

地球

第一卷第六號

大正十三年六月

關東地震研究

相模灣の所謂隆起と陷沒の意義如何

小川 琢治

一、緒言

三、何故に海底のみに大變化が起つたか

五、地質時代の海底沈落

七、海底沈落の層序及び地質構造上の意義

二、沿岸及海底凹凸の變化

四、水底の沈落と洗滌

六、津浪と海底沈落の關係

八、結論

一、緒言

我々は本誌四號に互り關東大地震に就き其の性質を闡明せんと試みたので讀者は筆者の見地から下した假定的解釋を一通り理會せられたことゝ信ずる。此等諸稿の執筆後に公になつた信憑すべき

相模灣の所謂隆起と陷沒の意義如何

研究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。陸地測量部の測量事業は海岸の水準測量のみが了つたのであつて。未だ陸内の三角測量に及んで居らぬが、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なのである。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、鍾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殻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も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得ぬ。前に深發地震説を地質現象として取扱つたと同じ方法で考察した結果を左に述べてみる。

二、沿岸及海底凹凸の變化

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、第一篇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五百米及千米の等深線は相接近して南北に直線狀に走るが、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全面積に對し約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以下の海脊が之と並走すること、第三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ある。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、其の最も著しいの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来る。

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、其後水路部は測量艦武藏大和兩艦を派出して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(笠島は二、三米で全體で最大の隆起たる)ことが報告されてゐる。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。

陸地測量部の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は之と大同小異で、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、沈降稍著しきも、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、木更津三三〇耗、富津六九〇耗、佐貫九一〇耗、竹岡一・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・〇一米が今回震災地域中の最大隆起であつて、是から遞減して小田原附近一・二二米となり、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帶が出来たもので、我々の第一篇に認めた震央帶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らう。

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進變化に一致するも、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埼の北西方約六哩（約一二糎）の處から江ノ島の南西方約八哩（約一五糎）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側に於て東測は約六〇尋（約一二〇米）西側は七〇乃至一〇〇尋（約一三〇乃至一八〇米）淺い水深を鍾測した。

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、本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列舉すれば左の如し。

（一）大島伊豆半島間の海底は西北端乳ノ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)眞鶴埼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灣入した相模灣の北部の海底は千米線が二に分れて灣入し其の中間に馬入川の方角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、且つ兩灣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。

(五)三崎沖ノ山間の海底は千米線遠く三崎の西々南約二〇浬の處まで突出し、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。即ち此處にも大島宇佐美間の海底沙洲と同じ様な場合が見られる。

(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一二乃至一三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亙つた現象と想はれ、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に水深の減少した沙洲の形の凸起が出來たことで、(一)と(五)の一がそれであつて何れも海溝狀の凹部を横切つたものである。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、海底の地之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、實際海底の地殻に垂直の變動が起つたものと考へんとするものがあるかも知れぬ。然れども我々は錘測の結果を正確と認むると

同時に直に此の如く速断することが出来ぬと思ふ。

三、何故に海底のみに大變化が起つたか

といふこと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、今暫く之を信するに躊躇せざるを
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に、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、此の時の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、(尤も中村(左衛門大郎)博士は最近科學畫報誌上に我々と同じく酒匂川河口附近
と考へられて居るが)、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ることを報告して
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る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(朝一)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、最大陷落地帶が大體に於て相模灣の西部海溝線と一致して居り、其から遠ざかるに従つて陷落の量漸次減じて徐ろに隆起帶に移つてゐること、

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數ヶ所あるけれど、是は陸上の山津波に相當する海底の崖の新に崩壞した部と考へられる。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所に當時猛烈な渦卷を生じたこと。

相模灣の軸長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浪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後に更に進んで新しい見解を下さるゝこともあらんと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 *Submarine gliding* 及び洗滌 *scouring* 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きと思ふ。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二米以上の隆起も沈降も認められずして、獨り海底のみ數百米の大變動が起つたことで、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 *Subaqueous gliding* 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。

四、水底の沈落とが洗滌

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ュリーヒ湖畔のホルゲン、一四三五年三月、一八八七年七月、一八九四年三月にツীগ湖北隅のツীগに起つた湖底に落で、共に老ハイムが調査した當時の報告がある。此の地沈現象を水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「現在及び化石水底地沈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ー(今北京地質調查所技師)の指導の下にフェリックス・ハーン F. E. Hahn も亦だニュー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、「北米トレントン瀑布附近の海底地沈と之に類似的擾亂岩層との關係」(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、ダイク、エホス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、グレボーの「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。

ツীগ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迂り落ち、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むれば、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一二五米となる急勾配で、其の淺い處に土沙が堆積して荷重過大となれば迂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沈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沈落の場合があつて、水底沈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沈落によつて次第に埋没し行くものたることが知れる。

洗滌作用の方は淺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、黃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）で知れた如く、鳴門其他の潮流の流れ込み又た流れ出る處に匙子狀の凹みが海峡の兩側に出来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。

此等の日常に水底に起る現象が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が陸上に於ける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、又た大島滯在中の中村(清二)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邊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ナー書翰集によつてライエルの記載した所によれば、巨額を費して新築した大理石の埠頭が群集の避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、ハワイハー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陷没を疑ひ、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(貞市)理學士の眞鶴で土地の信す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沁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だど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かも知れぬ。

リスボンの埠頭陷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、其の變化は地殼の沈降ではなくて、軟弱な局部的地盤陷没であることは疑のない事實である。

尙ほ此等の場合の外に地震の時に海岸に見る所の地氈が水底の土沙堆積層を沁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。

又た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ご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。

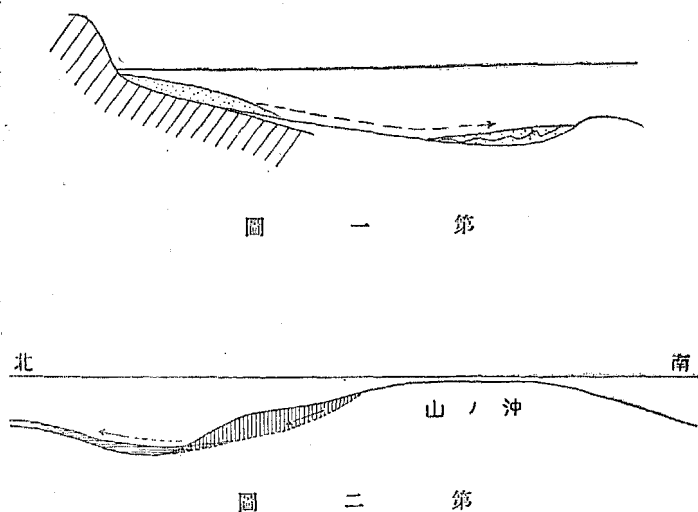
相模灣の中央の海底で廣い面積を占むる水深の増した部分は大體最も深い處で、其の變化は糜粥狀物質に最も易い深海堆積物のある處なるが爲めに著しい移動を見た結果であると考へられる。又た其の東北に水深の減少した處が出來たことも此の移動によつて急斜面の邊緣に此等の物質が集積したとして容易に説明せられる。

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するし、地殻の沈降作用とせば接近した嶋嶼の地盤に同じ大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來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(清二)博士の見られた如き現象を呈し、河口外 of 海底に沙洲が出來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殻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



第一圖

第二圖

相模灣の所謂隆起と陥没の意義如何

の實例と異なる理由は、彼に在ては小なる湖水であつて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、之に働いた力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位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ことは怪むに足らぬ。且つ又た之を

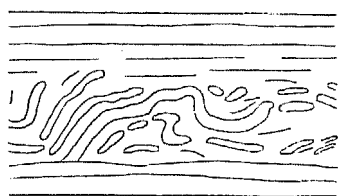
五、地質時代の海底沈落

の形跡に比較すれば、今回の地震に限つて起つた變化でなくて、過去の地質代に屢被つた地層擾亂の實

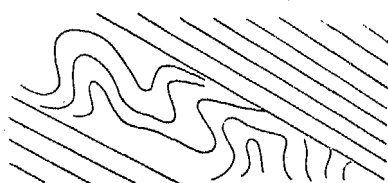
例の一たる事が明かである。

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之の實例には瑞西（コンスタン
スとシヤフハウゼンの中間）エーニンゲンの中新世泥灰岩、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（第一圖）した如く、沖ノ山
の北の斜面の斷面（第二圖）も之と全く趣を一にしたものと想はれる。又た迂り落ちて前頭 Front 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。

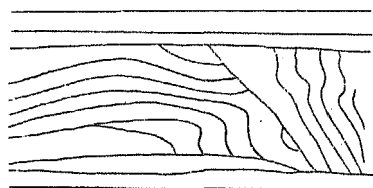
此の如き地層の擾亂は第



第三圖



第四圖



第五圖

三、四、五圖に示す如く水
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

つた部分が最も強い壓迫を受けた構造を呈するべきである。然るに之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 Diagenetic deformation 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しい例であるが、之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。

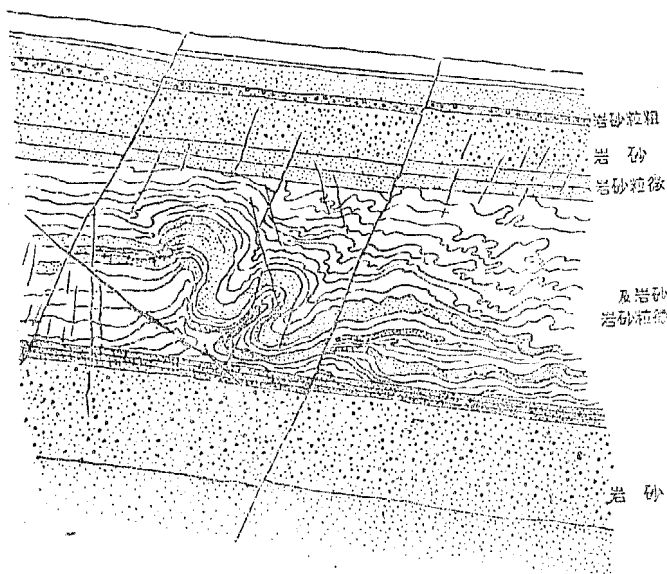
海底之落の實例は日本の第三紀層にも決して稀有の現象でなくて、注意すれば屢出會ふ筈であると思はれる。今日までに記載された最も早い一例は越後の含油層地方で、明治二十八年岩崎(重三)理學士が米山火山調査の際に其の北方上輪村及び刈羽郡笠島村で觀察せられてゐる。

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、集塊凝灰岩の入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(第十版第一圖)があることが此頃榎山理學士に發見され、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、榎山兩氏本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、上治氏の寫眞（第十版第二圖）に明かなる如く、緩慢な傾斜の砂層間に夾まつた微細の砂層が辻つた形跡歴然たるものである。

千葉縣安房郡長尾村本郷西北路傍所見（上治寫）



第六圖

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の熔岩層と熔岩塊と灰層との一大露頭を成すものである。其の形狀はハーンの圖示した第一なご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辻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產物に行はるゝ迄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。此の種類の赤色及び綠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、顯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綠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。

此の如く詮じ來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學的に解釋すれば、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迄落ちたものが大部分を占めてゐることゝなる。

之と少しく運動の性質を異にしたのは廣い地域に亙る深い海底全體の變化と海溝の砂洲狀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狀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はないが、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来ぬ。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に落と考へる外なかつたし、又たペレー火山噴火の時サン・ビエル港での切斷もラクローアの調べたので全く火山泥流の海中に流れ込んだ結果たる事が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に落現象を假定する一旁證たるべき事實と認めてよい。

六、津波と海底沈落の關係

最後に考察せねばならぬのは地震に伴つて起る津波の現象がどれだけ地震に直接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であるとして、此の如き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是は容易に決定し得ない。

我々が第一第三兩篇に論じた震央帶と震源たる岩漿帶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たらしく、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つて、此の震央帶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、其の結果が海底沈落作用となつて今鍾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落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、多量の水を含み可動性が大きいのに職因してゐる。故に海底に落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に落作用を考へねばならぬことになる。

此の如くして津浪を起した實例は寛政四年溫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。馬來諸島のセラム島一八九〇年の地震にカムボンカワの海岸に地に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。

島原灣津浪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に落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。

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的に區別し來つて、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ト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。

津浪の現象を觀るに南米アリカ、イキケの場合の如く海面の上昇に始まることが稀にあるが、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常とする。伊藤理學士(本誌第一號七〇頁)の正波と負波といふのは此の兩種の區別である。

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ピスコ(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沒却したといふのである。

ダーキンは一八三五年コンセプシヨンの海震に就いてビーグ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とした。

昨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、津波が想像する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舉げた島原寛政四年の津浪で、神代鍋島（カシジロ）（桂次郎家の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、其音戸うす（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津浪にて、濱邊一通男女残らず小路内寺の方へ逃げ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來るのであるから、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。

近世の大津浪は寶永安政兩回の土佐灣の場合であつて、寶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た通りで、此の寶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氈が起すと考へ得られるかも知れぬ。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となり堆積した泥沙層の大規模の沈落を誘起して激浪を起し、其が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沈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單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海底の精測が續行されて、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。

之と同じく未だ完了せぬ所の陸地測量部の精測も水準測量を甲信地方まで延長して、我々の假定した甲府諏訪松代等の地方に至るに従ひ如何に變化の程度が減少するかを知ることゝ、三角點の水平及び垂直の變化が如何なる程度であるかも知れて、初めて今回の大地震が生じた地殻變動の大きさが正確精密に確かめられる譯である。是亦た我々の陸地測量部當局者に希望して已まぬ所である。

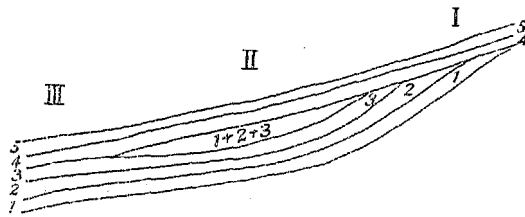
七、海底沈落の層序及び地質構造上の意義

水底に行はるゝ堆積層の運動はハイムの調べたツーク、ホルンの如く湖底に起る例は小規模であつても其の移動は水平に近い方向に一糎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糎、江ノ島の南では一〇糎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潮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。第一に層序擾亂として考慮せねばならぬ所は圖示する如く、淺處(I)と深處(III)との中間(II)に泥砂の移動した結果、淺處の123三床の混亂した一床が4との間に來る。之を換言すればIで

は床數の減少を起しIIでは其の増加を起し、III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Iの部分地表に露はるゝ場合には不整合がある様に見え、II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IIIの部分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。故に海底之落の有無を考慮せねば層序學上の累疊律 Law of Superposition の除外例に出會つて飛んだ誤謬に陥るのである。

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」(地質評論第五卷一九一五年四三四、五頁)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之



第七圖

相模灣の所謂隆起と隆没の意義如何

上運動とに落推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呎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、^生るものか否かは我々の判断し能はぬ所であるから、今姑く其當否を論せぬことにする。

八、結 論

我々は本誌第一號から四篇に亘り關東大地震に際して起つた種々の現象を従來行はれた地震現象の地質學的解釋と成因説とに對照して考察し、自分の最も適當と信する作業用假定説を提出することにした。一氣に筆を呵して起稿したので行文推敲を缺き、又た多くの學者の所論を餘り簡截して紹介したので、意義の不明を來し語つて詳かならぬ處の多いのを遺憾とする。今本稿を結ぶに當つて四篇を通じて自分の懷抱する所見の要點を擧げて難解に陥つたのを釋明することが必要であらう。我々は第一篇に於て關東地方の地勢と地質構造を概括して述べたが、地勢に於て今回の大地震に對して最も重要なのは關東平野の南邊に沿ふた山嶽及び丘阜の一帯で、之を相模山脈と呼び、之に噴出した石英閃綠岩斑瀾岩橄欖岩等の深成岩類があつて、尙ほ西北甲府諏訪松代の附近に延び、其の噴出は第三紀に屬するもので地質調査所で御坂層と呼ぶ凝灰質の岩層を伴ふものである。大地震の震央帶を圖上に描がけば此の深成岩噴出帶の外側に並走することが著しいのである。此の事實は我

々をして地震と深成岩噴出との關係を暗示する如く感ぜしめた。

翻つて地震成因説の發達を考ふるに、フムボルト、ダーキン、ライエル等の原因を廣義の火山作用に求めた時代から一轉して、ジウス、ハイム等の水成岩層の褶曲作用の研究が進むと共に地殻收縮の直接結果として褶曲と沈降とが起り、地震も此の造山作用の發現に外ならずとし、地殻の沈降を認めて隆起を否認し、岩漿の運動を無視し均衡の調節作用を度外に措いた學説が全盛を極めてゐる現状となつてゐる。同じく地震に就いても震源の深さを無視して十數浬以上の地殻深處に存在し得ざる地表に見る拆裂が原因たり得べしとし、地震現象を斷層の生長に起因すとすら極論するに至つてゐる。日本に於て最近二十年間の觀測に基いた計算は震源の三十乃至四十浬の深處に在るを示し、キーヘルト、ガリチン、ワシントン等の別途の計算と吻合するのであるから、我々は構造地震又は斷層地震といふ名稱で近頃まで呼ばれたものゝ大多數を地殻の岩漿層に接する處に起るとして深發地震と呼ぶカール、ナウマンの命名を復活して使用することにした。

我々は此の如き深處は略ぼ岩漿帶と地殻との境界に當るから、深發地震の本性を考察する手段として深成岩の地殻を突破して噴出する逕路を辿つて見たのであるが、志田博士等の研究した地震初動から推定した拆裂作用は恰も深處で岩漿の注入が起る作用と想はれ、相模山脈外側の如き處では岩漿帶から突起した岩漿源が想像せられ、小田原近傍の如き屢關東地方の大地震源の所在地があるのは決して偶然でないらしくなつた。

此の考察によれば深發地震と火山地震とは互に遷移すべきで、岩漿の上昇運動が繼續すれば震源の深さが次第に淺くなつて終に火山地震となり地表噴出を見るに至るべく、之に反して噴火が衰滅するに従ひ、岩漿が固結する間に再び深發地震が續發すべきである。故に我々の提案した地震成因説の當否は同一震央に起る地震の場合に就き精密なる觀測によつて震源の上下の移動を確かめ得たらば判明するのである。

本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篇に於て論じて我々の關東大地震の研究を結ぶことにしたが、之に就いては更に概括するの必要なく相模灣に地殻の隆起又は陷落が起つたとして、從來の構造地震説を支持する一大證左であると推論することは出來ぬのは明かである。若し此の如き論者があるならば、何故に沿岸にも海中の島嶼又は沖ノ山自身にも著しい隆起又は沈降の形跡がなくて、其の海底と斜面のみに限つて變化が起つたかを先づ満足に解釋した上でなくては問題にならぬことを一言するに止める。

本篇を結ぶに當り更に繰返して今回の大地震を研究せらるゝ日本地質學者及び地震學者各位に切望するのは、今我々の提出した假定説を從來信奉した構造地震説に比較して何れかより多く又たより好く地震現象を説明し得るか、何れかより多く事實に抵觸撞著するかを考究せらるゝことである。我々の假定説の屍の上を踐み越えて進まるゝこの一日早いだけ斯學の進歩の早いのに我々は満足する譯である。(四月十五日)