廠の驗潮儀も第一波は下降を示してゐる。鎌倉由井ヶ濱では南四十七度西の方向より津浪の襲來を受けた。

江ノ島棧橋監守人の談によれば、同棧橋には當時四五十人の通行者があつたが、地震と共に棧橋は大破し中央部は東方へ傾斜し、同時に西側の海水が先づ引き去つたので危険を感じて四五十人の人々を救護した。然るに地震後五六分を経て、先づ小さい波が東方から襲來し、次に

で第二の小波が茅ヶ崎なる沖島帽子岩の方面から襲來した。此の時第一の大波が南七十三度西の方向四五里の沖合に黒く見えたので急いで片瀬海岸へと逃れたが、海岸鳥居附居に至つた時（この間十七八秒を要したものだと思はれる）疾くも海水の襲來を受けたといふ。

此の如くして幸に二三名を除く棧橋上の通行者は悉く勇敢な監守者の手に依つて危地を脱することが出來た。

その後棧橋材は多く西方海岸及び附近の川中から發見せられた。

更に西方に至れば津浪は單に海岸の砂濱を洗ひ東進したのみで被害なく、梅澤附近で浪の東へ進むを見たりと云ふものがある。

早川では南東から襲來し、縣道上に浸水すること二三回であつた。眞鶴では津浪の襲來は地震後二三分で、この時既に火災が始まつてゐたといふ。

熱海でも地震後海岸に逃れた人々があつたが、十分許を経て急に海水が増して來たので急いで山手に避難した。この第一波は大きくはなく僅に海岸の石垣の上に及んだに過なんだ。その後海水が著しく引き去り、約五分の後第二の波が襲來し遂に同町海岸附近一帶の人家を洗ひ去つたのである。



此の流出物は多く北方眞鶴吉濱方面に漂著したが、町の北端にあつたものの中には町の中央部に漂著したものもあり、町の南端近くにあつた一漁船は遙かに北七十度西方なる町内の人家に近い畑中に置き去られたと云ふ。

網代では津浪は灣の西岸に當り漸次東方へと屈折し來た。

伊東築港事務所での談によれば地震後約五分を経て四五尺(中等潮位より九尺)増水した後、海水は港内より引去り、海深二十三尺の邊までの海底が露出したが、再び増水して來て第三回目頃の波が最も高かつたと云ふ。

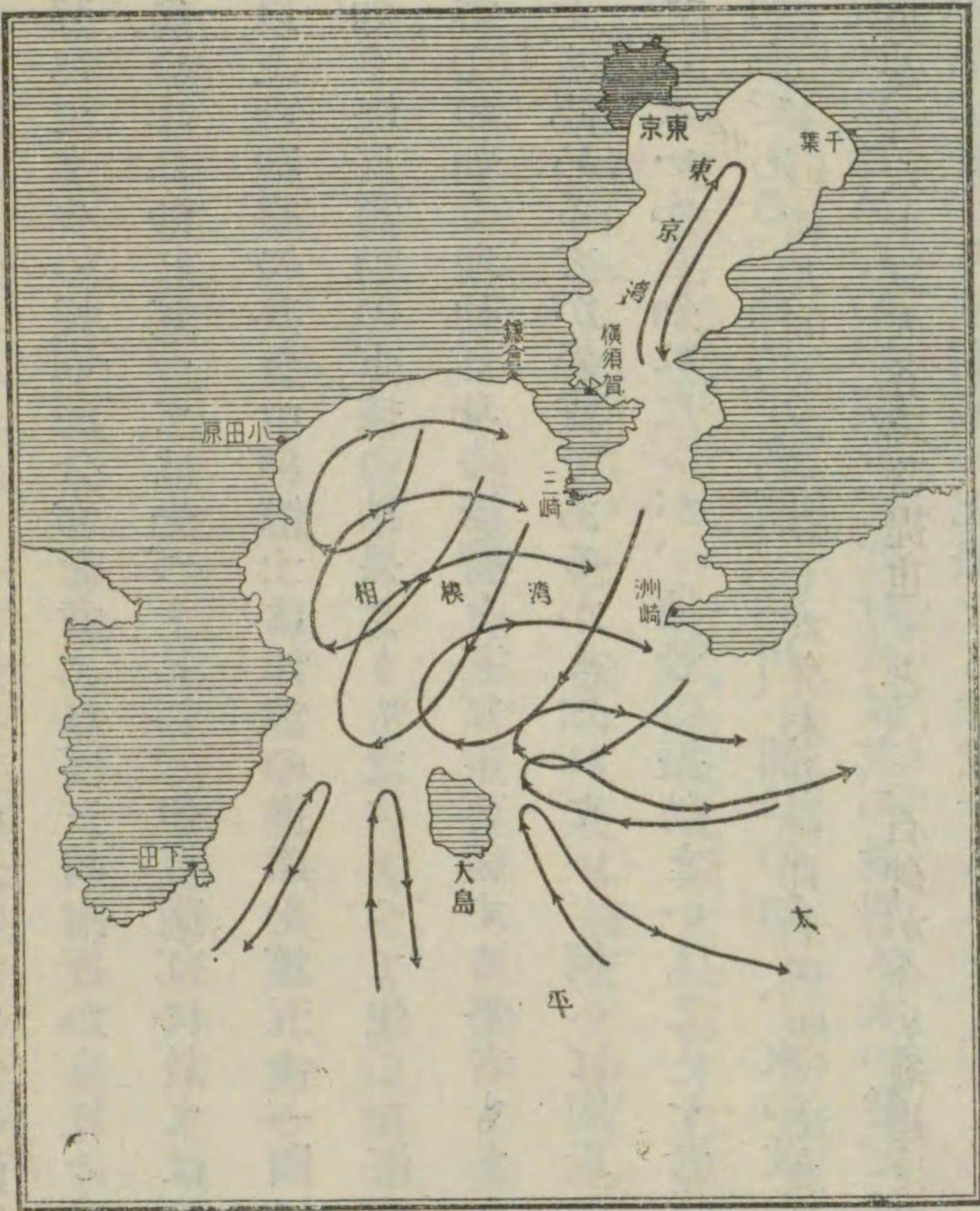
その潮位は中等潮位より一三・二尺高く、午後三時頃までに十五六回の干満を示したと云ふから津浪の週期は約十一二分であつたらしい。この海岸は元祿十六年にも津浪に襲はれたらしく、「下田新五郎誌之元祿十六癸未十一月十三地震津浪當處照光院に於て小田原死去當村水没之男女百六十三人各忌菩提也」といふ石碑が今も海岸にある。大川では港内の水一時引き去りそれから大波三回及び小波二回襲來したと云ふ。稻取では先づ海水が高まり、次いで一時港灣内の水が全く引き去つた後、初めて襲來し前後七回の内四回目が大きかつたと云ふ。津浪は先づ東方から浸入し灣の北岸を残して中央部に當り南に折れて高さを増し次第に引去つた。見高に

於ても海水は先づ七八尋の海深を有する港内から引き去つた後増加し來り、二回目(又は初めとも云ふ)が最も高くして縣道上に浸水した。外浦でも始め引き去つたらしい。即ちこれらの

結果から見れば先づ海水が引いたと云ふは三崎、大川、見高及外浦等であつてその外では始め著しく上げて來た後引いたらしい。特に最も明瞭なるは伊東に於ける觀測で其の第一波が上げたことは少しも疑がない。

伊東では比較的信用すべき築港事務所の觀測により第一波は四五尺の上昇を示したことが知られた。此は第二波の約四分の

一に相當するもので、稻取に於ても初め先づ上昇したと云ふ、一般に第一波の上昇を認めた場



第五十一圖 津浪の分布圖(中村氏原圖に依る)



所は皆信用すべき觀測ある處か或は被害の著しい地方に限られ、被害の少かつた地方では皆始め引いたと云ふが、是は或は被害の少ない地方では第一波が見逃された爲めかも知れぬ。然かし若し強ひて多少の規則的分布を考ふれば三崎附近から江ノ島方面に亙つては先づ引き、東京灣口から房總半島沖に亙つては先づ上昇し、伊豆南部に於ては先づ引いたものとも考へられる。」

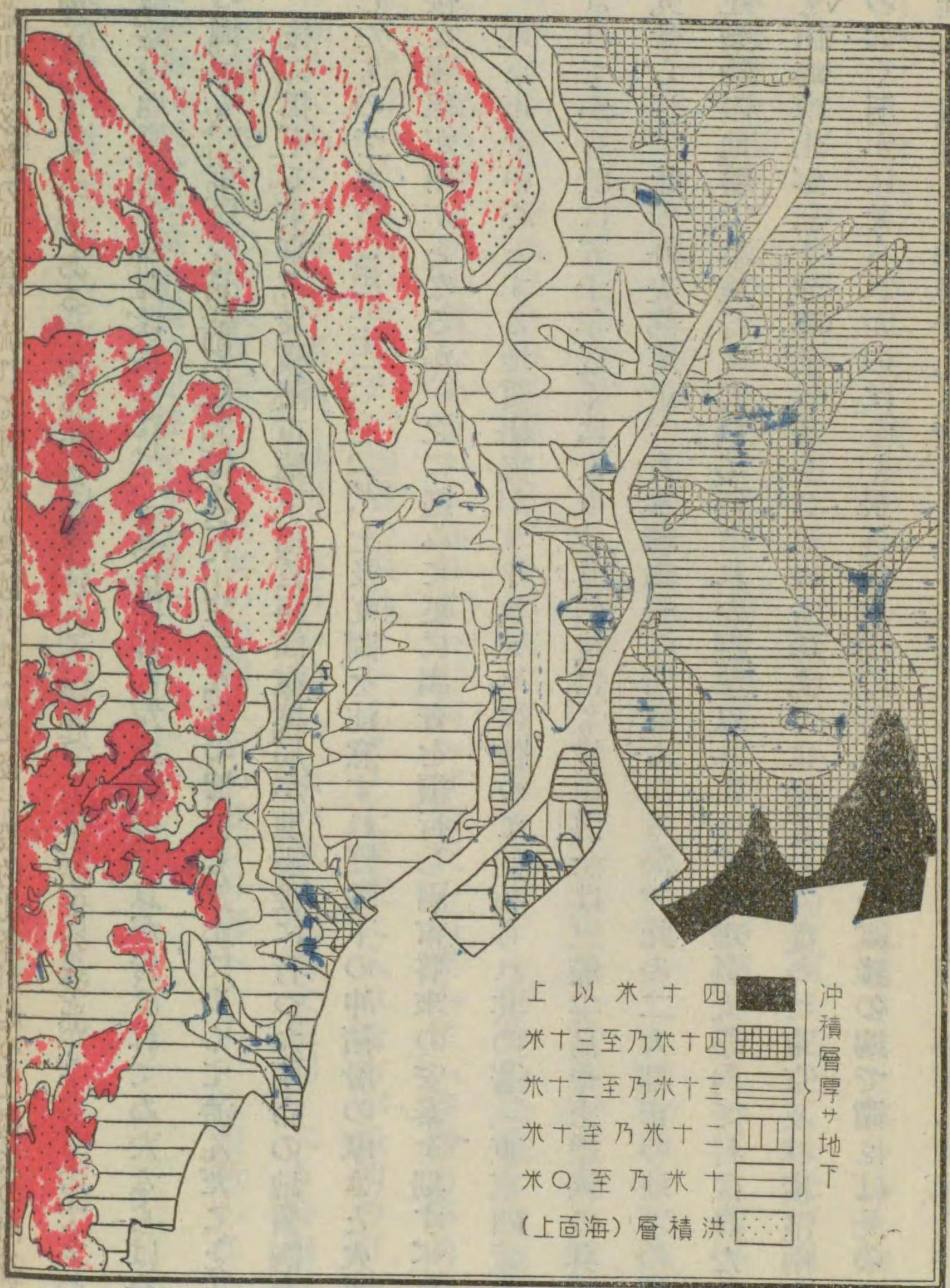
以上の觀察に基き中村博士は津浪の進路を第五十一圖に綜合した。津浪の大被害は前章に論じた如く海底震動の直接の結果よりも之によつて生じた海底の地之に起因すると考へられるが、寺田博士の如く地動自身の影響を甚だ重要視する學者もあり、一部分の現象を説明するものとして之をも認める方が妥當であるかも知れない。例へば同氏の研究中に「液體力學的説明も全然可能ではないかも知れないが、地殻の振動といふことを考慮に入れた方が説明の可能性を増すことは明かである。殊に小名濱、鮎川、浦戸の如く、水の波の到着を豫期すべき時刻以前に既に長波の現はれ始めたのが誤りでなければ其の説明は水の波だけ考へたのでは追付かない。」と言ひ尙ほ日本海に於ける檢潮儀の記録をも注意せられた。

### 東京市及び横濱市の地質

世界大地震の記録中にも關東地震に依つて惹起された東京横濱兩市の壊滅ほど悲惨なる記録は未だ曾て無い。此の災害の原因は地震と之に伴つて起つた火災とが主なものであつたが、兩市の地盤の地質が十分調査されて、之に準據した建築の注意が行はれてゐたならば今回の様な家屋の倒壊も、市民の混亂を惹き起さず、又た火災の惨害も遙かに少くて済んだことと想像される。後に掲ぐる東京市及横濱市地下地質圖は復興局が地震後に行つた兩市の地質調査の概要を圖示したものである。第五十一、三、五、七及九圖を注意すれば地下の沖積層の厚さと火災の火元との密接な關係が明かとなるが、之に鑑みて更に調査を續行し兩市將來の安泰を期すべきである。

東京市を中心とする地質研究がブラウンスに依つて始められ其の著「東京四近の地質」が發表されてから既に五十年近くになり。其の後にも横山博士は三浦半島や上總國の具化石に就いて研究せられ、此の外矢部博士、青木理學士の研究もあるが、此の二大都市の地下の構造に就いては建築物の地盤工事施行に當つて行はれた掘鑿以外には東京理科大学内で行はれた深井掘鑿の結果を山崎博士が三十年程前に報告されたものあるに過ぎぬ。従つて東京及び横濱兩市の地下が今日の如く明かにせられたのは全く最近復興局の行つた多數の試錐の賜で謂はば此の大被害が始めて世人を覺醒した結果である。





圖質地の市京東 圖二十五第

關東 平野の 現在の 地形を 極く簡 單に言 へば洪 積世に 入つて から此 處が一 般に隆 起し、 利根川、

荒川等多數の河谷が流れて可成り浸蝕が進んだ後一般的沈降が起つて過去の河谷を泥土を以つて埋没したものである。東京市の山手は即ち隆起した洪積世の臺地で下町は泥土で埋められた溺没谷である。此の泥土の厚さは大なる處では四十米を越えて居るから土地の沈降は勿論其れ以上であり、又其れより以前の隆起は之に山手臺地の高さを加へたものに近い譯である。

地盤は一般には現世の泥土層の厚い處程脆弱であることは今村博士の作製した東京市地震震度分布圖(第五十六圖)にも見る通りであるが、此の外に仔細に之を観れば現世層と雖も礫層は強く又泥土にも種々性質があつて、其の堆積した位置が溪谷の斜面にあるか底にあるかに依つても異なるのであるから其の強弱は必ずしも簡單に論ぜられない。

今復興局、東京市地質調査第三報告に記載する所に従つて同市の地質を述べれば次の如くである。

第三紀層は洪積層または沖積層に被覆せられ、下部より下部砂層、凝灰質粘土層、上部砂層及粘土層の順序に成層し、概して南東方に緩斜する。

下部砂層は隅田川沿岸、本所及深川の南東部及京橋の大部を占め厚さ三四十米に達し、主に砂及礫より成り時に介殻を埋藏し、中粒乃至粗粒の砂及礫は概して帶水してゐる。凝灰質粘土層は



淺草、神田及日本橋の大部、京橋の中央部、芝及本所の北西部に互つて廣域を占め、厚さは十二三米にして主に凝灰質粘土より成り、凝灰質粘土は灰色、灰白色又は青灰色を呈し、少量の有機物を含有するものは稍褐色を帯び時に介殻を埋藏してゐる。又た輕石又は輕石砂を雜へ砂質粘土に移化することもある。

上部砂層は外神田に粘土層の周縁を成して厚さは十米である。麻布一之橋より上流の古川の溪底では盛土の下にあつて厚さは十二三米である。其他の地域では概して薄く又尖滅することが多い。此層は砂の外多量の礫を雜へ多くは粘土を含有し、砂の中粒乃至粗粒にして粘土を含むことの少いときは概して帶水するも其量は少い。粘土は山手の邊縁のものは概して厚く十五米に達するも、下町に於ては概ね侵蝕除去せられ僅に下谷二長町、淺草西鳥越町附近に残存するのみで其厚さ三四米を超えず、灰色又は青灰色の粘土から成り、此の粘土は時に細砂を雜へ砂質粘土に移化する事もある。

洪積層は下部から下部砂層、下部砂礫層、下部粘土層、上部砂層、上部砂礫層、上部粘土層等の累層したものである。

下谷上根岸の洪積層は上野臺に沿つて北西方に延び、日暮里元金杉附近では沖積層に被覆せられて海面下四五米に現出し、上部厚さ三米の上部粘土層と下部厚さ七・五米の上部砂層とから成る。不忍池の南畔では溪谷の東側に沿つて北方に延び、池の東畔では厚さ十七米中上部厚さ二米は上部粘土層で、其下は上部砂層である。之より北方に漸次菲薄となり七軒町以北では尖滅する。越前堀附近では海面下約十三米の處より厚さ五六米の下部砂層あり、其下は第三紀層である。

江戸川溪谷では主として南側に發達し、上部砂礫層及上部砂層より成り、牛込山吹町に於て最も厚く、厚さ十五米に達する。今川小路より飯田町一丁目に互つても亦た其層序同一にして厚さは四米乃至六米である。溜池町附近の溪谷では田町六丁目より西久保巴町に互つて發達し、南側に厚く三十五米に達し、主に上部砂層、下部砂礫層及下部砂層より成る。

古川溪谷に於ては僅に麻布永坂町より赤羽橋に互り北側に發達し主として上部砂礫層より成る。砂礫は厚さ四米乃至六米にして粘土の薄層を挟有し。芝田町以南の海岸では未だ地下に洪積層の布衍せる處が確められてゐぬ。

下町の洪積層及び第三紀層は概して鞏固の地層なるも、多くは沖積層によつて被覆せられて地下深く分布し、其海面下十米以上にあるものは僅に下部全面積の約五分二に過ぎず、爾餘の五分三は十米乃至五十米の深さにある。従つて沖積層を構成する各地層の分布及性質を知悉すること



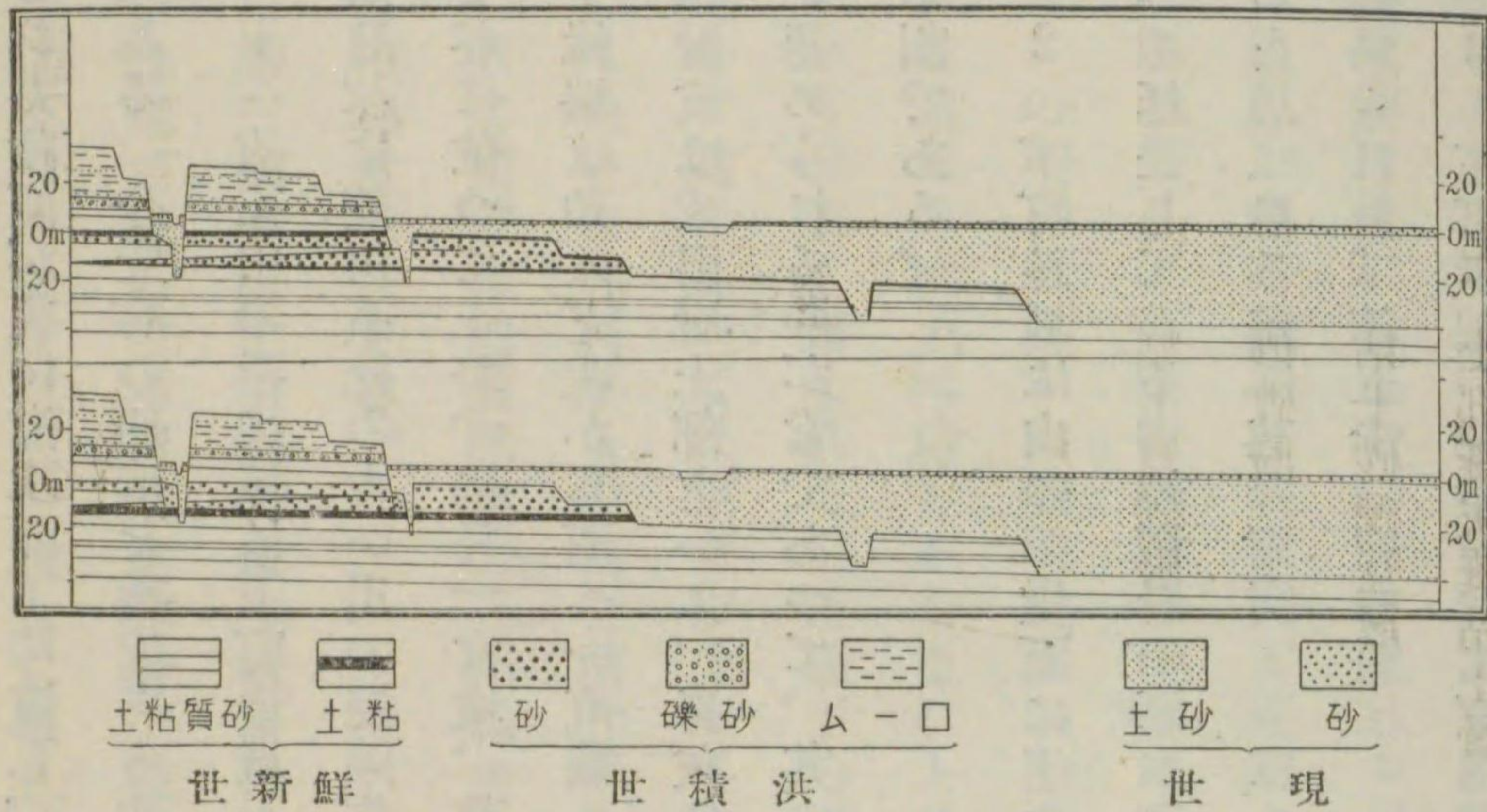
は下町に於て最も緊要のことである。

沖積層は凝灰質粘土、粘土、砂質粘土、粘土質砂、砂及礫より成るも粘土、砂質粘土、粘土質砂、砂及礫は互に移化するを普通とし、各地層の中には廣域に互りて之を追跡し得るものもあるが概して其分布の區域狭く全區域に互つて層位を對比すること頗る困難である。

(沖積層を被覆して盛土又は埋土あり、其厚さ普通一・五米にして時に五米に達するも本報文には之を除外した。)

沖積層は左の七層に區分する。

- 一、下部凝灰質粘土層
- 二、砂層
- 三、粘土層
- 四、粘土質砂層
- 五、砂礫層
- 六、粘土砂礫互層
- 七、上部凝灰質粘土層



第五十三圖 東京市地質断面圖 (東木氏原圖)

此の報告中には多數の試錐の断面圖が掲げられて居るのであるが今之を再録するは困難であるから東木氏が最近に研究しつゝある「東京下町地域並びに其附近に於ける洪積世以後の地形發達史の研究」(地理學評論第四卷第四號)から断面圖及び記載の一部分を轉載して溺没谷を埋めた沖積層の説明をすることにする。

東京地質圖断面圖(第五十三圖)は地質構造の研究によつて初めて存在を認められた東京下町地域に於ける沖積層下に埋められてゐる所の過去の浸蝕面の形態を示す模式的地形断面圖である。

此の断面圖に表された所では洪積層を切る大體三段の浸蝕面があつて、此の中に不忍川、神田川等の古い谷の延長部分が沖積層に蔽はるる地域に迄も延長してゐることが認められる。此の形態は川に依つて浸蝕地形の彫刻



された陸面が後に海水面下に没し、其處に沖積層の堆積が起つた爲めに、成生したことを明示してゐる。今此等の地形を構成する地質構造上の特徴を列擧すれば凡そ次の三箇條が數へられる。

1 東京山の手地域は下町地域と丘陵縁端に常に見る急崖を以つて界してゐる。此の崖は多摩川並びに荒川系統の古い川の浸蝕作用で出来たものである。又た山の手臺地は當時荒川に注いだ支谷に依つて上野、湯島、宮城、芝、高輪等の小丘陵に分れてゐる。山の手と下町との境界をなす縁端は殆んど北から南へ一直線上に走つてゐて、此の崖中には上から土層、褐色の砂礫層（洪積層或は成田層上部といふ）青灰色の砂質粘土層（第三紀層、洪積層或は東京層といふ）の三部が認められるのが常であつて、其の最良の露出地は中央線鐵道線路に沿ふた神田區御茶水附近の堀割である。

2 下町地域は山の手崖下に連なつてゐる沖積層の低濕地を占め、山の手丘陵地域の浸蝕谷中へも延長してゐる。沖積層の厚さは處によつて異なるも山の手の溪谷が地下に連續して廣がつてゐると思はれる處は其の周圍より厚く又た過去の荒川流路に當つた處が最も厚いことが試錐の結果確かめられた。（第五十二圖參照）

3 下町地域の沖積層面は荒川、古利根川、江戸川の諸川が造つた廣大な沖積平野西南部の一

部を占めてゐる。江戸川、古利根川は此の沖積地の東部を造り、何れも利根川が今日の流路を取る以前に流れた水路の一つであり、又た荒川は其の西部を造つたもので今日の流路よりは稍や東に偏し、或時代には利根川、荒川に合して東京灣に注いだこともあつた。

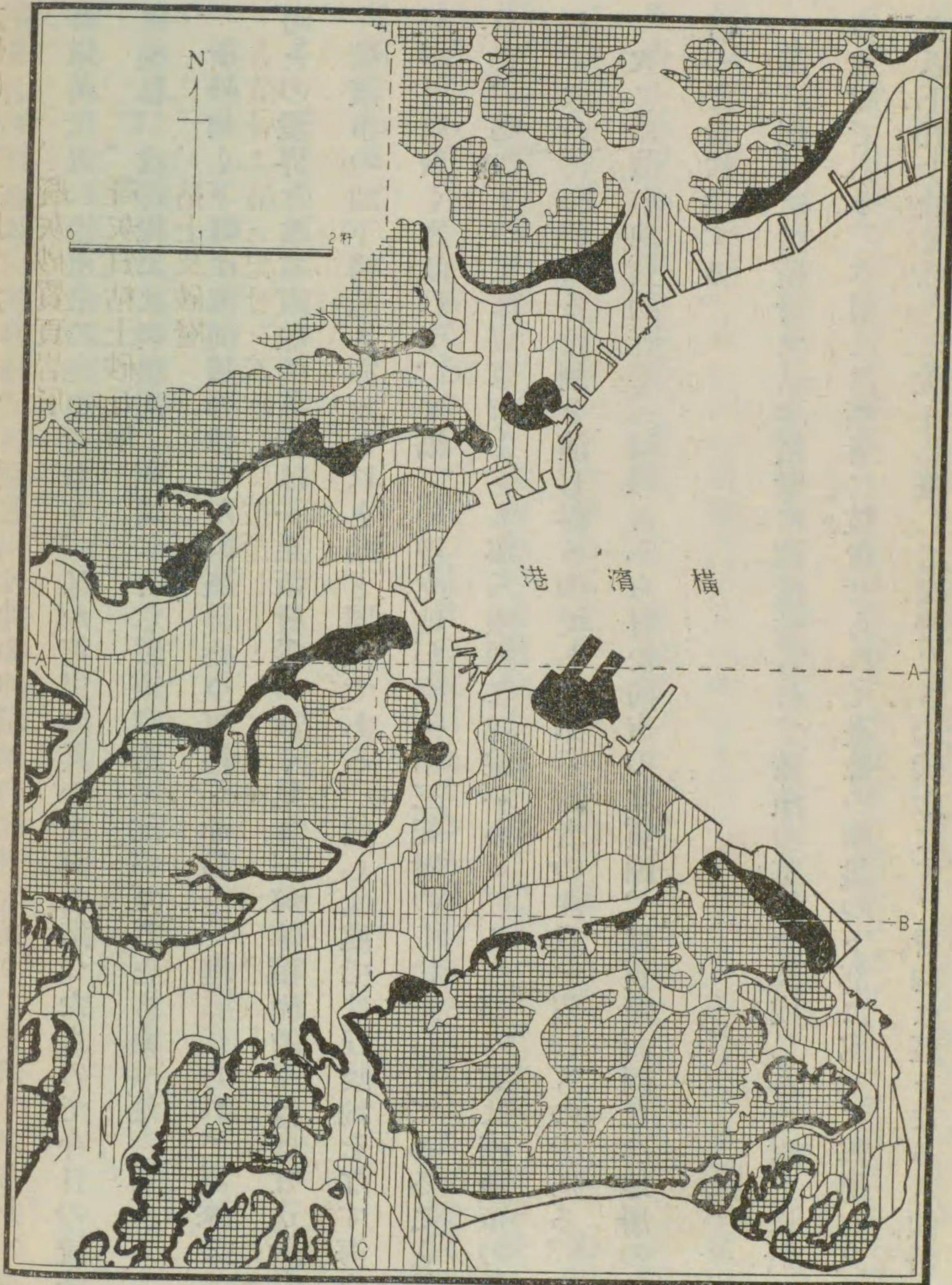
斯の如く下町は舊河川の作つた段丘を持つ河谷が沖積土で埋立てられて出来たもので山手と下町との境界をなす直線的斷崖は一見斷層崖の如く見るが何等積極的證據はない。

横濱市の地下構造も亦たこれと殆ど同様である。然し此處では丘陵地をなす海水上に第三紀層が可成廣く露はれて、棧橋下の埋立地が直接第三紀層の上に造られてゐること等が地質圖にも見え、處によつては東京市よりも寧ろ強固な地盤がある。これ等の點は横濱市の將來の發展に對して大いに有利なる役割を演じ得るのであるから識者の注意を望むものである。

次に横濱市地質調査第三回報告から得た同市の地質圖、地質斷面圖及び地層の記事を掲げて讀者の參考に供する。

第三紀層は洪積層又は沖積層に被覆せられて横濱の基盤を構成し本市附近に於ける最も鞏固なる地層である。本層は洪積層に被覆せられて臺地の斷崖の下部に處々に露出し又た沖積層下に地表以下五十餘米以内に伏し概して緩慢なる起伏をなす。層向は區々なるも傾斜は普通四度乃至





沖積層の厚さ  
 下地サ厚 / 層積沖  
 層紀三第   層積洪   地立埋   米十二至乃米〇   米十四至乃米十二   上以米十四

（るよに告報回三第査調質地市濱横局興復）圖質地濱横 圖四十五第

六度にして十度を越えること稀である。本層は下部から之を左の三層に類別する。

- 一、凝灰砂質頁岩層
- 二、凝灰質粘土砂互層
- 三、粘土及砂層

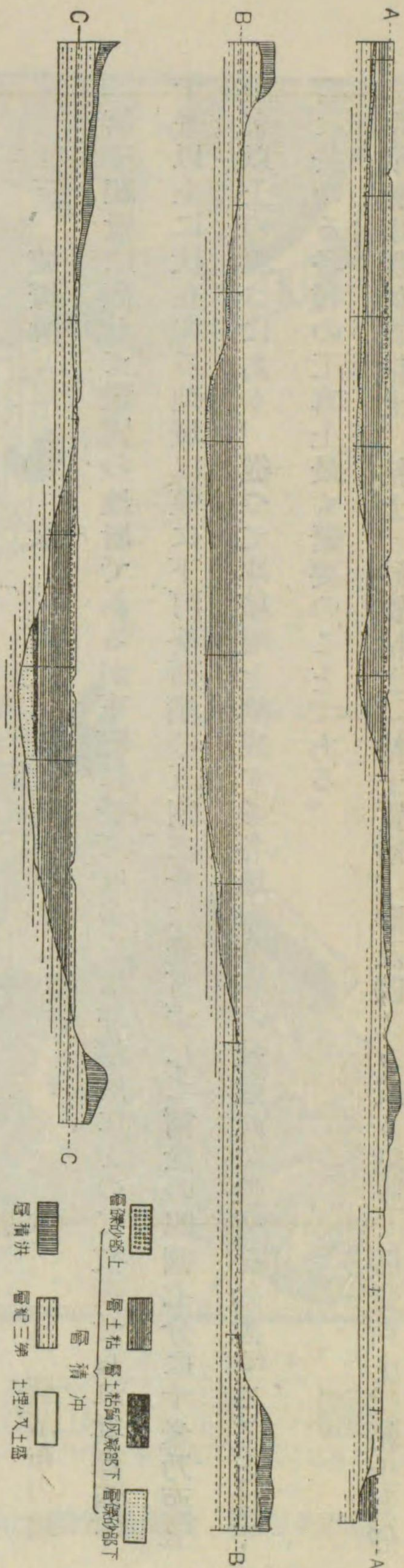
洪積層は第三紀層を不整合に被覆し主として臺地の上部に發達して略水平に成層し、一部分は平地の邊緣に小區域を占めて分布し、往々緩慢な傾斜を示す。下部から之を左の三層に類別する。

- 一、砂礫層
- 二、浮石質粘土砂互層
- 三、壩堰層

第三紀層は概して鞏固の地層であるが下町に於ては多くは沖積層によつて被覆せられ其海面下十米以上に伏在する地域は僅に下町全面積の五割三分に過ぎずして爾餘の四割七分は十米乃至五十米以上の深さにあり、従つて沖積層を構成する各地層分布の状態竝に性質を知悉することは下町に於ける各種の工世上最も緊要のことである。

沖積層は凝灰質粘土、粘土、砂質粘土、粘土質砂、砂及礫より成り粘土、砂質粘土、粘土質砂





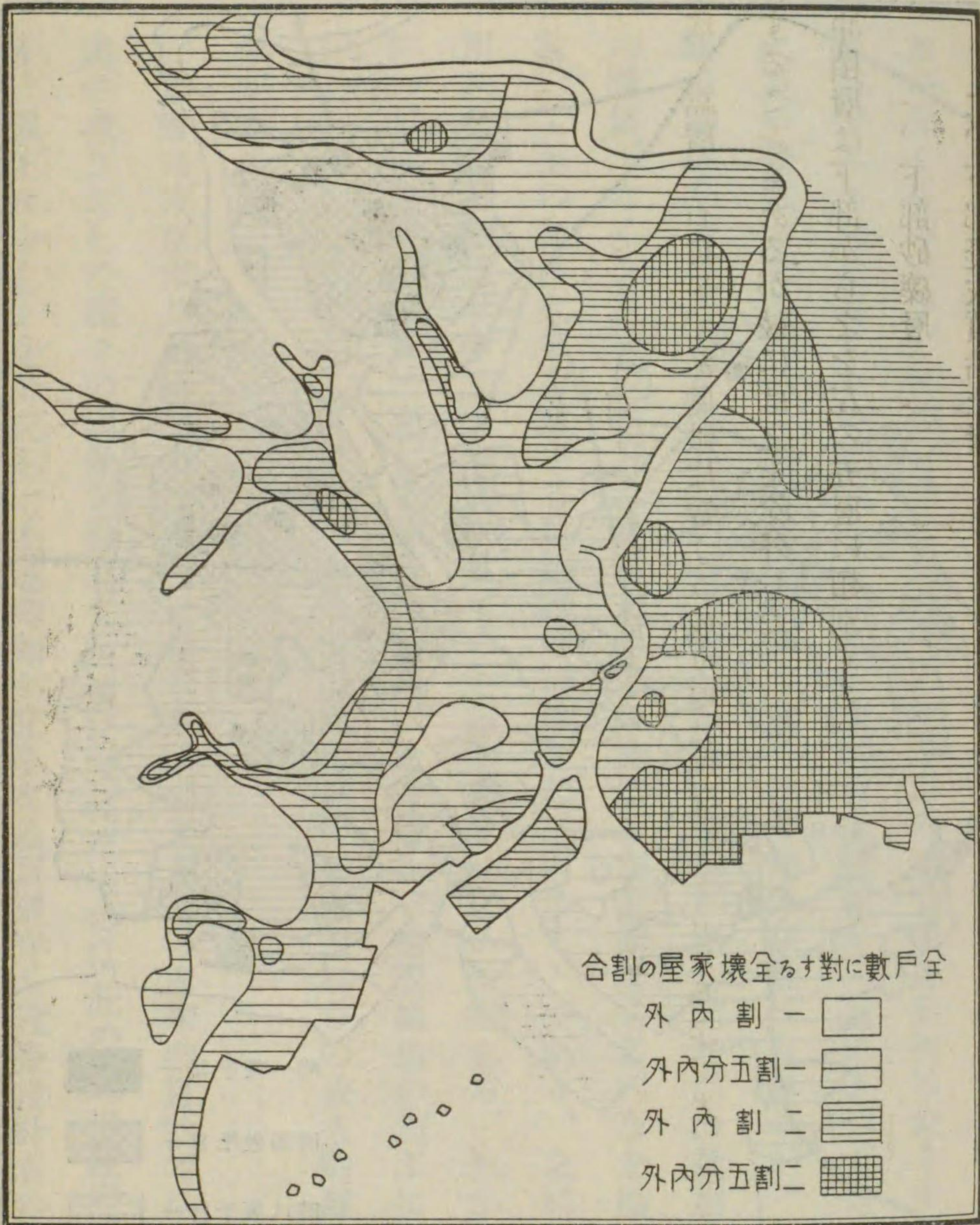
圖五十五 關東地方の地質断面圖

並に砂礫は互に移化することが多い。

沖積層は主に壙母、砂、礫、粘土、凝灰砂質頁岩より成り之を、被覆して盛土又は埋土あり、塵埃、鋸屑、石炭殻、瓦磚破片等より成り厚さ普通一。五米乃至三米にして時に三米乃至八米に達することもあるが茲には之を除外した。

沖積層は下部から之を左の五層に類別する。

- 一、下部砂礫層
- 二、下部凝灰質粘土層

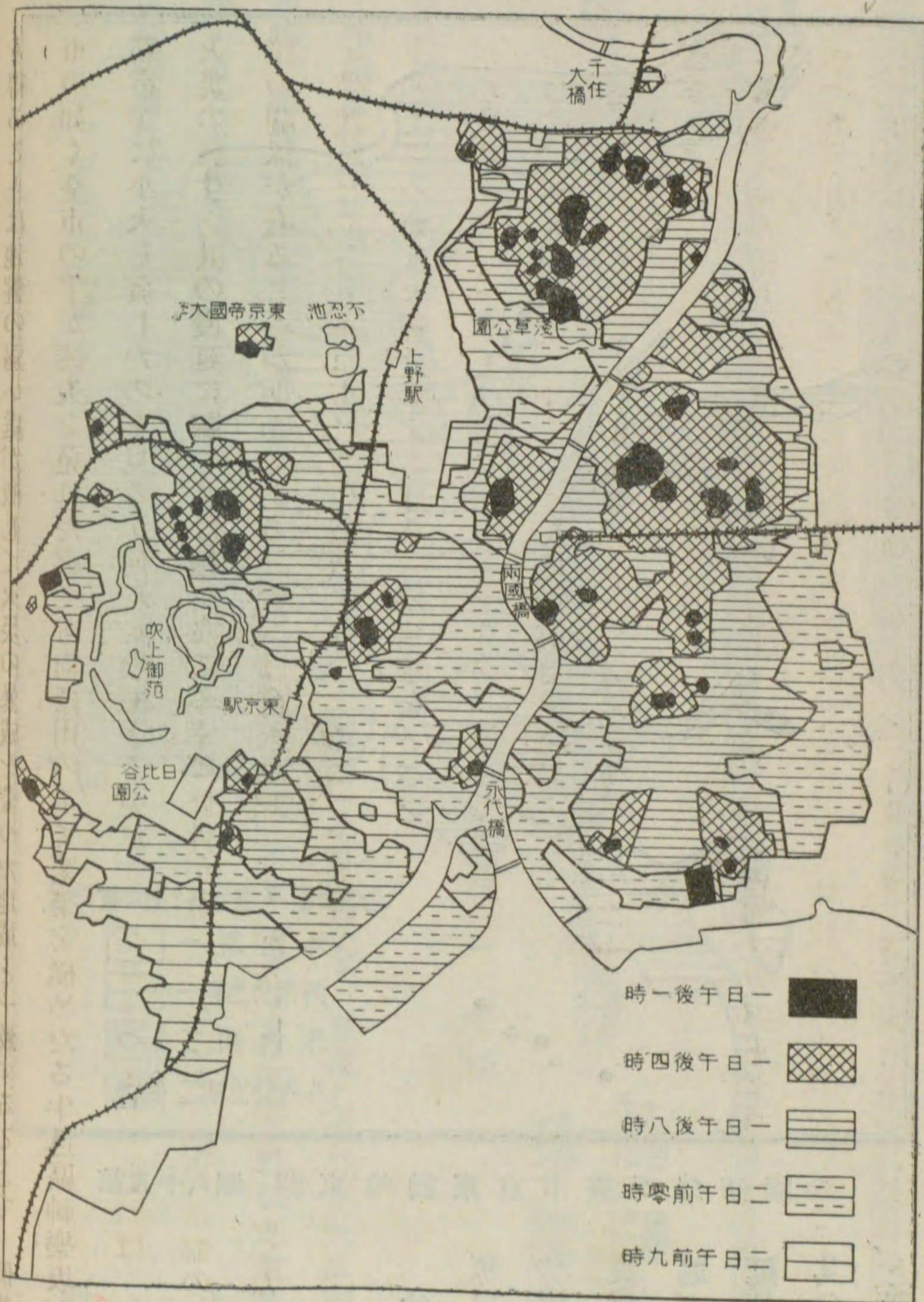


東京市及び横浜市の地質

圖六十五 關東地震東京市震度分布圖

- 三、粘土層
  - 四、上部砂礫層
  - 五、上部凝灰質粘土層
- 今迄述べて來た東京市及び横浜市の地質構造を次に述ぶる火災の延長區域殊に其の發火地點と對照して知





圖七十五第 大正十二年關東地震當時東京市火災延燒圖

り得ることは地盤の弱い處が概して火災の暴威を蒙つた地域と一致すること、例外として東京市の如く全市の半が焼失を免れた處でも尙ほ山の手で繁榮を極めたる牛込區神樂坂、四谷見附、新宿等に小火を發したのを見るが何れも壊滅より免れた。是によつて是を觀れば、地震に於ける火災の發生と其の漫延に關しては種々なる不幸な條件が數へられるが、結局地盤の強弱と最も密接の關係が有ることが明かである。例へば發火地點が多く河沿ひの軟弱地であつたことは水道管の破壊がなくとも東京市及び横濱市の斯の悲惨事が惹起せらるべきを暗示するもので、要は住家、工場の如き火氣を藏する建築物の倒壊を起さざることであり、之には進歩したる建築術を應用し費用を顧慮せずして強固なるものを造り得ればよいのである。然かし經濟的條件は常に之を許さず、基盤の地質に應じて建築物の高さを考慮し、耐震構造の施工に手心を加へて經濟的處置を完からしむるに非んば我國の如き地震國に於いては大都市の永久的建設の遂ひに不可能に終る惧がある。

本書に東京市及び横濱市の火災を論ずるは元より其の本來の目的ではない。然かれども關東地震の惹き起した種々の現象を論じて火災に及ばないのは此の大事變の記録として缺陷あるを慮り、以下に少しく是を記し、上述の如く完全な地質調査と建築設計者の注意とに依つて其の大部



分を救ひ得べしと思はれる事項に就き地質學者として特に讀者の注意を喚起したい希望を有するのである。中村清二博士の述べられた通り一般に「大地震には大火災が伴ふことを常とする。之には種々の理由があつて先づ第一には地震が直接失火の原因となることである。第二には火災が起つても人民が地震を怖れて逃げることを先にし火を消すのを忘れるから火は縦いまゝに暴威を逞うするのである。第三には火災が殆ど同時に諸方から起るために本職の消防士が難に赴くことが出来なくなるのである。第四には大地震には水道の鐵管が破損して斷水を生ずるので消防設備が能力を減損せられる。第五には平常は耐火構造である建築物が地震の爲めに耐火性を失なふから延焼を起し易い。」

地震に伴なふ火災は實に恐るべきものであつて地震による損害と火災による損害とは全然比較にならぬと思はれる。今回の大地震では地震の爲めに生命を失なつたものは倒壊家屋十戸につき一名の割合であるが火災の方は焼失家屋四戸につき一名の死亡者を出した。特に地震では財寶が假令一部分でも残るが火災では全部跡方もなく失はれて仕舞ふのである。又地震の威力には吾人は直接之に反抗して地震其者を小さくする方策は無いが、火災の方は之を小さくし或は全く起さぬことも出来る筈である。此等の事柄を考へると地震に伴ふ火災と云ふ問題に就ては平素から十分

分に研究して其對策が講ぜらるべきであるのに不幸にして此問題は全く閑却せられてあつた。」

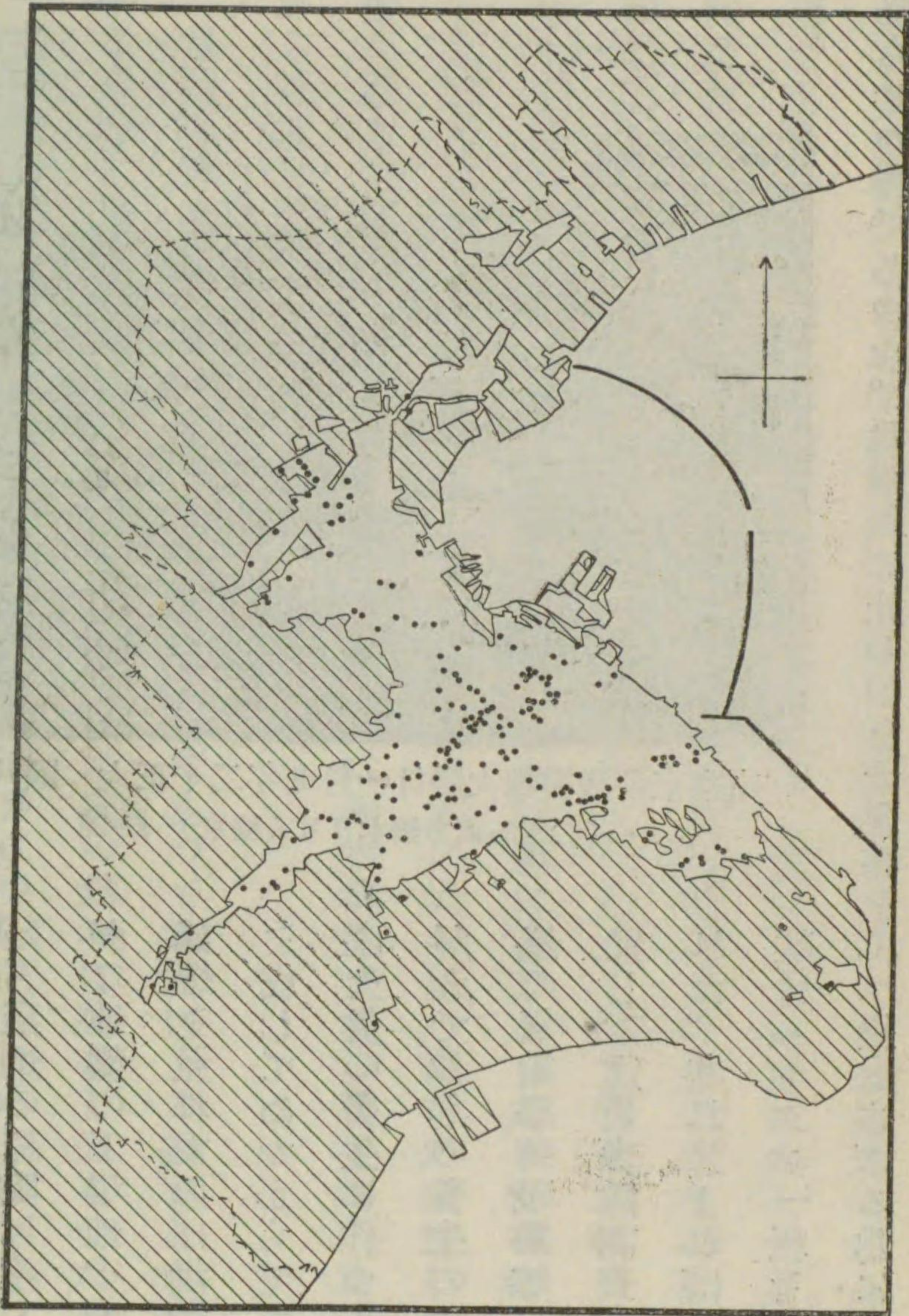


第五十八圖 大正二十九年九月一日の大地震後東京市の跡焼  
(橋本日記より橋本面を望む)

第五十七圖に見る如く地震後一時間にして東京市は十數個所に火災を起し翌日午前六時迄に殆ど延焼の極點に達した。火災の起つた點は脆弱な地盤の工場地、商業地が最初で、山の手が延焼を免れたのは洪積層より成り且つ住宅區域を成してゐたからであつた。此の火災の漫延には火災の發生に伴つて起る特殊の旋風に與る所が大で、其の發生の機巧、發生すべき位置、旋風の氣象學的現象等に就き寺田博士が詳細に研究し、震災豫防調査會報第百號(戊)に報告された。其れによれば此の旋風の大きさは十軒の距離に「トタン」板を飛ばし九十軒の遠方に灰を

降らせた程であつた。我國民は此の如き大災害を再び繰返さざる爲には此の地震が生じたあらゆる





第五十九圖 大正十二年九月一日の大震地の後震の分布  
 (元火は點黑)圖域區失燒の市濱横

質學的意義を闡明すべく次篇に深發地震に就いて論述するに當り最後に地學者の立場として地盤の強弱が地震に伴ふ火災の發生に如何に直接影響するかを指摘することが特に重要なることであると思惟する。

る結果を徹底して知らねばならぬから、關東地震の研究は以上述べた所で盡くされたと謂ふことは出来ぬ。我々は關東地震の記載的事項を此處に打ち切り再び本論に立ち返つて、關東地震の地

## 第二編 深發地震

### 第一章 ジウスよりフムボルトへ地震成因

#### 說の新轉向

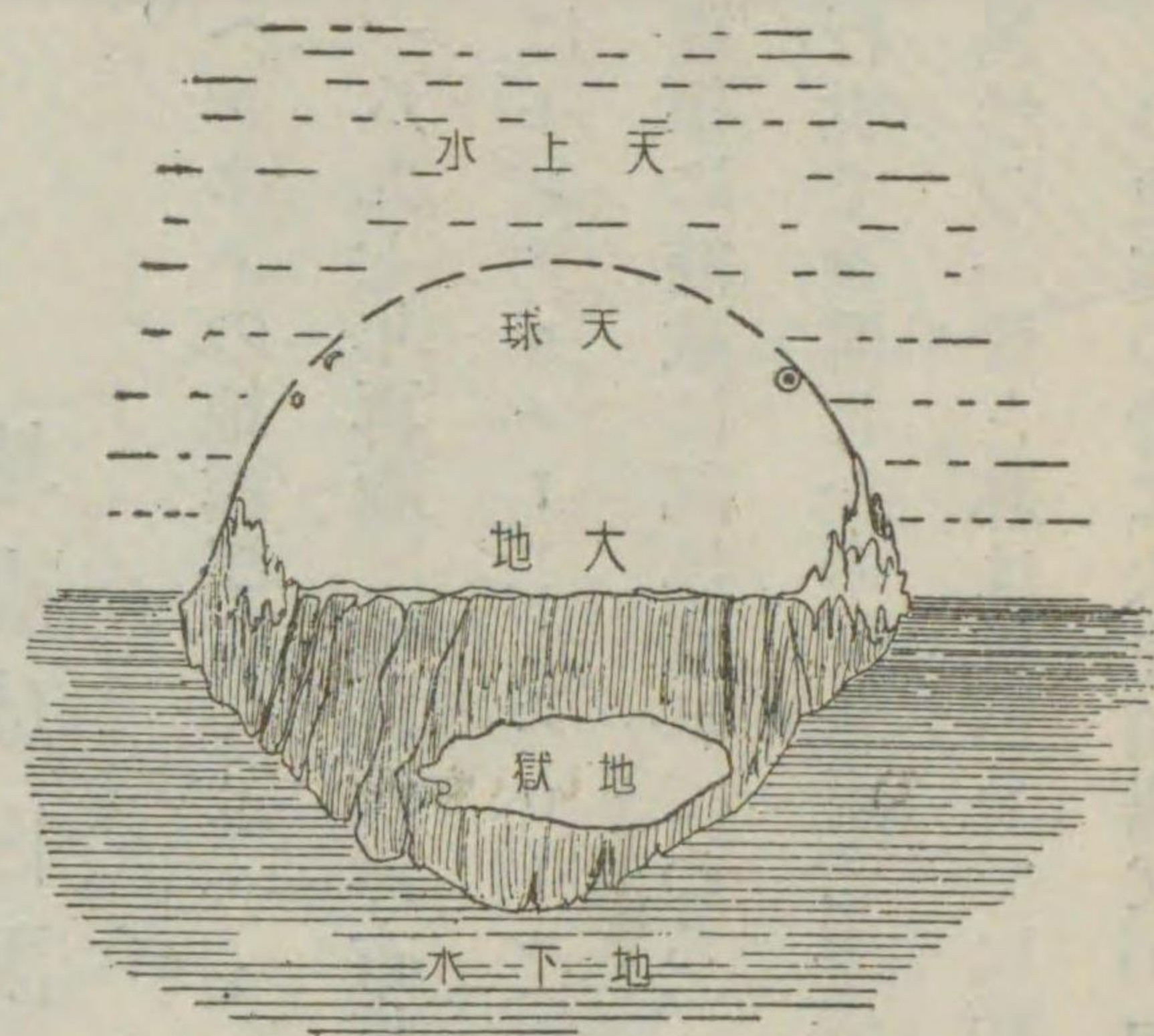
#### 地震成因說の變遷

<sup>(1)</sup> ヘルネスの地震學(ライチッヒ一八九三年)やギンテルの地球物理學(スツットガルト一八九七年再版)等に西洋古代から第十九世紀末までの學者の意見を列載し、其の後ではモンテシユード・パロール(巴里一九〇七年)<sup>(2)</sup> ホッブス(ニューヨーク一九〇八年)<sup>(3)</sup> の地震學に簡截に記述されてゐる。東洋文獻によれば戰國頃の支那の學者間に起つた陰陽五行說で説明したのと希臘哲學者間に行はれた水火地風四行から説明したのとは單純なる偶然の一致と想はれぬまでに類似したものである。周の幽王の二年西周三川(涇、洛、渭)の地震の時に大史伯陽父が陽伏して出づる能はず、陰迫りて升る能はず、是に於

地震成因說の變遷

(1) R. Hoernes, Erdbebenkunde, 1893. (2) S. Günther, Handbuch der Geophysik, 1897. (3) Montessus de Ballore (4) W. Hobbs (5) 支那歴史地理研究(小川琢治)





第十六圖 希臘時代宇宙構造想像圖

のあることに注意した體驗に在つたらうと想はれる。

地中海地域の活火山ある處に於ては、火山の噴火の時に地震を伴ひ、震動と鳴動と噴火との密接な關係が目睹されるのであるから、兩現象を同一の活動と看做して、地震を火山作用に原因するものと考へることになるのは亦當然であつた。

アリストーテレスの説は中世に傳はり、近世に至つても英國のリスター(一六五〇年)の如

く黄鐵礦の希臘語原から理會される通り熱を發する能力あるものとして、其の燃燒作用によつて地震を起すと考へたものもあれば、又たミツチェル(一七五〇年)の如く水が燃燒する炭層に觸れて氣化して其の爆發によつて噴火と地震を起すと考へたものもあつた。

第十八九世紀の轉換期になつてラプラスの星雲説が出で、希臘哲學者間に行はれた地球の火心説を具體化した高温の液體中心を地殻が包むといふ假定説が雄辯に主張されることゝなつた。これと同時に地質學が發育しかけて世界全體に互る地震現象を觀察し、初めて科學的觀察を基礎とした學説が出現するに及んで、傳來の學説の萌芽から強大な勢で成長して地震の火山成因説となつて學界を風靡した。

第十九世紀上半に於ける自然科學界の泰斗たるアレクサンデル・フラン・フムホルトは中南米洲を探検して環太平洋火山地帯の一部を目撃し、初めて此處で地震を體驗し、此の火山地震説を主張する第一人となつた。

フムホルト

フムホルトの體驗

はコスモス(第一卷)から屢地質學の教科書に引用されてゐるが、

フムホルト

(1) J. Mitchell (2) Laplace (3) Alexander von Humbolt

(1) Anaximander (2) Anaximenes (3) Aristoteles (4) M. Lister



原文は浩瀚な「新大陸旅行（第一卷、巴里、一八一四年）の第五一五頁にある。其の地震は一七九七年十二月十四日のブエネズエラ國クマナ大地震後二十二ヶ月に同市で起つた一七九九年十一月四日の餘震であつた。フムボルトの語として有名なものゝ原文を調べて見ると左の如くなつてゐる。

十一月四日午後二時頃非常に黒ツぽい大きな雲がブリガンティンとタタラカルの高山を包んで、次第に天頂に廣がつた。四時頃になると頭の上に雷鳴が聞えたが、非常に高く廻る様な音をせずに、乾いた途切れた音であつた。其最も強い放電の瞬間四時十二分に二つの地震の震動が十五秒を置いて續いて起つた。群衆の高い叫び聲が街上に聞え、卓上に俯向いて植物を調べてゐたボンプラン君（フムボルトに同行した親友の植物學者）は殆んど引つくり反りかけた。私（フムボルト）は吊り床に横になつてゐたのに非常に強い震動を感じた。それはクマナで可なり稀な北から南へ向つたものであつた。マンザナレス河畔で十八尺乃至二十尺以上深い井戸で水を汲んで居た奴隷は大きな砲門の發射の如き音を聞いた。其音は井戸の底から來る様で、地震の多い米洲の多くの場處では極めて普通聞く所ではあるが、是は頗る奇妙な現象であつた。……

夜九時頃前の二つよりも餘程弱いが判然たる地鳴りを伴ふ第三の震動があつた。……

此の出來事はクマナの市街が殆ど全く地震で破壊せられて二十二ヶ月目で市民は烟靄の地平を立て籠めて夜中軟風の無いのを悪い徴候と考へた。……

十一月四日の地震は私の初めて感じたもので、偶然ではあつたらうが、著しい氣象の變調を伴ふたので特に強い印象を私に與へた。それは又全く下から持ち上げられた震動でゆら／＼する動搖でなかつた。私はキトーの高原やペルーの海岸に永く滞在するまでは、歐洲で雷鳴を聞く如く可なり急な地の震動に慣れてしまはうとは思はなんだ。キトー市街では<sup>(1)</sup>ピンチンチャ火山から來ると見える<sup>(2)</sup>ブラミドース（地鳴り）が二三分か七八分前に地震を豫告する（其の強さは滅多に地鳴りの強さに比例しない）のを聞いても、其の晩起きてゐようとは考へぬ様になつた。三百年間市街の壞されなんだことを記憶する住民の無頓着は臆病な外來者にも容易に感染する。初めて軽い地震の感じを経験する時に強く起るのはどちらかといへば危険の恐怖といふよりも感覺の新異なことである。

といふ文が前に在つて、次に有名な左の文句が來るのである。

我々の幼少の時から或る對照の觀念が我々の精神に固着して居る、水は我々に可動性

(1) Pinchincha (2) Bramidos



の原素であり、地は不動で鈍重な塊りであるといふのがそれである。言はゞ此等の觀念は一の日常體驗の産物であつて、五官の我々に傳へた所のあらゆるものに結び付いてゐる。震動を感じ土地が左様に安定であると信じ來つた老地盤で動搖すれば、永い錯覺を打破するのは一瞬間で澤山である。其は覺醒で、而かも悲しい覺醒である。人は自然の外觀的安靜に欺かれたことを感じ、俄かに極めて輕微な物音に耳を聳て初めて、今まで永い間安心して足を置いた地盤に信賴し得なくなる。然るに震動が繰返されて、連日屢次に起れば此の不安は直ぐに消え失せる。一七八四年墨西哥の住民は我々が雲間に聞く様に脚下に起る雷の如き鳴動に慣れてしまつたし、又ベルの海岸では波浪の衝擊で起る船の震動に對する按針師の如く地の波動に慣れてしまつた。(旅行記第一卷第四篇第十章第五一—五一五頁)

## フムボルトの火山地震説

フムボルトの火山地震説は此の體驗後に中米及び南米北部の火山噴出帯に沿ふて地震が屢起り、又火山の噴火に伴ふたものも屢感じ、一八〇五年歐洲に歸り着いた後に、ブエズブキオ火山に登つて噴火の時に地盤の震動するのを時計を手にして數へたりなどした結果として出來たのである。

抑フムボルトとブッフとはフライベルグ鑛山學校のエルネルの門下より出た雙壁であるが、廣く歐弗兩米四洲の探檢を試みるに及んで、あらゆる岩石は皆な水の作用で出來たと極論した水成論者の麾下から脱走して、エデンバラ派の火成論者の列に入り、ハットン<sup>(2)</sup>やプレイフェア<sup>(3)</sup>以上に強く火山作用の偉大なるを力説した。其の覺醒は全く索遜の一隅エルツ山嶽の麓の小天地で想像の出來ぬ噴火作用の實況を目撃した結果で、就中地震と火山の噴火現象とを結び付けて考へたのはフムボルトであつた。而して其の學説は歸歐後五十年間に種々の場合に發表せられて、第十九世紀の前半を支配し、ことに其の永眠の前年一八五八年出版したコスモスの第四卷に於て第一卷の補遺修正を試みた時に最も簡明に述べられた。

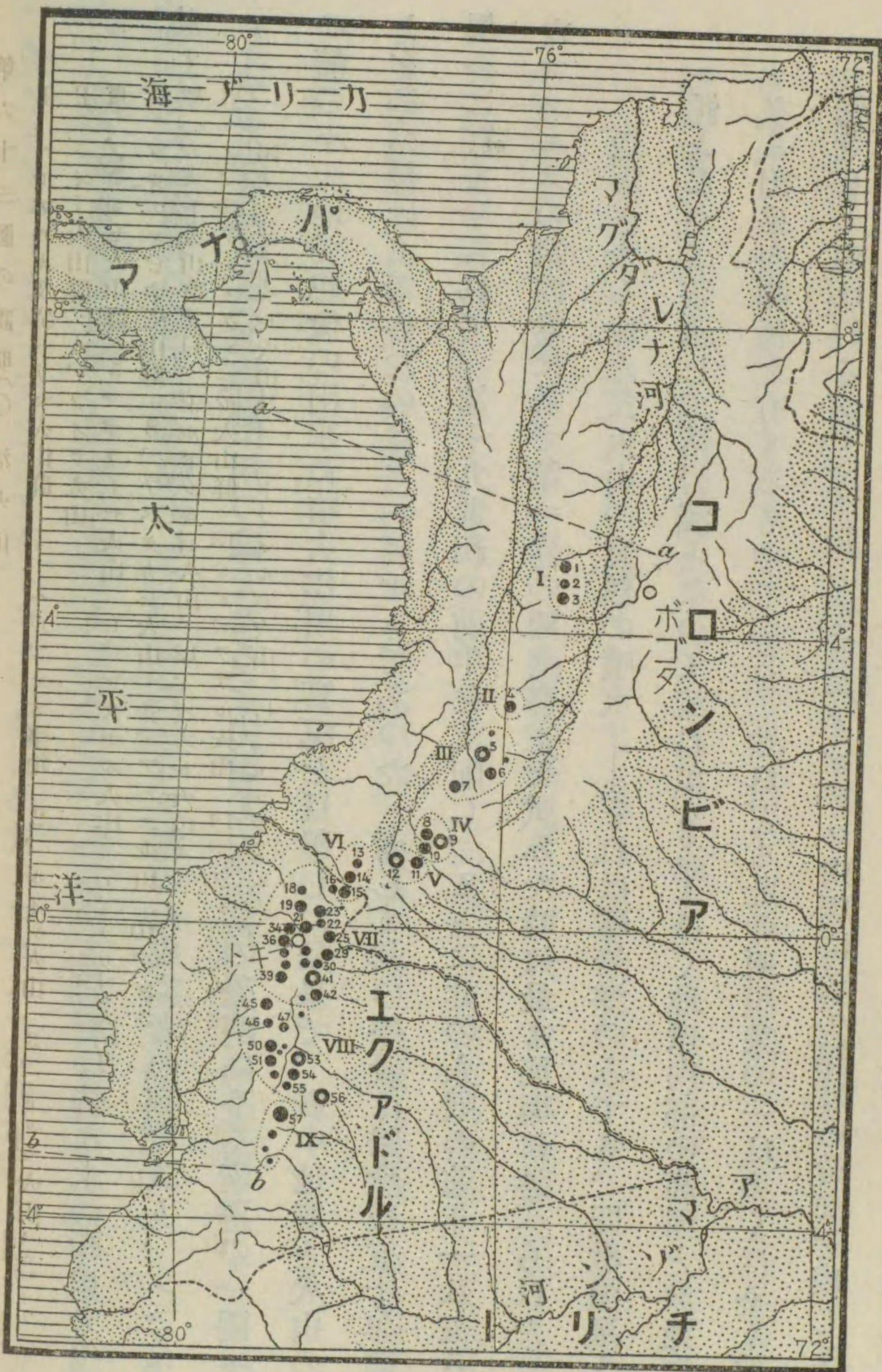
地震と永く休んだ火山の突然の噴火——それは唯岩滓のみでも、間歇温泉と等しく液體となつて熔融して熔岩流となつて流れても——全く地球内部の高温と共通にして同一なる因果の關係を有するものである。然れども此の兩現象の一は多くは全く他のものと獨立して現はれる。例へば強い地震がアンデス山脈に於て線狀の分布を成して、消熄せずして時々活動する火山の崛起する處を震撼することがあつて、而かも此等の火山は何等著しい刺戟を受けない。リオバンバの大地震の場合に之に近いツングラファ火山も稍遠

(1) A. G. Werner (2) J. Hutton (3) J. Playfair



いコトバクシも全く静穩状態を續けた。又た逆に火山が永く續く大活動を呈しても、其前にも同時に

附近に地震を感じぬことがある。歴史に記載され數千方哩に傳はつた最も破壊的の地震でも表面に於て見得る所から判斷して火山の活



第六十三圖 南米大陸北西部の火山 (マルザエリー氏原圖)

第六十三圖の説明(○活火山)

- I ヘルプエオ及びトリマ火山群 1、ヘルプエオ臺地 2、ルイツ火山 3、トリマ火山
II フライラ火山群 4、フライラ火山
III プラセ火山群 5、プラセ火山 6、アズカル火山 7、ソタラ火山
IV タジエンビナ火山群 8、ラベタカセ火山 9、アニマ火山 10、タジエンビナ火山
V バスト火山群 11、ホルドンキロ火山 12、バスト火山
VI アズラル・グンバル火山群 13、アズラル火山 14、グンバル火山 15、チリ火山
VII エグアドル北部火山群 18、ピナン火山 19、コトカチ火山 20、シヤンシヤダラン火山
VIII エグアドル中央火山群 44、ピラロ山脈 45、キロトア火山 46、キスビカシア及びカサケアラ火山
IX エグアドル南部火山 57、アツアイ火山

た固有の意義の火山地震に對照して深發地震と呼んでゐる(譯者云ふ、是は一八四八年ナウマンの地質學第一卷に與へた名稱である)。火山作用といふ語の意義を廣く考へたらば此の名稱は正當でない。地球上に起る地震の大多數は深發地震といはねばならぬこと

フムホルト

(1) Volcanic earthquake (2) Plutonic earthquake (3) C. F. Naumann



になる。

最小の範圍に局限せられて、明かに火山の活動に原因する地震から説き始めるならば、先づ第一に自分(フムボルト)の憶ひ起すのは、一八〇五年七月二十六日のナポリ大地震後十七日目に熔岩の噴出あつた時に毎夜時辰儀を手にして小さな抛出岩滓火丘上に坐つて、私は規則正しく二十秒乃至二十五秒置きに赤熱の岩滓の抛射さるゝ直ぐ前に火口底の震動を感じた。此の反覆する小地震は火口外では全く感ぜぬ所のもので、アトリオ・デル・カブッコでもデル・サルブトールでも感ぜぬ。此の震動の週期性は岩滓火丘の内部で溶融した塊りを貫く爲めに水蒸氣の達せねばならぬ一定の張力の度合に關係することは明かである。之と同一で規模更に大なる現象はキトー市の東南に一、五九八四呎の高さに聳ゆるサンガイ火山の火山灰丘に於てギツセ氏の觀測した所で、一八四九年十二月頂上の火口を千呎の處まで近づき全く地盤の震動に注意せず、而かも一時間に二百六十七回の爆發を數へて居る。

第二の之に比して非常に重要な地震の種類は頗る頻繁に火山の大噴火に伴ひ若くは之に先だつものである。其の噴火の仕方は或は歐洲の火山の如く熔岩流を流すものでも、或はアンデス山脈のコトバクシ、ピチンチャ、ツングラグワの如く岩滓灰蒸氣のみを噴くものでも同じく、此の如き種類のものに在つては、ストラボトが古へオイベアのレランテの熔岩を流す裂罅に就いていつた通り、火山は安全瓣と看做される。(譯者云ふ、かくいふのは大爆發があれば地震は其後衰へるからである。)

最も廣く分布してゐるのは、或は粗面岩質でなく即ち表面に流れ出た火山岩質でない土地、或は南米墨西哥のホルデエラの如く粗面岩質の土地で起る地震波動の損害であつて是は近傍の火山に何の影響も及ぼさぬ。是は地震現象の第三の種類であつて、我が地球内部の高温に起因する一般的原因の存在の疑を挿む可らざるを想はしめるものである。(譯者云ふ、フムボルトの時代の粗面岩と呼ぶものは即ち今最も普通の火山岩として區別された安山岩かその大部分を占めてゐる)。

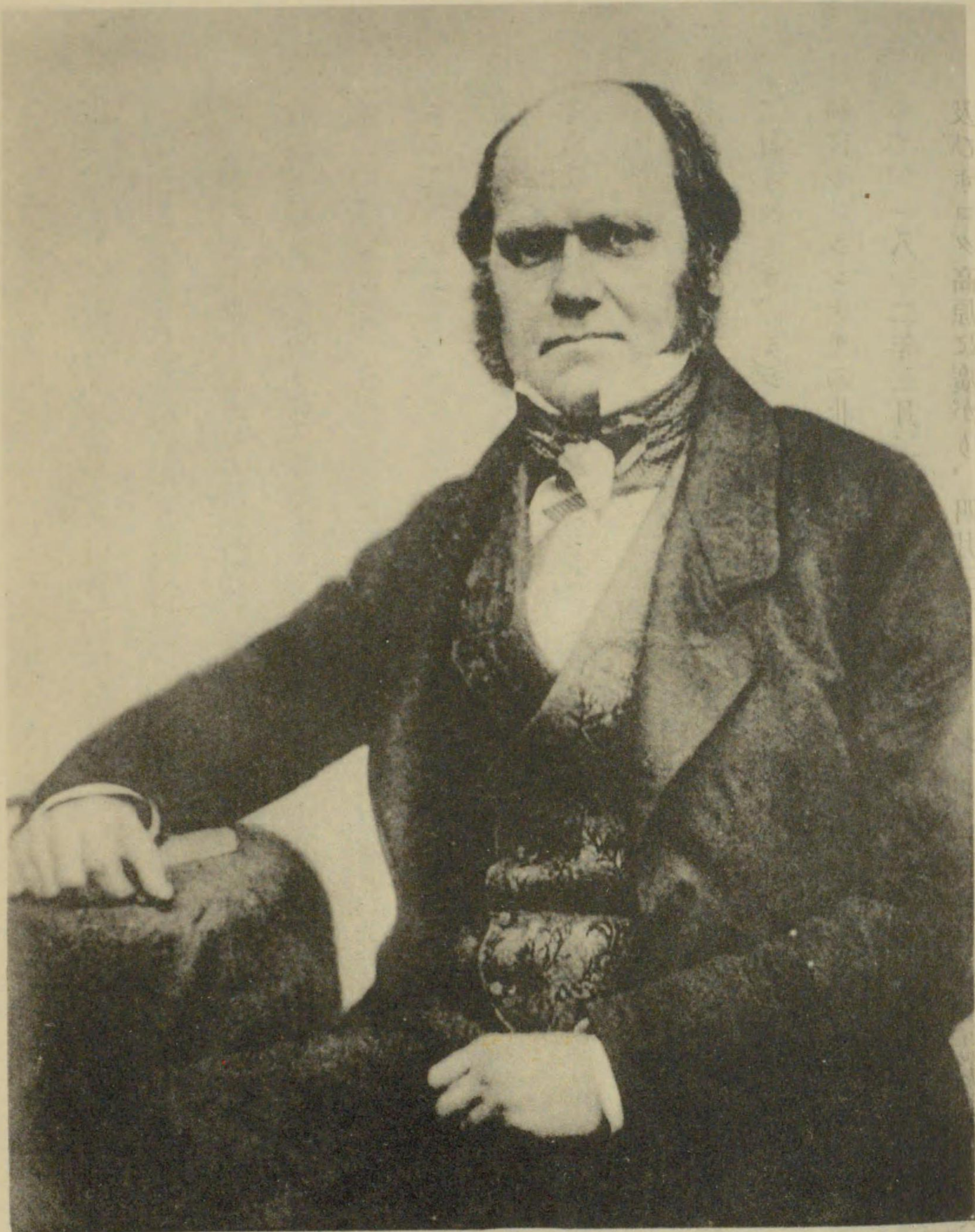
此の第三の群に屬するもので、稀ではあるが、火山質でなく又は殆ど地震に脅かされない土地で局限された地域に於て土地が數月に互つて斷えず震動し、終に隆起して活火山を生ずる場合がある。(譯者云ふ、是は一七五九年九月二十八、九日に起つた墨西哥のホルロ火山の實例をいふので、三月に互り地鳴りと地震のあつた後にトルカ、コリマ兩火山の中間の平地に噴出した。但し其の隆起火口の證據としたのはフムボルトの間違で

(1) Strabo



あつたが、此の如く地震が火山成生の前驅たることをいふのである。

私(フムホルト)は此の火山作用即ち地球表面に對する地球内部の反應の現はれ方の全く異つた種類を列擧するのが、觀察者を導き、之に材料を供して諸現象間の因果的關係を知るに有效な結果を得させる爲めに役立つと考へる。時として火山作用は一度にか近い期間にか地球の大部分に互つて起り、其の生じた地震が同時に多種の互に關聯した原因によつたと考へ得ることがある。一七九六年及び一八一一年は此の如き諸現象群集の特に考慮の價値ある例である。(譯者云ふ前者はクマナの大地震に先ち三月の間にグワダループ島及びバスト高原の兩火山が噴火し、翌年二月四日リオバンバ大地震あり、之と同時に突然其附近のバスト火山の噴烟の止んだ事實を指すもので、後者は一八一一年一月三十日アゾール群島のサブリーナ火山島が噴出し、五月セント・ブギンセント島に二百回の地震があり、其他北米では同年十二月オハイオ、ミシシッピ、アルカンソ河谷に頻繁に地震が起つて一八一三年まで續き、特にシンシナチの北では數月間斷なく震動し、同じ十二月カラカスにも二三の地震があつて、一八一二年三月二十六日にカラカスの大地震があつて、其震撼地帯遠く西南のホンダ及びボゴダ高原に廣がり、四月三十日にセント・ブギンセント島火山の大噴火が起つた事實



Charles Darwin

シキ一ダ・スルーヤチ



を指すものである。

而してフムボルトは此の第三種に屬する地震をカール、ナウマンが火山地震と區別して深發地震と呼んだのを採用せずして、火山性といふ語を廣義に用ゐればよいと考へたのは前に述べた通りである。

### ダーキン

ライエルは<sup>(4)</sup>スクロープの火山研究を祖述して、フムボルト及びブッフの隆起火口説を打破することに力を惜まなんだ英國の大地質家で、之と兄弟の如き關係を有するのはダーキンである。然れども此の兩大家の地震の原因に對する意見を詮ずるに、矢張りフムボルト一派と大同小異であつたのは時代の思潮であつたと想はれる。

ダーキンの地震説はフムボルトと同じく南米を旅行して火山地方に起る地震現象を觀察した結果で、其の一八三八年倫敦地質學會で發表した所によれば、南米アンデス山麓の海岸に起つた地震と火山活動との間に看過す可らざる關係ありとし、フムボルトと殆ど同様の意見を有してゐた。ダーキンはフムボルト及びライエルの後に出で、地質學に關して其

(1) Vulcanicity (2) Charles Darwin (3) C. Lyell (4) P. Scrope  
(5) A. von Humbolt (6) L. von Buch



の影響を受けたことは一八三一年末に出發する時バックランドからライエルの地質學原理の第一卷を贈られたのと、自分の旅行記にフムホルトの南米旅行記を携帶して居たのとで察せられ、従つて其の地震の原因に關する意見が兩大家と趣を一つにしたのを怪むに足らぬ。

ダーキンの地震を體驗したのは一八三五年二月二十日南米智利の大地震で、コンセプション島其他智利海岸地方の隆起を伴ふたものであつた。其の地震に關する意見は「南米に於ける或る火山現象の聯絡に就いて及び大陸の扛起せらるゝと同じ力の結果として山脈及び火山の成生に就いて」と題する論文である。

其の第一章は此の地震の觀察であつて、コンセプションの西北三百六十地學里。(六七〇籽)に在る孤島ヂョアン、フェルナンデス島は激震を感ずること其の對岸の智利沿岸よりも強く、島の近傍に海底火山の噴火が地震と同時に起つたらしく、チロエ島の對岸の内地に聳えたオソルノ火山は地震の衝動と同時に黒烟を噴き火口の南々東の側に新に一大火口を生じ其後火光は絶えず認められたといひ、アコンカグア、コセギナ兩火山も此の地震と同時に活動し、又他の火山も一時に著しく活動したらしいといふ。

第二章に大陸を扛起する力と火山の爆發を起す力との同一に就いて論じ、同じ瞬間に遠く

(1) 参考文献集參照

隔たつた處で地下の火山物質に運動の起るのを凍結した池の水の穴に水が跳ね上げられるのに比較し、地殻の厚さを二十哩(三十二籽)以下と考へ、廣い地域に互り火山帯に沿ひ地下の火山物質(即ち今我々の謂ふ岩漿)が働くものとし、永い間に此の地震に起つた如き地盤の隆起を反覆し、若くは徐々に隆起して、コルデエラスの高地帯を築いたものと考へた。

第三章は大面積に働く強大な火山作用の週期を論じ、前に擧げたフムホルトの一七九六年より一八一二年に互る地震と火山活動の表に次ぎ、自から觀察した大地震前後一八三四、五年の強震及び大地震と火山噴火の表を掲げて第一章の論旨を證し、其結論として地下の活動力が南米大陸の大部分の地下に互り活動を示すのは、孤立せる火山の場合と同じく間歇性を有し、睡眠期の後に再び力を恢復して廣い地域に互り爆發するものと信ずといふ。

第四章では南米沿岸地震の性質を論じ、其の正確な起原を知ることが困難であるが、液化した岩石(岩漿)の地層間に注入するので起ると断定すといふ。ダーキンはミツチュルの引用したウロアの經驗を再引用して、南米ではカルデアゴアゾ沙漠に新に火山の噴出した時の例の如く、新しい火山の爆發が大地震を起すもので、周邊の都邑を全潰せしめるに至るのは争ふ可らざる事實であるとし、地震は二回目以後の噴火即ち火口の出來た後には比較的弱小となるといふ。然れ



どもダイキンは新火口の出来る時に大地震を伴ふことの逆論即ちブアルバライソ、コンセブション、リマ、カラカス等の大地震の起つた時に必ず近傍に噴火があつたと考ふることは出来ぬものと認め、唯此等の地震が火山噴火と類似の現象たるを考へ得といふのである。

今考ふるにダイキンの擧げた新しい火口の出来る時に強い地震を伴ふといふ事實は七九年にブエスブキオ火山の爆發する十六年前に起つた激震に於て認められ、又た寛政の温泉嶽、大正三年の櫻島の噴火の如き永い休憩後の活動の場合にも認められる所で、要するに岩漿の大きな變動には必ず相當に大きな地震を伴ふのを事實と看做し得る。

ダイキンは又た震動の性質を考へ、地表から餘り深からざる處で地層の坼裂で起るものとし、其の震域の細長い面積を成し、海岸に沿ひ延長し、横には急激に強さを減じ、屢地盤の隆起を伴ふ等の事實を認め、是から左の結論を下して居る。

(一) 第一次震動は地層の激烈な坼裂で起され、此の坼裂は一般に近傍の海底で起ること。

(二) 此の震動に次ぎ數多の小さな裂罅を生じ、殆ど表面に達するが、稀に海底の噴火の場合に見る外には表面まで達せぬこと。

(三) 此の如く裂けた地域は之に接する沿岸山嶽に並走して延長すること。

(四) 陸地の全體としての隆起を伴ふ時には更に何物か他の變動の原因が之に加はること。

(五) 地震又は地震で示現する作用は普通の火山噴火と同じく、地下の活動力を除き、之を緩和すること。

といふので、此の第四の何物かは即ち地層の坼裂した處に岩漿が注入することを意味するので、一八三五年コンセブション大地震は此の如くして起り、一つの隆起線の成立に於ける一步を成す手続きと考へてゐる。

ダイキンはホブキンスの研究を引用して地壘の隆起作用の可能性を論じ、フムホルトが考へた如く深處にある震源から表面に震動を傳ふる中間の岩層を全く鈍重のものとするよりも、坼裂のある處に於て各異つた強さの震動を起すと考ふべきものとした。而して此の如くして起る隆起は必しも發作的でなく、ライエルの考へた如く永い地質時代の間を繼續したものとして、コルデエラの山系を成す箇々の山脈は各異つた時代に生じて、互に高さを異にするものとしてゐる。

第五章で地震の種類の色々あることを論じ、カラブリア、リスボンの如く噴火を伴はぬものあるを認めて居るが、ブサンゴアの火山地震に反對した意見よりもフムホルトが一八一二年カラカス地震と西印度火山の活動との聯絡してゐるとした説に左袒した。

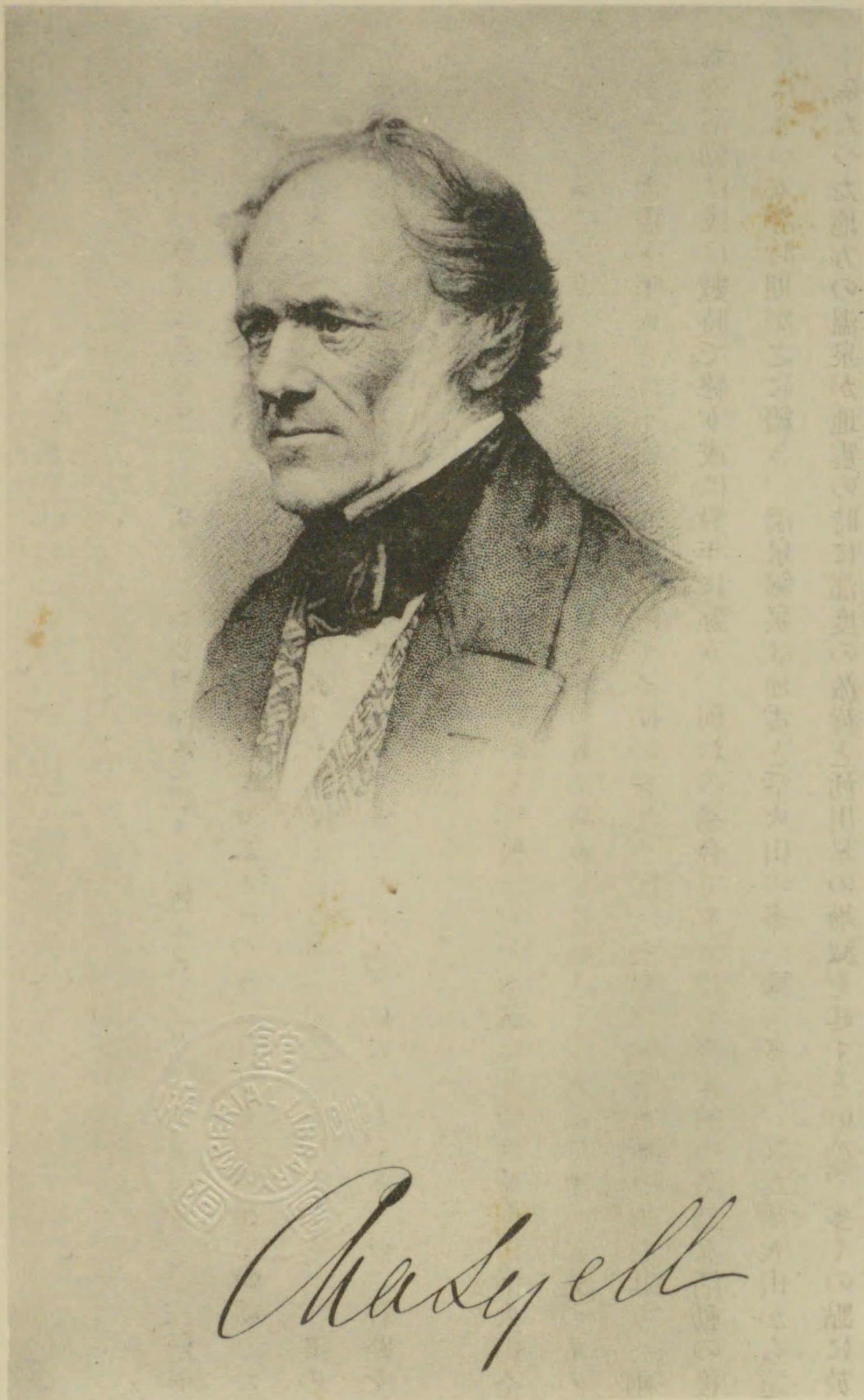


ライエル

ライエルの意見は其歿年に出版した地質學原理<sup>(2)</sup>の第三十二、三兩章に地震及び火山の原因と題して論じて居る。其の前數章に於て地震及び火山現象を記載したので、此の兩營力が或る範圍まで共通の起原を有することは殆ど疑なき所であるとし、其の關係と類比の或る點を概括して兩者を共通の源から起つたとする結論に達する自然の徑路を明にしたのである。

ライエルの認めた事實を擧ぐれば、強烈な地震に震撼される地域は其の地域内に活火山全部を含む處であり、或は局部的或は廣い面積に互る地震には時として火山の噴火に先つものがあり、地震と噴火とは不定の時間を隔て不同の強さで同一地點に幾度も繰り返し起り、兩者の活動は或は數時で終り或は數年に互り、何れの場合でも何時も發作的の激烈な活動の後には永い安靜時期が之に續き、温泉、温泉は地震と活火山の多い國に多く、又た活火山から遠く隔たつた地方の温泉が地震の時に温度の激變と湧出量の増減を起すといひ、多くの點に於てフムボルト及びダーキンの意見に裏書してゐる。

(1) Charles Lyell (2) Principles of Geology



ルエイラ・スルー・チ



然れどもライエルはホブキン等の研究を参考して薄い地殻が液體の内部物質を包むといふ  
考を拋棄して、地殻の一部分が液體状態に在るとする假説を以て火山現象と兩立するものと  
し、火山の噴火作用に對する水蒸氣の營力、液化瓦斯の張力を論じ、地球外部の一般状態は  
一たび熱せられて次第に冷却する物塊の状態に在るべしとし、或る場處即ち全表面中の局限  
せられた狭い活火山の地域だけに表面に近い處に高温が維持され、時々火山及び地震の活動  
を示すものと考へた。

ライエルはスコロップの火山論の序文を引いて、大陸内部に火山のないのは深處に在る物  
質が表面まで突破して噴出する能はずして、其の張力で大陸を隆起してゐるので、マレット  
の語を借れば、火山を造らんとして功を奏せぬ處に大陸が在るといふ一般に承認された事實  
に起因すといひ、スコロップも地心全體の液體たる證據なしとし、熔融體のポケットか又  
は局部的の海か湖以上のものが地殻に存在すると想像し得ずと考へてゐる。

ライエルは陸地の永久的隆起と沈降との原因を考察するに當つて岩石の温度及び粘土質地  
層の熱及び化學的變化による膨脹と收縮でスカンデナブキア一部の隆起とグリーンランドの  
沈降とを説明し得るとし、地下物質の溶解による局部的沈降も可能と考へた後に、陸地が如

(1) P. Scrope, Consideration on Volcanoes, 1825 (2) R. Mallet

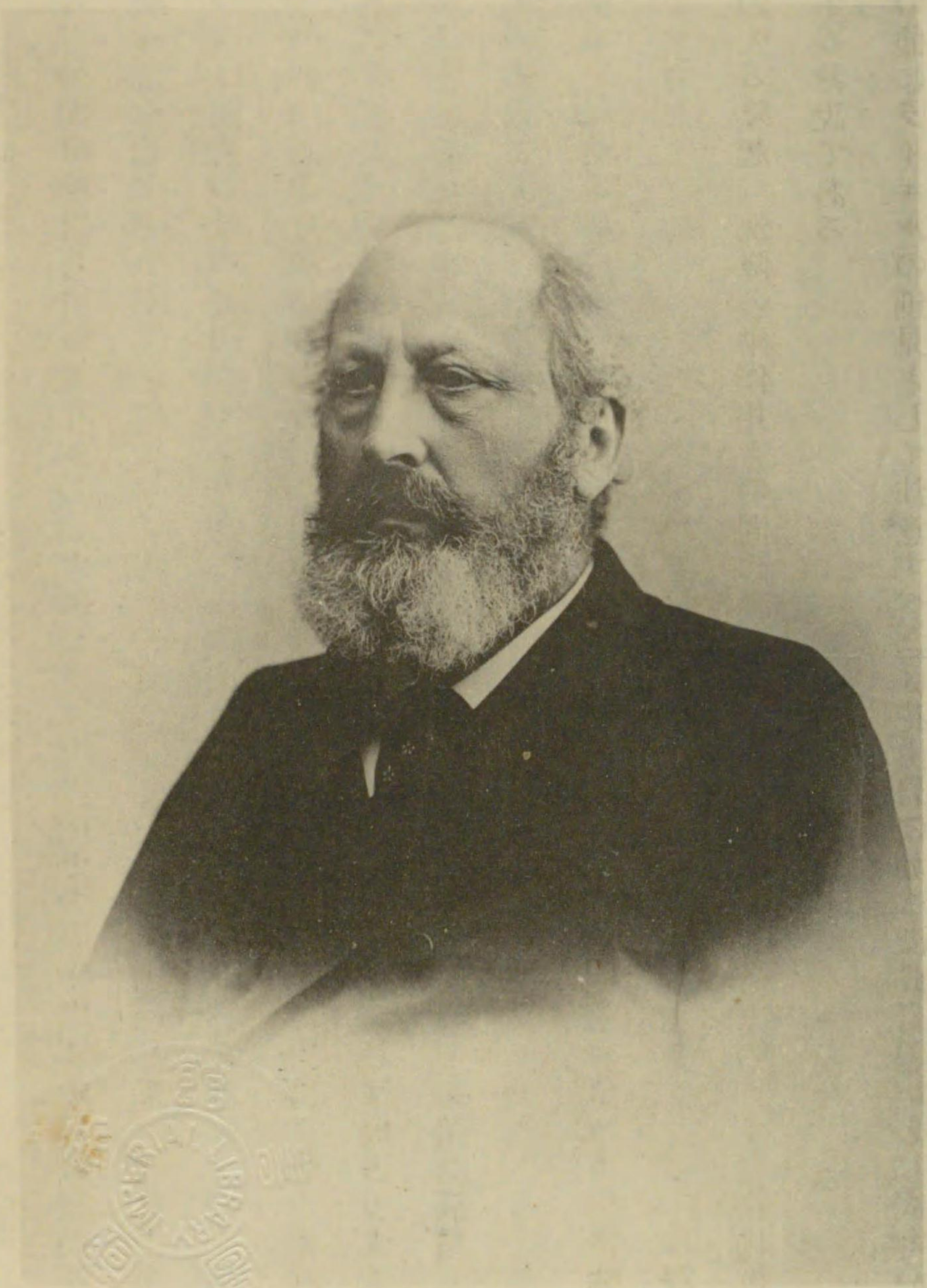


何にして均衡を維持し得るやを論じ、火山及び地下の活動力の作用は之に反對の作用として働く水の浸蝕力を起すもので、是によつて地球表面に生ずる凹凸を調節して、地球の平均半徑を一樣に保つには沈降の量が隆起よりも大きからねばならぬと考へた。

ライエルの意見は火山及び地震の第一次原因は大體同一で、地球内部の色々な深さの處で熱と化學作用が起るのと關係したものとし、而して地震の觀察から考ふれば地殻の或る部分は可撓性を有し、其は廣大な熔融體の地表下に存在するを意味するが、内部の全體が液體である譯ではなくて極く僅かの部分に過ぎぬものであるといふのに歸結する。

ライエルの意見でフムホルトより數歩を進めた所は今最後に擧げた地球内部に關する新らしい研究を參考して、地震及び火山の兩現象の起る深さを考へんとしたこと、水の浸蝕作用と地熱に起因する隆起、沈降の兩作用との間に調攝が行はれてゐるといふのとで、特に後者は最も注意に値する考説である。

此の他にライエルの創見として注意すべきは花崗岩の如き深成岩類が必しも古い地質時代に限られた火成岩でなくして、現在の火山岩噴出地域の下底にも存在し得るものと考へたことである。之を要するにライエルもダーキンも共に當時行はれたブッフの隆起火口説やエリー・ド・ボーモ



スウジ・トルアツエ

スウジ・トルアツエの肖像は、ライエルの意見でフムホルトより數歩を進めた所は今最後に擧げた地球内部に關する新らしい研究を參考して、地震及び火山の兩現象の起る深さを考へんとしたこと、水の浸蝕作用と地熱に起因する隆起、沈降の兩作用との間に調攝が行はれてゐるといふのとで、特に後者は最も注意に値する考説である。



ンの山脈突然の隆起に反対したが、火山作用と山脈の成生との原因を同一と看做し、山脈は火成岩の噴出と同じく下方より上方に働く隆起作用で出来たと考へる點に於て當時流行の學說に一致して居た。従つて地震の原因を火成岩の噴出作用と關聯するものとしたのも敢て怪むに足らぬ。

ジ<sup>(1)</sup> ウ ス

ハイム、ジウスの前驅<sup>(2)</sup> フタルゲル

第十九世紀前半に於てフムボルト、ダーキンの地

震火山同因説に反対した嚆矢は佛人ブサンゴ<sup>(3)</sup>で、リオバンバ、カラカス、ホンダ、メリダ等の諸都邑を破壊した大地震は震域非常に廣大で、火山現象と何等の直接關係なくして、其の分布が山脈の走向と並走するを認め、全山岳の陷落又は沈降に起因すべきを主張した。英國でもネツカーは一六九二年のチャマイカ地震、一七八三年のカラブリア、一八一二年のミシッピ<sup>(1)</sup>河谷、一八一九年のカッチ、一八二九年のムルシア等の大地震を地下空洞の陷落に起因するものと考へた。

然れども陷落地震主張者中の巨擘は瑞西のオットー・フタルゲルで第十九世紀後半の首に瑞

(1) Edward Suess (2) Otto Volger (3) J. B. Boussingault



西に於ける地震現象研究と題する著書(一八五七・八年ゴータ出版)を公にした、ヘルネスの地震學(一八九三年)によれば此の書は詳細な地震年表を調製し、各地震に就き週期、位置、震域等を考察し、ワリスの地質を論じ、ワリスに於ける地震を記載したもので、當時流行の火山及び深發説を批評して、地震を火山に結付けて考へるのを彗星と戦争とを結付けるが如きものとし、同時に彗星の出現と戦争の突發とがあつても、兩現象の因果關係ある直接の證據でないとしたといふ。フナルゲルの意見は火山地震の存在を認めつゝ其の他の原因をも主張したのであつたが、空洞陥落説を餘り廣く行はるゝ現象としたのが其の誤謬であつたと見える。

フナルゲルの陥落説はアルプスの如く石灰岩石膏岩の如き水に溶解する岩層の發達した地域に於て地下循環水の爲めに空洞を生じ、局部的地震が其陥落によつて起る場合に限らるべきであるが、伊國のマレンツィの如く地下の物質の冷却によつて收縮する爲めにも空洞を生じ陥落を起して地震を生じ得ると考へる學者も出た。

此の學説の出た後に陥落地震説で説明された地震はアルプス地方以外にもあつて、一八六九、七一年に互つたダルクムスタット近傍のグロースゲラウ地震の場合にはラゾアの陥落説成

(1) 参考文献集參照 (2) Marenzi

立の可能性を認むるもので、アルプスから東に廣がつた二疊紀の石膏及び岩鹽層の分布から推して必しも其の假定説を否定すべきでない。然れども此の地方はライン陥没地の一部であるから、ヘルネスの考へた如く之を構造地震中の沈降地震と看做すのが正當らしく、フナルゲルのワリス地方で山崩れを起した如き強震をも陥落地震と看做すに至ては決して妥當を得たものでない。

### ジウスとハイム<sup>(1)</sup>

ジウスとハイムは殆ど同時に奥國と瑞西に出てアルプス山系の構造を研究して褶曲山嶽の成生に關する機制を明にした兩泰斗である。兩大家の立脚點はフムホルト、ライエル等の地心から上方に働く扛起力で山脈が出来るものと考へたのと正反對であつて、地球を以て徐々に熱を失ひ冷却すると共に收縮するものとして、其結果として地表を包む地殻は内部の體積に對して過大となり、沈降作用が起らねばならぬから、其の地心に向つて働く重力が地殻の或る局部に於て水平の分力を生じ、地殻の褶曲を起すと考へたのである。此の見解に従へばライン河中流のブライヂュと黒森間シュワルツワルトの溪谷の如きは重力に従つた陥没によつて生じた地溝で、兩側の山塊は残つた地壘と考へられる。佛國中央高原も之と同じ性質のもので、此等の古い地壘の南及び東の中生代を通じて海であつた部分の地殻が第三紀に

(1) Albert Heim



入つてから南から働く水平の壓力即ち側壓によつて壓盛せられて褶曲し、珠羅及びアルプスの波濤の如き山嶽が彎屈した走向の皺となつて隆起したと説明するのである。

水成岩の化石によつて層序の明白なもの、層位を観察すれば、簡単な構造の褶曲よりも褶曲軸面の前方に傾いたものが寧ろ普通に見る所で、幾つも並走した褶曲層では其中間に縦断層が出来て、後のものが之に沿つて上つて沓覆構造を生じ、又た走向と直角な横断層が出来て之に沿つて褶曲系の全體が水平に喰ひ違つて水平運動を生じてゐるのである。

ジウス、ハイム等の褶曲山嶽構造の研究が出た後に第二十世紀の首に至つて嘗て北米地質學者の考へた地向斜に關して佛國オーの新らしい研究があつて、アルプス其他の大山脈となつた厚い水成岩の堆積層は既存陸地に接した海中に於て堆積作用と並行して海底地盤の沈降作用が行はれて出来たと考へねばならぬことになつた。換言すれば山嶽の崛起する前に其の建築材料が徐々に集められる處が地向斜で、此の凹地帯の存在が必要條件と考へられる。

地震の原因を考ふるに當つてジウスやハイムの見解は側壓と沈降又は陥没の兩作用を以て主要因子として其他の因子を認めぬ。特にハイムは地震現象を以て褶曲作用に伴ふものとし、瑞西に起る地震の大多數を造山作用の發現と看做し、此の如き無数の震動なくては極めて緩

(1) Imbrication (Wechsel) (2) Horizontal shift (Blattbewegung)

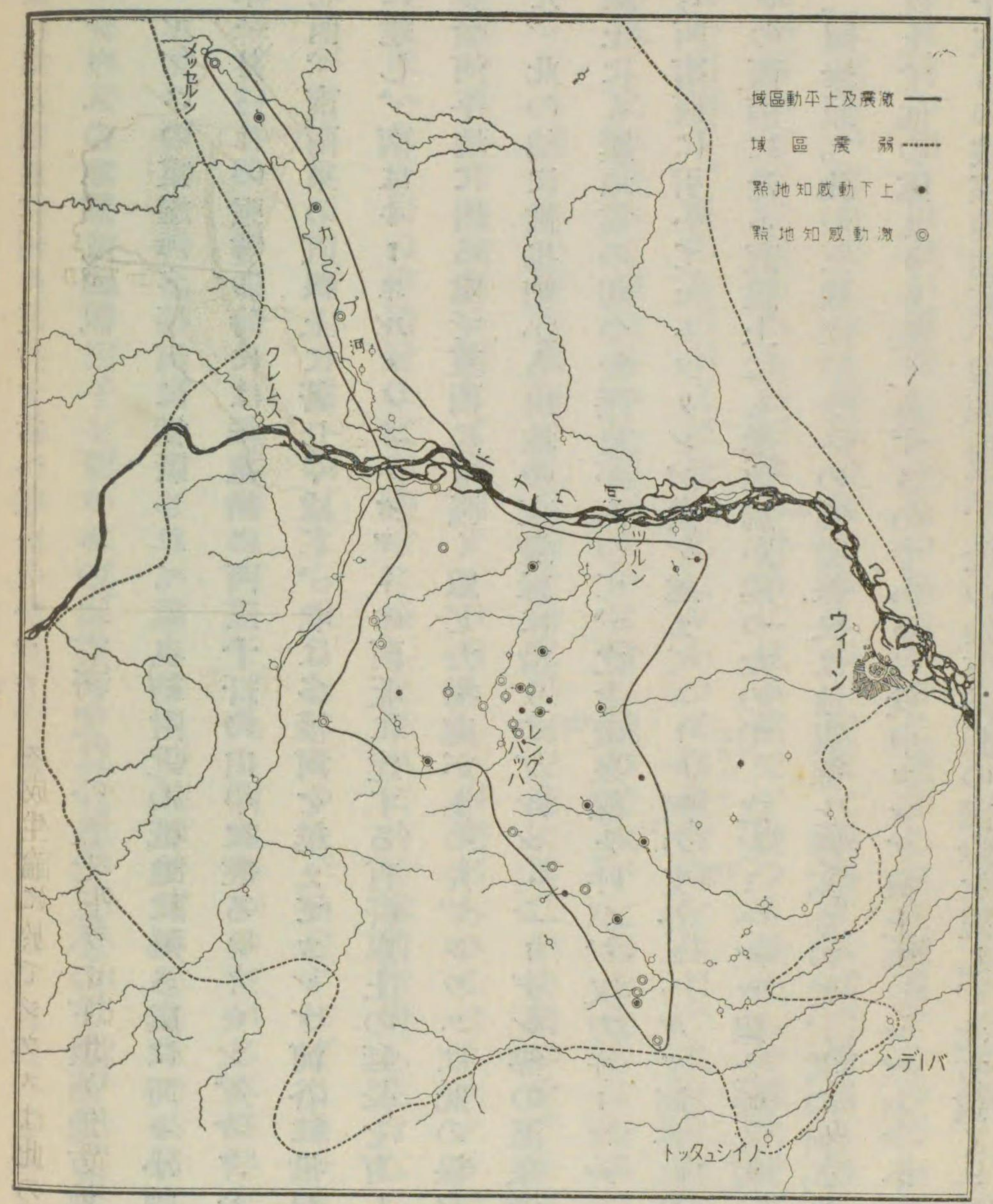
慢に起る褶曲作用の進行を考へ難いといつた。

### ジウスの地震成因説

ジウスの地震研究は一八七三年の下奥州地方地震が第一で、東アルプスの東端の多惱河に横断されて維也納附近の低地に終る處に時々小地震が起り、此の年一月三日の強震の時には維也納の西三十軒の山中に在るノイレングバッハを中心として北西、南南東の直線上に著しく感じ、北は多惱河を越えてカンブ河谷に沿ひメッセルン附近に達し、南はキーネル・ノイスタットの西北に達する百軒以上の延長を有し、又た山地から多惱河平地に出る處で東西にも強く感じた場處があつた。ジウスは此の線をカンブ線と呼んだ。此の他に維也納から山地の東邊縁に沿つてブルン・バーデン等の温泉湧出地を連結した線上にも屢地震の起つた歴史があつて、之を温泉線と呼び、又たキーネル・ノイスタットから西南西に引いてセムメリング嶺を越えてミール河の支谷ミュルツ河谷に沿ひ遠くレオーベンの西南に走る直線上にも屢地震が起つたので、之をミュルツ線と呼んだ(第三圖及第六十二圖参照)。此の三線はジウスの震動線又は地震線と呼ぶもので、其の何かに起る地震は此の線上で他の處よりも強く感ずるのである。就中カレブ線上のレングバッハは一五九〇年九月十五日の破壊的地震の震源地で、此の地方最強の記録を遺し、北方遠くエルベ河畔のライト

(1) Kampflinie (2) Thermenlinie (3) Mürzlinie (4) Stosslinie

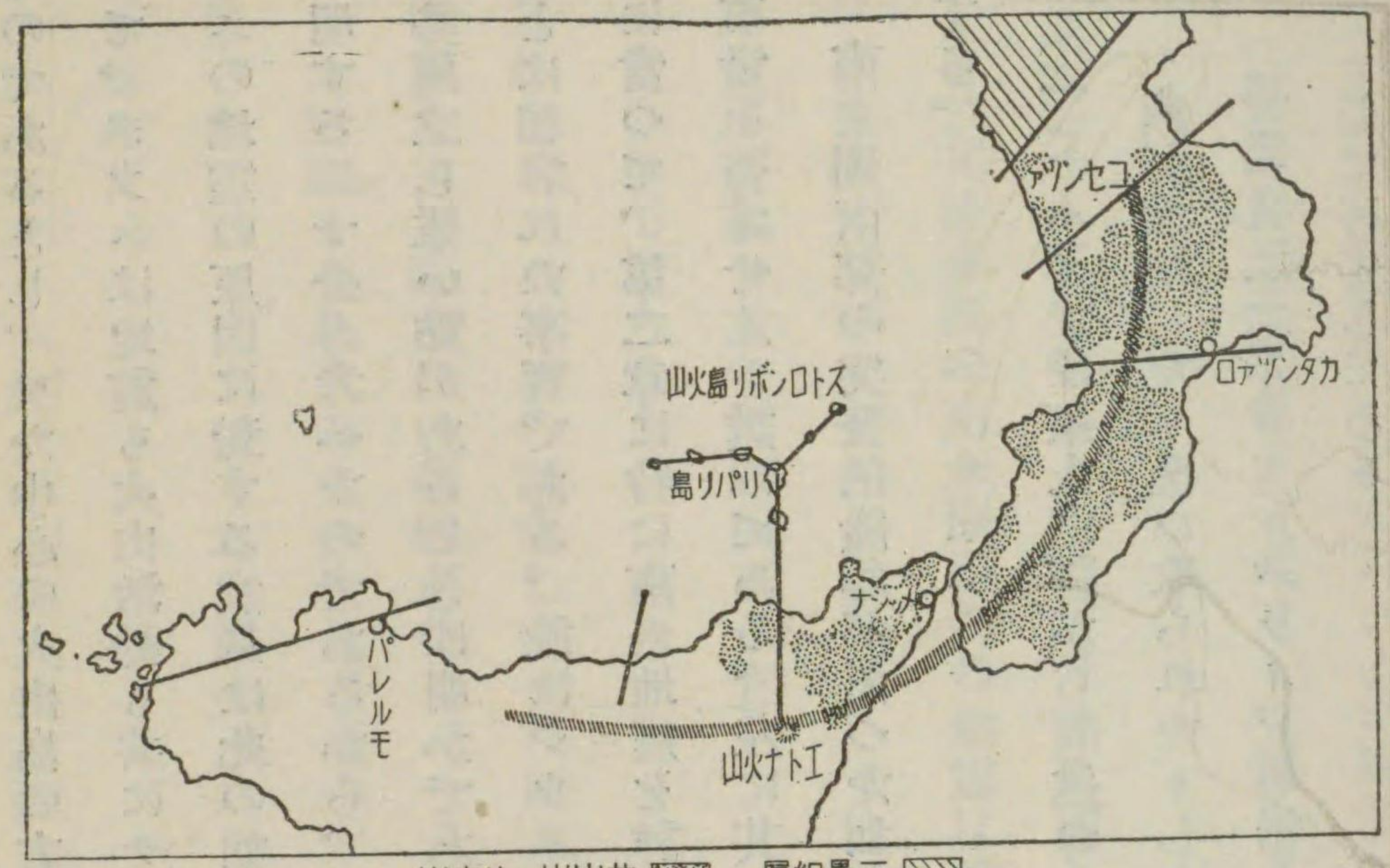




(圖原氏スウヅ) 圖域震震地州澳下日三月一年三七八一 圖二十六第

メリツツを  
で感じた  
いふ。此の  
線の著しい  
性質は東ア  
ルプスの内  
に起つた地  
震が古いポ  
ヘミア地塊  
を横つて其  
の北部まで  
達すること  
で、一八七  
五年<sup>(1)</sup>アルプ

(1) Die Entstehung der Alpen, 1875, S. 33



岩麻片及岩崗花 層紀疊三  
(圖原氏スウヅ) 線造構震地ーリタイ南 圖三十六第

ス成生論に於てジウスは此の線は或はアルプスとアルプス外の山嶽間の差異の成立たぬ深い地下に起原を有するかも知れぬといつた。  
ジウスは東アルプスに起る地震を以て褶曲山嶽の成生と同一の側壓力で起るものと看做したが、此の水平に働く力によるものに對し、第二の垂直運動により起る地震をも考へた。下奥州の地震研究に次いで其の翌年南伊太利の地震を論じた時に此の意見を發表した。此の地方は地勢上に明かに認められる如く、半島の南端からシシリ島の北岸に至るチレニア海の海岸線が皿狀の陥没の邊緣を成し、略ぼエオリア諸島を中心とする圓弧で示され、半島南端カラブリア地方及びビシシリ島北部に互り屢起る地震は陥没地域の邊緣地震と呼ぶべき



ものであるとし、又た中心の火山島の方向から震動が来る事實から放射狀の裂罅もあると考へて、ジウスは地震も火山活動も共にチレニア海の陥没に因るものと説明したのである。ジウスの地震の原因に對する意見は此の如く地殼の收縮による褶曲作用と沈降作用とで一切を説明するに十分と考へたのであるから、前に述べたダーキンのコンセプション地震の報告とは勢兩立し難い點があることは明かである。特に地震に伴ふ地盤の隆起といふことは沈降作用とは相容れぬ事實である。故にジウスの「地球相貌論」<sup>(1)</sup>の第一卷に於て地殼の運動を論ずるに當つて、第二章に特に南米地震を詳細に記述しダーキン以外の報告を引用して海岸隆起の事實を否定せんと試みてゐる。左に其の結論をジウスの語のまゝに示す。

南米洲西部の突發的隆起があつた如く屢肯定するが、自分の意見では左の如く之を判斷する。

(一)カヤオでは原人遺跡から間違つた意見を生じたので、サン・ロレンゾ島の陸側に沙洲が堆積したり洗ひ取られたりしたに外ならぬ。

(二)一八二二年ブアルライソの場合ではカミング如き専門的觀察者が汀線の變化を斷じて否定してゐる。

(三)一八三五年コンセプション地震の時には太平洋の海水全體の運動が激甚で、震動の直ぐ後海岸二三尺乾き、其まゝで續かなんだが數週間の後に至つて初めて海の均衡を恢復した。

(四)一八三七年ブアルデブキアに關しては何等の正確な報告がない。

(五)其後多數の南米洲西部の地震に當り何等陸地の隆起が注意されたことがない。

ジウスは又たブサンゴを引用して地震が火山噴火と何等の關係なく、コルヂエラ内部に眞の沈降作用が起つたのに原因するとし、フックスの研究によれば數千回の地震に一つも隆起の場合が報告されて居らぬといつた。

然れどもライエルの記載した一八四八年ニュージラランド地震に當り、クック海峡の南岸に山嶽に並走する南南西の裂罅が生じ、一八五五年一月二十三日の地震に、其の北岸エリントンの東南一九軒にも北北東のもの生じ、南の方は五尺陥没し、北の方は九尺隆起した事實だけは第二卷第一章に於てジウスも之を認め、之を斷層に沿うた地盤の喰違ひとして一般の陸地隆起とは看做さなんだ。

ジウスはライエル、ダーキンの主張した海水準面を不變とし陸地の地盤に沈降及び隆起が起る

(1) Das Antlitz der Erde, I. 1886.



との意見に全く反対し、永期的隆起と沈降を海水準面全體の變化と解し、之を水圏の一般的昇降運動として、隆起と沈降なる語に代ふるに汀線の陰性(負)及び陽性(正)移動といふ語を以てした。

### ジウス、ヘルネス兩氏の地震の分類

ジウス門下のルィドルフ・ヘルネスは維也納派地震學者の翹楚で、一八七九年以來アルプス地方の地震を研究した後、地震學(一八九三年ラ イプチヒ版)に於てジウスの地震現象に對する意見を祖述した。今日一般に行はるゝ原因による地震の三種の區別はヘルネスの唱へたもので、地殼の褶曲及び沈降に起因するものを一八七九年には構造地震と呼び、地震學には同じく維也納地震學者ツィラの斷層地震といふ名稱を同意義として使用した。

ヘルネスは第一に火山地震として噴火に伴ふ局部的の地震を挙げ、七九年ブエスブキアス火山の爆發的噴火の前十六年の地震の如く、久しく活動の止みたる火山の發作に先づ激烈なるものをも噴火の豫備的活動として之を記し、一五三八年ネーブルス灣の西北に新火山モンテ・ヌオブレの噴出に先づた地震も亦た此の如きものとした。此の地區には一四八八(又は一四五八)年既に死傷者を出す激震が起り、第十六世紀に入りて屢震動し、一五三七、三二八

(1) Eustatic Movement

(2) F. Toula

(3) Dislocation earthquake

兩年には頻繁と激烈とを増し、此の年九月二十七、八日に至り間斷なき震動を起し、海水は二百歩ばかり退き、淡水が地から湧き出し、バルバロ山のアプエルノ湖に向つた麓の土地に火山を生じたといふ。此の他イスキア島に屢起つた地震も二三を除いては火山地震と看做した。

ヘルネスは此等の火山活動の記録あるものに起つた地震以外にも火山地震と認むべきものありとして、羅馬の東南のモンチ・アルバニ及びネーブルスの東六十軒のブルツォレ兩火山の常習的地震地區に起る地震を挙げた。又た更に進んで一八八二年五月二十一日のライン平地カイゼスツォルの第三紀玄武岩噴出地の周圍九軒の小區域に起つた數回の弱震を論じて火山活動の全く熄滅した場合でも多分火山地震と看做せるかも知れぬと考へた。

<sup>(1)</sup> 陷落地震はフナルゲルの認めた所に從ひリユィネベルグ荒地スタスフルトの場合の如きものを之に屬するとし、又たアドリア海東岸ラグサの西北のメレダ島の弱震を伴ふ地鳴りの場合もブライスラクの陷落地震と看做したのに賛成した。是はカルスト地方に在つて石灰岩の地盤の處であるから、其の地下空洞の陷落は可能であるからである。

大多數を占むる地震は此等兩者と原因を異にした斷層又は構造地震に屬し、山嶽の褶曲作

(1) Depression earthquake (Einstürzbeben)



用の發動に伴ふものであるとして、ジウスはカンフ線、ヘルネスは南アルプスの大小數多の震動線に沿ふた地震を以て山嶽の走向を横斷する横震と看做し、斷層の水平運動面に沿うて起つたもの即ちジウスの所謂水平運動地震と考へた。而して南アルプスでは此等の横斷震動線はカルスト石灰岩帯に沿うて東西から南東に彎屈して縦走する地震帯を横るものとし、アドリア海の北南ダルマチア海岸には並走する數多の斷層があつてダルマチア臺地が沈降した爲めアドリア海を生じ、特に北部は中新世の海成層を有せぬ所から頗る新らしい時代に出來たと考へた。

之に反して一八二八年二月二十三日の白耳義地震は夾炭層の走向と全く一致し、ラゾト<sup>(2)</sup>は此の炭層に在る大衝上斷層なる正午斷層から起つたとしたのはジウスも之に同意し、前方<sup>(1)</sup>運動地震と呼ぶべきものと考へた。

## ジウスの地震説批判

## 功績

以上述べたジウス等の地震研究は第十九世紀後半を代表する地質構造に關する學説の一部を成し、フムボルト、ライエル、ダーキン等の火山活動と同一原因と考へた

往々外觀上の一致に過ぎぬ如き現象に就き推斷した誤謬を摘發して、其の創設した地殻の收縮に起因する沈降と褶曲の兩作用を營力とする新説を主張したのである。其の第一の成功は地質構造線と震動傳播との密接の關係を看取して地震現象を造山作用の發現に伴ふものとし、アルプスの如き新しい褶曲山嶽地方には、其の外帯にも内帯にも火山作用が今尙ほ引續いて發動しつゝあるを高調したことである。此の見解は恰もライエルの現在行はるゝ營力と同じ性質のものが永い時間繼續して地質時代に起つたので大きな變動と今から見るとした考へ方と同一で、之より一步を進めて山嶽成生の作用にも同様に行はれつゝあるとしたのである。即ちライエル等の漸變説を徹底した譯である。

ジウスが南伊太利の如き火山地方に就き、或は噴火作用に伴ひ、或は之と獨立して起る地震の性質を論じ、之を褶曲山嶽の内側に生じた沈降地域の周邊の弧狀の裂罅と放射狀の裂罅とに沿ひ起る沈降地震と看做したのも亦た地殻收縮説に基いた説明であつた。

ジウスの「地球相貌論」に公にした學説を一言で評すれば、フムボルトやライエルの試みた時よりも一層豊富となり、又た従つて之を綜合概括するに始末に困る程に雜多な觀察の資料を、恰も良工の自ら一定の方針の下に蒐集した材料を以て組み立てる如くに、盡く自家の

(1) Uniformitarianism

(1) Blattbeben (2) A. Lasulx (3) Faille du midi (2) Wechsel oder Vorschubbeben



藥籠中の物として巧妙に適處に利用して、廣大なる地球表面全部に渉る各種の地質現象を目睹する如くに表現した驚くべき手際である。其の四卷の大冊は單に分量に於てコスモスや「地質學原理」に幾倍するのみならずして、其の出來上つた作品は曠古の大藝術的價値を有してゐる。其の全體に流通するモチーフは眞に何とも具象的に言ひ現はす辭を知らぬ。乾燥無味にならんとする走向や傾斜を列擧する間に處々に絢爛の句法で風景を描き、氣象萬變する造化の妙工以上の變化を挿み來り、讀者をして宇宙の奇觀を驚歎せしめねば已まぬのである。其の未だ明確な論斷を許さぬ處になれば、往々にして極めて神祕的なる語句で之をボカして、遠い地平線上に椰子樹の影かミラーヂユか分らぬ杳冥の幻影を望見せしめて幕を引く興趣を添へて居る。

ジウスの大成した「地球相貌論」の輪廓は一八七五年公にしたアルプス成因論といふ十二折百六十頁の小冊子に先づスケッチされた。歿後出版の追想録に其の經營の苦心を語るを聞けば、種雑多の外國語で公にされた幾千の觀察を蒐集し、通觀し、排列することは範圍を一覽するすら殆ど出來ぬ問題であつて、齡已に四十四歳となつてゐたから事實を排列しても之を比較し之を組成するに至るまで生きながらへ得ねば貴重な歲月の徒費に了るかもし知れなんだ。之を思へば勇氣が出なんだが、兎も角自家の研究の方針をこゝに定めて、諸方に手紙の往復をして此の研究を

續けることにしたといふのである。

又た同書の後語に人間の理解力は堅固な體驗の不拔の基礎の上に幾世紀を経て科學を築き上げる。其の上方限界を成すものは情懷で、此處は詩詞と宗教の住む處であるが此の上方限界は模糊たるもので、其の下に於ても科學的綜合の最高の作品には智識が與かるのみでなくて、智識を結合する包括的な想像が與かつてゐる。故に上方限界なるものは上へ上へと移つて行くもので、其時々々の狀況に應じて詩詞は其上に飄搖して其時々々の宇宙の認知を超越した形象を示現するといつた。我々の「地球相貌論」を讀むに當つて起した感興は著者の此の如く自から語つたので更に判然と知れて來る。

ジウス自身の筆を執る氣分が此の如きもので、楚辭の天問篇やダンテの天上喜劇の創作に比すべきであるから、其の作品は人目を眩惑驚駭して唯だ歎賞の外なからしむる高閣大樓の如き一大輪奐を成して居る譯である。其の一楹一甍の彫刻陶冶の得失當否は殆んど問題にならぬ。故に其の一部たる地震に關する意見に對して批評を試むるのは我々凡庸の識見を以てしては、或は盲人が鼎の耳か足を模索摩挐するが如きものかも知れぬ。然れどもジウスの目眩し體驗した場處と考察思索した時代から離れて行きつゝある立脚地に立つ我々には美しい幻影が失せて新らしい地平



が眸裡に入り来るから、たゞ賞玩にのみ耽ることを許さぬ。其の幻影に迷はずして其の實體を正視せねばならぬ。我々は法隆寺の伽藍から出て鐵筋コンクリートか煉瓦の厦屋に入らねば我々の安住の處を得られぬと思ふ。

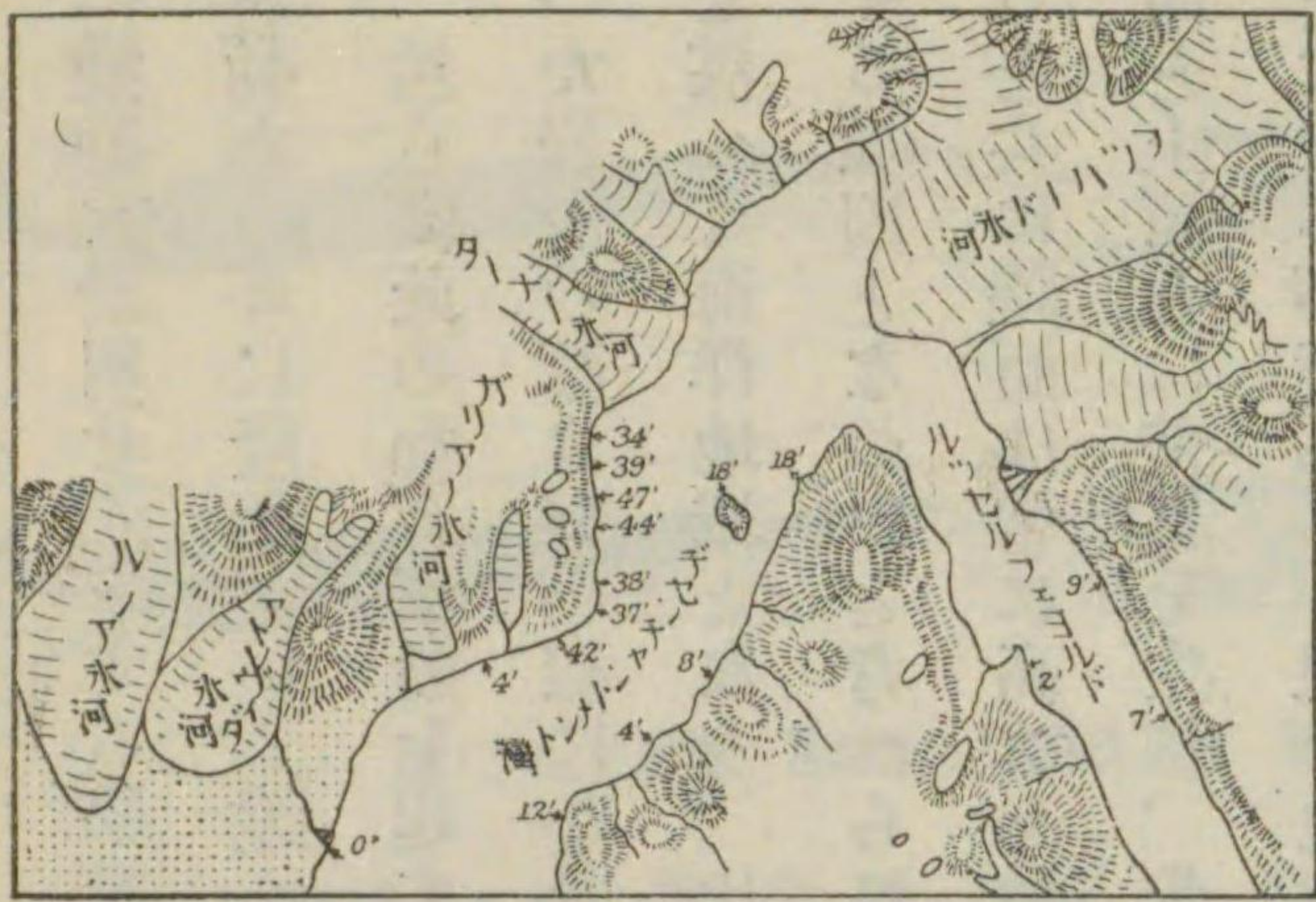
地盤隆起否認の誤謬

フムホルトでもライエルでもダーキンでも各其の時代に於て最も進歩した先覺者であつて尙ほ且つ其の意見には次の時代から觀て誤謬と缺陷とを指摘さるゝを免れなんだ如く、ジウスの所論にも今日根本的誤謬として排斥せねばならぬものがあつても少しも怪むに足らぬ所であらう。

一九〇一年一月維也納大學で「地球相貌論」の第二卷に論じた汀線移動に關する意見を論ずる地質學の講筵に陪して古ぼけたフロックコートを着た古稀の老教授が諄々として海面の變化し得ることを説き去り説き來るを傾聴した時に其の態度に敬虔の意を表せざるを得ぬ感があつた。然れども當時でも我々は更に沈思一番の後矢張りライエルの主張した地盤に昇降運動ありとする説の方が遙かに合理的であると考へた。其後スカンデナヴィアの氷河期以後の等底線(隆起した舊汀線を辿つて描いた等距離線)を觀て彌倍々地盤其ものゝ變動とするの妥當なるを悟つた。ジウスの一般的海水準面の運動といふものは、寧馨兒フランツ・エツワルド・

(1) Isobases

ジウスが此頃ノイマイアの地史學を改訂するに當つて、<sup>(1)</sup>デーリー説を引いてダーキン、デーリーの造陸運動で環礁の地盤沈降を説明したのが打破されて、乃翁の意見が確定した如く力説するも、カイセルの如きは最早ジウスの正負汀線移動といふ語を捨て、古い隆起と沈降といふ語を用ゐることを宣言して居る。



第六十四圖 ヤクタク湾沿岸の隆起  
(單位は呎) 没陥  
(圖原氏ンチルマ及び一ナータ)

ジウスがダーキンの南米洲西岸の隆起を否認した後に一八九九年のアラスカ大地震に伴ふヤクタット灣海岸の隆起及び今回關東大地震に伴ふ相模灣海岸及び初島の隆起の如き疑を容るゝ餘地なき事實が續發して居る。此等の現象は勿論或は沈降が後に起つて或る程度までは再び高さを減ずるものかも知れぬが、<sup>(2)</sup>ホップスの意見の如く幾段も海岸段級の存在する場合を考ふれば隆起汀渚の或るものが此の如き突然の運動によつて生ずることは十分信ぜられる。我々にして地盤昇降の事實から推して造陸運動の

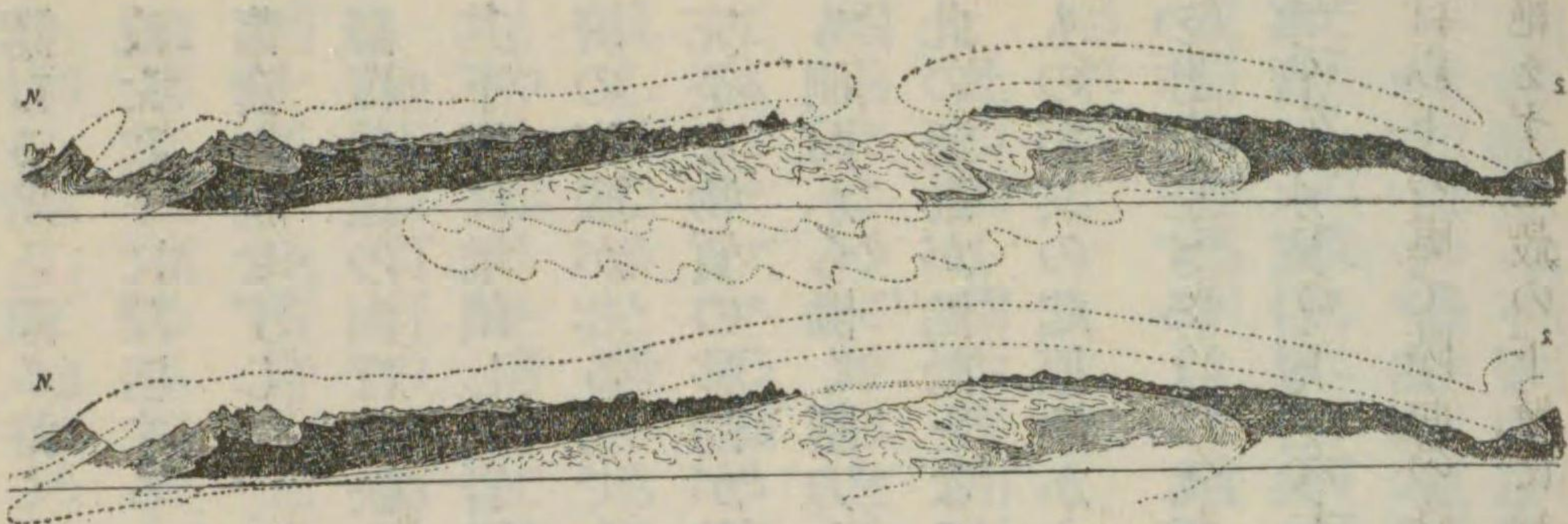
(1) M. Neumayr (2) R. Daly (3) E. Kayser (4) W. Hobbs



實在を認めるならば、シウスの如く地殻收縮に基く一般的現象として褶曲と沈降のみで地殻の變動を説明せんとする學説の墨守し難きは明かである。何となれば地盤に沈降なる求心的運動ある外に隆起といふ遠心的運動が起ることを認めねばならぬからである。

然らば此の如き運動を起す原因は何であるか。地殻固結作用の始まる時に起つた比重の異つた岩層の厚さが一樣に全表面に分布せなんだ爲めに、比重の大きな薄い岩層が凹んで海水を湛へて海洋地域となり、比重の小さな厚い岩層が凸起して陸地となつて、表面に凹凸を生ずる原因となつたと考へられる。而して其の凸起して氣圏に接觸して浸蝕作用に曝露し始めると共に陸面は常に高さを減じ、其の下層を占めて可塑性を有する深處で壓力が周邊及び下面と上面との差異を生じ、此處に均衡調節の作用が起るから、高さの減ずるだけ隆起することになる譯である。現今地球物理學者は均衡調節を地表から約六十糎か又は九十六糎の處に於て完全に成立するものと考へワシントン<sup>(1)</sup>氏の岩石の密度から計算した所も略ぼ之に近いものになつてゐて、六十糎よりも稍淺い處に等地壓深度があるといふ結果を得た。故に三四十糎以下の處で陸面の隆起に伴ふ海底地殻の下層物質の移動が起ると考へられる。均衡調節が絶えず地殻の下層に行はれるものと考へて、其の發現の跡を地表に求むるに、大陸邊緣の海

(1) H. Washington (2) Isopiestic depth



層リカルヴ ■ 層紀聖白及紀羅侏 ■ 層ユッリフ

第六十五圖 アルプス褶曲圖 (ハムイ原圖) 上は舊説 下は新説

底に於ける地向斜の成生は其の最も顯著なものである。此の如き凹處の成因はデーナの如く二つの剛固の大陸地塊の間の海底が兩側から萬力の腮の如く働く側壓力で撓んで凹曲して行くので起るとする在來の考へ方も必しも不可能ではあるまいが、我々は海底に厚層の堆積が生ずる時に其荷重の加はるに従つて均衡の調節が起つて地盤の沈降を來すと考へる方が、之に接近した陸地が間斷なく之に伴つて隆起して浸蝕作用と堆積作用を繼續せしむる實際の事實に對して遙かに自然の説明であると信ずるものである。

此の如き物質の移動が地殻下層に起るといふ假定説を認めるならば、褶曲作用も亦た必しも地殻收縮の直接結果とのみ考へずとも説明され得る。<sup>(1)</sup>ハイムの近著「瑞士地質編」第二卷瑞士アルプス篇(一九二一年ライプチヒ版)を讀むに重力測定の結果から算出した質量缺陷の總量が褶曲構造に

(1) Al. Heim: Geologie der Schweiz



認むる所と頗る好く符合すといひ、褶曲の吃水と質量缺陷は密度の更に大きな下層帯への沈没を我々に證明するものとしてゐる。ハイム自身は尙ほ地殻收縮を褶曲作用の原因と認むる舊套を脱せずして、地殻變動に對する均衡調節の結果を從屬視するに過ぎぬが、アルプスの翻覆構造の尙ほ明快な解釋法なきを自白してゐる。我々の見る所では地向斜に於ける沈降は其下底に堆積した岩層の温度の上昇を伴ひ、デーリーの考へた如き火成岩の注入と同時に地層の膨脹が起る筈であるから、褶曲が其結果として生ずることになる。又た下層の可塑性の完全な物質の移動が其上層の半可塑性の部分の移動を誘ふべきであるから、其運動も亦た恰も側面から働く壓力と同じ結果を生ずるべきで水成岩層の深く陥入して高温となつた部分は此の運動が飴動<sup>(1)</sup>となると考へ得る。此の如く考へる方がアルプスの南側の土著翻覆層の如きものが其の起原地から噴出岩塊と共に北に向ひ大陸側へ移動した複雑な運動を單なる側壓力の作用とするよりも遙かに容易に理會され、此の如き背斜褶曲の心核に噴出岩塊の存在する事實は水成岩層と共に岩漿帯の物質が移動した證據と考へられる。

カルバシア山脈に於ては此の如き岩塊を缺く代りに内側に火山噴出を見るのは上層の移動した部分へ下層の岩漿が上昇したものと解される。又た之を東亞邊緣の場合に適用すれば、

(1) Flowage (2) Antoclithone Decke

褶曲と火山噴出と相伴ふのはテティス海の續きでは歐弗兩大陸塊間の中海地向斜の如く厚い堆積層の發達を見ずして、水成岩層がアルプス、カルバシア等の如く地殻下層に深く沈んで居らぬ爲めに、可塑性を缺いて著しい翻覆構造を成すに至らぬと同時に、岩漿帯に近い火成岩の變動がより著しくてホルン<sup>(1)</sup>の所謂大褶曲構造<sup>(2)</sup>を生じ火山活動の旺盛を來したものと解される。

此の如く褶曲作用が厚い堆積物を載せた地向斜の下底で起る時には、其の厚層が更に翻覆褶曲によつて厚さを増すのであるから、次第に隆起して海面上に現はれ、浸蝕作用が行はれてもアルプスの如き新らしい褶曲帯は今尙ほ均衡調節が完全に行はれぬ所の不安定な地帯を成してゐると考へられる。故に此の如き場處には或は比較的淺い所謂構造地震なるものも起ると考へて差支はない。

地下數百呎の深處に發する物質移動と關聯して考へられる著者の意見は姑くおき、褶曲作用を單に地質時代に起つた海侵作用の進行と併せて考ふれば、地向斜は地殻の局限せられた地帯に出来るもので、均衡調節を兩運動の共通原因と看做するのが妥當である。造山運動を之と切り離して地球の冷却に伴ふ地殻收縮の直接結果と考ふるよりも地球の冷却によつて均衡

(1) E. Horn (2) Grossfalten (3) Transgression



調節を起し此の作用の發動が造陸運動と造山運動として今我々の區別する運動となつて地表に發現すると考ふるのが妥當である。地質時代を通じて兩運動發現の過程を観ればスチルレの西北獨逸に於て認められた如く造陸造山兩運動が交互して發動し、ギルバートが初めて<sup>(3)</sup>造陸運動といふ語を提案した時に兩者は同一の作用に起因するかも知れぬが、其の性質不明である間は互に別つて考察するのが適當ならんといつた遠慮は今日では不必要である。

以上述べた所によつてヴィッスの地震研究を批評的に考察するに、其の造山作用に起因する第一の好例とした下奥州の地震なるものはカンパ線といふ遠くアルプス褶曲帯を越えてポヘミア地塊を横つて傳播するもので前に述べた如くヴィッス自身も一八七五年には此の線は或はアルプスとアルプス外との山地間の差異の成立たぬ深い地下に起原を有するかも知れぬといつた。ブダペストの北シラインの一八五八年一月十五日の地震も南北に細長い震域を有し、リゼンゲビルゲ、ステテンを越えてブレスラウまで北に延びてゐることも同じくヴィッスは之を認めた。此等の場合は何れもテイス地向斜から其北方の古陸塊内まで續いたものであるから、是をアルプス造山作用の名残りの活動と考へるよりも、地向斜と古陸塊の全體を成す地殻下層に於て均衡調節の作用の進行に伴ひ岩漿の移動する爲めに時々

(1) H. Stille (2) Gilbert (3) Epirogenic movement (4) Thetys  
(5) Posthumous activity

發動するものとして説明する方が遙かに明快であらう。

アルプス外邊に於ける地盤の永期的變動に就きマックス・シュミットの精密な測量を試みた結果によれば上バワリアのミュンヘンと奥國境に於て水平及び垂直の運動あることを認めて國境に近きマルクトルに於て一九〇六年と其の十九年以前の水準を比較し、六六・四耗沈降したことを發見し、又ミュンヘンの南のバワリア・アルプスの三角點には一八〇一年より一八五五年までに一四〇耗、一八五五年より一九〇五年までに一二〇耗だけ北へ移動したことを發見したといふ。此の事實は同じく地震として發現する急激の地盤變動の外に緩徐の變動が絶えず行はれて居ることを示すもので、造陸造山兩運動を互に無關係な現象と出來ぬ傍證と考へ得られる。

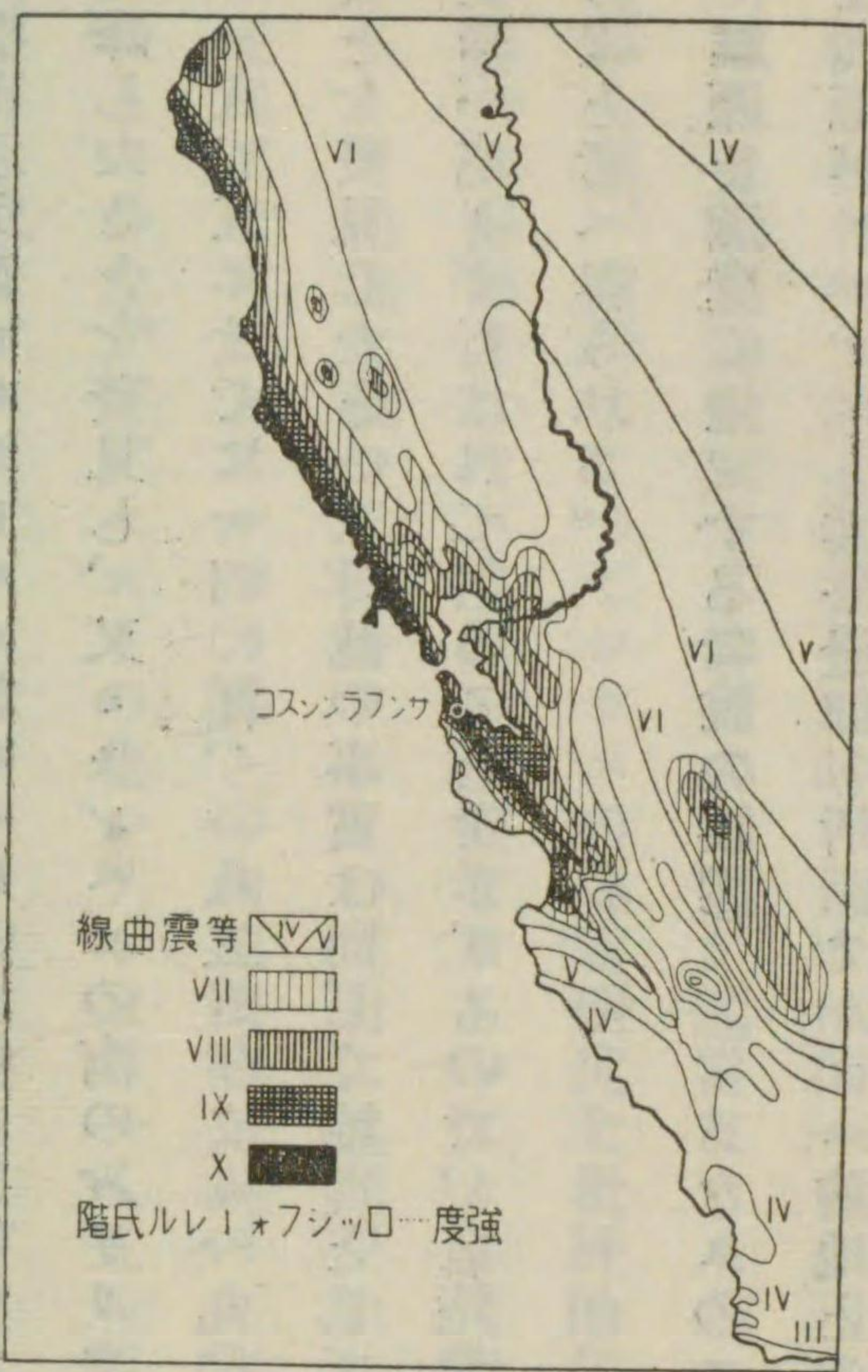
#### 震源を淺處に推定する考説の誤謬

ヴィッスのアルプス研究初期には前に述べた如く尙ほ震源がアルプスと其外邊即ち所謂アルプス前地との構造上の差異よりも深い處に在り得べきを説いたが、其後更に淺い處に於て起る地層の褶曲作用に就き研究を進むるに従ひカンパ線に關して考へた所から次第に遠ざかつて、此の名句は一八八四年に出版した「地球相貌論」第一卷には見えない。其後一八九一年濃尾地震に於て小藤先生の觀察で有名となつた地震に伴

(1) M. Schmidt (2) 小藤文次郎



ふ斷層の出現はジウス等の提出した構造又は斷層地震といふもの、明瞭な證據として歡迎せられると共に、倍々構造地震が他の原因のものと比較す可らざる廣大な意義を有するものと看做されることになつた。

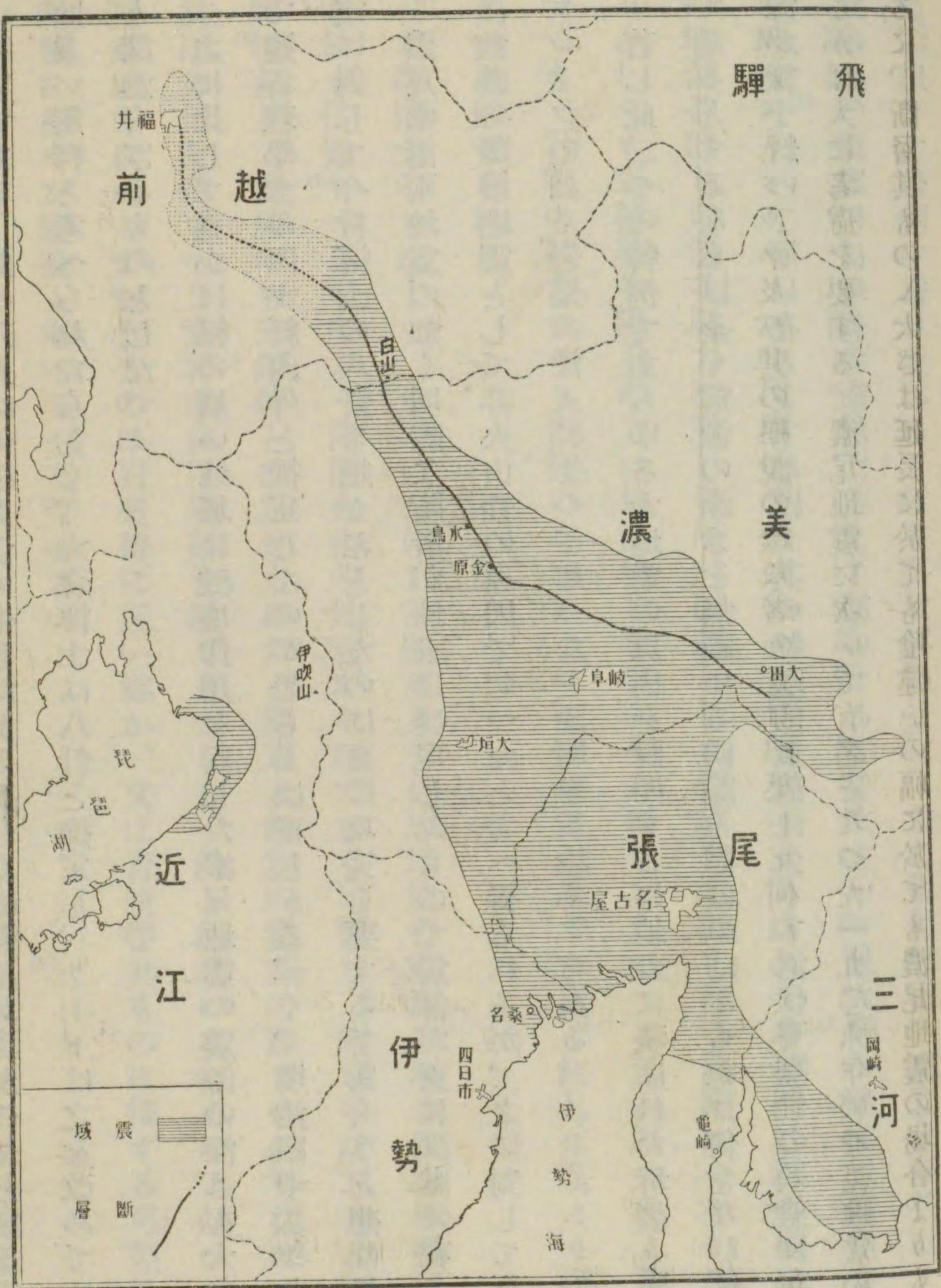


震地アニル<sup>1</sup>フリカ 圖六十六第  
布分度震の(年六〇九一)

英國のデブ<sup>(1)</sup>キソンの如きは地震の原因を斷層の生長とするの妥當なるを力説し、カラブリア、中央亞細亞、智利、日本等起る大地震は勿論あらゆる強さの地震を起す動力を是によつて説明し得るといつてゐる。

然れどもジウス及び其の學説の繼承者の意見が果して何れの大地震の場合にも適用されるかは大に考慮を要する。濃尾地震に次いで有名となつた一九〇六年の桑港地震の場合を観るに、斷層其もの、大さは延長に於ても喰違ひの幅に於ても濃尾地震の場合よりも遙かに大

(1) C. Davison



層 斷 と 域 震 の 震 地 尾 濃 圖 七 十 六 第

が著し  
 つたの  
 域に止  
 長な地  
 れる狭  
 て示さ  
 線とし  
 殆ど一  
 の上に  
 は地圖  
 壊作用  
 其の破  
 たが、  
 きかの



い事實である。此の差異は何によつて生じたか、恐らくは震源が浅かつたとするのが最も  
 賭易い解釋と考へられたらしく、<sup>(1)</sup>大森博士は八籽と推定し、<sup>(2)</sup>リードは之を改めて二十籽よ  
 り深からざるものとした。

之に比して遙かに幅の廣い地域に破壊作用を起した濃尾地震の震源の深さも大なるべき  
 で鹽谷理學士の四十籽内外と推定したのが恐らくは正しかるべく、明治四十二年北近江地  
 震に對して今村博士の八籽を越えぬとしたのは更に攻究を要するであらうと想はれる。

濃尾桑港兩地震の如く明瞭な斷層が地表に發現したもので震源が更に深處に在る場合に  
 は狭義の斷層地震として非火山性の原因で起つたと考へ得られるが、之に對しても<sup>(3)</sup>ロート  
 プレツツの如く岩漿の注入によつて起つたと説明する論者すらある。

若し此二つの特例であらゆる大地震の原因を説明するに地表に現はれた坼裂と斷層を以  
 て足るとするならば全く震源の深さを無視する僻論と謂はねばならぬ。何となれば若し震  
 源が數十籽の下層に在るとすれば、其の物理的狀態は少くも潜伏可型性の状態に在る筈で  
 此の如き深處には地表の斷層が其まゝ續いてゐる筈がない。地向斜の厚い堆積層も此の如  
 き深處まで何時も達してゐることも甚だ疑はしい。故に斷層地震の概念を補外法で擴めて

(1) 大森房吉 (2) H. F. Reid (3) 鹽谷應太郎 (4) 今村明恒  
 (5) A. Rothpletz

行くことは出來ぬ。水成岩層に起る地表面象と離れて之を考察せねばならぬ。  
 試に<sup>(1)</sup>アルフの火山論(三二頁)に掲げた地殻下層に於ける物質狀態の變化を觀るに、一〇籽  
 に於て<sup>(2)</sup>フッソ・ハイスの所謂坼裂帶は終り、岩漿帶の上限は三〇乃至四〇籽の處に在る。此  
 の坼裂帶即ち周邊の壓力に對し岩層が固體として裂罅を維持し得る範圍は今少し深處に達す  
 るとしても岩漿帶の限界の方は地温増加率に多少の變化があつても又た壓力による變化があ  
 つても、岩漿中に含まるゝ汽體の存在によつて熔融點が下るから、決して是より深くはなる  
 まいと信ぜられる。

大森博士の大正十一、二年に公にした關東及び島原地震の震源の深さは從來推算せられた  
 中最も信據すべきもので、淺間火山の地震が七籽であるに對し、關東のは二九乃至四〇籽の  
 間に在り、島原のも三四籽と推定せられた。關東大地震の震源の深さの此等從來の地震との  
 異同如何を徴すべき資料は尙ほ明確を缺くも少くも、餘り逕庭のないものと想はれる。故に  
 關東地方に起るが如きものは岩漿帶に近い處か、又は岩漿帶其ものに接する可型性を有する  
 物質に起つた變動と考へるべきである。

此の如く論じ來ればシュウス及び其の學説の繼承者の今日尙ほ主張する斷層地震なるものは

(1) F. v. Wolff, Die Vulkanisms, 1914 (2) Van Hise

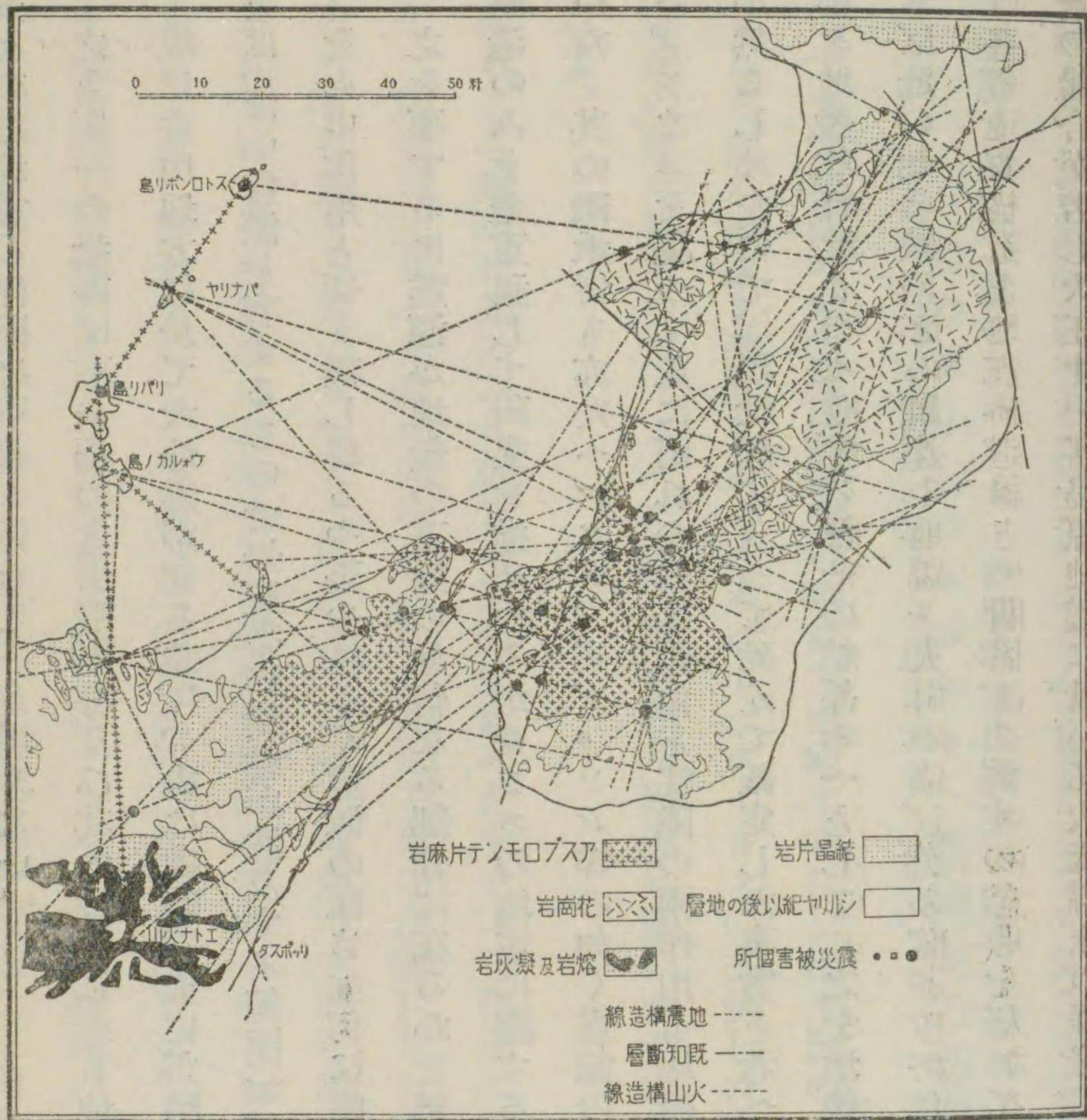


決して地震の大部分を成すものではないことは明瞭である。ジウスの地震に關する最初の研究に當り認められたカンフ線の如きものは此の新らしい考察の仕方によつて面白い意義を生じ來り、三〇籽以上の深處に震源を有する關東の諸地震と同じく表面に近い坵裂帯の地質構造に無關係に傳播したと考へ得ることになる譯である。

我々地質學者はジウスの研究によつて地震を地質構造と關聯して考察する様に導かれたのであるから、此の點は何人も其の功績に感謝せねばならぬ。然し地表に出現した變動を直に其の原因として地震の成因的分類を爲し得ると考へることは出來ぬ。故にジウス一派の斷層地震と呼ぶものは地表に明瞭に斷層の出來る地震に適用して、其の根本原因と切り離した意義を明にして使用すべきである。之に對して關東大地震の如きは地表に現はれた變動から名けるならば歪曲地震と呼ぶべき一般ののもので、前者はその一種に過ぎぬかと考へる。

ジウスの南伊太利の地震を研究して名けた沈降地震なるものを考ふるに、是れ又た前に述べた如くチレニア海の周邊の地貌と火山の位置から推定したもので、ホツブスの研究によれば其の地質構造と地震構造線との關係はジウスの意見と大なる差異あることは明かである。此の場合が若し大正十一年島原地震に就いて大森博士の推定した如き深い震源の地震の起つ

(1) Warping earthquake



（圖原氏スプッホ） 線造構質地の部南利太伊 圖八十六第

たものであるとすれば、所謂火山地震と斷層地震及び其の一種たる沈降地震とが同一の地域に起つたことゝなる。火山活動を伴はぬ南伊太利の大地震が若し三〇乃至四〇籽の深處に起り得るものとすれば、假令沈降又は陥没の現象が地表に起り、之に反して同時に火山の活動を見なんだとしても其根本原因は岩漿帯に近い處に伏在するのであるから、直に之を非火山性とし



是を構造地震の仲間引張り込むことが出来ない。

之と同一の批評は南米洲の火山噴出帯及び其の近海に起る地震の場合にも適用される。

故に火山地方に於て大地震が起る時に、或は同時に火山が噴火し、或は然らざるものがあることは、深い震源を有するもので岩漿帯の變動が波及する範圍如何によつて生ずるものと考へ得る。之を火山作用と切り離し得るや否やは全く震源の深さ如何に繋るものとしてよいであらう。

之を要するに震源が地殻の下層の如何なる部分に在るかを見し、地表に於て觀察し得る地質構造のみを過重視して研究を進めたのがジウスの地震に關する學説を通じて認められる缺陷である。其の繼承者も亦たヘルネス、デブキソン等の如く震源の深さを極めて小さいと推定してゐる。ジウスを驅つて此に陥れたのは褶曲と沈降の兩作用を地殻收縮説の直接結果と看做す立脚點が然らしめたので、現世紀に入つて殆んで確定した事實と考へ得るまでに發達した地殻の均衡調節を地殻收縮によつて生ずる第一の結果の一として、之を地殻深處の變動と結び付けて考へたならば此の如き缺陷から脱出し得ると想はれる。然るにジウスは「地球相貌論」第三卷第二篇に於て全體を結ぶに當つてヘツカーの海洋重力測定の結果を極めて軽く紹介した以上には論究せなんだのは、或は均衡調節作用を考へなんだ偏見ではなくて之を重要視すれば所論の全部に涉つた製作のモチーフを打破して收拾が出来なくなるを覺つた爲めであつたかと疑はれる。

### ジウスからフムボルトへ新轉向の必要

第十九世紀間の地震學説進歩の過程を通觀するに、南米洲の火山活動と處を同くし、又屢時を同じして起る地震を體驗したフムボルト、ダーキンの主張した火山作用と同一原因とする學説は同世紀の後半に至つて、アルプスの褶曲作用研究に基いた造山作用を重視する學説によつて打破された。

然れども造山作用のみに偏重の意義を認めたジウスの學説は地震の震源の所在を考慮せざるもので、前者の主張した廣い意味の火山作用即ち地下深處に於ける岩漿の變位を原因と看做さんとしたのを打破する力のないことは明かである。地殻の下層に於て地壓分布に變化が起り得ると考へるならば、其の當然の結果として岩漿帯に變位が起るのであるから、其の運動は潜伏可型性を有する上層に變動を起して、地下三〇乃至四〇呎の震源を有する地震の發動を見るべきは同じく殆ど疑を挿む餘地がない。此の如き地震はフムボルトの廣義の火山地震(第三種)即ちカール・ナウマンの深發地震と呼ぶもので、我々は此の名稱を復活して地表の火山活動に直接關聯せぬもの