

72. 昭和10年7月11日の静岡 地震に就て

地震研究所 萩原 尊禮

(昭和10年9月17日發表—昭和10年9月20日受理)

緒 言

昭和10年7月11日17時25分頃静岡県静岡市附近に勃發した地震は静岡、清水兩市及び其の隣接諸町村に於て著しく震害を蒙れる箇所を生じ、倒壊住家總計360餘戸、死者9名を出した。筆者は地震後鈴木正治氏と共力して該地方の3箇所に加速度地震計を設置し餘震の觀測に具へた傍、被害地の實地踏査を行つた。尙、1箇所に於ては地電流變化の觀測をも合せ行つた。

今回の地震は破壊的地震としては決して大規模のものではなく、極めて限られた地域に大なる災害を齎したものであつて、被害甚大を傳へられた静岡市（最近舊静岡市に隣接町村を合併せるもの）と雖も家屋の倒壊を出したのは其の南東部に限られ、所謂舊静岡市にあつては構造物に左程の損傷はなく、殊に其の北部に於ては被害らしきものを認め難い程度であつた。他面、地震動の有感覺區域も破壊的地震としては其の面積は甚だ狭小であつて、震央から凡そ300km以内の區域に止つた。此の如き現象は震源の淺所に存したことゝ地震の規模の小であつたことゝに依つて説明し得られるのであらう。今若し地震の柄と云ふ言葉が許されたとしたならば、被害區域並に地震動有感覺區域の面積より見て今回の地震の柄は去る昭和6年9月21日の西埼玉地震と略々同程度である様に思はれるのである。

震 央

保田柱二氏は東京本郷、駒場、三鷹、清澄、秩父、吉原、下田（三井地球物理研究所）等に於ける初期微動繼續時間より震央を有度山北西麓（震源の深さ約15km）に求められた¹⁾。固より震央附近の觀測材料を欠く關係上其の正確さに於ては劣るものがあるが、各觀測點の材料が互に矛盾しないことより見て可成りの信用を置くを得べく、震央は大體に於て此の附近にあつたものと見て差支へないであらう。之は後に述

1) 那須、保田兩氏の報文參照（本號734頁）。



第2圖 ○ 餘震の震央, A 静岡高等學校, B 大谷小學校, C 庵原中學校

べる近地観測に依り求められた餘震の震央位置と略々一致して居る。今回の地震で實際に被害の大であつたのは寧ろ此處に決定せられた震央より隔つた地域であるが、我々の所謂震源は最初に地震波を發生せる場所であるから多大の勢力を有する地震波を發生せる箇所は必ずしも震源と同一であることを要さないし、又地表に於ける地震動は其の土地の地盤の硬軟に依つて甚だしく影響せられるものであるから、震央必ずしも被害最大の地域と一致する必要はない。之に關しては尙被害分布の項に於て詳論する。

餘 震

今回の地震の餘震の回数は極めて少く7月12日1時22分、及7月17日4時29分の2回に有感覺地震を發生したに過ぎず、其の後約2ヶ月に至る今日まで有感覺の餘

震は発生してゐない。筆者等は餘震観測の目的を以て静岡市東大谷大谷小學校、静岡市大岩静岡高等學校、清水市大手町庵原中學校（第1圖参照）の3點に水平成分加速度地震計を設置し、大谷小學校に於ては7月13日12時より、静岡高校に於ては7月15日12時より、庵原中學校に於ては7月17日15時より夫々観測を開始した。餘震は8月26日迄に7回観測せられた。次表に示す通りである。

観測せられた餘震²⁾

日 時	静岡高等學校			大谷小學校			庵原中學校		
	初期微動 繼續時間	最大 加速度	主要動 の週期	初期微動 繼續時間	最大 加速度	主要動 の週期	初期微動 繼續時間	最大 加速度	主要動 の週期
月 日 時 分	秒	ガル	秒	秒	ガル	秒	秒	ガル	秒
7 17 4 29	3.7	2.7	0.16	3.9	7.5	0.3			
7 25 8 30	不 明			不 明					
7 30 5 04	3.1	0.7		3.1	1.0				
7 30 10 17	3.0	1.4	0.13	3.1	1.4	0.15	2.9	2.4	0.10
8 3 9 07	1.4	1.0							
8 5 23 51	3.4	1.0	0.14	3.3	1.0	0.10	3.3	0.5	
8 7 23 06	3.4	0.5		3.3	0.8		3.2	0.5	

尙、大谷小學校に於ては7月15日14時より7月20日15時迄加速度地震計の他に微動計（倍率100、東西成分）に依る観測を行つたが加速度地震計に記録せられた地震以外には地震動の記録は認められなかつた。

餘 震 の 震 央

上に掲げた餘震観測の結果を見るに3観測點の初期微動繼續時間は略々相等しく3秒に近い値を示してゐる。従つて震央は3観測點を結ぶ三角形の略々外心に相當する地點即ち有度村草薙近傍に存することが知られる。初期微動繼續時間より震源距離を算定する所謂大森公式（ $\Delta = kT$ 、此處に Δ は震源距離、 k は常數、 T は初期微動繼續時間）の常數 k の値は現在の場合には約6を採用するのが至當と思はれる³⁾。今假に k の値を6と採ると震源の深さは15~20kmの程度となる。上の表の中只一つ静岡高校に於ける観測中に初期微動繼續時間1.4秒と云ふ極めて短かいものがあり、之に相當する地震動は他の2點に於ける記象には全く現れて居ない。然し静岡高校に於ける記象に現れたものは小いながら立派に地震動の形態を備へたものであつて、P相S相共に明瞭に讀取り得るのであるから、或は静岡市北部の淺所にも小地震の發生があつた

2) 主要動の週期は主要動10振動に對する平均である。

3) 那須博士は吉原附近の地震の近地観測に際し k の値として6を得て居られる。現在の場合は諸種の條件が之に良く類似して居るのである。

のではないかと思はれるのである。

過去の地震

静岡地方は安政1年11月4日の所謂安政大地震には著しい災害を受けたが、大正6年5月18日には局部的地震に依り多少の被害を蒙つて居る。大正6年の地震に依る被害は今回のものよりは遙かに輕少であるが、静岡市、清水市（當時の江尻町）に於て煉瓦塼、煙突の破壊、住家の壁の損傷あり其の被害分布状況は今回のものに甚だ類似してゐる。震央は東京及京都の初動方向に各測候所に於て計測せられた初期微動継続時間を斟酌して濱松の北10里天龍川の稍々上流に求められてゐる⁴⁾。當時の東京に於ける初期微動継続時間は24秒であり今回の地震に於ては18秒であつたことより其の震央は今回のものより西方に距つた地點に存したことは明白である。然も震害の比較的大であつた地域が今回と類似せることは注目すべきである、尙此の地震は今回の場合と同じく餘震が殆ど伴はなかつたことが報告せられてゐる。此の地方はこの他昭和5年11月26日の北伊豆地震に際し多少の損傷を受けたが、平時は地震活動の甚だしい地域で平素地震を感じることは稀であつた。

被害分布

静岡、清水兩市の間半徑約3kmの主として洪積層礫岩よりなる小山塊があるが、今便宜上之を有度山塊と名付けて置く。今回の地震の災害區域は一言にして云へば此の山塊の南東側を除く縁周一帯と山塊北部の巴川流域の沖積層地帯である。就中、山塊の西側に於て栗原、聖一色より大谷、高松に至る直線狀に列つた諸部落、山塊の北東側に於ける上原、有東坂、船越等及巴川流域に於ける瀬名川、楠、長崎新田、澁川（巴川通り）等が特に災害の顯著であつた所である。次に各部落に就き實地踏査の結果を列挙する。

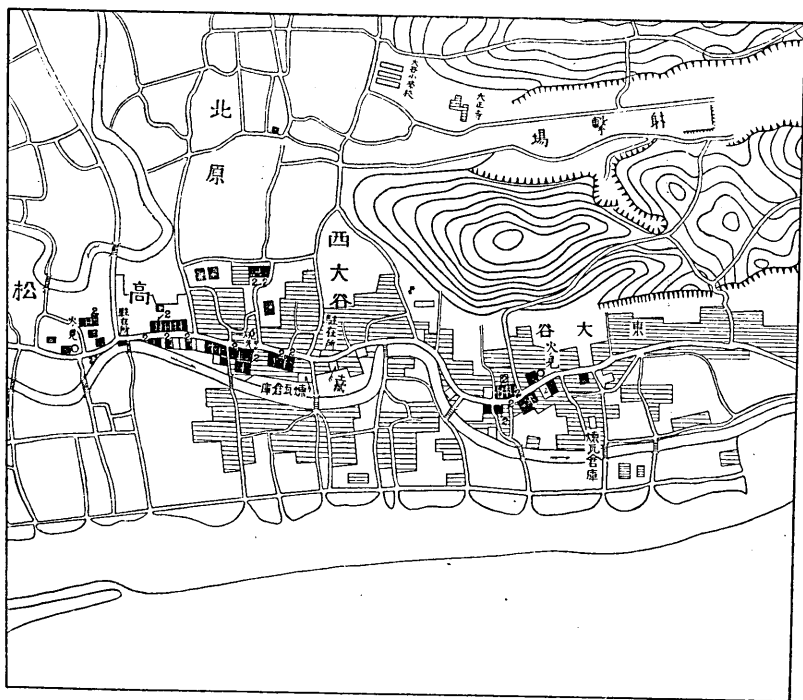
有度山西縁

高松 住家の倒壊13、半壊94を出し大谷と共に今回の地震で最も多く倒壊家屋を出した所である。倒壊住家数は大谷より少いが、半潰住家の数は大谷より遙かに多い。約30cm東方へ移動せる家屋があつた。北方300m隔つた所にある高松神社の鳥居（南面して立つ）は損傷を受けずに立つてゐた。

大谷 倒壊住家27、半潰住家46で、西大谷に於ては2階家1戸が倒壊のため火災

4) 氣象集誌（大正6年）、268。
震災豫防調査會報告、88-B（1919）、56。

を起し焼失してゐる。東大谷に於ける一商家の土蔵は、壁は損傷を受けたが倒壊には至らなかつた。又東大谷東部にある煉瓦造倉庫は龜裂は甚だしかつたが之も倒壊はしなかつた。住家にて30 cm 東方へ移動せるものがあつた。高松、大谷は海岸に平行に流れる大谷川に沿つた町であるが、此の川の海岸寄りの側に於ては被害は目立つて少く倒壊住家は1戸もない。高松、大谷は此の如く多數の倒壊家屋を出したが、其の分布を調査して見るに倒壊家屋は一樣に分布せられてゐるのではなく幾箇所かの部分に



第 2 圖

集中して居るのが見られる。第2圖は高松、大谷の倒壊住家の分布をスケッチせるものである。東大谷大正寺に於ては寺院前の石燈籠（所謂春日燈籠であつて、胴體は圓壘状のものである。以後特に斷らない限り石燈體は皆胴體の圓壘状のものゝみを取扱つて居る）2箇何れも東20°北に倒れた。寺院横手の小石燈籠は1箇は東20°北に、1箇は西20°北へ倒れた。無縁塚は北20°東の方向へ崩れた。

伊庄 家屋は倒壊なく數軒東20°北へ移動したが破損は少い。

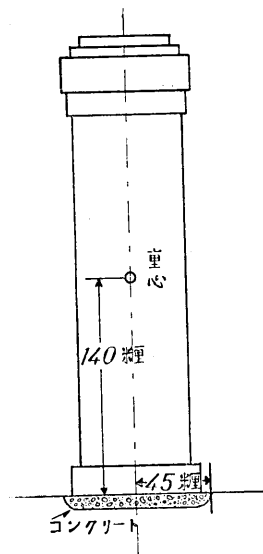
宮川 20°位傾斜せる住家はあつたが倒壊家屋はない。山神社の鳥居は倒れてゐない。

片山 家屋は何れも東 20° 北へ30 cm程度の移動を行つて居るが13戸中1戸の倒壊住家もなく、僅かに納屋1戸倒壊せるのみであつた。極端な例では30 cm以上の移動をなして居るに拘らず、障子紙も破れず建附も狂つて居ない家があつた(第13圖参照)。直徑約30 cm, 高さ5 m, 針金の支へある煉瓦管の煙突が倒壊せずに立つてゐるのが見られた。又外徑40 cm, 長さ60 cmのコンクリート管を16筒聯ぎ四隅に1inchのアンクルを當て、締付けてある茶工場煙突(高さ10 m, 針金の支へあり)は何等損傷なく立つてゐたが、其の直ぐ傍の住家は30 cmの移動を行つてゐた(第14圖参照)。道路の西側に於て約50 cm 東 15° 北へ移動せる住家があつたが其の家の北側の裏手より床下を通り南側の畑に至る北 20° 東の方向を持つた長さ約10 mの地裂があり、其の延長10 m程の間は畑中に多數の龜裂を生じてゐた。之は所謂地裂線ではないかとの疑惑が持たれたので延長に當る地點を精細に調査したが結局この地裂の延長と思はれるものは發見されなかつた。

堀之内 家屋は何れも東方へ移動してゐるが、倒壊住家はない。山手の方が比較的被害は輕少である。第一王子神社の西南に向つて立てる烏居の上部が北東の側に落下してゐた。伊勢神明神社に於ては烏居は倒れて居ないが、御手洗は柱が土臺より外れ西 10° 北へ約50 cm 時計廻りに約 10° 廻つて移動してゐた。拜殿前の石燈籠(胴體の斷面は正方形, 西に面す)は一つは東側へ、他の一つは南側に倒れた。

小鹿 170戸中倒壊は住家3, 納屋5, 肥料小屋9である。家屋は概ね30 cm 東方へ移動し、特に移動量の大きなは50 cmに及ぶ。龍雲寺の墓石は殆ど全部轉倒したが、東側に倒れたものが多い。小鹿は之より南部の堀の内、片山に比して一般家屋の傾斜、破損が頗る著しい。煙突は此處に於ても損傷を受けず、高さ20 m 餘の細い煉瓦管の煙突(針金の支へあり)が無事に立つて居るのが見受けられた。

池田 130戸中倒壊住家は6戸なるも概ね40 cm程度東方へ移動し傾斜破損大なるものが多い。本覺寺の門柱は第3圖に示す如き形状のものが2本立つて居たのであるが、北側のものは顛倒し南側のものは其の儘残つて居た(第18圖参照)。本堂前の石燈籠2筒は一つは東 45° 北へ、他の一つは東 36° 北へ倒れ、本堂横手の石經は東 60°



第3圖 顛倒せる煉瓦門柱
(斷面は正方形)

北へ倒れた。又墓地内の石燈籠2箇は東35°北と東46°北の方向へ倒れた。墓石は概して北東側へ倒れて居た。本堂は損傷極めて少く移動も無く壁も餘り破損してゐない。池田神社は鳥居、御手洗共に東側に倒れたが拜殿は破損少く移動も無く、拜殿前の石燈籠は屋根が東側に落ちてゐた。畑守稻荷は約50mの高地にあるが參道の鳥居は上部が東側に落ち拜殿前の石燈籠4箇は東方へ倒れ、拜殿も可成りの損傷を受けて居た。

聖一色 71戸中住家の倒壊は1戸であるが、池田同様傾斜破損の著しい家屋が多い。家屋は概ね30~40cm東方へ移動を行つてゐる。圓福寺の墓石は大半東側へ倒れ、本堂は東10°北へ約15cm移動し、本堂前手の茅葺の堂(2間×2.5間)は東へ40cm移動してゐた。浅間神社の鳥居は上部は東側へ落ち石燈籠は東10°南に倒れた。直径40cm、高さ10m、針金の支へある煉瓦煙突が2本損傷なく並立してゐるのが見られた。

栗原 60戸中住家の全壊は4、約半数は相當の損害を蒙つてゐる。家屋移動は30cm程度である。

有度山北縁

國吉田 114戸中住家の倒壊は1戸であるが殆ど全部家屋が30cm位東へ移動した。廣野神社の石燈籠2箇は東側に倒れたが、東方に向いて立つ鳥居は倒れて居なかつた。

中吉田、谷田 是等の部落は有度山塊の傾面にあり栗原、國吉田よりは稍々高地である。此處に至ると家屋被害は著しく減少し倒壊、半倒壊等は無く軒先2~3寸の傾斜が被害大なる部に屬する程度である。家屋の移動も顯著でなく、柱が土臺石から離れた家はない。壁も上塗のないものは殆ど破損して居ない。中吉田に2戸大破損を受けた土蔵があつた。

中之郷 に於ても被害は小であつて家屋の約半数が東へ移動したが2~3cmに足らない程度であり、壁の破損も極めて少ない。

草薙 150戸中倒壊なく30戸位が東方に數厘移動した。山手の方が特に被害が少い。之より東方に至ると再び被害の著しい地域がある。

上原 倒壊家屋2戸、家屋の移動は著しくない(東方へ10cm程度)が東部に於ては著しく傾斜大破して居る家屋が集中してゐた。

有度山東縁

有東坂、今泉 家屋は概ね20cm東へ移動し稍々時計式に廻轉せるものが多く、何れも著しく破損を受けて居る。有東坂庚申堂(茅葺3間×3間、建物は西20°南へ向きて建つ)は東へ9cm移動し時計と同じ向きに僅か廻轉して居た。

船越 倒壊に等しき住家1戸のみにて他は倒壊を免れたが、何れの家屋も傾斜破損

は著しい。家屋の移動量は比較的大で東へ30 cm 程度である。此處の家屋も時計式に少しく廻轉して居るのが見られた。一新築瓦家(建坪25坪)は東50°南へ25 cm 移動し時計式に約5°の廻轉をして居た。

南矢部 倒壊家屋無く被害は極めて少い。家屋の移動は東へ10 cm 程度である。

北矢部 家屋移動は目立たず稀に2~3 cm 移動せるものがある程度であるが、家屋の損傷は南矢部より稍々多い。

南矢部より南部に至れば被害は頓に減少する。

駒越 破損せる家屋無く障子紙も破れてゐない程度である。

駒越より東方三保方面は更に被害少く、

折戸 に於ては稀に壁の上塗の破損ある程度であり、

宮方 に於ては全く被害無く三穂神社のあぶなげな石燈籠も倒れては居なかつた。

有度山南縁

増 駒越と同様障子紙の破れも無い程度である。

蛇塚 障子紙の破れが目に着いたが家屋の破損はない。

根古屋, 安居, 古宿, 青澤 何れも障子紙の破れが多少見られる程度で壁の損傷も少い。

中平松 障子紙の破れが目立ち、部落の西方に於ては東へ數廻の家屋移動があつた。大谷川の河口附近を境として之より西方に至ると急激に被害を増し、

西平松 に於ては相當の破損家屋あり、更に西に進めば今回最も多數の倒壊家屋を出した大谷、高松に達するのである。

有度山塊上の部落

向屋敷, 馬走, 平澤 何れも被害は輕微である。平澤に於ては家屋の移動全く無く、障子紙僅かに破れ、瓦の少しく落下した家がある程度である。

有度山塊北方の平地(主として邑川流域)

古庄 86戸中住家の倒壊17, 半壊50餘戸、家屋は30~35 cm 東方へ移動して居る。淡島神社の石燈籠は2箇の中1箇は東へ、1箇は西へ倒れた。

長沼 倒壊住家9, 半壊39戸を出し古庄と同程度の震害を蒙つて居る。

上土 倒壊家屋は無いが傾斜家屋は多い。有度山塊山縁に於ては家屋は例外なく東方へ移動して居たが、上土に於て稍々南寄り西方へ10 cm 程度の移動を行つて居るものが多く、家屋の傾斜も西方へ向いて居る。

上土本田 東禪寺の墓石は東又は西に倒れた。

川合 住家は壁が落ち僅かに傾いた程度で屋根瓦の被害は殆どない。玄祐寺の山門

は西へ倒壊し、本堂前の小堂は西へ傾いた。住職の語る所に依れば墓石の轉倒方面は一定してゐなかつたと云ふ。

瀬名川 100戸中倒壊家屋は無いが著しく破損せる20餘戸があつた。街道の北側は著しく破損が少い。

楠, 楠新田 85戸中倒壊住家は無く約30戸が軒先2~3寸傾斜した。新田の方が幾分被害著しく6軒大傾斜せる家屋がある。家屋移動は東へ10cm程度である。

長崎, 長崎新田 倒壊家屋は無く家屋移動は東南へ約10cmである。

七ツ新田 54戸中大破せるもの30戸あり、家屋の移動は東へ15cm程度である。

吉川 住家は倒壊無く東へ15cm移動した。

澁川 巴川堤防通りの家屋は10餘軒倒壊した。家屋の移動量は堤防附近にて10cm餘であつた。

巴川の北側の山縁に於ける部落は何れも被害は殆ど無いと云つても良く、例へば

南沼上 に於ては少数の家の瓦が夫々2~3枚落ちた程度で、大部分の家は壁障子の破損も無く、

瀬名 に於ては一般に瓦、壁の損傷無く漆喰壁が少しく落ち建附が2~3分狂つたに過ぎないのである。

有度山塊西方の平地

宮竹 倒壊家屋無く、家屋の移動は25cm程度で東25°北に向ふ。家屋の破損は高松に比較して著しく少い。風祭社の南面して立つ烏居は倒れた。此の神社附近にある一住家の高さ2mの鉄筋コンクリートの塀(略々南北に沿ふ)は未だ工事中にてコンクリートを打つてから尙日が浅く見受けられたが破損を免れて居た。

敷地 家屋の移動は10cm以内で破損は少い。

大島 家屋移動は約10cmである。

西島 90戸中全壊に等しきもの1戸あり、家屋の移動は東20°北へ5cm程度のもが多い。

濱村, 中島 家屋移動は明瞭でない。濱村海岸の大濱公園の25mプールは少しも破損を受けなかつた。

安部川東岸の堤防 は西島, 中島部落附近に於て堤防上の路に堤防に平行な小龜裂があつた。

石田, 中田, 中 有度山西方の平地中では比較的家屋の損傷の多い所である。障子紙の破れ著しく、2~3寸傾ける家多く、家屋の移動は東へ10cm以内である。但し倒壊家屋はない。

中原 南部の部落に比し家屋の破損少く、大抵の家は建附が少しく狂つた程度である。

馬淵、稻川、有東 は共に家屋の損傷少く、傾いた家屋も稀である。此の邊の家屋は移動は認められない。

八幡 稻川と大差なく稀に傾斜した家屋がある程度である。

小黑 稀に東北へ2~3 cm 移動せる家屋はあるが破損は少い。

尙此の外に静岡、清水兩市の市街地及び清水港に於ける震害に就いて記述すべきであるが、之は齊田氏の詳細な調査があるので同氏の報文に委ね、此處では只静岡市の北部賤機山の附近に至れば全く家屋の損傷の無いことを記して置く。

地震動の推定並に木造家屋被害に關する考察

今回の被害の状況を見るに特に著しく我々の注意を惹くところのものは構造物が揃つて同一方向に移動又は轉倒したことである。その方向は災害顯著な區域にあつては概して共通に東方である。斯くの如く多くの構造物が同一方向に規則正しく移動又は顛倒することは主要動の最初に極めて大きい加速度が存在したことを意味してゐる。此の地方の住民の談に依れば、最初に強い上下動を感じたが暫くにして大揺れが来て身體が投げ出される如く感じたと言ふ。顛倒した石燈籠を見ても其れが一氣に顛倒したことが明白であつて、崩れ落ちる様に破壊した形跡は無く(第11圖及第20圖參照)、寫眞に見られる如く顛倒した石燈籠の各部は顛倒の方向に直線的に配列されて居る。尤も構造物の同一方向への移動に關しては、主要動の最初に於ける大なる加速度に依つて一氣に移動せしめられたと考へる以外に、振動性の地震動に依り何回かに互つて移動したと考へることが出来ぬでもない。即ち地動の水平加速度に依り構造物重心に之を水平移動せしめんとする力が働き、之が底面の摩擦に打勝つ時は構造物の移動が生ずるのであるが、此の時地動に下方向の加速度が同時に存在する時は見かけ上其の構造物の重さを減少せしめ、底面の摩擦を減少し、比較的小なる水平加速度に依り構造物を移動せしめることが出来、反對に上方向の加速度が同時に存在する時は見かけ上の重さの増加に依り底面の摩擦を増加し水平の移動は比較的困難となる。故に地盤の水平方向の振動と上下方向の振動とが同一週期を持ち其の位相が相對的に變化しない時、即ち或る特定方向 A に水平加速度が向ふ時に限り上方向の加速度が生じ、水平加速度が之と反對の方向へ向ふ時は下方の加速度が生ずる様な現象が起れば、特定なる方向 A の向きにのみ移動が可能となる。然し地盤の振動は特種の表面波の場合を除いては上下振動と水平振動とは夫々獨立した自由度に於ける振動であるか

ら、前述の様な條件を満す確率は極めて小でなければならない。従つて今回の如く有度山塊縁周の地域全般に亘つて斯くの如き現象が共通に起つたとは考へ難いのである。斯の如く複雑な現象を強いて考へることなく最も簡潔に主要動の初めに當り優れて大なる加速度の存在したことに依つて一気に構造物の移動も起り、顛倒も生じたと考へるのが至當であらう。

今回の木造家屋の移動量は大なるものは40 cm 餘に及んだのであるが、之を一気に移動したと考へる時は地動は相當に大なる加速度を持つたばかりでなく、變位も亦少くも40 cm 餘に達したことが推察出来るのである。轉倒物體中最も規模の大なるものは池田本覺寺の煉瓦門柱であつた。此の立面圖は第3圖に示してあるが、此の水平斷面は正方形である。土面上に僅か5 cm の厚さにコンクリートを敷き其の上に煉瓦を積上げて角柱を形成したものであつて土面への附着力は省略出来るから角柱の轉倒と見做して差支へないのである。此の門柱は2本西方へ向つて立つて居たが北側のものが東へ顛倒し、西側のものは顛倒を免れた(第18圖参照)。地震當時此の附近に偶然居合せた一農夫⁵⁾の語るところに依れば大揺れが來た時門柱が一気に倒れるのを目撃したと云ふ。此の門柱の重心迄の高さは140 cm、底面の幅は90 cm であるから、今假に水平加速度のみに依り顛倒せしめられたとすると少くも300ガルの加速度が算出せられる。而して顛倒に際して重心は底面の幅の半分45 cm を移動せねばならぬから地動の變位も亦少くとも45 cm あつたこととなる。然も一方の門柱は顛倒を免れたことから地動は此の角柱を顛倒せしめ得る條件の略々限界にあつたと見るべく、大體に於て此の附近の最大加速度は300ガル、最大變位は45 cm と見做して差支へないであらう(勿論、茲に論ずる變位は永久的變位を意味するものではない。地震主要動の初頭に於ける變位のみを論じて居るのである)。又此の角柱の重心を靜止の位置から不安定の位置迄持來す期間中300ガル程度の加速度が繼續しなければならないのであるから、加速度は瞬間的のものではないことが察知出来る。今地盤が一定の加速度 a を以て水平に動き、時間 T の後に變位 d を行つたとすると

$$\int_0^T dt \int_0^{t'} a dt = d,$$

5) 池田町寺尾柳甫氏 同氏は地震當時本覺寺北側の茶畑に居たが、突然東の方で底力のある地唸りがしたのではつと思ふ間も無く揺れ始め、畑から道(門柱北約3間)まで飛出した時一番大きく揺れた。其の時門柱は恰も大きい力で突倒したかの様に一度に倒れた。二つ共同じ様になつたと思つたが一方のみ残つて居たのは後で氣附いたと云ふ。

初期の條件として速度も變位も零であるとすれば

$$\frac{1}{2}aT^2 = d.$$

今 $a=300$ ガル, $d=45$ cm とすると $T=0.55$ 秒となる. 300 ガルより大なる加速度が存在したと假定すれば, T の値は之より小となるが石碑, 石鳥居の如き基礎に比較的強固に附着せるものゝ倒壊折損が無かつたことから推して之より大なる加速度が存在したとは考へられない. 又下方の加速度が同時に存在した場合を考へると, 上に得た 300 ガルの値は多少小となる. 今水平加速度と同程度の下向きの加速度が存在したと假定すると, 水平加速度は少くとも 230 ガルとなるが, 主要動に斯の如き大なる上下方向の加速度が存在したかどうかは疑問である. 要するに池田附近に於ては主要動の初めに弧立的に大なる加速度を持つた地震動が存在し 300 ガル程度の加速度が約 0.5 秒繼續したと云ふことが出来る. 他の家屋移動の大なる地域も大體に於て之と類似して居ると云へよう.

次に比較のため振動性の地動が幾何の變位を持つかを計算して見るに, A を加速度振幅, D を變位振幅, T を週期とすると,

$$A = \frac{4\pi^2 D}{T^2}$$

であるから, 今 $A=300$ ガルとすると $T=0.1$ 秒, 0.3 秒, 1.0 秒に對し夫々 $D=0.08$ cm, 0.68 cm, 7.6 cm となり, 振動性の地震動に於ては最大加速度 300 ガルの場合は普通考へられる地動の週期に對して數十種の變位振幅を持つことは出来ないことが判る. 又餘り大なる週期を持つた振動性の地震動の存在しなかつたことは煙突の如き細長い構造物が倒壊を免れたことから推察出来る. 故に今回の如く數十種の變位を持つた地震は土地表層に於ける固有振動ではなく, 震源より地震波として到達したものゝ中に其の要素が含まれて居たと考へられる.

次に考ふべきは, 此の大なる加速度と變位を持つた地動は木造家屋を移動し, 角柱を轉倒せしめたが, 木造家屋の破壊に關しては如何なる働きを爲したであらうかと云ふでことある. 今回の被害地を通覽するに家屋移動の大なる處必ずしも家屋破損の大なる處ではなかつた. 其の最も良き例は片山である, 此の部落に於ては家屋は 40 cm 程度の移動を行ひ乍ら其の受けたる破損は極めて少い. 之に反して家屋の移動量少くして反つて破損家屋の多くを出した處がある. 巴川流域の部落は之に屬する. 又片山と小鹿とを比較するに兩部落の距離は極めて近く家屋の移動量も略々相匹敵するのであるが, 家屋の破損に於いては兩者に著しい差異がある. 片山に於ては倒壊, 半

壊の家屋無く破損程度は極めて輕微であるが、小鹿に於ては3戸の倒壊家屋を生じ、倒壊を免れた家屋と雖も何れも甚しく破損を蒙つて居るのである。之に依つて見るに家屋の移動を生ぜしめたところの地動は家屋の破壊そのものには餘り大なる役割を演じなかつたと云へる。然らば家屋の破損を大ならしめ、或は之を倒壊せしめたものは前述の大なる加速度と變位を持つた孤立的地動に続く振動性の地震動ではなかつたであらうか。

土地の表面層に固有の振動の存在し、之に依り構造物の震害が左右せられることは既知の事實⁶⁾であるが、今家屋を移動せしめた地動が家屋破損に餘り與らなかつたとすると土地の固有振動に依つて家屋の破損の大小が決定されたと見るのが至當であらう。

木造家屋は比較的小なる變位振幅を以て振動する時は完全な彈性體と見做し得るが、同時に大なる變形を許し得る性質を具へて居るから、之を破壊に迄持來すには相當大なる變形を與へる必要がある。故に地動の加速度は如何に大であつても其の變位振幅が大でない限り之を破壊せしめることは困難である。然し木造家屋自身一種の振動體である以上、其れの振動週期に近き週期を持つ地震動が存在する時は共鳴現象に依り之を大なる變位振幅を以て振動せしめ破損或は倒壊せしめるに充分な變形を生ずることが出来る。此の見地より土地表面層の固有振動週期が重要性を持つことが察知出来るのである。比較的大なる加速度を有する地震動は一般に小は0.1秒程度より大は1秒程度であることが知られて居るが、斯の如き週期の地震動に於ては加速度振幅は大であつても其の變位振幅は比較的小であることは前に例示せる通りである。従つて木造家屋が強制的に振動せしめられて居る限りは地動の加速度が如何に大であつても大なる災害を生じ得ないのであつて、之を大破し倒壊せしめるためには共鳴振動に依り大なる變位振幅を生ぜしめることを要する。而して木造家屋の振動週期たる大約0.5秒に近き週期の固有振動を有する土地は軟弱なる沖積層地域に限られ、火成岩並に古き水成岩より成る地域に於ける固有振動の週期は之より短く、小なるものは0.1秒或は其れ以下となるのである。

餘震觀測に於ける加速度記象を見るに静岡高校に於ては主要動中に0.15秒程度の週期の地動が見られ、大谷小學校に於ては0.15秒と0.3秒の週期が認められ、清水庵原中學校に於ては0.1秒の週期が見られた。7月17日の微震に際しては大谷小學校に於ては静岡高校に於けるより遙かに大なる加速度を示し0.3秒の週期の地震動が明瞭に現れた。

6) 例へば、石本巳四雄 地震研究所彙報 13 (1935), 592.

静岡地方の地質圖を見るに北方の山地は中生層及玄武岩の硬質なる岩石より成つて居る。賤機山には玄武岩の露出があり、此の東方の山地は中生層に屬し、有度山塊は主として洪積層礫岩より成つて居る。有度山北西の平野中の小丘、谷津山・八幡山は第三紀頁岩に屬する。之に依つて見るに此の地方は平地の沖積地域を除いて山地は地盤は強固である。静岡高校、庵原中學に於ける地震動週期の短いことは此の種の硬質の岩石上にあるためであつて此の附近に被害は殆ど無い。大谷小學校は有度山の山縁にあり地震動週期は 0.3 秒を示す。平野の沖積地帯に於ては恐らく之より大なる週期の地震動が現れたであらう。

今家屋破損の大であつた地方の地質を見るに、巴川流域に於ては軟弱な沖積層が相當發達して居ると見られるから土地表層の固有振動の週期も比較的大で木造家屋に多くの災害を與へたのであらう。又有度山西方の平野中の比較の木造家屋の破損の大であつた石田附近も沖積層が比較發達し軟弱な地盤を形成してゐると見れば良い。次に有度山塊山縁の部落中特に被害の大であつた部落——小鹿、池田、聖一色等、並に大原、有東坂、船越等——に於ては夫々附近に幾つかの沼が存在して居ることが氣付かれる。(1/25000 の地圖を見れば明白である。) 上記の部落が特に被害の大であつたことは過去に於て此の區域が沼池であつた關係上軟弱な地盤を形成して居る様に思はれる。尙、大谷高松の被害に就て一考する必要がある。是等の部落は震央より比較的隔つた地に存在するに拘らず其の木造家屋被害は今回の災害地を通じて最も甚しく地震直後には震央は大谷附近であるとさへ傳へられた。大谷、高松の附近の地形を見て誰しも氣付くことは大谷川の存在である。此の小河川は高松附近より海岸に平行に走り西平松の西部に於て海に注いてゐるが、此の河川に沿つた高松、大谷の部落が上述の如き被害を受けたのである。然し大谷川は河川としては甚だ小なるものに屬し其の河幅は僅か 10 m、地表より河底迄の深さは約 3 m である。斯くの如き小河川の存在其のものが其の附近の地震動に直接影響を齎したとは考へ難い。其は此の河川に沿つた部落と雖も海岸寄りの側にあるものは比較的被害が輕微であることから見ても明かである。此の小河川に沿つた地域の被害が大であつたことは、此の附近に過去に於て大なる河川が存在し今日は大谷川は其の名残り川として存在するとすれば、附近に沖積層の發達して居ることが説明出来るであらう。

地變及海水異常

今回の地震に於ては地震動に依つて生じた畑、路面等の龜裂及斷崖の崩落は諸所に存在したが、所謂斷層、地裂線等地震動以外の力の作用に依り生じたと斷定出来る地



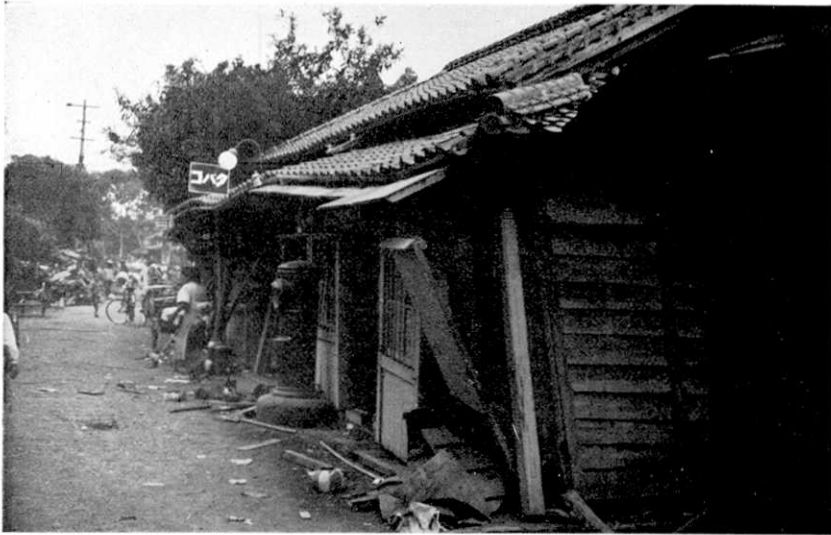
第 4 圖 東 大 谷 全 望
× 印は倒壊家屋多き所



第 5 圖 東 大 谷



第 6 圖 西大谷, 住家の倒壊焼失



第 7 圖 西 大 谷



第 8 圖 西 大 谷



第 9 圖 高 松



第 10 圖 高 松



第 11 圖 東大谷, 大正寺の轉倒石燈籠



第 12 圖 片山附近の地質(洪積層變岩)



第 14 圖 片山, 寫真左手の家屋は約 30cm 移動せるも煙突には被害無し



第 13 圖 宮川, 家屋の移動
(約 30 寸移動せるも障子紙も破れず建附も狂はない)



第 21 圖 有度山断崖の崩落(古宿北方)



第 15 圖 堀之内, 地震時沼中に噴水せる跡



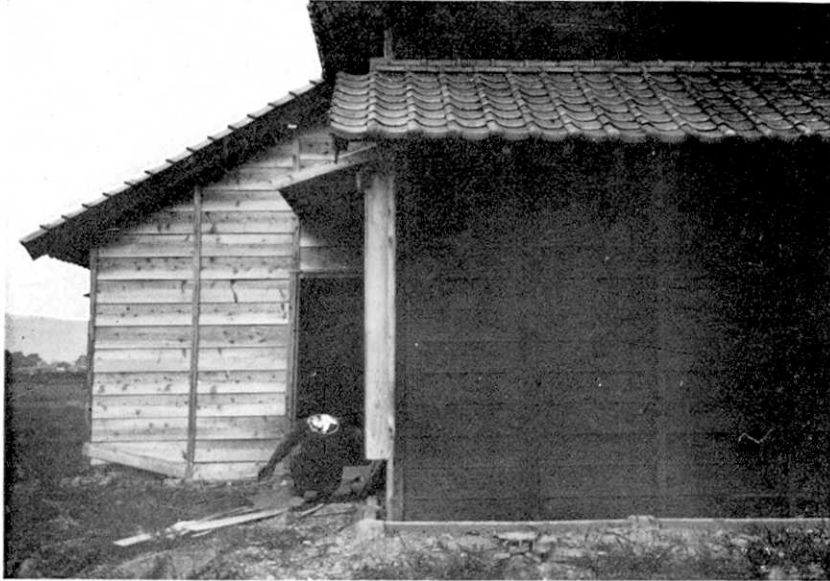
第 16 圖 小 鹿



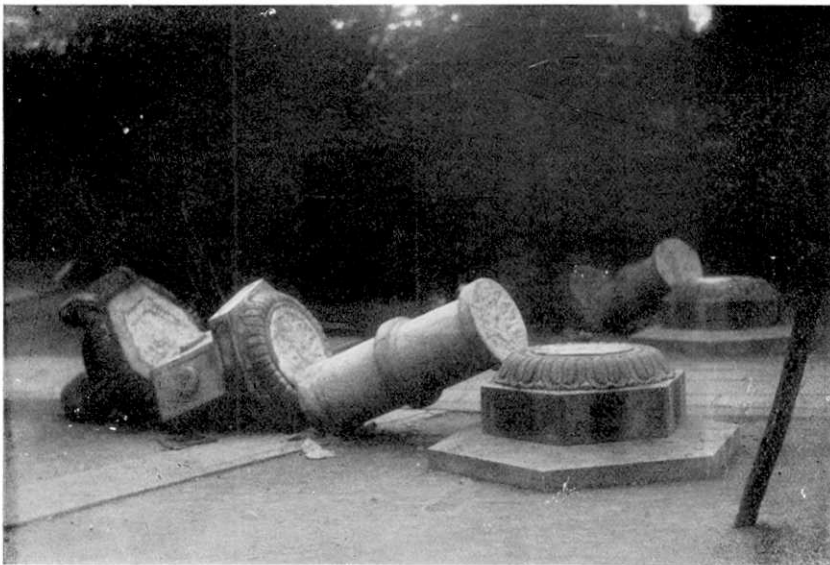
第 17 圖 小鹿，家屋は大破せるも煙突は破損せず



第 18 圖 池田，本覺寺煉瓦門柱の轉倒



第 19 圖 船越, 家屋の移動 (25 cm)



第 20 圖 静岡市紺屋町, 小梳神社の石燈籠の轉倒

變は肉眼的觀察に依つては發見出來なかつた。

有度山の南部は急峻な斷崖となり海に望んで居るが此の斷崖は上部に於て約2~3間の奥行が失はれる程度の崩落が久能山東方を除いて隨所に起つた。

海水の異常に關しては安倍川河口より三保に至る間の海岸に於ける住民に之を質問したが何人も之を認たものはなかつた。

地電流變化の觀測

地電流變化の觀測は大谷小學校に於て行はれた。電極は小學校校庭の3階に埋められ電極間の距離は東西85m, 南北70mである。記録装置は電流計のフレを光學的に記録せしめるもので、電流回路に直列に5萬オームの抵抗を挿入した。感度は東西方向のものは記録紙上1mmが1.2ミリボルトに、南北方向のものは1mmが1.5ミリボルトに相當し、記録紙の進行速度は1日に就き4cmである。

觀測は7月13日19時より約1箇月間行はれたが、此の期間には特異な地電壓變化は起らなかつた。

終りに臨み、種々激勵の言葉を賜つた石本教授、並に地震計設置に際し甚大なる援助を與へられた静岡高等學校金原教授に對し深く感謝の意を表する次第である。尙、地震觀測に關し便宜を與へられた静岡高等學校、庵原中學校、及び大谷尋常高等小學校の職員の方々に對して厚く御禮申上げる。

72. *The Sizuoka Earthquake of July 11, 1935.*

By Takahiro HAGIWARA,

Earthquake Research Institute.

A strong earthquake occurred in the neighbourhood of Sizuoka city at 17 h 25 m, July 11, 1935. Although damage was confined to a comparatively small area, 360 dwelling houses were demolished and 9 persons killed. The epicentre was determined to be $\lambda=138^{\circ}26'$ and $\phi=34^{\circ}59'$. The largest damage occurred in regions surrounding the Udo mountain block and in the basin of the Tomoegawa River. Only two aftershocks were felt in this region, the epicentres of which were found to lie in the north foot of the Udo mountain block by means of the network of the seismological stations temporarily erected after the earthquake.
