

### 3. 東南海地震に就いて 特に震害と餘震の分布

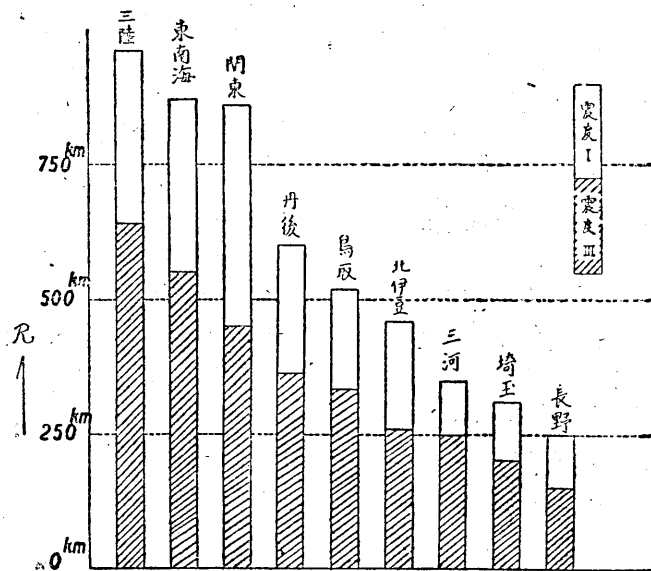
地震研究所 { 水内 堀 上 貞 武雄

(昭和20年1月16日, 昭和20年7月17日發表—昭和21年10月10日受理)

#### 1 緒 言

昭和19年12月7日東南海道沖に發生した地震は静岡, 愛知兩縣を中心として全, 半潰家屋5萬戸以上を生じ, その他の構築物に多大の損害を與へた。倒潰家屋の生じた地方は上記兩縣下の外, 三重, 岐阜, 大阪, 和歌山, 滋賀, 京都, 兵庫, 徳島, 香川, 山梨, 長野, 福井, 石川の16府縣下に互る極めて廣範圍に及ぶ大規模の地震であつた。尙地震動に因る損害の外に三重, 和歌山, 兩縣の南部海岸静岡縣下田附近及び徳島縣富岡附近の海岸は津浪のため流失家屋約三千, 流失船舶多數の損害を生じたのである。

關東震災の後20年餘に發生した本邦の主な地震に就いて有感地域並に震度(Ⅲ)地域の平均半徑を採つて地震の規模の順位を比較したのが第1圖である。これによると今



第1圖 東南海並に三河地震と近年の大地震との比較  
R は震度Ⅰ及びⅢ地域の平均半徑

同の地震の大きさは、その震度分布或は震害の地理的分布から観て、大正12年の關東地震より幾分大きく、昭和8年の三陸沖の地震より多少小さい程度の地震であつた。然しながら震央は陸地を距る約50軒の沖であつたために地震動の最も激しかつた裂震地域は陸上になつた。従つて損害激甚地域と稱すべきものなく、且つ陸上に於ける地震動の性質は緩漫であつたため全潰家屋も地震が始まつてから顛倒に至る迄に時間の豫猶があつた事が推察されその上全潰家屋に數へられるものの中修繕不可能家屋と稱せられるものが大部分を占めて居るのであつて、轉倒家屋はその一部分であつた。

従つて火災に原因する損害は皆無に近かつた事、及び倒潰家屋數に較べて死傷者の極めて少かつた事は防火準備の整備されて居たと云ふ事の外に上記の事情に原因するものと考へられるのである。

其の後餘震は愛知縣南部、紀伊半島南部に互つて廣範圍に發生したのであるが、その大部分が陸上を去る海底に發生したため陸上に於いては其の數に於いてもその震度に於いても著しくはなかつた。然るに1月13日3時頃渥美灣に發生した地震は最も激しく倒潰家屋約五千、死者約二千を出したのである。本地震は三河地震と稱するものであるが、これが餘震なりや、或は獨立した一強震なりやを決定するは容易ではないが餘震の觀測結果から後に一言する事にする。

先づ12月7日の本震の震害地を一巡し、家屋の震害分布と地盤との關係が特に顯著なるを各地に於いて觀察されたのでそれに就いて記述しよう。

## 2. 家屋の震害と地盤の良否

家屋及び建設物の震害は地盤と著しい關係があり、震動に對して特に軟弱な地盤の存在する事は、關東地震<sup>1)</sup>を始め、最近は鳥取地震<sup>2)</sup>の災害に鑑みて各方面から屢々論及された事柄である。今回の地震の震害に於いても同様に著しい震害を受けたのは軟弱地盤上の建設物に限られて居るのであつて、是等の限られた軟弱地盤に建設する事を避け又は適當の豫防を講じてゐたならば、震害のかなりの部分は防止し得た事を明瞭に示して居るのである。

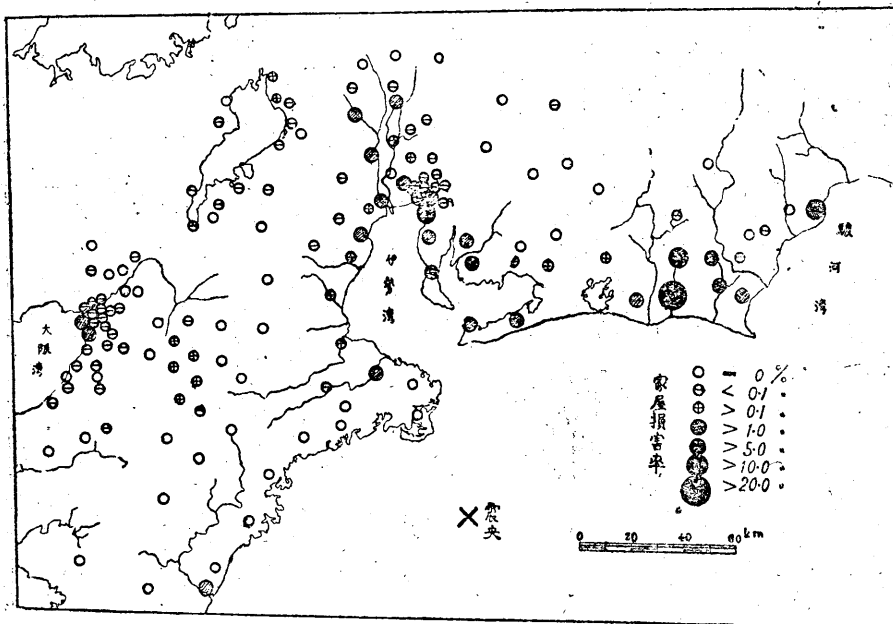
震害の發生した地域並にその程度の概観を示すために、各警察署管内毎の全潰半潰住家數の全住家數に對する比率を採つて、地理的の分布を第2圖に示してある。住家に就いての倒潰比率は非住家、工場等に就いての比率とは著しく相違する厚はないと考へら

1) 松澤武雄 震災豫防調査會報告 100 (甲), (1925), 113.

那須信治 同 100 (甲), (1925), 313.

2) 水上 武 震研彙報 22 (1944), 42.

れる。



第2圖 震 害 分 布

第I表 損害の著しい地域の警察署単位の倒潰率

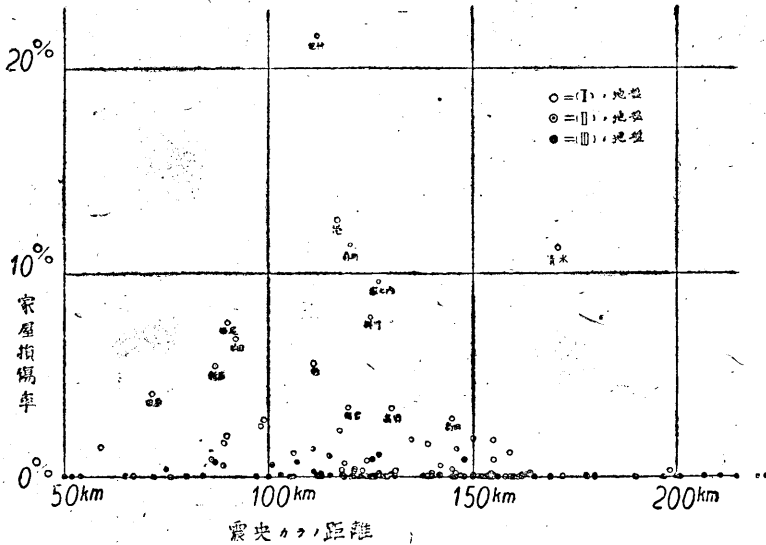
署	名	縣	名	倒潰率	震央距離
見	付	靜	岡	21.6%	112軒
	港	愛	知	12.6	117
	森	靜	岡	11.4	120
	之	"	"	11.2	172
清	水	"	"	9.6	127
堀	内	"	"	7.8	125
掛	川	愛	知	7.5	90
西	尾	"	"	6.9	92
半	田	愛	知	5.6	111
	南	靜	岡	5.5	87
新	居	愛	知	4.2	71
田	原	"	"	3.4	119
彌	富	岐	阜	3.4	130
高	須	靜	岡	2.8	87
濱	松	岐	阜	2.8	145
高	田	愛	知	2.3	117
熱	田	"	"	2.0	98
安	城	大	阪	1.8	155
大	正				

この倒潰率は簡便のために次の様にして定めた。

$$\text{住家倒潰百分率 (K)} = 100 \times \frac{\text{倒潰住家} + 0.5 \times \text{半潰住家数}}{\text{管内總住家数}}$$

第2圖及び第I表で明かな様に倒潰率 10 % 以上を出した所は清水港, 太田川流域の見付森の兩管内及び名古屋市南部埋立地の港管内であり, 5 % 以上を示したのは菊川流域の堀之内, 掛川, 濱名湖埋立地を含む新居, 矢作川流域の西尾, 知田半島の半田, 名古屋市埋立地を含む南區の6管内に限られて居る。

震害の多少は地盤の良否に因ると共に震央からの距離にも關係するから地盤の性質, 震央距離, 並に倒潰率との關係を示したのが第3圖である。地盤の性質は次の三種に分けて示してある。



第3圖 家屋損傷率と震央距離

- (I) 管内地域の3割以上が沖積層を占むるもの。
- (II) 管内地域が沖積層3割以下のもの。
- (III) 管内地域沖積層以外の古生, 中生, 第三紀, 洪積期火山岩等の地層のもの。

第3圖に因り明かなる様に倒潰率 1 % 以上生じた管内は總べて沖積層が 3 割以上を占める地域であり, 沖積層以外の地盤の堅い處, 例へば三重縣南部(鳥羽, 波切管内等)の如く震央に最も近い處であるにかかはらず, 倒潰率は零を示して居るのである。又沖積層でも特に著しいのは海岸の人工埋立地であつて名古屋市南部, 及び大阪市南部地域が特に高い損害率を示して居るのである。又河川流域の沖積地域でも大井川, 天龍川等の

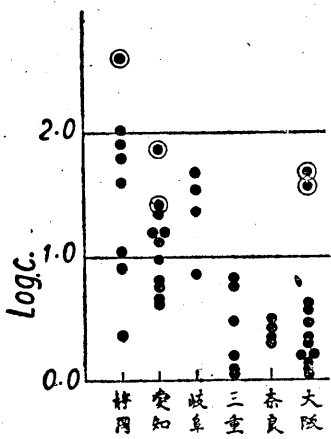


即ち地盤係数が100であると云ふ事はその地域の地盤では、山の手地盤(II)に比較して100倍の家屋の損害を受ける事を意味し、更に堅固な(I)の地盤に比較して數百倍の損害を生ずる危険のある事を示すものである。

第 I 表

地盤係數	管内警察署名	縣名
100以上	清水 見付	静岡 岡 縣
50以上	堀之内 森 掛川	静岡 岡 縣
	港	名古屋 市
30以上	高田 高須	岐阜 阜 縣
	大正 築港	大 阪 市
30以上	吉原	静岡 岡 縣
20以上	笠松	岐阜 阜 縣
	南	名古屋 市
	彌富	愛 知 縣
10以上	新居	静岡 岡 縣
	熱田 半田 西尾	愛 知 縣
5以上	濱松	静岡 岡 縣
	安城 横須賀	愛 知 縣
	大垣	岐 阜 縣
	四條畷	大 阪 府

第4圖に示した様に沖積層の署別にした地盤係數に於いて清水の370から三重、和歌山縣下の諸地域に於ける如く1以下のもの等あつて著しく相異した値を示すのであるが廣い地域の沖積平野に就いてその地盤係數を比較して觀るために沖積地域のみの係數を



第5圖 各地沖積層の地盤係數比較

◎ 府縣別にして示したのが第5圖である。地盤係數が著しく相異なるので便宜上その對數を採つて示してある。これによつて了解される様に静岡、愛知、岐阜の諸縣の沖積地の地盤は三重、和歌山、奈良の諸縣の沖積地よりは震動に對して著しく弱體を示し、震害の危険率の大きい事を示して居るのである。大阪府の地盤は海岸の人工埋立地を除けばその沖積地域の地盤は後者の諸縣に近いと言ふ事が出来る。三重縣の地盤係數の中で比較的大きい値を示す地域は同縣の北東部に限られその大きさの順位も桑名、富田、四日市となつて北東部程大きな値を示して、岐阜縣南部の係數値と近似するのは共に木曾川、長良川流域の沖積地域に屬する

事を想へば當然の事柄であらう。

以上の結果は總べて各警察署管内の比較的廣い地域を單位として居るのであるが、倒潰率の高い管内も至る處一樣な損害を生じたのではなく、更に狭い町村單位の地域に於いてすら倒潰の著しい部分と少い部分とが數個の區域に分れて居るのである。従つて今回の著しい損害を生じた地域即ち地盤の極めて悪い地域は約 200 警察署管内の内約その一割未満の僅かの地域に含まれ、損害の特に著しかったのは更にその管内の小部分である事は特に注目される處である。従つて部落單位或はそれ以下の小地域にした倒潰率と地盤との關係を明かにする事が必要なのであるが町村別にした調査結果に就いて宮村氏<sup>3)</sup>の報文を参照され度い。尙又以上の結果は地震の震央として氣象臺<sup>4)</sup>に於いて決定した北緯 34.0 度、東經 137.0 度とした震央距離を用ひたのであるが震央が相當違つてゐたとしても以上の結果は變らない事を附言して置き度い。

この様に地盤の性質によつて著しく損害程度を異にする事が判つたのであるが、地震の發生する位置、或は今回の様な大地震がやや遠方に發生した場合と局部的の裂震(例へば鳥取地震)が近傍に發生した場合とで地盤と震害との關係即ち地盤係數が同じであるかどうかと云ふ事は一應考慮して觀る必要があるが、局部的裂震である處の鳥取地震の鳥取市内の震害分布を觀ると、沖積層地盤の家屋は殆んど 100% の倒潰を示し、第三紀層、火山岩等の露出して地盤上に建設された家屋は殆んど損傷を受けなかつた。この様な極端に損害を異にする地域が同市内に於いて數個の區域に明瞭に分れたのである。又關東地震の際にも今回と同様な地盤と震害の關係を示したのであるが、信州諏訪湖附近が兩地震のために共にその周邊地域に比較して著しく大きい震害を受けたのである。是等の實例を考慮し、而も震害を與へる震動は震源から傳はつて來る地震波動に因つて誘起された地表附近の軟弱地層の震動が主なものであると信じられる幾多の實驗的研究があるのであるから、震動に對して弱い地盤は如何なる地震に對しても著しい損害を受けると考へて間違はない。唯その程度が地震動の性質によつて相違する事は充分考へられる事柄である。

### 3 東南海地震の餘震分布

昭和 19 年 12 月 7 日の地震はその規模が極めて大きかつたためにそれに件つて發生した餘震發生地域が廣範圍に亙つて居り、その餘震分布狀況並にその發生の消長を知る事は容易ではなかつた。この事は本震が陸上を距る海底であつたために一層正確な判斷を困難ならしめたと考へられる。更に翌年 1 月 13 日に渥美灣に發生した局部的強震を本震の有力な一餘震と見なすか否かを検討する上にも餘震の發生分布を詳細に調査する

3) 宮村橋三 震研速報 4 (1945), 19.

4) 本間 繁 東南海大地震調査概報 (1945), 4.

必要に迫られた。

上述の如く廣範圍に互つて發生して居る餘震の分布を定めるためには小さい倍率の地震計を用ひると多數の地震計を設置する必要があるが、實行上の不便を避けるために、高倍率の地震計四臺を用ひ餘震の發生して居ると推定される地域の外側に於いて觀測した。即ち觀測位置は豊橋、岡崎、四日市、及び宇治山田である。

使用器械の常數と觀測場所を次に表示する。

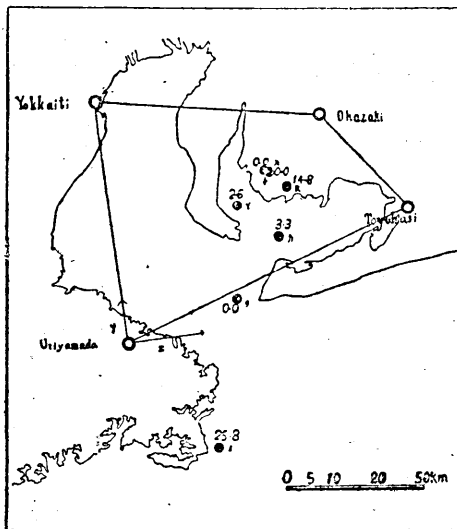
第 II 表

地震計設位置	地震計倍率	週 期
豊橋 驛前小學校	200	1.0秒
岡崎市立工業學校	200	同
四日市高等女學校	350	同
宇治山田市立女子商業學校	350	同

第IV表 4點觀測より定めた震源の位置

四點觀測結果

地震番號	發生年月日	$x$	$y$	$z$	$k$
	年 月 日 時	km	km	km	
R	20. 2. 28. 15	39.6	23.1	14.8	7.76
X	20. 3. 6. 15	35.3	33.9	0.0	7.22
Y	20. 3. 6. 17	28.2	26.7	2.6	7.38
イ	20. 3. 9. 1	16.5	25.8	25.8	7.32
チ	20. 3. 13. 0	36.1	33.0	0.0	7.12
リ	20. 3. 14. 12	25.4	6.6	0.0	6.88
カ	20. 3. 17. 0	36.7	19.4	3.3	7.03



第6圖 四點觀測より求めた餘震の震央

觀測は2月14日から3月20日迄繼續したのであるが、この期間に於いて4ヶ所の地震計によつて、共に完全に記録されたのは7個の餘震である。是等の震源の位置を定めるために、初期微動繼續時間を用ひ、宇治山田を原點とし、四日市觀測點を結ぶ方向に $y$ 軸、それに直交して $x$ 軸を、下方に $z$ 軸を採り震源位置を直角座標として現はし、同時に距離( $k$ )係數を定めた。この結果は第VI表、並に第6圖に示した。四點に於いて觀測された地震記象の一例を第10圖に示してある。尙 $k$ の値は6.9と7.8の間にあり平



第V表 3點観測より定めた震源の位置

地震番號	發生年月日	$x$	$y$	$z$
		km	km	km
A	20. 2. 17. 14	43.2	43.4	9.1
F <sub>1</sub>	20. 2. 21. 1	50.5	41.6	11.2
F <sub>2</sub>	20. 2. 21. 7	-1.9	2.2	0.0
G <sub>1</sub>	20. 2. 21. 17	-1.6	7.5	29.4
H	20. 2. 22. 11	39.3	19.2	0.0
I	20. 2. 22. 14	51.1	40.0	12.8
J <sub>1</sub>	20. 2. 23. 2	44.6	33.6	11.7
J <sub>2</sub>	20. 2. 23. 4	38.8	29.1	2.7
K	20. 2. 23. 6	30.9	31.9	0.0
L	20. 2. 23. 9	40.5	35.1	16.2
M	20. 2. 23. 12	1.9	-22.0	24.5
N	20. 2. 24. 0	40.7	37.5	10.5
P	20. 2. 27. 12	37.2	23.1	0.0
R	20. 2. 28. 15	39.6	28.1	14.8
S	20. 2. 2. 11	40.8	23.9	17.6
V	20. 3. 5. 6	37.6	53.8	5.7
X	20. 3. 6. 15	35.3	33.9	0.0
Y	20. 3. 6. 17	28.2	26.7	2.6
イ	20. 9. 9. 1	16.5	-25.8	25.8
ハ	20. 3. 9. 23	39.5	38.6	20.6
ニ	30. 3. 10. 12	44.7	18.0	17.9
ホ	20. 3. 10. 17	39.9	35.6	18.9
チ	30. 3. 13. 0	36.1	33.0	0.0
リ	30. 3. 14. 12	25.4	6.6	0.0
ヌ	30. 3. 15. 6	45.2	39.2	13.5
ワ	30. 3. 16. 1	51.4	32.9	0~22.5
カ	30. 3. 17. 0	36.7	19.4	3.3
コ	30. 3. 17. 2	41.4	31.68	11.70
タ	30. 3. 17. 9	39.8	31.6	0
レ	30. 3. 17. 11	-5.2	7.6	10.2
イ	30. 3. 19. 11	44.5	25.6	26.2
III	30. 3. 19. 20	34.3	37.4	25.9
V	20. 3. 30. 23	40.2	25.5	7.3

均7.2を示してゐるが、 $k$ の値と震源の深さとの關係を観ると震源が深くなると $z$ の値が大きくなる傾向が僅少ではあるが認められる。

即ち

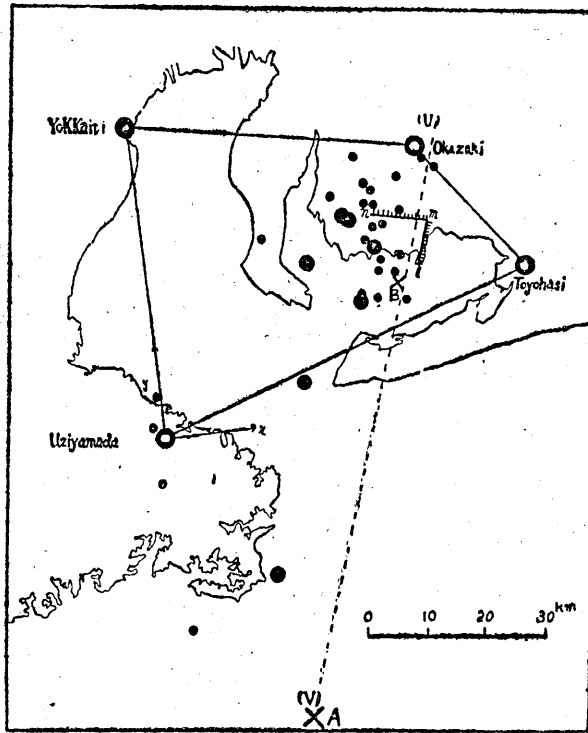
$$k=7.1+0.02d \quad \text{で現はされる。}$$

$d$ は震源の深さを杆で表はした數値。

以上7個の地震の震源に3月9日の地震を除けば、何れも19杆よりも淺く、観測期間

内に発生した他の地震も大部分は 15 軒乃至それ以下の浅い地震と考へられる。従つて  $b$  の値も 7.1 乃至 7.3 程度である。それで 4ヶ所の観測所の中で何れか 3所に於いて観測された地震に就いて、距離常数を 7.2 としてその位置を定めた。その結果によると震源の深さは 10 軒内外のものが大部分を占めて居る。この様にして求めた震源の位置を第 V 表に上記の直角座標を用ひて示してある。

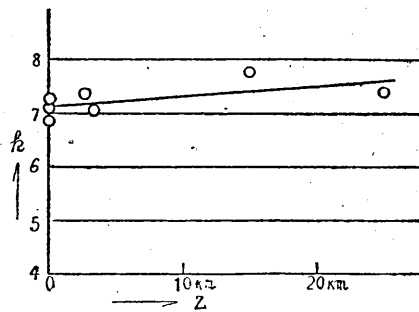
斯くして三點観測並に四點観測によつて定めた震央位置を第 7 圖に示し、更に昭和 18



第 7 圖 本震、餘震の震央の地理的分布と斷層の位置

年 12 月 7 日の本震の位置 (A) 翌 19 年 2 月 13 日の渥美灣の地震 (三河地震) の震央 (B) も共に同圖に示し更に 1 月 13 日の地震三河地震の際に発生した斷層の大體の位置も同圖の中に記入してある (l, m, n)。第 7 圖を参照して次の事が指摘出来る。本震並に 1 月 13 日の三河地震の震央を結んだ線 (UV) の西方にのみ餘震が発生して居る即ち兩地震を結んだ直線は餘震発生地域の東側の縁と一致して居る。餘震の中比較的大きい地震は UV 線の西側に近く発生し、UV 線よりや

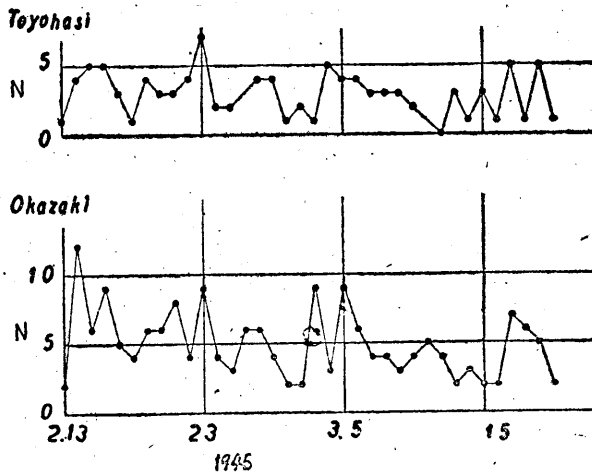
や離れた四日市、宇治山田等の紀伊半島には微小地震が観測期間中に於いて多数発生したが、他の観測所に於いて記録される程度の地震は発生しなかつた。又過去の斷層の発生した大地震に於ける主震、餘震の発生位置と主斷層の位置に就いて、多くの人々が注目した如く本震の位置は主斷層の近くにあり、餘震はその斷層を境とした片側に大多数発生し、



第 8 圖 震源の深さと距離係數

而も斷層を境とした隆起地域に發生するが多い。又主斷層の明瞭に現はれなかつた地震の餘震の分布を見ると丹後地震、昭和 10 年の臺灣地震等の餘震分布と異り、或る線を境として片側に震央が密集する分布が認められない。

以上の様な經驗的事實を基礎として東南海地震並に三河地震の關係は次の様に推論する事が出来る。即ち東南海地震の際に海底に震央を通り北微東方向（第 67 圖の UV 線方向）に斷層を生じ或は地形變動の境即ち隆起沈下の境を生じその西側に多數の餘震が發生したが特に 1 月 13 日の三河地震はその有力な餘震として發生し先に本震にて生じた地殻變動が更にその方向に延長して、形の原に明瞭な斷層の喰違を生じたものと推定される。本震に伴ひ、大規模な地形變動の生じた事は紀伊半島沿岸を中心として四國、伊豆半島海岸に及んだ事から充分推察出来る。然し餘震地域が本震の隆起地域とは一致してゐるや否やは尙議論の餘地があるが、少なくとも 1 月 12 日の地震に伴つて生じた陸上の隆起地域とは一致してゐる。



第 9 圖 豊橋、岡崎に於いて観測せる地震の毎日回数

豊橋、岡崎に於ける毎日地震回数を第 9 圖に示してある。12 月 7 日の本震並に 1 月 13 日の三河地震の發生を去る事かなりの日時を經過してゐるので、この観測期間中に於ける餘震回数の減少は僅かに認められる程度である。

今回の震害調査並に餘震観測に種々便宜を與へられた關係府縣廳並に上記學校當局に感謝の意を表し度い。（本研究は文部省科學研究費によつて行ひ得たものである）

以上今回の餘震分布、斷層の位置其の他の諸現象を考慮し、更に過去の地震の研究結果を綜合すると三河地震は東南海地震の一つの有力な餘震であり、更にこの餘震の發生に伴ひ多數の餘震が渥美灣北部に發生したものと考へられる。尙昭和 20 年 2 月 14 日より 3 月 20 日に至る期間の地震

観測の中岡崎、豊橋に於ける

### 3. *The Tō-Nan-Kai Earthquake* *Damage and After-shocks.*

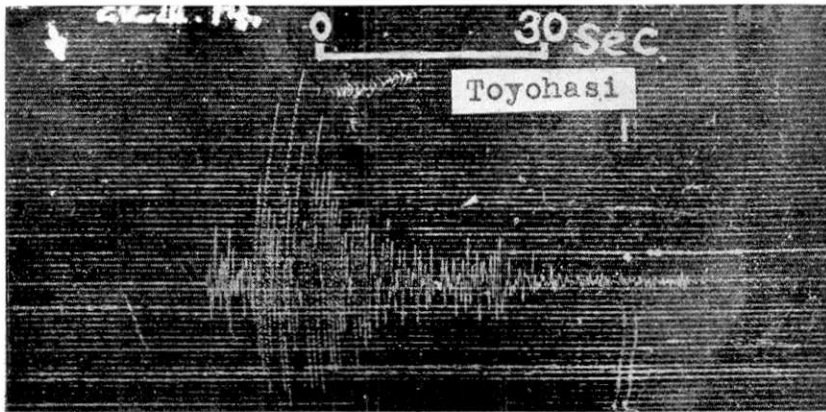
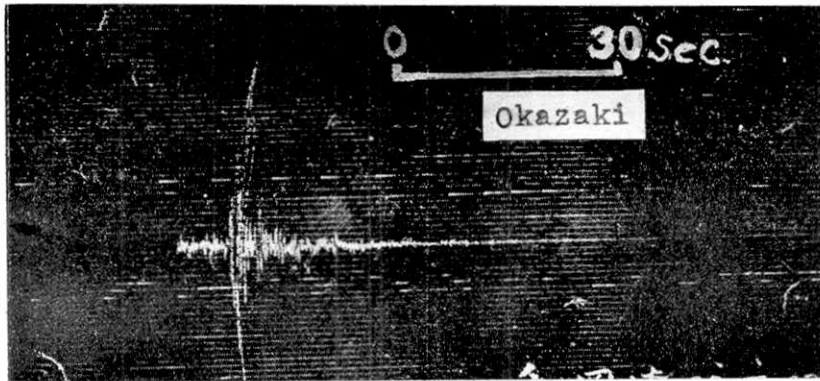
By Takeshi MINAKAMI and Sadao UTIBORI,

Earthquake Research Institute.

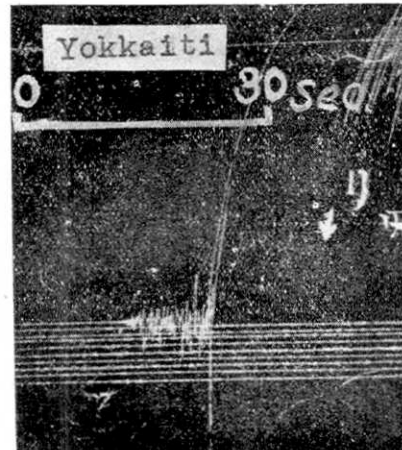
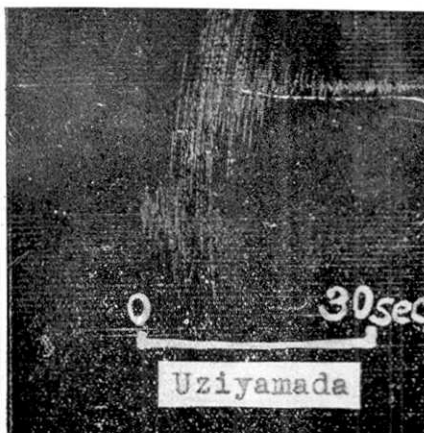
The great earthquake that occurred off the Pacific coast of the Tō-Nan-Kai, at 13 h 36 m, December 7, 1943, was so strong that it was felt sensibly throughout Honshu, Sikoku and Kyushu. Serious damages were caused to ordinary houses and other structures in the large area, by not only earthquake shocks but also the tsunami, which advanced against the south coast of the Kii peninsula. According to statistical investigation of damages, 54,000 houses were demolished and about 1,000 persons were killed. This paper treats the relation between destruction-rate of dwelling house and the character of earth-ground of the stricken area. Destruction-rate shows remarkably high in the alluvial region, specially in the reclaimed land from the sea.

A component of micro-seismograph was installed at four temporary stations, namely, Okazaki, Toyohasi, Yokkaiti and Uziyamada. As a result of the seismic observation, hypocentres of forty after-shocks which are a part of earthquakes occurred during February, 14, ~ March, 20, 1944, were determined by use of duration of preliminary micro-tremors. As shown in figs. (6) and (7), epicenters of after-shocks are distributed only in the west side of the line (UV) that passes on two epicentres of the Tō-Nan-Kai and Mikawa earthquakes. Moreover, new main fault parallels or coincides with the UV-line. These facts and other examples of after-shock at the occurrence of strong earthquakes lead us to such a conclusion that the Mikawa earthquake on January 13, 1944, is an after-shock of the Tō-Nan-Kai earthquake.

---



(震研彙報 第二十四號 圖版 水上)



第 10 圖 昭和 20 年 3 月 14 日 (地震番號 9) 伊勢灣南部に發生した餘震の 4 ヶ所に於ける記象